



Radiodetection

**От А до Я локации
и поиска повреждений
подземных кабелей и труб
для начинающих и специалистов**

Официальный Представитель Фирмы Radiodetection в России, странах СНГ и Балтии -
Закрытое Акционерное Общество "Компания ПЕРГАМ"

©Авторизованный перевод ЗАО "ПЕРГАМ", 1999

Предисловие

Эта книга предназначена для тех, кто связан с локацией и поиском неисправностей подземных кабелей и труб, а также подземных коммуникаций коммунальных предприятий. В книге рассмотрены методы эффективной локации без описания конструкций и схем конкретных приборов и систем, которые обычно приведены в инструкциях по их эксплуатации. Эта информация может быть получена от поставщика соответствующего оборудования.

Эта книга может быть использована как методическое пособие, так и в качестве справочного руководства.

Даже опытные специалисты могут быть поражены тем спектром задач и различных проблем, которые могут быть успешно решены с помощью локаторов.

Книга имеет 12 глав и указатель содержания. Каждая глава разделена на соответствующие разделы с указанием в верхнем колонтитуле каждой страницы номера главы и раздела, а также названия раздела и рассматриваемого предмета.

Для тех, кто впервые столкнулся с использованием локаторов, рекомендуем, в первую очередь, обратиться к соответствующим разделам Главы 2.

Благодарим Всех, кто любезно предоставил результаты собственных исследований и промышленных испытаний для использования в этой книге. Особую благодарность выражаем Hubert Brot, Trevor Fern, Nick Frost, Greg Guy, Alan Haddy, Donald Hore, Bob Lane, Alan Llewellyn, Gerard Varin, Al Wakefoose и Barney Walker.

Выражаем благодарность Joan Grohmann, Christine James и Dock Knowles за их терпение и работу по редактированию рукописи.

Заранее приносим благодарность за дополнения, замечания и идеи, которые будут учтены в следующей редакции этой книги.

От *A* до *Я*

локации и поиска повреждений подземных кабелей и труб

1	Введение	1	Что дает применение локации?	4
		2	Значимость точной информации	6
		3	Методы локации подземных кабелей и труб	7
		4	История локации подземных коммуникаций	9
		5	Термины и используемая символика	12
		6	Основы теории	15
		7	Углубленная теория.....	23
		8	Локационные комплекты.....	36
		9	Выбор локатора и дополнительных принадлежностей.....	42
2	Эффективная локация: основы	1	Техника безопасности.....	45
		2	Эффективная локация.....	46
		3	Ввод сигнала генератора в линию.....	48
		4	Трассировка линий.....	53
		5	Определение точного положения линии.....	57
		6	Измерение глубины залегания линии	59
		7	Сканирование и поиск.....	61
		8	Локация зондов: трассировка неметаллических дренажных каналов, труб и канализационных коллекторов	63
		9	Локация металлических крышек	67
		10	Локация подземных маркеров.....	69
		11	Маркировка линий	72
3	Эффективная локация: дополнительные способы локации и трассировки	1	Прямое подключение: преодоление проблем	73
		2	Установка параметров генераторов	75
		3	Взаимодействие сигналов	76
		4	Ввод сигнала генератора, обеспечивающий максимальное расстояние трассировки	77
		5	Ввод сигнала генератора в силовые кабели, находящиеся под напряжением.....	79
		6	Точная локация линий вдоль автострад или автомагистралей	80
		7	Измерение тока в определяемой линии.....	81
		8	Распознавание направления тока	83
		9	Точная идентификация линий.....	85
		10	Определение глубины залегания линий	86
		11	Локация под водой	87
		12	Использование А-рамки для локации повреждений оболочки кабелей.....	89
		13	Локация зондов в металлических трубах.....	91

4	Контроль положения буров на большой глубине	92
5	Регистрация информации о бурении	94
6	Подземные телефонные кабели: локация и поиск повреждений	
1	Локация распределенных телефонных кабелей	96
2	Локация длинных волоконно-оптических кабелей	100
3	Поиск повреждений телефонных кабелей	104
4	Контроль состояния экрана кабеля и заземления на стыках	106
5	Поиск повреждений оболочки кабеля	108
6	Трассировка труб	110
7	Поиск потерянных колодцев	111
8	Приемка новых линий перед сдачей в эксплуатацию	112
7	Подземные силовые кабели: Локация и поиск повреждений	
1	Локация силовых кабелей	113
2	Локация повреждений силовых кабелей	116
8	Системы газоснабжения: Локация и решение проблем	
1	Трассировка металлических газовых труб	123
2	Трассировка пластиковых труб	126
9	Трубопроводные линии: Локация и контроль покрытия	
1	Локация трубопроводных линий	127
2	Решение проблем систем катодной защиты	131
3	Контроль состояния покрытия трубопровода	134
4	Контроль градиента тока	136
5	Контроль потенциала в земле	137
10	Локация металлических и пластиковых водопроводных труб	
1	Локация трубопроводных линий	139
2	Локация трассировочных проводов, заглубленных вместе с пластиковыми трубами	141
3	Локация пластиковых водопроводных труб	142
4	Локация утечек воды в пластиковых трубах	148
5	Локация клапанных колодцев	149
6	Трассировка водопроводных пластиковых труб	150
11	Локация и трассировка канализационных и дренажных коллекторов	
1	Трассировка канализационных и дренажных коллекторов	151
2	Локация люков и крышек колодцев	153
3	Локация камер наблюдения за состоянием коллекторов	154
12	Контроль процесса горизонтального бурения	
1	Локация перед бурением	155
2	Контроль положения коротких буров	157
3	Информация для управления работой бура	159
4	Контроль положения буров на большой глубине	162
5	Регистрация информации о бурении	163

Что дает применение локации?

Регулярное использование локаторов подземных кабелей и труб началось сравнительно недавно. Локаторы существовали уже 20 или 30 лет назад, однако они были мало доступны и систематически не использовались. Небольшая потребность в них была обусловлена их невысокими техническими характеристиками, а также противоречивостью предоставляемой ими информации, которая в значительной степени зависела от ее интерпретации пользователем. В настоящее время разработка и внедрение прецизионных локаторов, а также целого ряда других технических новшеств, изменили ситуацию коренным образом.

Однако, техническое совершенствование шло значительно быстрее, чем понимание того, что применение локации позволяет получать информацию, необходимую для эффективного управления затратами и безопасностью объекта.

Эффективность и успех любых современных производств, многомиллионных проектов и даже обычных работ по выемке грунта в значительной степени определяются их предварительным планированием. Локация подземных кабелей и труб предоставляет необходимую для планирования информацию, которая сравнима по значимости с топологическими данными. Прокладка новых линий, ремонт или частичное переоборудование старых линий, а также изменение трассы, могут быть спланированы при минимальном вмешательстве в работу существующих подземных линий.

Замена чугунных труб пластиковыми, медных кабелей линий связи на волоконно-оптические, монтаж линий кабельного телевидения, увеличение пропускной способности подземных коммуникаций коммунальных предприятий и проведение ремонтных работ требуют вскрытия грунта или рытья канав. При проведении любых работ по вскрытию грунта всегда есть риск повреждения существующих дорогих коммуникаций.

Стоимость повреждения главных волоконно-оптических линий баснословна, даже стоимость повреждения подземных трубопроводных систем или кабелей значительно выше их первоначальной установки. Очевидно, что сюда входят затраты на ремонт повреждений и работы по выемке грунта. Кроме того, в эту стоимость входят затраты на сервисное оборудование, работы по составлению отчетности и иски за возмещение ущерба. Так, каждый случай повреждения приводит к снижению целостности и ухудшению характеристик подземной трубопроводной или кабельной системы, которые стоят миллионы или часто сотни миллионов.

И наконец, что наиболее важно - это затраты для общества. Подземные коммуникации - это "вены" и "источник жизненной силы" общества. Недостаток энергии, воды, света или коммуникаций может даже привести к параличу жизни общества. И это чаще всего случается при проведении работ по вскрытию грунта, когда точно неизвестно положение и границы прохождения подземных линий.

Безопасность является необходимым условием проведения любых работ на объектах. Использование информации, полученной в результате локации системы перед вскрытием грунта, является обязательным требованием безопасного проведения таких работ. Пробитый силовой кабель или поврежденный трубопровод является причиной серьезной опасности, которая может привести к увечьям или даже летальному исходу. Информация об их наличии и расположении помогает исключить возможность поражения. Использование схем, чертежей или указательных знаков на дорожном покрытии явно недостаточно.

Что дает применение локации? Использование локации позволяет снизить нежелательные затраты, повысить эффективность и безопасность работы на объектах, а также уменьшить вероятность непредвиденного отказа системы при регулярном обследовании системы.

Значимость точной информации

Информация о расположении и состоянии подземных кабелей и труб является конечным продуктом локации таких систем.

Точность и надежность являются единственными характеристиками, которые представляют ценность. Некорректная или неполная информация могут привести к ошибкам в интерпретации данных и стать причиной излишних затрат или опасности для жизни людей.

Окончательное заключение о состоянии объекта или его элемента может быть сделано на основании его визуального обследования ("лучше один раз увидеть"). Однако, это невозможно для подземных кабелей и труб. Опыт, знание рабочей зоны при использовании чертежей или имеющихся данных, а также корректное применение локаторов могут обеспечить получение такой информации, которая позволит дать практически точное заключение о состоянии элементов объекта. В некоторых случаях, могут быть зоны, где невозможно точно установить состояние отдельных частей объекта. Эти зоны всегда должны быть локализованы для обеспечения возможности дальнейшего обследования.

Локация подземных труб и кабелей является исключительно ответственным видом деятельности: все операции должны проводиться тщательно и с большим вниманием. Цель этой книги - предоставить пользователю полную информацию о методах использования локаторов для получения точных и надежных данных.

Методы локации подземных кабелей и труб

В данном разделе рассмотрены различные методы и методики локации подземных кабелей и труб

- 1 **Существующая информация** Схемы и чертежи, имеющиеся в коммунальных службах или городской администрации, содержат огромное количество информации о наличии и положении подземных труб и кабелей. Получение любой доступной информации должно быть первым шагом при проведении локации. Информация может быть неточной или неполной, однако она всегда может быть подтверждена или дополнена путем локации на объекте. До проведения работ на объекте любая информация может быть полезной, даже если она только позволяет узнать, что ожидает пользователя на объекте.
- 2 **Радары с погружным зондом** Методы, основанные на использовании радаров, были разработаны для точного радиообнаружения и определения расстояния до наземных объектов. Локация подземных коммунальных линий, особенно пластиковых труб или волоконно-оптических кабелей стала естественным и полезным развитием этого метода. Очевидно, что с помощью радара достаточно трудно отличить пластиковые трубы с водой от плотного грунта (например, влажная глина и земля). Однако, такие системы позволяют получить картину распределения подземных кабелей и труб в большом числе различных видов грунта. При этом, даже в благоприятных условиях применения радаров необходимо иметь соответствующее представление на встроенном компьютере о том, что находится под землей, и дать требуемую специалистом интерпретацию этой картины. Сложность, высокая стоимость и зависимость от условий применения приводят к нецелесообразности использования этого метода для ежедневной работы. Однако, вполне вероятно, что в самом ближайшем будущем этот метод станет полезным при составлении схем подземных коммунальных коммуникаций.
- 3 **Акустическая локация** Акустические методы традиционно используются для поиска утечек воды. В настоящее время один из разработанных вариантов этого метода получил достаточно широкое распространение для трассировки подземных водоводов и особенно пластиковых трубопроводов. В данное время область использования этого метода ограничена локацией трубопроводов с водой. Однако дальнейшее развитие подобных методов расширяет сферу их применения и, в частности, они уже используются для детектирования подземных пластиковых труб с газом.
- 4 **Инфракрасная термография** Температура подземных кабелей и труб отличается от температуры окружающего их грунта. Определение этой разности температур - эффективный метод локации подземных труб и кабелей. Однако, эффективность этого метода при локации подземных кабелей и труб значительно снижается в результате воздействия таких факторов, как солнечный свет или теневые эффекты. Практически, эти методы имеют специальное применение - поиск утечек и пустот в канализационных коллекторах, а также - локация разрывов или трещин на отдельных участках теплотрасс.

5 Лозоискательство Это самый старый способ поиска воды и подземных трубопроводов. Для поиска лозоискателями используется ветка дерева или лоза, а также ее варианты. Этот интересный способ требует специфических навыков и интуиции. Трудно ожидать его широкого использования, а к достоинствам следует отнести низкую стоимость и небольшой вес лозы.

6 Электромагнитная локация Это универсальный метод локации и трассировки подземных линий. Достоинством этого метода является возможность получения "из под земли" большого объема информации, которая не доступна при использовании любой другой технологии. Этот метод имеет следующие отличительные характеристики:

Поиск с поверхности земли границ зон локации подземных кабелей и труб;

Трассировка и идентификация определенных линий;

Трассировка и идентификация канализационных коллекторов или других неметаллических каналов и труб, к которым есть доступ; локализация закупорки и повреждений;

Измерение глубины залегания линии непосредственно с поверхности земли;

Портативность оборудования;

Небольшой вес оборудования (легко удерживается в руках) и возможность эффективного использования даже неопытными операторами;

Возможность использования оборудования во всех типах грунта и даже под водой;

Небольшая стоимость оборудования и его отдельных элементов для реализации данного метода. Возможность приобретения оборудования небольшими подрядными фирмами или производящими региональными или национальными организациями.

Основной недостаток метода электромагнитной локации заключается в том, что с ее помощью не могут обнаружены пластиковые трубы. Однако, количество повреждений в таких трубах систем коммунального хозяйства незначительно по сравнению с трассами кабелей.

История локации подземных коммуникаций

Метод электромагнитной индукции - наиболее распространенная технология локации подземных кабелей и труб.



Michael Faraday
11791 - 1867

Эффект электромагнитной индукции был открыт Майклом Фарадеем. В 1831 году он представил в Королевский институт в Лондоне статью, где было дано описание этого явления и, очевидно, что он реализовал лишь часть возможностей данного эффекта. Это исторический факт, что в ответ на вопрос одного из политиков о практической ценности открытия он сказал: "Сейчас я не знаю, но придет время и Вы введете налог на его использование".

Первые сведения о использовании метода электромагнитной индукции для локации подземных кабелей относятся к 1910 году. На фотографии показан локатор кабелей, выполненный из витка провода, который намотан на деревянную раму; виток виден на передней части рамы.





Локаторы меньшего размера появились в следующие годы. Еще один пример - пеленгатор Шармана. Инструкция пользователя этого прибора дает повод для зависти любому, кто занимается трассировкой газовых труб " просто присоедините генератор к скобе трубопровода вблизи ближайшего дома или к столбу уличного освещения".

Американская и немецкая школы разработчиков локаторов появились за несколько лет до Второй мировой войны. Дороги в Северной Америке имели большую ширину, а кабели монтировались на столбах или мачтах. Поэтому основным требованием к локаторам являлось определение положения подземных труб, расположенных на достаточно большом расстоянии друг от друга. В связи с этим, были разработаны простые, высокочастотные локаторы, имеющие низкую мощность или небольшую стоимость. Напротив в Германии, где кабели и трубы располагались под узкими улицами, разрабатывались сложные, высокочастотные и мощные локаторы, которые требовали высокой квалификации операторов для получения надежных результатов.

Доктор Герхард Фишер из Калифорнии, который получил первый патент на интенсивно выпус-

кавшийся тогда радиопеленгатор для авиации, разработал металлоскоп - первый высокоэффективный комплект устройств для локации подземных кабелей и труб. Его система использовала самые современные в то время научные разработки, и в настоящее время его компания существует и выпускает системы M-Scope - потомки первых металлоскопов.

В одном из конструкторских отделов компании Bell Laboratories при изучении проблемы точности локации новых подземных кабелей, было выявлено, что антенна со сдвоенными чувствительными элементами позволяет более эффективно определять положение линий и измерять глубину залегания конкретного кабеля. Устройство, получившее название Глубиномер, было разработано и выпускалось Западной электрической компанией в 1964 году для использования компаниями корпорации Bell Operating.

Двенадцатью годами раньше первый коммерческий локатор со сдвоенной антенной был разработан компанией Electrolocation (г. Бристоль, Англия). Эта компания, которая была позже преобразована в фирму Radiodetection Ltd, занималась разработкой систем со сдвоенными антеннами независимо от ранних разработок компании Bell Laboratories.

Системы со сдвоенными антеннами имеют существенные преимущества перед локаторами с одинарной антенной. Антенны со сдвоенными чувствительными элементами объединяют зачастую противоречивые характеристики - возможность точной идентификации и чувствительность. Впервые появилась возможность обнаруживать точное местонахождение подземных кабелей под наземными силовыми линиями и идентифицировать заполненные коммунальные линии под перекрестками улиц. Автоматический расчет глубины залегания кабелей и труб путем простого нажатия клавиши стал очевидным преимуществом таких систем и дал, таким образом, новое направление развития локации подземных кабелей - использование энергии вторичного излучения в области очень низких частот.

Внедрение антенн со сдвоенными элементами, объединенных с миниатюрными электронными схемами, полностью соответствует современным программам расширения и модернизации коммунальных систем. Работы по вскрытию грунта на улицах стали национальной индустрией во многих странах мира, что привело к значительному росту потребности в локации подземных кабелей и труб. Растущие требования и технический прогресс привели к расширению возможностей и появлению новых функций локаторов, которые обеспечивают более высокую надежность и простоту локации.

Среди наиболее интересных с практической точки зрения возможностей современных методов локации необходимо отметить следующие:

- Сочетание приема пассивных и активных сигналов для локации определенной линии и быстрого ее поиска с целью проверки в присутствии других коммуникаций;

- Многочастотные системы локации, позволяющие пользователю выбрать оптимальную частоту при решении конкретной задачи;

- Автоматическое измерение глубины залегания линии;

- Измерение распределения тока по длине линии или кабеля для определения дефектов покрытия или изоляции;

- Определение направления тока в линии для точной ее идентификации;

- Стационарная установка генераторов для ввода тонального сигнала в телефонные кабели длиной до 150 км;

- Большой набор различных дополнительных принадлежностей и устройств для увеличения эффективности применения локаторов и расширения области их использования.

Современные электромагнитные локаторы являются признанным во всем мире стандартом локации подземных кабелей и труб. Большое количество специализированных производителей предлагают широкий спектр локаторов, начиная от простейших устройств для определения лишь наличия подземных кабелей до сложных приборов и систем для точного определения местонахождения, идентификации и поиска неисправностей подземных труб и кабелей в большинстве сложных ситуаций.

Термины и используемая символика

1 Термины

В тексте книги используется ряд терминов, имеющих вполне определенное значение.

Активный сигнал: тональный сигнал генератора, который вводится в линию.

Экран кабеля: слой проводящего материала, окружающий рабочий проводник и обеспечивающий его электрическое экранирование. Экран обычно изолирован от "земли" пластиковой оболочкой или другим изолятором. Как правило, экран подключается к заземлению на конце кабеля.

Зажим: дополнительная принадлежность локатора, которая устанавливается на кабеле или трубопроводе для ввода сигнала от генератора или использования в качестве приемной антенны. Иногда его называют муфтой или "тесно связанным индуктором".

Взаимосвязь: сигнал, введенный в линию, передается к другим близлежащим линиям.

Линия: непрерывная металлическая труба или кабель, либо другой проводник с током.

Индикатор: показывающий прибор для индикации отклика при детектировании сигнала приемником. Некоторые типы приемников имеют стрелочный показывающий прибор. В других - индикатор является элементом жидкокристаллического дисплея.

Шум: термин, обозначающий паразитные сигналы или сигналы помехи.

Пейс: единица измерения длины, примерно соответствующая метру или ярду (пейс 76,2 см; ярд 91,44 см).

Пассивный сигнал: "естественный" сигнал, который обычно излучают подземные металлические трубы и кабели при частотах 50/60 Гц или НЧ/ОНЧ радиочастотах (НЧ/ОНЧ - низкая или очень низкая частота).

Определение положения: использование приемника локатора для определения месторасположения данной подземной линии.

Определение точного положения: использование различных режимов локации для подтверждения точности определения положения линии.

Арматура: металлические прутья, используемые для увеличения прочности бетона.

Отклик: индикация по показывающему прибору приемника, либо по звуку громкоговорителя или головных телефонов в процессе детектирования сигнала приемником. Интенсивность отклика определенного сигнала может изменяться в зависимости от установленного уровня чувствительности приемника. Величина отклика обычно указывается в процентах от полной шкалы прибора.

Поиск: использование локатора для обнаружения подземных линий в пределах определенной зоны.

Защитный чехол: наружная изолирующая оболочка металлического экрана и/или проводов кабеля.

Повреждение защитного чехла: повреждение изолирующей оболочки металлического экрана кабеля, вызывающее прохождение тока между экраном и "землей".

Сигнал поиска повреждения защитного чехла: детектируемый в земле ток, протекающий в результате подключения к экрану кабеля генератора в режиме поиска неисправностей типа утечки на землю.

Сигнал: величина наведенного переменного электрического тока в линии, которая может быть определена приемником локатора. В общем случае сигналами называют различные физические процессы, несущие в себе сообщения (информацию). Электрический сигнал - это передаваемая соответственно по проводам или без них электромагнитная энергия, несущая в себе какое-либо сообщение; в данном случае это информация о расположении трубы или кабеля.

Зонд: автономный влагонепроницаемый передатчик с батарейным питанием, сигнал которого может быть локализован приемником. Зонды обычно используются для локализации неметаллических канализационных труб или каналов, либо для контроля продвижения бурового инструмента.

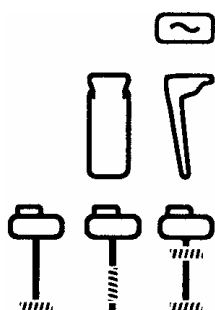
Сканирование: использование приемника для локализации кабелей, излучающих пассивные сигналы. Область сканирования обычно разбивается на участки для перекрытия всей зоны.

Объект: определенная линия - выбранный металлический трубопровод или кабель, к которому подводится сигнал генератора и положение которого определяется с помощью приемника.

Трассировка: использование приемника для прослеживания трассы линии.

2 Значки

Значки - это рисунки, иллюстрирующие каждую операцию процедуры локализации. Приемник, показанный на рисунках, соответствует прецизионному приемнику со сдвоенной горизонтальной антенной и одинарной вертикальной антенной.



Передатчик

Приемник. Прецизионный приемник с двумя горизонтальными антеннами и одной вертикальной антенной. Антенны располагаются параллельно линии и под прямым углом к ней.

Другие типы используемых приемников:

С одной горизонтальной антенной;

С одной вертикальной антенной;

С двумя горизонтальными антеннами.



Показывающий прибор приемника. Показывающий прибор может быть стрелочным прибором или жидкокристаллическим дисплеем, показывающим отклик приемника на поступающий сигнал.

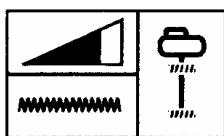


Зонд.



А-рамка для поиска повреждений оболочки кабеля. Показывающий прибор может быть либо частью приемника, к которому подсоединяется А-рамка, или может быть непосредственно встроен в рамку.

3 Поле справки



Поле справки дается при рассмотрении каждого конкретного применения локации. В этом поле в виде соответствующих символов указываются типы приемников, которые могут быть использованы для решения конкретной практической задачи, а также приведены рекомендуемая частота сигнала и мощность генератора.

Выходная мощность* генератора:



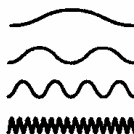
Низкая

Средняя

Высокая

Очень высокая

Частота генератора и приемника *



Низкая <1 кГц

Средняя <10 кГц

Высокая <75 кГц

Очень высокая >75 кГц

*Достаточно трудно определить точные значения мощности и частоты генератора для эффективной локации в каждом конкретном случае. Поэтому, при локации на конкретном объекте указанные выше значения могут быть изменены в большую или меньшую сторону для получения оптимальных результатов.

4 Символы

Символы на полях указывают на повышенные требования к безопасности проведения работ или на необходимость обращения к соответствующему разделу.



Безопасность. При выполнении любых работ на объекте и в любое время должна быть обеспечена их полная безопасность. Этот символ, расположенный напротив названия выделенного раздела, указывает на необходимость повышенного внимания к безопасности проведения работ.



Этот символ **шапочки** относится к Главам и Разделам теории, связанным с практическим использованием локаторов на объекте.



Указатель показывает на необходимость обращения к другому разделу.

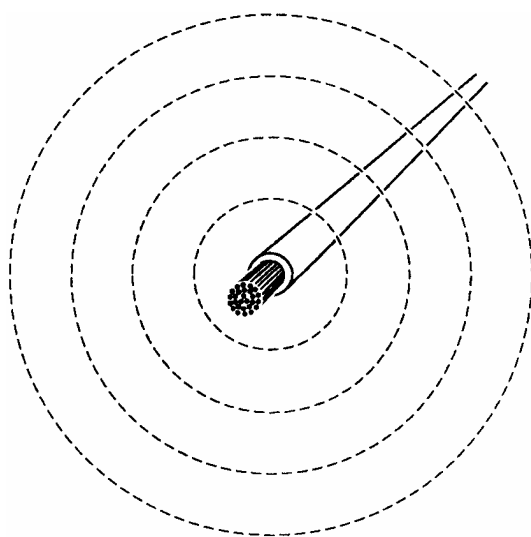
Основы теории

Элементарная теория локации подземных кабелей и труб.

Материалы этого раздела, где изложены основные принципы электромагнитной локации, предназначены для использования неспециалистами при решении насущных проблем локации подземных труб и кабелей.

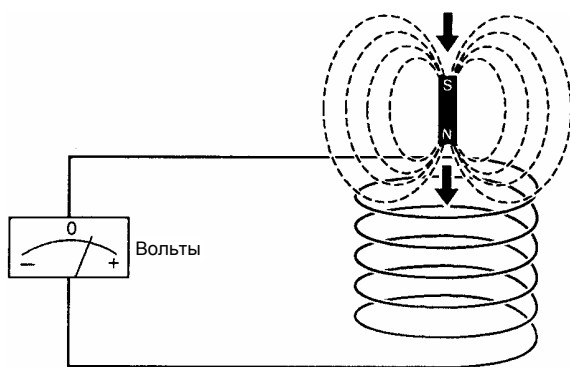
1. Электромагнитная индукция
2. Активные и пассивные сигналы
3. Применение активных сигналов
4. Пассивные сигналы
5. Антенны для локации сигналов в линии
6. Определение глубины залегания линий
7. Локация неметаллических линий
8. Локация зондов

- 1 **Электромагнитная индукция** Локаторы труб и кабелей определяют не положение кабелей и труб, а детектируют магнитное поле вокруг линии, созданное переменным током, который протекает по линии. Наличие магнитного поля вокруг линии с током и позволяет определять ее положение.



В то время как возможна изоляция от электрического тока, невозможно изолироваться от магнитного поля. Изоляция кабеля или присутствие различных типов грунта не изменяет вида поля.

Переменный ток создает детектируемое магнитное поле или "сигнал", так как он не только вызывает появление поля, но также и приводит к его реверсивным изменениям с осциллирующей частотой, что и обеспечивает возможность эффективной локации, используя электромагнитную индукцию.



Принцип электромагнитной индукции может быть проиллюстрирован на примере введения полоски магнита в катушку. При этом, показания вольтметра будут изменяться, но только тогда, когда магнит движется.

Как только движение магнита прекратится, показания прибора станут равными нулю. Если магнит быстро извлекается из катушки, то отклонение стрелки прибора будет происходить в противоположном направлении - но только до тех пор, пока движение не будет прекращено. Чем быстрее

перемещение, тем больше отклонение стрелки.

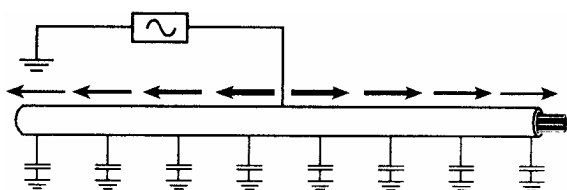
Скорость изменения переменного напряжения - это его частота, число положительных и отрицательных пульсаций, циклов в секунду, и известна во всем мире как Герц или Гц. Как быстрое перемещение магнита приводит к более высоким показаниям, так и переменное поле высокой частоты вызывает более высокое напряжение при той же самой напряженности поля.

Приборы для локации подземных кабелей и труб реализуют принципы электромагнитной индукции, используя два способа:

Локация сигнала переменного тока в линии с помощью приемника;

Удаленный ввод в линию сигнала переменного тока от генератора с последующим его детектированием.

Электрическая цепь должна быть замкнута для обеспечения прохождения тока. Итак, каким образом источник маломощного сигнала, находящийся на поверхности, может вызвать протекание тока в хорошо изолированном проводнике, расположенном под землей? Очевидно, что величина используемых напряжений не позволяет "пробить" изоляцию. Ответ связан с емкостными эффектами в цепях переменного тока.



Наличие емкости позволяет сигналам пройти через изоляцию. Масса окружающего грунта действует именно таким образом, если имеется проводящий слой вокруг проводника.

Частота сигнала:

Основное правило, касающееся выбора частоты сигнала, может быть сформулировано следующим образом:

"Выше частота сигнала, больше напряжение переменного тока и сигнал индуцируемый в проводнике, а также больше емкостной ток."

Таким образом получается, что использование высокочастотных сигналов более эффективно, чем низких.

Однако, высокочастотный сигнал более легко уходит на землю через емкость, и поэтому будет распространяться по линии на меньшее расстояние, чем низкочастотный сигнал такой же мощности.

Другой недостаток высоких частот заключается в легкости, с которой сигналы, наведенные в определенную линию, могут взаимодействовать с сигналами других близлежащих линий за счет индуктивной связи. Это зачастую затрудняет трассировку данного трубопровода или кабеля в зонах с большим количеством коммуникаций.

В трубах или кабелях большого диаметра значительно возрастает поверхность контакта линии с грунтом и, таким образом, величина утечки сигнала на землю. При одной и той же мощности сигнала его утечка на землю в больших трубах происходит на существенно более коротком расстоянии, чем в малых трубах.

Возможность грунта проводить ток изменяется в зависимости от конкретных условий. Очевидно, что влажный грунт является лучшим проводником, чем сухой песок, а результирующие емкостные эффекты будут зависеть от проводимости проводника. Высокая проводимость грунта обеспечивает более легкое наведение тока и поэтому хорошее прохождение сигнала в проводнике, находящемся под землей. При этом, и потеря сигнала происходит на существенно более коротком расстоянии.

И наоборот, низкая проводимость грунта или земли требует больших затрат энергии для индуцирования сигнала в линии, но, при этом, он может быть определен на значительно большей длине проводника (линии).

Оптимальная частота для эффективной локации и трассировки зависит от типа трубы или кабеля.

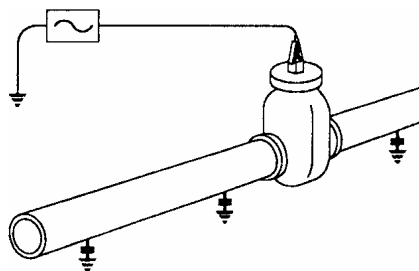
2 **Активные и пассивные сигналы** **Активный сигнал:** - это сигнал, возбуждаемый генератором и введенный в линию так, чтобы его можно было обнаружить и проследить с помощью приемника. Сигнал генератора также может полностью заполнять заданную зону локации, чтобы обеспечить локацию всех линий, расположенных в этой зоне.

Пассивные сигналы: "естественные" сигналы, которые обычно излучают подземные металлические трубы и кабели при частотах 50/60 Гц или очень низких радиочастотах.

Несмотря на существование пассивных сигналов, лучшими с точки зрения локации являются активные сигналы, которые специально вводят в линии для их обнаружения и трассировки.

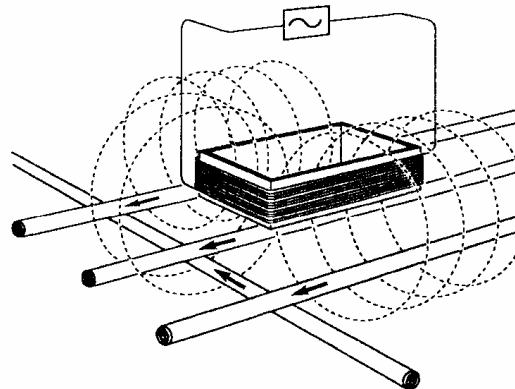
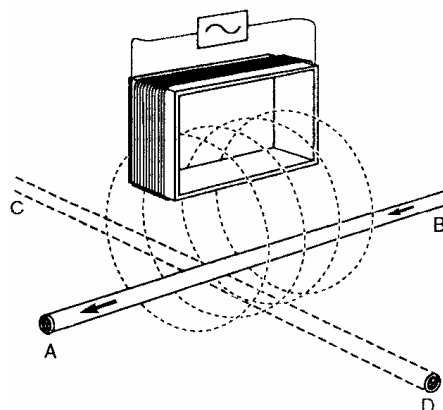
3 Ввод активного сигнала

Активный сигнал подается в линию от генератора таким образом, чтобы обеспечить возможность трассировки и локации линии с помощью приемника.



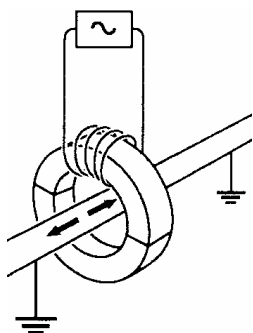
Прямое подключение: Выход генератора сигналов (напряжение переменного тока) подключается непосредственно к трубопроводу или кабелю в одной из доступных точек, например; к клапану, датчику расходомера или концу проводника. Замыкание цепи осуществляется путем подключения к стержню или другой точке заземления

Индукция: Антенна генератора сигналов, питающаяся напряжением переменного тока, создает магнитное поле, силовые линии которого проходят через ее катушку и охватывают линию.



На первом рисунке антенна генератора расположена параллельно линии АВ, ее поле охватывает линию и индуцирует в ней сигнал. При этом нет взаимодействия магнитного поля антенны с линией CD, расположенной перпендикулярно антенне, и, следовательно, нет индуцированного сигнала в этой линии.

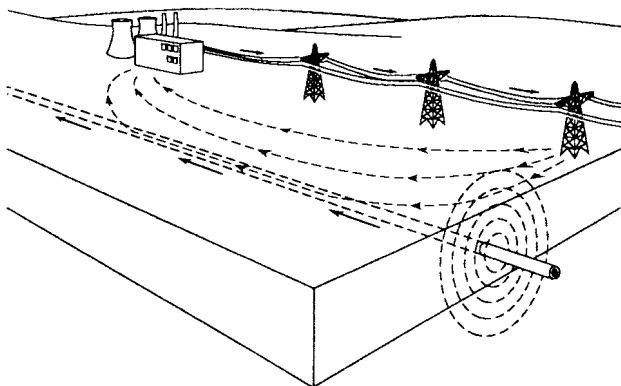
Расположение катушки антенны в горизонтальной плоскости снижает локализацию поля и является полезным для тех практических задач, где необходимо индуцировать сигнал сразу в нескольких линиях. Однако, при этом сигнал не индуцируется в линии, расположенной непосредственно под катушкой.



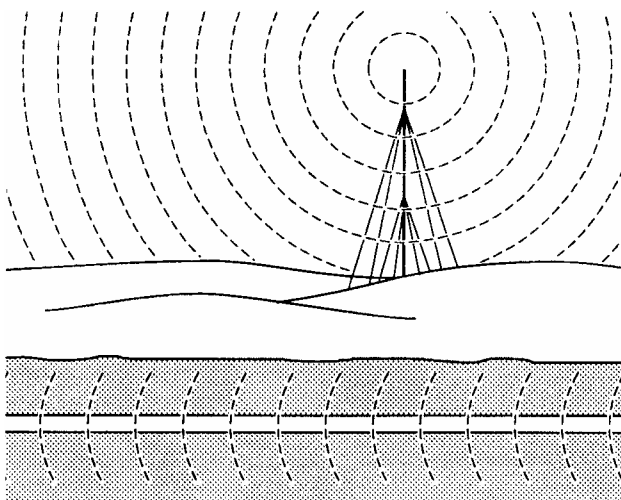
Установка индуктора на трубе или кабеле: Этот способ, реализующий принцип индукции, дает подобные результаты, что и прямое подключение, но без электрического контакта с линией. В этом случае, выходной сигнал генератора вводится в заданную линию с помощью тороидального магнитного сердечника с зазорами, который закреплен на линии и охватывает ее. Сердечник содержит обмотку, к которой подводится напряжение переменного тока от генератора. Линия, по существу, становится вторичной обмоткой трансформатора и в ней индуцируется мощный сигнал при соответствующем заземлении линии с обеих сторон от индуктора.

4 Пассивные сигналы

Пассивные сигналы обычно присутствуют в большинстве подземных кабелей и труб. Наглядные примеры - это силовые кабели под нагрузкой, через которые протекает ток. Менее наглядным является тот факт, что в земле (грунте) существует большое количество токов, которые стекают в землю с металлических труб или защитных оболочек кабелей по пути наименьшего сопротивления.

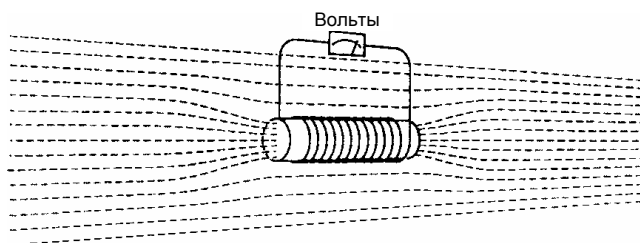


Ток, протекающий в кабеле, вызывает образование магнитного поля или пассивный сигнал; однако кабель, находящийся под напряжением, но не имеющий нагрузки, не всегда может создать сигнал, достаточный для обнаружения и, соответственно, для локализации кабеля. Несмотря на это, утечки, которые, как правило, существуют в системах передачи электроэнергии, приводят к появлению токов в земле, обеспечивая на практике возможность детектирования большинства силовых кабелей (но не всех) пассивным способом.



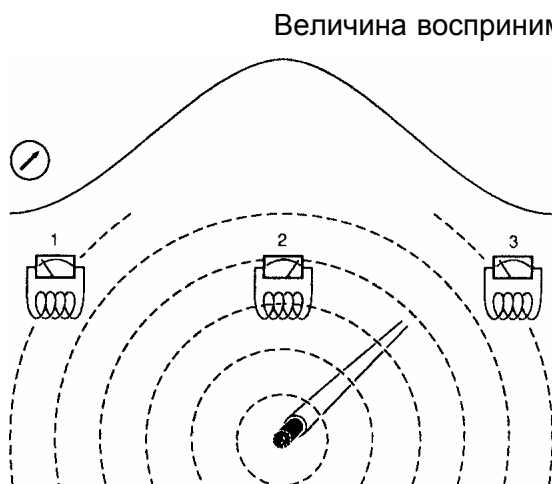
Энергия радиоволн очень низкой частоты или большой длины волны от расположенных на значительном расстоянии передатчиков всегда присутствуют атмосфере земли. Земля (грунт), по существу, обеспечивает замыкание этой энергетической цепи. Подземные металлические линии формируют более предпочтительные пути для прохождения этой энергии и, таким образом, они действуют как антенны, вторично отражая эти сигналы. Эти сигналы имеют достаточную мощность для локализации практически в любой местности. Их величина может быть оценена экспериментальным путем перед тем, как использовать их для целей локализации.

- 5 **Антенны для локации сигнала в линии** В катушке, находящейся в магнитном поле, индуцируется э. д. с. индукции (напряжение переменного тока), величина которой пропорциональна скорости изменения магнитного потока или сигналу, который пронизывает ее.



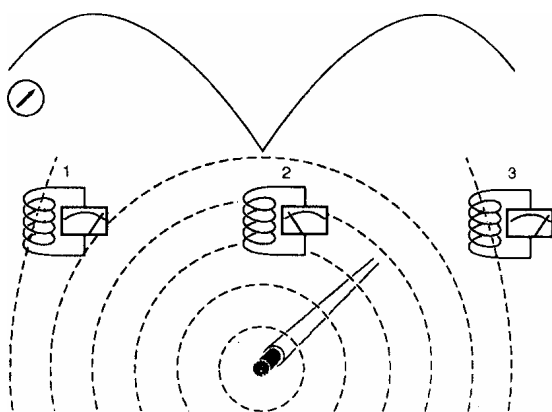
Железный стержень внутри катушки увеличивает интенсивность магнитного потока внутри катушки значительно больше, чем вне нее. В приемных антеннах, обычно имеющих аналогичную форму, используются ферритовые стержни, которые являются более эффективными, чем железные сердечники, и обеспечивают также усиление очень слабых сигналов, принимаемых антенной

Горизонтальные антенны: Антенна дает максимальный отклик, когда она расположена как можно ближе к линии, излучающей сигнал, и установлена непосредственно над линией под прямым углом к ней.



Величина воспринимаемого отклика в положениях 1, 2 и 3 будет различна при перемещении антенны поперек линии. Величина отклика при размещении антенны в положении 2 является самой большой не только потому, что антенна расположена максимально близко к линии, но и также из-за того, что ее ориентация совпадает с направлением силовых линий поля. В связи с этим, поворачивая антенну, находящуюся над линией, вокруг оси, перпендикулярной к линии, и добиваясь максимального отклика, можно определить ориентацию линии в пространстве.

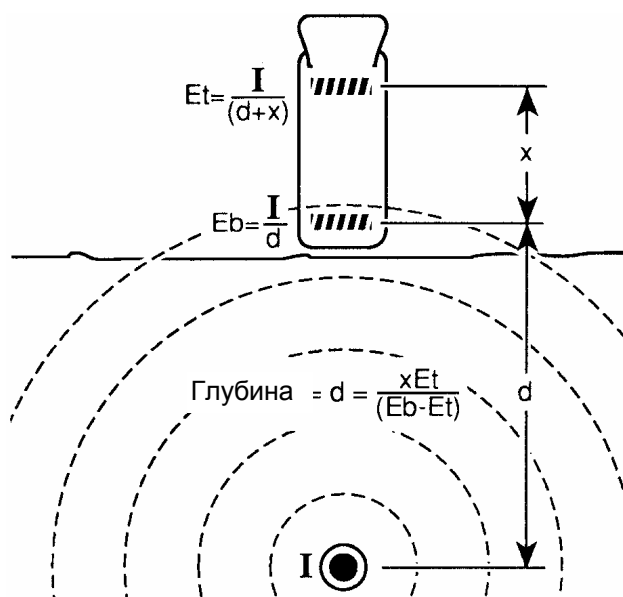
Таким образом, использование горизонтальной антенны обеспечивает определение как наличие линии, так и ее ориентацию в пространстве.



Вертикальная антенна: Вертикальная антенна дает нулевой отклик при ее расположении непосредственно над линией, так как магнитный поток не пронизывает область внутри катушки антенны. Перемещение антенны в любую сторону от линии приводит к увеличению отклика. Точная индикация нулевого отклика вертикальной антенны осуществляется гораздо легче, чем плоского пика при использовании горизонтальной антенны. Однако его зависимость от влияния помех, позволяет рекомендовать использование этого способа только в тех зонах, где нет помех или в особых случаях как указано в данной книге. Вертикальные антенны позволяют

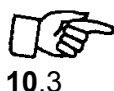
определять только наличие линии, но не ее положение в пространстве.

- 6 Оценка глубины залегания линии Приемник с двумя антеннами используется для измерения глубины залегания линии также, как с помощью двух глаз может оцениваться расстояние до предмета.



При измерении глубины залегания линии осуществляется сравнение уровней сигналов нижней и верхней антенн. Электронная схема приемника выполняет арифметические расчеты для определения глубины залегания линии и соответствующие показания выводятся на дисплей приемника. (Et - отклик верхней антенны; Eb - отклик нижней антенны).

- 7 Локация неметаллических линий Все методы, рассмотренные до сих пор, использовались для детектирования сигналов в проводящих электрический ток, металлических линиях. Очевидно, что нет другого пути, используя электромагнитные методы, локализовать и выполнить трассировку пластиковых или бетонных труб, каналов и канализационных коллекторов, как ввод в них передатчика или прокладки трассировочного провода вдоль линии. Этот трассировочный провод может быть использован для ввода сигнала в линию и последующей его локализации таким же способом, как и при детектировании металлических кабелей и труб.

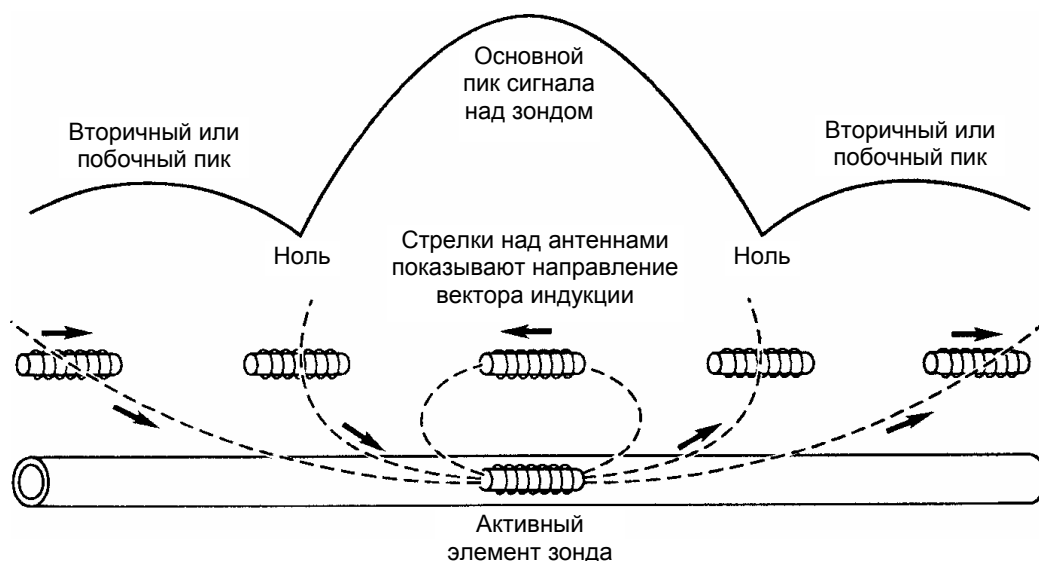


10.3

Однако, для трассировки неметаллических трубопроводов с водой могут быть использованы другие методы.

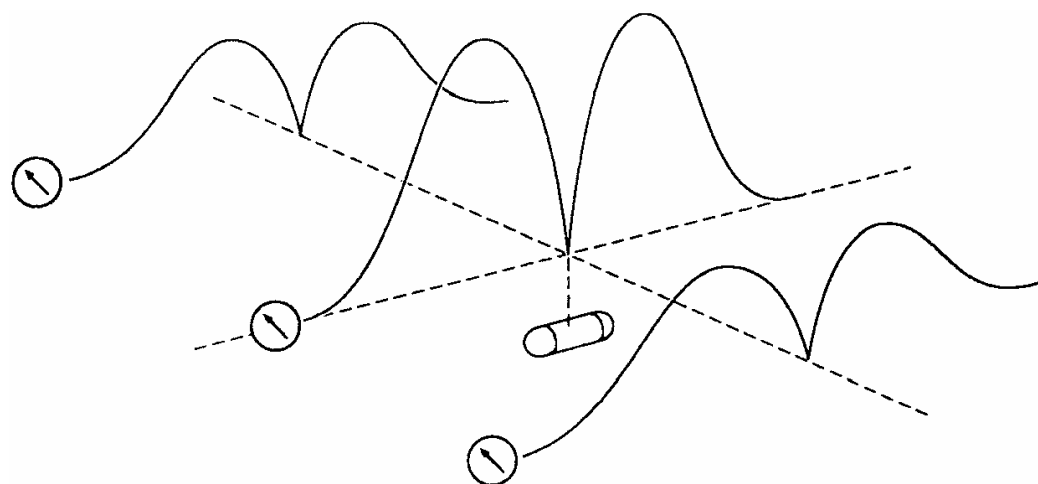
- 8 Локация с использованием зондов Зонд представляет собой автономный генератор сигналов, предназначенный для установки в неметаллические трубы, каналы или канализационные коллекторы таким образом, чтобы обеспечить возможность их локализации и трассировки.

Несмотря на то, что зонд выдает сигнал переменного тока, создаваемое им магнитное поле (или сигнал) отличается от поля сигнала генератора, которое было рассмотрено ранее в этом разделе.



Силовые линии поля, которое создает зонд, не образуют цилиндрические поверхности, расположенные концентрично определяемой линии, а имеют вытянутую форму, ориентированную вдоль сердечника антенны. В пределах определенного расстояния по мере приближения горизонтальной антенны к зонду принимаемый сигнал будет возрастать. Затем он будет падать до нуля, свидетельствуя о том, что пик сигнала над зондом пройден. По мере дальнейшего перемещения приемной антенны сигнал будет снова возрастать до более высокого уровня, указывая на точное положение зонда. Затем он снова упадет до нуля и возрастет до меньшего значения, постепенно затухая. Небольшие побочные пики могут ввести оператора в заблуждение при определении действительного положения зонда.

Использование вертикальной антенны в том случае приводит к появлению одного нулевого отклика над зондом, но этот отклик присутствует вдоль всех осей, расположенных под прямыми углами к зонду. По этой причине вертикальные антенны не следует использовать для локации зонда.



Углубленная теория

Дополнительные вопросы теории и разъяснение методов локации и поиска повреждений подземных кабелей и труб.

Материалы этого раздела предназначены для использования техниками или специалистами, для которых локация подземных труб и кабелей является основной частью их ежедневной работы.

1. *Двойная антенна*
2. *Максимальное расстояние детектирования сигнала генератора*
3. *Точность электромагнитных локаторов*
4. *Измерение тока*
5. *Распознавание направления тока*
6. *Поиск повреждений защитной оболочки кабелей*

1 Двойная антенна Детектирование отдельного проводника, находящегося под землей и расположенного в "чистом" поле, может быть легко выполнено с использованием прибора с одной антенной. Однако, в реальных условиях подземные кабели и трубы находятся рядом с другими линиями, в частности над силовыми кабелями или другими источниками электромагнитных помех. Использование приборов с одной антенной в этих ситуациях может привести к серьезным ошибкам, а влияние помех может сделать работу локаторов неэффективной.

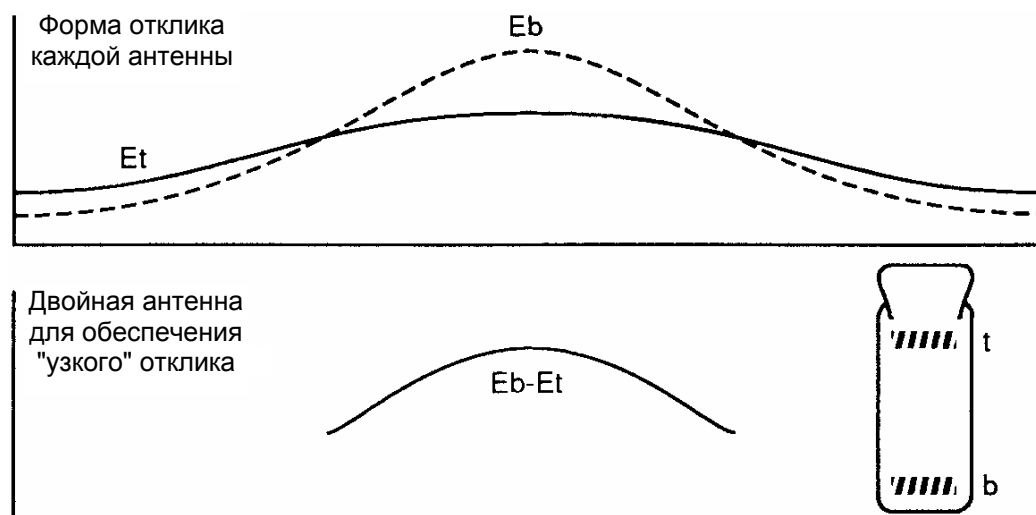
Локаторы с двойными антеннами в значительной степени вытеснили приборы с одной антенной, исключая, пожалуй, самые простые и недорогие приборы. Прием сигнала в двух точках антенны имеет значительные преимущества:

Подавление помех: Существенным преимуществом приема сигнала двумя антеннами заключается в возможности сравнения и анализа их выходных сигналов. Сравнение и подавление всех сигналов, которые превышают по уровню сигнал нижней антенны, позволяют приборам с двойной антенной получать высокие результаты в зонах, где влияние помех приводит к неэффективности использования локаторов с одной антенной.

Пассивный режим радиоприема: Система с двойной антенной также обеспечивает возможность локализации проводников, вторично отражающих низкочастотный радиосигнал. Эта энергия проникает в грунт и вторично отражается подземными линиями, действующими как антенны. Система с двумя антеннами подавляет атмосферные сигналы, равные по уровню и принимаемые каждой из антенн, и пропускает только слабый вторично отраженный сигнал, который воспринимается нижней антенной.

Влияние формы сигнала отклика на точность локации.

В разделе 1.6.5 рассмотрены вопросы приема сигналов антеннами. Каждая из антенн системы с двумя антеннами принимает один и тот же сигнал, но на разном расстоянии от источника. Поэтому уровень этого сигнала, принимаемого обоими антеннами, различен.



Электронные схемы более простых для использования локаторов обеспечивают сравнение сигналов антенн и позволяют определять лишь, на сколько E_b превышает E_t для формирования сигнала пользователю.

В более сложных приборах пользователю предоставляется информация как о форме сигнала отклика, так и о величине пика. Эти локаторы обычно обеспечивают визуальную индикацию, а также звуковой сигнал как и у более простых локаторов.

2 Максимальное расстояние детектирования сигнала генератора *Это является вопросом для большинства пользователей локаторов, а также - для большинства производителей локаторов, желающих уклониться от ответа!*

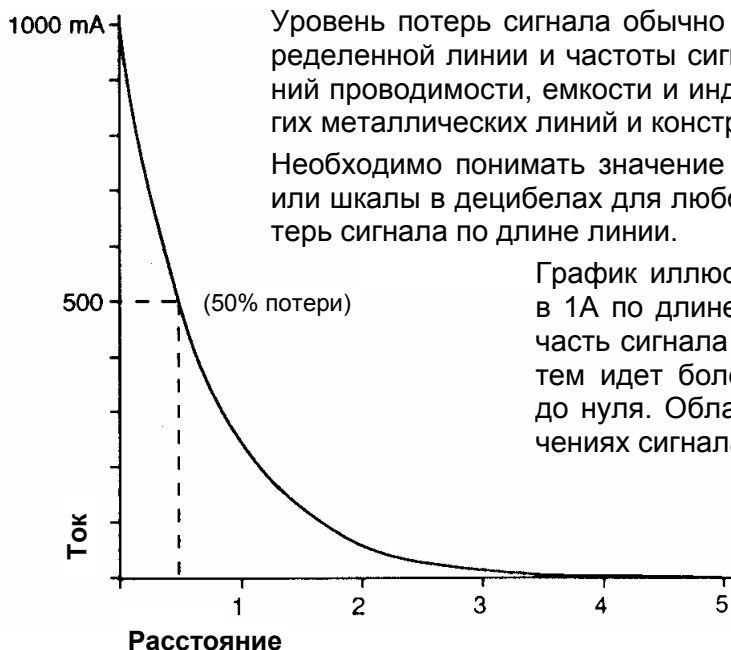
2.1. Основные способы, позволяющие увеличить расстояние, на котором возможно детектирование сигнала, заключаются в следующем:

Снижение величины потерь сигнала;

Увеличение мощности сигнала;

Увеличение чувствительности приемника.

Величина максимального расстояния, при которой уровень исходного сигнала заданной мощности будет снижаться до нуля, зависит от величины его потерь в линии. Положение наиболее удаленной точки, в которой все еще будет возможность определять этот сигнал, является функцией чувствительности приемника и его способности детектировать сигнал в присутствии шумов. Больше величина мощности исходного сигнала, легче детектировать сигнал.



Уровень потерь сигнала обычно является величиной постоянной для определенной линии и частоты сигнала. Величина потерь зависит от значений проводимости, емкости и индуктивности относительно земли или других металлических линий и конструкций.

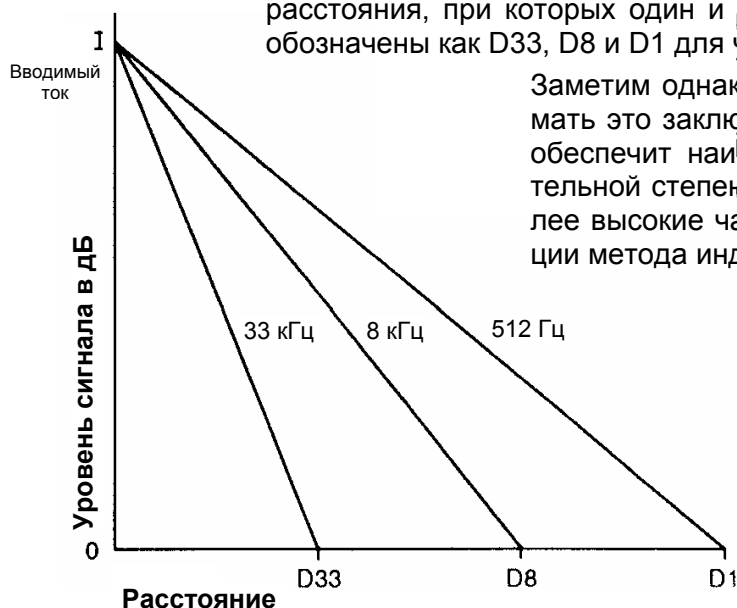
Необходимо понимать значение использования логарифмической шкалы или шкалы в децибелах для любого графика, отражающего изменение потерь сигнала по длине линии.

График иллюстрирует уменьшение сигнала величиной в 1А по длине данной линии. Очевидно, что основная часть сигнала в линии теряется вблизи генератора, затем идет более плавное уменьшение сигнала вплоть до нуля. Область плавного изменения при низких значениях сигнала, где небольшие изменения его уровня приводят к значительным изменениям расстояния, является критической зоной, поэтому необходимо расширить эту часть характеристики. Это может быть выполнено путем преобразования масштаба по вертикальной оси в логарифмический, т.е. путем замены

величины ее логарифмом. Децибел - это единица, применяемая для количественной оценки изменения (усиления или ослабления) уровня, т.е. величины сигнала, и выражаемая как десятичный логарифм отношения уровней сигналов умноженный на 20. Например, увеличение на 6 дБ соответствует удвоению, а уменьшение на 6 дБ - снижению уровня наполовину. Такая операция приводит к преобразованию кривой в прямую линию, что делает сравнение сигналов более наглядным.

2.2. Снижение величины потерь сигнала

Невозможно изменить характерные свойства самой линии. Однако, параметры сигнала генератора могут быть изменены таким образом, чтобы обеспечить его наилучшее прохождение на максимально возможное расстояние. При этом, особенно важное значение имеет выбор частоты сигнала. В общем случае, сигнал низкой частоты проходить на большее расстояние, чем высокочастотный сигнал, так как позже происходит его утечка через емкость на землю. На графике, приведенном ниже, величины расстояния, при которых один и тот же сигнал приходит к уровню 0 дБ, обозначены как D33, D8 и D1 для частот 33 кГц, 8 кГц и 512 Гц.



Заметим однако, что не следует безоговорочно принимать это заключение. Выбор частоты сигнала, которая обеспечит наиболее эффективную локацию, в значительной степени зависит от используемого метода; более высокие частоты легче использовать для реализации метода индукции. Уровень фоновых шумов также

изменяется при различных частотах и особенно при промышленных частотах 50/60 Гц силовых линий, что также может влиять на чувствительность приемника. Хотя и эта частота может быть оптимальной для конкретной линии в определенных условиях. Выбор частоты лучше всего осуществлять экспериментально.

2.3. Увеличение уровня детектируемого сигнала

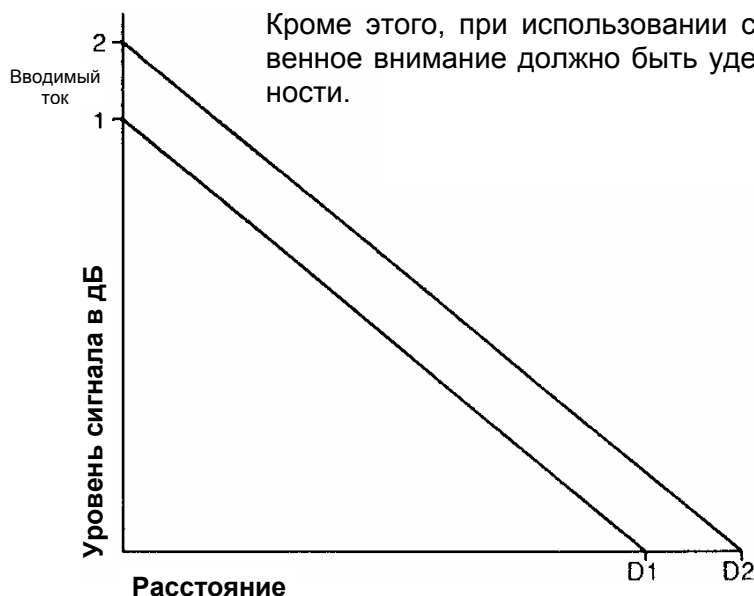
Существуют три возможных способа увеличения уровня сигнала.

Выполнение качественного заземления.

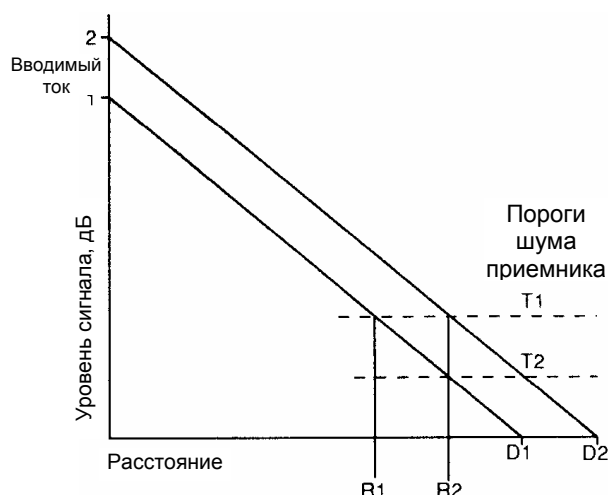
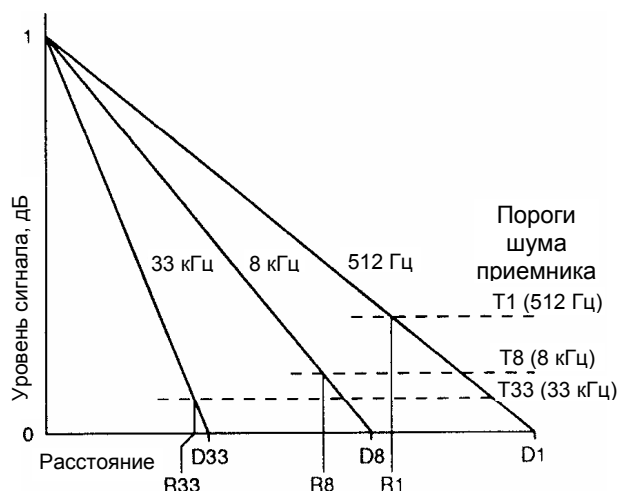
Согласование импеданса. Любая линия имеет определенное значение импеданса при данной частоте. Детектирование линии требует определенной величины протекающего через нее тока, который и обеспечивает достаточное для измерения значение сигнала. Напряжение, которое будет обеспечивать прохождение тока через линию, создается генератором и зависит от импеданса линии. Например, импеданс линии величиной 10 Ом потребует 10 В на один ампер, а для импеданса линии величиной 200 Ом необходимо 200 В на один ампер. Если генератор имеет максимальный выход при постоянном напряжении, скажем 50 В, то он сможет обеспечить прохождение тока 5 А через первую линию и только 0,25 А через вторую линию. Таким образом, мощность, передаваемая во вторую линию, будет значительно меньше, чем в первую линию (250 ВА и 12,5 ВА соответственно). При этом низкий импеданс линии может вызвать перегрузку генератора при его максимальном выходе. Очевидно, что для оптимизации работы генератора необходимо обеспечить, по крайней мере, несколько режимов его работы при различных сочетаниях выходного напряжения и тока. Наличие параллельной подстройки будет идеальным средством для обеспечения практически бесконечного числа таких сочетаний. Однако, на практике пошаговое изменение является более экономичным. Наличие даже двух вариантов сочетания напряжение/ток предоставляет значительные преимущества без дополнительного увеличения мощности генератора по сравнению с возможностью подачи в линию напряжения только одной величины.

Увеличение мощности генератора. Третий, но наиболее непрактичный и дорогой способ, заключается в увеличении уровня сигнала за счет повышения мощности генератора. При этом, увеличение мощности генератора в четыре раза приводит лишь к удвоению величины сигнала в линии (квадратичная зависимость). Это не только увеличивает размеры, вес и стоимость элементов генератора, но и увеличивает расход энергии батарей портативных локаторов, в результате которого снижается время их непрерывной работы и возрастает частота замены или зарядки батарей, а также их размеры, вес и стоимость.

Кроме этого, при использовании сигналов высокого напряжения существенное внимание должно быть уделено также вопросам техники безопасности.



Какой из способов не был бы принят, увеличение уровня сигнала в данной линии и его частоты приведет к увеличению расстояния, на котором он может быть определен. Эффект влияния удвоения тока генератора показан на графике, где при уровне сигнала 0 дБ расстояние увеличивается от D1 до D2.



2.4. Увеличение чувствительности приемника

На следующих графиках показано уменьшение уровня сигнала по длине линии практически до нуля. Однако, уже на некотором расстоянии от этой точки (нуля) приемник не может определить сигнал, так как его нельзя отличить от фоновых шума и помех. Пороговый уровень шума указан на графике. Этот график иллюстрирует изменение величины потерь сигнала при различных частотах. Кроме того, на нем приведены различные пороги шумов. При 0 дБ как расстояние D1 при 512 Гц значительно больше D8 при 8 кГц, так и порог шума приемника T1 при 512 Гц выше, чем величина T8 при 8 кГц, так как он понижается в области гармоник с частотами, связанными с частотами 50 и 60 Гц, на которых работают силовые системы и которые всегда присутствуют в окружающей их среде. Поэтому, максимальное расстояние детектирования сигнала R1 при 512 Гц незначительно превышает величину R8 при 8 кГц как это предполагалось вначале. Подобный эффект проявляется и при сравнении расстояний детектирования сигнала при частотах 33 кГц и 8 кГц.

В связи с этим, очевидно, что чувствительность приемника в диапазоне детектирования является исключительно важным параметром. Снижения порога шума достигается сочетанием высокого усиления и качества фильтрации сигнала помехи при частотах, отличных от частоты генератора сигналов. На графике, иллюстрирующем удвоение тока в линии при увеличении мощности генератора сигналов в четыре раза, показано, как такое же увеличение расстояния детектирования от R1 до R2 может быть достигнуто уменьшением в два раза порога шума приемника от T1 до T2.

3 Точность электромагнитных локаторов

Ошибки локаторов связаны с двумя факторами:

Неточное измерение положения максимума (или минимума) напряженности магнитного поля и некорректное измерение градиента поля.

Деформация или искажение цилиндрического магнитного поля, окружающего определенную линию, таким образом, что максимум напряженности поля не находится непосредственно над данной линией, а величина градиента поля не позволяет выполнить точное измерение глубины залегания линии.

3.1. Точность локаторов

Рассмотрим четыре основных типа антенных систем:

Одна горизонтальная антенна.

Двойная горизонтальная система, одна из антенн которой расположена выше другой примерно на 40 см/16 дюймов.

Одна вертикальная антенна.

Система с двумя горизонтальными и одной вертикальной антеннами.

Достижимый уровень разрешающей способности является одной из составляющих погрешности локатора. Считаем, что определяемая линия прямолинейна, защищена изоляцией и имеет большую длину, а разрешающая способность устройства визуального отсчета лежит в пределах 1% от полной шкалы и антенна расположена вертикально. Разрешающая способность вертикальной антенны при определении положения линии может превышать $\pm 5\%$ от глубины ее залегания, разрешающая способность отдельной горизонтальной антенны до $\pm 10\%$ от глубины залегания, а двойная горизонтальная антенна позволяет определять положение линии с разрешающей способностью до $\pm 5\%$ от глубины ее залегания.

Технологические допуски и несоответствие размеров в процессе производства являются другим источником погрешности.

Приемник с одной горизонтальной антенной значительно меньше подвержен влиянию отклонения размеров. Ошибки при использовании вертикальной антенны в два раза больше, чем горизонтальной, если она неправильно ориентирована в той же самой области детектирования.

3.2. Искажение магнитного поля

Большинство проблем точности локации связано искажением магнитных полей. Существует практически бесконечное множество причин, по которым другие линии вызывают искажение магнитного поля определяемой линии - это расположение их под разными углами к данной линии, наличие в них различных сигналов и т.п. В связи с этим, ограничимся анализом точности при рассмотрении двух специальных случаев:

90° отвод линии;

Две близко расположенные параллельные линии, несущие одинаковые по величине сигналы или токи. Равенство уровней сигналов является ситуацией, конечно, маловероятной, однако как пример она может быть использована при дальнейшем рассмотрении.

Ошибка выражается в процентах от глубины d залегания линии. Относительные расстояния выражаются в долях от d . При этом, полезно определение двух типов параметров: максимальной ошибки локации положения линии и расстояния по длине линии, при котором ошибка локации превышает 10% от глубины залегания линии.

Приведенная далее информация базируется на использовании приемника с двумя антеннами, установленными на расстоянии 35 см/14 дюймов друг от друга, и линии, расположенной на глубине 1 м/40 дюймов.

Искажение поля вблизи 90 отвода: локатор начинает давать ошибочную информацию, так как она искажается из-за влияния магнитного поля отвода, расположенного перпендикулярно к заданной линии.



Ноль-локатор следует по пути, который идет с наружной стороны реального отвода. Единственной точкой, где показания корректны, является положение точно над отводом и под прямым углом к нему. Максимальная ошибка имеет место в положении $0,7d$ от отвода и составляет 33%. 10% полоса ошибки распространяется на $5d$ в любую сторону от отвода.



Локатор следует по пути, который пересекает внутреннюю сторону отвода. Максимальная ошибка - в месте расположения отвода и составляет 25%. 10% полоса ошибки распространяется только на $0,5d$ от отвода.



Подобно локатору с одной горизонтальной антенной, локатор с двойной антенной следует по пути, который пересекает внутреннюю сторону отвода. Максимальная ошибка - в месте расположения отвода и составляет 16%. 10% полоса ошибки распространяется только на $0,33d$ от отвода.

Искажение поля, вызванное параллельными близкорасположенными подземными линиями: линии имеют близкие уровни сигналов при их одинаковом направлении:



Ошибка менее 10%, если только линии расположены друг относительно друга на расстоянии больше, чем $10d$. Величина ошибки будет показывать, насколько близко линии расположены друг относительно друга. Если линии расположены ближе, чем $2d$, то вероятность показаний, равных нулю, в центре между ними, будет больше, чем вероятность двух отдельных нулевых показаний над каждой линией.



Локатор показывает линии, расположенные вместе, но возможность раздельной индикации каждой линии снижается вплоть до расстояния до $1,2d$ между линиями, где ошибка будет достигать 60%. Точность выше 10% возможна, если расстояние между линиями составляет $2d$ или больше.



Ошибка 50% при расстоянии между линиями более $1,5d$.

Искажение поля, вызванное параллельными близкорасположенными подземными линиями: линии имеют близкие уровни сигналов при их противоположном направлении:



Локатор будет показывать два положения с наружной стороны линий. Он также будет иметь два отдельных отклика даже тогда, когда линии почти касаются друг друга и ошибка будет равна 100%. Точность выше 10% возможна, если расстояние между линиями составляет $10d$.



Локатор дает отклик с наружной стороны от действительных положений линий, но с максимальной ошибкой 60%. Ошибка уменьшается до 10%, когда линии расположены на расстоянии $1,7d$. При этом, имеет место четкий отклик, равный нулю, при размещении антенны между линиями.



Отклик такой же, как и у локатора с одной горизонтальной антенной, но максимальная ошибка снижается до 10%, когда расстояние между линиями равно $2d$.

Выводы по результатам предыдущего анализа:



Ширина полосы отклика локаторов с вертикальной антенной имеет недопустимо большую величину по отношению к действительному положению линий, когда несколько линий с близкими уровнями сигналов расположены в небольшом пространстве.



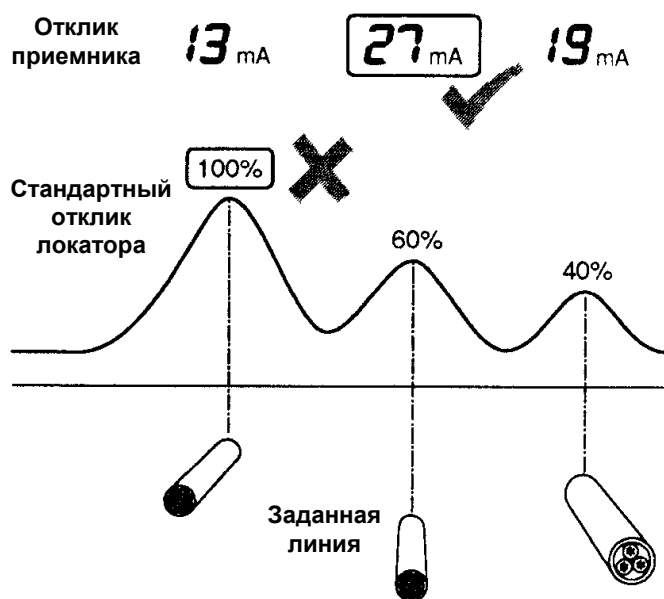
Система с двумя горизонтальными антеннами обеспечивает наиболее четкий и информативный отклик.



Сравнение откликов вертикальной и горизонтальной антенн может быть использовано для определения интерференционных полей, которые влияют на точность локации. Помехи имеют место, когда точки в двух системах, в которых осуществляется прием сигнала, не совпадают. Это сравнение позволяет системе с несколькими антеннами проверять надежность (точность) отклика и оценивать возможность использования сигнала для точного измерения глубины залегания линии. Локаторы, имеющие как горизонтальные, так и вертикальные антенны, известны как прецизионные локаторы или прецизионные приемники.

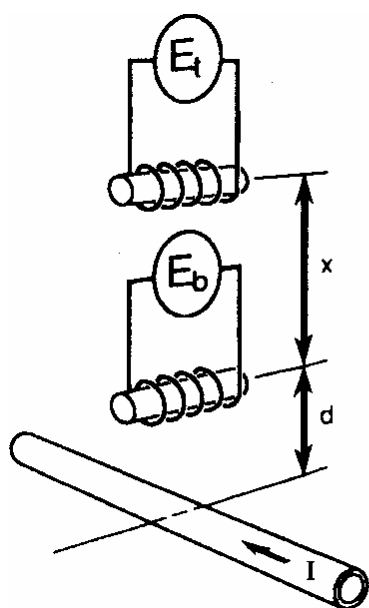
4 Измерение тока Необходимость подтверждения идентификации заданной линии и определения изменения тока привели к созданию ряда самых современных локаторов, которые имеют функцию измерения тока. Измерение тока в заданной линии выполняется с целью обеспечения помощи при ее точной идентификации. Линия с наибольшим током (не обязательно линия, дающая наибольший отклик) - неизменно заданная линия, к которой подводится сигнала генератора.

Отклик приемника зависит от уровня усиления и глубины залегания линии. Это может привести к ошибкам при трассировке сигналов от нескольких линий, расположенных на разной глубине. Ошибки следуют из предположения, что линия, дающая наиболее сильный отклик, является линией, которая несет наиболее сильный сигнал. Во многих случаях, линия, несущая наиболее сильный сигнал, не дает самого большого отклика, как это иллюстрирует приведенный ниже рисунок.



На рисунке приведены результаты измерений на различных линиях. Показания 27 мА соответствуют заданному кабелю, к которому подведен сигнал генератора.

Возможность считывания показаний тока на экране дисплея приемника значительно увеличивает вероятность корректной идентификации линии, особенно в зонах с большим числом линий.



$$E_t = \frac{I}{x + d}$$

$$E_b = \frac{I}{d}$$

$$d = \frac{I}{E_b}$$

$$\text{и } E_t = \frac{I}{x + \frac{I}{E_b}}$$

$$\text{так } I = \frac{E_b E_t x}{E_b - E_t}$$

Определение тока является расширением способа измерения глубины залегания линии. На рисунке указаны сигналы, детектируемые двумя антеннами, и приведены формулы для расчета величины тока.

5 Распознавание направления тока *Значение этой процедуры связано с необходимостью точной идентификации линий, что особенно важно в случае локации длинных телефонных кабелей, которые часто идут параллельно с другими кабелями.*

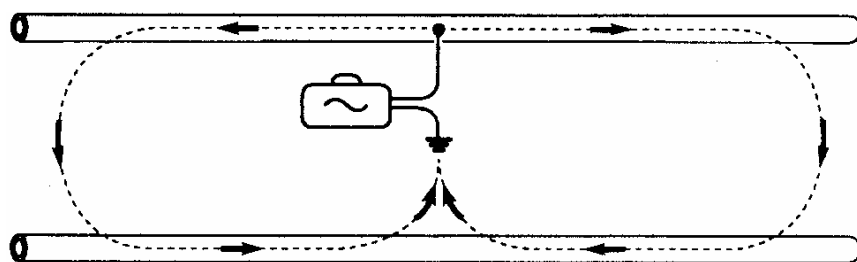
Функция распознавания направления тока является последним достижением современных локаторов и используется как их дополнительная опция. Стрелки на дисплее приемника показывают условное направление текущего тока (вперед или назад), и, таким образом, направление линии, к которой подведен сигнал генератора.

Однако, переменный ток не имеет направления. Электроны, двигаясь вперед и назад вдоль проводника, остаются в некотором среднем положении.

Несмотря на это, на многих рисунках и схемах, используемых в этой и других книгах, показывают генераторы локаторов, подключенные к проводникам, и используют стрелки для указания направления текущего тока. В действительности, стрелки показывают мгновенное направление протекающего тока; которое через несколько тысячных долей секунды может измениться на обратное.

Однако, использование этих стрелок, указывающих направление тока, является полезным, так как они показывают поведение введенного тока и позволяют использовать выражения типа "ток протекает по трубе и постепенно уходит на землю через близлежащий кабель".

На рисунке ток течет в одном направлении по трубе и в противоположном направлении в кабеле. Практически же, оба сигнала являются сигналами

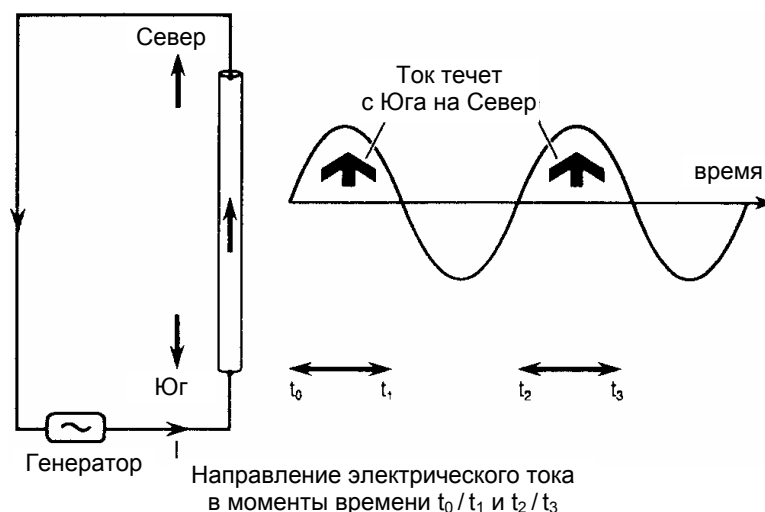


переменного тока и идентичны для приемника локатора.

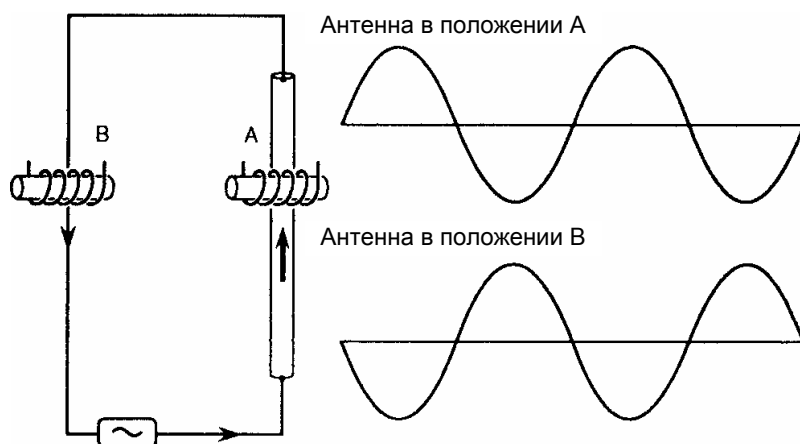
Функция распознавания направления тока позволяет идентифицировать условное направление тока и дает возможность различать трубу и кабель.

Основы теории прохождения электрического тока

Сигналы переменного тока не имеют направления, но имеют характеристику известную как фаза, которая некоторым образом отражает направление тока.



Если генератор сигналов подключен к трубе, то это вызовет течение тока сначала с Юга на Север, затем с Севера на Юг и так далее. Это может быть представлено на графике, где показано направление и амплитуда электрического тока в различные моменты времени.



Напряжение, индуцируемое в антенне, которая удерживается над трубой, пропорционально электрическому току и может быть представлено аналогичными графиками.

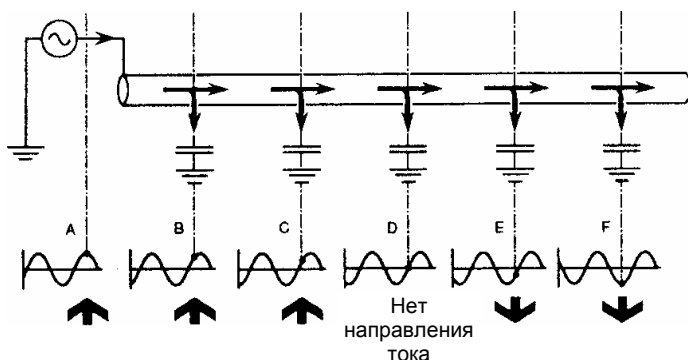
Когда антенна расположена в точке В, ток, который она детектирует, сначала течет с Севера на Юг, затем с Юга на Север; точно в противоположном направлении течет ток, детектируемый антенной в положении А. Отсюда следует, что направление сигнала, индуцируемого в поисковой антенне, также изменяется на обратное - в любой момент времени детектируемое направление электрического тока изменяется на обратное.

Из приведенных рисунков видно, что имеет место отличие между "прямым" и "обратным" направлением переменного тока, которое и используется для определения условного направления тока.



ходит сдвиг волны на полупериод вперед и сигналы находятся в противофазе, что и соответствует прохождению сигнала в противоположном направлении.

Таким образом, время задержки обычно приводит к сдвигу фаз. Сдвиг фаз имеет место всегда, когда сигнал переменного тока проходит в системе проводников, которые имеют значительную емкость или индуктивность.



точка прямо на пике положительной полуволны (А). Она, постепенно перемещаясь к нулю, проходит через точку D, и затем подходит к точке максимума отрицательной полуволны (F).

Направление сигнала изменяется на противоположное, как показано на рисунке стрелками. В промежуточной точке (D) электрический ток не определен.

Для того, чтобы исключить неопределенность информации, которую может дать использование функции распознавания направления тока, обычно приостанавливают ее выполнение на экране дисплея. Остановку этой функции целесообразно проводить между точками С и Е.

В большинстве случаев, промежуточная точка имеет место на расстоянии нескольких км/миль от генератора. Эта ситуация может быть легко преодолена путем возврата к последней точке, в которой были показания направления тока (С), и сброса этого режима. Это может быть выполнено, так как отклик в точке С в режиме распознавания направления тока соответствует отклику в точке А.

Неблагоприятные условия распознавания направления тока

В предыдущем разделе предполагалось, что реверсивный сигнал переменного тока - это сигнал, который протекает в обратном направлении.

Это действительно так, но данный эффект можно рассматривать просто как задержку сигнала во времени.

Рисунок с двумя формами волны, аналогичными приведенным на предыдущем рисунке, показывает, что точно такая же форма сигнала может получена, если он просто задержан на период времени t_0 . Если частота, например, равна 500 Гц, то сигнал полностью (положительный и отрицательный полупериоды) повторяется 500 раз в секунду. В этом случае, при времени задержки $1/1000$ секунды проис-

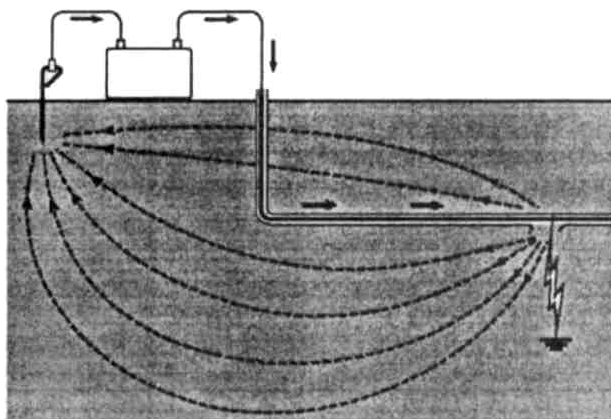
Так как сигнал постепенно "утекает" через емкость подземной линии на землю, то постепенно изменяется и угол сдвига фаз оставшегося в линии сигнала.

На этом рисунке показана подземная линия, имеющая значительную емкость на землю. Он иллюстрирует постепенный сдвиг фаз, который имеет место по длине линии. Кроме того, на рисунке показаны характерные точки на каждой форме волны. Первой характерной точкой является

6 Поиск повреждений защитной оболочки кабелей *Для определения повреждений защитной оболочки кабелей был разработан специальный локатор с А-рамкой. Он также может быть использован для локализации повреждений покрытия труб.*

Защитная оболочка предназначена для изоляции кабеля от земли (за исключением специальных клемм заземления). В связи этим, основная функция локатора - поиск мест, где изолированный проводник вступает в электрический контакт с землей.

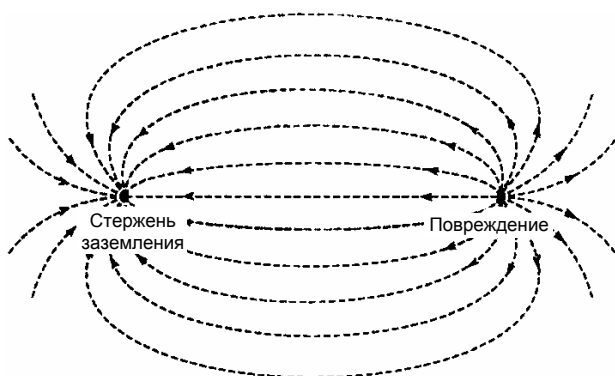
Принцип действия основан на определении направления токов, протекающих в земле.



Детектирование повреждений оболочки кабеля или покрытия трубы выполняется с помощью А-рамки, которая является дополнительной принадлежностью приемника.

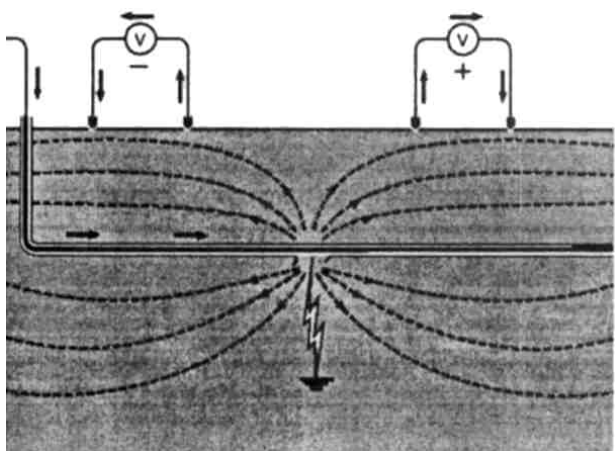
Пусть генератор локатора повреждений в качестве источника (батареи) подсоединен к экрану кабеля и "земле". Когда все специальные соединения экрана кабеля с землей удалены, электрический ток будет протекать по экрану к месту повреждения, затем уходить в землю и далее к другой клемме батареи.

При повреждении защитной оболочки ток "стекает" на землю и, распространяясь в грунте, возвращается в батарею различными путями.

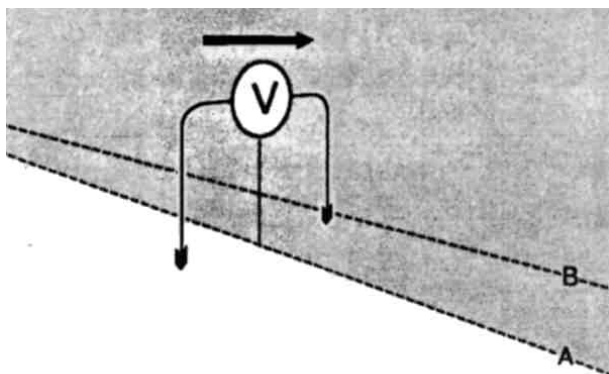


Распределение тока в земле, представленное на рисунке, показывает, что ток выходит из места повреждения и далее распространяется в различных направлениях подобно спицам колеса.

Если подключить вольтметр к двум точкам в земле как показано на рисунке, то его показания будут положительными или отрицательными в зависимости от направления токов в земле в месте подключения.

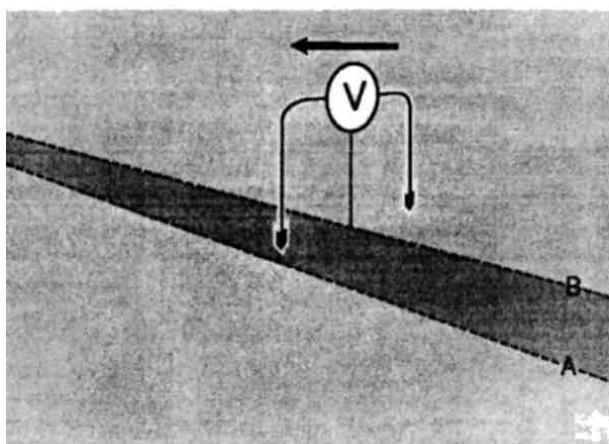


Необходимо отметить, что токи в земле концентрируются в местах повреждений и точках установки стержней заземления, а в области между этими точками они распределяются на более значительном расстоянии. Это приводит к тому, что уровень детектируемого сигнала выше вблизи места повреждения и ниже (слабый сигнал) на некотором расстоянии от точки повреждения.



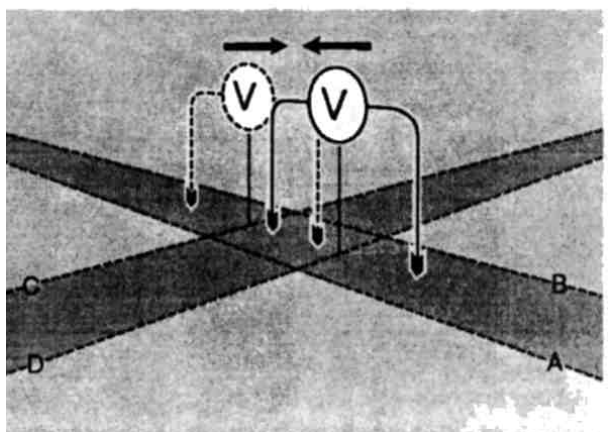
Знак (положительный или отрицательный) отклонения показаний прибора будет показывать, где находится место повреждения линии - перед прибором или сзади него.

При этом необходимо отметить, что прибор непосредственно не указывает направление расположения повреждения. Если привести воображаемую линию через центр прибора, то отклонение показаний прибора покажет, с какой стороны этой линии находится повреждение.



Если перемещать прибор по направлению к повреждению, то в конце концов его показания изменятся на обратные и укажут противоположенное направление. Теперь граница расположения повреждения известна; оно должно находиться где-то в пределах узкой полосы, определенной двумя перекрывающимися участками.

Далее для определения точного положения места повреждения требуется лишь повернуть прибор на 90 градусов и продолжить поиск вдоль установленной узкой полосы до тех пор, пока его показания снова не изменятся на обратные. Поверните прибор снова на 90 градусов для точной ориентации (это связано с нелинейной формой пути распространения токов в земле) и через некоторое время будет достигнута точка, где изменение положения прибора в любом направлении приводит к изменению его показаний на обратные. Это положение и есть место повреждения, которое может быть локализовано в пределах нескольких сантиметров/дюймов.



Принцип действия А-рамки аналогичен рассмотренному выше за исключением того, что с ней не используется батарея постоянного тока. На практике батарея постоянного тока не используется, так как посторонние токи, обычно присутствующие в земле, подавляют слабые токи, вызванные повреждениями. Вместо этого используются сигналы переменного тока. Схема приемника декодирует информацию, содержащуюся в этих сигналах, для отображения условного направления протекающего тока.

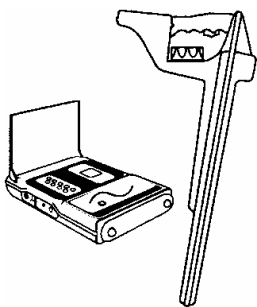
Локационные комплекты

Генератор сигналов и приемник являются основными блоками, входящими в комплект локатора. Набор устройств, входящих в комплект, может изменяться от простых приборов с ограниченными возможностями, например, локация только подземных кабелей, до сложных систем с возможностью обеспечения полной информацией о состоянии подземных кабелей и труб, а также функциями поиска повреждений.

Широкий набор дополнительных принадлежностей как для генераторов, так и приемников, обеспечивает повышение эффективности использования локаторов и расширение области их применения.

Зонд является третьим основным блоком комплекта устройств для локации. Зонд представляет собой автономный малогабаритный генератор сигналов, который можно перемещать внутри неметаллических труб, каналов или канализационных коллекторов с последующей его трассировкой для локации этих линий.

1 Генераторы и приемники



Генератор создает распознаваемый сигнал и подает его в определенную линию, обеспечивая возможность ее трассировки и локализации с помощью приемника. Сигнал генератора также может полностью заполнять заданную зону локации, чтобы обеспечить локацию всех линий, расположенных в этой зоне.

Приемник обеспечивает пользователю визуальный и/или аудио отклик при детектировании сигнала, который подается в линию генератором. Он также позволяет детектировать пассивные сигналы и сигналы зонда. Приемник используется для трассировки, определения положения и идентификации определенной линии, а также для поиска или сканирования области с неизвестными линиями и для поиска повреждений.

2 Характеристики локационных комплектов

Ряд характеристик устройств, входящих в комплект, являются общими:

Корпуса устройств должны иметь пылевлагонепроницаемое исполнение IP54 и NEMA 3S и применимы для использования при любой погоде и климате; диапазон температур от -20 °C до +50 °C без потери работоспособности.

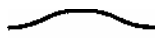
Конструкция локатора и его дополнительных устройств должна быть прочной и обеспечивать возможность ежедневного использования на объекте.

Габаритные размеры и вес комплекта и особенно приемника должны обеспечивать удобство эксплуатации в широком диапазоне изменения рабочих условий на объектах без нарушения комфортности работы оператора.

Локационные комплекты должны поставляться в портативных сумках или футлярах, обеспечивающих защиту локатора и удобство хранения и переноски на объекте.

Возможности локационных комплектов

Частота сигнала. Большинство локоаторов обеспечивают пользователю выбор частоты, наиболее приемлемой для конкретной практической задачи локации.



Низкая частота <1 кГц используется для трассировки на больших расстояниях при минимуме взаимодействия между линиями. Не применима для индукции.



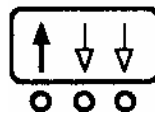
Средняя частота <10 кГц используется для локации линий в системах распределения коммунального хозяйства и локации на улицах и автомагистралях. Менее эффективна для индукции, чем высокая частота.



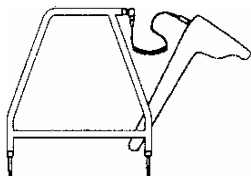
Высокая частота <75 кГц также используется для локации линий в системах распределения коммунального хозяйства и обеспечивает эффективную индукцию в линии. Применима для линий с высоким сопротивлением, например, небольшие телефонные кабели или железные трубы с кольцевыми прокладками на стыках. Трассировка на небольших расстояниях с более сильным взаимодействием между линиями, чем на низких частотах.



Очень высокая частота >75 кГц полезна для локации кабелей без оконечной нагрузки и других специальных применений, но используется ограничено из-за сильного взаимодействия между линиями и возможностью трассировки на небольших расстояниях.



Функция распознавания направления тока позволяет с помощью приемника отличить заданную линию, к которой подводится сигнал генератора, от других близлежащих линий, которые могут взаимодействовать с данной линией. Исключительно полезная функция для идентификации определенной линии при большой длине трассы или при пересечении заданной линии зон с большим количеством коммуникаций.



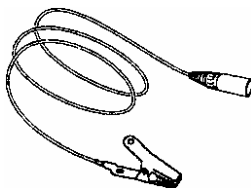
А- рамка для локации повреждений оболочки кабелей и изоляции линий. Генератор подает в линию специальный сигнал, который затем может быть точно локализован с помощью А-рамки, подключенной к приемнику. В некоторых моделях электронная схема и показывающий прибор встроены в А-рамку.

3 Характеристики генераторов Основные технические характеристики генераторов:

Защита. Выходная цепь должна быть защищена от неосторожного подключения к проводникам, находящимся под напряжением до 250 В при 50/60 Гц.

Непрерывный синусоидальный сигнал средней или высокой частоты.

Выходная мощность > 0,5 Ватта.



Провод длиной < 2 м с соответствующим пружинным зажимом для прямого подсоединения к линии; провод заземления длиной < 4 м и металлический стержень для заземления; магнитное крепление зажима, обеспечивающее дополнительные удобства.

Встроенная антенна для индуцирования сигнала в линию.

Индикация состояния батареи питания.

Гнездо для подключения провода, обеспечивающего прямое подсоединение к линии, или аналогичные дополнительные принадлежности.

Возможности генераторов

Повышенная выходная мощность. Мощность 1 Ватт достаточна для локации большинства распределенных систем. Высокая мощность до 3 Ватт часто необходима для подачи мощного сигнала в трассы большой длины или в линии с высоким сопротивлением стыков.

Регулирование уровня выходного сигнала. Ручное регулирование уровня выходного сигнала.

Отображение величины мощности. Визуальная индикация уровня приложенного сигнала обеспечивает полезную информацию при вводе сигнала большой мощности.

Визуальная/аудио индикация подключения. Указывает на подачу сигнала в линию при непосредственном присоединении к ней.

Визуальная индикация импеданса линии и ручная подстройка импеданса для оптимизации прохождения сигнала.

Автоматическое согласование импедансов. Генератор автоматически выполняет согласование импедансов генератора и линии при прямом подключении к ней.

Специальные зажимы для прямого подключения провода (обычно поставляются в комплекте с локатором). Например, клещи с острыми шипами и зажим для телефонных кабелей или большие зажимы для крепления к хвостовику клапана.

Сигнальный зажим для ввода сигнала в кабель, находящийся под напряжением, без его отключения. Зажим обычно имеет диаметр около 10 см. Возможна также поставка зажимов меньшего размера. Большой зажим > 40 см используется для ввода сигнала генератора в кабели, концы которых закреплены на рейках зажимов. Размер зажима необходимо указывать при заказе. Удлинительные стержни для зажимов обычно необходимы для фиксации на плохо доступных кабелях или на кабелях в затопленных колодцах.

Вилка для ввода сигнала генератора в розетку служебного кабеля, находящего под напряжением, или распределительного кабеля на улице. При заказе уточните тип разъема.

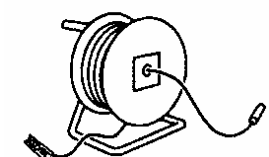
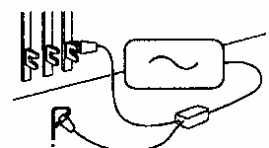
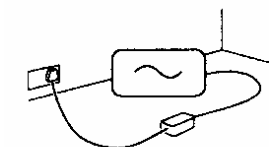
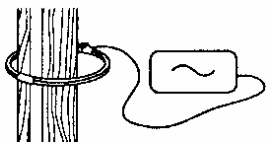
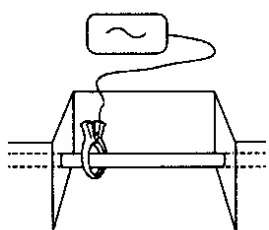
Разъем для подключения к кабелю под напряжением. Используется для ввода сигнала генератора непосредственно в низковольтный провод (находящийся под напряжением) в распределительной коробке или подстанции. Должно быть подтверждено соответствие нормам безопасности для напряжений до 500 В постоянного тока и до 65 Гц. Используется только персоналом, прошедшим соответствующую аттестацию для работы с кабелями, находящимися под напряжением.

Кабель длиной 200 м для подключения генератора к удаленной точке заземления. Кабель может поставляться в катушке или на барабане.

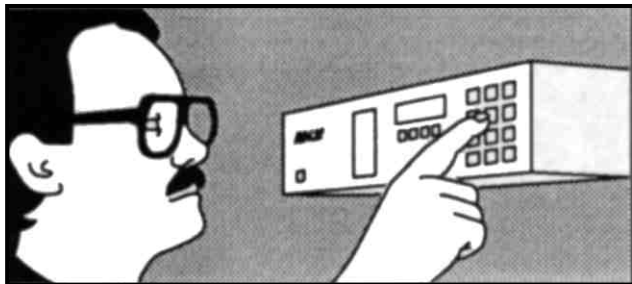
Провод или розетка для питания генератора от **внешнего источника напряжением 12 В**, например, автомобильный аккумулятор для продления времени работы батарей генератора, особенно при локации на больших расстояниях, или в случае неисправности батареи питания генератора. Если необходимо подключение к гнезду прикуривателя автомобиля, то укажите тип разъема.

Подзаряжаемые батареи и зарядное устройство. Необходимы при замене стандартных алкалиновых батарей в случае их неисправности или для зарядки батарей.

Основной адаптер для подключения питания генератора при его использовании в расширенном режиме высокой мощности.



4 Генератор высокой мощности для монтажа в стойку позволяет ввести



сигнал высокой мощности >35 Ватт в линии большой длины, например, кабельные линии между ретрансляционными станциями. Он предназначен для использования в заказных системах и разработан с учетом этих требований.



6.2

Генератор разработан для обеспечения:

высокого качества сигнала, вводимого в линию, при общей длине волоконно-оптической линии от одной ретрансляционной станции до другой;

электронной идентификации заданной линии во всех ситуациях, где возможна локация;

телеметрического комплекса, который позволяет осуществлять дистанционное управление работой генератора по телефону или заказным проводным системам и давать немедленный отклик для локализации запроса при отсутствии необходимости посещения генератора на ретрансляционной станции;

простоты установки и эксплуатации системы.

5 Характеристики приемников Основные технические характеристики приемников:

Антенна и схема приемника настроены на частоту/частоты генератора.

Визуальный (и/или аудио) отклик на сигнал.

Ручная регулировка усиления для настройки отклика приемника на сигнал.

Гнездо для подключения дополнительных устройств.

Гнездо для штекера головных телефонов.

Возможности приемников



Двойная горизонтальная антенна для повышения избирательности и подавления помех.



Прецизионный приемник имеет вертикальную и двойную горизонтальную антенны для получения максимального (пикового) и нулевого откликов. Антенны необходимы для точного определения расположения линии.

Режим пассивной локации для детектирования энергии на частотах 50/60 Гц от силовых кабелей и других линий. Важная функция для локации силовых кабелей перед проведением работ по вскрытию грунта.

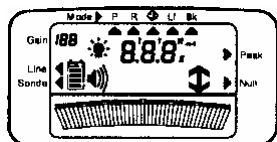
Режим пассивной радиолокации для детектирования линий на очень низких радиочастотах. Полезное дополнение режима пассивной локации в большинстве областей.

Аудио отклик, позволяющий "ушам и глазам работать вместе" при интерпретации информации, получаемой от приемника. Приемник может быть оснащен либо громкоговорителем, либо наушниками.

Автоматическая/ручная регулировка усиления. Автоматическая регулировка усиления, реагируя на сигнал и уровень помех, позволяет исключить необходимость подстройки чувствительности для "удержания" прибора в пределах шкалы. В некоторых случаях локации и поиска повреждений может быть заменена ручной регулировкой.

Автоматическое определение глубины залегания линии. Глубина залегания заданной линии отображается на экране дисплея.

Жидкокристаллический дисплей для индикации отклика в цифровом виде совместно с диаграммой в виде полос. Необходим для индикации дополнительно принимаемой информации, например, направление тока или значения глубины залегания и т.п. Дисплей имеет подсветку для работы в темное время суток.



Индикация тока помогает при подтверждении идентификации линии в зонах, насыщенных коммуникациями. Эта опция также может использоваться для контроля изоляции кабеля или качества покрытия трубопровода.

Функция автоматического тестирования обеспечивает контроль корректности работы приемника при его включении.

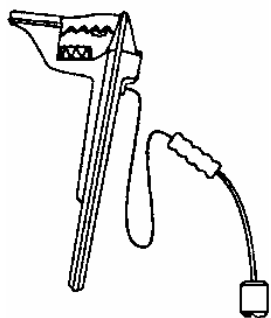
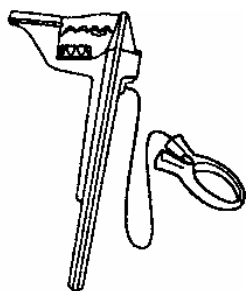
Антенна-зажим подключается к приемнику для локации и идентификации кабелей в колодцах или на эстакадах.

Антенна-стетоскоп для локации и идентификации кабелей в колодцах или на эстакадах. Головка с вогнутой поверхностью может быть прижата к каждому кабелю по очереди для определения максимального значения сигнала, если нет достаточного пространства для использования антенны-зажима.

Обновление программного обеспечения для новых применений. Приемник должен быть разработан таким образом, чтобы обеспечить возможность внедрения нового программного обеспечения по мере его появления.

Автономная антенна используется для трассировки линий и определения состояния их покрытия под водой или на дне. Автономная антенна либо устанавливается на дно, либо используется водолазом, работающем на дне.

Подзаряжаемые батареи и зарядное устройство. Необходимы при замене стандартных алкалиновых батарей в случае их неисправности или для зарядки батарей.



6 Зонды

Зонды, генерирующие сигнал, используются для трассировки и локации неметаллических труб, каналов или канализационных коллекторов. Зонд перемещается вдоль трубы и его положение определяется с помощью приемника через определенные интервалы по мере его продвижения внутри трубы. Зонд может использоваться для локации закупорки или разрушения труб, детектирования утечек воды в пластиковых трубах, контроля положения бурового инструмента при горизонтальном бурении, а также определения стыков в железных трубах. Корпус зонда должен иметь водонепроницаемое исполнение и выдерживать 1,5 кратное превышение давления на заданной глубине детектирования.

Зонды различного типа имеют, в основном, близкие характеристики и отличаются, главным образом, размерами и глубиной локации. Частота сигнала, который передает зонд, должна соответствовать частоте приемника. Диаметр зондов лежит в пределах от 14 мм до 0,5 м при максимальной глубине детектирования от 1,5 до 15 м.

Выбор соответствующего зонда осуществляют по каталогам фирмы-производителя в зависимости от максимально возможного диаметра зонда, требуемой глубины локации, времени работы батарей питания и частоты сигнала, которая должна соответствовать частоте используемого приемника.

В зондах небольшого размера антенна иногда устанавливается в головке гибкого стержня, а батареи и электронный блок располагаются вблизи пользователя.

Возможности зондов

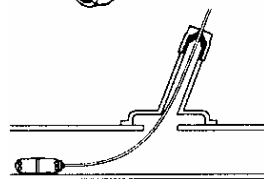
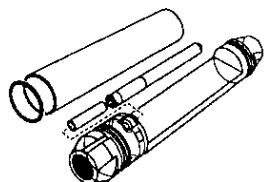
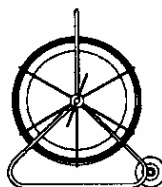
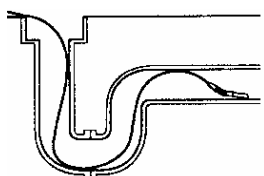
Гибкие стержни для ввода зондов в трубы или каналы.

Резьбовые втулки и гибкие втулки для вставки зонда в дренажные отводы.

Поплавки с фалом на конце для ввода зонда в дренажные коллекторы или каналы.

Оправка для зонда, которая поддерживает зонд в футляре для пневмотранспорта, находящегося сзади горизонтального бура. Продвижение бурильного инструмента и его положение контролируют путем локации зонда с помощью приемника.

Приспособление для безопасного ввода зонда на гибком стержне в водяные или газовые трубы, находящиеся под давлением. Будьте внимательны при выборе приспособления, размеры и параметры которого должны соответствовать размерам трубы и давлению в ней.



7 Горизонтальное бурение



12

Специальный комплект зонд/приемник выпускается для получения информации, необходимой для управления работой бурильного инструмента.

Выбор локатора и дополнительных принадлежностей

Успешная локация начинается с приобретения локатора, соответствующего конкретной задаче и удовлетворяющего запросам оператора.

- 1 Обычно в большинстве стран или регионов существуют две или три фирмы-поставщика оборудования для локации подземных кабелей и труб. Каждая из них, как правило, поставляет различные типы локаторов.

Необходимо, чтобы эксперт или новичок, служащий отдела снабжения или инженер определили объем и качество той информации, которую должен предоставить локатор прежде, чем выбирать оборудование. Кроме того, необходимо учитывать квалификацию персонала, который будет использовать это оборудование. Очевидно, что излишнее расточительство предоставлять сложные локационные комплекты в распоряжение персонала, работающего в канаве. Однако, для тех, кто представляет всю сложность проблем локации или поиска неисправностей и имеет необходимую квалификацию, необходимо соответствующее локационное оборудование и дополнительные принадлежности.

Цель приобретения локатора - локализовать подземные коммуникации коммунальных или других предприятий успешно, т.е. точно и экономично, а также получить возможность локации даже в тех областях, которые не предусмотрены приобретенным оборудованием.

2 Соответствие характеристик локаторов и дополнительных принадлежностей конкретной практической задачи

	Локация до вскрытия грунта	Локация силовых кабелей	Локация местных линий телекоммуникаций	Локация длинных линий телекоммуникаций	Локация металлических труб	Локация трубопроводных линий	Локация под водой	Локация производственных линий энергоснабжения	Локация повреждений оболочек кабелей	Локация повреждений проводов кабелей	Идентификация линий	Рабочий контроль труб и каналов	Приемка новых линий	Контроль подземных линий	Бурение на коротких расстояниях	Контроль потенциала в грунте
Возможности локатора																
Низкая частота	▲	■	▲	■	■	■	▲	■	▲		■	▲	■	■		▲
Средняя частота	▲	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■		■
Высокая частота	■	■	■		■		■				▲	■	▲			
Очень высокая частота	▲	▲	▲	▲	▲		▲				▲	▲				
Определение направления тока		▲	▲	■	■	▲	■				■	▲	▲			
А-рамка для поиска повреждений							▲	■	▲							
Возможности генератора																
Средняя мощность >1 Ватта	▲	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■			■
Высокая мощность > 3 Ватт		●	▲	■	▲	■	▲		▲		▲	▲	▲	■		▲
Генератор для монтажа в стойку	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■		■
Регулирование выхода	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■		■
Отображение мощности	●	▲	▲	■	▲	▲	▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲		
Отображение и согласование импедансов	●	▲	▲	■	▲	▲	▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲	
Автосогласование импедансов	▲	▲	▲	■	▲	▲	▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲		
Индикация подсоединения	▲	▲	▲	■	▲	▲	■	▲	▲		■	▲	▲	■		■
Специальные зажимы			■	■			■					▲				
Сигнальный зажим	■	■	■	■	■		■				■	■	■			
Штекер	▲	■	■				▲					▲				
Разъем для кабеля, находящегося под напряжением		▲					▲									
Длинный кабель заземления		▲	▲	▲	■	■	■	▲	▲		▲	■				■
Гнездо внешнего питания 12 В		●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●		●
Подзаряжаемые батареи	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●		●
Зонд (ы)	■		■	▲			■			■		■			■	
Возможности приемника																
Двойная антенна	■	■	■		■				■						■	
Прецизионная антенна	▲	▲	▲	■	▲	■	■		■		■	■	■	■	▲	
Пассивный режим	■	■	■	■	■	■	■		▲			▲				
Пассивный радиорежим	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲				▲					
Аудио отклик	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Авто/ручное регулирование усиления	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Измерение глубины залегания	▲	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■
Жидкокристаллический дисплей	●	▲	▲	■	●	■	■	●	■	●	■	■	■	■	▲	▲
Измерение тока		▲	●	■	●	■	■		▲		■	■	■	■		
Автотестирование	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Антенна-зажим		■	■	▲	▲		■				■	▲				
Антенна-стетоскоп		▲	▲		▲		■		■		▲		▲			
Подводная антенна				●	●	■										
Обновление программ		▲	▲	■	▲	▲	▲	▲			▲	▲	▲	▲	▲	
Подзаряжаемые батареи	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

■ Необходимо

▲ Желательно

● Дополнительно

- 3 Техническая поддержка и обучение** Потенциальные возможности поставщика локационного оборудования также важны, как качество и особенности локаторов.

Какова репутация поставщика и его отношения с местными компаниями, обслуживающими коммунальные линии?

Являются ли инструкции по эксплуатации локаторов полными и легкими в использовании и выполнении?

Являются ли службы ремонта и калибровки доступными и заслуживающими доверия?

Организует ли поставщик локаторов курсы обучения?

Организует ли поставщик локаторов периодические технические семинары?

Доступны ли консультации экспертов при решении конкретных практических задач локации?

- 4 Стоимость локаторов** Стоимость локаторов зависит от сложности прибора, которая определяется на первой стадии выбора локационного комплекта с требуемыми техническими характеристиками и возможностями, соответствующими конкретному применению.

Будущие возможности использования прибора пользователем должны учитываться при его приобретении. Скидка на величину локационного комплекта является минимальной составляющей стоимости выполнения локации в рабочих условиях; она значительно ниже, чем стоимость затрат времени пользователя и стоимость транспортировки прибора на объект и обратно.

Очевидно, что пользователю желательно иметь наилучший из возможных локационных комплектов для получения точной информации практически при любых ситуациях, возникающих на объекте. Различие в стоимости обычных локационных комплектов высокого класса и наилучших комплектов значительно ниже стоимости нескольких рабочих посещений объектов с целью обследования, которые к тому же могут привести к получению неточной информации или ошибкам локации.

- 5 Правила использования радиогенераторов** Генераторы локаторов являются радиопередатчиками и большинство стран имеют законодательные акты, определяющие допустимую частоту, мощность и форму сигнала генератора. Проверьте вместе с поставщиком соответствие локатора всем требуемым нормам и правилам.

- 6 Демонстрация работы локационных комплектов** Большинство поставщиков в процессе презентации обеспечивают демонстрацию работы локационного оборудования. При этом покупатель может определить возможность использования оборудования для решения ежедневных проблем локации, оценить его качество, простоту использования и технические характеристики.

Глава 2. Эффективная локация: Основы

Успешная локация требует выполнения небольшого количества простых процедур.

Необходимо четкое понимание этих процедур перед тем, как проводить работу в полевых условиях или выполнять любые более сложные операции.

Глава 2: Раздел 1. Техника безопасности

Техника безопасности



Безопасность работы на объекте является основным требованием, которым никогда нельзя пренебрегать.

Любое электрическое оборудование является потенциально опасным и локаторы не являются исключением. Локаторы должны использоваться при точном соблюдении всех стандартных правил безопасности.

Генератор сигналов локатора должен быть всегда отключен при выполнении необходимых соединений.

Всегда выполняйте все необходимые требования техники безопасности при открытии люков колодцев или при выполнении любых других работ, необходимых для ввода сигнала генератора в кабели или трубы.

Специальные процедуры, например, ввод сигнала генератора непосредственно в проводник силового кабеля, находящегося под напряжением, или установка зондов в трубы под давлением, должны производиться только квалифицированным персоналом, имеющим соответствующий допуск к выполнению такого рода работ.

Перед проведением локации, убедитесь в корректности работы всех устройств локационного комплекта. Проведите тестирование приемника в режиме пассивной локации на кабеле с известными параметрами, а также проверьте наличие удовлетворительного отклика приемника на активный сигнал генератора.

Локаторы часто используют для выполнения работ на автомагистралях, где присутствует опасность от проходящего транспорта; будьте предельно внимательны и осторожны.

Безопасность во-первых, безопасность во вторых, безопасность всегда.

Эффективная локация

В успешной локации нет никаких секретов. Для получения опыта в полевых условиях выберите время, приложите определенные усилия и настойчивость, за которыми последует успех профессионала.

1. Локацию подземных кабелей, труб и канализационных каналов целесообразно начинать с визуального обследования и выявления видимых мест повреждений или неисправностей.

Обследуйте клапанные и кабельные колодцы, опорные площадки, места стыков или соединительные коробки, наземные провода, столбы со спускающимися кабелями; обращайте внимание на все знаки, указывающие на то, что находится под землей.

Кроме того, исключительно важно получить и принять во внимание (это является обязательным во многих странах) схемы и чертежи, имеющиеся в коммунальных предприятиях и у владельцев подземных установок.

Накопленные в результате обследования объекта данные и соответствующие схемы обеспечат получение необходимой информации о том, что можно ожидать при проведении локации и где ее необходимо начинать.

2. Изучите подробно порядок работы и использования локатора и определите "следы" объекта.

Используйте приемник для детектирования пассивного сигнала в подземном кабеле. Поэкспериментируйте с регулировкой чувствительности для получения удовлетворительного пика сигнала, используя антенны приемника, установленные вертикально под прямым углом к линии и поперек нее в горизонтальной плоскости.

Введите непосредственно сигнал генератора в подземную металлическую трубу и подсоедините заземляющий провод к точке заземления на расстоянии примерно 2-х или 3-х метров от точки ввода сигнала. Отметьте изменение отклика генератора при вводе сигнала в линию.

Пересекайте трубу антенной приемника под прямым углом к ней и настройте чувствительность таким образом, чтобы показания прибора находились в пределах его шкалы при прохождении над линией. Выполните быстрые перемещения над линией, отмечая возрастание и уменьшение показаний прибора.

Повторите эти процедуры, но в этот раз медленно перемещая приемник поперек линии и наблюдая отклик прибора. Определите скорость отклика, при которой индикация положения линии осуществляется наилучшим образом.

Удерживайте приемник прямо над линией и медленно поворачивайте его вокруг вертикальной оси. "Удерживая" показания прибора в пределах шкалы, отметьте его показания, когда антенна расположена параллельно линии в вертикальной плоскости и под прямым углом к ней в горизонтальной плоскости.

Обычно быстрое перемещение приемника над линией дает лучший и более четкий результат при определении положения и ориентации линии. Способ использования приемника для получения "наилучшего" сигнала из линии зависит от индивидуальных особенностей оператора и совершенствуется в процессе изучения прибора и практики работы с ним.

Отсоедините провод заземления генератора и присоедините его заново к точке заземления на расстоянии примерно 25 метров от точки ввода сигнала. Используйте приемник для локации линии и отмечайте любые изменения его отклика. Снизьте мощность генератора в два раза и затем снова выполните локацию линии. Снизьте еще на половину мощность генератора и снова проведите локацию линии. Определите величину мощности генератора, которая обеспечивает наиболее четкий сигнал приемника.

Используйте разделы 4, 5 и 7 настоящей главы при выполнении трассировки, определении расположения и поиска линии.

Подробно ознакомьтесь с порядком использования органов управления локатора так, чтобы все рекомендации и инструкции могли быть выполнены без всяких затруднений.

3. Убедитесь в том, что выполнили следующие элементарные меры предосторожности:

Проверьте состояние батарей приемника и генератора прежде, чем их использовать. Замените батареи в случае необходимости.

Захватите на объект запасные батареи. Заменяйте батареи, когда необходимо получить высокую работоспособность локатора.

Выполняйте все требования техники безопасности, особенно при включении генератора.

Проверьте соответствие частот приемника и генератора, если необходимо, то переключите их на одну и ту же частоту.

Всегда выключайте оборудование после окончания работы.

Очистите (если необходимо) оборудование от загрязнений и влаги после окончания работы.

4. Прецизионные локаторы, приемники которых имеют две горизонтальные и одну вертикальную антенны, стали обычным инструментом для решения большинства задач локации, в том числе и самых простых. Всегда используйте режим работы локатора с горизонтальными антеннами, который обеспечивает максимальный (пиковый) отклик над определяемой линией. Используйте вертикальную антенну, дающую нулевой отклик, только в тех случаях, которые рекомендованы инструкцией по эксплуатации.

"Нулевой" режим обеспечивает четкий, легко распознаваемый отклик в отличие от максимального отклика с широким пиком. Однако, "нулевой" режим более подвержен влиянию помех и ошибок. "Нулевой" режим обеспечивает легко распознаваемый отклик но не обязательно над определяемой линией.

5. Эффективность использования локатора не всегда обеспечивается применением следующих простых и коротких процедур. В главах 2 и 3 данной книги показан широкий спектр возможностей использования различных сочетаний генератора и приемника. Наиболее очевидная процедура не всегда может обеспечить требуемую информацию, что приведет к необходимости использования другой или других процедур для получения качественных результатов.
6. Три различных способа - трассировка, определение положения, сканирование и поиск - обеспечивают локацию подземных кабелей и труб. Но прежде всего должен быть использован генератор для ввода идентифицируемого сигнала в линию, что подробно и рассмотрено в Разделе 3.

Ввод сигнала генератора в линию

Генератор используется для ввода легко идентифицируемого сигнала в определяемую линию для ее трассировки, идентификации и определения положения с помощью приемника. Существует большое число разных способов ввода сигнала генератора, которые могут быть использованы на различных объектах. При этом, пользователь должен выбрать способ, обеспечивающий ввод оптимального сигнала при минимуме его рассеивания и подавления помехами. Опыт эксплуатации в производственных условиях и возможные ошибки локации определяют лучший способ ввода сигнала генератора.

1 Выбор параметров генератора

Если генератор имеет несколько доступных частот, то выберите ту частоту, которая наилучшим образом соответствует конкретной задаче: высокая частота - для линий с высоким сопротивлением или небольших телекоммуникационных линий; средняя - для силовых кабелей и протяженных металлических трубопроводов или для ввода сигнала путем индукции; а низкочастотный сигнал - для трассировки на больших расстояниях при минимуме взаимодействия с другими линиями.

Убедитесь в том, что приемник переключен на ту же самую частоту, что и генератор.

Для эффективной локации используют по возможности наиболее низкую мощность сигнала. Высокая мощность приводит к распространению сигнала за пределы определяемой линии и взаимодействию с другими (неопределяемыми) линиями. Трассировка в линии ясного сигнала небольшой мощности значительно легче. После того, как сигнал введен в линию, проводите его трассировку и локацию на расстоянии примерно 20 м. Уменьшите уровень сигнала, если отклик приемника имеет слишком большую величину. Наличие опыта существенно облегчает выбор мощности, соответствующей конкретной задаче локации.

2 Непосредственный ввод сигнала генератора **Преимущества:** идентификация



1.6.3

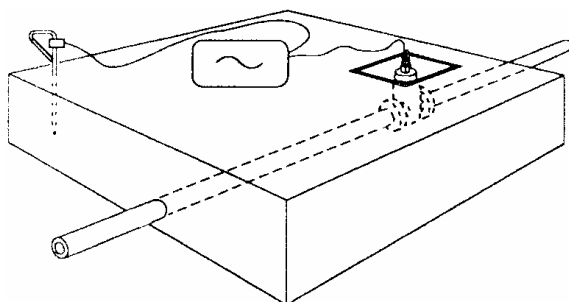


3.5

заданной линии по месту использования. Этот способ применяют для использования в трассировочных проводах, распределительных системах с металлическими водогазопроводными трубами, телекоммуникационных парах проводов или экранах силовых кабелей (применение должно выполняться только квалифицированным персоналом), или в трубопроводных линиях, имеющих доступные места для присоединения генератора.

Недостатки: Нет: однако, иногда возникают трудности при подключении к клапанам или линиям, подвергшимся сильной коррозии; невозможность подключения к проводникам электрического кабеля, находящимся под напряжением.

Процедура подключения: Вставьте штекер соединительного провода в гнездо выхода генератора и подсоедините другой конец провода к определяемой линии. Если необходимо, то очистите место присоединения от краски, ржавчины или окалины для обеспечения надежного электрического контакта.



Присоедините заземляющий провод к отдельной (независимой) точке заземления на расстоянии примерно 4 или 5 метров от генератора и по возможности под прямым углом к определяемой линии. Не подключайте провод заземления к трубам с водой или другим подземным линиям, к которым затем будет подведен сигнал генератора. Используйте приемник в пассивном режиме для проверки отсутствия подземных линий между точкой заземления и генератором; они могут "перехватить" сигнал и усложнить локацию.

Генератор включайте только после того, как выход генератора напрямую соединен с линией и выполнено подсоединение заземляющего провода к соответствующей точке заземления.

Изменение тона звука в наушниках или показаний на дисплее укажет на то, что цепь от генератора через определяемую линию и провод заземления замкнута. Оцените изменение тона или показаний на дисплее путем включения генератора при присоединении выхода генератора к линии и при его отсоединении.

Если нет изменений тона звука или показаний дисплея, то проверьте контакты в месте присоединения к определяемой линии и точке заземления. Если необходимо, то выберите другую точку заземления или увлажните сухой грунт или песок в месте присоединения заземления.

Изменение тона или показаний дисплея укажет на наличие хорошего контакта, что соответствует вводу сигнала высокого уровня в определяемую линию.

- 3 Ввод сигнала генератора в линию с помощью зажима Использование зажимов - удобный способ ввода сигнала генератора в трубопровод или кабель. Зажим является стандартной или дополнительной принадлежностью большинства локационных комплектов.

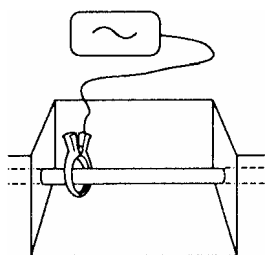


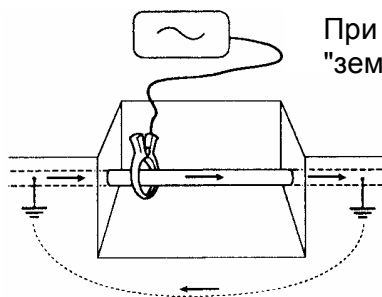
Преимущества: Зажим обеспечивает безопасный ввод сигнала в кабель, находящийся под напряжением, без отключения питания кабеля. Он позволяет ввести хорошо различимый сигнал в определяемую линию при снижении взаимодействия с другими линиями. Очень прост в применении.

Недостатки: Сигнал не может распространяться на такое же большое расстояние, как в случае непосредственного подключения. Необходимо заземлять определяемую линию с каждого конца.

Процедура установки: Вставьте штекер провода зажима в гнездо выхода генератора. Наденьте зажим на трубу или кабель, убедившись в том, что губки зажима плотно сжаты, и включите генератор.

Зажим может "жужжать" или вибрировать, если он надет на силовой кабель, по которому течет ток большой силы. Это нормальное состояние и не может нанести вред оборудованию. Не касайтесь открытых контактов штекера, если зажим надет на силовой кабель.

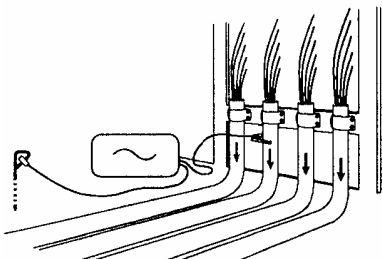




При использовании зажима нет необходимости соединять генератор с "землей".

Линия должна быть заземлена с каждой стороны от зажима для того, чтобы сигнал распространялся по ней. При этом, может возникнуть необходимость выполнения заземления линии.

Трассировка изолированного кабеля может быть осуществлена даже тогда, когда нет реального соединения с землей на достаточной длине кабеля для обеспечения емкостной связи на землю, достаточной для прохождения сигнала.

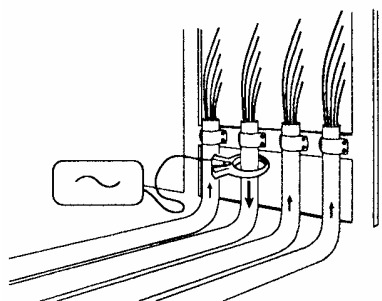


Использование зажима может обеспечить б'ольшую селективность во многих ситуациях, чем прямой ввод сигнала, так как этот способ позволяет как бы отсечь линию, а генератор присоединяется в промежутке между отрезанными концами.

При непосредственном вводе сигнала генератора во взаимосвязанные линии, сигнал будет распространяться в линиях по пути наименьшего сопротивления и необязательно попадет в ту линию, к которой прикреплен зажим.

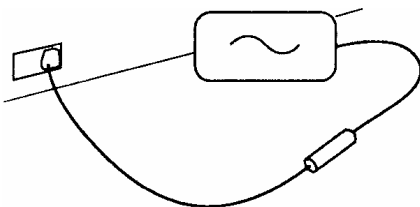
При использовании сигнального зажима наиболее сильный сигнал должен быть в определяемой линии в то время, как в других линиях сигнал будет слабым.

Необходимо отметить, что в системе, состоящей только из двух проводников, сигналы могут быть равны.



4 Ввод сигнала генератора с помощью вилки

Вилка является дополнительной принадлежностью локационного комплекта и используется для ввода сигнала генератора в собственную силовую розетку служебного кабеля или кабеля питания на улицах. При этом, сигнал в системе электропитания может детектироваться на расстоянии нескольких сотен метров от точки ввода сигнала.

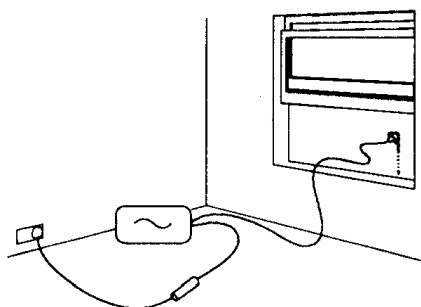


Преимущества: Данный способ обеспечивает ввод высокоселективного сигнала для локации силовых кабелей. Наиболее надежный способ локации в системах распределения электроэнергии на улицах.

Недостатки: Необходимо наличие соответствующих розеток для подключения вилки генератора с целью ввода сигнала.

Процедура установки: Вставьте одну вилку в гнездо выхода генератора, а другую в собственную силовую розетку кабеля. Подключите питание к розетке. При вводе сигнала от генератора розетка должна находиться под напряжением.

Вилка включает в себя защитное устройство, которое состоит из фильтра, изолирующего генератор, и предохранителя, обеспечивающего защиту пользователя и генератора от напряжения в линии до 250 В.



Сигнал вводится между проводником, находящимся под напряжением, и проводником заземления на 3-х контактной вилке и между проводником, находящимся под напряжением, и нейтралью на 2-х контактной вилке.

Присоединение заземляющего провода к удаленной точке заземления позволяет увеличить расстояние трассировки при использовании 2-х контактной вилки.

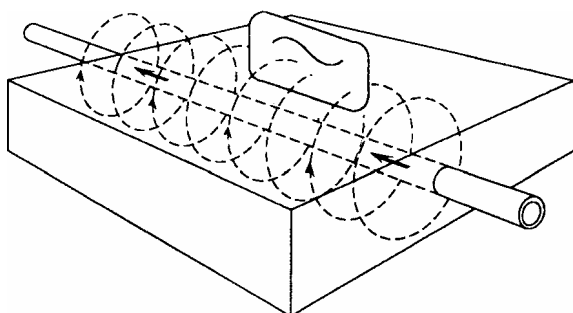
Использование 3-х контактной вилки обеспечивает получение лучших результатов при максимальном расстоянии трассировки и снижает взаимодействие между линиями.

В случае двухпроводных защитных систем с несколькими точками заземления (Protective Multiple Earth - PME), где нет собственных соединений, сигнал, вводимый с помощью вилки может не определяться. Для локализации этих кабелей выполните соединение с удаленной точкой заземления.

5 Индукция



Генератор имеет антенну, которая позволяет индуцировать сигнал в линию, расположенную прямо под генератором. Этот способ мало эффективен при локализации линий, расположенных на значительной глубине. Использование индукции наиболее целесообразно при глубине залегания линий до 2 м.



Преимущества: Сигнал может быть введен без контакта с линией. Очень простой и быстрый для реализации способ.

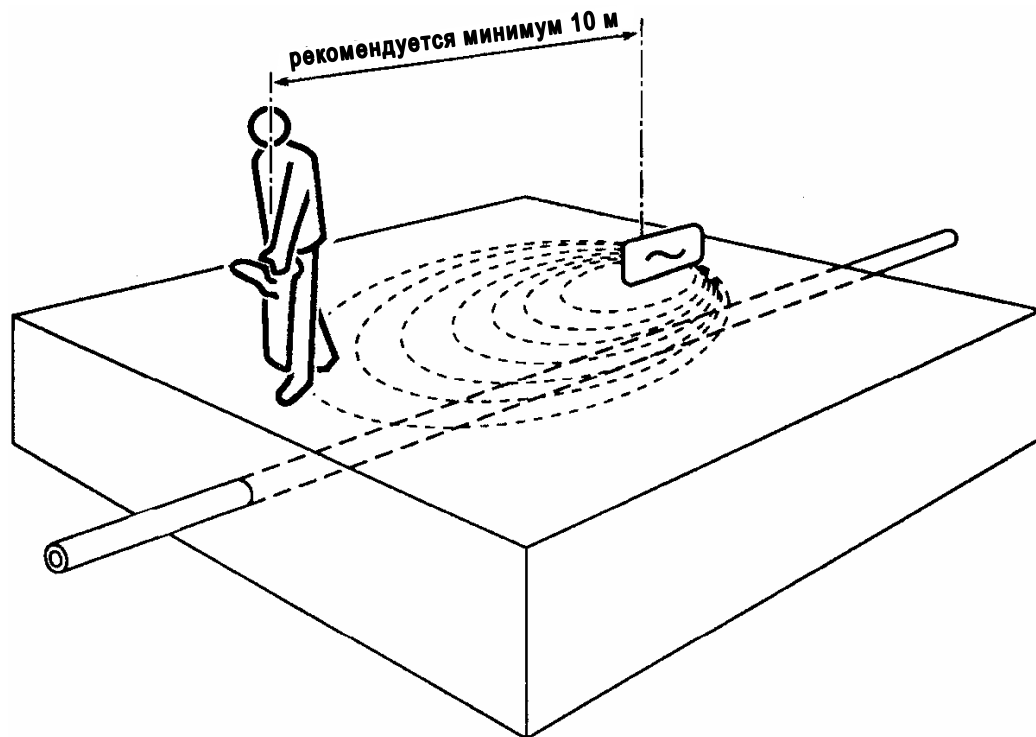
Недостатки: Возможность индукции сигнала не только в определяемую линию, но также и в близлежащие линии. Значительные потери сигнала в грунте, окружающем линию. Приемник не может быть использован в пределах, как минимум, 10 м от генератора, а часто и на значительно большем расстоянии в случае ввода сигнала высокой мощности от генератора. Индукция не может быть использована для ввода сигнала в линии, расположенные под металлическим или железобетонным покрытием; сигнал отсекается металлическим экраном и арматурой.

Индукция не может использоваться для ввода сигнала в хорошо изолированную линию, если только линия надежно не заземлена с обоих концов.

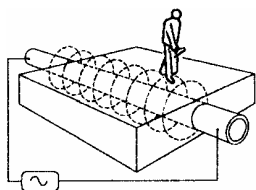
Процедура применения: Включите генератор и расположите его вместе с антенной непосредственно над линией или кабелем и вдоль их оси.

Уменьшите чувствительность приемника до минимума и начинайте локацию линии, по крайней мере, на расстоянии 10 м от генератора.

Предупреждение: Генератор также излучает сигнал в окружающую среду, как и в линию, и приемник может определить этот сигнал раньше, чем сигнал, излучаемый линией. Проверьте это путем перемещения генератора на пару шагов в сторону. Если линия обнаруживается снова, то это указывает на то, что приемник расположен слишком близко к генератору. Другой способ заключается в наведении приемника прямо на генератор. Если остается тем же самым или увеличивается, то это указывает на то, что приемник принимает сигналы из окружающего воздуха. В этом случае, мощность генератора и чувствительность приемника должны быть снижены. Кроме того, может быть необходимо переместить приемник на расстояние 25 или 30 м от генератора.



Трассировка линий

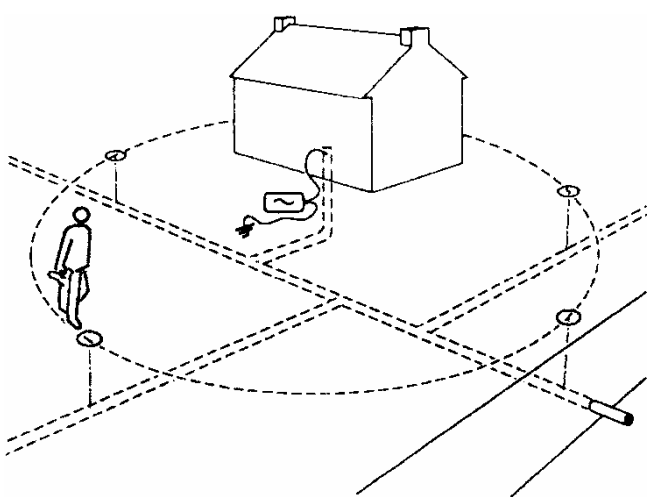


Приемник используется для трассировки определяемой линии после того, как сигнал генератора введен в линию. Пассивные сигналы, присутствующие в заданной линии, практически всегда присутствуют и в близлежащих линиях. Сигнал генератора вводится в определяемую линию для ее надежной трассировки.

1 Поиск линий Прецизионные приемники, имеющие как пиковый, так и нулевой отклик, всегда должны быть включены в режим пикового отклика, если не указано обратное.



Во-первых, определите линию, трассировка которой должна быть выполнена. Отойдите, по крайней мере, на 6 метров от генератора, если сигнала вводится методом непосредственного подключения к линии или с использованием зажима, или - как минимум, на 10 метров при вводе сигнала в линию путем индукции.

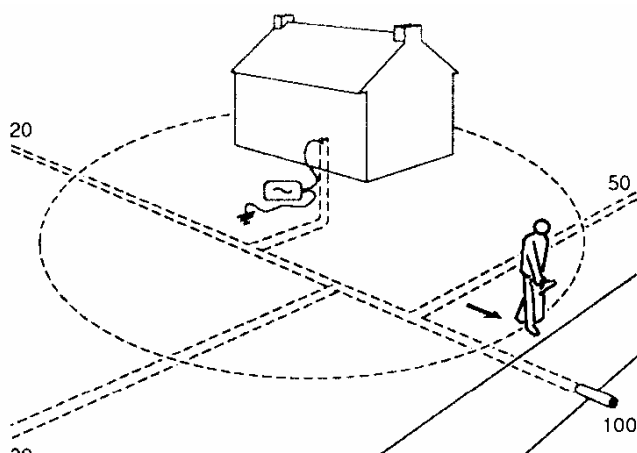


Удерживая приемник в удобном положении в руках, настройте приемник на максимальную чувствительность.

Направив антенны приемника на генератор, обойдите его по окружности. Уменьшите чувствительность приемника так, чтобы его показания находились в пределах шкалы.

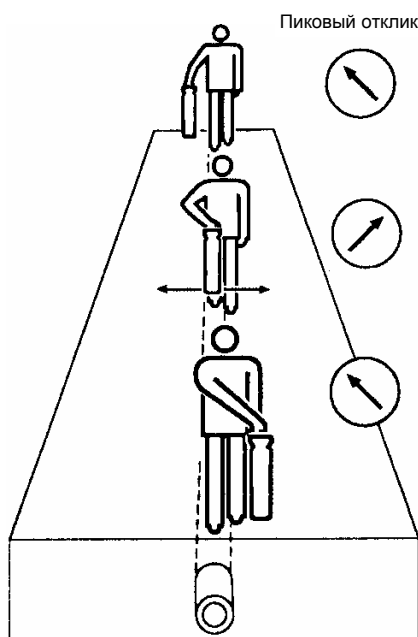
Остановитесь в точке, где прибор регистрирует максимальный отклик. Перемещайте приемник из стороны в сторону для определения точного положения линии. Установите конец антенны на землю и снова проведите настройку чувствительности приемника так, чтобы его показания находились в пределах шкалы.

Отметьте то место и запишите показания прибора.



Продолжайте дальнейшее движение по окружности с центром в месте расположения генератора, снова направив антенны приемника на генератор и не изменяя его чувствительность. Каждый раз, когда имеет место отклик приемника, останавливайтесь, определяйте положение линии, отмечайте это место и записывайте показания прибора.

Если приемник определяет несколько сигналов, то сравните показания прибора в каждом случае. Наиболее сильный сигнал почти всегда поступает от определяемой линии, т.е. той, к которой подведен сигнал генератора.



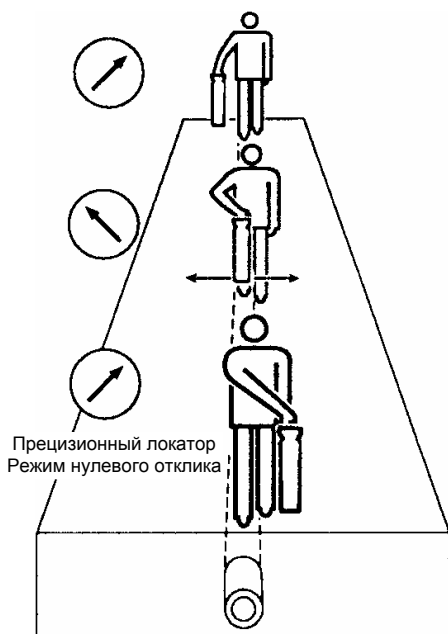
Удерживайте приемник над определяемой линией так, чтобы антенна находилась под прямым углом к линии. Настройте чувствительность приемника так, чтобы его показания находились в пределах от 50% до 90%.

Двигайтесь по направлению от генератора, удерживая приемник то с левой стороны, то с правой стороны от линии примерно на расстоянии примерно 1 м. Возрастание показаний при прохождении над линией и их уменьшение при удалении от нее указывают на точное положение линии. При этом трассировка возможна при быстром перемещении вдоль линии.

Останавливайтесь примерно через каждые 10 или 20 м и тщательно проверяйте наличие максимального отклика, а затем продолжайте трассировку.

Проверьте область на расстоянии нескольких метров с обеих сторон определяемой линии для того, чтобы убедиться в отсутствии других линий, которые несут сигнал генератора.

2 Трассировка с использованием прецизионного локатора



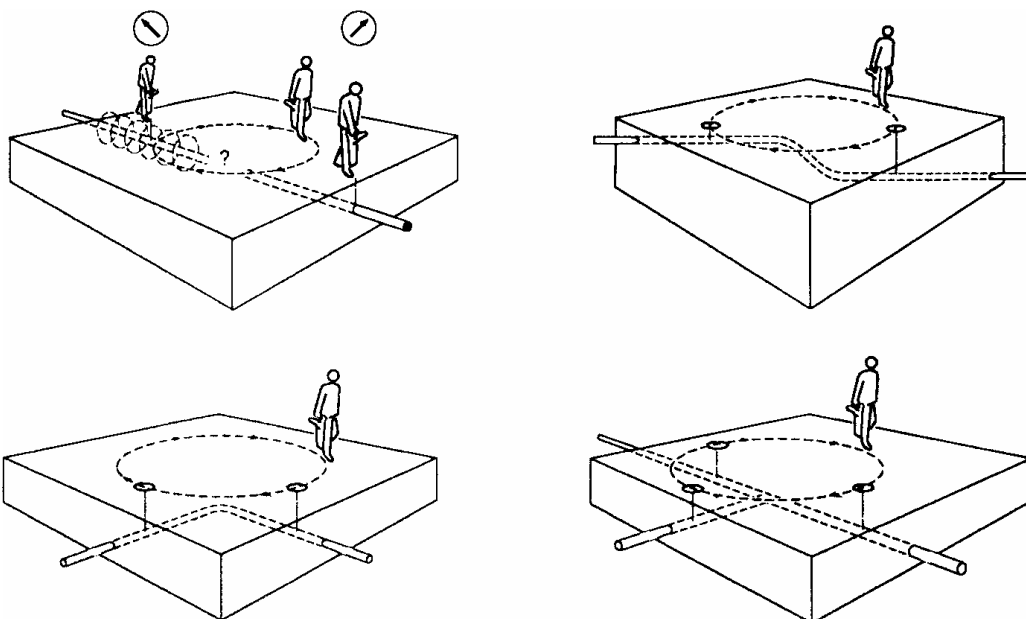
Скорость трассировки линии может быть увеличена путем переключения локатора на режим нулевого отклика. Приемник может быть ориентирован в любом положении, так как нулевой отклик не зависит от направления линии. Перемещайте приемник влево и вправо от линии, одновременно двигаясь вдоль нее и отмечая нулевой отклик прямо над линией, а увеличение показаний при удалении в сторону от линии.

Периодически переключайте прибор снова в режим пикового отклика для проверки точности локализации определяемой линии.

3 Проблемы трассировки

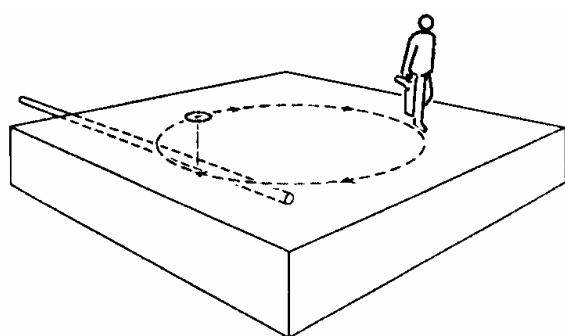
3.1. Прекратите движение, если четкость индикации отклика прибора снижается. Повторите заново трассировку линии на том участке, где отклик прибора был "потерян". Увеличьте чувствительность и обследуйте область примерно на расстоянии 2 м вокруг места, где отклик прибора уменьшился.

Этот участок линии может располагаться на б'ольшей глубине. Увеличьте чувствительность для того, чтобы оценить возможность выполнения дальнейшей трассировки.



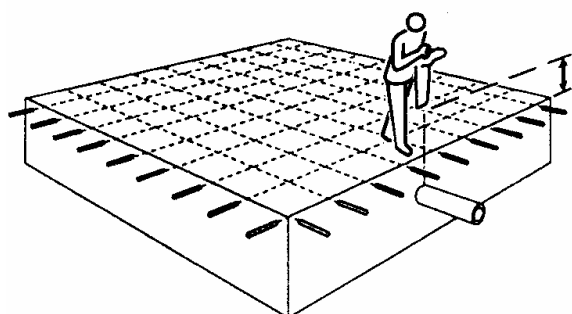
В этом месте линия может изменить направление или может иметь соединение в виде тройника. Проверьте вокруг наличие сигналов от других линий. Если присутствуют другие линии, то определите отклик от каждой линии на расстоянии 4 или 5 м от соединения. Вероятно, что наиболее сильный отклик будет от основной линии, а более слабые - от ответвлений. Это обусловлено тем, что сигнал лучше "видит" заземление длинной или определяемой линии.

Целесообразно провести трассировку как основной линии, так и ее ответвлений.

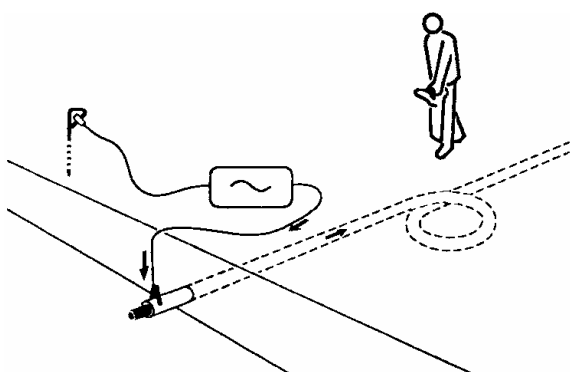


3.2. Полная потеря сигнала. Это может быть конец линии или переход металлической трубы в пластиковую. Линия также может проходить под металлическим покрытием. В этом случае проследите ход линии на некотором расстоянии от точки потери или ослабления отклика и продолжайте трассировку.

3.3. Постепенное снижение отклика. Увеличьте чувствительность и продолжайте трассировку линии. При потере сигнала в линии, переместите генератор в последнюю из тех точек линии, где она была положительно идентифицирована.



3.4. Отсутствие четкого сигнала и его рассеивание на значительном пространстве. Линия может проходить под металлической арматурой, которая принимает и повторно излучает сигнал. Поднимите приемник на 0,5 м, снизьте чувствительность до минимального уровня, при котором еще имеется отклик, и продолжайте трассировку, удерживая приемник в этом положении.



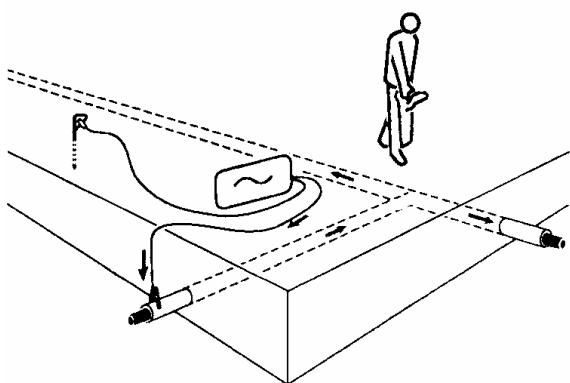
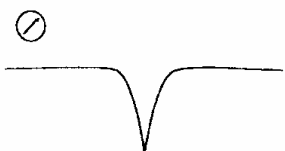
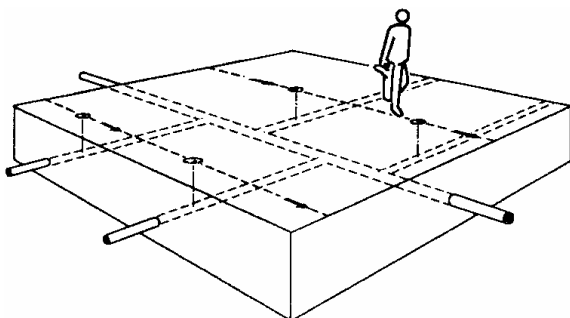
3.5. Петля компенсации подземного кабеля может быть иногда причиной искажения отклика на обследуемом участке линии.

Удерживайте приемник с антеннами параллельно направлению линии. Появление двух, один за другим, пиковых отклика подтвердит присутствие компенсационной петли кабеля.

4 Идентификация линии Если необходимо проверить точность идентификации определяемой линии после трассировки, то переместите генератор, введите его сигнал в противоположенный конец линии и выполните трассировку линии в обратную сторону до того положения, где был первоначально введен сигнал генератора.

5 Локация соединений в виде тройников

После того, как трассировка и маркировка определенного участка линии была выполнена, а сигнал по-прежнему введен в линию, снова перемещайте приемник вдоль линии, удерживая его на расстоянии примерно 1 м от линии и располагая его плоскую поверхность (лопасть) параллельно линии.

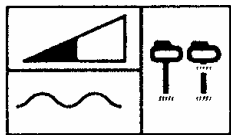


Наиболее надежный способ определения положения тройника заключается во вводе сигнала генератора в конец отвода. При этом, сигнал будет проходить в основную линию и затем распространяться по ней в противоположенных направлениях. Трассировка сигнала назад к основной линии при расположении лопасти приемника под прямым углом к отводу приведет к нулевому отклику над тройником.

Определение точного положения линии

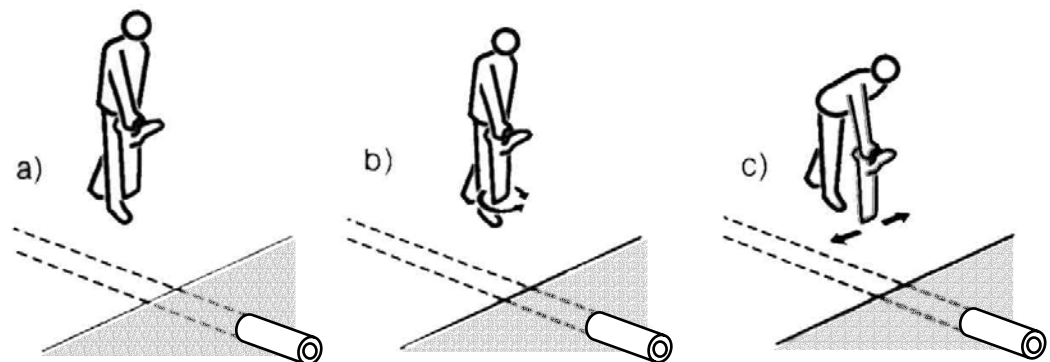
Процедура определения точного положения заданной линии выполняется после ее трассировки и оценки ее приближенного расположения.

- 1 Процедура Установите чувствительность приемника примерно на половину шкалы. В процессе определения точного положения может возникнуть необходимость регулировки чувствительности для того, чтобы показания прибора находились в пределах его шкалы.



- Расположив антенну вертикально под прямым углом к линии, перемещайте приемник поперек линии. Определите точку максимального отклика.
- Без перемещения приемника поворачивайте его вокруг своей оси. Остановитесь в точке максимального отклика.
- Удерживайте антенну вертикально только несколько выше над землей и перемещайте приемник из стороны в сторону, пересекая линию. Прекратите движение в точке максимального отклика.
- Опустите антенну ближе к земле и повторите операции пункта (b).
- И наконец, повторите операции пункта (c). Определяемая линия лежит прямо под антенной и под прямым углом к ней.
- Отметьте положение и направление линии.

Повторение операций этой процедуры позволяет увеличить точность определения положения линии.



- 2 Замечание по определению точного положения линии Если линии расположены близко друг к другу, то сигнал генератора может присутствовать в близлежащей линии и воздействовать на точность определения положения заданной линии. Проверьте отсутствие других линий путем увеличения чувствительности приемника и его перемещения в сторону от определяемой линии примерно на 3 метра. Отсутствие других откликов, кроме одного пика сигнала над определяемой линией с его симметричным уменьшением при удалении в сторону от линии, подтвердит точность определения положения данной линии.

Если сигнал присутствует в другой, близлежащей линии или уменьшение отклика относительно максимального значения несимметрично, то необходимо провести определение точного положения линии дальше, на другом участке линии, где помехи отсутствуют. Если это нельзя выполнить, то вполне вероятно, что место расположения линии, указанное приемником, находится на одном направлении с источником помех и, в связи с этим, точное определение положения линии невозможно.

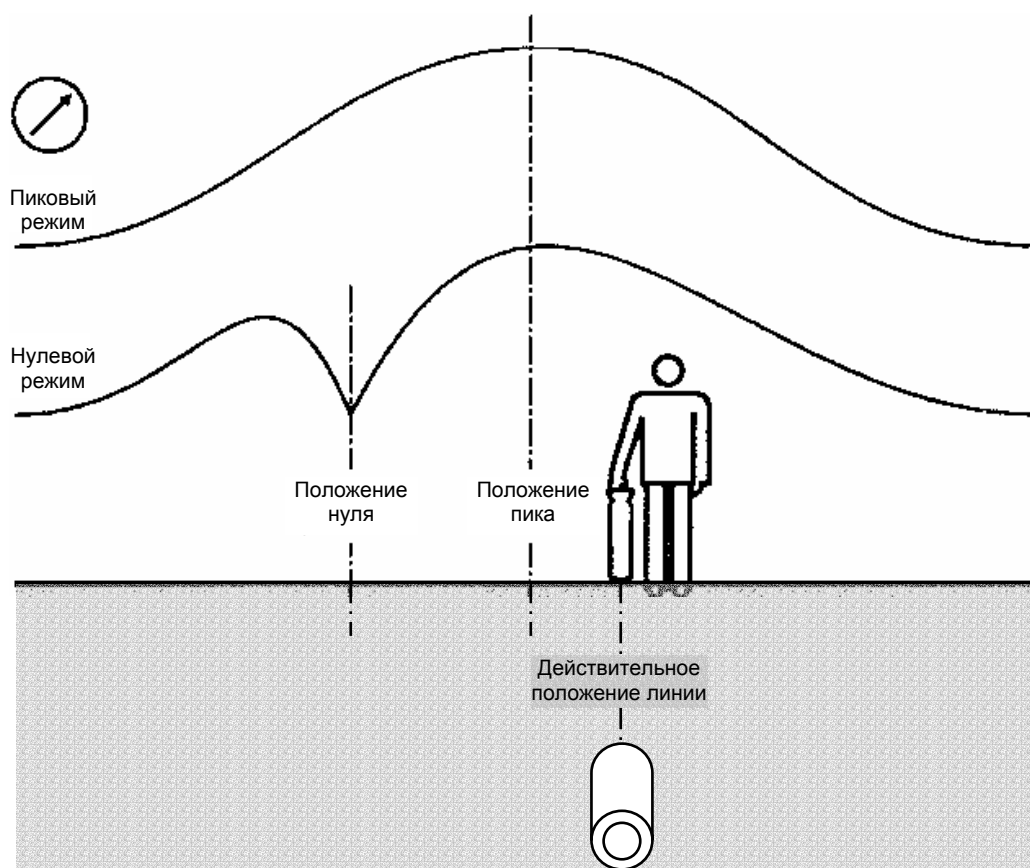
3 Определение точного положения с помощью прецизионного локатора

Выполните указанную выше процедуру с использованием режима пикового отклика и отметьте положение линии.

Переключите прибор в режим нулевого отклика и переместите приемник в положение для определения нулевого отклика.

Если положение максимального отклика (пика) и нулевого отклика совпадают, то можно считать, что положение линии определено точно.

Положение линии определено не точно, если отметки, полученные в режимах пикового и нулевого откликов не совпадают; обе отметки будут показывать отклонение в одну и ту же сторону. В действительности определяемая линия будет расположена ближе к точке, определенной в режиме пикового отклика.



Приблизительное положение линии может быть определено, используя правило "две трети плюс одна треть". Линия расположена на расстоянии, равном половине длины отрезка до пика или длине отрезка между положениями пика и нуля.

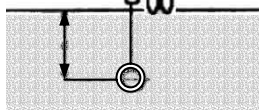
Измерение глубины залегания линии



Измерение глубины залегания линии возможно для глубин свыше 3м, когда к линии подведен сигнала от генератора.

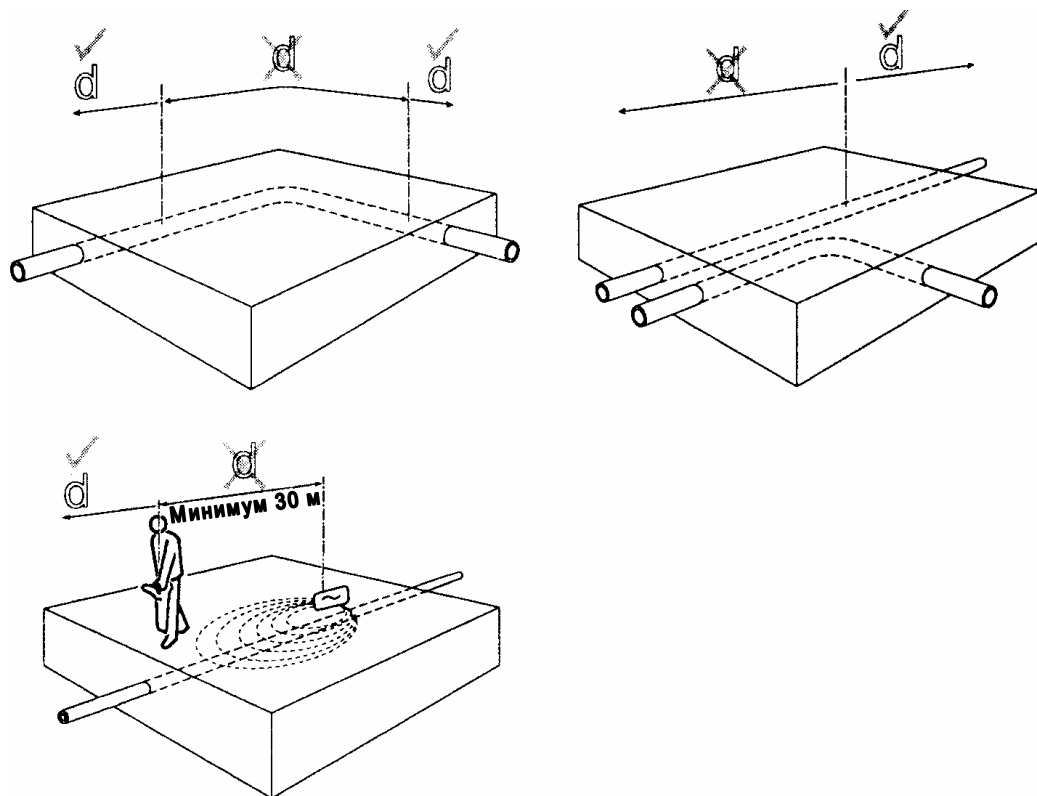
Пассивные сигналы не используются для измерения глубины залегания линий из-за низкой точности определения глубины.

Измерения осуществляются до центра трубы или кабеля. Величина толщины покрытия должна быть меньше показаний. Это является критичным для труб большого диаметра.



- 1 Замечания: Не проводите измерение глубины залегания линии вблизи колен, отводов или тройников. Отступите, по крайней мере, 5 м от колена или отвода для получения максимальной точности.

Измерение глубины залегания линии будут неточными при наличии аудио помех или в том случае, когда сигнал генератора распространяется и на близлежащую линию.



Исключите ввод сигнала за счет индукции. Если нет выбора, то генератор должен быть расположен, по крайней мере, на расстоянии 30 м от точки измерения глубины залегания линии.



Подтверждение положения линии (полученного в режиме пикового отклика) в режиме нулевого отклика указывает на возможность использования данной точки для измерения глубины залегания линии.

2 Процедура измерения глубины залегания линии

Определите точное место расположения определяемой линии с помощью приемника.



2.5.1



Убедитесь в том, что приемник расположен прямо над линией, а антенны расположены вертикально и под прямым углом к линии. Настройте уровень чувствительности так, чтобы обеспечить показания прибора на шкале. Нажмите кнопку "измерение глубины" и снимите показания дисплея приемника.

Если грунт излучает сильное электромагнитное поле, например, вблизи радиостанции, то проведите измерение глубины залегания линии, приподняв нижнюю часть антенны на 5 см от земли, и затем вычтите эту величину из показаний.

3 Проверка результата измерения глубины залегания линии

Подозрительные или граничные значения измеренной глубины залегания могут быть проверены путем поднятия приемника на 0,5 м от уровня грунта и последующего повторения измерений. Если измеренное значение глубины возрастает на эту величину, то измеренное ранее значение глубины корректно.

Точность измерения глубины залегания линии может достигать 5% в соответствующих условиях. Однако, пользователю не всегда известны эти приемлемые условия. В связи с этим, для проверки показаний могут быть использованы следующие приемы:

Проверьте наличие прямых участков линии, по крайней мере, 5 м в каждую сторону от точки измерения.

Проверьте относительное постоянство отклика на расстоянии примерно 10 м по длине линии и выполните измерение глубины залегания линии с любой стороны от первоначальной точки измерения.

Проверьте отсутствие сигнала значительного уровня на соседних линиях в пределах трех или четырех метров от определяемой линии. Это наиболее часто встречающийся источник погрешности измерения глубины залегания линии; наличие значительного сигнала, наведенного в соседнюю линию, часто может вызвать погрешность +/- 50%.

Выполните несколько измерений глубины залегания определяемой линии в точках, расположенных в непосредственной близости от нее. Увеличение числа измерений повысит точность определения глубины залегания линии, а также обеспечит более точное определение положения линии.

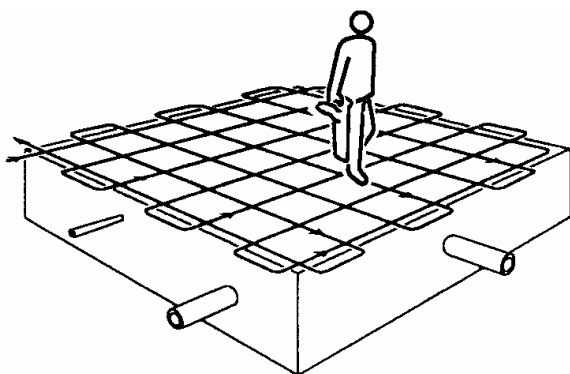
Сканирование и поиск

Существует большое количество методов, используемых для локации неизвестных линий, которые расположены в определенной зоне.

1 Пассивное сканирование



Большинство локаторов имеют режим "пассивной" локации. Более сложные локаторы имеют как пассивный режим радиопоиска для детектирования линий, вторично отражающих энергию радиоволн очень низкой частоты, так и более простой режим поиска для детектирования энергии с частотой 50/60 Гц, излучаемой подземными силовыми кабелями и другими близлежащими линиями.



Переключите прибор в режим пассивной локации.

Настройте чувствительность на максимум. Если при наличии отклика показания прибора выходят за пределы шкалы, то снизьте чувствительность.

Проведите поиск обследуемой поверхности по условной сетке, постоянно удерживая приемник в удобном положении с антенной, ориентированной по направлению движения и под прямым углом к любой из пересекаемых линий.

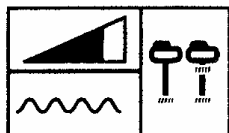
Останавливайтесь, когда отклик приемника возрастает, указывая на присутствие линии. Определите точное положение линии и отметьте его. Проведите трассировку линии в пределах зоны поиска.

В некоторых зонах могут присутствовать мешающие сигналы промышленной частоты 50/60 Гц. Поднимите приемник на 5 см от поверхности земли и продолжайте сканирование.

Переключите приемник в режим пассивного радиопоиска, если локатор имеет режим радиодетектирования. Увеличьте чувствительность до максимума и повторите указанную выше процедуру поиска по сетке на обследуемой поверхности, определите точное положение, выполните маркировку и трассировку любых линий, которые были обнаружены.

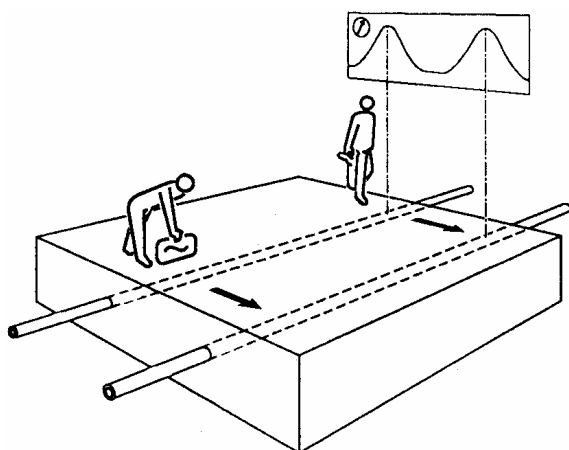
В большинстве зон, но не во всех, режим радиопоиска позволяет локализовать линии, которые не излучают сигналы в области промышленных частот. Поиск по сетке целесообразно выполнять как режиме пассивного поиска, так и в режиме пассивного радиопоиска.

2 Активный поиск



Процедура индукционного поиска является наиболее надежным способом локации неизвестных линий. В отличие от сканирования, этот способ требует использования генератора и двух операторов.

Определите зону поиска и возможное направление линий, пересекающих эту зону.



Один из операторов работает с генератором, а другой - с приемником. Генератор индуцирует сигнал в линии, который затем детектируется с помощью приемника, расположенного примерно на расстоянии 20 м от генератора в любую сторону.

Второй оператор удерживает приемник в начале обследуемой зоны. При этом антенны приемника должны быть расположены под прямым углом к возможному направлению подземных линий. Установите максимально возможный уровень чувствительности приемника, который не допускает приема сигнала непосредственно от генератора через окружающую воздушную среду.

Оператор, работающий с генератором на расстоянии примерно 20 м от приемника, устанавливает генератор вдоль предполагаемого направления линий и удерживает его так, чтобы наиболее длинная сторона генератора совпадала с вероятным направлением любой из линий.

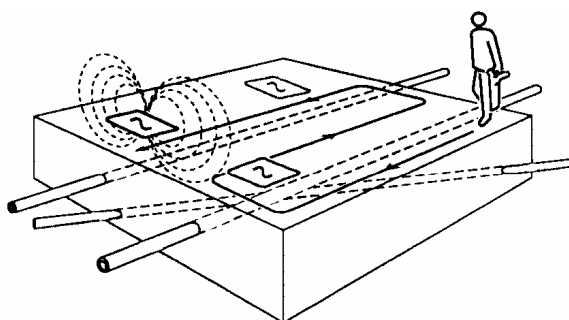
Когда генератор находится на одной линии с приемником, оба оператора начинают медленно перемещаться параллельно друг другу. Оператор с приемником также перемещает его вперед и назад для того, чтобы приемник был расположен параллельно генератору.

Генератор наводит сигнал в линии, которые расположены прямо под ним, которые затем локализуются с помощью приемника.

Отметьте на земле точки, соответствующие каждому пику детектируемого сигнала. Повторите процедуру поиска на других доступных участках линий.

После того, как положение линий отмечено, измените расположение приборов на обратное и, установив генератор последовательно над каждой из линий и вдоль нее, проведите трассировку каждой линии в пределах обследуемой зоны.

3 Процедура дополнительного поиска:



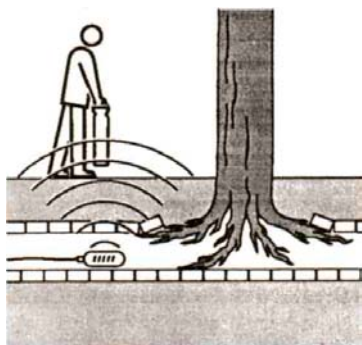
Этот способ не рассматривался при выполнении предыдущей процедуры, так как он используется в том случае, когда в процессе поиска может участвовать только один оператор или когда нет достаточного пространства для выполнения поиска как в предыдущей процедуре.

Положите генератор на его плоскую сторону. При этом, генератор возбуждает сигнал в линиях, находящихся в стороне от него, а не в линиях, расположенных непосредственно под ним.

Проведите с помощью приемника сканирование обследуемой зоны, по крайней мере, на расстоянии 10 м вокруг генератора. Установите точное положение каждой из линий и выполните их маркировку.

Изменяйте положение генератора с интервалом примерно 5 м и при каждом его новом положении проводите сканирование обследуемой зоны приемником на расстоянии примерно 10 м от генератора. Прекращайте сканирование всегда, когда имеет место отклик. Определите точное место расположение линий и выполните их маркировку. Проведите трассировку всех линии в пределах обследуемой зоны.

Локация зондов: трассировка неметаллических дренажных каналов, труб и канализационных коллекторов



Зонды, представляющие собой малогабаритные автономные влагонепроницаемые генераторы, излучают сигнал, который может быть локализован с помощью приемника.

Зонды при использовании приемника позволяют локализовать и выполнить трассировку неметаллических дренажных каналов, труб и канализационных коллекторов.

При локации с помощью зондов используется одна и та же методика, вне зависимости от типа трубы или дренажного канала. Основное требование - наличие доступа для ввода зонда и возможность его перемещения. Сигнала зонда не может быть локализован, если зонд расположен под металлическими покрытиями или пластинами.

- 1 Выбор типа зонда Производители локаторов, как правило, выпускают широкий спектр различных зондов. Чем больше размер зонда, тем больше возможная глубина локации.



Убедитесь в том, что допустимая глубина погружения зонда соответствует конкретной практической задаче, а его размеры позволяют вводить зонд в трубопровод или канал и проходить через колена.

Проверьте соответствие частот зонда и приемника; приемник не сможет локализовать зонд, если их частоты не совпадают. Зонды обычно имеют маркировку генерируемой ими частоты.

Убедитесь в том, что для проводки зонда имеются соответствующие средства с необходимыми фитингами или втулками.

- 2 Проводка зонда Существует ряд способов проводки зонда в трубопроводе или канале. Для резьбового соединения зонда с концом прутка для прочистки канализационных труб или с гибким нейлоновым стержнем используются специальные адаптеры.

Между концом стержня и зондом обычно устанавливается пружинная муфта для исключения повреждения зонда при его проводке через колена труб.

К зонду могут быть прикреплены зажимы для его фиксации на футляре сзади головки сопла для очистки труб под высоким давлением.

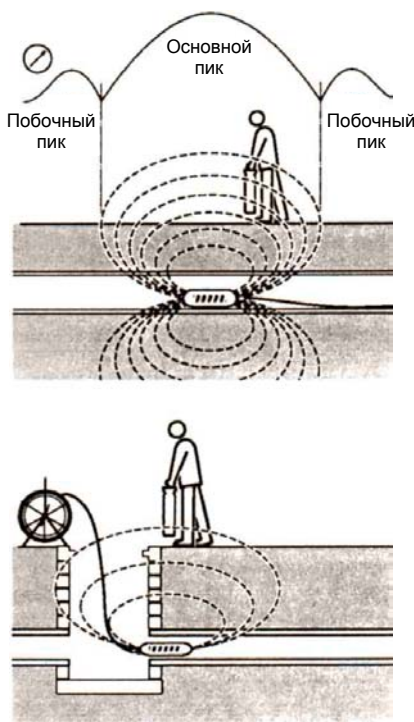
Зонд, привязанный к фалу, может также плыть по канализационному коллектору.

Небольшие зонды для трассировки дренажных труб небольшого размера до глубины 0,8 м обычно имеют передающую антенну, установленную в головку гибкого стержня, а электронный блок и батареи питания расположены на барабане стержня на поверхности. Стержень обычно вставляется в трубу через смотровой колодец или люк.

- 3 Операции перед вводом зонда** Установите в зонд новую батарею. При ежедневной работе или перед началом новой работы необходимо установить в зонд новую или "свежезаряженную" батарею.

Проверьте соответствие частот зонда и приемника, а также корректность их работы. Расположите зонд на земле на расстоянии от приемника, равном допустимой глубине использования зонда. Направьте приемник на зонд, ориентируя антенну по одной линии с зондом (направление, противоположенное используемому при локации линии приемником), и убедитесь в том, что показания прибора превышают 50% при максимальной чувствительности.

- 4 Установка уровня чувствительности приемника** Вставьте зонд в дренажную трубу или коллектор в доступном месте и проведите локацию зонда пока он еще виден на входе в трубу или коллектор.



Удерживайте приемник с антенной вертикально над зондом и на одной линии с ним. Настройте чувствительность приемника так, чтобы показания прибора находились между 60% и 80%. Поле, излучаемое зондом, вызывает появление основного пика в центре над зондом и двух побочных пиков с каждой стороны от него. Переместите приемник на небольшое расстояние вперед и назад по оси расположения зонда для детектирования побочных сигналов. Появление этих двух побочных сигналов подтверждает корректность локации. Уменьшите чувствительность приемника так, чтобы исчезли побочные сигналы, но четко определялся пик непосредственно над зондом. Такая величина чувствительности приемника и соответствует уровню чувствительности, необходимому для трассировки дренажной трубы или канала вне зависимости от изменения расстояния между зондом и приемником.

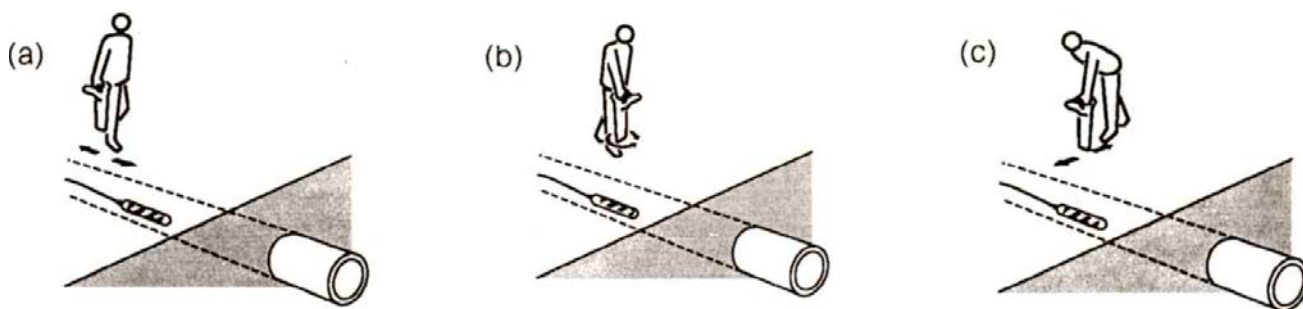
5 Локация и трассировка Продвиньте зонд примерно на три метра вдоль трубы или коллектора и остановитесь. Расположите приемник над предполагаемым положением зонда. Не изменяйте уровень чувствительности приемника.

(а) перемещайте приемник вперед и назад, располагая его плоскость на одной линии с зондом, и остановитесь, когда прибор покажет пик;

(b) поворачивайте приемник вокруг вертикальной оси и остановитесь, когда прибор покажет пик;

(с) перемещайте приемник из стороны в сторону до тех пор, пока прибор не покажет пик;

(d) повторите операции (а), (b) и (с) при вертикальном расположении антенны, слегка приподняв ее над землей. При этом приемник с антенной должен располагаться прямо над зондом и на одной оси с ним; отметьте положение и направление зонда.



Продвиньте зонд дальше на три или четыре метра, определите положение зонда и отметьте его. Повторите эту процедуру определения точного положения зонда через такие же интервалы вдоль всей линии трубопровода или коллектора.

6 Измерение глубины расположения зонда Калибровка при измерении глубины расположения зонда отличается от процедуры калибровки, необходимой для измерения глубины залегания линии. Убедитесь в том, что приемник переключен на соответствующую шкалу перед тем, как приступить к определению глубины с использованием кнопки "измерение глубины".

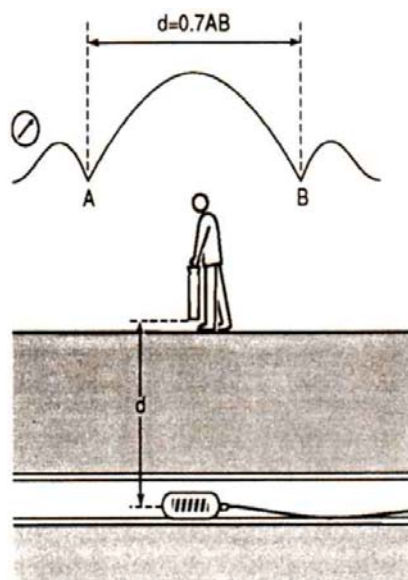


Измерение глубины. Определите точное положение зонда, используя процедуры (а) - (d), подробно рассмотренные в предыдущем параграфе. Настройте чувствительность так, чтобы показания прибора находились в пределах шкалы. Переключите приемник в режим индикации глубины. Нажмите кнопку "измерение глубины" и снимите значение глубины с экрана дисплея.



Метод расчета глубины расположения зонда. Определите точное положение зонда. Перемещайте приемник с антенной (все еще ориентированной по линии расположения зонда) вперед относительно зонда, увеличивая чувствительность для поиска побочного пика сигнала.

Переместите приемник назад относительно зонда, оставляя плоскость приемника ориентированной по одной линии с зондом. Затем определите положение точек A и B. Измерьте расстояние между ними и умножьте эту величину на 0,7 для получения приближенного значения глубины.

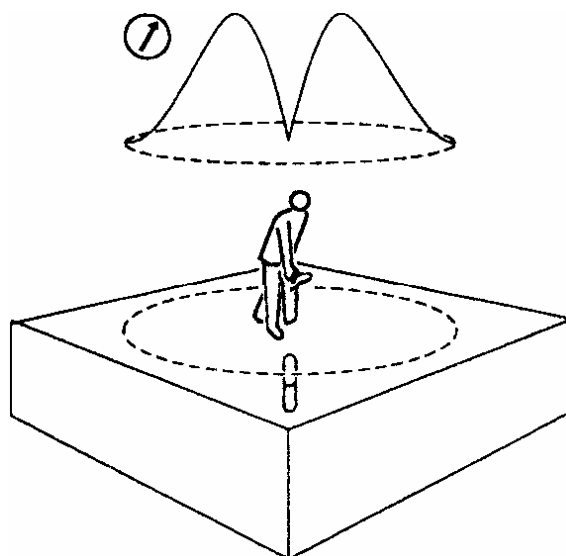


7 Специальные способы локации заглубленных зондов

Расположение

зонда по оси является более легким для точной локации, чем его смещенное положение. Например, зонд в канализационном коллекторе может быть расположен как поперек коллектора, так и вдоль его оси. Этот метод обычно используется в канализационных коллекторах со сквозным проходом или водопроводных галереях. Во-первых, зонд локализуется в его положении вдоль оси, а затем поворачивается на 90 градусов для ориентации поперек оси канализационного коллектора.

Другой способ заключается в расположении зонда вертикально. Локатор на поверхности земли будет принимать хороший сигнал с нулевым значением в центре, расположенном непосредственно над зондом. Точность того способа очень высока, однако она зависит от того, насколько точно зонд установлен в вертикальном положении.



Локация металлических крышек

При локации часто возникает необходимость обнаружения крышек, расположенных под новым асфальтом или травяным покрытием. Обычно электромагнитные локаторы кабелей и труб не приспособлены для локации крышек, если только дополнительная антенна и соответствующая схема не установлены в приемник или генератор. Для этих целей почти всегда требуются специальные локаторы металлических крышек - металлоискатели.

- 1 **Типы металлоискателей** Металлоискатели обычно просты в использовании и калибруются производителем таким образом, чтобы исключить влияние на результат поиска небольших металлических предметов, например, крышек бутылок, находящихся вблизи поверхности грунта.

Металлоискатели генерируют непрерывное магнитное поле и "откликаются" на его изменения или искажения ниже антенны.

Известны два основных типа металлоискателей. Простые приборы с горизонтальной антенной, которые обычно позволяют локализовать железные крышки клапанных колодцев размером 10 см на глубине до 30 см и железные квадратные крышки размером 60 см на глубине до 75 см.

Металлоискатели с вертикальной антенной обеспечивают локализацию крышек, расположенных глубже на 25-30%, и имеют возможность определять габаритные размеры крышек так, что могут быть идентифицированы прямоугольная или цилиндрическая крышки.

- 2 **Сканировании при поиске крышек** Поиск требует сканирования или обследования определенной области с помощью локатора. Время локации сокращается, если имеется информация, указывающая на примерное место расположения крышки. Таким образом, поиск может быть ограничен только этой областью.

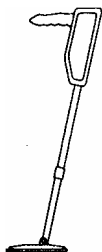
На возможное место нахождения крышек указывают потери сигнала и отклик прибора при трассировки линии или локации положения зонда. Области возможного расположения крышек должны быть отмечены, а затем необходимо выполнить их сканирование с помощью металлоискателя для определения точного положения крышек. Трассировка известной линии до крышки облегчит ее идентификацию.

Всегда обследуйте область предполагаемого расположения крышки по сетке. Шаг сетки должен быть небольшим при поиске крышек небольшого размера и широким при поиске больших крышек.

- 3 **Локация крышек** Найдите крышку, расположенную на поверхности и имеющую размеры и форму подобно той, которую необходимо обнаружить. Удерживайте приемник непосредственно над крышкой на высоте, примерно равной предполагаемой глубине залегания искомой крышки.

Установите такой уровень чувствительности, который обеспечивает четкий отклик при определении положения крышки. Приведите чувствительность к исходному уровню, если локатор имеет функцию автоматического регулирования чувствительности, и убедитесь в том, что видимая крышка дает четкий отклик.

4 Локация с использованием локаторов с горизонтальной антенной

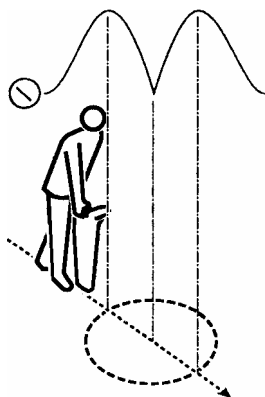


Отличительной чертой металлоискателей с горизонтальной антенной является наличие антенны в виде диска или тарелки диаметром примерно 20 см.

Обычно этот тип локаторов имеет автоматическую регулировку чувствительности и это все, что необходимо для обследования поверхности земли в зоне предполагаемого залегания крышки.

Если локатор имеет ручную регулировку чувствительности, то нет необходимости вновь настраивать его чувствительность при локации искомой крышки, если только она не расположена глубже, чем это предполагалось при установке чувствительности на крышке, находящейся на поверхности земли. В случае использования локаторов с автоматической регулировкой чувствительности может возникнуть необходимость в переустановке его параметров для адаптации прибора к условиям локации искомой крышки.

5 Локация с использованием металлоискателей с вертикальной антенной



Большинство производителей локаторов рекомендуют определенную процедуру установки уровня чувствительности. Перед выполнением локации искомой крышки эта процедура должна быть проверена путем получения приемлемого отклика на крышке, аналогичной искомой и расположенной на поверхности.

Обследуйте область предполагаемого расположения крышки по сетке.

Остановитесь, когда локатор дает отклик над крышкой.

Максимальный отклик (пик) имеет место на границах крышки, а нулевой отклик - в ее центре. Уменьшите чувствительность для получения узких, четких откликов на границе крышки при перемещении локатора вперед и назад вдоль одной и той же оси.

Приближайтесь к искомому объекту с различных сторон, регистрируя максимальные и нулевой отклики. Всегда пересекайте искомый объект по прямой линии, не изменяя направления перемещения при движении над объектом.

Отмечайте границы искомого объекта при каждом пересечении его.

Глубина залегания искомой крышки может быть оценена путем сравнения величин отклика локатора на заглубленной крышке и аналогичной крышки, расположенной на поверхности. Настраивайте чувствительность прибора до тех пор, пока заглубленная крышка не будет найдена.

Не изменяя достигнутый уровень чувствительности локатора, добейтесь такой же величины отклика, расположив локатор над видимой крышкой такого же размера и формы. Высота расположения локатора над видимой крышкой будет примерно соответствовать глубине залегания искомой крышки.

6 Помехи

Возможности локации снижаются, когда металлоискатель используется вблизи металлических оград или припаркованного автотранспорта.

Локация подземных маркеров

Маркеры или указатели используются для индикации положения различного оборудования, расположенного под землей; например, клапанных коробок, кабельных соединительных коробок или тройников. Маркеры устанавливаются при первоначальном монтаже подземного оборудования в системах коммунального хозяйства. Обычно указатели представляют собой алюминиевые, железные или пластиковые пластины, которые прикрепляются к стенам сооружений или бетонным стойкам. На маркерах нанесена информация, необходимая для идентификации подземного оборудования, а также расстояние до него и глубина залегания.

Через несколько лет эти наземные указатели приходят, как правило, в негодное состояние. Они часто бывают изуродованы вандалами и разрушены небрежным отношением водителей автотранспорта, или могут быть повреждены при сенокосе, либо создании живой изгороди или установке бордюров, а также часто скрыты растительностью.

В связи с этим, применяют различные типы подземных маркеров.

- 1 Локация подземных маркеров Подземные маркеры используют для определения с поверхности земли точного положения подземного оборудования или его отдельных узлов. Подземные маркеры применяют обычно для индикации положения служебных спусков, стыков, трубных муфт, клапанных коробок, электродов катодной защиты от коррозии и тройников пластиковых труб.

В том случае, когда примерное расположение оборудования известно и отмечено на соответствующих картах или чертежах, поиск с целью локализации маркера проводится на относительно небольшой поверхности.

Маркеры могут быть также использованы для указания направления трассы пластиковых труб или волоконно-оптических кабелей. Это не совсем удачное применение металлоискателей, так как пользователь локатора должен затратить значительное количество времени для поиска каждого маркера. При этом, часто имеют место ошибки из-за предположения, что трасса между маркерами расположена на по прямой линии. Установка трассировочных проводов вместе с подземными трубами и кабелями, а также использование стандартных процедур трассировки и локации, является предпочтительным методом определения положения и направления любых неметаллических труб или кабелей.

2 Типы подземных маркеров

Магнитные маркеры.

Маркеры типа индукционной катушки.

3 Магнитные маркеры

Постоянные магниты являются простым и дешевым типом маркеров. Их локализация может быть выполнена путем использования стандартных магнитометров, которые обычно применяют для локации подземных маркеров имущества.

Для оценки глубины расположения оборудования до 1,5 м используют стек из восьми постоянных магнитов. При заглублении магниты должны быть корректно ориентированы при вертикальном расположении стека над подземным оборудованием, маркировку которого необходимо выполнить. Для установки магнитного стека и его защиты от воздействия химических веществ, присутствующих в грунте, используются пластиковые держатели.

Пластиковые тройники ряда производителей имеют специально отформованный слот для установки магнитного стека.

Поиск маркеров по плотной сетке в пределах обследуемой зоны осуществляется с помощью магнитометра. Когда магнитометр находится над маркером, имеет место аудио или аудио/видео отклик. Положение маркера может быть точно определено путем снижения чувствительности магнитометра до минимума, позволяющего различать сигналы.

Эффективность магнитометра снижается при его использовании вблизи металлических конструкций, припаркованных автомобилей или других крупных металлических предметов.

4 Маркеры типа индукционной катушки

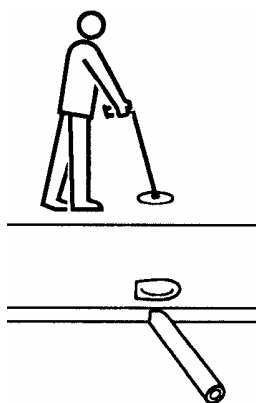
Эти настроенные соответствующим образом маркеры в защитной герметичной оболочке заглубляют над оборудованием, которое должно быть отмечено, а затем локализовано путем наведения поля от локатора маркеров, имеющего настроенную таким же образом катушку антенны.

Выпускаются маркеры с различными диаметрами катушки, которые соответствуют максимальной глубине локации. Маркеры диаметром 375 мм могут быть локализованы на глубине до 2,4 м, а маркеры диаметром 200 мм - до 1,2 м.

Для маркировки различных типов подземного оборудования выпускается ряд специально настроенных маркеров и локаторов для определения их положения. Маркеры обычно поставляются в защитном корпусе, окрашенном в определенный цвет в зависимости от назначения: красный цвет для силовых систем, синий для водоводов и т.д.

Маркеры должны располагаться в плоскости или горизонтально в канаве или траншее так, чтобы положение катушки точно соответствовало положению поисковой катушки локатора маркеров на поверхности земли.

Некоторые производители выпускают маркеры-катушки небольшого размера, помещенные в сферический контейнер. Такой маркер может быть опущен в траншею и катушка будет всегда иметь корректную ориентацию для ее локации.



Локация маркеров осуществляется путем их поиска с помощью локаторов маркеров. Локатор дает четкую аудио или визуальную индикацию, когда находится непосредственно над настроенным соответствующим образом маркером.

Локатор маркеров является прибором, предназначенным для локации маркеров, которые настроены определенным образом. Так, локатор, настроенный для поиска маркеров красного цвета силовых линий, не сможет регистрировать маркеры синего цвета труб с водой.

Использование маркеров с индукционной катушкой являются эффективным способом локации и идентификации оборудования подземных систем.

Удобные локаторы электромагнитного типа не могут использоваться для локализации маркеров с индукционной катушкой и эти маркеры не предназначены для целей предупреждения независимых организаций о наличии подземного оборудования. Их основное назначение - индикация места расположения оборудования владельцам подземных коммуникаций.

Маркировка линий

Локация линии является первым шагом обеспечения информацией о ее расположении для тех, кто нуждается в использовании этой информации. Эта информация должна быть представлена таким образом, чтобы нельзя было ее неправильно интерпретировать.

- 1 Сбор материалов по маркировке перед выполнением локации также важен, как и гарантии ее полного выполнения в процессе работы.
- 2 Решение о расширении маркировки для индикации положения и идентификации заданной линии и других близлежащих кабелей должно быть согласовано со всеми, кто нуждается в использовании этой информации. Стрелки, крестики, тире или другие цветные метки допустимы, однако, все они должны быть согласованы перед выполнением локации. Маркировка тройников и другого подземного оборудования также должна быть согласована.

Необходимо иметь соответствующие цветные колышки, если обследование или локация будут проводиться в сельской местности или на травяном покрытии.

- 3 Маркировка линии должна быть проведена после определения точного положения каждого участка или его локализации. Ретроспективная маркировка может привести к ошибкам или неточностям в зонах, насыщенных различными кабелями и трубами.

Выполняйте маркировку каждой локализованной точки, так как это обеспечить возможность возврата назад по трассе линии для проверки. Любая точка, локализованная в неправдоподобном или нелогичном положении вдоль трассы линии, должна быть обследована. Причины любых ошибок локализации должны быть выявлены для того, чтобы в дальнейшем исключить ошибки в выполняемых операциях.

- 4 Любая неопределенность или сомнения в точности определения локализованной точки или места расположения линии должны приниматься во внимание для того, чтобы обеспечить дальнейшее обследование и локацию специалистом или выполнения отверстий для осмотра.
- 5 Не наносите маркировку локализованных точек на карты или чертежи пока они не отмечены на земле.

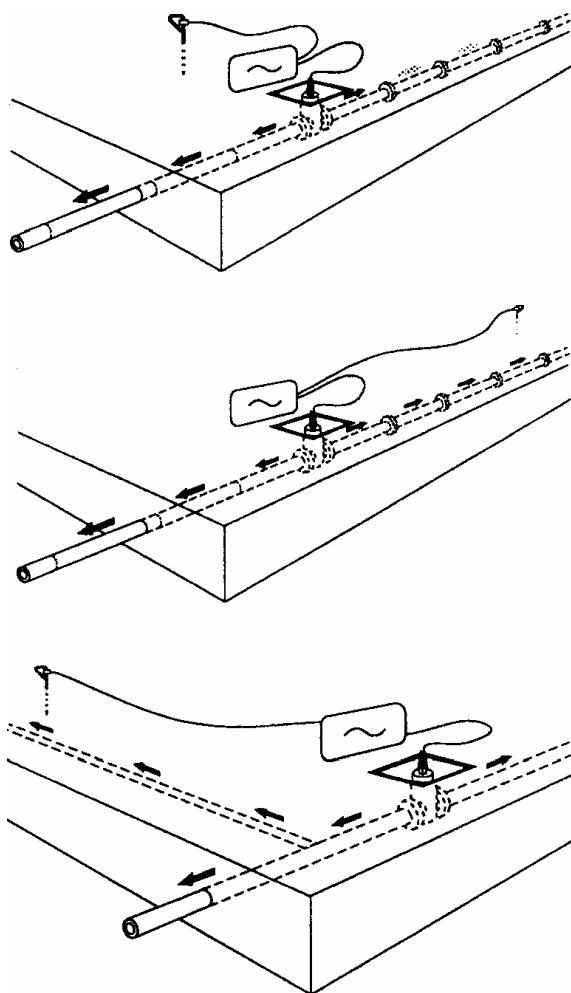
Каждая организация имеет свои собственные процедуры выполнения маркировки на картах или чертежах. Эти процедуры должны быть выполнены ясно и точно, исключив возможность неоднозначной интерпретации. Все точки, где имеются сомнения в точности локализации положения, глубины залегания или идентификации линий должны быть четко указаны во всех рабочих документах.

Глава 3. Эффективная локация: дополнительные способы локации и трассировки

Известен ряд методов получения информации о подземных кабелях дополнительно к тем, которые были рассмотрены в Главе 2. Кроме того, существует ряд дополнительных способов ввода сигнала генератора, которые весьма полезны в трудных условиях локации.

Глава 3: Раздел 1. Прямое подключение

Прямое подключение: преодоление проблем

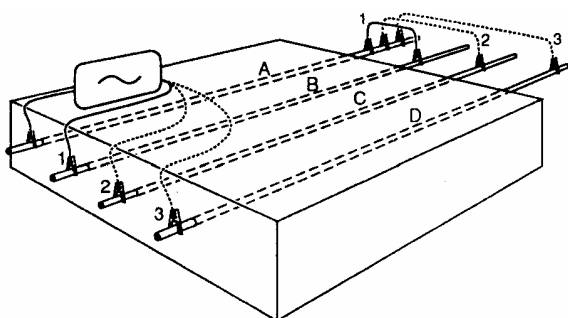


1 Иногда при подключении заземляющего провода к штатному соединению, основной сигнал не распространяется по определяемому участку линии, а идет в обратном направлении. Причина может заключаться в наличии механических соединений на определяемом участке линии и сварных стыков на противоположном участке. Механические стыки приводят к появлению электрического сопротивления некоторой величины, а сигнал распространяется по пути наименьшего сопротивления, т.е. по участку линии со сварными стыками.

Часто ситуация может быть улучшена путем перемещения заземляющего провода в положение, которое обеспечит прохождение сигнала в требуемом направлении. Это обычно требует перемещения стержня заземления ближе к основному направлению определяемого участка линии. Как правило, это достигается путем использования стандартного провода заземления, однако в более сложных ситуациях, может быть необходимо расположить стержень заземления вблизи определяемого проводника и на расстоянии примерно 200 м от точки ввода сигнала генератора.

Этот способ может использоваться для того, чтобы "заставить" сигнал идти в требуемом направлении от тройника или соединительной коробки. Подключение генератора в двух точках к определяемой линии является более предпочтительным способом везде, где это возможно.

2 Подключение генератора к одной точке определяемой линии (второй вывод генератора подключается к стержню заземления) часто может вызвать неточности локации. Это может быть обусловлено тем, что сигнал идет не напрямую через определяемую линию к точке заземления, а через близлежащую линию, где величина сопротивления меньше. В ряде случаев эти проблемы имеют место, когда определяемая линия лежит глубже, чем близлежащая линия, сопротивление которой прохождению сигнала меньше, чем у определяемой линии.



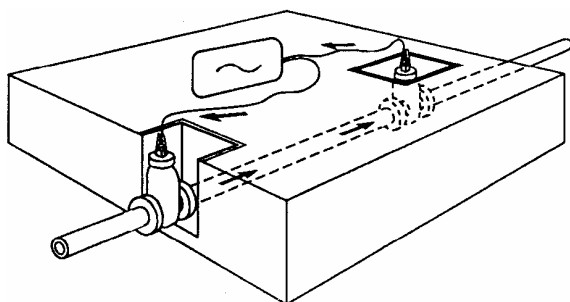
Близлежащая линия, параллельная определяемой, может обеспечить возможность локации на больших расстояниях. Подключение одного конца выхода генератора к определяемой линии, а другого - к близлежащей линии, и их соединение вместе в удаленной точке - эффективное двойное концевое соединение. При этом, сигнал будет проходить по определяемой линии, а затем по близлежащей параллельной линии, что обеспечит их локацию. Использование визуальной информации

и результатов измерения глубины залегания линий позволит пользователю идентифицировать обе линии.



Проблема идентификации определяемой линии может быть решена наилучшим образом, используя локатор с режимами измерения величины тока и распознавания его направления.

В зонах, где находится много параллельных линий, задача идентификации облегчается путем последовательного их использования для двойного концевого соединения. При этом, положение приемника при локации над определяемой линией остается неизменным и она может быть идентифицирована методом исключения.



3 Подключение генератора в двух точках (двойное концевое соединение) является исключительно полезным способом трассировки и идентификации линий на промышленных объектах, насыщенных большим количеством линий. Единственное требование - возможность доступа к концам соответствующих линий.

Подключите генератор к доступной точке на определяемой линии. Заземление генератора подсоединяется с помощью длинного кабеля к другой доступной точке, расположенной дальше по линии. Замыкание цепи достигается без использования отдельной точки заземления. Сам длинный кабель должен быть расположен как можно дальше от предполагаемого направления линии.

Этот способ ввода сигнала генератора является идеальным для идентификации определяемой линии. При подключении в двух точках одной и той же линии, один и тот же уровень тока будет детектироваться во всех точках цепи. Показания на дисплее приемника будут оставаться постоянными, если глубина залегания линии не изменяется.

Этот способ ввода сигнала генератора является идеальным для идентификации определяемой линии. При подключении в двух точках одной и той же линии, один и тот же уровень тока будет детектироваться во всех точках цепи. Показания на дисплее приемника будут оставаться постоянными, если глубина залегания линии не изменяется.

Установка параметров генераторов

1 *Согласование импедансов.* Все маломощные генераторы имеют функцию согласования импедансов для обеспечения наиболее эффективного использования доступной мощности. Где это возможно, используйте небольшие значения импеданса для сохранения мощности. Увеличивайте значения импеданса, если требуется более мощный сигнал для трассировки линии.

В некоторых генераторах функция согласования импедансов выполняется автоматически.

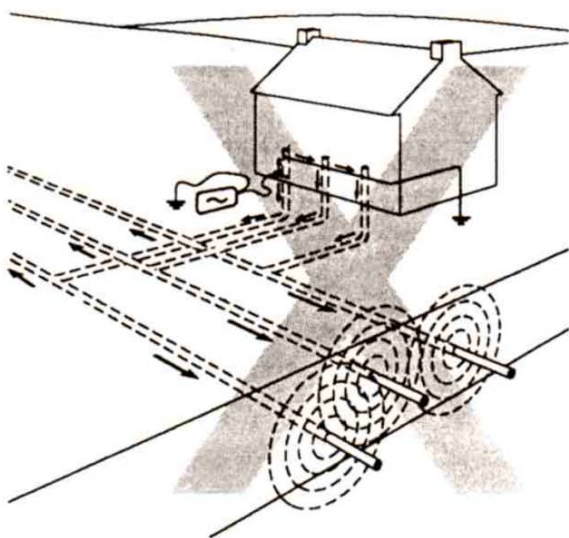
2 *Выбор частоты.* Зачастую трудно определить частоту, наиболее приемлемую для конкретной практической задачи локации. В данной книге рекомендации по выбору частоты даны на рисунках при описании каждого применения локаторов. Накопленный опыт, а также метод проб и ошибок - единственные пути определения необходимой частоты, если рекомендации по ее выбору носят общий характер.

Современные генераторы обычно обеспечивают возможность одновременного ввода в линию двух или более сигналов различной частоты. Это позволяет использовать приемник для локации линии на каждой из частот последовательно. При этом, появляется возможность выбора частоты, наиболее приемлемой для локации определяемой линии.

Генератор должен быть отключен от многочастотного режима для того, чтобы при выбранной частоте получить полную мощность.

Взаимодействие сигналов

Нежелательное взаимодействие сигнала определяемой линии с близлежащими линиями является одной из наиболее распространенных проблем локации. Это приводит либо к ошибкам определения положения и глубины залегания определяемой линии, или к ошибочности маркировки линии. В большинстве ситуаций практически невозможно исключить определенный уровень взаимодействия. Однако, существует ряд способов, которые позволяют внимательному пользователю снизить это взаимодействие и увеличить надежность локации.



Исключите ввод сигнала путем индукции. Взаимодействие сигнала может происходить с несколькими линиями непосредственно в точке ввода. Используйте сигнальный зажим, где это возможно.

Идентифицируйте точки, где линии могут быть соединены вместе или находиться в плотном контакте. Выполняйте локацию по направлению к этим точкам, а не от них. Например, если газовые и водопроводные трубы объединены в пределах здания, то предпочтительным является ввод сигнала в клапаны или другие доступные точки вне здания, а не внутри него.

Снизьте взаимодействие с параллельной линией, используя сигнал низкой частоты, где это возможно.

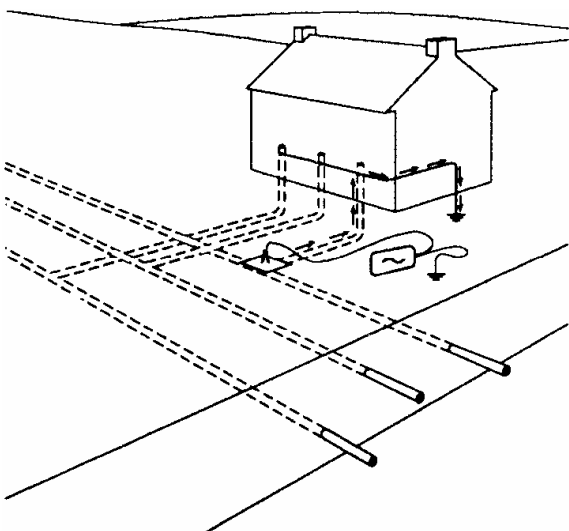
Используйте подключение генератора к двум точкам линии, если это возможно.

Выбирайте точку ввода сигнала, где линия расположена вдали от других линий - в зонах, ненасыщенных различными коммуникациями.

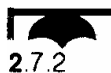
Когда генератор подключается к одной точке определяемой линии (второй вывод генератора подключается к стержню заземления), то устанавливайте стержень заземления как можно дальше от определяемой и других подземных линий.

Исключите использование существующих (штатных) структур для выполнения заземления, так как другие подземные линии могут быть соединены с ними.

Плохой контакт с "землей" или просто лежащий на поверхности провод заземления под прямым углом к линии могут очень быстро привести к взаимодействию с другими линиями, в отличие от хорошего контакта с землей, который при трассировке на большие расстояния не требуется.

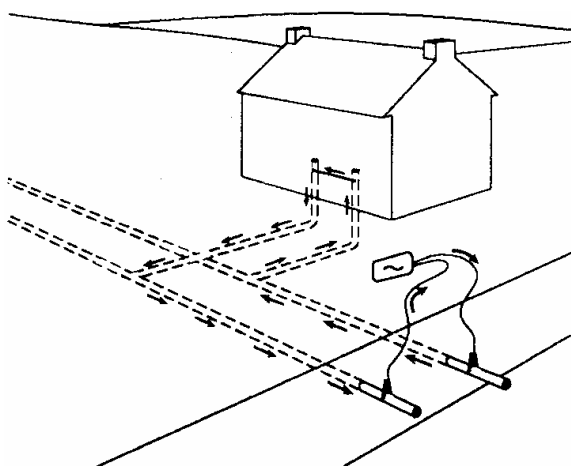


Ввод сигнала генератора, обеспечивающий максимальное расстояние трассировки



2.7.2

Различные факторы влияют на максимальную величину расстояния трассировки линии. При прохождении тока через линию происходит постепенное ослабление уровня сигнала по мере увеличения расстояния до генератора. В связи с этим, необходимо вводить сигнал в линию наиболее эффективным способом.



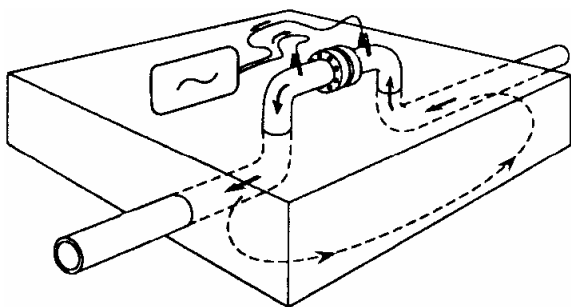
1 Двойное концевое соединение, при котором кабели генератора подключаются к обоим концам линии, является наиболее эффективным способом ввода сигнала.

Другое преимущество подключения генератора к двум точкам линии - ввод сигнала таким образом, что генератор имеет максимальный выход.

Иногда эффективное подключение к двум точкам может быть получено на очень больших расстояниях путем ввода сигнала в две, сходящиеся в одной точке линии. Например, две линии, скажем газовая и водопроводная, идущие почти параллельно до ввода в здание, где они имеют общее соединение.

Подключение к обоим линиям будет гарантировать высокий уровень сигнала на значительном расстоянии. При трассировке должно быть обращено особое внимание на корректность идентификации этих линий.

2 Повышение качества соединений с "землей" позволит увеличить значение вводимого тока и, таким образом, диапазон трассировки. Качество этих соединений может быть улучшено путем тщательной установки стержня заземления во влажный грунт, забивки длинного медного стержня в землю или присоединением к существующим металлическим конструкциям заземления, с которыми нет соединения других труб или кабелей.



3 Наилучшее заземление может обеспечить сама линия. Это может быть использовано только в такой ситуации, когда линия имеет изолированный участок, эффективно разделяющий ее на два проводника. Например, когда длинная трубопроводная линия имеет изолирующий фланец, то ввод сигнала генератора с помощью зажимов с любой стороны от стыка обеспечит наилучшее качество сигнала.

4 При подключении генератора к одной точке линии (второй вывод генератора подключается к стержню заземления) вводимый ток будет распространяться в обоих направлениях линии, если подключение выполнено ближе к середине линии, а не ее концу. Сигнал может быть удвоен, если есть возможность отсоединить линию в нежелательном направлении.

5 Индукция должна быть исключена. Это неэффективный способ ввода сигнала, так как большая часть мощности генератора рассеивается в земле или грунте.

Ввод сигнала генератора в силовые кабели, находящиеся под напряжением



Убедитесь в том, что генератор и пользователь защищены от воздействия напряжения 500 В (эффективное значение) переменного тока до частоты 60 Гц, перед использованием соединителя для подключения к кабелям под напряжением в низковольтных системах. Соблюдайте все правила и процедуры безопасного проведения работ.

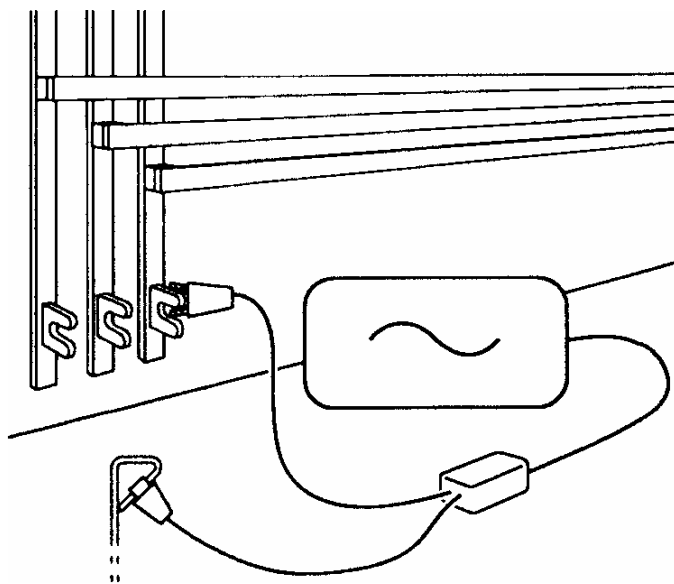
Соединитель для кабелей под напряжением является дополнительной принадлежностью локатора и предназначен для ввода сигнала генератора в кабель, находящийся под напряжением. Он может использоваться квалифицированным персоналом, имеющим сертификат для работы с кабелями, находящимися под напряжением.

Вставьте один конец кабеля соединителя в генератор. Зажим красного цвета присоединяется к проводнику, находящемуся под напряжением, а зажим черного цвета - к нейтрали или заземлению, соответственно. Изменение тона генератора или показаний на его дисплее будут свидетельствовать о выполнении соединения.

Трассировка и идентификация кабелей в помещениях: присоедините красный зажим к соответствующему проводу в клеммной коробке. Если необходимо, то удалите предохранитель. Присоедините черный зажим к независимой точке заземления вне клеммной коробки.

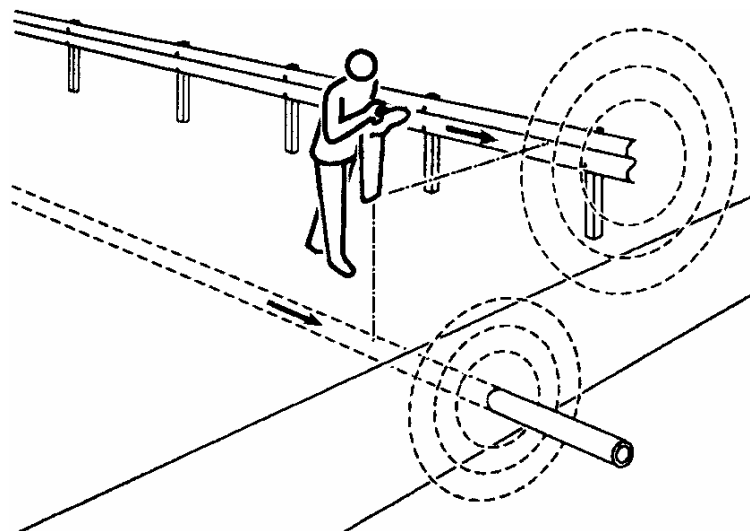
Трассировка кабелей уличного освещения: присоедините красный зажим ко входящему кабелю, находящемуся под напряжением. Присоедините черный зажим к столбу освещения, если он выполнен из металла, или к независимой точке заземления.

Соединитель для кабелей, находящихся под напряжением, подобным образом может использоваться для ввода сигнала непосредственно в кабели через низковольтные изоляторы, блоки предохранителей и т.п. на промышленных объектах.



Точная локация линий вдоль автострад или автомагистралей

Большинство основных автомагистралей имеют металлическое ограждение или защитный брус, под которыми расположены подземные линии. Точная локация линий в этих случаях часто затруднена, так как защитное ограждение может излучать более сильный сигнал, чем определяемая линия. Это обусловлено тем, что ток обычно распространяется через металлическое ограждение, которое имеет низкое сопротивление. Близость металлического ограждения к локатору часто является причиной серьезных ошибок локации.

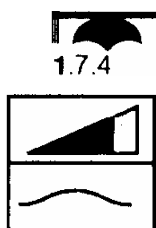


Приемник с одной горизонтальной антенной необходимо расположить прямо над линией на такой же высоте, на которой находится металлический брус.



Приемник с двойной антенной может быть необходимо располагать выше, для исключения нулевого отклика из-за взаимодействия с металлическим ограждением. Приемлемая высота может быть определена только опытным путем; постарайтесь исключить сигнал от металлического ограждения, определив его опытным путем с более удаленной стороны от линии.

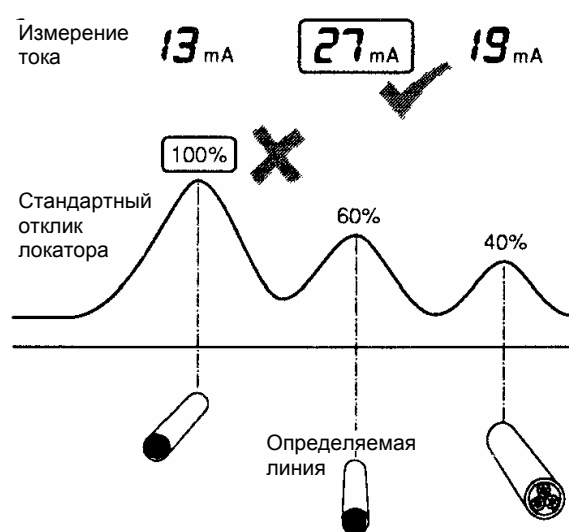
Измерение тока в определяемой линии



Измерение величины тока в линии помогает подтвердить корректность идентификации линии и обеспечивает информацию о состоянии изоляции кабеля или покрытия трубы.

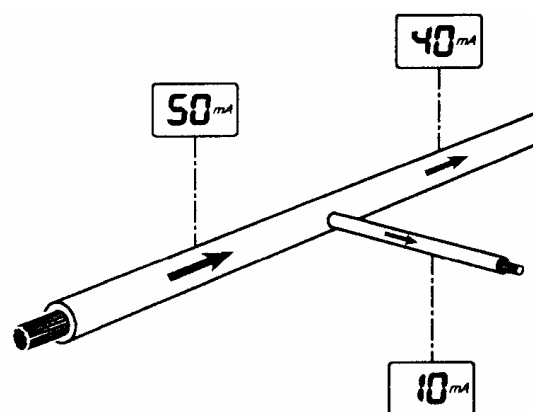
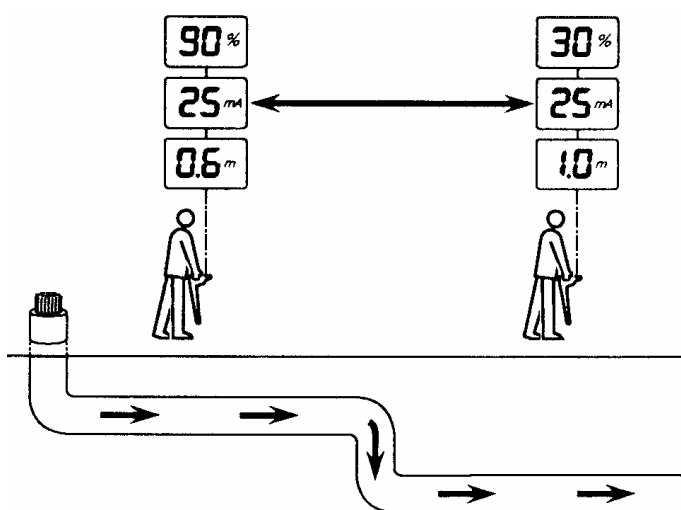
Функция измерения тока является стандартной в некоторых типах локаторов или дополнительной опцией в других.

1 Особенности и преимущества

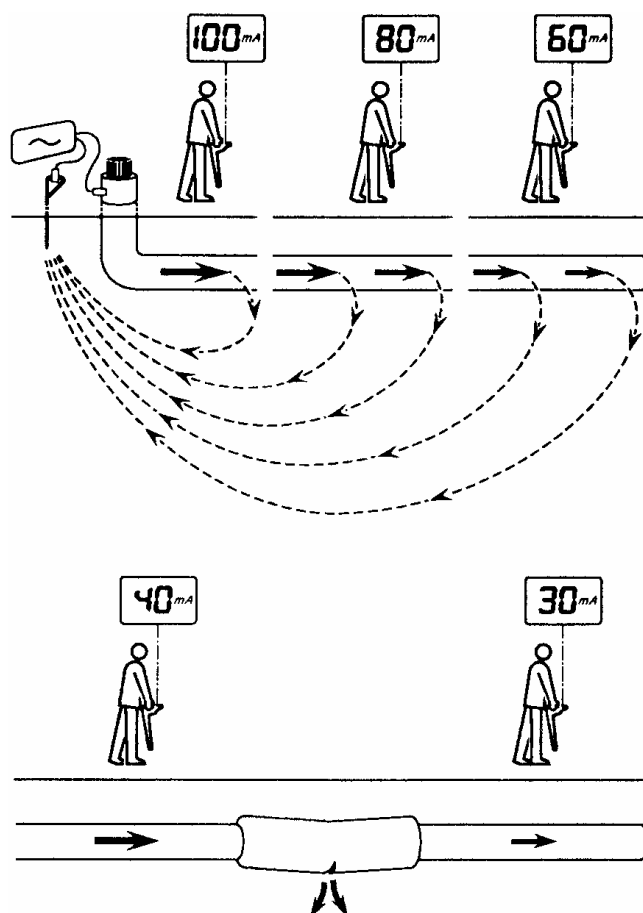


Измерение тока в определяемой линии помогает подтвердить корректность ее идентификации. В зонах, насыщенных коммуникациями, локатор иногда определяет наиболее сильный сигнал от близлежащей линии, на которую также распространяется сигнал от генератора. Это может быть обусловлено тем, что эта линия лежит ближе к поверхности земли. В отличие от линии с высоким значением сигнала, линия с большой величиной тока, как правило, является определяемой линией, в которую вводится сигнал от генератора.

Измерение тока дает полезную информацию о положении тройников или отводов. Значение тока, измеренного после тройника, позволяет определить основную линию, которая проводит больший ток.



2 Принцип



Сигнал генератора или ток вводится в определяемую линию и величина этого тока снижается по мере удаления от генератора. Эта скорость уменьшения или ослабления тока зависит от типа линии и состояния грунта. Вне зависимости от типа линии, величина ослабления должна оставаться постоянной при отсутствии случайных выбросов и изменений. Любое внезапное или резкое изменение тока указывает на какие-то изменения в линии или в окружающих условиях.

3 Ввод сигнала генератора

Сигнал генератора может быть введен в определяемую линию путем прямого подсоединения генератора, с помощью зажимов или путем индукции - точно такими же способами, как вводится сигнал генератора при трассировке линий.

4 Измерение тока



2.5.3

Определите положение линии и подтвердите точность его определения путем сравнения положений максимального и нулевого откликов. Убедитесь в том, приемник расположен прямо над линией в вертикальном положении и под прямым углом к ней.

Переключите приемник в режим измерения тока и величина тока в мА будет отображена на показывающем приборе приемника.

Сигнал от близлежащей линии может привести к снижению точности измерения. Если в обследуемой области показания не надежны, то проверьте наличие в ней других линий, находящихся вблизи определяемой и излучающих сигнал. Если другие сигналы являются причиной помех, то необходимо провести измерение тока в другой точке линии.

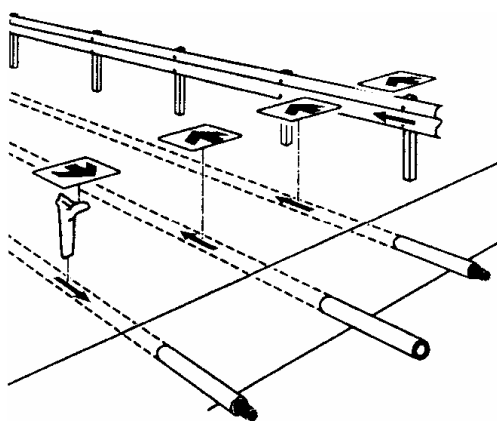
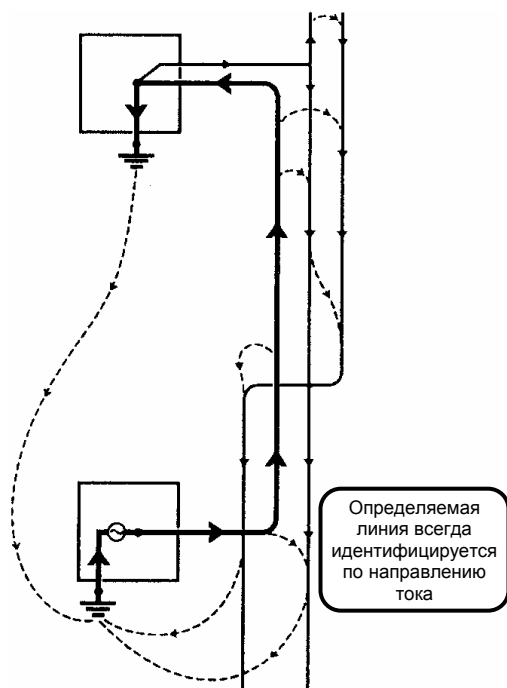
В режиме измерения тока необходимо использовать обе антенны приемника, а дополнительные антенны - антенна-зажим или стетоскоп не могут применяться для этой цели.

Распознавание направления тока



1.7.4

Распознавание направления тока - функция, которая помогает разрешить проблему идентификации линий даже в точках, расположенных на значительном расстоянии от места ввода сигнала генератора.



1 Распознавание направления тока (Current Direction Recognition - CDR) - стандартная или дополнительная функция современных локаторов. Это требуемая и даже необходимая функция для эффективной идентификации линий на больших расстояниях. Трассировка и идентификация этих линий могут быть выполнены даже при их прохождении через зоны, насыщенные другими коммуникациями, или при наличии других линий, расположенных параллельно.

2 Сигнал в режиме CDR обладает специально созданными признаками, которые накладываются на стандартный сигнал. Для этого необходимо снабдить генератор и приемник дополнительными принадлежностями (в ряде локаторов это стандартные устройства).

3 В режиме CDR приемник показывает направление тока, текущего в линии. Идентификация определяемой линии осуществляется по показаниям дисплея приемника, который указывает направление тока, текущего вперед и назад от точки ввода сигнала генератора.

Сигнал, связанный с наличием близлежащих линий, находит обратный путь назад - в направлении к точке первоначального ввода сигнала и отображается на дисплее приемника в виде стрелки, указывающей направление назад к генератору, в отличие от стрелки, указывающей направление вперед - т.е. определяемую линию.

4 В режиме CDR генератор должен быть непосредственно подключен к определяемой линии, а точка заземления должна быть удалена от места ввода сигнала. В этом случае, ввод сигнала не может осуществляться с помощью зажимов или индукции.

Необходимо установить (или сбросить) параметры приемника в режиме CDR, которые были заданы ранее при использовании функции CDR. После подключения генератора трассировку определяемой линии выполняйте на расстоянии примерно 15 м от точки ввода сигнала генератора.

Определите положение линии. В положении приемника, направленном на линию, сбросьте установленные параметры приемника для режима CDR. После сброса параметров убедитесь в том, что приемник показывает направление тока с помощью стрелок.

Выполняйте сброс параметров режима CDR приемника каждый раз при отключении генератора или его отсоединения от линии.

Рекомендуется сбрасывать параметры режима CDR на интервалах в несколько километров в процессе трассировки.

Процедура сброса может быть выполнена в месте стыка или в области соединительной коробки, где в идентификации определяемой линии нет необходимости.

Однако, достаточно трудно определить направление линии (определить, где находится генератор - впереди или сзади) перед сбросом параметров приемника, когда локация осуществляется в середине длинной линии. Для визуальной идентификации найдите близко расположенный проводник, к которому передается сигнал от определяемой линии. Например, это могут быть рельсы, длинное металлическое ограждение или защитный брус на автомагистрали.

В режиме CDR выполните локацию видимой линии. Стрелка должна показывать направление тока к генератору (назад). Затем определите положение искомой линии для проверки того, что стрелка на дисплее указывает направление тока в определяемой линии (вперед).

Сбросьте параметры режима CDR после определения положения искомой линии.

Если близлежащая линия также излучает сигнал генератора, то найдите ее положение и активизируйте режим CDR для определения направления тока. Стрелка будет указывать направление назад к генератору, если сигнал на эту линию передается из определяемой линии.

5 Режим CDR эффективен только для систем с большим числом кабелей, имеющих как соединительные коробки, так и соединения экранов кабелей, по которым распространяется сигнала в этом режиме.

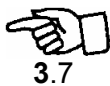
Точная идентификация линий

В настоящее время локация подземных линий не вызывает значительных трудностей за исключением применения в сложных или насыщенных коммуникациями зонах. Однако точная идентификация линий часто является достаточно сложной задачей особенно в насыщенных коммуникациями зонах или длинных линий, когда ввод сигнала генератора производится на значительном расстоянии от места локации и идентификации.

Для обеспечения высокой надежности идентификации линий должны использоваться наиболее эффективные технологии.



1 Определите точное положение искомой линии и отметьте его.



2 Обследуйте требуемую область для определения наличия сигнала в любых близлежащих линиях в радиусе примерно 10 м.



3 Проведите измерение величины тока в определяемой линии и других линиях, локализованных в радиусе 10 м. Убедитесь в том, что величина тока в мА в определяемой линии выше, чем в любой из близлежащих линий.

4 Определите направление тока в искомой линии и других близлежащих линиях. Ток в определяемой линии должен быть направлен от генератора. Сигнал или ток в режиме CDR в других линиях должен быть направлен к генератору.

5 Искомая линия будет корректно идентифицирована при выполнении следующих условий:

положение линии, определенное с помощью горизонтальных антенн, соответствует положению, определенному с использованием вертикальной антенны;

величина тока в искомой линии больше, чем в любой другой близлежащей линии;

отклик в режиме распознавания направления тока указывает на направление тока в искомой линии - от генератора.

Если есть различие между любыми из этих показаний, то необходимо повторить процедуру проверки в нескольких метрах выше или ниже данной точки.

6 Искомый кабель может быть идентифицирован в кабельном канале, на эстакаде или в любой другой доступной точке путем подключения антенны-зажима или антенны-стетоскопа к приемнику и обследования каждого кабеля последовательно. При этом, необходимо отмечать уровень отклика каждого кабеля, отображаемый на экране дисплея приемника. Кабель, дающий максимальный отклик, почти всегда является искомым кабелем, т.е. кабелем, к которому подведен сигнала генератора.

Корректность идентификации линии должна быть подтверждена путем изменения положения генератора и приемника на обратное (т.е. необходимо установить приемник на место генератора и наоборот) и проверки того, что определяемый кабель дает наиболее сильный отклик и при этом, новом расположении приемника.

Определение глубины залегания линий



Только одна
горизонтальная
антенна

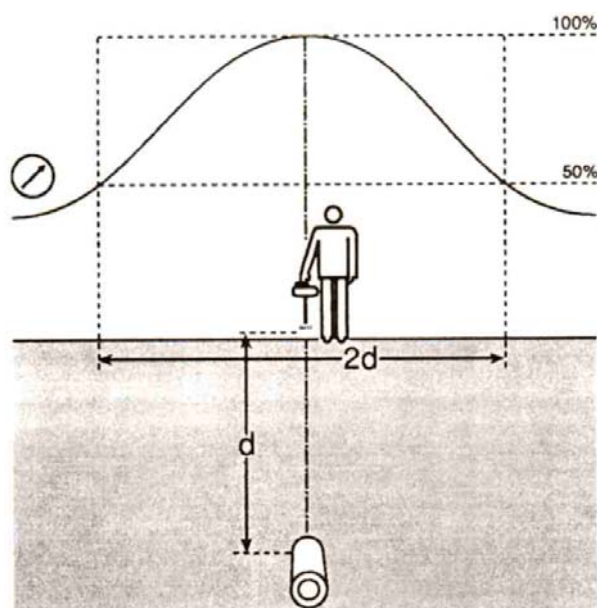
Глубина залегания линии может быть определена и при использовании приемника только с одной горизонтальной антенной.

При определении глубины залегания линии необходимо выбрать такое место над искомой линией, где нет искажения сигнала за счет взаимодействия с другими линиями и данная линия не изменяет своего направления.

Для расчета глубины залегания линии необходимо провести измерение сигнала в различных точках и выполнить проверку точности определения, так как маловероятно, что ошибки из-за искажения сигнала будут одинаковы в различных направлениях.

Определите положение искомой линии. Установите показания прибора на отметку 100%, когда он находится прямо над линией. Расположив приемник вертикально и вблизи земли, перемещайте его последовательно влево и вправо до тех пор, пока показания прибора не снизятся до 50%. Отметьте эти точки и проведите измерение расстояния между ними.

Постарайтесь не использовать способ измерения глубины под углом 45°, который часто рекламируется, так как его применение приводит к ошибочным показаниям из-за значительного искажения сигнала.



Локация под водой



Трассировка подземных труб и кабелей, пересекающих водные пути и эстуарии, является частым и исключительно важным применением локации. Менее частыми, но не менее важными, являются трассировка и локация линий, проходящих между материком и прибрежными островами.

В большинстве случаев необходимо измерять толщину грунта над линией для обеспечения гарантированной защиты линии от повреждений якорями драг и других подводных опасностей.

1 Чувствительные антенны приемника необходимо располагать как можно ближе к определяемой линии, так как практически невозможно локализовать линии, расположенные под водой, с ее поверхности. Производители локаторов поставляют подводные антенны в качестве дополнительной принадлежности. Обычно они проходят испытания в соответствии с требованиями IP68 для глубин до 100 м. Такие антенны, как правило, имеют большую рабочую поверхность для обеспечения высокой точности измерения глубины.

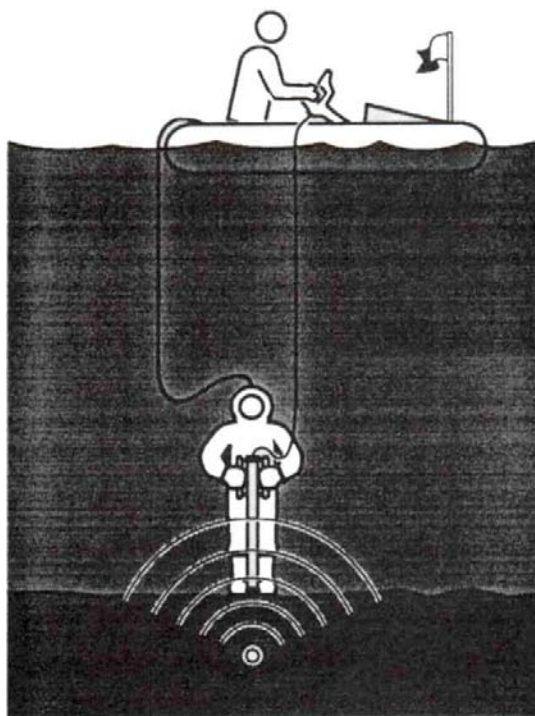
2 Сигнал генератора вводится в доступную точку искомой линии на берегу. Кабель от подводной антенны для трассировки под водой подключают к приемнику, расположенному на борту лодки, находящейся прямо над линией.

Обратите особое внимание на корректность ввода сигнала генератора в линию путем прямого подсоединения, обеспечивая по возможности максимальный уровень сигнала при низкой частоте <1 кГц. Выполните качественное заземление в независимой точке примерно на расстоянии 100 м от точки ввода сигнала генератора. Необходимо проверить качество сигнала генератора в искомой линии на берегу перед выполнением локации под водой.

3 На мелководье <6 м целесообразно прикрепить подводную антенну к нижней части деревянного бруса, установленного на борту лодки, и обеспечить надежность позиционирования лодки, например, с помощью тросов, связанных с берегом.

Настройка приемника и показывающего прибора производится обычным образом, как если бы он был объединен с антенной, а трассировка линии осуществляется путем перемещения лодки по предполагаемому направлению трассы искомой линии.

Если положение лодки зафиксировано и брус опущен с поверхности реки, то не возникает никаких трудностей при измерении глубины с целью определения толщины грунта над линией. Показания глубины на дисплее должны быть удвоены, если рабочая поверхность чувствительного элемента подводной антенны в два раза больше рабочей поверхности приемной антенны, на которую рассчитан приемник.



4 При большой глубине трассировку, локацию и измерение глубины выполняют два оператора: водолаз осуществляет эти операции на дне водоема, а второй оператор - пользователь находится на борту лодки и производит настройку приемника и показывающего прибора. Наличие хорошей связи между водолазом на дне и пользователем в лодке является обязательным условием проведения таких работ.

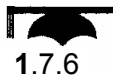
5 Пользователь, находящийся на борту лодки, должен иметь высокую квалификацию и большой опыт использования локатора для передачи водолазу четких и кратких инструкций и исключения потерь времени на пробы и ошибки.

Целесообразно провести тренировку совместной работы операторов на суше перед выполнением локации под водой. Водолаз должен использовать антенну и проводить локацию и трассировку известной линии "с закрытыми глазами", получая информацию о ее направлении от пользователя с приемником, который не видит ни линию, ни водолаза.

6 При этом, может возникнуть ряд проблем, связанных с вводом приемлемого сигнала, при трассировке труб большого диаметра из-за быстрой потери сигнала, которая обусловлена большой поверхностью трубы и очень высокой проводимостью грунта. В этом случае, может быть необходимо использовать высокую мощность, порядка 100 ватт, и выполнять трассировку при очень низкой частоте, менее 50 Гц.

7 Перед началом работы на борту лодки или на дне необходимо определить способ регистрации положения линии и ее глубины.

Использование А-рамки для локации повреждений оболочки кабелей



А-рамка является достаточно простым устройством для локации повреждений изоляции сопротивлением до 2 МОм в силовых и телекоммуникационных кабелях.

Как правило, А-рамка входит как дополнительная принадлежность в локационный комплект и представляет собой антенну, которая подключается к приемнику. А-рамки некоторых производителей локаторов имеют встроенный электронный блок обработки сигналов и показывающий прибор.

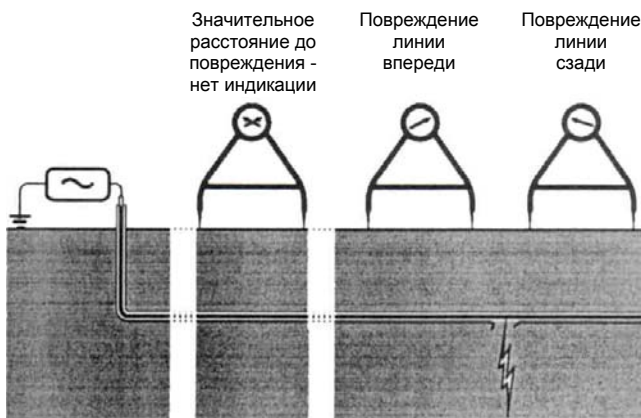
Для обеспечения приемлемого для А-рамки сигнала необходимо в комплекте иметь генератор для ввода сигнала в линию.

А-рамка позволяет локализовать повреждения оболочки кабелей, которые находятся в прямом контакте с грунтом. Она не может быть использована для определения повреждений кабелей в трубах, отдельных проводах кабелей или армированных кабелей.

1 Определите положение и длину обследуемого участка кабеля используя обычный локатор. Отмечайте направление трассы кабеля каждые два или три метра.

2 Отключите заземление с обоих концов обследуемого кабеля. При этом, кабель будет изолирован от грунта и единственной точкой утечки сигнала в землю будет место повреждения его оболочки.

Подключите напрямую генератор сигналов к экрану кабеля, используя удаленную точку заземления генератора.



3 Перемещайтесь с А-рамкой, подключенной к приемнику, по трассе кабеля. Вставляйте заостренные штыри А-рамки через каждые два или три метра в землю. Показания дисплея будут указывать направление "вперед" или "назад", либо будет наблюдаться флуктуация показаний.

Флуктуация показаний указывает на то, что поиск необходимо проводить впереди или сзади, а А-рамка расположена вне области места повреждения. Необходимо продолжить обследование линии до тех пор, пока не будут получены вполне определенные показания на дисплее - вперед или назад.

А-рамка находится в пределах области повреждения оболочки кабеля, когда показания на дисплее имеют определенный знак, т.е. указывают вперед или назад. Перемещайте А-рамку в направлении, указанном на дисплее - вперед или назад, располагая ее над кабелем и параллельно ему. Вставляйте заостренные штыри А-рамки в землю через каждый метр до тех пор, пока показания индикатора не изменятся на обратные.

4 Вернитесь назад по трассе кабеля на один метр от точки, где показания индикатора изменились на обратные, и установите А-рамку поперек кабеля на расстоянии примерно один дюйм (25,4 мм) от него.

Когда А-рамка будет находиться прямо на месте повреждения кабеля, показания дисплея изменятся на обратные и укажут противоположенное направление.

5 Проверьте точность определения места повреждения путем установки одного из штырей А-рамки прямо над местом повреждения, а другую ножку А-рамки перемещайте по окружности, вставляя ее в землю через каждые 60°. При этом индикатор должен всегда указывать направление к ножке А-рамки, расположенной над местом повреждения.

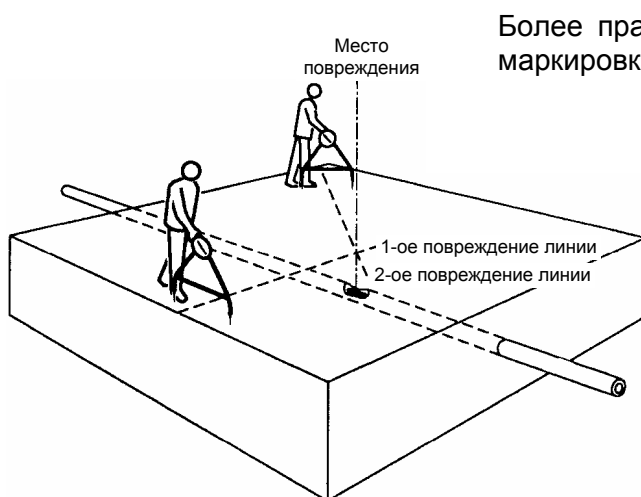
6 С помощью А-рамки может быть определен ряд повреждений линии в зависимости от величины сопротивления этих повреждений. Однако, при этом может быть необходимо выполнить ремонт повреждения с низким сопротивлением до того, как продолжать локацию других повреждений линии.

Продолжайте локацию вдоль трассы кабеля, вставляя штыри А-рамки в землю с интервалом не более 2-х метров. При удалении из области первого повреждения показания индикатора снова будут флуктуировать, а затем по мере приближения ко второму повреждению вновь будут иметь вполне определенный знак, указывающий направление к нему.

Зачастую возможно оценить относительную величину повреждения кабеля. Повторите поиск повреждения с помощью А-рамки параллельно трассе кабеля и на расстоянии 2-5 метров от него. Показания индикатора для повреждений, имеющих среднюю и высокую величину сопротивления, являются функцией расстояния от кабеля.

7 Убедитесь в том что кабель после определения повреждения с помощью А-рамки отремонтирован: тогда появится возможность локализации других повреждений кабеля, которые были скрыты повреждениями с низким сопротивлением.

8 Если кабель расположен под дорожным покрытием или бетоном, то для использования А-рамки необходимо увлажнить обследуемую поверхность или прикрепить к штырям рамки влажный пористый материал.



Более практичный способ заключается в локализации и маркировке линии, расположенной под дорожным покрытием, и последующим использованием А-рамки на травяном покрытии или мягком грунте параллельно искомому кабелю. Процедура поиска повреждений с помощью А-рамки может быть использована в большинстве случаев, но не для локализации повреждений с очень большой величиной сопротивления.

В этом случае, используйте приемник для определения места повреждения. Расположите приемник как можно ближе к повреждению и затем поворачивайте его, отмечая отклик, до тех пор, пока приемник не будет

направлен так, чтобы его небольшой поворот приводил к изменению показаний прибора на обратные. Линия, проходящая посередине между двумя штырями будет указывать на место повреждения.

Повторите эти операции в одной или двух точках. Место повреждения - точка пересечения линий, проведенных указанные выше образом.

Локация зондов в металлических трубах

Изначально зонды были разработаны для трассировки неметаллических труб и дренажных коллекторов. Выбор частоты зондов был обусловлен требованием создания небольших и прочных устройств с максимально возможным диапазоном локации и временем работы батарей питания. Эта частота является слишком высокой для проникновения через металлический экран, которым, по существу, является труба.

В настоящее время разработаны низкочастотные зонды и соответствующие приемники для трассировки железных труб.

Эффективность локации зондов в металлических трубах зависит от материала трубы, толщины стенки и ее диаметра.

Опыт показал, что диапазон локации в пределах 3 м может получен при использовании зондов небольшого размера (около 10 см длиной и диаметром 4 см) в обычных трубах из литейного чугуна диаметром 15 см.

Диапазон локации возрастает при увеличении размеров зонда и мощности сигнала.

Диапазон локации в значительной степени зависит от диаметра трубы и расстояния от зонда до стенки трубы.

Диапазон локации зондов существенно уменьшается в трубах из ковкого чугуна и еще больше снижается в стальных трубах.

Проверьте соответствие частот приемника и зонда.

Перед трассировкой подземной трубы убедитесь в совпадении диапазонов локации зонда и приемника путем локации зонда в трубе примерно такой же длины на поверхности земли.

Заметим, что время работы батареи питания низкочастотных зондов в процессе работы уменьшается очень быстро. Поэтому убедитесь в том, что емкость батареи достаточна для завершения процедуры трассировки.



Процедура локации в этом случае аналогична той, которая используется при трассировке неметаллических труб или коллекторов.

Глава 4. Регистрация информации о результатах и параметрах локации

Традиционно информация о результатах и параметрах локации записывается вручную сразу же, после определения положения линии и измерения ее глубины в каждой обследуемой точке. При этом, не только достаточно трудно и утомительно вносить эту информацию в соответствующие схемы коммуникаций или в компьютер, но и также исключить дополнительные субъективные ошибки, возникающие при передаче информации.

В настоящее время для регистрации необходимой информации разработано программное обеспечение для портативных компьютеров, которые подключаются к приемникам локаторов.

Глава 4: Регистрация информации о результатах и параметрах локации

1 Программное обеспечение предназначено в основном для использования при решении следующих задач локации:

Регистрация информации о глубине залегания и/или потерях тока в подземном кабеле или трубе.

Регистрация полной информации о параметрах подземных коммуникаций, включая их расположение в пространстве, с помощью подпрограммы топографической съемки.

2 Регистрация глубины залегания или потерь тока в трубе или кабеле стала обязательной операцией и, в частности, как часть процедуры приемки новой линии. Программное обеспечение, известное как LineLog, разработано для портативных компьютеров типа Psion Organizer и обеспечивает сохранение, табулирование и отображение в графической форме информации, полученной от приемника.

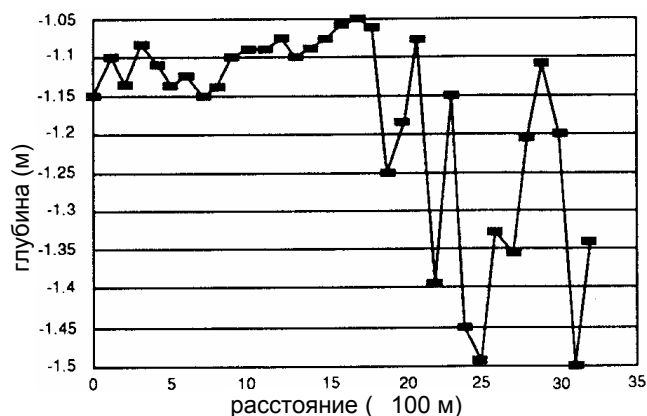
Программное обеспечение для передачи информации из приемника в компьютер может быть специально установлено в компьютер или может быть частью стандартной поставки приемника.

Карта с программным обеспечением LineLog устанавливается в компьютер, который подключается к приемнику.

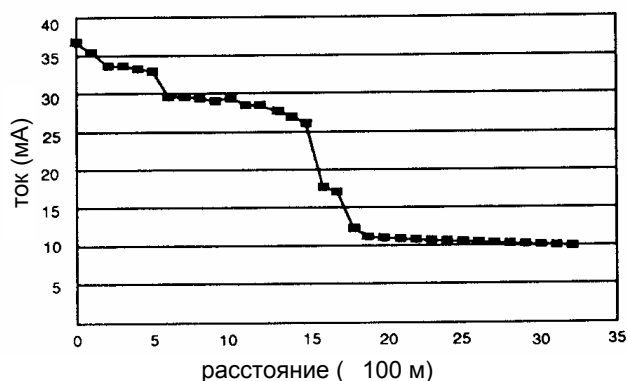
Вся информация, отображаемая на дисплее приемника, передается в компьютер. Эта информация включает в себя режим использования антенн, частоту сигнала и т.д., а также результаты измерения тока и глубины залегания линии.

Пример. Стальная водопроводная труба с катодной защитой первые 1600 м проходит под пастбищем, а затем под культивированной почвой.

Изменение глубины по длине линии



Изменение потерь тока по длине линии



В конце топографической съемки информация "сбрасывается" в компьютер и преобразуется в линейные данные, используя флоппи-диск с программой LineLog. Затем эта информация может отображена или представлена в графической форме, используя обычные программы графических редакторов.

3 Топографы, выполняющие объектную съемку всех подземных коммуникаций, должны иметь зарегистрированную информацию о пространственном расположении и направлении линий дополнительно к информации, которая отображается на экране дисплея приемника.

Приемник может быть совмещен с призмой, установленной на стержне, и затем использован в сочетании с теодолитом.

Созданное на основе LineLog программное обеспечение доступно для использования как с приемником, так и с теодолитом. Использование приемника для локации не требует каких-либо специальных инструкций, однако только квалифицированные топографы могут быть допущены для применения системы в целом.

Глава 5. Локация перед выемкой грунта

Федеральные и местные власти, как правило, представляют к каким последствиям могут привести повреждения или неисправности подземных силовых кабелей и систем коммунального хозяйства. Ими разработаны соответствующие инструкции или предписания по предупреждению возможных повреждений подземных систем перед проведением работ по выемке грунта.

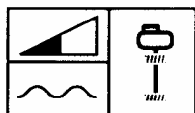
Эти правила требуют от организаций, проводящих работы по вскрытию грунта, получения соответствующих планов трасс от коммунальных служб, которые должны выполнять маркировку положения своих подземных коммуникаций.

Любая имеющаяся информация о подземных коммуникациях должна быть обязательно уточнена перед проведением работ по выемке грунта.

Глава 5: Локация перед выемкой грунта

1 Планы трасс, полученные от коммунальных служб, должны быть тщательно изучены. Несмотря на то, что информация может быть устаревшей или неполной, она, по крайней мере, позволяет судить о том, что может ожидать при вскрытии грунта. В лучшем случае, потребуется только подтверждение этой информации.

2 Окрашенные маркеры над объектами, где необходимо проводить выемку грунта, указывающие на присутствие подземных конструкций и содержащие информацию о расположении подземных коммуникаций, устанавливаются рабочими коммунальных служб или специализированных организаций. На маркеры обычно нанесена информация о подземных кабелях и трубах в определенной зоне, которая и должна быть подтверждена с помощью локации.



Положение подземных коммуникаций должно быть уточнено перед выемкой грунта. Если выявлены дополнительно установленные маркеры или обнаружено изменение существующих указателей, то обращайтесь в коммунальные службы или соответствующие специализированные организации. Проведение работ по выемке грунта до согласования точного положения подземных коммуникаций может привести к соответствующей юридической ответственности.

3 При отсутствии информации перед проведением работ по выемке грунта может возникнуть необходимость в обследовании заданной зоны.



Обследуйте заданную область на наличие указателей подземных труб и кабелей. Введите сигнал генератора в любую видимую доступную точку, например, спуск кабеля по мачте, смотровой или клапанный колодец, и проведите трассировку линии вдоль и поперек в данной области.



Выполните пассивное зондирование в заданной области для определения наличия подземных кабелей.



Если есть вероятность присутствия других труб и кабелей, то выполните активный поиск в данной области. При этом, может быть необходимо провести поиск в направлении как с севера на юг, так и с запада на восток.

4 Выполните ясную и четкую маркировку наличия и положения всех подземных линий в обследуемой области.

Если выемка грунта производится над или вокруг опасной или находящей в критическом состоянии линии, то необходимо при выполнении земляных работ остаться на объекте. Это позволит гарантировать то, что выемка грунта не будет производиться глубже точно установленного положения линии.

Глава 6. Подземные телефонные кабели: локация и поиск повреждений

Локаторы позволяют выполнять высокоэффективную локацию любых типов телефонных кабелей.

- Раздел*
- 1 Локация распределенных кабелей*
 - 2 Локация длинных волоконно-оптических кабелей*
 - 3 Поиск повреждений телефонных кабелей*
 - 4 Контроль состояния экрана кабеля и заземления на стыках*
 - 5 Поиск повреждений оболочки кабеля*
 - 6 Трассировка труб*
 - 7 Поиск потерянных колодцев*
 - 8 Приемка новых линий перед сдачей в эксплуатацию*

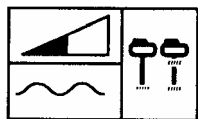
Соблюдайте все правила техники безопасности при выполнении работ с телефонными кабельными линиями и особенно в случае их расположения под землей.

Глава 6: Раздел 1. Локация распределенных телефонных кабелей

Локация распределенных телефонных кабелей

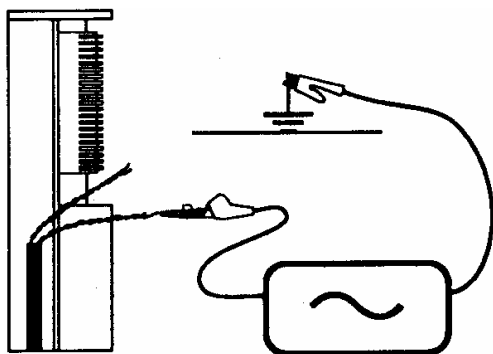
Использование соответствующих способов ввода сигнала генератора при трассировке и определении положения обеспечит эффективную локацию телефонных кабелей.

1 Прямое подключение к кабельной паре



Прямое подключение к кабельной паре обеспечивает максимальное расстояние трассировки через стыки и опорные столбы без потерь сигнала в точках заземления. Выполните подключение к одному из проводов кабельной пары. Если подключение выполняется к нерабочей паре проводов, то они должны быть заземлены за пределами той области, где они расположены.

Доступная точка подключения к кабельной паре может быть выбрана на телефонных столбах, в соединительных коробках, в стыках или соединениях, на центральной станции или коммутаторах, либо в выводах собственных модулей (гнезд) или в устройствах защиты.

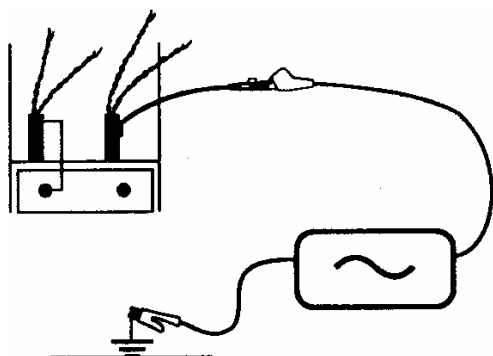


Присоедините выход генератора к одному из проводов рабочей кабельной пары.

Заземляющий провод генератора подключите к независимой точке заземления.

Внимание. Не используйте для этой цели металлические ограждения, растяжки проводов силовых линий, провода заземления или элементы заземления столбов.

2 Прямое подключение к экрану кабеля



Прямое присоединение к экрану кабеля обеспечивает надежный ввод сигнала генератора с минимумом взаимодействия с другими линиями. Расстояние трассировки снижается из-за наличия штатных точек заземления экрана.

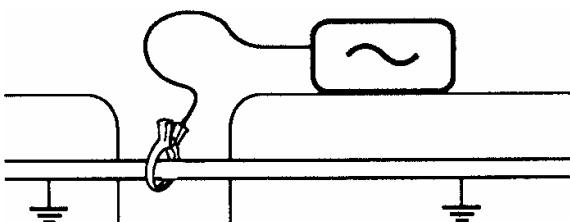
Доступная точка подключения к экрану кабеля может быть выбрана на телефонных столбах, в соединительных коробках, в распределительных щитах, стыках, в устройствах защиты или коммутаторах, а также на центральной станции.

Отсоедините заземляющую перемычку экрана кабеля от полосы заземления и присоедините выход генератора к заземляющей перемычке. Не забудьте снова присоединить заземляющую перемычку экрана кабеля к полосе заземления после завершения локации.

Заземляющий провод генератора подключите к независимой точке заземления.

Внимание. Не используйте для этой цели металлические ограждения, растяжки проводов силовых линий, провода заземления или элементы заземления столбов.

3 Ввод сигнала генератора в кабель с помощью зажима или клещей



Использование зажима или клещей - быстрый и простой способ ввода сигнала генератора в кабель. Расстояние трассировки несколько меньше, чем при прямом соединении, но оно обычно достаточно для трассировки кабеля от одного кабельного колодца до другого.

Клещи могут быть использованы для ввода сигнала генератора в кабели, находящиеся в колодце. К клещам также может быть прикреплен стержень-удлинитель для облегчения доступа к кабелям, если колодец затоплен.

Экран кабеля должен быть заземлен с каждого конца.

Клеши могут быть использованы для присоединения генератора к телефонным столбам. Не используйте клещи большого диаметра для присоединения к столбу, если на нем установлен провод заземления силового кабеля.

4 Ввод сигнала генератора в коммутатор или центральную станцию

В этих случаях могут возникнуть проблемы взаимосвязи с другими кабелями, если сигнал генератора вводится в коммутатор или вблизи него. Всегда старайтесь проводить локацию кабелей, идущих к коммутатору, а не от него.

Если нет альтернативы вводу сигнала в коммутатор, то используйте способ прямого подключения генератора к кабельной паре, которая должна быть заземлена на концах за пределами зоны локации. Заземление генератора должно выполняться в независимой точке снаружи здания, по крайней мере, на расстоянии пяти метров от него.

5 Индукционный ввод сигнала в искомую линию

Индукция сигнала в ка-

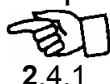
бель является крайней мерой из-за ее неэффективности и возможности наведения сигнала в другие близлежащие линии. Ввод сигнала генератора за счет индукции должен использоваться только тогда, когда нет доступа к кабелю.

Однако, с другой стороны, индукция часто является единственным способом ввода сигнала, когда невозможно подключиться напрямую к кабельной паре. Используйте пассивные режимы локации приемника для определения отсутствия близлежащих кабелей перед установкой генератора над кабелем. Утечка сигнала происходит через провода кабеля уже на небольшой его длине и, поэтому, может быть необходимо заново установить генератор над кабелем перед тем, как определяемый сигнал "утечет", а затем продвигаться вдоль линии. Эта процедура требует исключительного внимания. В идеальном случае, проведите локацию от одной известной точки на линии до другой для проверки того, что искомый кабель проходит через них.

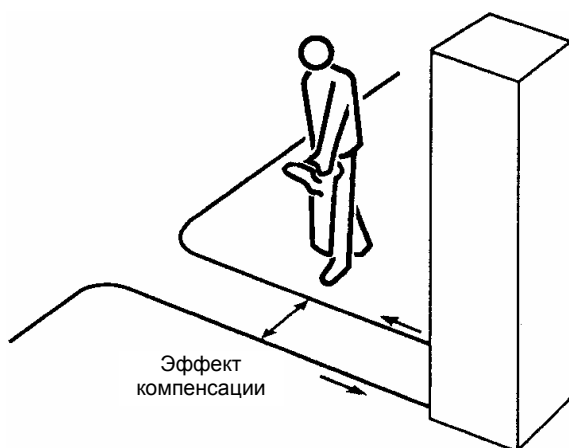
6 Трассировка и определение положения кабелей

Всегда обходите полно-

стью вокруг телефонного столба или места ввода сигнала генератора, если сигнал генератора наведен в несколько кабелей.



2.4.1



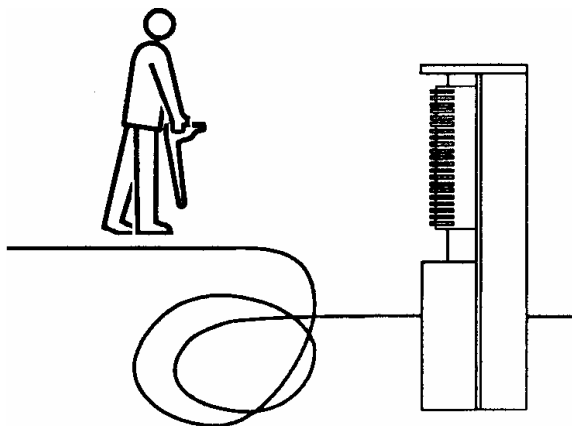
Выполняйте трассировку первых 10 или 15 метров очень внимательно. Затем определите и проверьте точное месторасположение кабеля. После этого продолжайте трассировку линии.

Некоторые точки ввода сигнала или телефонные столбы могут быть смещены относительно направления расположения кабелей. Это приводит к эффекту компенсации сигналов в 2-х кабелях, расположенных в одном и том же кабельном канале. В этом случае изолируйте точки заземления и проведите независимую трассировку каждого кабеля.



2.4.35

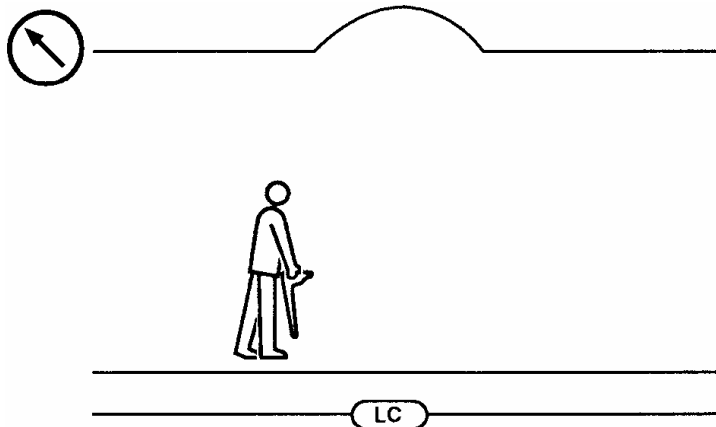
Иногда излишек кабеля, свернутый в кольцо в канаве или кабельном канале за местом расположения коммутатора или столба, может привести к расширению зоны отклика на сигнал.



- 7 Локация положения катушек нагрузки** Присоедините выход генератора к одному из проводов кабельной пары. Подключите заземляющий провод генератора к независимой точке заземления.

Проводите трассировку кабеля по направлению от генератора при установленном уровне отклика 50%. Продолжайте трассировку кабеля до тех пор, пока величина отклика не возрастет, например, до 70% на расстоянии примерно 2-х или 3-х метров. Затем величина отклика вернется к предыдущему уровню.

Увеличение отклика происходит над катушкой нагрузки (LC - load coil).



Локация длинных волоконно-оптических кабелей

Точность локации и корректность идентификации критичны для длинных волоконно-оптических кабелей из-за высокой стоимости их ремонта и больших объемов передаваемой информации.

Большинство волоконно-оптических кабелей имеют защитный металлический экран, который и обеспечивает возможность их локации с помощью электромагнитных локаторов.

Однако, развитие технологии и техники волоконно-оптических систем позволяет размещать ретрансляционные станции на очень большом расстоянии друг от друга, иногда до 180 км, и это привело к новым проблемам обеспечения эффективной и надежной локации таких длинных линий. Портативные генераторы не имеют достаточной мощности для передачи сигнала на очень большие расстояния и особенно, когда защитный экран заземлен на стыках кабелей. Даже в том случае, когда сигнал распространяется на такое большое расстояние, время проведения локации до середины расстояния между ретрансляционными станциями будет значительно превышать время распространения сигнала генератора, который введен на одной из ретрансляционных станций. Это привело к необходимости дальнейшего развития технологии локации для точного определения положения и корректной идентификации таких длинных линий.

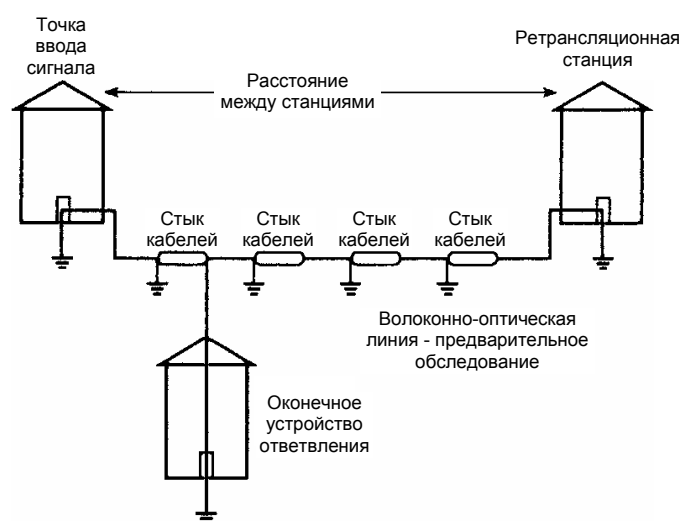
1 Стационарный генератор

Решение проблемы локации длинных линий - установка стационарного генератора высокой мощности, около 30 Ватт, в каждую ретрансляционную станцию. Питание генератора напряжением 48 В осуществляется от источника питания станции. Генератор позволяет вводить сигнал как во входящий, так и в выходящий кабели, а его включение выполняется дистанционно по телефону или заказной проводной системе.

Для надежной идентификации, также как и для локации кабеля, является критичным наличие других кабелей, расположенных параллельно искомому и также несущих сигнал генератора, или расположение искомого кабеля в насыщенных коммуникациями зонах. В связи с этим, характеристики сигнала генератора должны соответствовать режиму локации с использованием опции распознавания направления тока для того, чтобы с помощью приемника можно было определить направление тока в искомом кабеле и в других линиях, в которые распространился сигнал.

2 Точки заземления

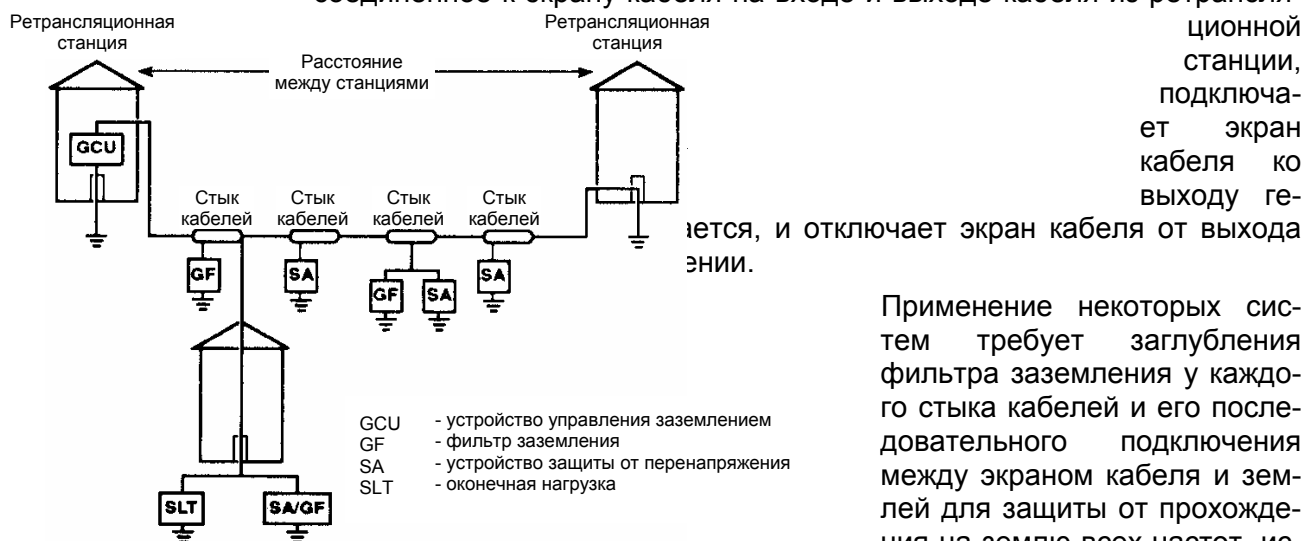
Волоконно-оптические кабели обычно имеют стыки через каждые



180
0 м,
где
их
ме-
тал-
ли-
чес-
кий
за-
щит-
ный
эк-
ран
за-

земляется. Для того, чтобы выполнить трассировку кабеля на расстоянии между станциями, необходимо обеспечить сигналу путь в обход множества точек заземления на стыках и ответвлениях кабелей.

Устройство управления заземлением или реле защиты сигнала, присоединенное к экрану кабеля на входе и выходе кабеля из ретрансля-



Применение некоторых систем требует заглубления фильтра заземления у каждого стыка кабелей и его последовательного подключения между экраном кабеля и землей для защиты от прохождения на землю всех частот, исключая определенную частоту, обычно 50 или 60 Гц.

Устройство защиты от перенапряжения заглубляется у каждого стыка кабелей для сохранения сигнала локации на экране и прохождения любых электрических сигналов на землю, уровень которых превышает предварительно установленное напряжение.

Оконечная нагрузка подключается между концом отвода и землей для обеспечения более высокого сопротивления на землю, чем основной кабель у следующей ретрансляционной станции. Величина сопротивления, соответствующего конкретной схеме монтажа линии, может быть задана в этом устройстве. Это устройство присоединяется параллельно фильтру заземления и устройству защиты от перенапряжения.

3 Предварительное обследование Перед установкой трасса между ретрансля-

ционными станциями должна быть обследована для формирования такой системы генерации сигнала, чтобы сигнал в режиме распознавания направления тока проходил полностью все расстояние между станциями и был легко локализован вдоль всей трассы.

Необходимо обеспечить доступность информации для отдельной инженерной разработки каждого участка диапазона.

На новых или недавно смонтированных линиях достаточно провести тестирование защитного на экрана кабеля на наличие разрывов от одного стыка кабелей до другого, а затем локализацию и ремонт любых повреждений.

В системах, которые были установлены достаточно давно, может быть необходимо более детальное обследование.

Экран кабеля отключают от земли (у первой ретрансляционной станции), а провод выхода портативного генератора присоединяют к экрану кабеля. Заземляющий провод генератора должен быть присоединен к независимой точке заземления.

Далее необходимо провести локацию кабеля на расстоянии примерно 10 м от станции и определить величину тока, которую обозначим как IA. Затем необходимо переместиться в точку на расстоянии 5-8 км от первой точки, повторить процедуру локации кабеля и снова выполнить измерение тока (IB). Величина потерь сигнала в мА на км может быть оценена по следующей формуле:

$$\frac{IA - IB}{\text{(расстояние между точками локации)}} = \text{Величина потерь сигнала (мА/км)}$$

Это величина отражает потери тока на рассмотренном участке кабеля. Используя следующую формулу, можно определить расстояние, на котором сигнал в кабеле все еще может быть определен:

$$\frac{IA - 50}{\text{Величина потерь сигнала}} = \text{Расстояние}$$

(Величина 50 мА используется с некоторым запасом, так как обычно минимум сигнала, определяемого при локации, составляет 20 мА).

Повторяя указанные выше процедуры в различных точках всей трассы линии между ретрансляционными станциями (используя для сравнения предыдущее показание тока с последующим), может быть рассчитана величина потерь сигнала для каждого участка линии и дана оценка возможного расстояния, на котором сигнал может быть определен.

Определите потери сигнала на стыках кабелей путем сравнения результатов измерения тока с каждой стороны от стыка и примерно на расстоянии 6 м от него.

Величины потерь сигнала на всех стыках должны быть соизмеримы.

Зная величину потерь сигнала xxx (в мА/км плюс среднее значение потерь на стыках), достаточно просто рассчитать ожидаемое расстояние трассировки сигнала. Сигнал в конце трассы кабеля (на второй станции) должен быть равен примерно 40 мА, но не менее 20 мА.

Потери тока по длине кабеля могут быть слишком велики, что не позволит сигналу дойти до следующей ретрансляционной станции. Генератор, установленный на этой станции, позволяет ввести сигнал в обратном направлении во входящий кабель, что обеспечит удвоение расстояния трассировки по сравнению с использованием только одного генератора на первой станции.

Если сигнал генератора эффективно перекрывает все расстояние между станциями, то его наличие и качество может контролироваться с использованием тороидального зажима, соединенного с системой сигнализации удаленной ретрансляционной станции.

4 Установка генератора При установке и подключении генератора выполняйте инструкции фирмы-производителя.

5 Обследование после установки Это обследование выполняется с помощью приемника после монтажа и подключения генератора в ретрансляционной станции, а также после установки и присоединения фильтров, устройств защиты от перенапряжения и устройств контроля заземления к точкам заземления и к ответвлениям. Его цель - проверка корректности монтажа кабеля по всей длине трассы между станциями и оценка возможности использования функции распознавания направления тока.

6 Локация и трассировка Локация выполняется после установки системы генерации сигнала и ее испытания.

Техник, выполняющий локацию, включает генератор на соответствующей ретрансляционной станции, получает подтверждение о том, что сигнал введен в линию, и затем приступает к локации.



2.5, 3.7, 3.8

Для определения положения линии в требуемой точке используется приемник, который может быть также применен для идентификации близлежащих линий (если они присутствуют) путем измерения тока и реализации функции распознавания направления тока в искомой линии.

7 Влияние труб Длинные кабели часто прокладывают в трубах, особенно в городских условиях или в зонах, насыщенных коммуникациями. При этом, длинный кабель часто расположен внизу трубы под другими кабелями с медными проводами. Следующие основные проблемы возникают при локации длинных кабелей в трубах с большим количеством кабелей.

Сигнал генератора передается на другие близлежащие кабели, что приводит к возникновению двух сигналов в противофазе, которые компенсируют друг друга.

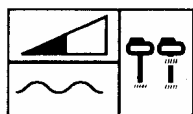
Другие кабели экранируют магнитное поле и сигнал искомого длинного кабеля.

Следующая проблема заключается в наличии сильных помех на частотах 50/60 Гц, вызванных большим количеством кабелей и их близостью к искомой линии. Влияние помех возрастает, если стыки экранов участков искомого кабеля имеют высокое сопротивление.

Наиболее простое решение - ввод второго сигнала на той же самой частоте в искомый кабель в доступной точке и как можно ближе к месту появления помех. Выполните прямое подключение генератора к экрану и обеспечьте надежное заземление в удаленной точке, например, используя длинный медный стержень, забитый в землю. При этом, эффект экранирования будет ослаблен и появится возможность трассировки кабеля.

Если и дальше искомый кабель проходит в такой же трубе, то трассировка трубы может быть легко выполнена путем ввода сигнала в кабель, расположенный сверху трубы, с помощью зажима или клещей.

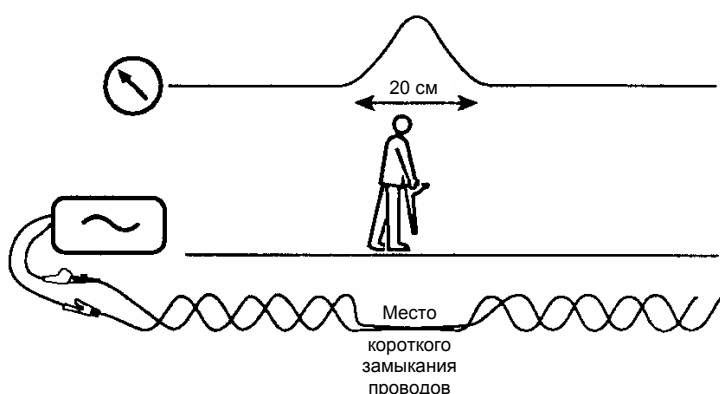
Поиск повреждений телефонных кабелей



Для поиска повреждений кабелей используется ряд различных приборов - времяимпульсные рефлектометры, мосты и т.д., которые обеспечивают получение информации о расстоянии до повреждения или неисправности и его общем местонахождении. Электромагнитная локация применяется для прецизионного определения положения повреждения кабеля, уменьшая затраты времени и исключая излишние работы по выемке грунта.

1 Короткое замыкание проводов

Эта процедура позволяет определить положение места короткого замыкания между проводами кабеля, но не между проводами и экраном.



Проведите трассировку и отметьте положение кабеля в обследуемой зоне.

Отключите неисправную кабельную пару от питания на центральной станции или коммутаторе.

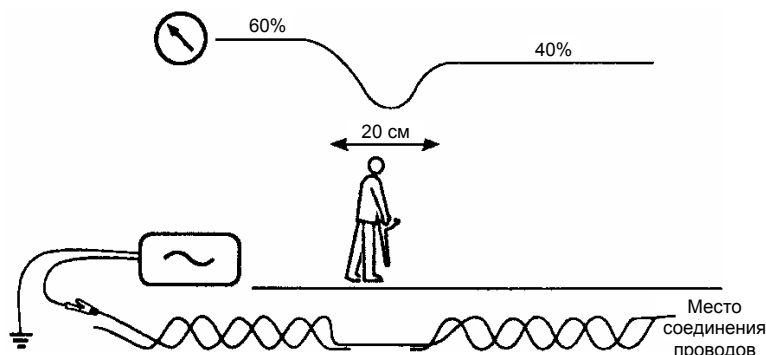
Подключите выход генератора к одному из проводов пары, а заземляющий провод генератора - к другому проводу этой пары.

Увеличьте усиление приемника до максимума в пределах шкалы показывающего прибора.

Перемещайте приемник над кабелем. Снизьте чувствительность приемника для определения любого отклика низкого уровня. Короткий и четкий отклик в пределах 20 см будет указывать положение короткого замыкания проводов.

2 Обрыв одного из проводов пары

Если один из проводов пары имеет обрыв, то место обрыва может быть точно определено, используя следующие операции. Подключите выход генератора к "хорошему" проводу пары, а заземляющий провод генератора присоедините к независимой точке заземления.



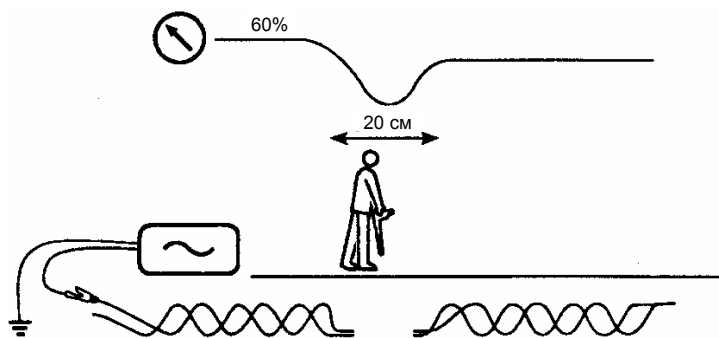
Перейдите к следующей доступной точке неисправной пары проводов и соедините их вместе.

При этом, сигнал генератора проходит по исправному проводу до места соединения проводов, а затем идет в обратном направлении к точке обрыва неисправного провода. Это может привести к эффекту компенсации сигналов.

Проведите трассировку кабеля по направлению от генератора с уровнем усиления приемника 60%. Продолжайте трассировку кабеля до тех пор, пока отклик не уменьшится, а затем возрастет до 40%. Минимум отклика будет указывать на положение повреждения кабеля.

3 Обрыв в обоих проводах пары

Подключите генератор к одному из проводов пары и к заземлению. Проведите трассировку кабеля при уровне отклика 60%. Над разрывом проводов будет значительное уменьшение отклика.

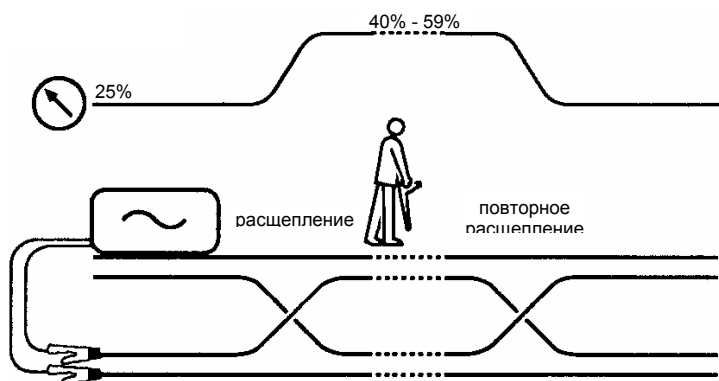


4 Расщепление или ошибочное соединение проводов различных пар

Расщепление - это место, где две пары проводов соединены некорректно.

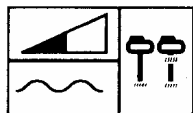
Отклик пары проводов ниже из-за эффекта компенсации сигналов. Уровень отклика возрастает, когда провод не перекручен с другим проводом из этой же пары.

Подключите генератор к подозрительной паре проводов. Присоедините выход генератора к одному из проводов пары, а провод заземления генератора к другому проводу пары.



Проведите трассировку кабеля по направлению от генератора с уровнем усиления приемника как можно ближе к 25%. В точке расщепления отклик будет существенно возрастать. Не изменяйте уровень усиления приемника, если возможно наличие повторного расщепления, и продолжайте трассировку до тех, пор пока отклик не уменьшится, указывая на положение повторного расщепления.

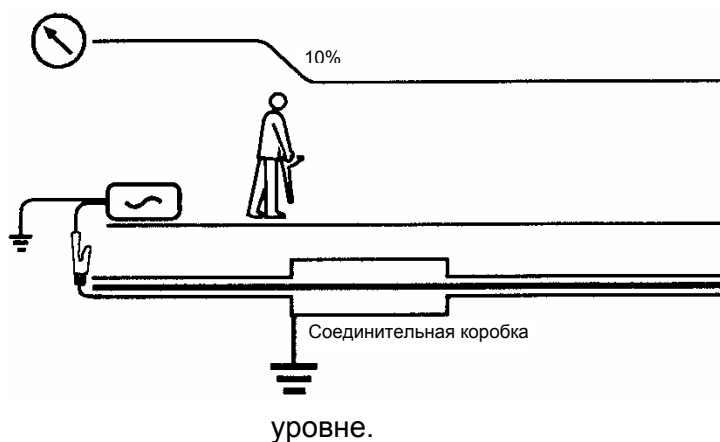
Контроль состояния экрана кабеля и заземления на стыках



Отсутствие разрывов экрана кабеля и цепи заземления на стыках является исключительно важным для гарантии целостности телефонного кабеля.

Локаторы могут быть использованы для контроля повреждений этого типа с поверхности земли.

1 Контроль отсутствия разрывов экрана кабеля и заземления на стыках



Присоедините выход генератора к экрану кабеля и к независимой точке заземления.

Проведите трассировку кабеля при уровне усиления приемника 60%. Предполагая, что сопротивление соединений на стыках равно примерно 25 Ом, отклик должен снижаться при расположении приемника над точкой заземления кабеля и затем оставаться на том же уровне.

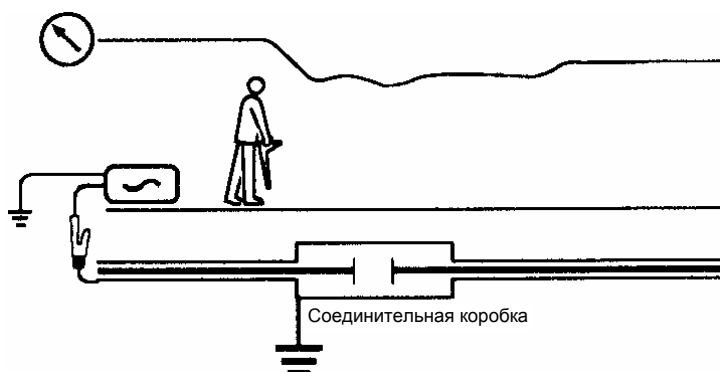
2 Целостность экрана не нарушена, но нет заземления



Присоедините выход генератора к экрану кабеля и к независимой точке заземления.

Проведите трассировку кабеля при уровне усиления приемника 60%. В месте стыка или соединения экрана с заземлением отклик приемника не будет изменяться.

3 Экран заземлен, но есть разрывы на стыках

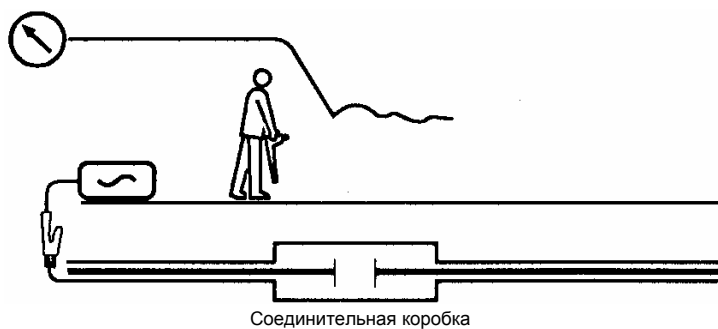


Присоедините выход генератора к экрану кабеля и к независимой точке заземления.

Проведите трассировку кабеля при уровне усиления приемника 60%. Над местом стыка отклик сначала значительно снизится или даже исчезнет, а

затем возрастет через 3-5 м после стыка, затем снова уменьшится.

4 Целостность экрана нарушена и нет заземления



Присоедините выход генератора к экрану кабеля и к независимой точке заземления.

Выполняйте трассировку кабеля при уровне усиления приемника 60%. Отклик будет резко снижаться и исчезнет на стыком.

Поиск повреждений оболочки кабеля

Важность локации повреждений защитной оболочки кабеля несомненна. Наружная изоляция кабеля предотвращает попадание влаги в кабель. Повреждение оболочки кабеля приводит к попаданию влаги в кабель, которая затем может проникнуть в изоляцию проводов, что, в свою очередь, при высоком сопротивлении грунта может вызвать появление помех, а прохождение тока - окисление проводов.

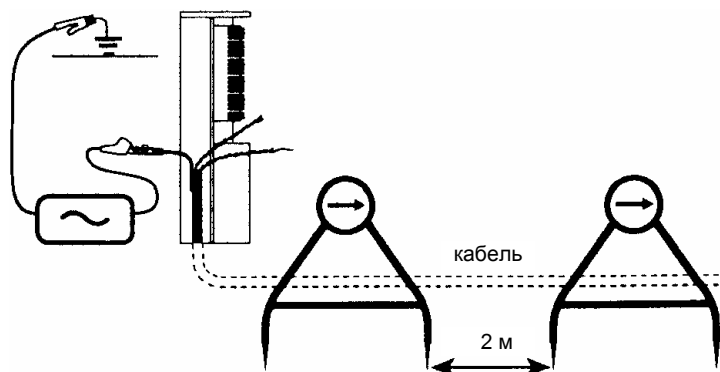
Повреждения кабеля, вызванные проникновением влаги, могут быть обнаружены различными методами, например, путем измерения импеданса с использованием мостов или применением времяимпульсных рефлектометров. Они позволяют обнаружить неисправные провода и обеспечивают возможность ремонта, но совершенно необязательно, что с их помощью будет найдено повреждение оболочки кабеля, которое может находиться на некотором расстоянии от места повреждения проводов.

Поиск повреждений защитной оболочки кабелей и их последующий ремонт являются важной превентивной мерой текущего технического обслуживания, позволяющая предотвратить снижение рабочих характеристик кабеля.

- 1 А-рамка позволяет обнаружить повреждения защитной оболочки кабелей, расположенных под землей. Она не может применяться для поиска повреждений кабелей, расположенных в трубах, или воздушных и армированных кабелей.
- 2 В хороших условиях она позволяет обнаружить повреждения с высоким сопротивлением до 2 МОм.
- 3 Проведите трассировку и отметьте направление кабеля, используя электромагнитный локатор.
- 4 Удалите соединения кабеля с заземлением вблизи и на удаленных концах неисправного участка кабеля.
- 5 Выполните следующие процедуры, используя А-рамку, для определения повреждения или повреждений оболочки кабеля.



3.12



6 Контроль наличия повреждений с высоким сопротивлением необходимо выполнять с помощью А-рамки только после того, как все повреждения с низким сопротивлением в линии устранены.

7 Установите на место перемычки между экраном кабеля и заземлением с обеих сторон линии после того, как обследование участка линии с целью поиска неисправностей закончено.

Поиск повреждений - прямо над кабелем

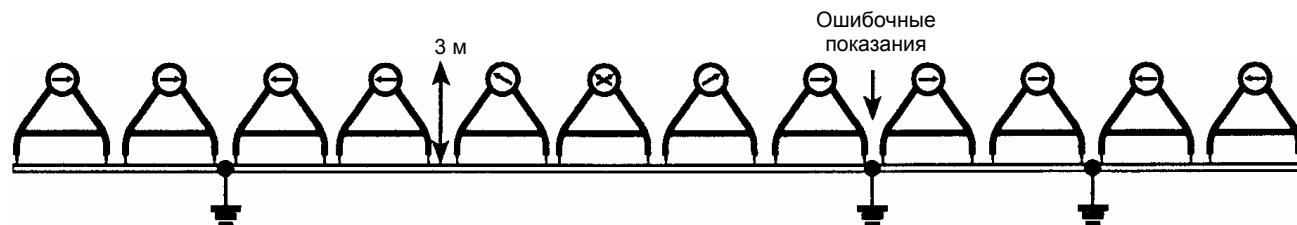


8 При поиске повреждений над кабелями с помощью А-рамки будут детектироваться повреждения с высоким сопротивлением.

Поиск повреждений с помощью А-рамки параллельно кабелю на расстоянии примерно 3 м позволит обнаружить повреждения только с низким сопротивлением.

Поиск в параллельном направлении может быть необходим, если кабель расположен под мостовой или с целью определения еще более существенных повреждений.

Поиск повреждений - со смещением от кабеля



Трассировка труб

Проводка зонда внутри пустой кабельной трубы является простым и надежным способом трассировки трубы и локализации мест ее закупорки или разрушения.



- 1** Выполняйте все инструкции и рекомендации по трассировке и локализации зонда. Убедитесь в том, что стержни или другие приспособления для проводки и вставки зонда в трубу имеются на объекте.
- 2** Место закупорки или разрушения трубы определяются, когда зонд останавливается или застревает в трубе и его невозможно переместить дальше. При этом, может быть целесообразно вставить зонд с другого конца трубы для определения размеров пробки.
- 3** При вставке нового кабеля в трубу иногда он может застрять в ней. В этом случае зонд может быть прикреплен к приспособлению для протяжки кабеля, что позволяет определить точное положение конца кабеля, когда он застрянет в трубе.

Поиск потерянных колодцев

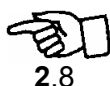
Колодцы часто расположены под асфальтом дороги или скрыты под слоем почвы в стороне от дороги.



1 Достаточно длительное время может потребоваться для определения местонахождения крышки потерянного колодца, если ее примерное положение не известно. Наиболее быстрый способ обнаружения крышки - ввод сигнала в кабель в удобной и доступной точке и трассировка линии в области вероятного расположения крышки колодца. Потеря отклика на небольшом расстоянии обычно указывает на присутствие крышки колодца.

Положение крышки затем может быть проверено с помощью металлоискателя.

Если сигнал очень небольшой или нет потери сигнала в любой точке по длине линии, то это показывает, что крышка выполнена из бетона в металлической раме. Проведите зондирование предполагаемого участка кабеля с помощью металлоискателя для определения положения потерянной крышки.



2 Если крышка колодца находится на выходе трубы, то выполните проводку и трассировку зонда вдоль трубы. Сигнал будет потерян под крышкой, положение которой затем может быть подтверждено с помощью металлоискателя.

3 Металлоискатель (локатор для поиска крышек) с вертикальной катушкой позволяет определять габаритные размеры крышки. Его использование особенно эффективно при идентификации прямоугольных крышек телефонных колодцев с тремя секциями в металлической раме. При этом прибор дает четкий отклик на границе каждой секции.

Приемка новых линий перед сдачей в эксплуатацию

Использование локации как часть процедуры приемки новых линии позволяет подтвердить соответствие монтажа техническим требованиям.

1 С помощью локатора может осуществлен контроль глубины залегания кабеля с заданным интервалом и выполнена оценка профиля и толщины покрытия над рвом или пересечением дороги.



2 Целостность экрана кабеля может быть подтверждена путем простой трассировки.



3 Может быть определено изменение тока по длине линии. Могут быть определены любые аномалии или потери наружной изоляции кабеля.

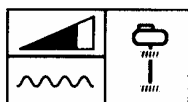
Глава 7. Подземные силовые кабели: Локация и поиск повреждений

Локация подземных силовых кабелей с присущей им опасностью является основной областью применения электромагнитных локаторов.

В последнее время локаторы получили широкое признание в качестве эффективного инструмента поиска целого ряда неисправностей и повреждений кабелей.

Глава 7: Раздел 1. Локация силовых кабелей

Локация силовых кабелей

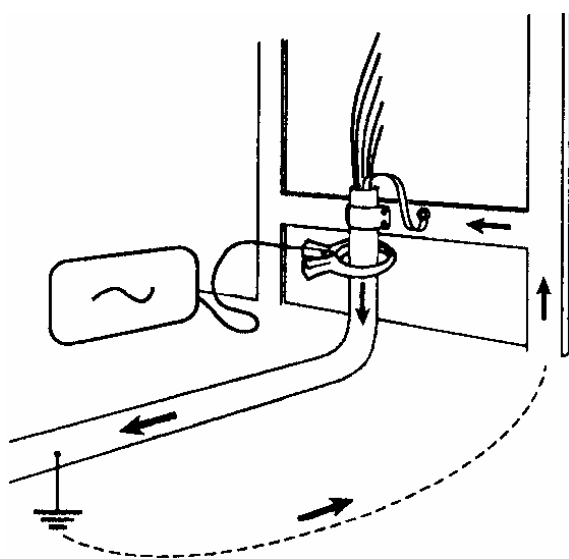


Несмотря на то, что подземные электрические кабели несут достаточно мощный сигнал на частоте 50/60 Гц, этот сигнал не всегда приемлим для детектирования. В связи с этим, для трассировки или локации искомой линии всегда необходимо осуществлять ввод сигнала от генератора.

- 1 Локация кабеля на выходе из здания на улицу** Подключение генератора к гнезду или розетке питания, находящейся под напряжением, является наиболее эффективным способом ввода сигнала при трассировке и локации служебного соединения, ведущего в распределительный кабель на улице.

Сигнал генератора может быть введен в кабель с помощью зажимов, если кабель доступен для локатора вне здания, а строение имеет свое собственное заземление.

- 2 Локация кабелей, выходящих из подстанции** Введите сигнал генератора с помощью зажима в выходящий кабель.



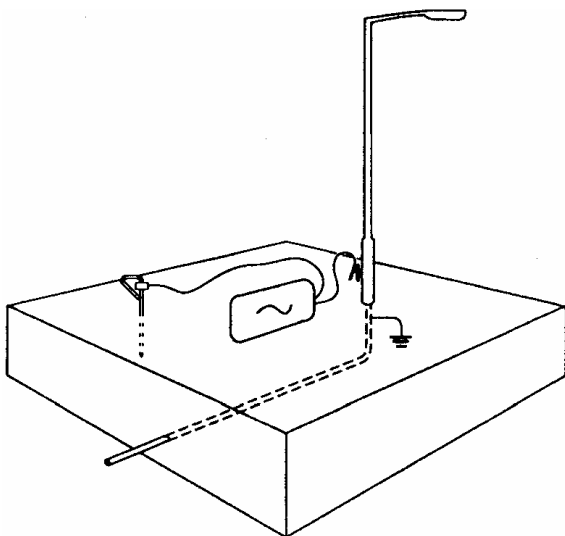
Не считайте, что сигнал генератора наведен только в искомую линию. Всегда выполняйте предупредительное обследование по окружности радиусом примерно 5 м от генератора и отмечайте все сигналы, имеющиеся в этой области. Сигнал искомой линии - это сигнал, дающий наиболее сильный отклик.

Использование специального разъема для подсоединения к кабелям под напряжением - альтернативный способ ввода высокоселективного сигнала для трассировки на больших расстояниях. Эта операция должна выполняться персоналом, имеющим соответствующий допуск для работы с линиями под напряжением.

Разъем для подсоединения к кабелям под напряжением должен всегда использоваться для ввода сигнала генератора, даже если кабель отключен от питания.

3 Локация кабелей уличного освещения

Питание к кабелям уличного освещения может подводиться от специально предназначенной системы питания или от кабеля системы энергоснабжения, идущего вдоль улицы.



Прямое соединение с металлической мачтой уличного освещения также эффективно, как и подключение к самому экрану кабеля. Обычно экран кабеля соединен с металлической мачтой, поэтому соединение с ней позволяет пользователю проводить локацию кабеля уличного освещения быстро и безопасно без предварительного обращения в соответствующую службу.

В случае железобетонных столбов освещения, генератор необходимо подключать непосредственно к экрану кабеля несмотря на то, что кабель заземлен на рамку дверцы смотрового окна в столбе. Ввод сигнала генератора путем присоединения к экрану кабеля позволяет с помощью приемника проводить трассировку кабелей уличного освещения на значительном расстоянии.



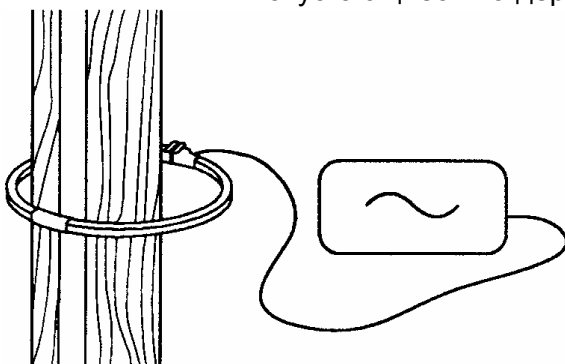
2.9

Когда кабель не заземлен на столб, откройте дверцу смотрового окна и используйте специальный разъем для подключения к проводу, находящемуся под напряжением (фазе), или нейтрали.

Если возможно, то используйте столб освещения для ввода сигнала в другие силовые кабели. При использовании этого способа сигнал может быть слабым, так как он проходит назад на подстанцию, а затем возвращается через другую систему кабелей. Однако при установке высокой чувствительности приемника часто вполне возможно определить местонахождение кабеля, в который трудно или неудобно ввести сигнал другим способом.

4 Ввод сигнала в кабели, спускающиеся по столбам

Ввод сигнала в кабели, спускающиеся по деревянным или бетонным столбам, может быть осуществлен с использованием

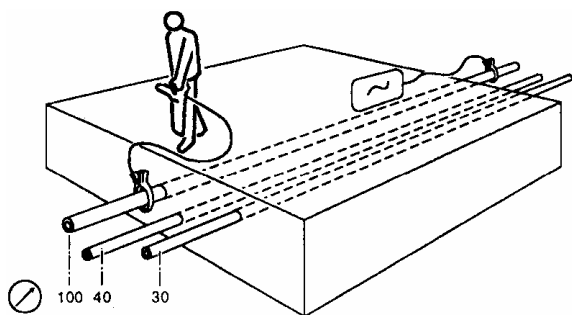


с использованием большого зажима, обхватывающего столб и кабель. Ввод сигнала также может быть выполнен, используя режим индукции генератора при установке генератора под прямым углом к земле напротив столба.

Проверьте наличие провода заземления, спускающегося по столбу. Часть сигнала будет уходить по этому проводу. Затем должна быть выполнена трассировка этого провода, чтобы исключить ошибки в определении искомого кабеля.

5 Контроль корректности идентификации кабелей

В этом случае для контроля правильности идентификации кабеля доступны два способа, которые могут быть полезны, если локатор не имеет функции измерения тока или распознавания направления тока.



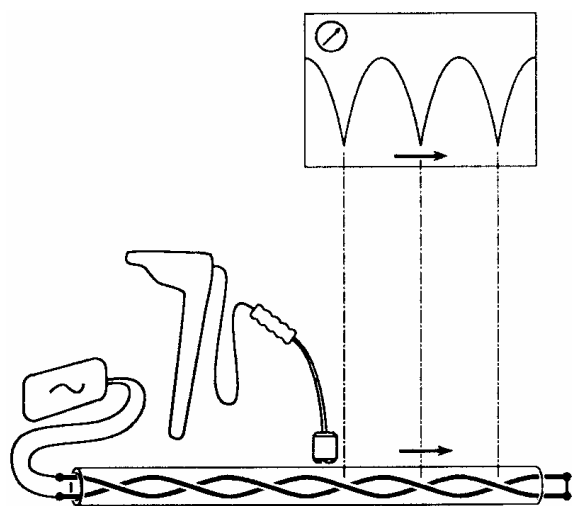
Проведите трассировку кабеля до доступной точки, где кабель может быть точно идентифицирован.

Прикрепляйте антенну-зажим к каждому кабелю по очереди, отмечая отклик прибора. Сравните уровень отклика для каждого кабеля. Кабель с уровнем отклика, который значительно превышает уровень отклика других кабелей, и будет кабелем, к которому подведен сигнал генератора.

Если невозможно установить антенну-зажим на кабели из-за присутствия в обследуемой зоне большого количества кабелей или их недоступности, то необходимо использовать антенну-стетоскоп вместо антенны-зажима. Прижмите головку детектора с вогнутой поверхностью к каждому кабелю и отметьте отклик от каждого из них.

Для того, чтобы убедиться в правильности идентификации, поменяйте местами генератор и приемник и повторите процедуру идентификации.

Альтернативный способ заключается в использовании эффекта скрутки кабеля для точной идентификации кабеля. Этот способ может использоваться только персоналом, имеющим допуск для работы с кабелями, которые находятся под напряжением.



Эта методика не может быть использована для кабелей, находящихся под напряжением, так как при ее выполнении необходимо закоротить удаленные концы проводов кабеля.

Всегда используйте специальный разъем для ввода сигнала в силовые кабели, даже в том случае, когда считается, что они отключены от питания.

Витые провода вызывают появление "петлеобразного" сигнала. Антенна-стетоскоп (но не антенна-зажим, которая не позволяет определять этот "петлеобразный" сигнал) при движении вдоль кабеля обеспечивает отображение на экране дисплея характерного возрастания и падения отклика.

Другие близлежащие кабели не дают такого эффекта и поэтому этот способ обеспечивает эффективную идентификацию кабеля.

Локация повреждений силовых кабелей

- 1 Процедура поиска повреждения Определение типа повреждения кабеля.
Выбор соответствующей процедуры поиска повреждения.
Определение местонахождения повреждения на трассе кабеля.

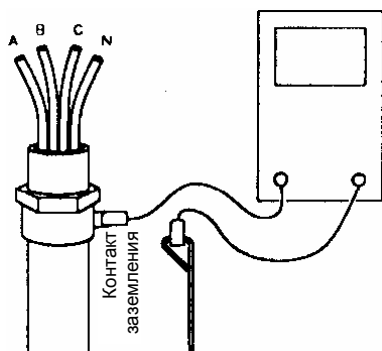
- 2 Определение типа повреждения кабеля



Техника безопасности: Перед выполнением любых процедур убедитесь в том, что кабель обесточен или изолирован с обоих концов.

Выполните следующие процедуры, используя мультиметр или прибор для измерения сопротивления изоляции:

Повреждение защитной оболочки кабеля - повреждение типа экран-земля

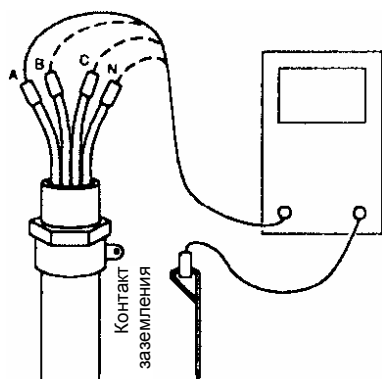


Найдите независимую точку заземления, внешнюю по отношению к кабелю, с низким сопротивлением или установите в грунт стержень заземления. Увлажните почву вокруг стержня, если грунт сухой.

При поиске повреждений оболочки кабеля убедитесь в том, что штатные соединения неисправного кабеля с землей отсоединены от экрана кабеля.

Повреждение типа экран-земля может быть локализовано с помощью А-рамки, если сопротивление в месте повреждения ниже 2 МОм. Подключите мультиметр так, как показано на рисунке.

Замыкание провода кабеля на землю - повреждение типа провод-земля

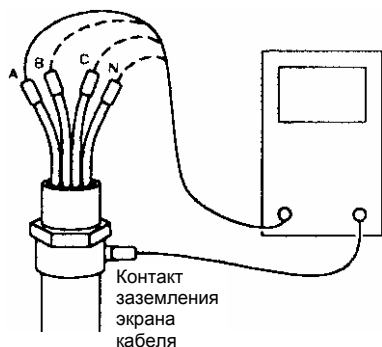


Найдите независимую точку заземления, внешнюю по отношению к кабелю, с низким сопротивлением или установите в грунт стержень заземления. Увлажните почву вокруг стержня, если грунт сухой.

Если показания мультиметра менее 200 Ом, то считается, что повреждение имеет низкое сопротивление. При показаниях до 1 МОм - повреждение имеет высокое сопротивление.

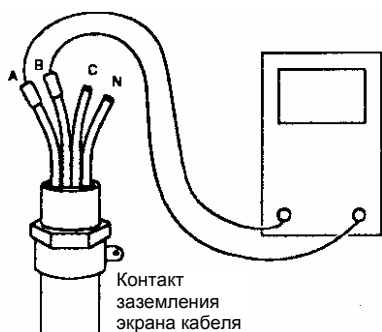
Повреждение типа провод-земля может быть локализовано с помощью А-рамки при отсутствии контакта провода с экраном кабеля. А-рамка также может применяться для кабелей, которые не имеют защитной оболочки.

Замыкание провода на экран кабеля или экрана на нейтраль - повреждения типа провод-экран и экран-нейтраль



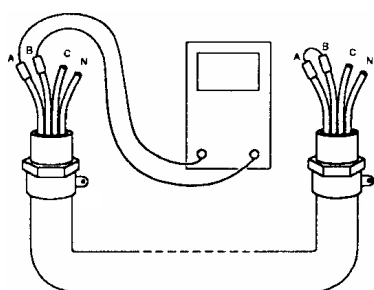
Локаторы с А-рамкой не могут быть использованы для локализации этого типа повреждений. Показания мультиметра менее 200 Ом указывают на то, что повреждение этого типа может быть обнаружено с использованием стандартных электромагнитных локаторов.

Замыкание между проводами кабеля или провода на нейтраль - повреждения типа провод-провод и провод-нейтраль



А-рамка не может быть использована для локализации повреждений этого типа, несмотря на наличие контакта поврежденного провода с землей. Показания мультиметра менее 500 Ом указывают на то, что повреждение этого типа может быть обнаружено.

Повреждение типа обрыва



Если использование всех предыдущих тестов показало наличие очень высокого сопротивления между проводами кабеля и землей, а также между экраном и землей, то имеет место обрыв цепи.

Для определения повреждений этого типа наиболее эффективно и просто использовать времяимпульсные рефлектометры.

А-рамка может быть использована, если есть контакт с землей любого из проводников кабеля.

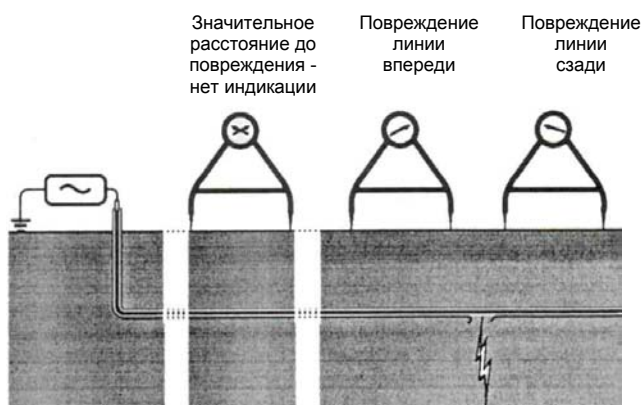
3 Выбор приемлемой процедуры локации Определите тип повреждения и кабеля для выбора необходимой процедуры поиска повреждений.

Тип повреждения	Тип кабеля							
Экран/земля		a		a	a	a	a	a
Провод/земля	b, c	b, c	b, c	b, c	b, c	b, c	b, c	b, c
Провод/экран		e	d	d	d, f	d	e, f	a, f
Провод/провод			g	g	g	g		g
Провод/экран/земля		d		d, h, j	d, h, j	d, h, j	d, h, j	d, h, j
Экран/нейтраль		d, e		d, e	d, e	d, e		
Плохая изоляция/земля	c, l	c	a, k, l					
Отсутствие масляной изоляции						a	a	
Обрыв цепи	h, j	h, j	h, j	h, j	h, j	h, j	h, j	h, j

Буквы соответствуют процедурам, рассмотренным в следующих параграфах.

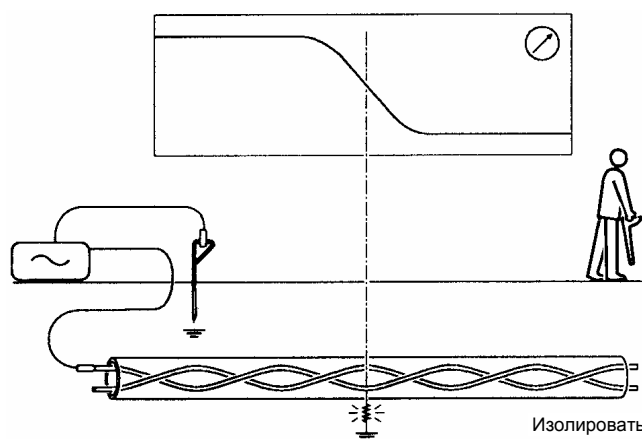
4 Процедуры поиска повреждений

а Повреждение типа экран-земля



Отсоедините штатные соединения кабеля с землей и изолируйте кабель от земли.

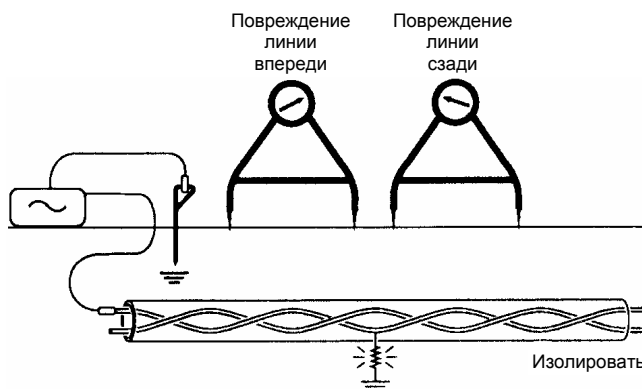
б Повреждение типа провод-земля с низким сопротивлением



Подключите генератор к одному проводу или, к нескольким проводам, если неисправен весь кабель и он находится в контакте с землей.

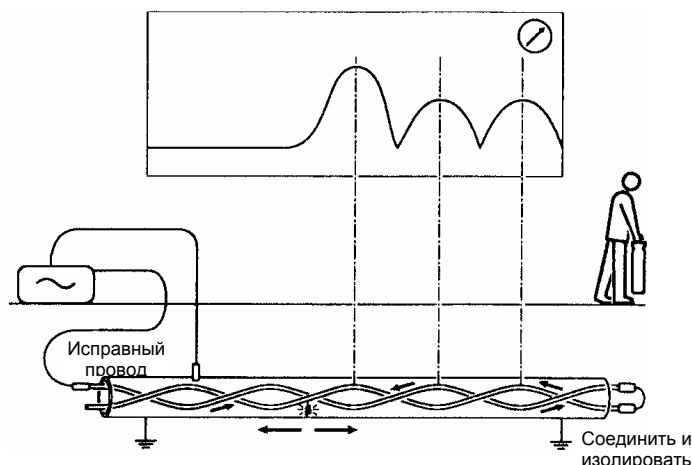
Изолируйте кабель от земли.

в Повреждение типа провод-земля с высоким сопротивлением



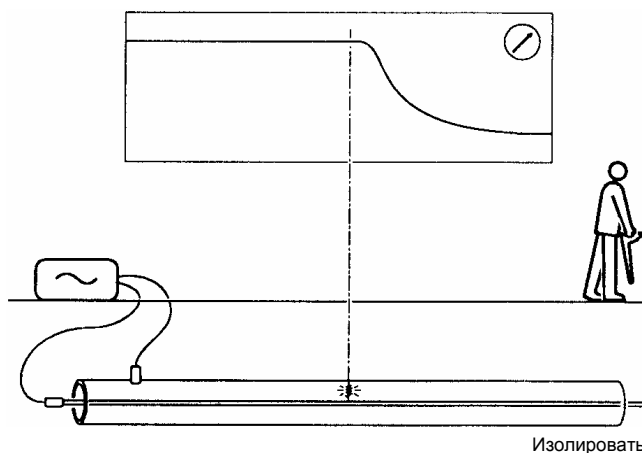
Если провода кабеля, нейтраль, экран и элементы заземления изолированы, а кабель имеет слой пластиковой изоляции, то этот тип повреждения может быть локализован с помощью А-рамки.

d Повреждения типа: провод-экран, провод/экран/земля, экран-нейтраль



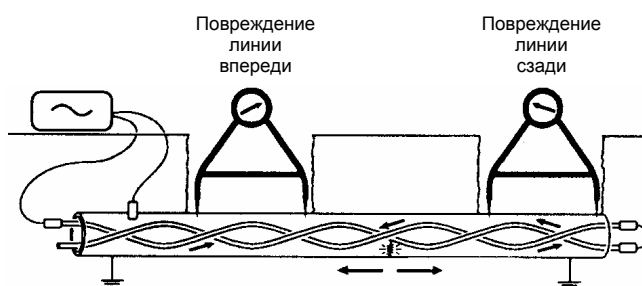
Изолируйте экран кабеля от земли. Удерживайте приемник плоской стороной параллельно кабелю.

e Повреждения типа: провод-экран, экран-нейтраль



Изолируйте экран кабеля от земли.

f Повреждение типа провод-экран



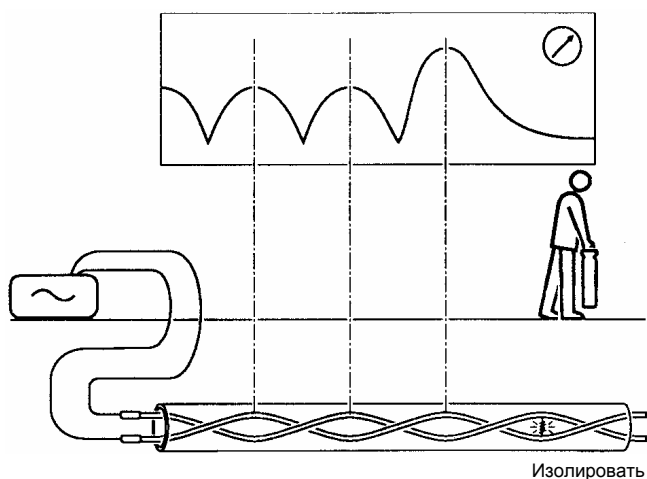
Неисправности армированных (с помощью ленты или стальной проволоки) кабелей могут быть связаны с контактом между проводом кабеля и арматурой/экраном, возникающим из-за повреждения внутренней изоляции.

Кабель, как правило, хорошо заземлен по длине, если изоляция его армировки не соответствует необходимым требованиям.

Приемник с А-рамкой, используемый на поверхности земли, не будет определять направление тока в земле.

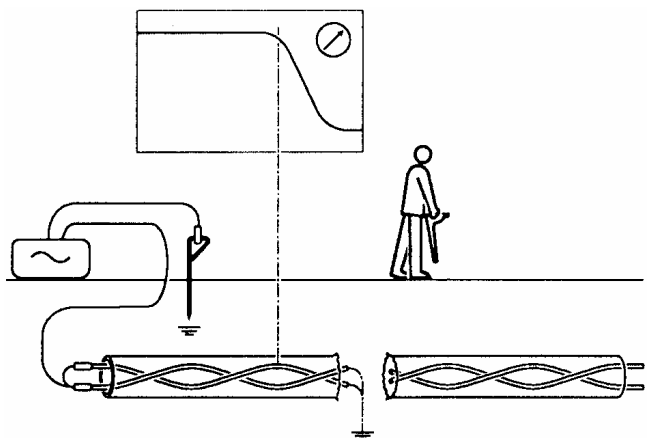
Однако, А-рамка может обеспечить получение необходимой информации, если положение кабеля определено и он идентифицирован. Тогда при установке острых концов ножек А-рамки на армировку кабеля ее показывающий прибор будет указывать направление расположения повреждения. Это поможет предотвратить нежелательную обрезку кабеля и сократить время тестирования.

g Повреждение типа провод-провод



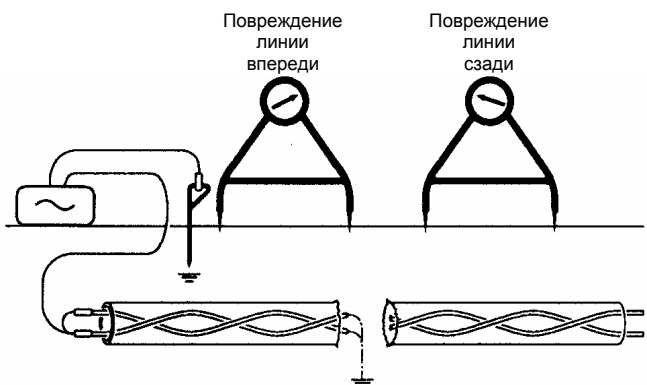
Изолировать кабель и присоединить выход генератора к неисправным проводам.

h Повреждение типа обрыв цепи



Стандартный локатор может быть использован для локации повреждения с низким сопротивлением, если обеспечить в этом месте заземление.

j Повреждения типа: обрыв цепи, провод/экран/земля

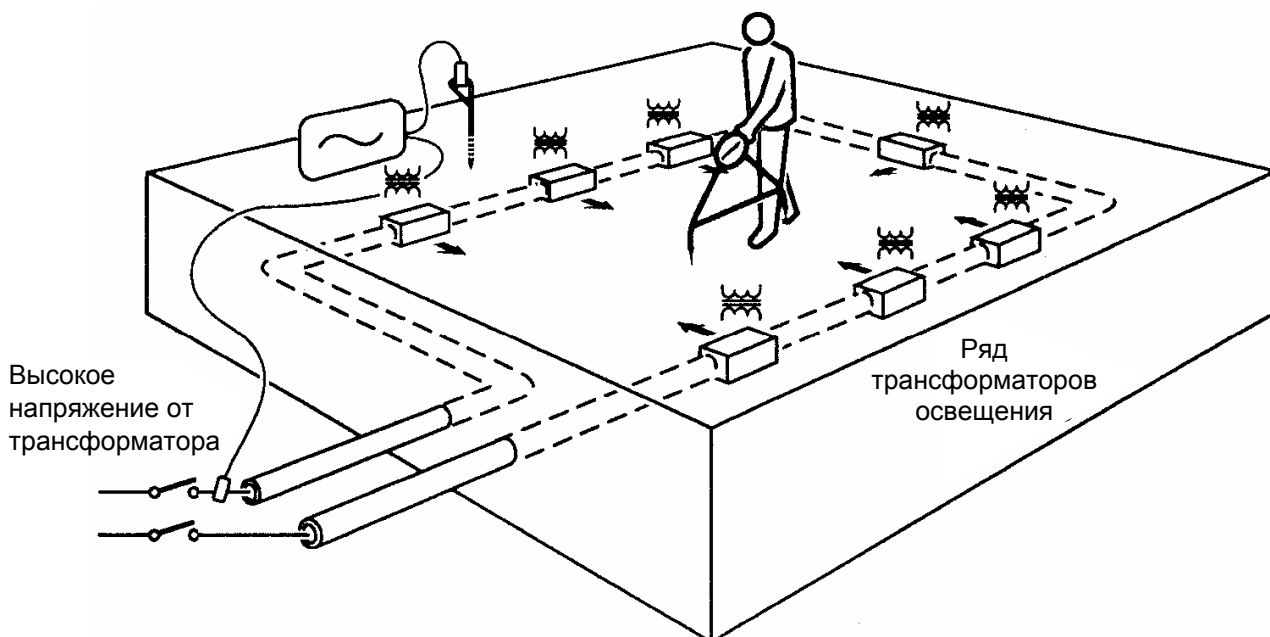


А-рамка может быть использована для локации повреждений с высоким сопротивлением, если обеспечить в этих точках заземление.

К Повреждение типа плохая изоляция

Для поиска повреждений такого типа может быть использована А-рамка. Применима для кабелей с одним проводом или 3-мя проводами без экрана. Отсоедините кабель от всех точек заземления, присоедините выход генератора к проводу или экрану и используйте процедуру поиска неисправности типа - повреждение защитной оболочки как в пунктах А или С.

І Повреждение типа плохая изоляция на землю в подземных линиях питания освещения взлетно-посадочной полосы



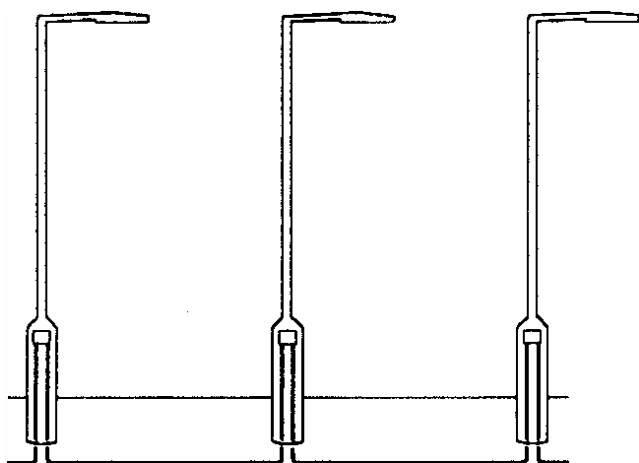
В системах освещения аэропортов обычно используется один кабель, который подает питание к ряду трансформаторов, которые питают лампы освещения взлетно-посадочной полосы. Таким образом, большое количество ламп освещения/трансформаторов получают питание от одной кабельной петли.

Кабельная петля может быть отсоединена от источника высокого напряжения с помощью коммутирующего устройства. Присоедините генератор ко входящему или выходящему концу петли, оставив другой конец кабеля свободным. Выберите независимую точку заземления вне сооружений: не используйте точки заземления сооружений. Для поиска повреждений используйте обычным образом приемник с А-рамкой.

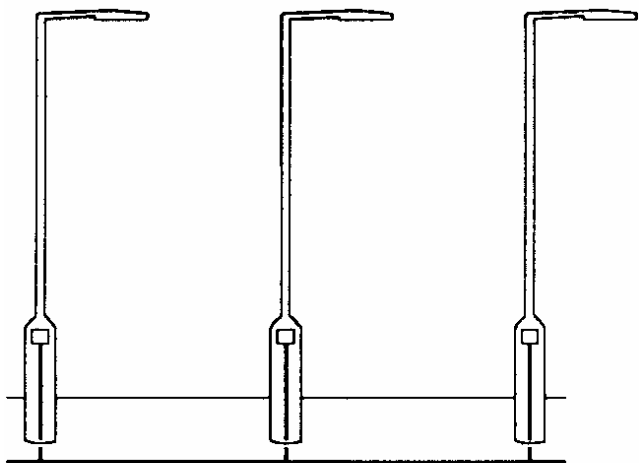
5 Поиск повреждений кабелей уличного освещения

Необходимо определить тип кабелей, используемых для уличного освещения, прежде, чем выбрать приемлемую процедуру поиска повреждения.

Ввод кабеля в мачты или столбы уличного освещения может осуществляться последовательно (петлеобразно) или с использованием Т-образных ответвлений. В первом случае в мачту или столб входит несколько кабелей, а во втором - только один кабель. При этом, также может быть комбинированный ввод кабелей, если предшествующий участок кабеля поврежден или заменен.



Петлеобразный ввод



Т-образный ввод

Процедура поиска

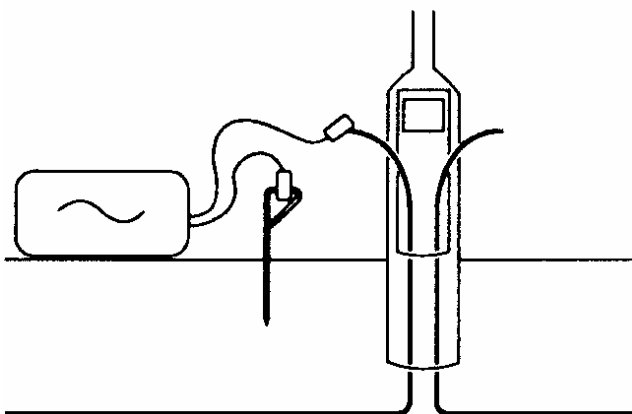
Используйте локатор для локализации и маркировки системы кабелей.

Отсоедините и проведите тестирование системы для определения поврежденного участка кабеля.

Изолируйте кабель с обоих концов в системе с последовательным вводом кабелей и изолируйте каждое ответвление кабеля в системе с Т-образным вводом. Отсоедините заземление поврежденного кабеля с обоих концов, а также любого другого кабеля, присоединенного в той же точке, для того исключить возможность обратного прохождения сигнала от генератора.

Проведите тестирование кабеля для контроля отсутствия повреждений типа провод-земля или экран-земля, которые могут быть найдены с помощью А-рамки.

Подключите выход генератора к одному из концов кабеля и локализируйте повреждение с использованием А-рамки. Проверьте кабель с другого конца, что позволит выявить наличие других повреждений.



Глава 8. Системы газоснабжения: Локация и решение проблем

Область использования электромагнитных локаторов в трубопроводных системах газоснабжения в значительной степени сужается из-за увеличения применения в таких системах полиэтиленовых труб, которыми заменяют стальные трубы.

Даже системы газоснабжения с металлическими трубами представляют достаточно сложную задачу для использования локаторов, несмотря на наличие большого числа встроенных измерительных приборов (счетчиков газа), клапанов или других доступных точек, сравнимых по количеству с системами водоснабжения.

- 1 Трассировка металлических газовых труб
- 2 Трассировка пластиковых газовых труб

Глава 8: Раздел 1. Трассировка металлических газовых труб

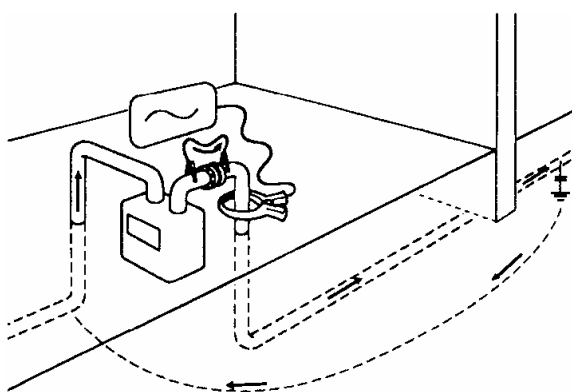
Электромагнитные локаторы могут быть использованы для трассировки стальных труб и большинства чугунных труб.



Для локации стальных труб применимы стандартные способы локации и трассировки.

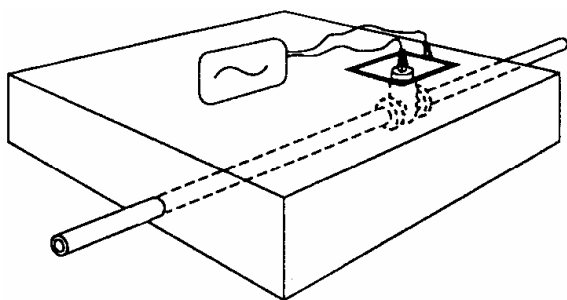
Некоторые стальные трубы могут иметь изолированные стыки для предотвращения распространения по трубе блуждающих токов. При локации эти стыки также будут препятствовать прохождению сигнала генератора.

Где это возможно, вводите сигнал генератора вблизи счетчика потребителя газа и выполняйте трассировку по направлению к магистральной трубе.



Введите сигнал генератора с помощью зажима вблизи счетчика газа. Убедитесь в том, что все изолированные с помощью прокладок стыки труб имеют перемычки из проволоки, а газовая труба надежно заземлена.

Некоторые системы газоснабжения имеют большое количество точек доступа, которые не могут быть найдены. Определите примерное положение газовой магистрали по имеющейся схеме системы газоснабжения или с использованием другой доступной информации и наведите в нее сигнал с помощью генератора в пределах предполагаемого местонахождения трубы. Проведите трассировку сигнала до точки, где линия может быть точно идентифицирована, например, у клапана или в другой доступной точке, а затем присоедините выход генератора к клапану напрямую или с помощью зажима.



Если труба расположена под автомагистралью или вблизи нее, то подключите выход генератора к клапану, а провод заземления генератора - к металлической раме клапанного колодца.

Проверьте наличие хорошего электрического контакта между зажимом и клапаном. При этом, может быть необходимо очистить место соединения от краски или окаины для обеспечения надежного контакта.

Низкоуглеродистые стальные трубы могут создать проблемы при трассировке и локации. Изолированные фланцы или соединения с помощью муфт могут ограничить или даже препятствовать прохождению сигнала генератора. Высокое содержание железа в старых трубах приводит к их коррозии и, таким образом, труба будет представлять большое сопротивление прохождению сигнала генератора.

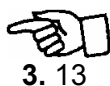


Старайтесь проводить локацию и трассировку, используя способы локации стальных труб.

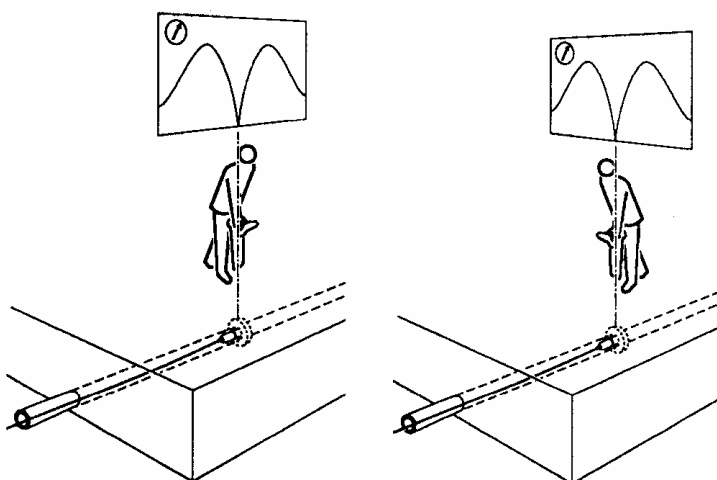
Новые трубы из низкоуглеродистой стали могут препятствовать передаче сигнала на расстояние более, чем 2 или 3 участка трубопровода, а некоторых случаях даже одного участка трубопровода. Выполняйте трассировку трубы путем индуцирования сигнала или перемещайте генератор по мере выполнения процедуры поиска в последнюю точку, где сигнал еще определялся.



Труба может нести значительный сигнал промышленной частоты или радиосигнал, которые позволяют проводить трассировку в пассивном режиме с помощью приемника.



Если возможно, то используйте низкочастотный зонд и приемник для трассировки трубы. Убедитесь в том, что зонд имеет соответствующий размер для ввода в трубу.

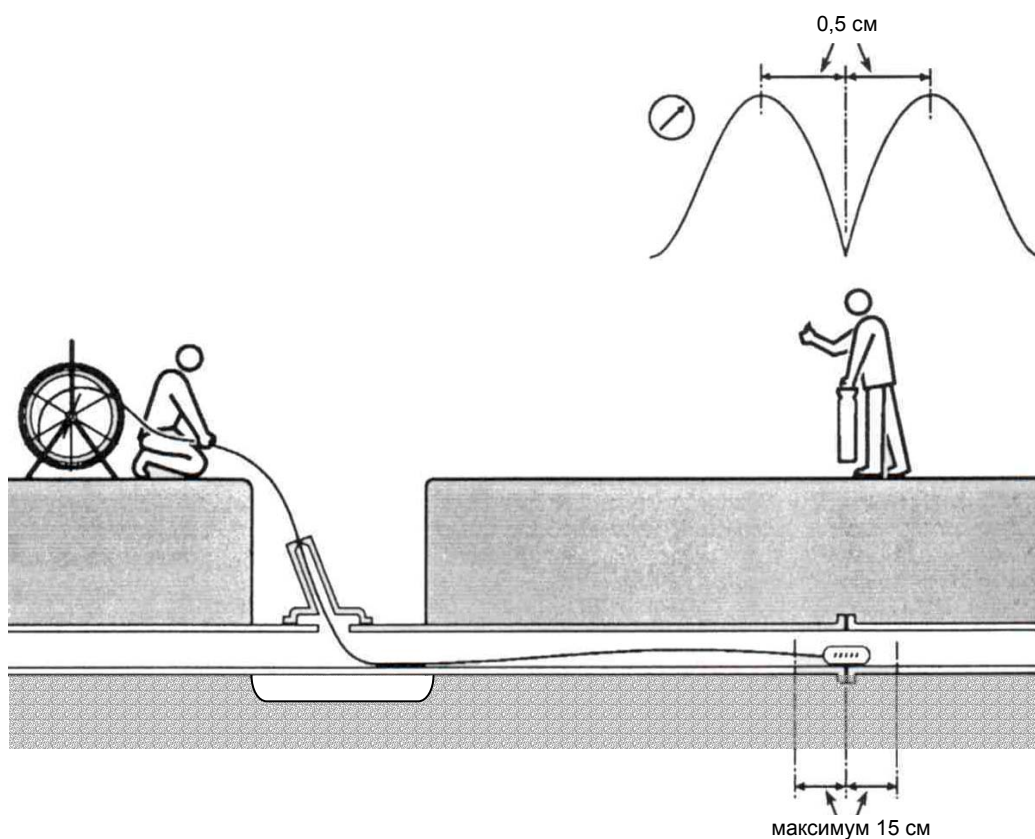


Трассировка труб из низкоуглеродистой стали может выполняться с помощью зондов с частотой >5 кГц. Сигнал не может быть определен через стенку трубы, но когда зонд размером 15 см находится вблизи стыка труб (с любой стороны), то имеет место пиковый отклик, а непосредственно на месте стыка - нулевой отклик.

Поверните приемник на 90° относительно направления трубы и определите положение, при котором имеет место второй нулевой отклик. Место стыка труб находится прямо под линией, проведенной через точки, соответствующие нулевым откликам.

При известной длине участков труб зонд может перемещаться в трубопроводе с подобным интервалом для точного определения направления трубопровода.

Этот способ определения положения стыков может быть реализован путем ввода зонда через небольшие просверленные отверстия для ввода анаэробного уплотняющего материала.



Трассировка пластиковых труб

Множество программ и значительных капитальных вложений направлено на разработку систем локации с поверхности подземных газовых труб из пластика. В частности, разработки, ведущиеся в целом ряде стран, направлены на развитие зондирующих радаров для локации подземных газовых труб из пластика. В результате этого достигнут определенный успех и создано локационное оборудование, предназначенное для использования специалистами. Это оборудование может обеспечить получение достаточной информации о положении и состоянии подземных пластиковых труб в некоторых, но не всех видах грунта.

Использование этого оборудования достаточно дорого, вероятно более дорого, чем выполнение в грунте отверстий для определения трассы трубопровода. Однако, стоимость применения локационного оборудования может быть в значительной степени оправдана, если информация о подземных трубах необходима в зонах большого размера.

Проводка зонда внутри трубы и локация его перемещения является, пожалуй, единственным методом трассировки пластиковых газовых труб.

Устройства для ввода зонда доступны практически для большинства пластиковых труб и позволяют выполнять трассировку, по крайней мере, на расстоянии 100 м в каждую сторону от точки ввода зонда.

Глава 9. Трубопроводные линии: Локация и контроль покрытия

Трубопроводная линия может быть определена как несколько участков длинных или средней длины труб, которые сварены вместе и имеют покрытие для защиты от коррозии.

Основные проблемы, которые возникают при локации трубопроводных линий, практически не зависят от вида протекающей через них среды - газ, нефть, нефтепродукты, химические вещества или вода.

- 1 Локация
- 2 Проблемы систем катодной защиты
- 3 Контроль состояния защитного покрытия трубопроводов
- 4 Контроль градиента тока
- 5 Контроль распределения потенциала в грунте

Глава 9: Раздел 1. Локация трубопроводных линий

Локация трубопроводных линий

Эффективность и точность локации определяется наличием информации о структуре трубопроводной линии, точках доступа, системе катодной защиты (если имеется) и положении любых изолированных стыков или фланцев.

1 Безопасность

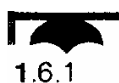


Насосные и компрессорные станции являются опасными зонами. Выполняйте все требования техники безопасности при использовании локаторов в любых зонах, классифицированных как опасные, или зонах, где могут присутствовать горючие газы.

Большинство типов локаторов не имеют взрывозащищенного или искробезопасного исполнения. Все оборудование, предназначенное для использования в опасных зонах, должно иметь соответствующую маркировку с указанием номера сертификата и наименования организации, выдавшей сертификат.

Перед вводом сигнала генератора в трубопроводную линию и выполнением локации необходимо получить соответствующее разрешение от трубопроводной компании.

2 Ввод сигнала генератора



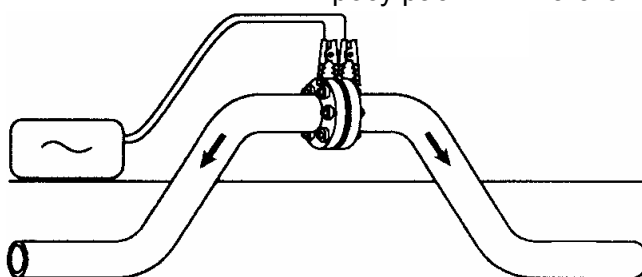
1.6.1



Большая поверхность труб приводит к тому, что введенный сигнал генератора уходит в землю на более коротком расстоянии от точки ввода, чем в случае кабелей. Сигнал одного и того же уровня уходит в землю с поверхности больших труб на значительно меньшем расстоянии от точки ввода, чем с поверхности труб небольшого размера. В связи с этим, исключительно важное значение приобретает надежность соединения при вводе сигнала генератора.

Сигнал генератора может быть введен в контрольную точку системы катодной защиты, которая используется для измерения потенциала.

Для обеспечения ввода в трубу сигнала как можно б'ольшей мощности генератор должен быть надежно заземлен. Где это возможно, присоединяйте заземляющий провод генератора к проводу заземления или тросу растяжки на столбе, либо к металлическому ограждению.



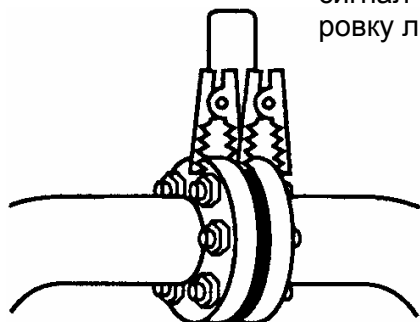
Генератор может быть подключен к изолированным друг от друга фланцам или стыкам труб. При этом заземляющий провод генератора может быть присоединен к другому фланцу, где необходимо обеспечить надежный контакт.

Генератор также может быть подключен к выходу постоянного тока трансформаторного выпрямителя системы катодной защиты. При этом его заземляющий провод присоединяется к "положительному" кабелю трансформаторного выпрямителя. Отключите источник переменного тока, когда генератор присоединяется к системе катодной защиты.

Иногда достаточно трудно обеспечить требуемое направление распространения сигнала по трубопроводной линии. Присоединение удаленной контрольной точки системы катодной защиты к земле обеспечит распространение сигнала в необходимом направлении.

3 Трассировка трубопроводной линии

Нельзя точно определить максимально возможное расстояние трассировки трубопроводной линии. Величина этого расстояния зависит от размера трубы, состояния ее покрытия и проводимости грунта. Обычно сигнал генератора мощностью 4 Ватта позволяет выполнять трассировку линии с хорошим покрытием на расстоянии до 20 км.



При этом важно знать количество и положение всех изолированных стыков или фланцев для того, чтобы закоротить их с помощью перемычек из провода.

Для обеспечения максимально возможного расстояния трассировки при использовании одного генератора необходимо выполнить обвод контрольно-измерительных станций или другого оборудования трубопроводной линии с помощью длинного провода.

Трубопроводные линии, транспортирующие нагретые среды, имеют толстое изоляционное покрытие. Толщина изоляции и способ ее крепления на трубопроводе могут привести к снижению уровня сигнала и очень высоким требованиям к надежности контактов соединения генератора с линией и землей.

Теплоизоляционное покрытие может быть защищено металлическим рукавом. Наличие металлического рукава на наружной поверхности трубы влияет на уровень сигнала и в общем случае приводит к снижению отклика. Эффективная локация в этом случае может осуществляться путем постепенного прослеживания сигнала.

4 Пересечение дорог

Контроль толщины покрытия над линией при пересечении дорог является наиболее распространенной процедурой локации.



Положение трубопроводной линии, пересекающей дорогу, обычно имеет маркировку с каждой стороны дороги. Указатели на поверхности земли могут быть смещены относительно реального положения линии под землей. В связи с этим, всегда определяйте точное положение трубы перед тем, как выполнять измерение глубины ее залегания.

Первые показания глубины необходимо получить в удобных точках примерно на расстоянии 50 м от дороги в каждую сторону. Эта область должна быть свободна от источников помех и контакта с другими служебными линиями, идущими вдоль дороги, или от участков изменения глубины залегания трубопровода при прохождении его под дорогой.

Затем показания глубины должны быть получены в самых низких точках, например, в канавах с обеих сторон от дороги. Затем необходимо измерять глубину залегания по краям дороги.

Результаты измерения глубины линии по краям дороги должны быть равны показаниям глубины в самых низких точках + толщина грунта над трубопроводом.

На результаты измерения глубины в центре дороги вполне вероятно не будут влиять помехи, вызванные взаимодействием подземных линий, или неточности, связанные с изменением глубины линии или ее провисанием.

Трассировка любых коммуникаций, пересекающих трубопровод, может быть выполнена путем локации под прямым углом к трубопроводу для контроля наличия в них сигнала генератора и выявления возможных причин искажения сигнала. Если это имеет место, то может быть необходимо снизить уровень сигнала генератора так, чтобы труба излучала сигнал, достаточный для надежного измерения глубины, но без его распространения на другие линии.

Трубопроводная линия может также проходить через сливную трубу при пересечении дороги. Эта сливная труба может стать причиной потери отклика на расстоянии ее длины. Отклик появится вновь на расстоянии нескольких метров от сливной трубы при отсутствии контакта трубопровода со сливной трубой или перекрытия детектируемого сигнала.

Вероятно результаты измерения глубины искомой линии над сливом будут неточными.

Контакт сливной трубы с искомой линией может быть вызван ошибками монтажа или перемещением грунта. На это будет указывать ясно выраженное и постоянное падение отклика.



Проведите измерение тока на расстоянии примерно 50 м с каждой стороны дороги.

Любые изменения, превышающие нормальное ослабление сигнала по длине линии, могут потребовать дополнительного обследования.

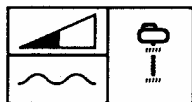
- 5 **Пересечение рек** Пересечение трубопроводной линией небольших рек создает меньше проблем для локации или измерения глубины залегания, так как нечасто коммуникации идут вдоль реки.

Процедура локации, которая была рассмотрена для случая пересечения трубопроводной линией с дорогой, может быть использована и в этом случае для определения точного положения трубы и измерения глубины залегания на расстоянии примерно 50 м с каждой стороны от места пересечения реки, а затем на берегах реки.

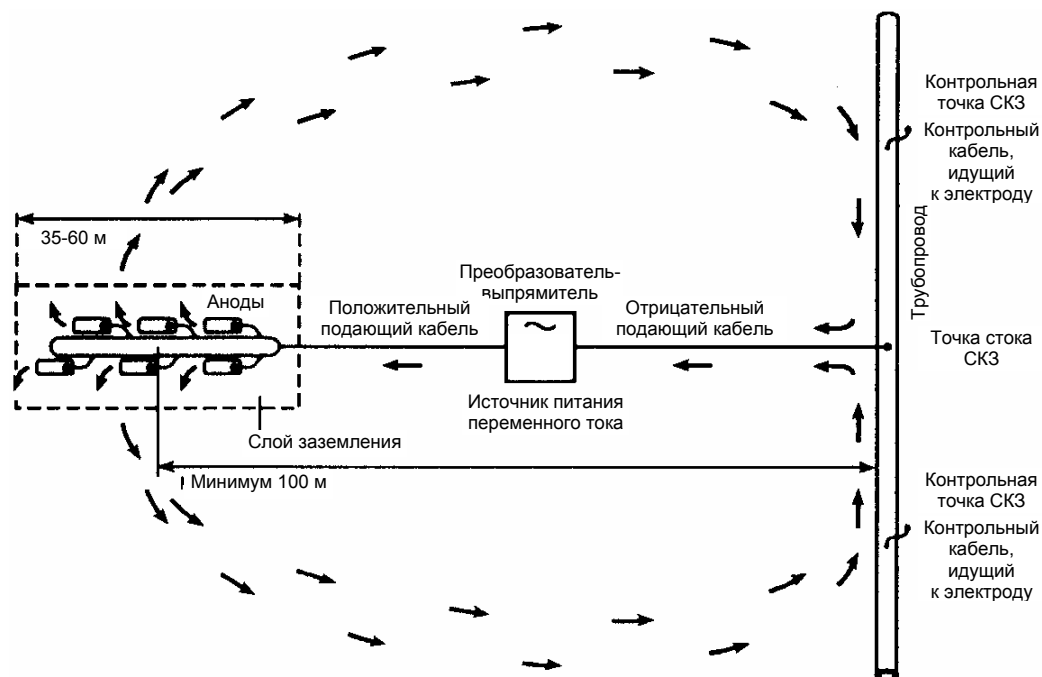
Решение проблем систем катодной защиты

Системы катодной защиты (СКЗ) являются универсальным средством защиты трубопроводных линий от коррозии. Использование электромагнитных локаторов позволяет решить ряд основных проблем, влияющих на эффективность работы систем катодной защиты.

1 Трассировка и поиск неисправностей кабелей, выходящих из преобразователя-выпрямителя



Высокое напряжение и низкое значение тока в преобразователе-выпрямителе указывают на проблемы, связанные с либо с подающими кабелями, либо с анодами, расположенными в заземляющем слое.



Отключите питание переменного тока от преобразователя-выпрямителя при проведении локации и поиске неисправностей.

Локация положительного подающего кабеля. Выполните прямое подключение генератора к положительному подающему кабелю у преобразователя-выпрямителя, а заземляющий провод генератора присоедините к заземлению преобразователя-выпрямителя или отрицательному подающему кабелю так, чтобы они не были расположены параллельно.

Выполните трассировку кабеля от преобразователя-выпрямителя до заземляющего слоя.

Резкая потеря отклика будет указывать на излом кабеля или повреждение в точке присоединения к аноду в заземляющем слое.

Это может быть вызвано повреждением соединения у одного или нескольких анодов в заземляющем слое. Достаточно просто использовать локаторы для определения этой проблемы, если имеется доступ к месту соединения положительного питающего провода с анодами.

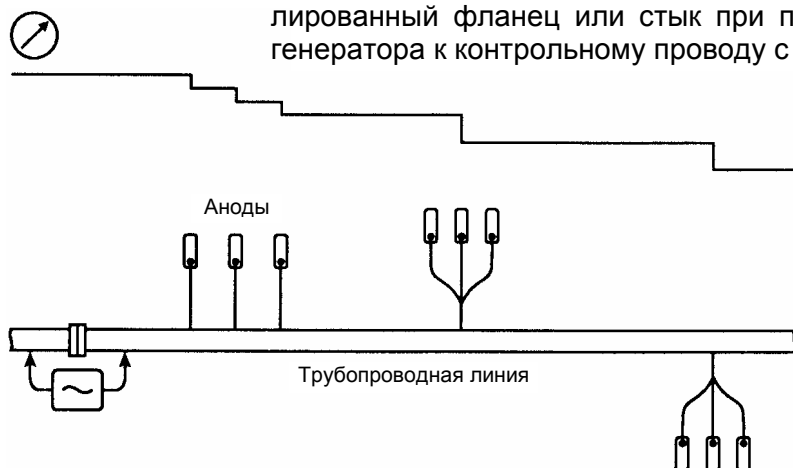
Выполните прямое соединение генератора с контрольной клеммой анода, отсоединив его от подающего кабеля. Заземлите генератор с помощью штыря в заземляющем слое.

Используйте приемник для последовательного контроля сигнала на каждом из проводов, ведущих к аноду. Каждый из проводов должен давать примерно одинаковый отклик. Провод, который дает существенно меньший отклик, указывает на анод, теряющий работоспособность.

Выполните трассировку и поиск повреждений "отрицательного" подводящего кабеля. Подведите напрямую сигнал генератора к отрицательному подающему кабелю у преобразователя-выпрямителя, а заземляющий провод генератора присоедините к заземлению преобразователя-выпрямителя или положительному подающему кабелю так, чтобы они не были расположены параллельно. Проведите трассировку подающего кабеля до точки стока СКЗ и далее в любом направлении линии.

Резкое падение отклика будет указывать на излом или повреждение кабеля, либо изменение его глубины залегания.

- 2 Локация протекторов трубопроводной линии Локация соединений трубопроводной линии с расходоуемыми анодами (протекторами) может быть выполнена путем ввода сигнала генератора в трубу предпочтительно в изолированный фланец или стык при подключении заземляющего провода генератора к контрольному проводу с другой стороны от фланца/стыка.



При этом не должно быть серьезных дефектов покрытия, которые приведут к резкому падению отклика вблизи соединения с каждым анодом.

- 3 Измерение переменного тока в трубопроводной линии Трассировка трубопровода в пассивном режиме локации покажет наличие определенной величины блуждающих токов промышленной частоты 50/60 Гц. Некоторые типы локаторов позволяют измерять величину этих сигналов в мА. Эти показания с большой степенью вероятности не будут точными из-за наличия флуктуаций сигнала промышленной частоты 50/60 Гц, однако они могут быть использованы как основа для последующего сравнения.

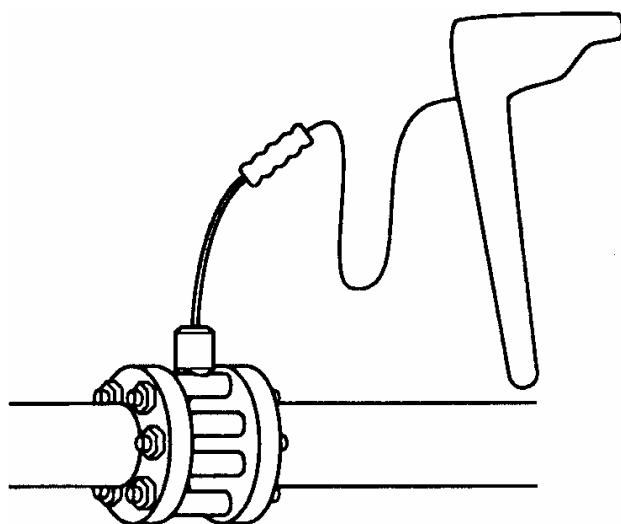
- 4 Тестирование целостности изолированных фланцев Введите сигнал генератора в контрольный провод изолированного фланца и выполните независимое удаленное заземление.

Сначала присоедините перемычку к изолированному фланцу и проведите трассировку по направлению от фланца в незащищенную сторону трубы. Отметьте направление трубопроводной линии. затем отсоедините перемычку и генератор.

Снова подключите генератор к защищенной стороне трубопроводной линии на расстоянии, по крайней мере, 50-ти метров от изолированного фланца (для этой цели может быть использована контрольная точка СКЗ). Проведите трассировку в направлении незащищенной стороны трубопроводной линии при максимальном уровне усиления приемника. Появление отклика будет указывать на то, что изолированный фланец поврежден и ток проходит.

Поврежденный болт изолированного фланца может быть определен при подключении генератора к контрольной точке СКЗ на расстоянии, по крайней мере, 50-ти метров от изолированного фланца на защищенной стороне трубопроводной линии. Поврежденный болт, проводящий ток, может быть найден с помощью антенны-стетоскопа, которую необходимо приложить к резьбовой части болта между фланцами.

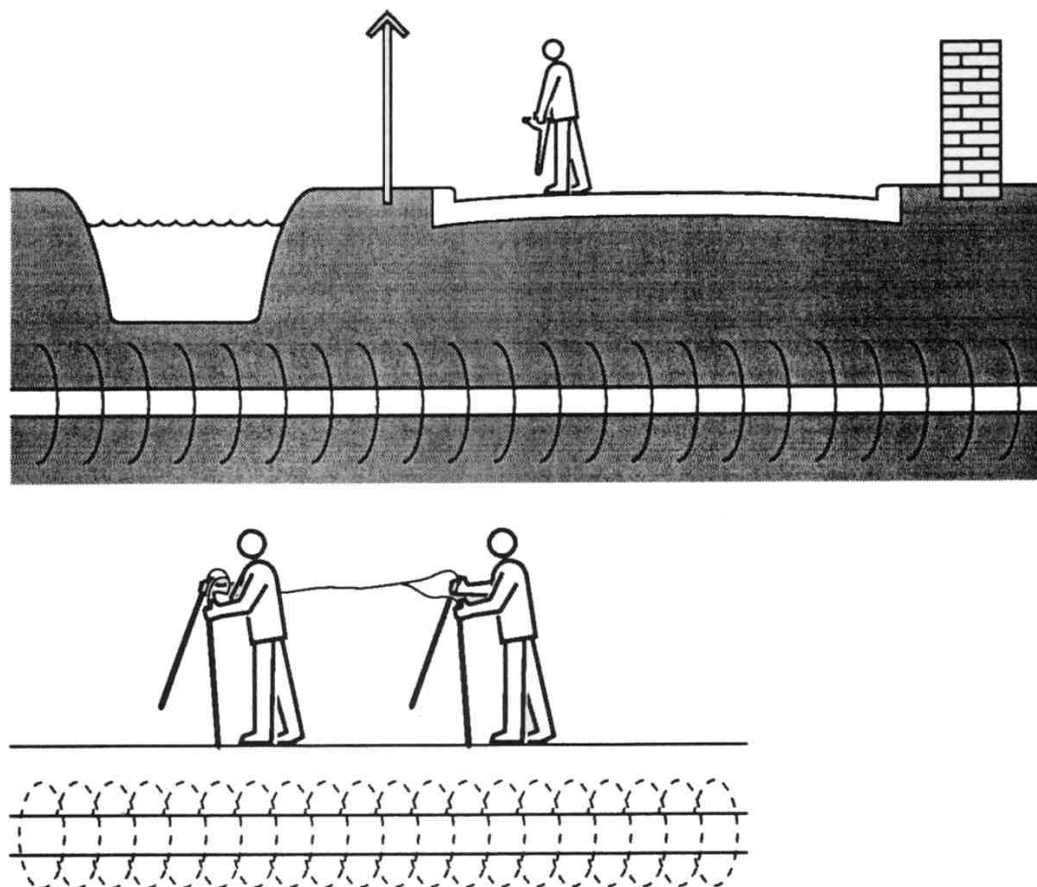
Обследуйте последовательно каждый болт для поиска того болта, который дает отклик и, соответственно, поврежден.



Контроль состояния покрытия трубопровода

Инженерам, занимающимся коррозией, необходима максимально полная информация о состоянии покрытия трубопроводной линии.

Для определения состояния покрытия трубопроводной линии и локализации его повреждений используются два способа: контроль изменения тока и классический метод Пирсона - контроль потенциала в земле.



Для оценки значимости дефектов покрытия результаты одного или обоих методов должны использоваться совместно с информацией, полученной в результате контроля потенциалов СКЗ. Значения потенциалов СКЗ могут быть получены в результате периодического обследования.

Точке активной коррозии трубопроводной линии соответствует повреждение с низким сопротивлением и, соответственно, высокие потери тока; чем больше коррозия и скорость электрохимической реакции, тем больше потери тока. В связи с этим, системы наблюдения за изменением потенциала непосредственно показывают относительную значимость дефектов покрытия трубопроводной линии.

Контроль градиента тока показывает потери тока на определенном участке трубопроводной линии. Контроль потенциала в земле или способ Пирсона позволяет определить потери напряжения только той точке, где это имеет место.

Используя способ контроля градиента тока, один оператор может обследовать трубопровод длиной примерно 50 км в течение одного дня. Примерно столько же времени необходимо, чтобы убедиться в отсутствии серьезных потерь тока.

Система контроля градиента тока получает показания на определенном участке трубопровода и указывает, например, что потери тока имеют место между точками А и В. Расстояние между точками А и В может быть и 50 м и 5 км.

Система контроля градиента может быть использована для определения профиля потерь тока в целом по трубопроводной линии, используя показания, полученные в точках вокруг линии на расстоянии 3 или 4 км. Показания полученные с интервалами, скажем, в один год покажут любое ухудшение состояния покрытия трубопроводной линии.

Участок трубопровода, показавший высокие потери после измерения тока с интервалом в несколько километров, затем может быть детально обследован путем определения потенциала в земле, что позволит локализовать дефекты покрытия трубопровода в пределах нескольких метров. Чем больше размер повреждения, тем выше точность локализации.

Контроль градиента тока может быть проведен в любых видах грунта или на любых типах поверхностей - плотное покрытие дорог или щебенка. Показания тока могут быть получены даже с лодки на реке или мелком озере. Контроль потенциала в земле или способ Пирсона является эффективным только при надежном электрическом контакте с землей штанг, используемых для обследования.

Измерение потенциала в земле или использование способа Пирсона дает одинаковые результаты как для дефектов с низким, так и высоким сопротивлением, и, таким образом, не дает информации об относительной значимости мест коррозии. Однако, такие системы являются более чувствительными и могут указывать на повреждения с высоким сопротивлением, где коррозия или отсутствует, или не установлена.

Полезной характеристикой систем контроля градиента тока является возможность сравнения в процессе обследования текущих данных с показаниями, полученными ранее. Если требуется промежуточное или дополнительное показание, то они могут быть получены до перемещения приемника в следующую точку наблюдения. Очередное определение потенциала в земле может быть проведено, используя лишь тот же самый способ ввода сигнала генератора.

Оба способа контроля предоставляют важную информацию. Контроль градиента тока позволяет определить участок трубопроводной линии, где необходимо провести детальное обследование, которое может быть выполнено, используя контроль потенциала в земле или более детальное определение градиента тока на данного участке трубопровода.

Контроль градиента тока



Для контроля градиента тока необходимо, чтобы измеряемый приемником сигнал был отображен в децибелах. Если приемник не позволяет выводит показания в децибелах, то показания в мА могут быть переведены в децибелы, используя следующую формулу: $\text{dB} = 20 \log_{10} \text{мА}$.

Введите сигнал генератора в трубопроводную линию, используя способ прямого подключения к проводу изолированного стыка и используйте другую сторону изолированного стыка для присоединения заземления. Как альтернатива, сигнал генератора может быть введен в контрольную точку СКЗ при надежном заземлении в удаленной точке.

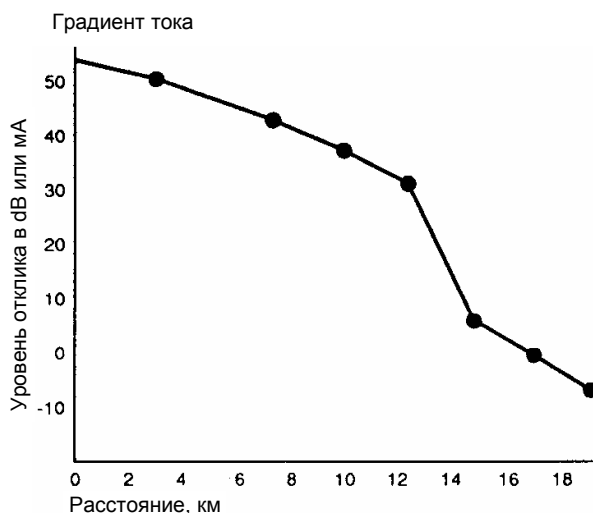
Определите точное положение трубы и снимите показания в децибелах.

Перейдите к следующей удобной и доступной точке, повторите процедуру определения положения трубы и снова снимите показания в децибелах.

Продолжайте снимать показания в других удобных и доступных точках трубопроводной линии. На показанном ниже примере приведены показания, полученные на расстоянии 3, 7, 10 и т.д. км от точки ввода сигнала генератора.



4

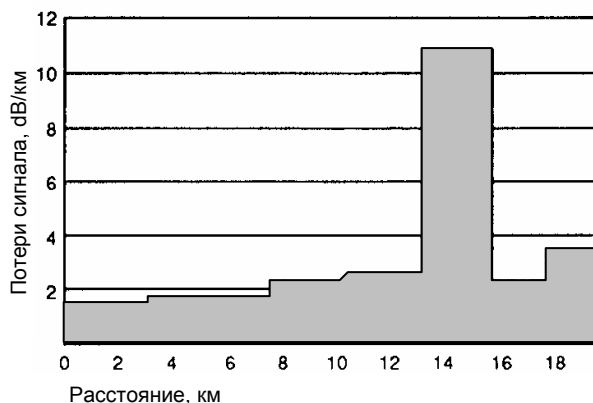


Запишите расстояние и показания в dB вручную или в устройство записи данных.

Начертите график изменения тока по длине трубопроводной линии.

При этом может быть полезно построить второй график для выделения участков трубопровода, имеющих высокие потери тока.

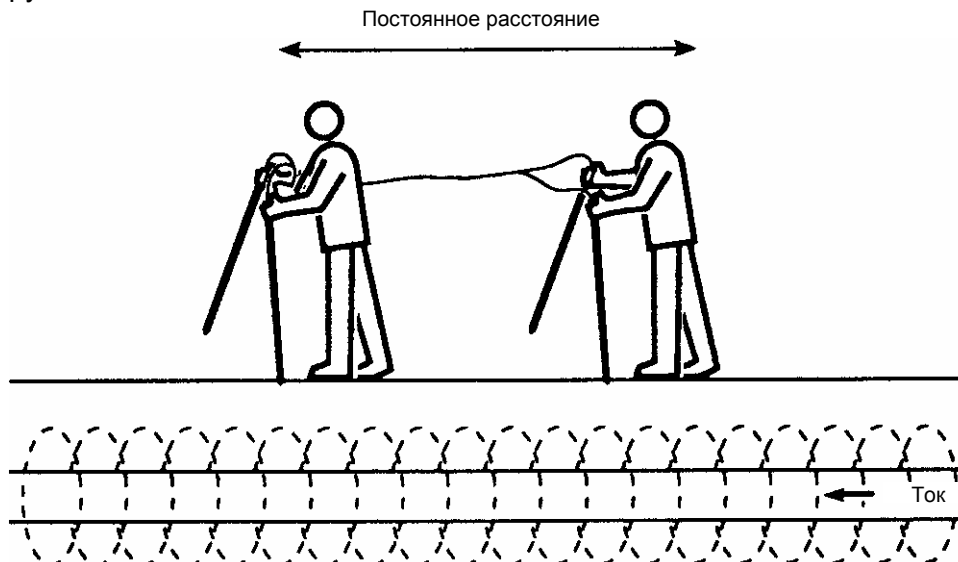
Более детальное обследование градиента тока может быть выполнено на подозрительном участке линии путем измерения тока через определенные интервалы, например, 100 м. Затем повреждение может быть локализовано путем повторения измерений с интервалом 1 м в пределах участка длиной 100 м.



Контроль потенциала в земле



Для определения потенциала в земле по длине подозреваемой линии с помощью приемника могут быть использованы зонды, которые контактируют с землей.



Детектирование потенциала в земле выполняется с помощью четырех зондов, подключенных к приемнику. При перемещении зондов (при постоянном расстоянии между ними) над подземной линией и обеспечении их контакта с землей в двух точках наблюдается постоянное падение напряжения.

Любой дефект изоляции подземной линии приведет к распространению тока с трубы на землю и, соответственно, появлению высокого потенциала в земле. Это будет отражаться в высоких показаниях приемника, как только любой из зондов окажется над точкой повреждения.



4.1.2

Процедура контроля потенциала

Введите сигнал генератора, выполнив надежное соединение с землей.

Процедуру определения потенциала проводят два оператора, которые располагаются непосредственно над трубопроводом. Контрольные провода должны быть присоединены к зондам, находящимся в контакте с землей, а провод между, определяющий расстояния между ними, должен находиться в достаточно натянутом состоянии.

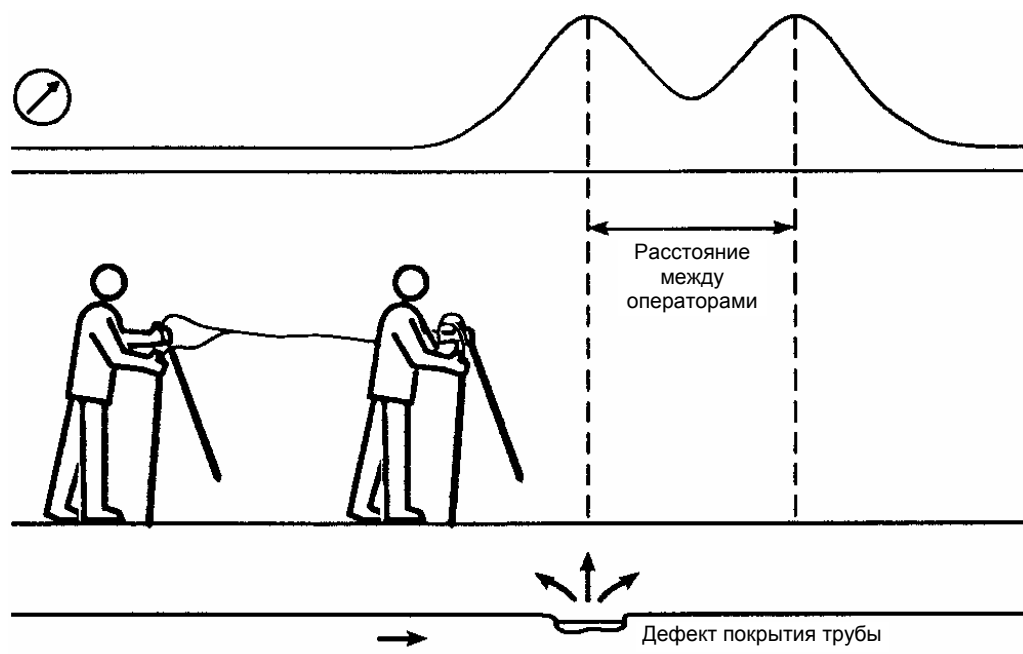
Приемник обычно находится у ведущего оператора. При этом, может быть необходимо локализовать линию и отметить положение ее участков, если это не сделано ранее.

Обеспечивая надежный контакт зондов с землей, установите чувствительность приемника на уровне примерно 25% от полной шкалы.

Далее операторы перемещаются вдоль линии один за другим, сохраняя все время, по крайней мере, контакт с землей двух зондов.

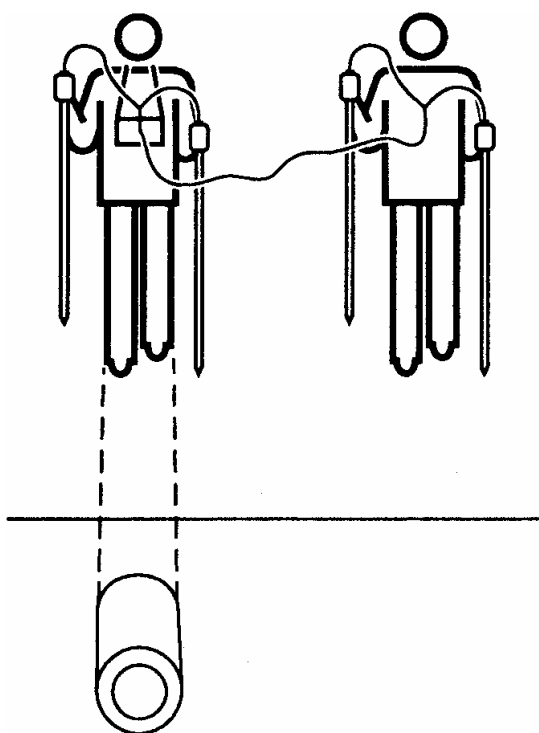
В процессе контроля приемник дает непрерывный отклик, который постепенно уменьшается, что может потребовать изменения величины его чувствительности.

Дефект изоляции трубопровода приведет к увеличению отклика, который будет отмечен как пик, когда один из операторов пересечет месторасположение повреждения, и как нулевой отклик, когда оба оператора будут находиться за местом повреждения



Точное положение повреждения определяют при перемещении зондов на небольшие расстояния, стараясь все время получать максимально возможные показания.

Точное определение положение повреждения может быть выполнено легче, если операторы изменяют свое положение таким образом, чтобы ведущий оператор находился над трубой, а другой с одной из ее сторон.



Глава 10. Локация металлических и пластиковых водопроводных труб

Локация подземных металлических водопроводных труб является одной из основных областей применения электромагнитных локаторов. Локация труб важна не только с точки зрения обеспечения необходимой информацией для исключения возможного ущерба, но и обеспечения помощи при определении положения утечек.

Использование труб небольшого и среднего размера из поливинилхлорида и полиэтилена в настоящее время стало практически нормой в системах водоснабжения, пожаротушения и ирригации. Эта пластиковая труба сама по себе не может быть локализована с помощью электромагнитных локаторов, что привело к разработке новых методов локации подземных пластиковых водопроводных труб.

- Раздел
- 1 Локация металлических водопроводных труб
 - 2 Локация трассировочных проводов, заглубленных вместе с пластиковыми трубами
 - 3 Локация пластиковых водопроводных труб
 - 4 Локация утечек воды в пластиковых трубах
 - 5 Локация клапанных колодцев
 - 6 Трассировка водопроводных пластиковых труб

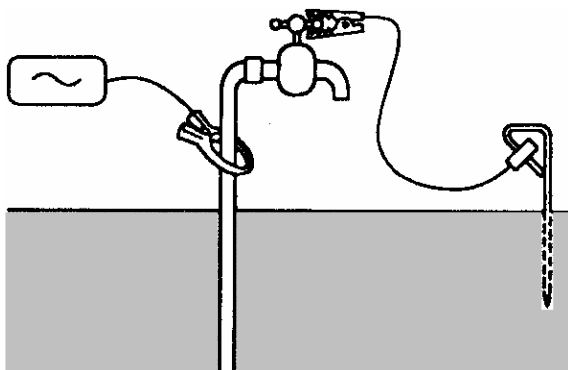
Глава 10: Раздел 1. Локация металлических водопроводных труб

Локация трубопроводных линий



Все основные способы локации применимы для локации подземных металлических труб.

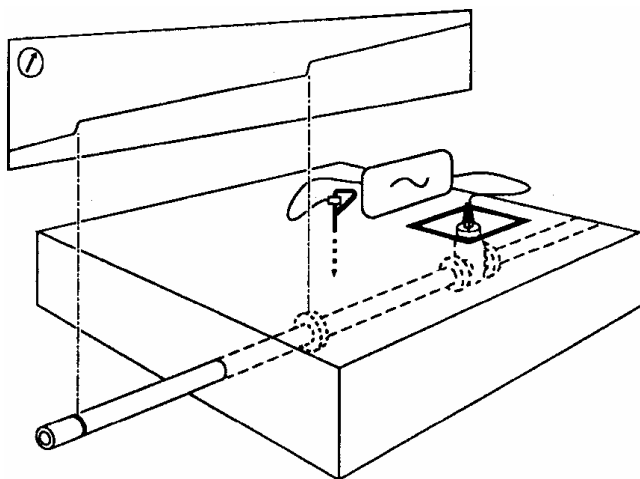
Системы водоснабжения обычно имеют вблизи Т-образных отводов запорную арматуру или клапаны и соответствующие указатели. Частое расположение этих доступных точек обеспечивает простую и эффективную возможность непосредственного ввода сигнала генератора.



Будьте внимательны и осторожны при выполнении локации, так как сигнал может быть наведен в подземные кабели через места их соединения с трубой при выходе из близлежащего строения. Убедитесь в том, что проводится трассировка именно водопроводной трубы, а не силового кабеля.

Ввод сигнала генератора в металлическую водопроводную трубу с помощью зажима является весьма эффективным способом. Обеспечьте заземление трубы с любой стороны от зажима.

Часто достаточно трудно выполнить трассировку низкоуглеродистых труб, имеющих высокое сопротивление и изолированные стыки. Трудности возрастают в случае новых труб с антикоррозионным покрытием или труб, имеющих большие участки коррозии из-за длительного времянахождения в земле.



Если высокочастотный сигнал генератора не проходит расстояние больше, чем 2 или 3 стандартных длины трубы, то необходимо увеличить мощность и частоту сигнала более 100 кГц для того, чтобы получить сигнал, детектируемый на расстоянии до двух или трех сотен метров. Остерегайтесь ошибок идентификации, связанных с наведением сигнала в близлежащие линии. Если сигнал наведен в соседнюю линию, то будьте внимательны при трассировке обеих линий. Проверьте корректность идентификации линии путем визуального осмотра объектов, принадлежащих линии, например, крышек клапанных колодцев.

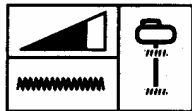
Проблема эффективного ввода сигнала усложняется, если кабель идет параллельно низкоуглеродистой трубе. Основная часть сигнала, при этом, распространяется по кабелю, что не дает возможность детектировать сигнал в трубе. Ввод сигнала путем индукции не эффективен. В связи с этим, единственным способом ввода сигнала, достаточного для трассировки водопроводных труб, является ввод сигнала с двух концов.



2.7.3

Иногда использование метода индукции позволяет исключить влияние ненужного кабеля и локализовать трубу. Для этого необходимо положить генератор на его плоскую сторону так, чтобы ось передающей антенны была расположена вертикально,

Локация трассировочных проводов, заглубленных вместе с пластиковыми трубами



Заглубление трассировочного провода с пластиковой трубой стало общей практикой. Однако нет стандарта или правил, которые бы гарантировали эффективность локации трассировочного провода.

Визуально определите наличие конца трассировочного провода, конца или отвода для измерительного прибора, клапана, гидранта или конца трубы. Методика трассировки и локации в этом случае подобна той, которая используется при трассировке металлических труб. Будьте внимательны при выполнении работ по выемке грунта, так как трассировочный провод может быть расположен не непосредственно над трубой.

Во многих случаях трассировочный провод прокладывают в траншее и не выводят на поверхность земли. Единственным способом ввода сигнала генератора в этом случае является индукция при частоте выше 100 кГц, например при 500 кГц. Сигнал такой высокой частоты будет наводиться не только в трассировочный провод, но и в близлежащие линии и металлическую арматуру, находящуюся в земле. Будьте предельно внимательны при трассировке этого сигнала. Убедитесь в том, что приемник не принимает сигнал непосредственно (напрямую) от генератора. При этом может возникнуть необходимость в перемещении приемника на расстояние примерно 30 или 40 метров от генератора. Зондируйте поверхность для поиска сигнала, который может наводиться в другие линии, и проведите трассировку всех линий с наведенным сигналом по направлению от генератора перед идентификацией трассировочного провода над искомой линией.

Локация пластиковых водопроводных труб

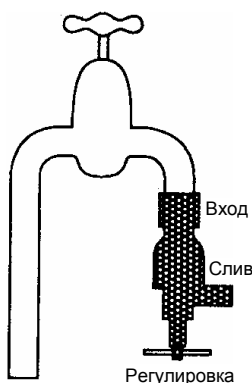
Существует ряд способов решения проблем локации пластиковых водопроводных труб. Наиболее известным является метод вибрации столба воды на относительно высокой частоте с последующим использованием акустического датчика для локации сигнала. Сильное ослабление сигнала и высокая стоимость этой сложной технологии в настоящее время привели к ее замене более простыми и эффективными способами на основе использования волны давления.

Этот метод, разработанный в лаборатории Heitman (Allen, Texas), основан на создании волны давления в трубопроводе и детектировании ее с поверхности земли с помощью приемника, соединенного с сейсмодатчиком.

В благоприятных условиях пользователь может определять положение трубы с точностью 30 см на расстоянии до 200 м.

- 1 Генератор
- 2 Приемник
- 3 Использование локатора
- 4 Ввод сигнала генератора
- 5 Трассировка с помощью приемника
- 6 Применение

1 Генератор



В данном случае генератором является пружинный нагруженный вибратор в специальном корпусе, закрепленный на конце трубы или гидранте. Он может быть настроен для создания постоянной серии волн давления, распространяющихся по трубе с водой, в диапазоне частот от 5 до 50 Гц.

Амплитуда волны давления, создаваемой генератором, не превышает рабочего давления большинства систем водоснабжения. Для исключения риска повреждения подача волны давления не должна осуществляться в течение длительного времени или в старые нестандартные трубопроводные системы в зданиях или в системы с питающими трубами.

Генераторы предназначены для работы в диапазоне изменения давления воды от 1,5 до 11 бар.

Параметры генератора должны быть подобраны в соответствии с диаметром трубы, давлением и скоростью потока воды. Фирмы-производители предоставляют ряд генераторов, применимых для установки в трубы различных размеров - от труб небольшого размера систем пожаротушения и служебных линий до магистральных водопроводных труб среднего размера.

Каждый генератор поставляется с набором различных адаптеров для установки в патрубки, фитинги, вентили и гидранты. Выбор генератора для конкретной практической задачи выполняется по соответствующим таблицам фирмы-производителя.

2 Приемник



Основная функция приемника заключается в детектировании волны давления, созданной генератором, и определении местонахождения сигнала.

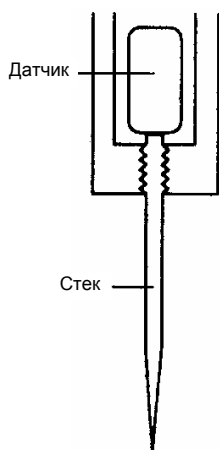
Ручной приемник включает в себя сейсмодатчик, подключенный к стеку, электронную схему для обработки сигнала от датчика, показывающий прибор и наушники или головные телефоны для индикации отклика. Уровень отклика может регулироваться путем настройки чувствительности приемника. Питание приемника осуществляется от батареи, состояние которой отображается на дисплее.

Стек должен быть прижат или вставлен в землю для обеспечения надежного контакта и получения отклика на сигнал генератора.

Локационный набор обычно включает в себя тарелку, которая используется с приемником при локации на мощенной поверхности. Тарелка заменяет стек в нижней части приемника и прижимается к земле для передачи сигнала к датчику приемника.

3 Использование локатора

в данном случае аналогично применению электромагнитного локатора: генератор используется для ввода сигнала в искомую трубу, а приемник - для локации сигнала и трассировки трубы.



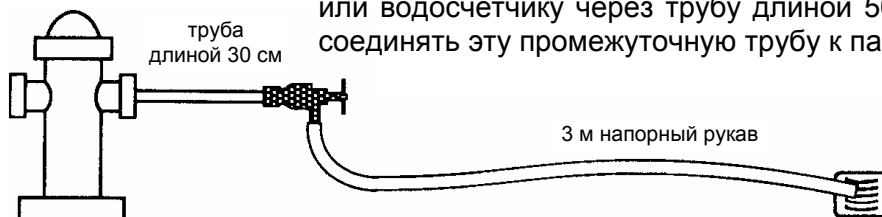
Однако, здесь имеется и существенное различие:

Электромагнитный генератор является полностью автономным устройством с встроенным источником питания и системой обработки сигнала. Работа генератора для локации пластиковых труб зависит от внешнего "источника питания": соотношение давления и расхода. И параметры этого внешнего "источника питания" могут изменяться даже в результате флуктуации близлежащего потока воды. Непостоянство "источника питания" часто требует настройки генератора для получения непрерывной последовательности импульсов, необходимых для локации.

Скорость трассировки трубы возрастает, если второй оператор выполняет подстройку генератора под изменения скорости потока воды.

В инструкциях по эксплуатации генератора указывается на то, что постоянные, медленные импульсы генератора обеспечивают наилучший сигнал для трассировки. Это часто действительно так, но наиболее приемлемая частота импульсов может быть определена только методом проб и ошибок; путем детектирования сигнала на расстоянии 5 или 10 метров от генератора при соответствующей настройке генератора для обеспечения максимальной эффективности трассировки.

Использование схемы, приведенной ниже, показало, что генератор обеспечивает более различимый сигнал, который распространяется на достаточное расстояние, если генератора подключается к гидранту или водосчетчику через трубу длиной 50 см. Нет необходимости присоединять эту промежуточную трубу к патрубкам или вентилям.



Рабочие характеристики генератора возрастают при подключении к нему 3-х метрового напорного рукава. Рукав создает противодействие, которое, как правило, обеспечивает эффективность ввода сигнала генератора. Гибкий садовый шланг не применим для этих целей. Рукав должен иметь расширение для слива воды в удобный контейнер или дренаж.

Четкость импульса генератора зависит от надежности и плотности соединения вибратора в точке ввода сигнала. Присутствие грязи может стать причиной утечки и приведет к неэффективности работы генератора. Снижение расхода потока воды также приведет к неэффективности работы генератора. В связи с этим, особенно важно контролировать отсутствие загрязнения воды песком или окалиной и чистоту фильтра перед установкой генератора. Забитый фильтр вероятнее всего будет причиной неисправной работы генератора при трассировке. Очевидно, что необходимо заменить фильтр в случае его неисправности.

Вид грунта, например травяное или мощеное покрытие, не влияет на эффективность локации электромагнитного сигнала в линии. Но в случае использования волны давления вид и состояние грунта самым серьезным образом влияют на эффективность приема сигнала. Надежность отклика в каждом конкретном случае может быть оценена только экспериментально. Выполните трассировку и маркировку линии на расстоянии примерно 10 метров на запад и восток от обследуемой области для контроля точности определения местонахождения искомой линии.

Характер отклика приемника в данном случае отличается от отклика электромагнитного приемника.

Проходящий транспорт или даже ветер являются источником помех и могут стать причиной появления показаний приемника. Прослушивание аудио отклика в наушниках и визуальное наблюдение за состоянием окружающей среды являются критичными для эффективности локации в данном случае. Ухо позволяет различить импульс генератора на фоне практически любых помех и подтвердить отклик на дисплее приемника. В данном случае глаза и уши "работают вместе".

Наиболее простой и быстрый способ поиска сигнала генератора заключается в выполнении большого количества коротких операций локализации с интервалом 60 см, чем медленный поиск с интервалом 15 см. Быстрая локация обеспечит прием сигнала, а широкая область поиска - более легкое распознавание сигналов, чем при медленном поиске с короткими интервалами.

В благоприятных условиях может быть получен четкий отклик шириной примерно 30 см над трубой. В менее благоприятных условиях, например при расположении трубы под бетонным или асфальтовым покрытием, ширина отклика может превышать 3 м. При этом попытка определить пик сигнала может быть невозможна. В этом случае определите и отметьте границы этой зоны. Вероятно, что труба проходит по середине между этими границами. Если возможно, то проведите локацию трубы до входа в эту зону и после нее и убедитесь в том, что линия входит в середину зоны отклика.

Сравнение

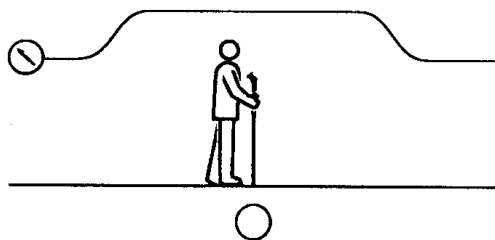
электромагнитной локации и локации по волне давления

Сходство:

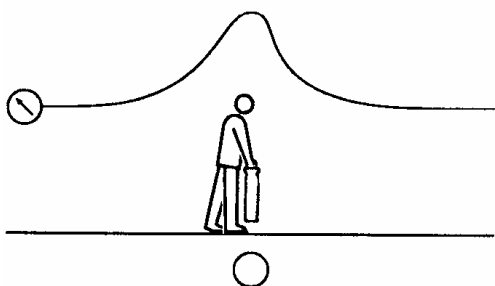
Время, затраченное для точного ввода сигнала, является решающим при проведении локации.
Ввод сигнала от служебных соединений до основной магистрали.
Трассировка линии по направлению от генератора.
Использование приемника для регистрации отклика при локации линии или трубы.

Различие

В отличие от электромагнитного генератора, генератор, используемый для локации пластиковых труб, нуждается в подстройке в течение процедуры трассировки из-за изменения скорости воды.
Сигнал, обусловленный волной давления, не может взаимодействовать с другими коммуникациями. Распространение сигнала на другие линии может быть серьезной проблемой в случае электромагнитной локации.
Широкая и плоская форма отклика сигнала (до 60 см) над искомой линией, обусловленного волной давления, по сравнению с узким пиком сигнала и нулевым откликом при электромагнитной локации.
Вид грунта влияет на уровень отклика сигнала, обусловленного волной давления, снижая точность локации линий под мощными покрытиями. Электромагнитные локазаторы почти не подвержены влиянию вида грунта или покрытия.



Отклик сейсмотатчика над пластиковой водопроводной трубой



Отклик электромагнитного локатора над металлической водопроводной трубой

В локационный комплект обычно входит поисковая тарелка для использования вместо стекла на дорогах с покрытием. Применение поисковой тарелки наиболее эффективно на чистых покрытых поверхностях. Выполнение надежного контакта поверхности дороги с тарелкой требует большего времени и тщательности, чем при использовании стекла, и не эффективно, если на поверхности присутствует грязь или гравий. Для выбора наиболее эффективного способа необходимо испытать тот и другой варианты.

Указанные выше сложности могут привести к неопределенности результатов и некоторым трудностям их интерпретации. Опыт локации в полевых условиях позволит "почувствовать" необходимые параметры генератора и процедуру выполнения трассировки с помощью приемника. Техникам, привыкшим к использованию аудио устройств для локации утечек, не составляет значительных трудностей в получении хороших результатов с помощью локаторов пластиковых водопроводных труб по сравнению со сложностью установки генератора. Пользователи электромагнитных локаторов будут иметь значительные трудности из-за того, что в этом случае необходимо меньше логики и больше чувства для получения удовлетворительного сигнала и потому, что больше чувства и рассудка необходимо для интерпретации отклика приемника.

После небольшой практики удовлетворительные результаты могут быть получены в большинстве задач локации. А работы по выемке грунта не будут единственной альтернативой эффективной локации.

- 4 Ввод сигнала генератора** Выберите соответствующую точку для установки генератора на трубопроводе, трассировку которого необходимо выполнить. Для этой цели допустимо использовать гидранты, водосчетчики, опоры труб или головки систем пожаротушения. Будьте осторожны при установке генератора в патрубки и вентили систем бытового водоснабжения. Вибрации, вызываемые генератором, могут привести к механическим повреждениям внутренних соединений трубопроводов, несмотря на то, что в точке установки генератора трубопровод надежно закреплен.

Выберите генератор с размерами, соответствующими данной точке ввода сигнала и ее типу. Используйте информацию, приведенную в таблицах фирмы-производителя, для выбора генератора и адаптеров, соответствующих размерам трубы и типу точки ввода сигнала.

Присоедините к генератору трубу длиной 50 см, если предполагается устанавливать генератор в гидрант и на водосчетчик.

Очистите место крепления генератора от ржавчины, уплотнителя, заусенцев или осадка. Очищайте до тех пор, пока вода не станет чистой.

Проверьте соответствие давления воды допустимому давлению использования генератора.

В комплект генератора входит фильтр для очистки воды. Проверьте его состояние и, при необходимости, замените его.

Вставьте генератор и адаптер в выбранную точку. Затяните генератор вручную. Не перетягивайте, так как это может вызвать повреждение фильтра.

Установка 3-х метрового рукава на сток генератора обеспечивает эффективный ввод сигнала генератора. Присоедините рукав также к соответствующей емкости для слива или дренажу.

Включите подачу воды и полностью откройте клапан или другую запорную арматуру.

Настройте генератор для ввода 2-6 импульсов в секунду. Закрепите ручку настройки генератора для предотвращения изменения ее положения из-за вибрации. В общем случае, чем ниже частота импульсов, тем на большее расстояние они распространяются и сигнал более различим. Однако, импульсы большей частоты могут быть более приемлемы в ряде практических задач. Проведите трассировку трубы на расстоянии 5 или 10 метров, а затем отрегулируйте частоту импульсов в заданном диапазоне для обеспечения наибольшей эффективности локации.

При изменении давления или расхода может возникнуть необходимость в изменении настройки генератора для поддержания приемлемой частоты импульсов.

- 5 Трассировка с помощью приемника** Проверьте надежность закрепления стека в нижней части приемника и его контакта с датчиком.

Определите положение трубы на расстоянии примерно трех или четырех метров от генератора. Выполните поиск сигнала и определите местонахождение линии, прижимая или вставляя стек в землю с интервалом 60 см до тех пор, пока не будет получен положительный отклик.

Используйте показания на дисплее для определения уровня отклика, а аудио отклик - для распознавания импульсного сигнала на фоне шума. Настройте чувствительность приемника таким образом, чтобы показания не выходили за пределы шкалы прибора.

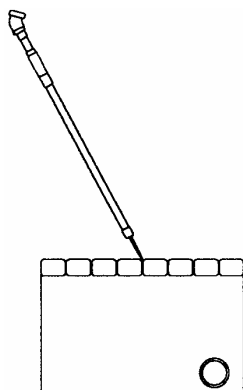
Проводите трассировку трубы по направлению от генератора с интервалом примерно 2 метра. Если отклик определяется с трудом, то выполните локацию в стороне от предполагаемого направления трубы до той точки, где отклик уже был точно определен. Вероятнее всего, что труба располагается где-то посередине между границами отклика.

Примерно через каждые 5 метров подстраивайте генератор для получения при трассировке наиболее эффективного сигнала.

Установка приемника под углом 45° при плотно прижатом или вставленном в землю стеке может помочь распознать импульс. Наклон приемника позволяет увеличить зону контакта стека с землей.

Установка поисковой тарелки вместо стека может обеспечить увеличение отклика при локации на мощеной и асфальтированной поверхности. Плотно прижимайте поисковую тарелку к земле для получения наилучших результатов.

Трассировку продолжайте до тех пор, пока приемник регистрирует отклик. Аудио отклик обычно регистрируется на более значительном расстоянии, чем отклик в виде показаний на дисплее приемника. При этом возможно увеличение расстояния трассировки линии путем настройки частоты импульсов генератора.



6 Применение

Скорость трассировки водопроводных магистралей может быть увеличена путем установки двух генераторов при одновременном вводе импульсных сигналов.

В пригородных зонах гидранты расположены обычно на расстоянии примерно 200 м друг от друга, которое приблизительно соответствует расстоянию прохождения сигнала в водопроводных магистралях. Установка генератора в первый гидрант, пропустив последующие, и установка второго генератора в следующий гидрант обеспечат прохождение сигнала на расстояние примерно 800 метров. Влияние двух импульсных сигналов в трубопроводе между точками установки генераторов проявится в усилении сигнала и, соответственно, увеличении отклика.

Зонды, которые используются для электронного прослушивания при детектировании утечек воды, могут применяться для локации импульсного сигнала генератора.

В некоторых зонах они могут обеспечить получение более эффективного отклика и большую легкость выполнения локации. Однако, при трассировке на больших расстояниях приемник с сейсмодатчиком обычно более эффективен, чем локатор утечек.

Некоторые процедуры эффективной локации с помощью электромагнитных локаторов являются исключительно важными, например, ввод сигнала от служебного (штатного) соединения по направлению к магистральной линии является более предпочтительным, чем ввод сигнала в обратном направлении.

Локация утечек воды в пластиковых трубах

Традиционные акустические методы локации утечек часто не эффективны при поиске утечек в пластиковых трубах особенно, если они расположены в мягком грунте или песке. Это обусловлено поглощением звуковых колебаний или небольшим уровнем сигнала при больших утечках из-за насыщенного влагой грунта, который практически не выходит на поверхность.

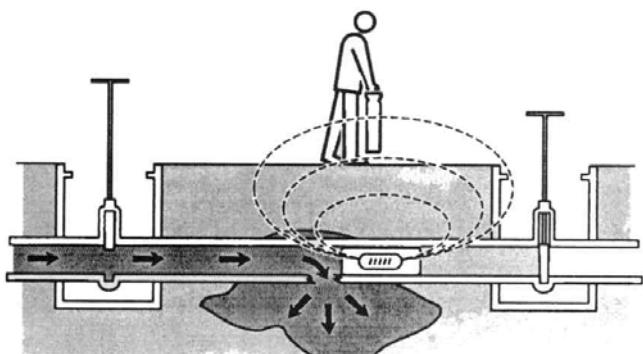
Утечки могут быть определены путем использования зонда в качестве поршня в трубе и последующим наблюдением за его перемещением с поверхности земли.

Выберите зонд с соответствующими параметрами для вставки в трубу.

Убедитесь в том, что зонд чистый, а его размеры приемлемы для вставки в служебное отверстие в водопроводе. Покройте его пенопластом для обеспечения плотной посадки в трубе. Используя трубу такого же размера, убедитесь в том, что зонд с покрытием перемещается свободно и одновременно действует как поршень.

Вставьте покрытый пенопластом зонд в трубу, который будут действовать как поршень.

Закройте клапан ниже по течению обследуемого участка и откройте клапан, расположенный выше по течению. Покрытый пенопластом зонд будет перемещаться по трубе и остановится в точке утечки.



Удерживайте приемник непосредственно над зондом по мере его продвижения по трубе, сохраняя достаточный уровень отклика. При этом может быть необходимо открыть клапан, находящийся ниже по течению, для перемещения "поршня". Если зонд движется слишком быстро, то необходимо прикрыть клапан, расположенный выше по течению, для снижения расхода.

"Поршень" остановится как только приблизится к месту утечки. Или он может продолжать движение с очень маленькой скоростью, если размер утечки невелик; при этом изменение скорости перемещения зонда может быть легко контролировано.

Необходимое положение клапанов может быть легко определено, если вблизи клапана, находящего выше по течению, установлен расходомер.

Установите расход, который обеспечивает удобную скорость контроля за перемещением зонда и установите клапаны в соответствующее положение. Расход должен возрастать при прохождении зондом места утечки. Это позволяет подтвердить тот факт, что зонд остановился, так как не будет больше препятствия для утечки воды из трубы.

Покрытый пенопластом зонд небольшого размера может быть вставлен в трубу через пожарный гидрант или клапан при снятой крышке.

Локация клапанных колодцев

Клапанные колодцы могут быть легко "потеряны" под слоем нового асфальтового покрытия или растительности. Очень важно определить местонахождение этих "потерянных" колодцев для обеспечения доступа к клапанам при отключении или регулировании участков систем водоснабжения.

Для локации "потерянных" колодцев используются два способа:

Использование металлоискателя для определения положения металлических крышек колодцев.

Применение магнитометров для локации хвостовиков клапанов в колодцах.



Металлоискатели (локаторы металлических крышек) позволяют находить квадратные крышки клапанных колодцев размеров 10 см на глубине до 30 см. Пластиковые крышки клапанных колодцев обычно имеют тонкую металлическую основу, положение которой может быть установлено на глубине, составляющей примерно 70% от глубины определения обычных металлических крышек.

Стандартные магнитометры, разработанные главным образом для локации разграничительных знаков, очень эффективны при локации стальных маховиков клапанов. Они позволяют определять хвостовики диаметром 20 мм на глубине до 50 см.

Локация "потерянных" крышек в значительной степени упрощается и проводится более быстро, если выполнена трассировка трубы, что позволяет ограничить область поиска с помощью металлоискателя небольшой зоной вдоль направления трубы.

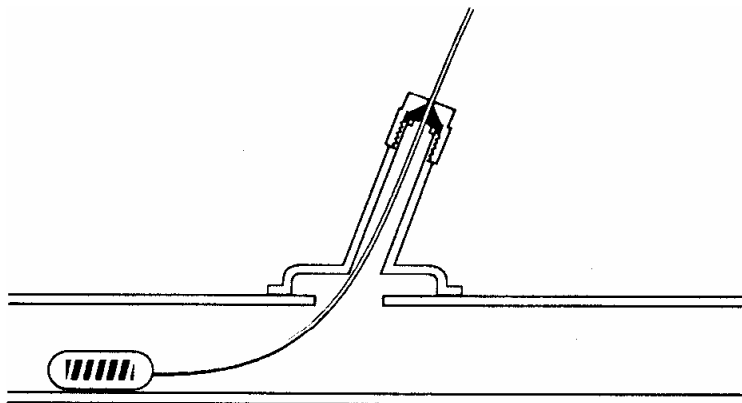
Трассировка водопроводных пластиковых труб

Загрязнение воды приводит к незначительному возрастанию ее проводимости и, вследствие этого, довольно частым попыткам трассировки пластиковых водопроводных труб путем ввода сигнала высокой мощности непосредственно в воду помощью индукции или прямого контакта.

Есть небольшое сомнение в том, что малая толика этих попыток удалась. В большинстве известных случаев сигнал генератора передавался на кабель, близлежащий к водопроводной трубе, и распространялся параллельно ей.

Попытка ввода сигнала генератора в поток воды в трубе имеет незначительный шанс на успех при проведении локации.

Если акустические локаторы недоступны, то единственным способом трассировки трубы является ввод в нее зонда с гибким стержнем и локация последующего перемещения зонда с поверхности.



Глава 11. Локация и трассировка канализационных и дренажных коллекторов

Большинство дренажных и канализационных коллекторов выполнены из пластика, кирпича или асбоцемента. Они имеют регулярные точки доступа через соответствующие смотровые люки и поэтому удобны для трассировки с помощью приемника и зонда.

Стальные или металлические коллекторы должны рассматриваться как трубы большого размера, локация которых осуществляется традиционным способом путем ввода сигнала в доступную точку и последующей трассировкой с помощью приемника.

Глава 11: Раздел 1. Трассировка канализационных и дренажных коллекторов

Трассировка канализационных и дренажных коллекторов

Зонды были изначально разработаны для трассировки канализационных и дренажных коллекторов. Некоторое время спустя область использования зондов значительно расширилась и появились зонды различных размеров, с разными параметрами и временем непрерывной, автономной работы. Зонды самого маленького размера, соединенные с гибким стержнем, имеют диаметр лишь 8 мм и могут быть использованы для трассировки труб и дренажных коллекторов диаметром 25 мм, расположенных на глубине до 1,5 м. Зонды большого размера диаметром 64 мм могут применяться для локации глубоких канализационных и дренажных коллекторов, расположенных на глубине до 15 м.

Существующие в настоящее время зонды могут быть использованы для трассировки практически любых канализационных и дренажных коллекторов.

Зонды обеспечивают сигнал, достаточный для локации, даже из асбоцементных или бетонных труб с металлической арматурой. Очевидно, что диапазон локации может быть сужен для определения достаточности сигнала на отдельном участке трассируемой трубы, расположенном на определенной глубине.

Зонд не будет передавать сигнал через стальные пластины или крышки колодцев.



2.8.2

Известен ряд различных способов проводки зонда в трубах.



2.8.3
3.5

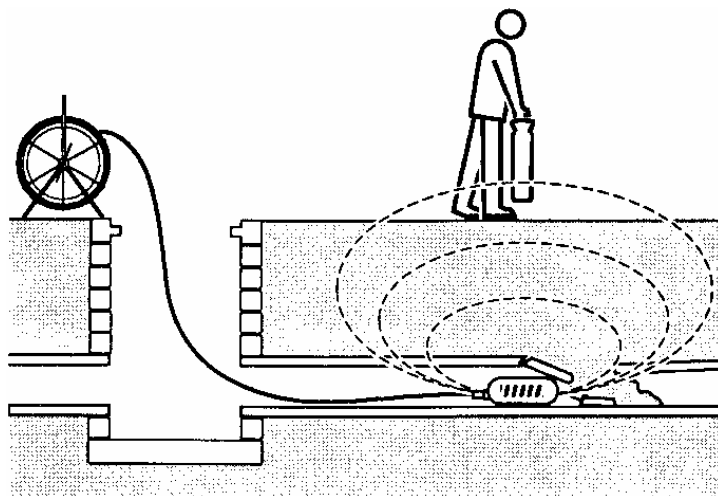
Выполняйте стандартные процедуры для трассировки зонда. При этом необходимо помнить, что зонд может находиться не в центре коллектора, когда положение зонда точно определено.



2.8.6

Выполняйте стандартные процедуры для измерения глубины зонда. Глубина верхней части коллектора будет меньше, чем расстояние до зонда, который может плыть или лежать на дне коллектора.

Место закупорки или аварии канализационного коллектора может быть определено с поверхности земли. Повреждение коллектора будет препятствовать перемещению зонда.



Локация люков и крышек колодцев

Крышки колодцев часто могут быть "потеряны" под грунтом или асфальтовым покрытием. Поиск их имеет большое значения для обеспечения доступа к коллекторам.



Используйте металлоискатели (локаторы металлических крышек) для поиска "потерянных" люков или крышек. Время поиска может быть в значительной степени снижено, если известно примерное местонахождение крышки. Результаты трассировки зонда в коллекторе определяют область поиска. Вероятнее всего крышка находится там, где сигнал зонда исчезает - т.е. под крышкой или металлической пластиной.

Локация камер наблюдения за состоянием коллекторов

Цель использования таких устройств (камер наблюдения) - получение необходимой информации о состоянии коллекторов и каналов. Определение положения этих устройств с поверхности земли расширяет объем получаемой информации.

В ситуациях, требующих проведения ремонтных работ, положение устройства для обследования коллекторов может быть отмечено на поверхности земли путем установки соответствующих указателей.

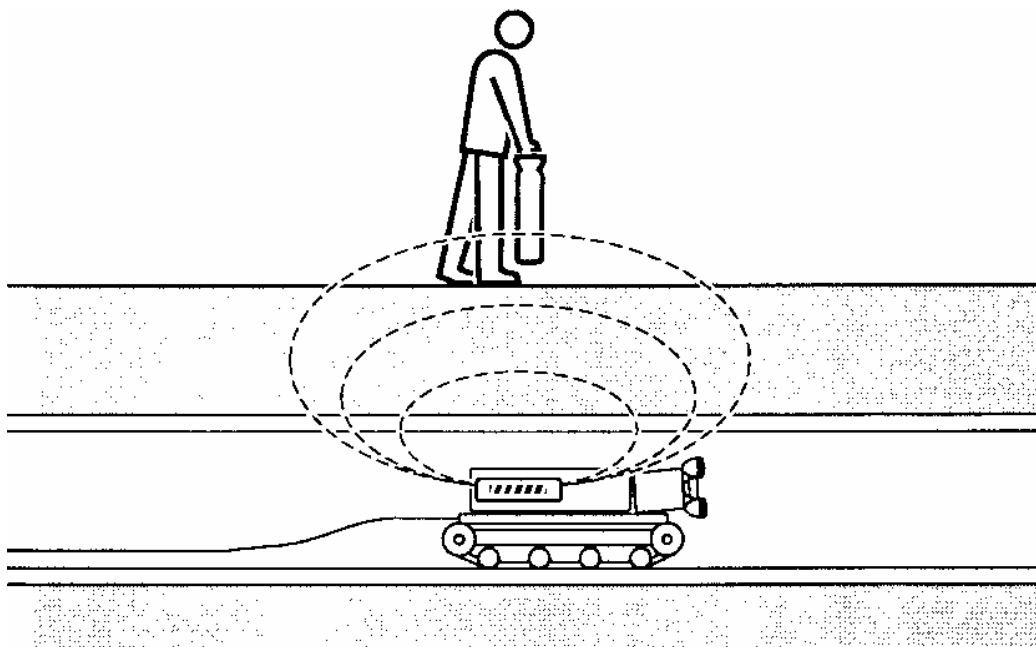
В таких системах некоторых производителей зонд устанавливается внутри корпуса устройства для обследования коллекторов, а его питание осуществляется от существующей сети питания.

Зонд также может быть установлен внутри таких устройств, имеющих большие размеры. Кроме того, зонд с автономным батарейным источником питания может быть установлен снаружи корпуса устройства для обследования коллекторов.

Диапазон локации может уменьшиться, если зонд установлен внутри корпуса такого устройства. Проверьте соответствие диапазона локации с учетом расположения зонда внутри корпуса устройства конкретной практической задаче.



2.8.6



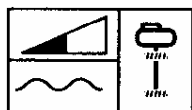
Глава 12. Контроль процесса горизонтального бурения

Горизонтальное бурение все больше заменяет прокладку канав для новых коммуникаций. Успешное бурение определяется как "Достижение определенной конечной точки эффективно и наиболее коротким путем без повреждения существующих подземных линий". Точность и надежность получаемой информации является необходимым условием эффективного бурения.

- Раздел
- 1 Локация перед бурением
 - 2 Контроль положения коротких буров
 - 3 Информация для управления работой бура
 - 4 Контроль положения буров на большой глубине
 - 5 Регистрации информации о бурении

Глава 12: Раздел 1. Локация перед бурением

Локация перед бурением

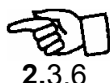


Очевидно, что бурение в городских или практически любых строительных зонах будет проходить вблизи существующих коммуникационных линий. Направление и глубина бурения должны быть корректно выбраны для исключения возможности повреждения этих линий.

Начальная и конечная точки бурения устанавливаются на начальном этапе, а глубина определяется типом линии, которая будет введена в отверстие, а также видом грунта и категорией дороги.

При этом необходимо определить наличие любых подземных линий, локализовать их положение и измерить глубину. Эта информация необходима для планирования бурения и исключения повреждений других линий.

Получите чертежи, схемы и любую другую информацию от соответствующих служб. Убедитесь в том, что никакие линии не пересекают трассу бурения или расположены близко к ней.



2.3.6

Определите положение коммуникаций, которые как установлено проходят вблизи линии бурения. Введите сигнал в любую удобную точку с любой стороны линии бурения и выполните трассировку коммуникаций, пересекающих линию бурения.

Определите точное положение коммуникационной линии и измерьте глубину ее залегания.



2.7.1

Выполните пассивное зондирование вдоль линии бурения для проверки наличия любых неизвестных кабелей. Выполните их трассировку по направлению от области бурения до удобной и доступной точки ввода сигнала генератора. Проведите трассировку в обратную сторону к зоне бурения, определите точное положение кабелей и измерьте глубину.



Выполните активное зондирование, если есть вероятность того, что в зоне бурения остались неопределенные линии.

Некоторые коммуникации, особенно трубы из низкоуглеродистой стали, могут быть повреждены из-за сжатия почвы в процессе бурения. Бурения должно планироваться так, чтобы эти трубы или кабели находились на значительном расстоянии от трассы бурения.

Наиболее полная информация о положении и глубине залегания существующих линий будет способствовать корректной установке направления и глубины бурения.

Контроль положения коротких буров

Большинство коротких буров работают с вытесняющим грунт или ударным инструментом и нацелены от точки пуска до искомой конечной точки.

1 Несмотря на то, что коротким буровым ударным инструментом нельзя управлять, очень важно контролировать положение и глубину инструмента в процессе бурения.

Бур может быть остановлен и запущен заново, если он отклонился за допустимые пределы. Отклонение может быть легко определено в процессе бурения и, таким образом, могут быть снижены непроизводительные затраты времени.

Глубина бура может быть измерена и бурение приостановлено, если появилась опасность повреждения существующих коммуникаций.

Если требуется и инструмент находится на нужном курсе, то бурение может быть продолжено на большее расстояние, чем планировалось, или остановлено, если бур отклонился от курса.

Инструмент в процессе бурения может погрузиться в песок или мягкий грунт и может быть утерян. Информация о его положении и глубине позволит пользователю решить вопрос о целесообразности вскрытия грунта для извлечения инструмента.

2 Наиболее простой способ локации бурового инструмента заключается в установке зонда сразу же за инструментом. Затем может быть использован стандартный приемник для локации положения зонда и измерения его глубины.

Нецелесообразно устанавливать зонд прямо в буровой инструмент или объединять их в одном корпусе из-за недостаточности места и ударов и вибрации в процессе работы инструмента.



Зонд может быть прикреплен к шлангу сразу же за буровым инструментом, где он не будет подвержен вибрациям и ударам. Это положение

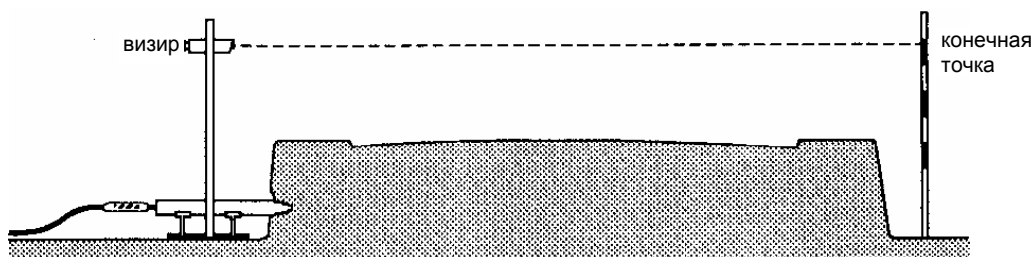
зонда не является идеальным, так как зонд находится за буровым инструментом. Однако, при известном расстоянии от зонда до головки бурового инструмента пользователь может сам рассчитать положение головки.



Зонд может быть прикреплен к шлангу с помощью зажимов или ленты. Обратите внимание на то, чтобы размеры зонда, прикрепленного к

шлангу, были меньше диаметра бурового инструмента. Будьте осторожны при извлечении инструмента из скважины для того, чтобы зонд не застрял в ней, отсоединившись от шланга.

В настоящее время разработан корпус для зонда, который присоединяется к шлангу. Корпус имеет гнездо с резьбой на обоих концах для присоединения стандартного фитинга шланга. Воздух для привода бура проходит через корпус мимо зонда.



3 Процедура контроля процесса бурения.

После определения положения начальной и конечной точек, нацельте буровой инструмент на указательный знак, установленный в конечной точке. Это определит направление движения бура. В процессе бурения инструмент может отклониться от требуемого направления из-за препятствий под землей. Определите допустимую величину отклонения бура и отметьте ширину допустимой зоны бурения с любой стороны от выбранного направления бурения.

Определите приемлемую глубину бурения, которая позволит исключить повреждение любых кабелей и труб в зоне бурения.

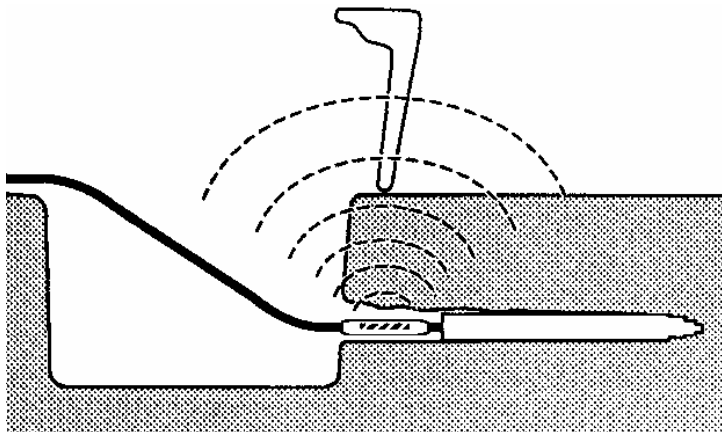
Вставьте новую батарею в зонд и прикрепите зонд к шлангу или установите его в держатель зонда. Проведите измерение расстояния от зонда до головки бурового инструмента.



2.8

Выполните процедуру локации зонда по мере продвижения бура.

Подведите буровой инструмент и начинайте бурение скважины. Остановитесь, когда зонд войдет в скважину примерно на расстояние 50 см. Определите точное положение зонда. Настройте чувствительность так, чтобы приемник давал четкий пиковый отклик и был исключен любой отклик от побочных сигналов.



Близость металлического бурового инструмента или держателя зонда может влиять на точность измерения глубины. Проверьте точность измерения глубины с помощью рулетки. Разность между показаниями прибора и действительным (по показаниям рулетки) значением глубины будет оставаться постоянной в

процессе бурения. Отметьте это значение и используйте как поправку при измерении глубины с помощью прибора.

Продолжайте бурение и останавливайтесь для определения положения зонда примерно через 1 или 2 метра. Маркируйте положение зонда и оценивайте положение головки бурового инструмента.

Заметим, что зонд не будет отслеживать положение головки инструмента. Он указывает положение и глубину того места в скважине, где инструмент уже прошел. Для эффективной локации трассы бурового инструмента и измерения его глубины определяйте положение зонда в нескольких местах, а не в одной точке.

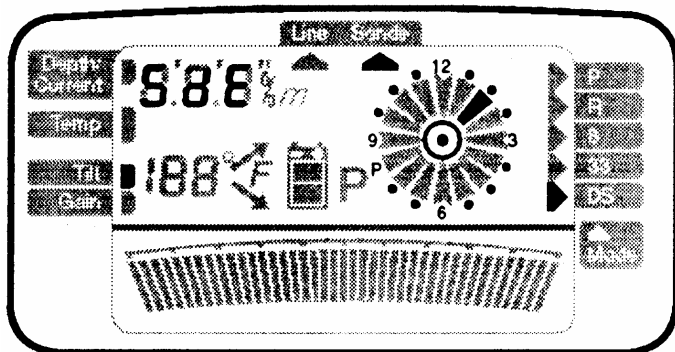
Информация для управления работой бура

Для настройки механизма управления бурильного инструмента, обеспечивающего движение бура в заданном направлении и достижения точки назначения, требуется определенный и достаточно большой объем информации.

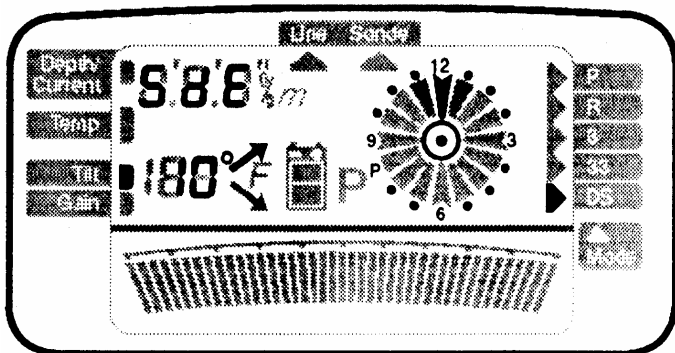
При этом необходимы следующие три основных элемента: *зонд* для обеспечения информации о положении и глубине плюс информация, необходимая для настройки механизма управления инструмента; *приемник* для индикации положения и глубины зонда, а также получения информации, необходимой для управления. Приемник выдает эту информацию на отдельный *показывающий прибор*, показания которого могут быть использованы для настройки инструмента в начальной точке процесса бурения.

1 Зонд вставляется в головку инструмента или сразу же после нее. Производителем бурильного инструмента был разработан специальный корпус, обеспечивающий прохождение сигнала зонда; в корпусе обычно имеются окна для выхода сигнала зонда. Производители бурильного оборудования также должны обеспечивать пользователя необходимой информацией о максимальной глубине локации инструмента.

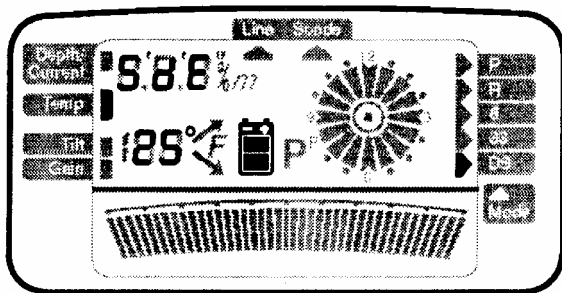
2 Дополнительно, зонд, который является источником сигнала для локации и измерения глубины, объединяют с датчиками для передачи в приемник на поверхность земли следующей информации о положении зонда в бурильном инструменте.



Угол бокового наклона. Механизм управления используется для изменения направления бурения. Поэтому необходимо знать угол бокового наклона для активизации механизма корректировки ориентации инструмента.



Угол отклонения от опорного направления. Механизм управления бурильным инструментом позволяет также регулировать как угол наклона инструмента, так и его направление. Показания угла отклонения позволяют оператору сделать соответствующее управляющее воздействие. Это главным образом используется для поддержания постоянного угла наклона бура; обычно 0°, но также может быть использовано для обеспечения движения бура параллельно поверхности земли.



Температура зонда. В некоторых условиях температура головки бурильного инструмента достигает очень большой величины, которая может повлиять на скорость химических реакций в батарее питания и на электронные элементы зонда. Оператор, зная температуру зонда, может приостановить бурение, когда зонд нагрелся до температуры 80 С (или другой температуры, определенной производителем), для охлаждения инструмента.

Время работы батарей. Время работы батарей питания может значительно уменьшиться из-за отклонения температуры, вибраций и ударных нагрузок от номинальных значений. В связи с этим, оператор должен знать состояние батарей.

В некоторых зондах для увеличения срока службы батарей питания предусмотрено устройство отключения зонда, которое отключает питание зонда либо до тех пор, пока параметры не пришли в норму, или в течение определенной части цикла вращения инструмента.

3 Зонды главным образом предназначены для использования с "толкающим" и гидравлическим буровым инструментом. Вставка зонда в ударный буровой инструмент снижает время их работы до полного отказа.

Время работы зонда до полного отказа зависит от типа бурового инструмента и условий бурения. Производители бурового инструмента могут проконсультироваться по поводу предполагаемого времени работы зонда или отсылать зонд на завод-изготовитель для обследования через определенный интервал времени для исключения возможного отказа зонда в процессе бурения.

4 Работоспособность системы зонд-приемник также как диапазон измерения глубины, точность локации и передачи данных снижается, когда зонд вставляют в буровой инструмент и используют с различными типами бурового инструмента. При рассмотрении применимости определенного типа инструмента для бурения большее внимание следует уделять данным о работоспособности, полученным от пользователя бурового инструмента, чем данным от производителей зондов.

Очевидно, что уточнение работоспособности зонда при получении нового бурового инструмента может быть выполнено только при установке зонда в буровой инструмент.

5 Процедура контроля процесса бурения

Определите направление движения бура. В процессе бурения инструмент может отклониться от требуемого направления из-за препятствий под землей. Определите допустимую величину отклонения бура и отметьте ширину допустимой зоны бурения с любой стороны от выбранного направления бурения.

Проверьте, что зонд установлен с новыми батареями, рекомендуемыми производителем.

Проведите тестирование системы зонд - приемник -показывающий прибор перед началом бурения. Для этого переместите зонд и приемник от показывающего прибора на расстояние, соответствующее длине скважины. Положите зонд на землю (головка бурового инструмента) и встаньте сзади него с приемником на расстоянии, примерно равном глубине бурения. Поворачивайте и наклоняйте зонд для моделирования его движения под землей.

Направьте приемник на зонд и проверьте корректность информации на дисплее приемника и данные, переданные в показывающий прибор. При этом может быть необходимо изменить положение антенны показывающего прибора для получения надежных и корректных данных от приемника.



Методика проведения локации зонда, установленного на буровой инструмент, такая же, как и при локации обычного зонда.

Используйте приемник для "опроса" зонда в каждой точке локации с целью получения информации об угле наклона и направлении скважины, а также о температуре зонда и состоянии его батарей питания.

Обычно необходимо остановить бурение для определения точного положения зонда и его глубины, а также для получения информации о состоянии зонда. Это может быть выполнено в момент остановки бурения для присоединения дополнительной буровой штанги.

Кроме того, указанные выше данные могут быть получены и при движении бурового инструмента.

Локация должна выполняться с интервалами не более, чем 3 метра.

При этом может возникнуть необходимость бурения параллельно поверхности земли, даже если поверхность земли имеет крутой наклон. Угол наклона поверхности грунта может быть оценен путем установки зонда на поверхность и использования приемника для измерения угла отклонения.

При локации зонда, установленного в буровой инструмент, требуется большая точность и поэтому большая тщательность, чем при обычной локации подземных линий. При этом особенно важно отслеживать и как можно раньше корректировать отклонения от выбранного направления и глубины бурения. Это выполняется более легко путем корректировки механизма управления в начале изменения направления бурения, чем при значительном отклонении бурового инструмента от выбранного направления. Минимальные корректирующие воздействия также облегчат проводку трубы или кабеля через пробуренную скважину.

Контроль положения буров на большой глубине

Точность и применимость традиционных способов электромагнитной локализации ограничена глубинами примерно 8 метров. Ниже этой глубины трудно локализовать пик сигнала зонда, а погрешность измерения глубины становится недопустимой.

Однако, некоторые скважины необходимо бурить глубже 8 метров, например, на глубине 12 метров при пересечении рек или каналов для того, чтобы опуститься ниже основания стальных кавальер.

В настоящее время для решения таких задач разработана тщательно продуманная система зонд/приемник, обеспечивающая локацию, измерение глубины и получение необходимой информации для управления процессом бурения. В таких системах приемник имеет специальную антенную решетку и встроенный компьютер для анализа сигнала зонда.

Система предназначена для использования в больших буровых машинах. Зонд, включающий в себя блок батарей, датчики и электронные схемы, разработан как часть буровой головки.

Передача и прием сигналов на расстояниях свыше 8 метров требует максимально высокой чувствительности антенны и схемы обработки сигналов. Любые сильные помехи на частоте передачи снижают возможности системы и она становится неработоспособной.

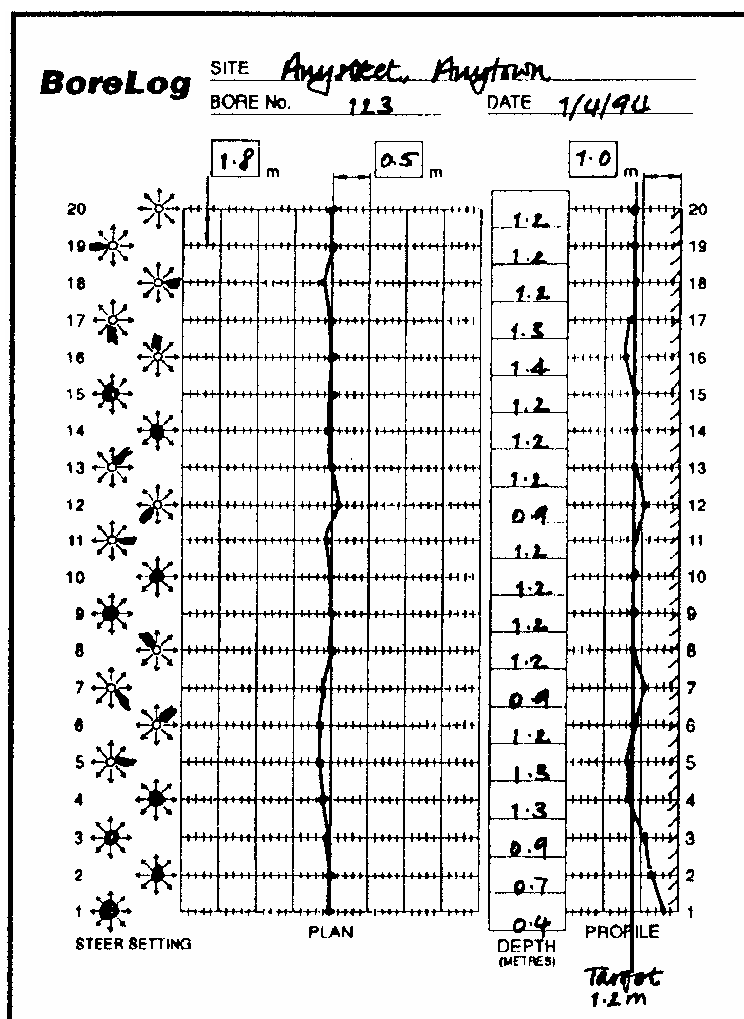
В связи с этим, зонд/приемник могут работать с определенными низкочастотными сигналами. Перед началом бурения приемник используется для поиска помех и идентификации их частот в зоне бурения.

При бурении приемник переключают в частотную область, свободную от помех.

Процедура контроля перемещения бура подобна той, которая применяется в информационных системах зонд/приемник/показывающий прибор, устанавливаемых в традиционный буровой инструмент.

Регистрация информации о бурении

Необходима постоянная регистрация направления и глубины бурения. Во-первых, эта информация может приобрести особую ценность в случае повреждения существующих коммуникаций или поверхности дорог с асфальтовым покрытием. Во вторых, она необходима владельцам трубопроводных линий или кабелей для формирования отчетов и т.п.



Представленная форма DataBore (данные бурения) представляет собой идеальный формат для подробной регистрации информации о процессе бурения.



4

Кроме того, информация из приемника может быть занесена в устройство записи данных и затем использована для графического представления данных на картах и чертежах участка бурения. При этом, может быть выполнено сравнение действительного, измеренного положения скважины с ее положением по плану.