



ТРАССИРОВКА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ и ПОИСК МЕСТ ИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

- СИЛОВЫЕ КАБЕЛИ
- КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ СВЯЗИ

СОДЕРЖАНИЕ:**МЕТОДИКА****«Диагностика и нахождение места повреждения силового кабеля».....2***Аверкин М.А.***Приборы и методы локации и обнаружения неисправностей****подземных кабельных линий6***Аверкин М. А., Сергеев С. С., Скороплетов П. В.***Особенности применения индукционного метода при отыскании****мест повреждения силовых кабельных линий.....10***Таракановский В.И., Заслуженный изобретатель республики Казахстан***Современный трассоискатель. Какой он? 14***Соловьев А.П., Ракшин А.А.***Основные ошибки, влияющие на качество трассировки,****и методы их устранения 19***Соловьев А.П., Ракшин А.А., Сергеев С.С.***Как я искал коммуникации21***Сергеев С.С., Заслуженный изобретатель Российской Федерации*

МЕТОДИКА

ДИАГНОСТИКА И НАХОЖДЕНИЕ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ СИЛОВОГО КАБЕЛЯ

Аверкин М.А. – заместитель коммерческого директора ООО «ТЕХНО-АС»

Каждый год рабочие на стройплощадках и предприятиях получают ожоги, травмы и погибают из-за отсутствия достоверной информации о расположении подземных коммуникаций. Повреждение подземных инженерных коммуникаций может привести к серьезным материальным убыткам. Предприятия, допустившие такие ситуации, могут нести расходы по ремонту, против них так же могут быть возбуждены иски за допущенную халатность или нанесенную травму и перерыв в работе инженерных коммуникаций, ведущий к финансовым потерям. Диагностика трубопроводов и силовых кабельных линий, определение мест их повреждения требует серьезного приборного обеспечения. Одной из важных проблем диагностики инженерных коммуникаций является трассировка (локация) кабельных линий и поиск мест повреждения.

Начнем с того, что все известные на сегодняшний день трассоискатели, как отечественного, так и зарубежного производства, функционируют по одному принципу – электромагнитной индукции. Все они реагируют на электрический ток, протекающий по коммуникации. Есть ток – работаем в пассивном режиме (рис.1) (без генератора), нет тока – создаем его с помощью генератора (рис.2). Таким образом, можно прийти к выводу, что любым трассоискателем можно работать и добиваться равных результатов. Однако на практике все выходит гораздо сложнее, и малейшие преимущества прибора позволяют более эффективно решать практические задачи.

Наиболее востребованы приборы, позволяющие работать как в активном, так и в пассивном режиме, что предопределяет наличие у приемника 2-3 активных частот.

В настоящее время этими возможностями обладают приборы серии FM производства фирмы Seba KMT (Германия), RD Radiodetection (Великобритания), PL FUJI TECOM inc., (Япония) зарубежного производства и серии «Успех» и «Атлет» компании ООО «ТЕХНО-АС».

Трассоискатели, как правило, обладают высокоизбирательным гетеродинным приемником, что обеспечивает высокую помехоустойчивость и чувствительность, дает возможность работать в условиях сильных внешних помех, при слабом уровне сигнала (глубина обнаружения коммуникации – до 10 м) и повышает шансы на успех в насыщенных коммуникациями районах.

Вообще, последняя проблема сейчас имеет очень большое значение, т.к. в грунте иногда творится нечто невообразимое: десятки лет коммуникации укладывались в землю, а схемы отсутствуют, и теперь, когда возникает необходимость, очень сложно копнуть, не задев при этом чьи-либо «интересы».



Рис.1



Рис.2

Распутывать такие клубки – большое искусство. Удобнее всего это делать «на слух», опираясь на тональность сигнала приемника (рис.3).

Настоящий профессионал может с уверенностью отличить сетевой трубопровод от газового, а уж отличить силовой кабель от трубопровода не представляет никаких проблем. Именно этого «слухового» преимущества, когда по тональности звукового сигнала можно пройти по «своей» линии, исключив при этом «чужие», мы лишаемся, используя трассоискатели с микропроцессорной обработкой сигнала.

Использование 2-3 рабочих частот генератора для «активной» трассировки кабеля, а также наличие индуктивной антенны позволяют определять местоположение кабеля без непосредственного подключения к коммуникации. Приборы для этих целей используют высокие частоты 10 кГц и выше.

Приборы серий «Успех АТГ» и «Атлет ТЭК А» отличаются приёмником, дающим возможность работы и электромагнитным и акустическим датчиком (рис.4).

Приборы серии «Успех АГ-309» и «Атлет АГ-319» дают возможность поиска повреждения кабеля индукционным методом и методом разности потенциалов.

Остановимся подробнее на методике нахождения места повреждения силового кабеля. При возникновении неисправности силового кабеля (обрыв, короткое замыкание, пробой изоляции), как правило, срабатывает РЗ и А, и кабель отключается от сети электроснабжения.

Для выяснения причины неисправности необходимо провести анализ причины отключения (по какой защите: МТЗ, ТО, ОКЗ и т.д.), и тип повреждения. Выбор метода определения места повреждения кабеля зависит от характера повреждения и переходного сопротивления в месте повреждения.

Типы повреждения:

- однофазное замыкание на «Землю»
- межфазное КЗ
- двух-, трехфазное КЗ на «Землю»
- обрыв жил кабеля без заземления или с заземлением как оборванных, так и необорванных жил
- заплывающий пробой, проявляющийся в виде КЗ (пробоя) при высоком напряжении и исчезающий (заплывающий) при номинальном напряжении.

Основные методы определения зоны повреждения:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------|
| 1. Метод петли | 4. Емкостной метод |
| 2. Метод накладной рамки | 5. Импульсный метод |
| 3. Метод колебательного разряда | 6. Индукционный метод |
| | 7. Акустический метод |

В ДАННОЙ СТАТЬЕ МЫ ХОТЕЛИ БЫ ПОДЕЛИТЬСЯ ОПЫТОМ ПО ПОИСКУ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ ИНДУКЦИОННЫМ И АКУСТИЧЕСКИМ МЕТОДАМИ.

Последовательность (алгоритм) поиска места повреждения:

Для поиска места повреждения кабеля необходимо подготовить рабочее место:

- отключить и отсоединить кабель с двух сторон
- проверить по схеме, что нет никаких транзитных ответвлений

После выполнения организационно-технических мероприятий во многих случаях для определения места повреждения кабеля необходимо, чтобы сопротивление в месте повреждения между жилой и оболочкой было как можно меньше. Снижение этого переходного сопротивления до необходимой величины выполняют прожиганием изоляции специальными установками. Процесс прожигания протекает по-разному, в зависимости от характера повреждения и состояния кабеля. Обычно через 15-20 секунд сопротивление снижается до нескольких десятков Ом.



Рис.3



Рис.4

При увлажненной изоляции процесс проходит более длительно, и сопротивление удается снизить только до 2-3 кОм. Процесс прожигания в муфтах проходит длительно, иногда несколько часов, причем сопротивление резко изменяется, то, снижаясь, то, снова возрастая, пока не установится процесс, и сопротивление не начнет снижаться.

При повреждении КЛ предварительно определяют зону повреждения (относительные методы), и после этого различными методами (абсолютные или картографические) уточняют на трассе непосредственно место повреждения. Для более точного определения зоны повреждения измерения желательны выполнять с одного конца КЛ несколькими методами, если такая возможность отсутствует, более точный результат дает измерение одним методом с обоих концов кабеля.

1. Провести измерение сопротивления изоляции ($R_{из}$) между фазами и между фазами и «Землей» и провести анализ состояния сопротивления изоляции кабеля. По состоянию сопротивления изоляции кабеля можно сделать вывод о типе повреждения (мегаомметром).
2. Если повреждение однофазное КЗ или переходное сопротивление большое, то кабель необходимо «дожечь». Для этого используются установки прожига (дожига) кабеля типа: ВУПК-25-03, УВПР-2000М; ВПУ-60; МПУ-3 «Феникс» и т.д.
3. Подсоединив рефлектометр (Рейс-105(205, 305); РИ или другой) к жилам кабеля просмотреть эпюры по фазам и определить предварительное расстояние до места повреждения.
4. После предварительного определения места повреждения кабеля проводится поиск точного места повреждения индукционным или акустическим методами.

Для точной локализации места повреждения используются поисковые комплекты: «Успех АТГ-410»(425); «Успех АТГ-525»; «Атлет ТЭК-127А(200А; 500А)», КП-100К, КП-500К.

ПОИСК МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ ИНДУКЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Этот метод применяется для непосредственного отыскания на трассе кабеля мест повреждения при пробое изоляции жил между собой или на «землю», обрыве с одновременным пробоем изоляции между жилами или на «землю», для определения трассы кабеля и глубины его залегания, для определения местоположения соединительных муфт.

Сущность метода заключается в фиксации с поверхности земли с помощью электромагнитного датчика (ЭМД) характера изменения электромагнитного поля над кабелем при пропускании по нему тока звуковой частоты (512 Гц, 33кГц) от долей ампера до 10 А в зависимости от наличия помех и глубины залегания кабеля. ЭДС, наводимая в рамке зависит от токораспределения в кабеле и взаимного пространственного расположения датчика и кабеля.

Зная характер изменения поля, можно при соответствующей ориентации рамки определить трассу и место повреждения кабеля (рис.5). Более точные результаты получают при прохождении тока по цепи «жила-жила», для чего «дожигают» однофазные замыкания до двух или трехфазных или создают искусственную цепь «жила-оболочка кабеля», разземляя последнюю с двух сторон.

Силовые линии поля тока «жила-земля» представляют собой концентрические окружности, центром которых является ось кабеля (после одиночного тока). При использовании цепи «жила-жила» ток, идущий по прямому и обратному проводам, создает два концентрических магнитных поля, действующих в противоположных направлениях (поле пары токов). При расположении жил в горизонтальной плоскости результирующее поле на поверхности земли наибольшее, а при расположении жил в вертикальной плоскости - наименьшее, поскольку кабели имеют скрутку жил, то в датчике, расположенном вертикально и перемещаемом вдоль трассы кабеля будут индуцироваться ЭДС, изменяющиеся от минимума до максимума.

При отыскании повреждения необходимо помнить, что сигнал за местом повреждения затухает на расстоянии не более половины шага.

Подключаем генератор к жилам кабеля по принятой схеме (в зависимости от типа повреждения). Согласовываем нагрузку. При помощи электромагнитного датчика (ЭМД), приемного блока (ПБ) и головных телефонов (ГТ) ищем место повреждения кабельной линии. В месте повреждения сигнал от генератора резко возрастает, а затем затухает.

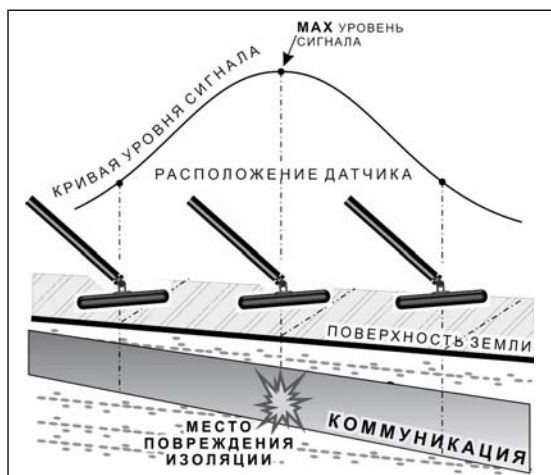


Рис.5

ПОИСК МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Сущность акустического метода состоит в создании в месте повреждения искрового разряда и прослушивании на трассе вызванных этим разрядом звуковых колебаний, возникающих над местом повреждения (рис.6). Этот метод применяют для обнаружения всех видов повреждения с условием, что в месте повреждения может быть создан электрический разряд. Для устойчивого искрового разряда необходимо, чтобы величина переходного сопротивления в месте повреждения превышала 40 Ом.

Слышимость звука с поверхности земли зависит от глубины залегания кабеля, плотности грунта, вида повреждения кабеля и мощности разрядного импульса. Глубина прослушивания может колебаться в пределах от 1 до 3 м.

В качестве генератора импульсов применяются генераторы типа ГИ-500 (1000); АКУ-01. В качестве приемника акустического сигнала используют датчики пьезо- или электромагнитной системы, преобразующие механические колебания грунта в электрические сигналы, поступающие на вход усилителя. Над местом повреждения уровень сигнала максимальный.

Включаем генератор типа ГИ, подключенный к жилам кабеля и при помощи акустического датчика (АД), ПБ и ГТ прослушиваем кабельную линию в предполагаемом месте повреждения. В точке повреждения кабеля будут прослушиваться характерные «щелчки» с заданной частотой. Эти два метода поиска места повреждения кабеля являются самыми высокоэффективными и дают точность обнаружения 0,2 – 0,5 м. Поиск неисправности (повреждения) кабеля в целом оценивается в 25-35 тыс. рублей. Применение предложенных методик позволит снизить затраты в среднем на 35 %.



Рис.6

ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЛОКАЦИИ И ОБНАРУЖЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ПОДЗЕМНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Аверкин М. А., Сергеев С. С., Скороплетов П. В.

Учитывая выработанный ресурс кабельного оборудования сегодня, актуальна тема использования эффективного оборудования для обнаружения места прохождения и неисправности кабеля. Перестройка и частая смена собственников на промышленных предприятиях и службах электросетей привели к частичной потере информации о месте прохождения кабельных линий. Особенно на территории крупных предприятий территории в своих недрах скрывают замысловатую, многоэтажную сеть различных промышленных коммуникаций, как действующих, так и давно заброшенных. Эта непростая задача локализации местоположения, картирования и документирования этого многослойного лабиринта подземных кабельных линий и легла на плечи энергетических служб. Этой статьей мы попытаемся немного облегчить решение этой задачи хотя бы в рамках ориентации в широком ассортименте предлагаемых аппаратурных средств и технологий так называемого кабеле-трассопоискового оборудования.

Среди большого многообразия оборудования для локализации пространственного положения подземных коммуникаций можно выделить основные типы аппаратуры, реализующие следующие физические методы:

1. Радиоволновые (георадары).
2. Тепловые (тепловизоры, пирометры, контактные термометры).
3. Акустические (акустические тече- и трассоискатели).
4. Электромагнитные (электромагнитные кабелетрассоискатели).

Как правило, выбор соответствующей аппаратуры определяется типом решаемой задачи.

Для определения конкретного типа и даже марки аппаратуры необходимо учитывать условия ее применения. При проведении работ в городских условиях или на крупных промышленных объектах с большим скоплением подземных коммуникаций решающую роль играют помехоустойчивость и пространственная избирательность выбранной аппаратуры. На практике часто возникают сложные случаи, приводящие к неоднозначной интерпретации полученных результатов. Для уменьшения вероятности ложного определения положения подземных коммуникаций используют сочетания аппаратуры, реализующей различные физические методы. Это не всегда экономически оправдано. Поэтому производители данного типа аппаратуры часто идут по пути повышения потребительских свойств за счет реализации в одном приборе нескольких различных методов.

Принцип действия **георадара** (рис.1) основан на методе радиолокации: излучение в зондируемую среду сверхширокополосных электромагнитных импульсов и регистрация отражённых сигналов от неоднородностей и объектов.

Подобный метод является методом неразрушающего исследования и контроля.

Глубинность исследований при помощи георадара зависит от электрофизических свойств зондируемой среды и применяемой антенны в георадаре.

Самые высокочастотные антенны георадара имеют разрешающую способность 3 см при максимальной глубине зондирования по пескам – около 1м, по бетону – 50-60см.

Самая низкочастотная антенна имеет разрешающую способность 30 см (если расстояние между объектами менее 30 см, они будут выглядеть слитно) и глубинность исследования по пескам около 15 м, по суглинкам – несколько меньше.



Рис.1

В основу **теплового метода** контроля положено свойство всех нагретых тел отдавать тепло с помощью излучения (рис. 2).

В основном он применим для трассировки трубопроводов горячего водоснабжения и теплосетей. На практике мы сталкиваемся со случаями использования данного метода для обнаружения неисправности кабеля, находящегося под напряжением, в случае его неглубокой прокладки (около 50 см) и разогрева в месте дефекта. Перепад на поверхности земли в месте дефекта может превышать 4 градуса и в известных нам случаях был зарегистрирован с использованием пирометра серии «С-20». Использование в качестве диагностического оборудования пирометров и тепловизоров, позволяет измерять температуру на поверхности грунта бесконтактным методом. Данный вид технической диагностики относится к бесконтактному способу, и применим к любым объектам энергетического и коммунального хозяйства. Отличительная черта метода состоит в том, что для диагностики нет необходимости выводить объект из эксплуатации, все работы проводятся в обычном цикле функционирования.

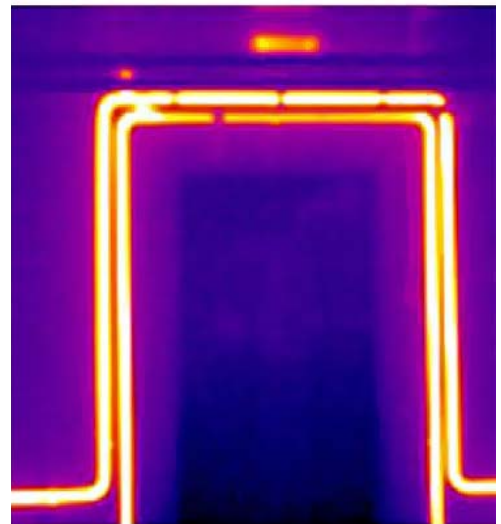


Рис.2

Преимущества тепловизионной диагностики:

- дефекты в оборудовании обнаруживаются на ранних стадиях, что позволяет избежать аварийных ситуаций и произвести ремонт или техобслуживание оборудования в удобное для обслуживающего персонала время
- раннее обнаружение дефектов сокращает расходы на техобслуживание, улучшает планирование ремонтных работ
- инфракрасная термография сокращает время простоя при плановом ремонте и увеличивает межремонтный период
- неразрушающий характер диагностики обеспечивает высокий уровень техники безопасности обслуживающего и ремонтного персонала.

Для наиболее эффективного решения данных задач авторами использовались тепловизионные комплексы «ТЕРМОВЕД 223 МТ» и пирометры серии «С-20» производства ООО «ТЕХНО-АС».

Сущность **акустического метода** (рис.3) состоит в создании в месте повреждения искрового разряда и прослушивании на трассе вызванных этим разрядом звуковых колебаний, возникающих над местом повреждения. Этот метод применяют для обнаружения всех видов повреждения с условием, что в месте повреждения может быть создан электрический разряд. Для устойчивого искрового разряда необходимо, чтобы величина переходного сопротивления в месте повреждения превышала 40 Ом.

Слышимость звука с поверхности земли зависит от глубины залегания кабеля, плотности грунта, вида повреждения кабеля и мощности разрядного импульса. Глубина прослушивания может колебаться в пределах от 1 до 5 м. Для работы акустическим и электромагнитным методами компанией «ТЕХНО-АС» разработана серия приборов «УСПЕХ АТГ» и «Атлет».

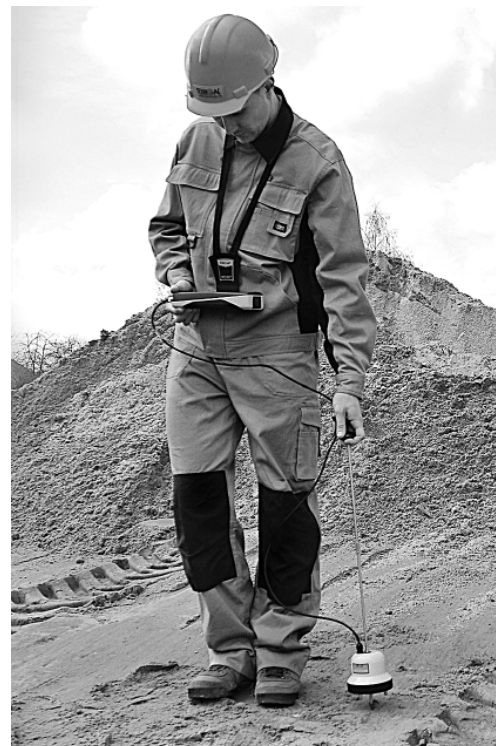


Рис.3

Более подробно остановимся на методе **электромагнитной локации** (рис.4).

Это универсальный метод локации и трассировки подземных коммуникаций. Достоинством этого метода является возможность получения «из-под земли» большого объема информации, которая недоступна при использовании любой другой технологии.

Метод электромагнитной локации имеет следующие отличительные характеристики:

1. поиск с поверхности земли и определение наличия подземных коммуникаций
2. трассировка и идентификация определенных линий
3. измерение глубины залегания коммуникации непосредственно с поверхности земли
4. портативность оборудования
5. небольшой вес оборудования и возможность эффективного использования даже неопытным оператором (при выполнении большинства операций)
6. возможность использования оборудования на всех типах грунта и даже под водой
7. небольшая стоимость оборудования и его отдельных компонентов для реализации данного метода.

В основу метода положена электромагнитная индукция.

Локаторы определяют не положение труб и кабелей, а детектируют магнитное поле вокруг коммуникации, созданное переменным током, протекающим по ней. Наличие магнитного поля вокруг коммуникации с током и позволяет определять ее положение. Изоляция коммуникации или присутствие различных типов грунта не изменяет вида поля. Переменный ток создает детектируемое электромагнитное поле или «сигнал», который устанавливается на генераторе и обеспечивает возможность эффективной локации, используя электромагнитную индукцию.

Начнем с того, что в основном, большинство известных на сегодняшний день трассоискателей, как отечественного, так и зарубежного производства, функционирует по одному принципу – электромагнитной индукции. Все они реагируют на изменение электрического тока, протекающего по коммуникации. Если работаем с кабелем под напряжением – работаем в пассивном режиме (без генератора), кабель обесточен – создаем его с помощью генератора. Таким образом, можно прийти к выводу, что любым трассоискателем можно работать и добиваться равных результатов. Однако на практике все выходит гораздо сложнее, и малейшие особенности прибора позволяют значительно выигрывать в конечном результате.

Наиболее эффективны приборы, позволяющие работать как в активном режиме, так и в пассивном, что предопределяет наличие у приемника 2-3 активных частот и промышленных частот 50 и 100 Гц (рис.5). В настоящее время этими возможностями обладают приборы серии FM (Германия), RD (Великобритания), PL (Япония) зарубежного производства и серии «Успех АТГ»,

«Успех АГ», «Атлет» фирмы «ТЕХНО-АС» (г. Коломна).

Основной недостаток метода электромагнитной локации заключается в том, что с ее помощью не может быть проведена трассировка пластиковых труб.

Для решения этой сложнейшей задачи применим только акустический метод локации, основанный на прослушивании с поверхности земли акустическим датчиком сигнала, создаваемого генератором звуковых импульсов в трубопроводе.

Основной недостаток метода электромагнитной локации заключается в том, что с ее помощью не может быть проведена трассировка пластиковых труб.

Для решения этой сложнейшей задачи применим только акустический метод локации, основанный на прослушивании с поверхности земли акустическим датчиком сигнала, создаваемого генератором звуковых импульсов в трубопроводе.



Рис.4



Рис.5

Таким образом, для решения всего комплекса задач по локализации подземных коммуникаций, в состав комплекта должен входить генератор звуковых импульсов (рис.6). В настоящее время единственный отечественный прибор такого типа разработан и производится ООО «ТЕХНО-АС» (г. Коломна). Зарубежный аналог RSP-3 .

Наличие акустического датчика (рис.7) у приборов серии «Успех АТГ», «Успех ТПТ» кроме трассировки трубопроводов из любых материалов, позволяет решать задачи по поиску мест разгерметизации трубопроводов и мест повреждения кабельных линий как индукционным, так и акустическим методом. Кроме того, наличие в комплекте датчиков шаговых напряжений (ДКИ, ДОДК) позволяет проводить поиск места понижения сопротивления изоляции внешних покровов коммуникаций, а также поиск места повреждения кабеля емкостным методом.

Для решения задач, стоящие перед службами, эксплуатирующими подземные коммуникации:

- локализация и проведение трассировки подземных коммуникаций
- контроля изоляции внешних покровов коммуникаций
- поиска несанкционированных врезок в трубопроводы
- поиска мест разгерметизации трубопроводов
- поиска мест повреждения силовых кабельных линий
- контроля состояния ЭХЗ

наиболее подходят комплекты «Успех АТГ», «Успех ТПТ», «Атлет ТЭК».

В состав таких приборов входят приемник (с наличием режимов работы на активных частотах и пассивных частотах 50; 100 Гц и «ШП»); генератор (2-3 активные частоты); набор датчиков (акустический, электромагнитный, ДКИ, ДОДК, КИ и другие).



Рис.6

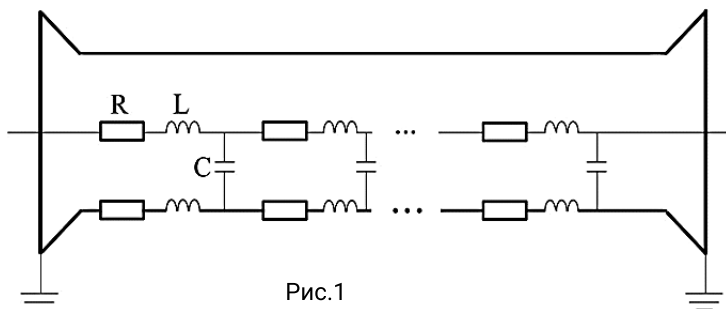


Рис.7

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНДУКЦИОННОГО МЕТОДА ПРИ ОТЫСКЕНИИ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЯ СИЛОВЫХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Таракановский В.И. Заслуженный изобретатель республики Казахстан

Силовая кабельная линия – это линия с распределенными параметрами. Она состоит из оболочки и жил – обе составляющие обладают индуктивностью и активным сопротивлением, а между ними существует емкость – эти звенья следуют друг за другом (рис.1). На примере рассмотрена только одна жила и ее поведение к оболочке. Принято, что оболочка кабеля заземлена. Удельные показатели емкости, активного сопротивления и емкости для кабельной линии имеют следующие параметры:



$$R \approx 0.2 \div 3 \frac{\text{Ом}}{\text{КМ}}$$

(зависит от материала проводника (алюминий или медь) и сечения)
(жила 240 квадрат)

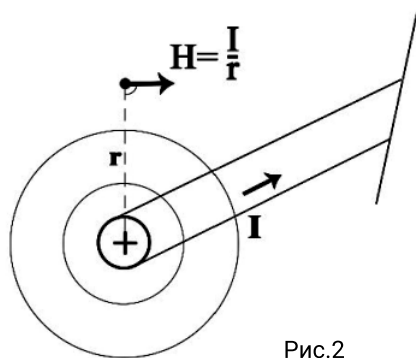
Ёмкость берем для старых кабелей, не беря в учет сшитый полиэтилен.

$$C \approx 0,2 \div 0,5 \frac{\text{МКФ}}{\text{КМ}}$$

$$L \approx 250 \frac{\text{МКГН}}{\text{КМ}}$$

Причем, индуктивное сопротивление в кабеле намного больше чем R: $X_L \gg R$
Волновое сопротивление кабельной линии:

$$\rho = \sqrt{\frac{L}{C}} \approx 25 \text{ Ом}$$



Параметр не зависит от длины, т.к. чем длиннее кабель, тем выше и индуктивность, и емкость.

Рассмотрим, как выглядит магнитное поле одного тока и магнитное поле пары токов в случае отыскания повреждения кабеля.

Магнитное поле одного тока – концентрическая окружность, чтобы определить напряженность магнитного поля в какой-либо точке (векторная величина) нужно соединить ее с осью проводника и под прямым углом провести вектор. Этот вектор обычно пропорционален величине тока и обратно пропорционален расстоянию до проводника (рис.2)

$$H = \frac{I}{r} \quad \text{– интенсивность магнитного поля одного тока}$$

Когда мы имеем дело с повреждением кабеля, которое обычно ищется индукционным способом с замыканием «фаза-фаза», то вокруг проводника с током в какой-либо точке пространства магнитное поле равняется сумме полей.

Сам вектор равен геометрической сумме, а интенсивность магнитного поля в данной точке рассчитывается по формуле:

$$H = \frac{I * a}{r^2}$$

где a – расстояние между жилами в метрах.

Так как расстояние между жилами очень мало, например, 3 мм, то в числителе появляется 0,003 м. В итоге, интенсивность магнитного поля пары токов, как минимум в 300 раз меньше, чем интенсивность магнитного поля одного тока. Ситуация усугубляется тем, что жилы кабеля имеют скрутку и каждая скрутка создает свое магнитное поле. Примем глубину залегания h , а шаг скрутки λ – как только оказывается, что расстояние от кабеля становится соизмеримым с шагом скрутки, то суммарная напряженность магнитного поля будет равна нулю (рис.3).

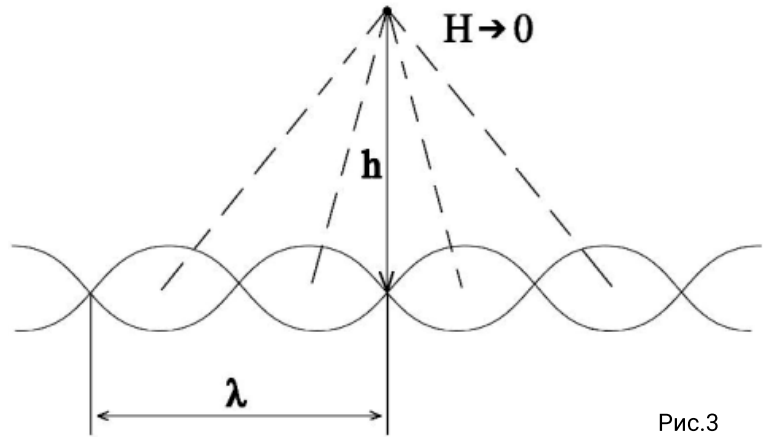


Рис.3

$$\sum H = 0, \text{ если } h \geq \lambda, \text{ на практике же } \sum H = 0, \text{ если } h \geq 0,8 \lambda$$

При поиске повреждений силового кабеля электромагнитным методом, необходимо учитывать, что до повреждения электромагнитное поле есть, а после повреждения его нет.

Поиск повреждения «ФАЗА-ФАЗА»

Рассмотрим подключение «фаза-фаза» с генератором звуковой частоты (ГЗЧ) 500-1000 Гц. Если идти по трассе, и глубина залегания кабеля не превышает шага скрутки, то картинка на приемнике или звук в наушниках будут соответствовать рис. 4 – это называется «повив». Сам факт присутствия такого сигнала – залог того, что вы, в последствии, найдете повреждение. В муфте расстояние между жилами намного больше, следовательно, интенсивность магнитного поля увеличивается.

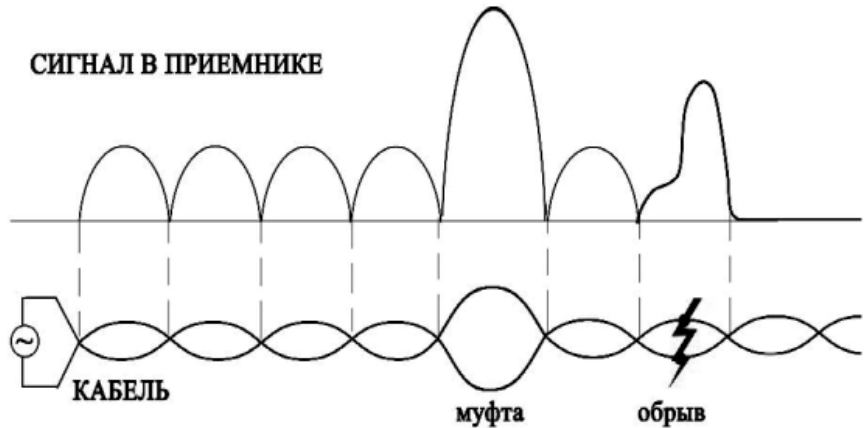


Рис.4

Над муфтой слышим и видим (зависит от прибора) – мощный сигнал, затем продолжается «повив», на месте повреждения сигнал также увеличивается, а затем вовсе пропадает.

Усиление магнитного поля в месте повреждения происходит из-за того, что там возникает поперечный элемент тока, он ничем не компенсируется, создавая магнитное поле одного тока.

Следует заметить, что мощность сигнала не будет слишком большая из-за того что площадь повреждения небольшая. Этим способом вполне возможно определить зону повреждения с точностью около 0,5 м.

Бывает, что прожиг произошел не только в жилах, но и затронул оболочку кабеля (рис.5).

В оболочке образовывается участок, через который идет ток, создавая при этом падение напряжения в зависимости от того, какой был прожиг.

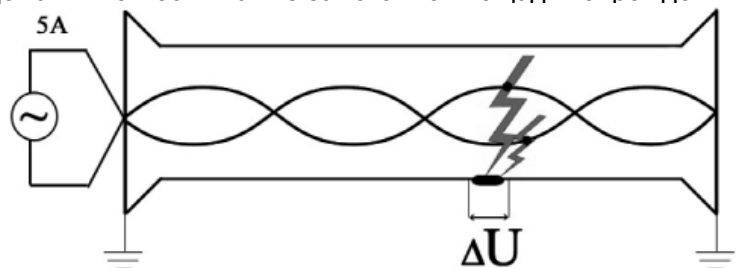


Рис.5

$$\Delta U = I * R$$

Для примера, примем падение напряжения $\Delta H = 1\text{В}$, за счет этого падения напряжения возникает перетекание тока по контуру (рис.6).

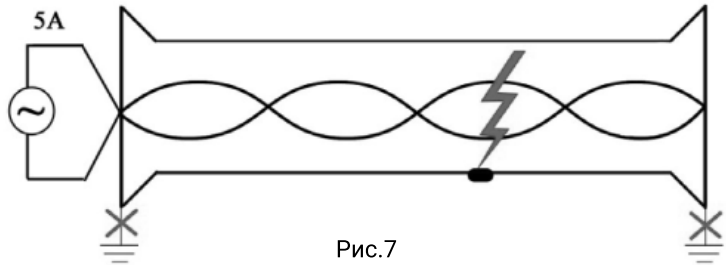
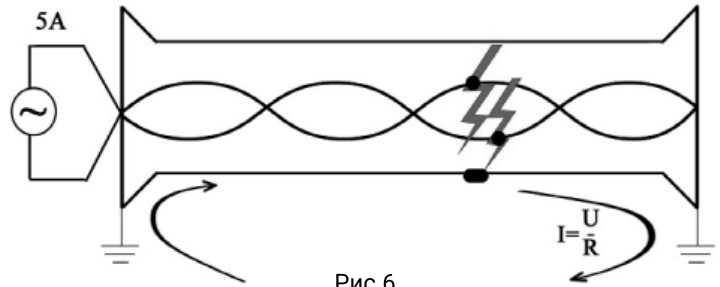
Перетекающий ток в упрощенном виде можно представить, как

$$I = \frac{U}{R}, \text{ подставляя значения получаем:}$$

$$I = \frac{1\text{В}}{5\text{Ом}} = 0,2\text{ А}$$

то есть на выходе получаем уже магнитное поле одного тока, а оно, как уже было описано выше, в 300 раз мощнее магнитного поля пары токов.

Эквивалент сигнала $0,2\text{А} \cdot 300 = 60\text{ А}$ перекрывает входные 5 А, поэтому при таком исходе найти повреждение практически невозможно. Для того, чтобы исключить магнитное поле одного тока – необходимо убрать заземление на концах кабеля – при этом происходит размыкание цепи тока по контуру. (рис.7)

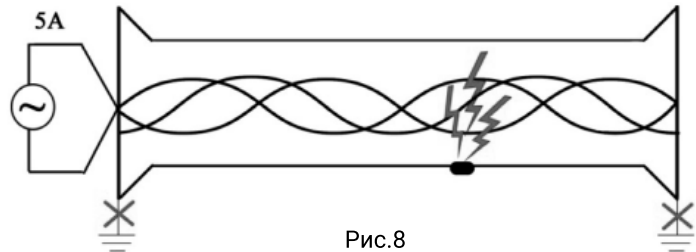


Но иногда даже этот метод не помогает при отыскании повреждения.

Случай из практики

Прожиг прошел на 2-х жилах трехжильного кабеля, поводки на концах кабеля отсоединены – при трассировке слышим, что все равно происходит растекание тока – сигнал уверенный. Решено было прожечь и третью жилу – «повив» стал прекрасно слышен. Это значит, что когда горела третья фаза, все жилы сварились близко – не было условия падения напряжения на участке оболочки.

При прожиге третья жила сгорела туда же, куда и первые две (рис.8).



Однофазные повреждения искать практически невозможно – их можно только трассировать. Допустим, мы произвели прожиг, две жилы «держат», а одна дожженная. Включаем, например «Рейс» – он показывает расстояние до места повреждения. Но если мы попытаемся подсоединить генератор звуковой частоты, то слышим ровный сигнал.

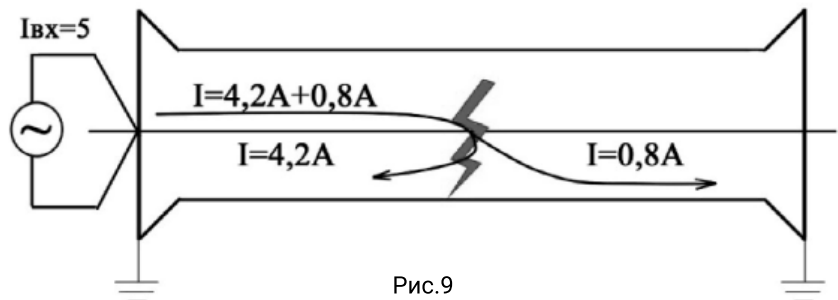
Допустим, что расстояние до повреждения 1 км, а в генераторе установили ток 5 А, для одного кГц

$X_L = 1,6 \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$, входное напряжение составит $U_{вх} = 8\text{ В}$, когда ток пойдет по цепи от начала кабеля до места повреждения и обратно падение напряжения $\Delta U = I \cdot x = 5 \cdot 0,8 = 4\text{ В}$.

То есть сигнал, который мы будем на поверхности в 4 раза превзойдет тот, который мы рассмотрели в примере с двухфазным повреждением:

$$I = \frac{4\text{ В}}{5\text{ Ом}} = 0,8\text{ А} \quad \text{– ток, который пойдет сразу за местом повреждения, который создает мощное магнитное поле одного тока.}$$

Получается, что входной сигнал можно представить, как $U_{вх} = 4,2\text{ А} + 0,8\text{ А}$, тогда распределение тока по кабелю произойдет следующим образом по закону Кирхгофа (рис.9).



Вывод

Однозначный положительный результат при поиске повреждения кабеля может дать только подключение «фаза-фаза», при трассировке этим методом хорошо слышен «повив», а в месте повреждения сигнал увеличивается и затем пропадает. При этом, безусловно, нужно проверить наличие других кабельных линий, проходящих рядом с зоной поисков, чтобы избежать несчастных случаев. Встречались случаи, когда поврежденный кабель располагался ниже другого кабеля, находящегося под напряжением и в траншее его не было видно, тогда приступали к разрезанию целого кабеля, что приводило к печальным последствиям.

Течетрассопоисковый комплект «Успех АТГ-410.10» отлично проявил себя в результате годовой эксплуатации в кабельных электросетях низкого и высокого напряжения г. Алматы (Казахстан) при поиске повреждений индукционным и акустическим методами. Комплект позволяет трассировать кабельную линию даже по здоровой жиле кабеля. Комплект отличается повышенной помехоустойчивостью, малые габариты и вес, а также возможность питания от сети 220 В и от аккумулятора 12 В. Выходные мощности 5,10 и 20 Вт вполне достаточны для успешной работы.

СОВРЕМЕННЫЙ ТРАССОИСКАТЕЛЬ. КАКОЙ ОН?

Соловьев А.П., Ракшин А.А.

Точная локация кабельных линий и трубопроводов является одной из самых распространенных задач, с которой по роду своей деятельности сталкиваются представители самых различных служб: строители, связисты, геодезисты, энергетики, сотрудники предприятий нефтегазового комплекса и сферы ЖКХ. Рано или поздно перед специалистами возникает вопрос определения точного места прохождения и глубины залегания подземной коммуникации.

Зачастую, ошибка при локации может привести к потерям, исчисляемым десятками или даже сотнями тысяч рублей – это связано с возможностью повредить свою или чужую коммуникацию, необходимостью благоустраивать территорию после проведения работ по вскрытию грунта, а так же дополнительно затраченным ресурсам. Нелишним будет упомянуть, что халатное отношение к инженерным сетям не редко приводит к печальным последствиям.

Незаменимым помощником в поиске подземных коммуникаций является трассоискатель. Трассоискатели сегодня способны находить и точно определять местоположение множества коммуникаций: силовых и сигнальных кабелей, оптоволоконных армированных кабелей, металлических трубопроводов и др.

Давайте разберемся, какими же функциями и характеристиками должен обладать современный трассоискатель, позволяющий однозначно определить положение линии даже в самых сложных условиях и свести к минимуму ошибку оператора.

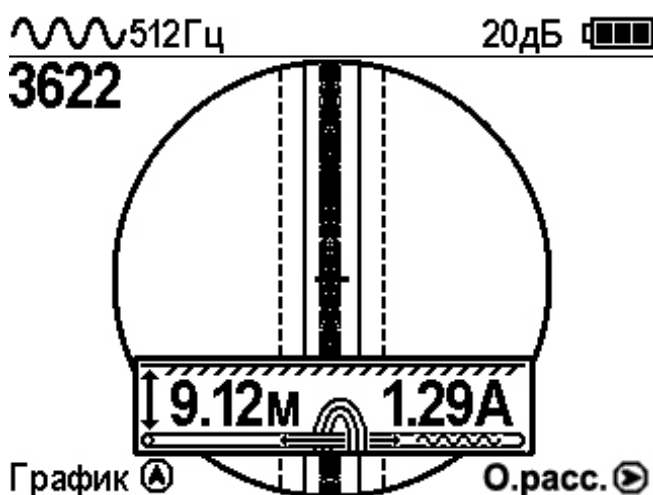
Примечание: дальнейшее описание возможностей современных трассоискателей мы будем вести на основе популярного приёмника – «АП-019.3» производства ООО «ТЕХНО-АС»

1. Интуитивно понятный интерфейс

Как мы определили выше – трассоискатель – это помощник для специалиста, и работа с ним должна быть понятна и удобна. Прибор не должен быть перегружен сложными настройками и множеством клавиш. При всех своих функциональных возможностях современные трассоискатели большинство настроек делают за оператора в полуавтоматическом режиме, выводя на экран сообщения о событиях, требующие вмешательства человека.



Внешний вид дисплея приёмника «АП-019.3» с органами управления



Приёмник «АП-019.3» - Автоматическое определение глубины прохождения коммуникации и тока в линии при нахождении оператора над ней.

Примечание: приёмник «АП-019.3» содержит минимальное количество клавиш, в тоже время обладает всеми необходимыми режимами поиска. В работе с прибором легко разобраться даже неподготовленному специалисту. Вместе с тем, для опытных операторов предусмотрены дополнительные возможности в расширенном наборе режимов.

2. Дисплей и индикация

Экран трассопоискового приёмника должен быть достаточно большим, для удобства работы оператора и отображения необходимой информации: положение коммуникации (если она найдена) или направление на неё (если коммуникация в стороне), глубина залегания, уровень сигнала и прочее.

Помимо визуальной индикации на экране, современные приборы издают звуковые сигналы, обращая внимание оператора на найденный сигнал.

Примечание: приёмник «АП-019.3» отображает: положение коммуникации, глубину ее залегания и величину тока в линии. Помимо этого на дисплее отображаются вспомогательные параметры: уровень сигнала, рабочая частота, уровень заряда батареи, а также подсказки («горячие клавиши») для быстрого перехода к вспомогательным режимам при необходимости. Звуковые сигналы разной тональности сообщают оператору об уровне сигнала в исследуемой коммуникации.

В зависимости от нахождения оператора относительно трассы на экране приёмника «АП-019.3» будет присутствовать изображения:



3. Высокая чувствительность

Высокая чувствительность трассопоисковых приёмников позволяет принимать слабый сигнал от коммуникаций, находящихся глубоко под землей или на значительном расстоянии от трассировочного генератора.

Примечание: приёмник «АП-019.3» вычисляет глубину и ток в коммуникации при значениях до 10 м, а так же может обнаружить линию на глубине до 25 м, отражая это соответствующим сообщением.

4. Рабочие частоты

Безусловно, приёмник для поиска коммуникаций должен работать на существующих промышленных частотах – это 50(60) Гц для силовых кабелей и 100(120) Гц для трубопроводов с катодной защитой. Дополнительно приёмник может принимать частоты от кабелей связи, телевизионных сетей и т.д.

Помимо вышеуказанных пассивных частот, приёмник должен работать на активных частотах трассировочного генератора. У разных производителей – это разный набор частот от нескольких герц до нескольких десятков килогерц, для разных случаев.

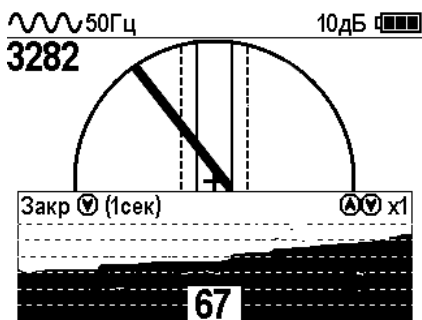


Обследование участка в широкой полосе частот в режиме «MIN&MAX»

Примечание: приёмник «АП-019.3» работает на пассивных частотах 50(60) и 100(120) Гц, а так же поддерживает частоты трассировочных генераторов ООО «ТЕХНО-АС» – 512, 1024, 8192, 32678 Гц. Кроме того, в приёмнике реализованы функции – “ШИРОКАЯ ПОЛОСА” и “РАДИО” – для анализа эфира в диапазонах 40...8000 Гц и 8000...40000 Гц соответственно.

5. Режимы работы

Разнообразие поддерживаемых режимов работы облегчают работу оператора при различных условиях.



Режим «График» удобен для работы в искаженном электромагнитном поле и для оценки изменения сигнала



Режим «Минимум максимум» используется для нахождения центров нескольких коммуникаций, находящихся близко друг к другу

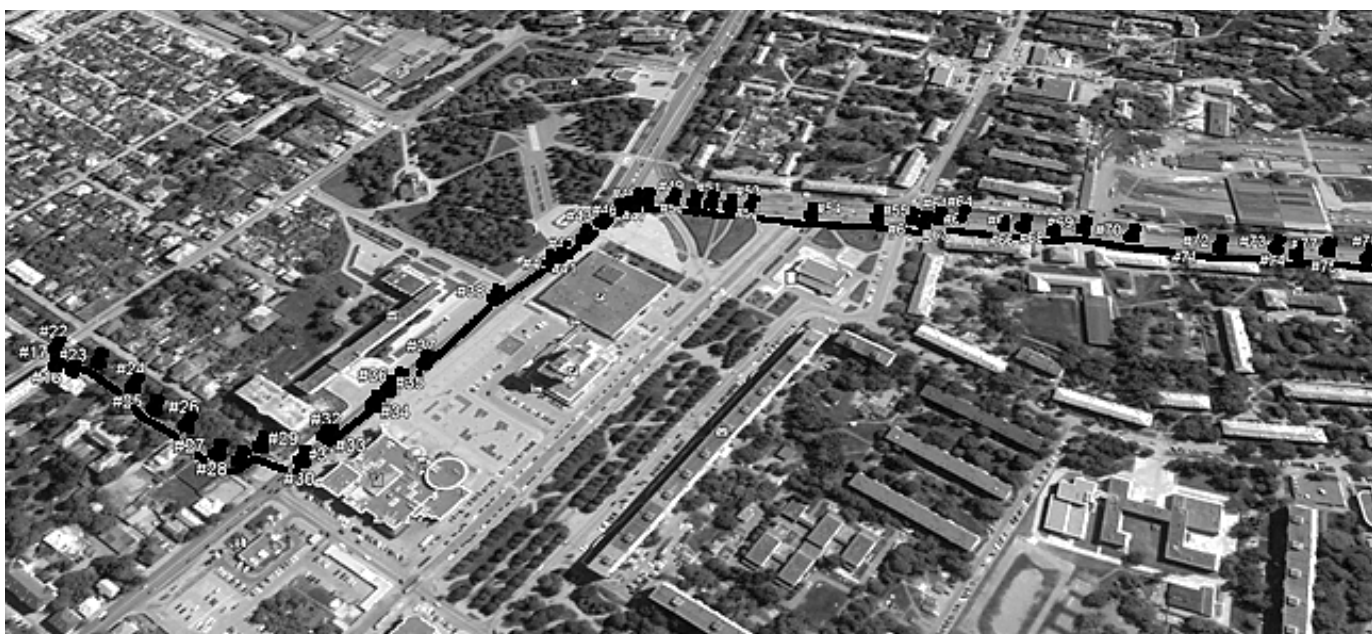


Режим «2-частоты» используется для диагностики состояния кабелей, изоляции трубопроводов с применением внешнего генератора

Примечание: в приёмниках серии «АП-019» реализовано множество различных режимов, вот некоторые из них: режим «Трасса» - для трассировки и определения глубины залегания коммуникации, режим «График» - по изменению графика сигнала от коммуникации можно определить тот или иной тип неисправности, режим “Зонд” – для трассировки неметаллических трубопроводов с использованием внутритрубного генератора, режим “минимум максимум” и другие.

6. GPS/ГЛОНАСС модуль

В современных приёмниках важной функцией является возможность сохранения координат искомой коммуникации для дальнейшего ее нанесения на карту. Чем больше точек позволяет сохранить приёмник, тем детальнее будет выглядеть коммуникация на карте.



Примечание: память приёмника «АП-019.3» рассчитана на запись 2300 точек, координаты с приёмника легко переносятся на самые популярные карты от Яндекс и Гугл.

7. Многофункциональность

Современные трассоискатели могут выполнять несколько функций. Помимо самой трассировки с помощью дополнительно подключаемых датчиков, трассоискатель решает следующие задачи:

- выбор кабеля из пучка;
- поиск дефектов коммуникаций (в том числе поиск повреждения кабеля);
- поиск мест повреждения изоляции трубопроводов и кабельных линий;
- трассировать неметаллические коммуникации и другие.

8. Вес и габариты

Несмотря на широкие возможности, современные приборы достаточно компактны и легки для работы в течение всего дня.

9. Время работы

Очевидно, время работы приборов должно быть больше вашего трудового дня. Поисковые приёмники сегодня способны работать от одного комплекта батарей до 20 часов подряд.

Примечание: приёмники серии «АП-019» достаточно экономичны в потреблении энергии, кроме того поддерживают энергосберегающие (импульсные) режимы работы генератора, что позволяет им работать без замены элементов питания долгое время. Приёмник имеет возможность работы от внешнего аккумулятора (типа PowerBank), что значительно увеличивает его время эксплуатации и позволяет не думать о замене и поиске элементов питания.

10. Условия эксплуатации

Многообразие параметров климата в мире предъявляет значительные требования к исполнению оборудования. Приборы мирового уровня по своему климатическому исполнению способны эффективно работать как в условиях низких температур, так и при жарком солнце и повышенной влажности.



Примечание: трассоискатели ООО «ТЕХНО-АС» уже сейчас успешно эксплуатируются в условиях жаркого и влажного индийского климата, а вышеупомянутый PowerBank под одеждой оператора, позволяет работать при температурах до -20 С.

11. Использование с генератором

Трассировку обесточенных коммуникаций невозможно представить без использования генератора. Генератор наводит на линию электромагнитный сигнал и позволяет идти по ней значительное расстояние, которое в частых случаях может составлять до нескольких десятков километров.



Примечание: использование генераторов ООО «ТЕХНО-АС» позволяет трассировать коммуникации протяжённостью свыше 10 км. Безусловно, что трассировочные генераторы ООО «ТЕХНО-АС» полностью совместимы с приемниками нашего производства, а некоторые модели могут быть настроены на частоты приборов других производителей.

Высокотехнологичные трассоискатели с вышеуказанными характеристиками производят сегодня известные зарубежные производители. Не уступают им в качестве и трассоискатели серии "Успех" и "Атлет".

Опираясь на описанные характеристики, Вы можете выбрать любой понравившийся прибор. Выбирая трассоискатель производства ООО «ТЕХНО-АС», Вы можете рассчитывать на:

- качественный и современный прибор, отвечающий мировым требованиям
- доступную стоимость прибора
- гарантию производителя и своевременный сервис
- информационную поддержку при работе с приборами и решении множества ежедневно возникающих задач.

ОСНОВНЫЕ ОШИБКИ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО ТРАССИРОВКИ, И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Соловьев А.П., Ракшин А.А., Сергеев С.С.

Определение мест прохождения подземных коммуникаций по праву можно считать одной из самых распространенных задач для специалистов многих профессий. Несмотря на существование современных трассоискателей, существенно облегчающих работу оператора, существуют особенности правильного проведения трассировки, без учета которых, работа по поиску может быть затруднена, время существенно увеличивается, а полученные результаты могут содержать неточности.

Ниже мы рассмотрим основные ошибки оператора при проведении трассировки подземных коммуникаций и методы, позволяющие эти ошибки избежать.

Игнорирование прочтения руководства по эксплуатации к прибору. Все трассоискатели безусловно чем-то похожи, в тоже время, каждый производитель старается сделать свой прибор уникальным, не похожим на прибор конкурента, имеющим только ему присущие особенности, позволяющие помощь оператору в его работе. Не прочитав документацию к прибору, вы, возможно, не сможете использовать все его возможности.

На дисплее приемника отображается множество полезной информации. Например, при наблюдении за изменением уровня сигнала по графику, можно найти места залегания кабельных муфт и даже места повреждения кабеля. Или еще пример: по мере отдаления от генератора уровень сигнала в линии может снижаться, прибавив усиление на приемнике оператор не потеряет коммуникацию и драгоценное время.

Более существенным может оказаться **невыполнение требований по безопасности при работе с прибором**. Известны, например, случаи, когда трассировочный генератор полностью выходил из строя вследствие подключения его к кабелю под напряжением. Нетрудно представить, что игнорирование требований по безопасной эксплуатации прибора может привести и к более плачевным последствиям.

Залогом успеха по поиску подземной коммуникации с помощью трассировочного генератора является **создание замкнутого контура для протекания тока**. При этом наилучший результат обеспечивает непосредственное подключение генератора к нагрузке.

Именно с **реализации непосредственного подключения генератора к коммуникации следует начать трассировку**. Для этого: один из контактов выходного кабеля генератора подключается к линии, а второй к штырю заземления, который следует отнести как можно дальше от коммуникации (насколько позволяют соединительные кабели) и обеспечить хороший контакт его с землей, с противоположного конца коммуникацию также заземлить. При таком подключении образуется замкнутый контур «земля - генератор – коммуникация – земля» необходимый для возникновения тока в линии. Только при невозможности реализовать указанный способ подключения следует использовать другие методы работы.

Отдельно стоит рассмотреть **вопрос выбора трассировочной частоты**. Рассмотрим генератор «АГ105» производства ООО «ТЕХНО-АС», конструктивно генератор выдает в линию сигнал частотами – 512, 1024, 8192 или 32768 Гц. Работу по трассировке следует начинать с выбора наименьшей возможной частоты (в нашем случае 512 Гц), при этой частоте сигнала меньше вероятность возникновения наводок на соседние коммуникации, а расстояние для трассировки увеличивается, поскольку такой сигнал меньше затухает. Генераторы ТЕХНО-АС автоматически согласуются с подключаемой нагрузкой и выдают сообщение оператору об ее успешном завершении или о невозможности работы с данной нагрузкой на выбранной частоте. В случае несогласования генератора, следует выбрать большую частоту сигнала и так далее до выбора наилучшего уровня сигнала в коммуникации.

Примечание: трассировочные генераторы ТЕХНО-АС имеют режим последовательной передачи в линию сигналов разных частот для выбора оператором режима работы с наилучшим по силе сигналом.

Важно понимать, что трассировочный сигнал более высокой частоты с большей вероятностью наведется и в соседней линии, а при этом есть **риск перескочить на чужую коммуникацию**, да и расстояния для трассировки сигналом большей частоты, как правило, ниже. Поэтому для работы стоит выбирать наименьшее возможное значение частоты сигнала, приемлемой при данных условиях.

Поиск коммуникации в непосредственной близости к генератору так же может привести к неверной интерпретации полученных данных. Во время работы генератор создает вокруг себя сильное электромагнитное поле на трассировочной частоте, что создает искажения и заставляет приемник давать неверные данные о местоположении искомой коммуникации. Правильнее будет отойти от генератора на 5-10 метров для получения корректных данных.

Разумеется, что **установленный на приемнике тип сигнала должен соответствовать типу сигнала на генераторе по виду и частоте**.

Примечание: генераторы ТЕХНО-АС имеют возможность работы в импульсном режиме. Данный режим позволяет существенно продлить время работы генератора, увеличить его выходную мощность, а также повышает достоверность определения мест прохождения коммуникации. При настройке поискового приемника помимо совпадения частот, должен быть учтен и этот параметр.

При наведении сигнала генератором в коммуникацию бесконтактным способом с помощью **индукционный антенны (встроенной в генератор или выносной)**, мало просто **установить ее точно над линией, важно еще и правильно ее ориентировать**, в противном случае сигнал и соответственно возможная дальность трассировки существенно снизятся.

В процессе определения глубины залегания коммуникации, **при небольшом смещении приемника в сторону от оси, значения глубины залегания искажаются** (увеличиваются). Поэтому перед контрольным измерением глубины приемником следует точно определить центр коммуникации (например, в режиме MIN/MAX), а приемник должен находиться в строго вертикальном положении.

При трассировке, например, силового кабеля в пассивном режиме (на частоте 50 Гц) и в случае, если рядом проходят и другие кабели, возможно, что приемник отобразит на экране не ту коммуникацию, которую бы вы хотели. Это связано с тем, что **при нахождении несколько коммуникаций рядом, приемник принимает сигнал от линии с самым мощным полем**. Решением будет использование трассировочного генератора с подключением к конкретному кабелю и трассировка его на частоте отличной от частоты соседних.

При работе **в условиях искаженного электромагнитного поля, результаты индикации приемника могут быть так же не корректны**, либо же линия коммуникации на экране будет «прыгать» и измерение глубины и тока будет невозможно. К искажениям поля могут приводить рядом с местом работы объекты со значительным содержанием металла: автомобили, расположенные металлические заборы, крыши колодцев и др. В этом случае так же может помочь использование трассировочного генератора.

Не стоит забывать и о том, что **работе могут помешать разряженные элементы питания** приборов, на которые вовремя не обратили внимание. Стоит проверять заранее состояние прибора, также нелишним будет иметь запасные источники питания.

Надеемся, что подобный разбор типовых ошибок поможет как начинающим, так и более опытным специалистам в их работе, позволит сэкономить время и повысит точность полученных результатов.

КАК Я ИСКАЛ КОММУНИКАЦИИ

Сергеев С.С.

Заслуженный Изобретатель Российской Федерации

Задача: необходимо проложить канализацию поперек дороги на глубине 1,5 – 2,05 метра.

Основная проблема – необходимо пересечь следующие коммуникации:

- металлический трубопровод холодного водоснабжения
- металлический газопровод
- силовой электрический кабель
- связной кабель

Что имеем:

- примерную схему прохождения коммуникаций
- свидетельства старожилов о месте прохождения кабеля и трубопроводов

Необходимо: определить место прохождения и глубину залегания каждого кабеля и трубопровода.

Сергеев С.С.:

«Мне представился удобный случай проверить эффективность работы наших новых приборов в экстремально сложных условиях (все коммуникации расположены на участке шириной около 5 метров). Данную задачу попробую решить с использованием следующих приборов:

- приемника «АП-027» с подключенным электромагнитным датчиком (рис.1)
- приемника «АП-019» (рис.2)
- генератора «АГ-114» (самый маломощный из выпускаемых нами генераторов) (рис.3)
- дополнительные приспособления – индукционная антенна (рис.4) и клещи (рис.5).



Рис.1



Рис.2

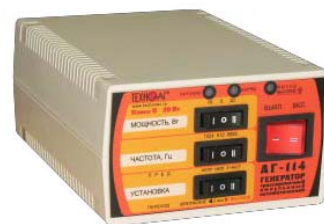


Рис.3



Рис.4



Рис.5

С чего начать?

1. Конечно, с анализа имеющихся фактов. В моем случае это схемы прохождения коммуникаций и советы старожилов. На основе выданных техусловий (ТУ) и данных при согласовании ТУ с соответствующими службами подтверждается примерное прохождение трубопроводов и кабельных линий (рис.6).

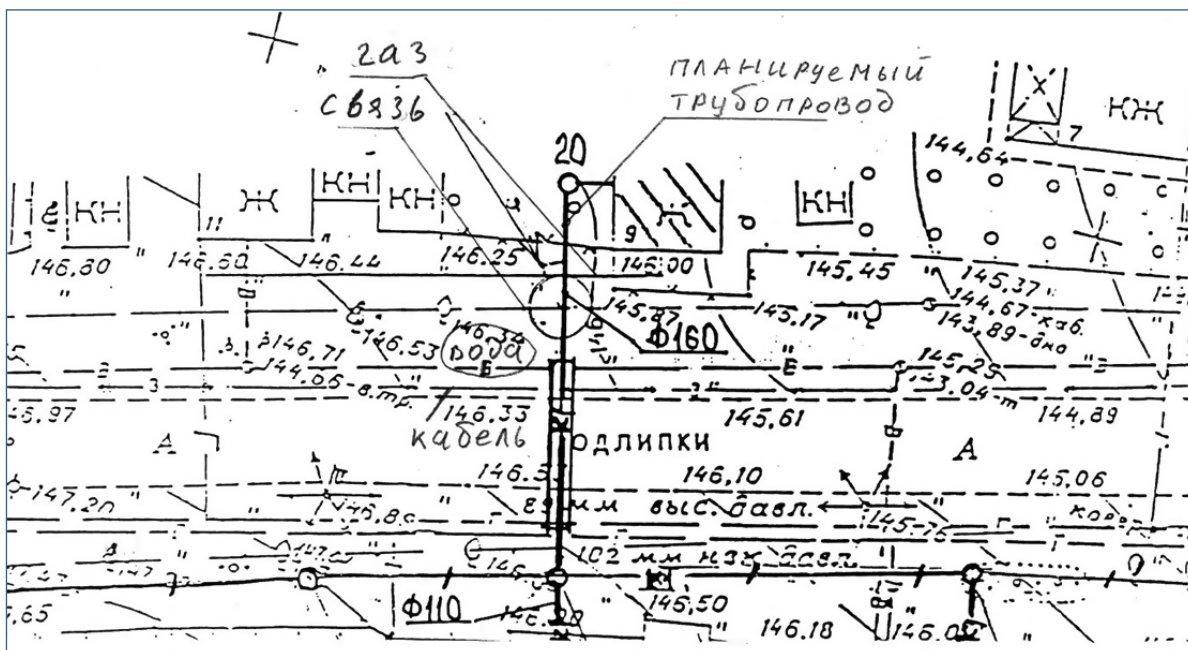


Рис. 6

2. Привязываем полученные данные о месте прохождения к местности. Наличие люка колодца камеры трубопровода холодного водоснабжения сразу позволяет определиться с местом его прохождения и глубиной залегания (рис. 6а).

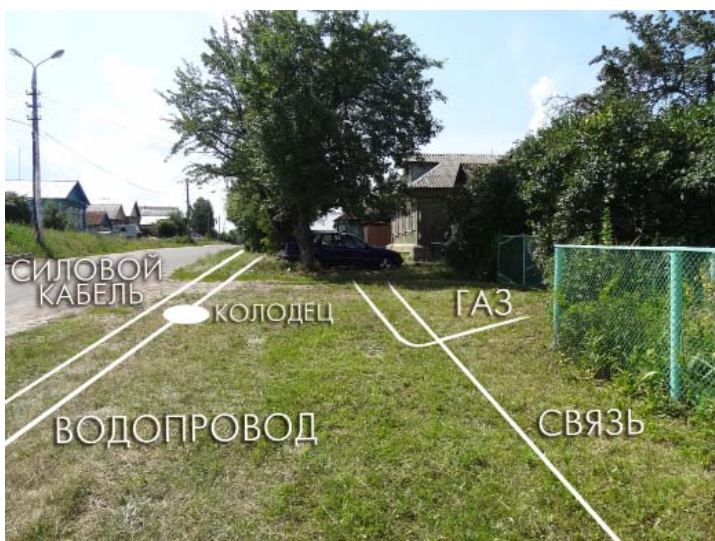


Рис. 6а

3. Проведем поиск силового электрического кабеля. Воспользуемся простым приемником «АП-027» с электромагнитным зондом. Кабель под напряжением является источником электромагнитного излучения с частотой 50 Гц. Поэтому обойдемся без генератора. Устанавливаем на приемнике частоту фильтра «50 Гц» (рис. 7), режим индикации «график» (рис. 8).

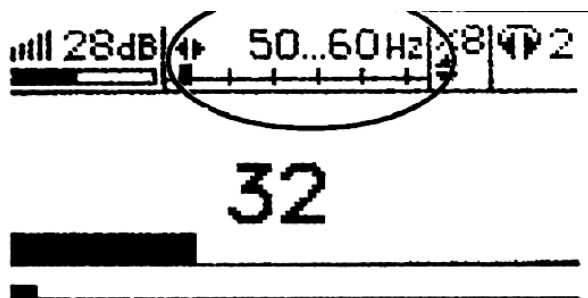


Рис. 7

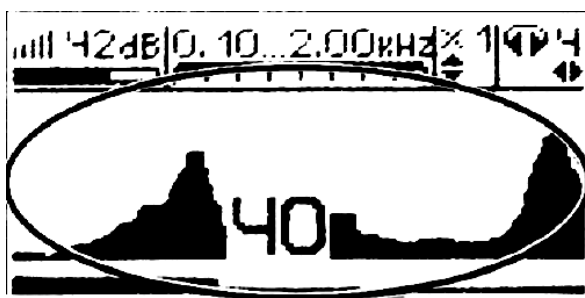


Рис. 8

Работаем методом «максимума»

– ищем кабель по наибольшему сигналу.

Для этого фиксируем датчик в положение «Т» (рис.9) и сканируем по поверхности земли перпендикулярно предполагаемой оси кабеля (рис.10).

Удобно пользоваться графиком уровня сигнала, когда максимум виден на экране и не обязательно следить за цифрой и тем более прислушиваться в наушниках (рис.11).

Максимум сильно растянут по поверхности, поэтому уточняем место прохождения кабеля методом «минимума», когда место нахождения кабеля определяется по минимальному сигналу. Переводим датчик в положение «I» (рис.12). Сканируем поверхность в зоне найденного максимума (рис.13). Перед кабелем сигнал возрастает, затем резко падает и опять растет. Кабель определен с точностью ± 5 см.



Рис. 9



Рис. 10



Рис. 11



Рис. 12



Рис. 13

Определяем глубину залегания кабеля методом «45 град.».

Для этого переводим датчик в положение «45 град.» (рис.14). Сканируем поверхность и методом «минимума» определяем наименьший сигнал. Расстояние от места нахождения минимального сигнала до найденной оси кабеля и равно глубине залегания кабеля (рис.15). В моем случае глубина залегания силового кабеля равна 1 м.



Рис. 9



Рис. 10

Определяем глубину залегания кабеля методом «45 град.». Для этого переводим датчик в положение «45 град.» (рис.14). Сканируем поверхность и методом «минимума» определяем наименьший сигнал. Расстояние от места нахождения минимального сигнала до найденной оси кабеля и равно глубине залегания кабеля (рис.15). В моем случае глубина залегания силового кабеля равна 1 м.

4. Повторяю работу по поиску силового кабеля с использованием нашего нового приемника «АП-019». Устанавливаю частоту 50 Гц (рис.16), сигнал непрерывный (рис.17), вид индикации – трасса (рис.18).



Рис. 16



Рис. 17



Рис. 18

Пересекаю трассу в перпендикулярном направлении. На экране вижу трассу (рис.19), устанавливаю приемник строго над трассой (рис.20).

Приемник автоматически измерил глубину залегания и протекающий по кабелю ток (рис.21). Действительно, новый приемник удобнее для решения данной задачи. Место прохождения подтвердилось, а определенная глубина залегания кабеля составила 1 метр 0.7 см, что незначительно отличается от предыдущего способа.



Рис.19



Рис.20



Рис.21

5. С целью поиска других коммуникаций (газ, связь и может быть еще что-то), проведен поиск в широкой полосе (ШП). Снова берем приемник «АП-027» и устанавливаем режим широкой полосы нажатием всего одной кнопки (рис.22). Сканируем поверхность методом «максимума». На экране сложная картина (рис.23).



Рис.22



Рис.23

Видно, что много коммуникаций, но четких максимумов нет. Проверим, на каких частотах имеются сигналы. Для этого перейдем в индикацию спектра (рис.24) и повторим сканирование, следя за изменением амплитуд сигналов на разной частоте. Явных изменений не замечено. Проведем аналогичный поиск в ШП с использованием приемника «АП-019» и индикации графика «min и max» (рис.25). Четких максимумов и минимумов не обнаружено.



Рис.24



Рис.25

6. Определим место прохождения газовой трубы. Для этого используем генератор «АГ-114» с индукционными клещами. Клещи набросим на вход газовой трубы в дом (рис.26).

Устанавливаю минимальную мощность 5 Вт, частоту 8928 Гц, режим – непрерывный (рис.27).



Рис.26



Рис.27

Дождемся согласования сигнала (загорается зеленая лампочка). Использую приемник «АП-027», включаю его возле генератора, частоту устанавливаю 8928 Гц, режим непрерывный (рис.28). Сигнал есть, значит, генератор работает. Вхожу в зону предполагаемого прохождения газопровода. Провожу поиск всеми методами, описанными в п. 3. Легко нахожу место прохождения и глубину. Замечаю, что, при сканировании рисунок поля слева и справа от трубопровода разный, значит где-то рядом проходят коммуникации, на которые также наводится сигнал с генератора (рис.29). Глубина равна 75 см. Повторяю поиск приемником «АП-019». Место подтверждается, глубина – 78 см, что неплохо для данных условий (рис.30).



Рис.28



Рис.29

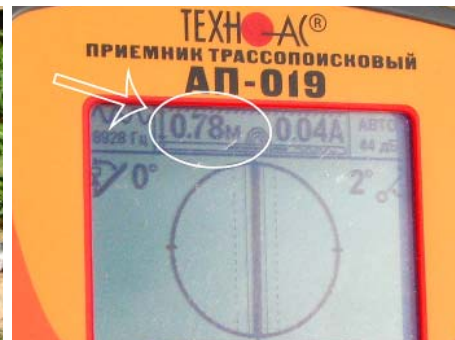


Рис.30

7. Проверяю результаты в импульсном режиме. Для этого переключаю генератор в импульсный режим, зеленая лампочка начинает моргать (рис.31). Приемник «АП-027» также переводим в импульсный режим для согласования с генератором (рис.32). На экране приемника вижу импульсы. Данные, полученные ранее по газопроводу, подтвердились (рис.33).



Рис.31



Рис.32



Рис.33

8. Перехожу к поиску кабеля связи. По схеме он проходит прямо над газопроводом. Воспользуюсь тем, что сигнал с генератора, подключенного к газопроводу, перенаводится на другие коммуникации, в т.ч. на кабель связи. Попробую определить место прохождения кабеля связи в зоне, где не проходит газопровод. Генератор подключен к газопроводу как в п. 6, Режим импульсный. Работаю с «АП-027» методом «максимума». Слабый сигнал обнаружен на расстоянии 1 м от предполагаемого места прохождения связного кабеля (рис.34).

Ухожу существенно за пределы обследуемого участка. Опять слабый сигнал. По прямой пытаюсь восстановить место прохождения кабеля (рис.35). На обследуемом участке сильный сигнал с газопровода не позволяет определить кабель.



Рис.34



Рис.35



Рис.36

9. Меняю метод поиска. Над обнаруженным местом прохождения кабеля, вдали от газопровода, устанавливаю индукционную антенну параллельно оси трассы. Устанавливаю мощность 10 Вт, частоту 8928 Гц, режим – импульсный (рис.36). Включаю генератор. Дождемся согласования сигнала (мигает зеленая лампочка). Вначале использую приемник «АП-027», включаю его возле генератора, частоту устанавливаю 8928 Гц, режим импульсный.

Провожу поиск кабеля на месте планируемой траншеи всеми методами, описанными в п. 3. Метод минимума не работает. Это связано с нахождением рядом газопровода и силового кабеля, на которые наводится сигнал с индукционной антенны и искажает данные с приемника. Из-за сильного искажения сигнала невозможно определить и глубину залегания с помощью приемника «АП-019».

По методу максимума находим связной кабель. Он проходит в 80 см от предполагаемого места. Измерение глубины залегания так же проведем методом максимума при угле наклона датчика – 45 град. Получил значение 65 см.

10. Место прохождения и глубина залегания трубы холодного водоснабжения известны.

Колодец находится в 1 метре от обследуемого участка (рис.37).



Рис.37

11. Однако, есть необходимость определить место прохождения трубопровода ХВС примерно в 700 м от данного участка. Подключаю индукционные клещи к трубе на вводе в дом (рис.38), далее, как для газовой трубы п. 6. Единственное отличие, мощность генератора устанавливаю 10 Вт (даже не 20 Вт!!!).

На предполагаемой территории есть колодец, в котором предполагалось подключение к воде (рис.39). Провожу измерения вокруг колодца. Сигнала нет, значит, трубопровода здесь нет. Пытаюсь искать от соседей.



Рис.38



Рис.39

Сигнала нет. Возможно, они подключены пластиком. Ухожу вверх по дороге и сканирую поперек. Есть сигнал (рис.40)!!! иду вдоль трубы по максимуму сигнала. Магистральная труба уходит под забор (рис.41) и поворачивает на середине дороги.

Труба найдена, сигнал от генератора слишком слабый для определения глубины залегания трассы приемником «АП-019» (рис.42).

Нахожу глубину залегания приемником «АП-027» – 2 метра.



Рис.40



Рис.41



Рис.42

12. Таким образом, все коммуникации найдены, начаты земляные работы. Место прохождения газопровода и связанного кабеля подтвердило вскрытие (рис.43, рис.44).

Вскрывать водопровод и силовой кабель нет необходимости, прокол под дорогой будет проводиться за ними (рис. 45).



Рис.43



Рис.44



Рис.45