



Диагностика подводных переходов. Трассопоисковые системы.

Трассопоисковые системы представляют собой приборы, предназначенные для дистанционного поиска, обнаружения и измерения пространственного положения линейно протяжённых объектов (трубопроводов и кабелей).

При выполнении работ по строительству, техническому надзору и диагностике подводных переходов, трассопоисковые системы широко используются и служат для контроля пространственного положения трубопроводов как под слоем грунта на сухопутной части, так и под водой. При этом могут использоваться два типа трассопоискового оборудования – статические и динамические.

Оба типа могут работать в пассивном и активном режимах локации. Пассивный режим локации является менее точным и служит для грубого определения оси коммуникации. При использовании этого режима для расчета положения оси трубопровода используется собственный сигнал коммуникации, обычно поле катодной защиты, без внешнего индукционного возбуждения.

При использовании режима активной локации, к трубопроводу или его элементам подключается генератор сигнала, возбуждающий электромагнитное поле (напряжение переменного тока), величина которого пропорциональна скорости изменения магнитного потока.

Точность определения оси трубопровода зависит от нескольких факторов:

- 1) Дистанции между источником сигнала и приемной антенной;
- 2) Качества сигнала в линии;
- 3) Качества заземления;
- 4) Взаимной ориентации антенны и источника сигнала;
- 5) Наличии или отсутствии электромагнитных помех.

При использовании статической трассопоисковой системы, локация располагается в районе предполагаемого положения коммуникации, затем определяются ось и направление искомого объекта.

Современные трассопоисковые локаторы имеют два блока антенн – горизонтальный и вертикальный. Определение оси трубопровода производится с помощью горизонтальной антенны трассопоисковой системы.

Антенна дает максимальный отклик, когда она расположена как можно ближе к линии, излучающей сигнал, и устанавливается непосредственно над искомой коммуникацией под прямым углом к ней.

Величина воспринимаемого отклика в положениях 1, 2 и 3 будет различна при перемещении антенны поперек линии (рисунок 1).

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.

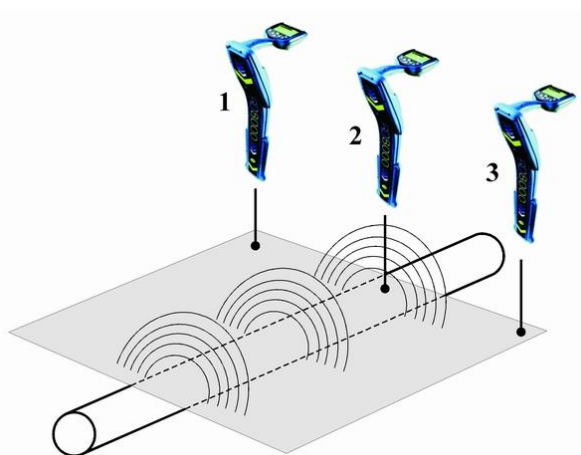


Рисунок 1 – Определение оси и направления коммуникации

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 уровень сигнала высок настолько, что позволяет игнорировать помехи (рисунок 2).

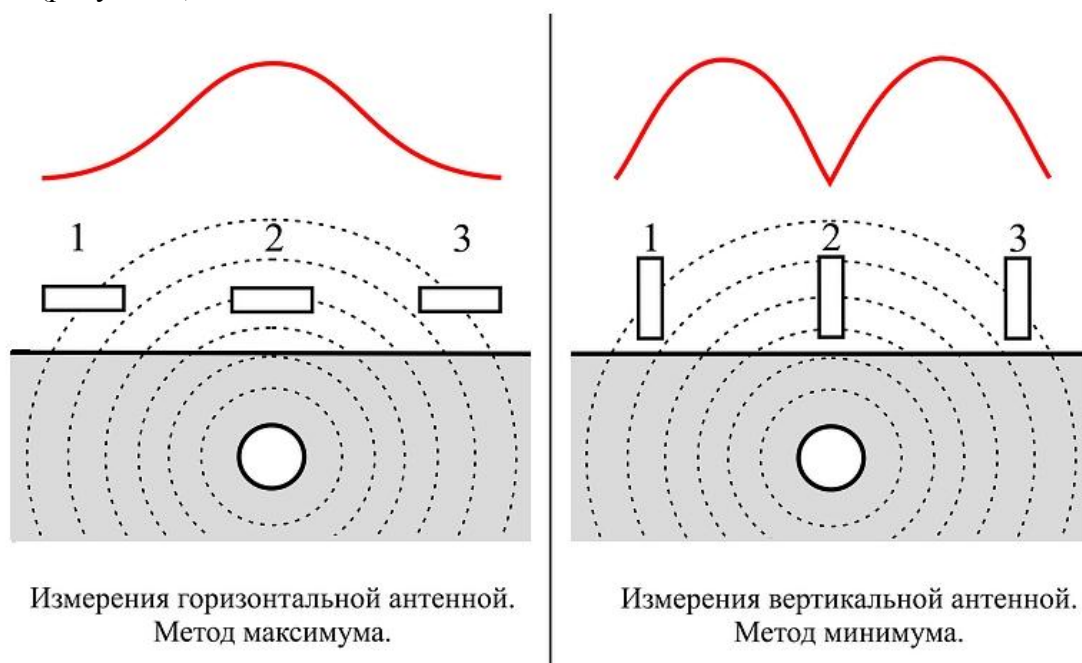


Рисунок 2 – Измерения поля трубопровода горизонтальной и вертикальной антеннами.

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

Следующим этапом работы статическим трассоискателем является определение глубины залегания трубопровода, то есть дистанции от антенны локатора до центра электромагнитного поля трубопровода.

При измерении глубины залегания трубопровода осуществляется сравнение уровней сигналов вертикальной и горизонтальной антенн локатора.

Электронная схема приемника выполняет математические расчеты для определения вертикального положения коммуникации, и соответствующие показания выводятся на дисплей локатора. Декларируемая погрешность определения высотной составляющей большинства трассопоисковых систем – не более 3 % от глубины, (например, 0,3 м для глубины 10 м).

При выполнении работ по диагностике подводных переходов магистральных трубопроводов положительно зарекомендовали себя трассопоисковые системы Radiodetection RD 4000, RD 8000 (Великобритания) и Ridgid Seek Tech SR20 (США).

Трассопоисковые системы динамического типа не требуют статической фиксации локатора над осью трубопровода для вычисления глубины залегания и предназначены для определения плано-высотного положения трубопроводов с поверхности воды. Основными производителями трассопоисковых систем динамического типа в России являются компании НТФ «Гидромастер» и НПП «Форт XXI».

В отличие от статических трассопоисковых систем, осуществляющих автономные измерения, которые могут координироваться и «привязываться» любыми доступными геодезическими методами, трассопоисковые системы динамического типа должны использоваться в составе специализированных промерных комплексов, устанавливаемых на мобильный носитель – съёмочное судно. Минимальный состав комплекса должен включать в себя локатор трассопоисковой системы, GPS (GNSS) – приемник в режиме дифференциальной коррекции или режиме кинематики в реальном времени (RTK), рабочую станцию оператора со специализированным ПО. Зачастую, комплекс дополняется промерным эхолотом и гидролокатором бокового обзора. Съёмочное судно, перемещается по сетке промерных галсов, расположенных по нормали к обследуемому трубопроводу. Интервал съёмочных галсов обычно проектируется исходя из размеров объекта, требований к детальности съемки, качества сигнала в линии, диаметра трубопровода и глубины его нахождения (рисунок 3).

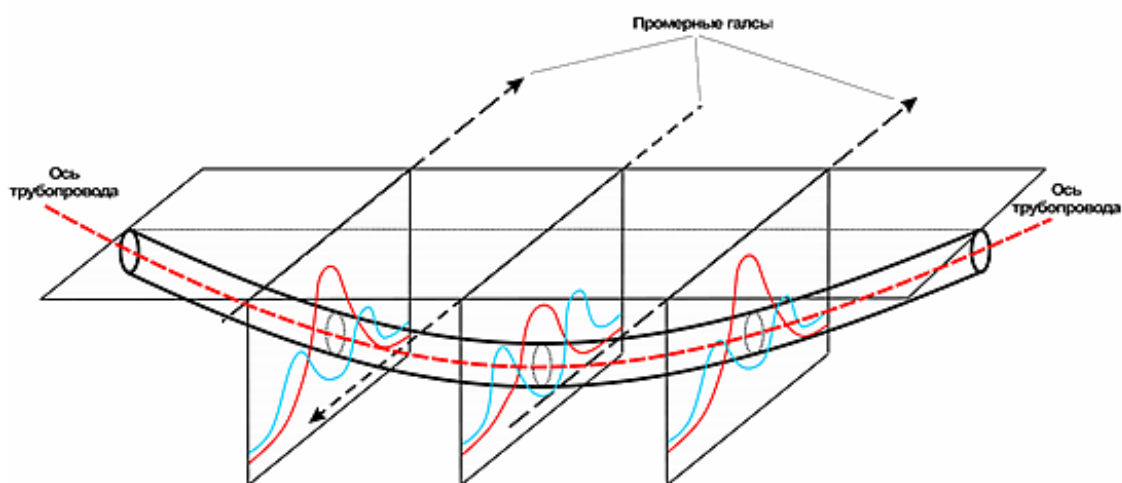


Рисунок 3 – Схема расположения галсов трассопоисковой системы

Для грубого поиска оси коммуникации в целях рекогносцировки и проектирования съёмочных галсов, возможна работа системы в пассивном режиме.

Для выполнения съемки, необходим активный режим локации, при этом генератор трассопоисковой системы находится на суше, подключен к линии трубопровода и заземлен.

Сигналы трассопоисковой системы записываются в виде файлов на ПК для последующей обработки и вычисления положения трубопровода в плане и глубины его нахождения (рисунок 4).

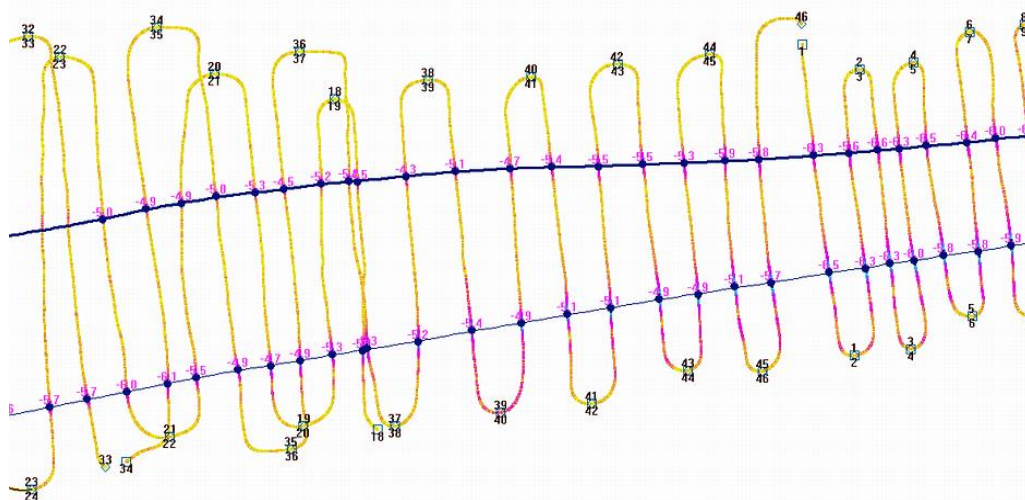


Рисунок 4 – Определение трасс газопровода динамической трассопоисковой системой

Большое значение на качество сигнала в линии, и в результате, на точность определения положения трубопровода, влияет качество изоляционного покрытия. При повреждении изоляционного покрытия, сигнал будет рассеиваться и измерения, выполненные на участке, следующим за повреждением, будут менее точны.

При условии надёжного подключения генератора, отсутствия помех и наличии качественного сигнала в линии, обеспечивается погрешность определения высотных отметок оси трубопровода не более 3 – 5 % от глубины его нахождения.

Измеренные плановые координаты и высотные составляющие центра трубопровода по всему объекту формируются в файлы данных. Готовые файлы проходят процедуру обработки в специализированных программах. Обработка заключается в математическом анализе полученных данных, удалению ложных результатов измерений, вводу поправок за взаимное положение антенн и окончательному расчету координат и глубин оси трубопровода.

Необходимо отметить некоторые ограничения, связанные с использованием трассопоисковых устройств динамического типа. На сегодняшний день эти устройства невозможно согласовать с датчиком динамических перемещений судна (motion sensor), что предполагает их использование исключительно в условиях штиля.

Кроме того, для уменьшения погрешностей в планово-высотных измерениях, приемные антенны следует располагать как можно ближе к антенне GPS – приемника и по возможности ближе к поверхности воды.

В связи с тем, что точность измерений трассопоисковой системой увеличивается с приближением локатора к источнику сигнала (трубопроводу), обоснованным является то, что многие производители трассопоисковых устройств статического типа создают подводные варианты антенн. Например, компания Radiodetection Ltd производит подводную антенну для локатора RD 4000, предназначенную для использования

водолазом. Существуют и отечественные разработки в этом направлении, например, семейство портативных водолазных трассоискателей – индикаторов НТФ «Гидромастер».

Возможно также создать подводный вариант динамического трассоискателя в герметичном исполнении, разместив его на подводном снаряде - «рыбе», по аналогии с гидролокатором бокового обзора. В данном случае, мы максимально приближаем локатор системы к объекту поиска, чем увеличиваем точность измерений, но возникает проблема с плано-высотным координированием самого снаряда. Решение данной проблемы лежит в использовании систем динамического подводного позиционирования, что в несколько раз увеличивает габариты и стоимость данной разработки.

В мировой практике для инспекций морских трубопроводов широко применяются телеуправляемые подводные аппараты (ROV). В целях обнаружения подводных трасс трубопроводов, скрытых слоем донного грунта, на их платформы устанавливаются электромагнитные трассопоисковые системы, такие, как TSS340 и TSS440 производства компании Teledyne TSS Ltd (Великобритания), работающие в динамическом режиме без подключения генератора сигнала к линии. Они представляют собой монтажную раму, с установленными на ней датчиками, выполняющими измерения на основе технологии импульсной индукции.

Автор статьи:

Гринь Григорий Анатольевич, заместитель директора ПТФ «Возрождение»