

НЕСТАБИЛЬНАЯ РАБОТА ЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ГНБ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ ЯВЛЯЕТСЯ ОСНОВНОЙ И ПОСТОЯННОЙ ПРОБЛЕМОЙ ОПЕРАТОРОВ В СОВОКУПНОСТИ СО ЗНАЧИТЕЛЬНЫМИ ПОТЕРЯМИ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ. КРОМЕ ПРЯМЫХ ОТКАЗОВ ТЕХНИКИ, СУЩЕСТВУЮТ ДВА ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКА В НЕСТАБИЛЬНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ: ИСКАЖЕНИЕ ЛИНИЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ОТ ЗОНДА И УРОВЕНЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ ОТ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ЗОНЕ БУРЕНИЯ.

А.Л. Наговицын, индивидуальный предприниматель, г. Челябинск

ЛОКАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ГНБ

Анализ неисправности оборудования в «полевых условиях»

При всем многообразии марок и типоразмеров установок ГНБ, их, кроме общего, сугубо утилитарного построения конструкции, объединяет обязательное наличие локационной системы, служащей целям управления положением буровой головки под землей в процессе прокладки инженерной скважины. Опять же, несмотря на множество присутствующих на рынке типов локационных систем, общим для последних является принцип работы, основанный на создании зондом (находящимся в буровой головке) переменного магнитного поля определенной конфигурации и оценка этого поля и его составляющих в точке нахождения локатора – приемника на поверхности земли. Передача информации о состоянии зонда (пространственное положение, температура, остаток заряда батареи и другое) осуществляется путем модуляции переменного магнитного поля по определенному для каждого типа локации закону. Целью настоящей работы является попытка свести воедино опыт операторов локационных систем ГНБ с пояснением физических основ проявления нестабильностей в показаниях приборов. Результаты работы представлены в виде набора рекомендаций выявления причины нестабильности в показаниях локатора.

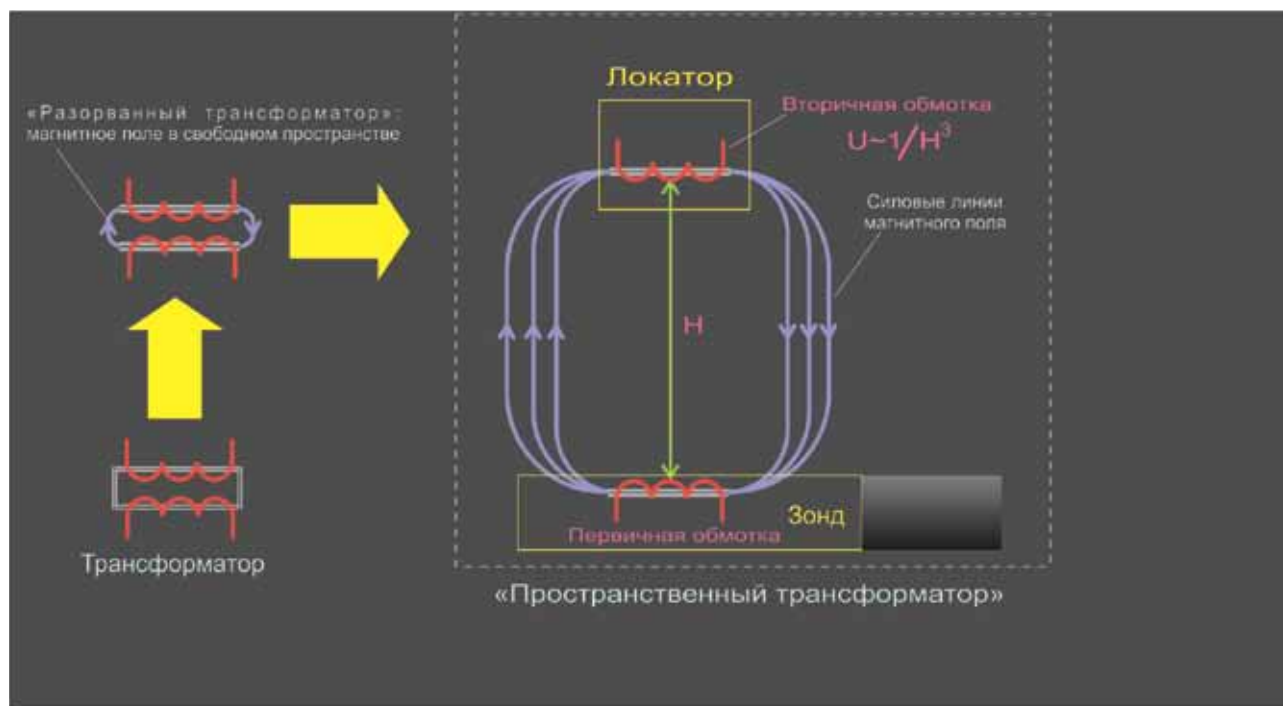
ПРИНЦИП ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Многokrатно описанный способ измерений, заложенный в основу любой локационной системы, требует некоторых пояснений, связанных с часто возникающими вопросами по сугубо практическому использованию способа в "полевых условиях", особенно в условиях присутствия коммуникационных трасс и плотной застройки. Сам принцип измерения дистанции, заложенный в основу любой современной локационной системы, показан на рис. 1.

Вычисление расстояния происходит путем измерения напряжения на вторичной обмотке «пространственно-го трансформатора», первичной обмоткой возбуждения которого является ферритовая антенна, размещаемая в зонде.

Создаваемое зондом переменное магнитное поле по форме (в идеальных условиях – в свободном пространстве) представляет собой «бублик», вместо «дырки» у которого расположен зонд. Локационные системы первых поколений, такие как Spot-D-Тес, RD-385, измеряли только напряженность магнитного поля. По максимуму напряженности определялась точка стояния над зондом на поверхности земли, то

Рис. 1



есть координаты буровой головки.

Следующее поколение локационных систем, например SubSite 750/752, определяет уже несколько параметров «бублика». То же позволяют локаторы серии MARK, но параметры контролируются более изощренным, дифференциальным способом (основной патент локаторов MARK), что дает возможность использовать метод расчета глубины положения зонда по расстоянию между передней и задней «точками локации». Но конструктивные ограничения позволяют проводить измерения координат только в одной из плоскостей «бублика». Для получения дополнительной информации о координатах зонда требуется или переключение плоскости измерения (SubSite), или поворот локатора (MARK).

К последнему – и самому продвинутому – поколению локационных систем относятся локаторы ECLIPSE, SE, F2, F5 фирмы DCI (Digital Control Inc., США). К этому же классу относятся появившиеся на рынке локаторы серии GL производства компании NGLEI (Ningbo Golden Land Electronics Inc., Китай). Отличие перечисленных систем от других заключается в более полном и глубоком анализе магнитного поля зонда в месте локации за счет использования дополнительной приемной магнитной антенны. Тем же свойством обладают локационные системы СНС-200 производства компании «СЕНСЕ», Ульяновск.

Как видно из приведенного обзора и сравнения, ни одной локационной системе не принадлежит какое-либо уникальное свойство, наделяющее ее неоспоримым преимуществом по отношению к другим системам,

кроме частного случая контроля давления бурового раствора для локационной системы F5 (DCI).

ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ, ПРИСУЩИЕ ЛОКАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ ГНБ

Нестабильность показаний глубины-дистанции

В первую очередь операторы локационных систем обращают особое внимание на ситуацию, если по непонятной причине показания глубины на экране дисплея локатора вдруг начинают отличаться от ожидаемых. С чем это связано?

Конструкция буровой головки

Начнем с самого примитивного случая, когда прекрасно работающий на открытом пространстве зонд при помещении его в буровую головку перестает подавать «признаки жизни». Это особенно характерно, когда по каким-либо причинам происходит замена буровой головки. В этом случае необходимо проверить соответствие положения и длины продольных щелей на буровой головке типу применяемого зонда. В буровой головке для зонда системы RD-385 не будет стабильной работы любого другого зонда. Зонд EDF локационной системы ECLIPSE будет супербыстро «съедать» батареи и показывать пониженный уровень сигнала в буровой головке, предназначенной для зонда ET той же системы. Причина скрывается в разной длине и разном положении ферритового стержня магнитной антенны внутри зонда. Даже частичное попадание любого участка магнитной антенны в зону, где нет продольных сквозных щелей на теле буровой головки, приводит к частичной или полной экранировке магнит-

ного поля зонда и резкому нарастанию тока потребления. Кстати, в буровых головках с торцевой загрузкой зонд испытывает шоковый всплеск тока потребления при его установке в гнездо (антенна на доли секунды, пока вставляется зонд, полностью экранируется торцевой частью буровой головки). Действия по установке зонда в гнездо следует производить максимально быстро.

Уровень помех

Следующим важным моментом, влияющим на точность показаний глубины на дисплее локатора, является уровень помех в конкретном месте, на конкретной частоте и в конкретное время. Это только в чистом поле, а лучше на поверхности замерзшего водоема, можно получить предельные по чувствительности характеристики локатора. К слову, если экранировать антенны от помех собственной электроники локатора, предельная расчетная дистанция работы локатора составляет 1500 м.

Промышленные электромагнитные помехи окружают нас со всех сторон. Например, электронные балласты энергосберегающих ламп «шумят» в диапазоне 25-40 кГц. В этом же диапазоне находятся рабочие частоты локаторов серии MARK и SubSite 750. С другой стороны, мощные инверторные преобразователи могут иметь рабочую частоту в диапазоне 5-20 кГц. Сюда уже попадают рабочие частоты зондов локаторной системы RD-385, зондов серии F. Диапазон 1-2 кГц вообще сильно «замусорен», поэтому использование двухчастотных зондов на низкой частоте рекомендуется только в исключительных случаях при работе в условиях слабых помех, но при наличии вблизи большого количества металла, например железобетона.

Присутствие помех чревато двумя неприятными факторами. В первом случае помеха на рабочей частоте локатора складывается с сигналом зонда и вносит погрешность в определение глубины залегания буровой головки, во втором случае высокий уровень помех может блокировать канал передачи данных от зонда, таким образом, локатор не будет отображать достоверные данные об угле поворота («часах») и наклоне буровой головки. Для прогнозирования достоверности показаний следует при выключенном зонде пройти

с включенным локатором вдоль трассы бурения, отмечая места с высоким уровнем помех (существенно выше, чем в точке калибровки).

Соотношение рабочей глубины и уровня помех, что такое калибровка локатора

По значению глубины, определяемую в локаторе сигналом помехи (без включения зонда) можно спрогнозировать предельную рабочую глубину, которую сможет обеспечить данный локатор в данном месте. Например, в точке, где предварительно откалиброванный по рабочему зонду локатор SubSite 750 покажет значение глубины 20-23 м, вы не сможете получить достоверных данных от зонда на глубинах больше 10-15 м. Слишком маленькое соотношение сигнал/помеха!

Для систем фирмы DCI (MARK, ECLIPSE, LT, SE, F2, F5) не рекомендуется работа при уровне помех выше 150 единиц. К сожалению, это не всегда можно определить на дисплее локатора F5, у которого показания уровня помехи попросту нивелируются во время работы при включенном зонде. В условиях города этот параметр может превышать рекомендованные 150 единиц.

Как уже было отмечено, помеха на рабочей частоте локатора складывается с сигналом от зонда, поэтому при сильных помехах глубина, отображаемая на дисплее локатора, всегда будет меньше реальной (в локаторе F5 предусмотрена обработка сигнала зонда на фоне помех, но при слабом сигнале эффективность ее незначительна). Показательна реальная ситуация измерения глубины локатором SubSite 750 с мощным зондом 86VHL. После соответствующей калибровки, показания на дисплее «20,5 м» соответствовали реальной дистанции 27 м. Что делать? В этом случае могут пригодиться две рекомендации. Во-первых, разнося зонд и локатор через каждый метр до 27 метров можно составить таблицу поправок и пользоваться ей в процессе реального бурения. Во-вторых, можно изменить дистанцию калибровки так, чтобы на рабочей глубине реальная глубина и показания локатора совпадали. В частности, для рассматриваемого случая дистанцию калибровки вместо 3 м надо установить 2,7-2,8 м, как продемонстрировано на рис. 2, (локатор все равно покажет 3 м).

Рис. 2

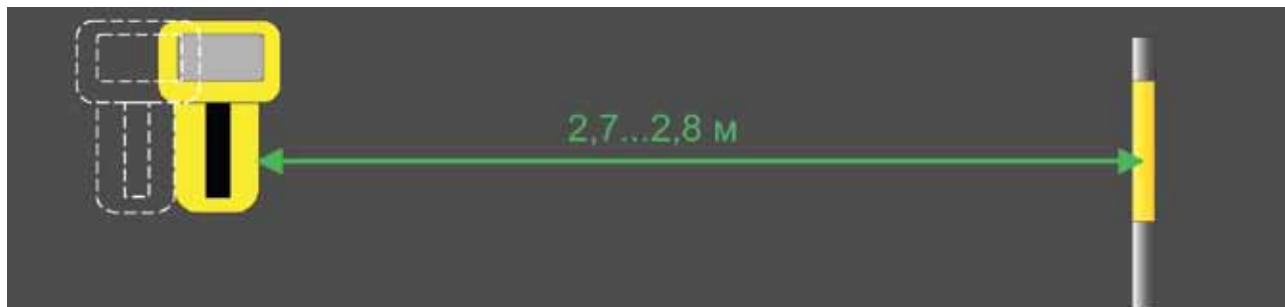
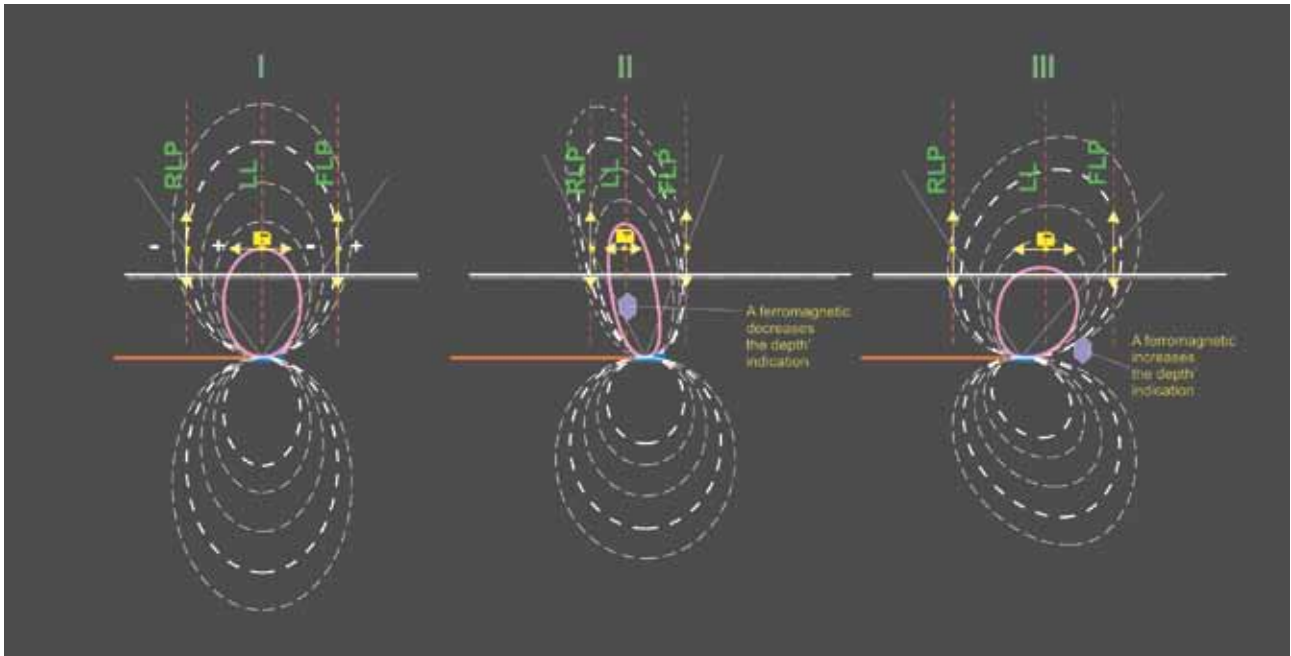


Рис. 3



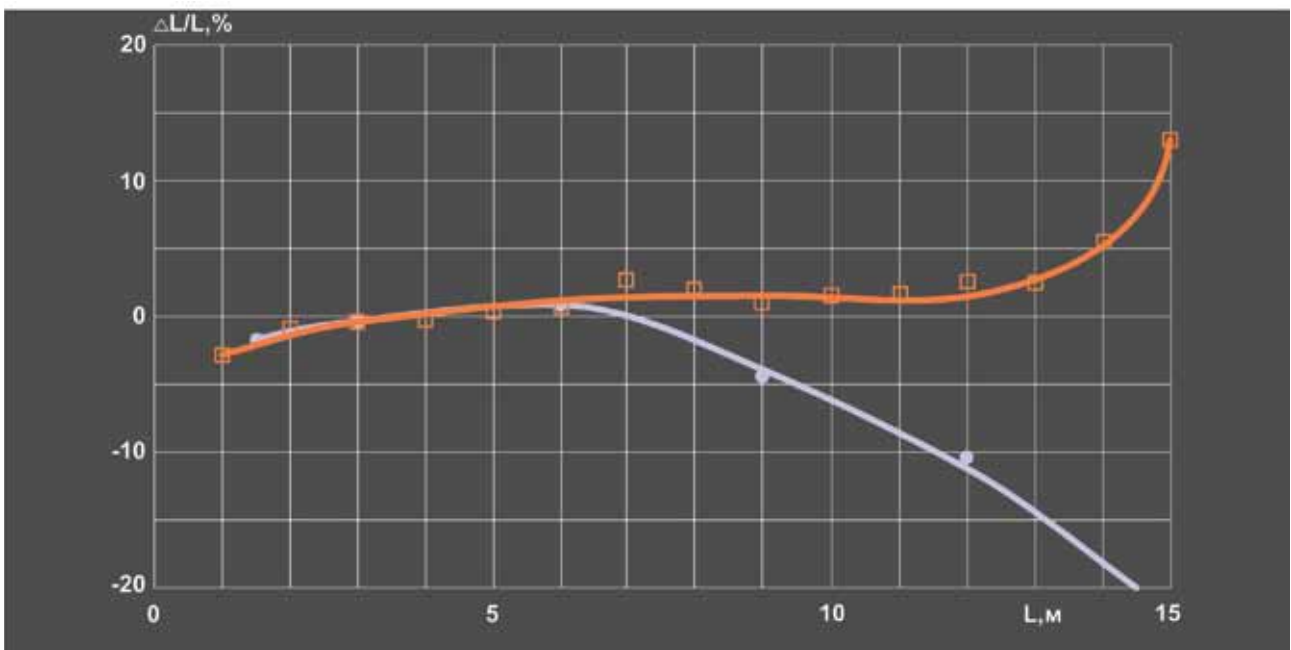
Таким образом, выбирайте дистанцию калибровки в зависимости от помеховой обстановки и рабочей глубины бурения.

Искажения линий магнитного поля зонда

Случай из практики. Буровая бригада начинает бурение на проектной глубине 2,5 м, проходит на этой глубине 250 м и – о, ужас! – выходит в технологическую яму на глубине 1,3 м. Скандал! Тем более, что использовали они в работе наш восстановленный зонд. Во время сложного разговора им было предложено взять

зонд вместе с локатором, отойти в «чистое поле» и проверить калибровку. Выяснилось, что калибровка не сбилась, на трех метрах локатор показывал «301» (это был MARK, дистанция в сантиметрах). После наводящих вопросов они признались, что бурили вдоль трассы газопровода, причем под некоторым углом. Наличие металлической трубы газопровода все прояснило. На рис. 3 показан пример влияния ферромагнитных предметов, например арматуры или трубы газопровода, на форму магнитных силовых линий между зондом и локатором.

Рис. 4



Все показания глубины на дисплее локатора вместе с коэффициентами калибровки рассчитываются электроникой исходя из напряженности магнитного поля в точке приема, но только при идеальной форме магнитных силовых линий, которые, как упоминалось, имеют форму «бублика». На идеальную форму магнитных силовых линий воздействуют все окружающие зонд и локатор, ферромагнитные материалы. В первую очередь металлические трубопроводы, арматура железобетонных конструкций, машины и механизмы. Как пример, на рис. 4 приведен график ошибки определения дистанции одной и той же системой локации, но в двух различных местах измерения с различным набором ферромагнитных материалов (железобетон, автомобили).

В руководствах по эксплуатации локационных систем для измерения глубины залегания буровой головки упоминаются максимум три точки отсчета – положение максимума сигнала на линии локации, координаты передней и задней точек локации. Опытные операторы придумывают свои методики, дополняя рекомендованные точки вспомогательными, которые не дают правильного результата по глубине, но помогают оценить искажения силовых линий поля и, как следствие, оценить достоверность показаний в главных точках. В частности, если добавить измерение напряженности поля в двух точках, симметричных относительно линии, соединяющей переднюю и заднюю точки локации, то по разнице в отсчетах («перекос» напряженностей) можно оценить близость того же газопровода. В сложных условиях необходимо обязательно перепроверять показания глубины на дисплее локатора, приподняв последний в точке стояния над зондом, например, на один метр. Показания тоже должны измениться на метр. Если этого нет, то велика вероятность ошибки из-за искажения формы поля. Этот метод является аналогом метода калибровки по двум точкам, только без самой процедуры калибровки. Например, при поднятии локатора на один метр показания на дисплее изменились на 50 см, следовательно, из-за искажений силовых линий напряженность поля в точке измерения более слабая, чем ожидаемая по точке калибровки и зонд находится ближе от поверхности, чем это демонстрируют показания на дисплее локатора.

Кстати, приподнимание локатора над поверхностью полезно еще в одном случае. Много вопросов задают, например, по поводу отсутствия передней или задней точки локации. Задняя есть, а передней нет или наоборот! На вопрос об условиях локации почти все отмечают, что работа ведется в местах большого скопления металла, железобетона или металлоконструкций. Опять это проявление искажения силовых линий поля! На железобетонном полу можно вообще обнаружить несколько задних и несколько передних точек лока-

ции. Но как только локатор будет приподнят, искажения поля будут плавно уменьшаться («отрыв» от железа) и, в конце концов, останутся только две точки локации – передняя и задняя. Далее по стандартной методике за вычетом высоты подъема локатора определяется глубина залегания буровой головки вместе с зондом. Таким образом, используйте метод подъема локатора над поверхностью, если затрудняетесь с поиском точек локации.

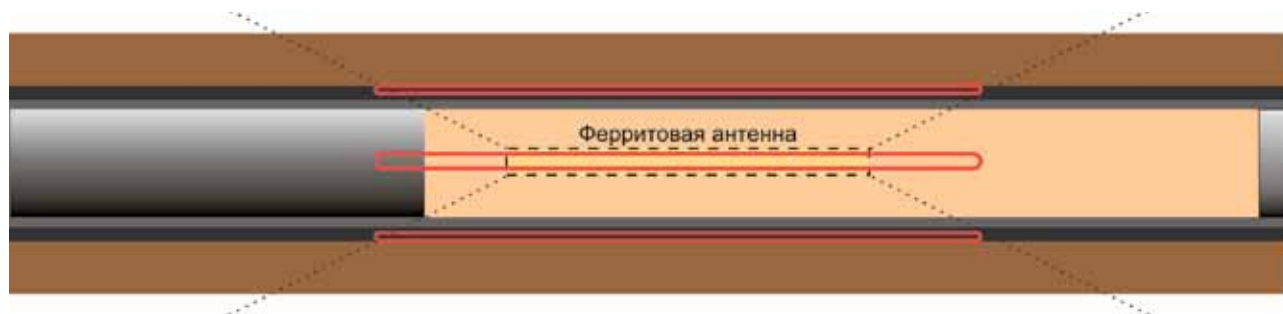
Особенности цепей питания зонда

Электроника измерительного блока зонда питается от батарей (батарейный вариант зондов), у которых в процессе работы меняются параметры, в частности остаточное напряжение на батарее. Но электронный блок требует стабильного питания, таким образом, по мере снижения напряжения на батареях, ток потребления от них увеличивается. Результатом такого режима работы батарей может стать неустойчивая работа зонда. Аналогичный эффект проявляется при загрязнении контактов батарей и пружин батарейного отсека. Загрязненные контакты имеют повышенное сопротивление току, в результате чего даже с новыми батареями у зонда будет повышенный ток потребления. Поэтому держите контакты в батарейном отсеке, в том числе и пробку батарейного отсека, в чистоте.

Другой случай, потребовавший длительного анализа ситуации прежде, чем она благополучно разрешилась, произошел в середине 2013 г. Стали поступать жалобы, что восстановленные нами зонды быстро, буквально за минуты, «съедают» батареи. Были проведены обширные исследования, не подтвердившие чрезмерного повышения тока потребления, как в открытом пространстве, так и внутри буровой головки. Необходимо отметить, что ток потребления зонда внутри буровой головки возрастает на 70-100 % в зависимости от ее конструкции. Тем не менее, запаса питания в батареях должно было хватать более чем на 24 часа непрерывной работы. Прозрение наступило, когда один из операторов сообщил, что, проделав в мягкой породе в течение нескольких часов двухсотметровую скважину, он уперся буровой головкой в стенку бетонного колодца и через десять минут батареи «сели». Выяснилось, что батареи конкретного типа не могут работать в условиях вибраций и тряски. Удивительно то, что после нескольких часов «отдыха» батареи вновь показывали полный заряд. Внешним проявлением такого режима были «плавающие» показания глубины (видимо, из-за отключения зонда) и скачкообразные изменения показаний остаточного заряда батарей. Если есть сомнения в причине быстрого разряда батарей, попробуйте применить другой тип батарей (другой фирмы).

Хотелось бы еще раз обратить внимание, что конкретному типу зонда для ГНБ должна соответствовать бу-

Рис. 5



ровая головка с подходящим расположением и длиной продольных щелей. Как уже упоминалось, при всей внешней схожести зондов для системы локализации RD-385 Radiodetection и для локализации F5 расположение и длина продольных щелей на буровых головках абсолютно разные. Как пример, на рис. 5 приведена схема расположения продольных щелей на буровой головке относительно ферритовой антенны зонда. Длина щелей должна быть больше на 50...100% длины антенны для экономии энергии батарей.

ПРОБЛЕМЫ, ПРИСУЩИЕ КОНКРЕТНЫМ ТИПАМ ЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ ГНБ

Неисправности локаторов, влияющие на показания глубины

Локаторы, в основном, достаточно надежные и устойчивые приборы, но ряд признаков неустойчивой работы локационной системы напрямую связан с ухудшением технических характеристик собственно локатора. В первую очередь это касается локаторов серии MARK. Если на дисплее локатора отображаются неустойчивые показания глубины при заведомо сильном сигнале, если высвечиваются непонятные данные по вращению и наклону или они просто периодически исчезают, то велика вероятность, что локатор неисправен. Обычно эта неисправность связана с возбуждением каналов приема сигнала глубины. Но предварительно необходимо убедиться, что соотношение сигнал/помеха достаточно большое, то есть помеха имеет уровень не более 100-150 единиц, а вместе с сигналом уровень составляет не менее 350-400 единиц. При уровне помехи свыше 250-300 единиц невозможно ожидать устойчивой работы на дистанциях более 5-6 м.

Особенности локаторов серии SubSite, периодически возникающая нестабильность показаний глубины на дисплее локатора SubSite

Зонды для локационной системы SubSite 750/752 имеют встроенную систему автоматической стабилизации уровня сигнала, которая тесно увязана с состоянием магнитной антенны. Трещина в ферритовом стержне – очень частая неисправность – приводит или к «метаниям» уровня сигнала, отображаемого на локаторе, или к резкому возрастанию тока потребления. Даже с

исправным, новым зондом калибровку локатора необходимо проводить через 30-40 секунд после установки зонда в буровую головку.

НЕСТАБИЛЬНОСТЬ ИЛИ ОТСУТСТВИЕ ПОКАЗАНИЙ НА ДИСПЛЕЕ ЛОКАТОРА

Достоверность показаний на дисплее локатора

В отсутствие помех данные о состоянии зонда поступают в локатор с определенной периодичностью, примерно раз в 2,5-4 секунды. Но выводятся данные на дисплей со значительно большей задержкой (до 10-30 секунд). При нарастании уровня помех время между обновлениями данных на дисплее возрастает. При очень высоком уровне помех обновления не происходит и через несколько минут данные на дисплее пропадают. Следует обратить внимание, что в течение этих нескольких минут отсутствия обновления информации и до пропадания данных достоверность показаний дисплея не гарантируется.

Существует ряд практических приемов, которые используют опытные операторы для работы в сложной помеховой обстановке. Во-первых, если используется система с двухчастотным зондом или есть несколько зондов с разными рабочими частотами, проверьте в точке калибровки, какой из зондов дает устойчивые, достоверные показания на максимальном расстоянии. Для этого после стандартной калибровки зонда, но вне буровой головки, отнесите зонд в сторону на максимальное расстояние до пропадания данных на дисплее, контролируя показания по дисплею локатора, который остается около буровой установки. Почему не наоборот? При неподвижном локаторе сохраняются условия неизменности уровня помех. Таким образом, выбирайте подходящий по рабочей частоте зонд.

Как уже отмечалось, уровень помех вдоль трассы бурения может изменяться в широких пределах. Но уровень помех также меняется и при боковом отклонении от трассы бурения. Все зависит от местоположения источника помехи. Как уровень помехи, так и уровень сигнала от зонда, быстро снижаются с расстоянием (обратно-пропорционально кубу расстояния), сигнал от зонда будет более контрастен на фоне помех, если зонд находится между локатором и источником помехи. Причем локатор в этом случае не обязательно

должен находиться над зондом. В сложной помеховой обстановке можно и необходимо разделять на локаторе прием данных от зонда и процедуру измерения глубины залегания буровой головки.

Кроме того, уровень помех сильно зависит от производственной интенсивности, в частности от плотности движения поездов, трамваев, троллейбусов, от работы энергоемких производств. Поэтому выбор подходящего времени бурения, когда спадает активность, например, ночью, может резко повысить эффективность работы.

Установка режима работы локатора MARK – V

Следует помнить, что в локаторе MARK-V инициализация системы происходит при включении локатора. Поэтому нельзя менять «синий» зонд DFT на «красный» DX и наоборот в процессе работы без выключения локатора MARK-V. Локатор «помнит» зонд, который он обнаружил первым.

При сильных производственных помехах возможно произвольное переключение рабочего диапазона локатора. Поэтому при работе с одночастотным зондом желательно принудительное включение рабочей частоты 32 кГц.

Кроме того, локатор MARK-V не работает или работает неустойчиво с зондами DX и DT, которые имеют серийный номер меньше 3xx xxx.

Особенности эксплуатации приборов F2, F5

Универсальность локатора F5 замечательна тем, что он работает с любым зондом серии F или 5X, правда, только своего региона. Региональность (обозначена цифрой на зонде) выражается в использовании уникального кода, который формирует зонд. Например, локатор для первого региона «не поймет» зонд для четвертого региона. Вместе с тем, даже внутри одной серии могут использоваться разные коды. Зонды FX 12 и FC 12 для одного и того же региона имеют разные коды. Это следует помнить при настройке режима работы локатора.

Локаторы F5 адаптируются к уровню помех. К сожалению, хорошая идея реализована очень плохо. В отличие от других локаторов, с помощью F5 невозможно оценить абсолютный уровень помех (тем более, если уровень «прыгающий»), который определяет предельную глубину локации в конкретном месте. На дисплее локатора F5 отображается только относительный уровень помех (значения уровня сигнала могут быть и отрицательными).

ПРОЯВЛЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТИ ЗОНДОВ

Быстрый разряд батарей

Как упоминалось ранее, быстрый разряд батарей в зонде может происходить по разным причинам. Вместе с внешними факторами, связанными с конструкци-

ей буровых головок и использованием не должного типа элементов питания, повышенный разряд батарей может быть связан с отказом элементов измерительного блока, расположенного в зонде. Для экспресс-тестирования зонда наилучшим образом подходит процедура измерения тока потребления зонда. Чтобы в «полевых» условиях проверить надежность питания зонда допустимо использование бытового цифрового ампервольтметра («тестер»). Прибор необходимо подготовить для измерения тока до 10 ампер, вставить свежие батарейки в зонд, не закрывая батарейный отсек, одним измерительным концом прибора поджать батарейки так, чтобы они надежно прижались к центральному контакту в батарейном отсеке зонда, а второй измерительный конец прибора прижать к батарейному отсеку (рис. 6). Встряхнуть или покрутить зонд в зависимости от типа, чтобы он «проснулся». После процедуры включения зонда, примерно через десять секунд, можно зафиксировать ток потребления зонда в свободном пространстве по показаниям на дисплее прибора. Значение тока потребления зонда в свободном пространстве (вне буровой головки) не должно превышать 0,17 А (зонд EDF в двухчастотном режиме, все остальные зонды потребляют меньше).

Высокий уровень тока потребления указывает на неисправность зонда. Вместе с тем, слишком маленький ток потребления – меньше 0,02 А – так же информирует о неисправности зонда. Дополнительным признаком является наличие (исправен) или отсутствие (неисправен) данных о состоянии зонда на дисплее локатора, когда зонд расположен в непосредственной близости от локатора.

Неправильные показания часов, наклона (Roll, Pitch)

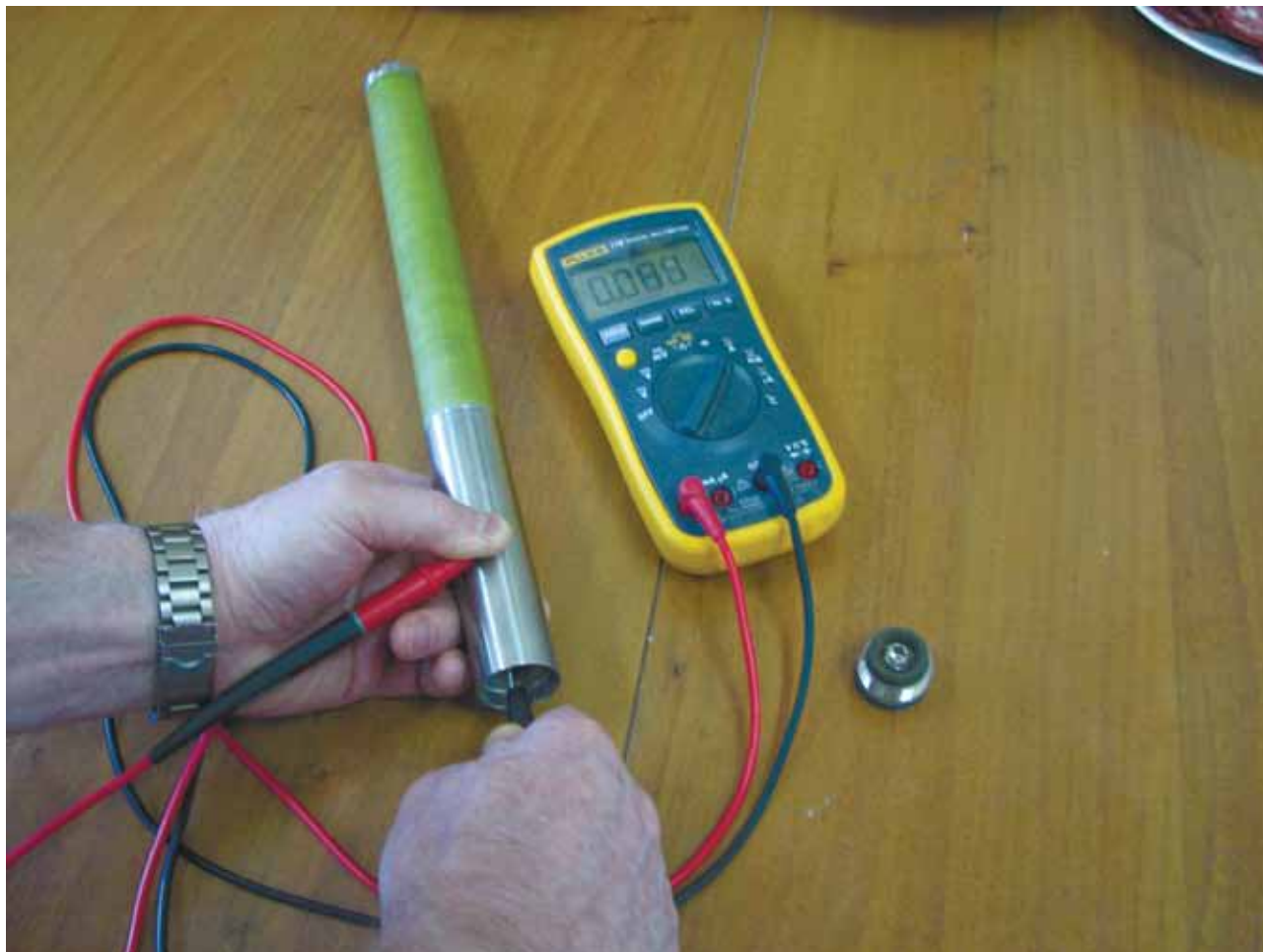
При изначально недостоверных данных о состоянии зонда на дисплее локатора (например, значение наклона сильно отличаются от нулевого при горизонтальном положении зонда) следует сильно встряхнуть, ударить зонд и снова положить горизонтально. Если через 20-30 секунд дисплей локатора не покажет значение наклона, близкого к нулю, зонд считается неисправным и требует ремонта.

Не следует торопиться с выбраковкой зонда, если локатор показывает неверное значение поворота («часов»). Когда контролируете достоверность показаний зонда, проверьте, что в локаторе не включен режим сдвига положения зонда по повороту («часам»).

«Перегрев» зондов MARK, ECLIPSE, SE, серий F и 5X

Все зонды фирмы DCI имеют термолейблы, которые вклеиваются в гнездо на передней крышке зонда. При перегреве свыше +104°C светлая метка лейбла становится темной. Перегрев не всегда влечет отказ зонда,

Рис. 6



но надежность зонда при перегреве значительно снижается.

На рис. 7 приведена таблица, позволяющая методом последовательных проверок определить причину некорректной работы комплекса «локатор – зонд». В первую очередь проверяется уровень помех (в отсутствии зонда), который влияет на точность и предельную рабочую глубину бурения. Так, например, вблизи ЛЭП, где уровень помех зачастую превосходит уровень 400...500 единиц (ECLIPSE, F2, F5), предельная глубина бурения не превышает 2,5 м – дальше просто не отображаются данные! Существенным прорывом здесь явилось появление на рынке китайских локационных систем серии GL. Для передачи данных о пространственном положении зонда на дисплей локатора использован новый для систем ГНБ тип помехоустойчивой модуляции сигнала. Аналогичный тип модуляции, например, применен в зенитно-ракетном комплексе С-300.

В целом, с высокой степенью вероятности, следует отметить, что в нестабильном отображении данных на дисплее локатора виноваты или высокий уровень по-

мех, или неисправность зонда, а вот нестабильные показания глубины или невозможность локализации точек локации – это в первую очередь можно отнести к избытию металла вокруг или к проблемам локатора.

ПРИЗНАКИ НЕИСПРАВНОСТИ ЛОКАТОРА

Нет показаний на повторителе – удаленном дисплее буровой установки

Очень часто отсутствие показаний на удаленном дисплее связано с неправильным сопряжением локатора и повторителя – удаленного дисплея. Сопряжение передатчика и приемника локатора и повторителя включает:

- выбор региона телеметрии (US, UK, AU, CN для мультифункционального повторителя);
- частотный канал ("1"- "4", но для SubSite 752 "1"- "9" и только с повторителем SubSite 752D);
- вспомогательный параметр MODE ("A" или "B" для ECLIPSE).

Опыт показывает, что установки режимов многофункционального повторителя иногда по непонятной причине (помехи от ЛЭП?) «слетают» и требуется прово-

Рис. 7*

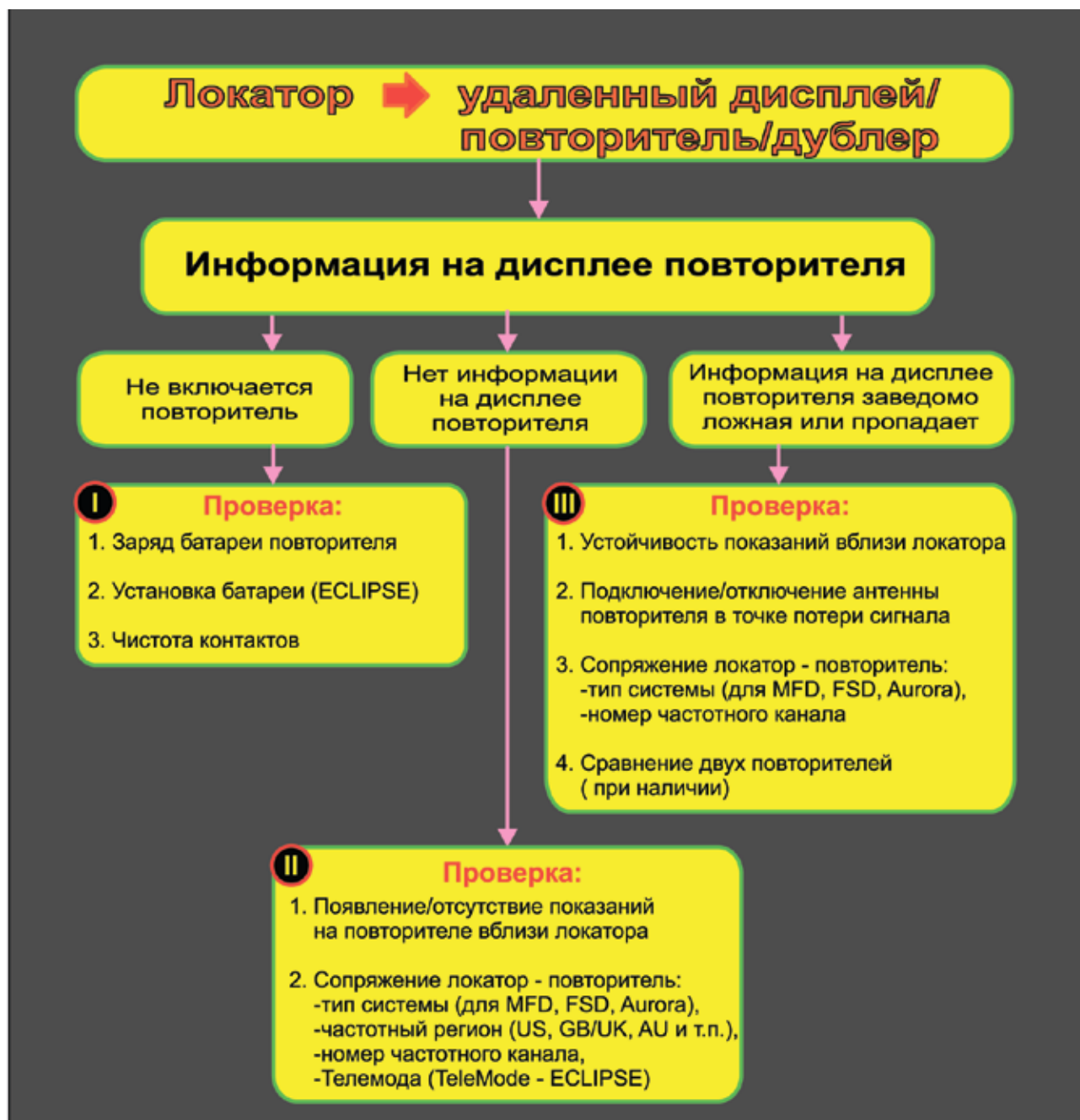


дить повторное сопряжение приемника и передатчика по каналу телеметрии.

Если показания на дисплее повторителя дублируют показания на локаторе только на коротких расстояниях (1-10 метров), требуется проверка передатчика локатора и приемника повторителя. В «полевых услови-

ях» сделать полноценную проверку невозможно. Но на рис. 8 приведена таблица, демонстрирующая последовательность действий при проблемах передачи данных в связке «локатор – повторитель», позволяющая в большинстве случаев восстановить устойчивую передачу телеметрии или выявить причину отказа.

Рис. 8*



Проявление неисправностей локатора SubSite 750/752

Основной проблемой локаторов серии SubSite является слабая защищенность от попадания влаги внутрь корпуса. При этом происходит замыкание слаботочных электрических цепей, локатор может самостоятельно включаться, отключаться, не реагировать на нажатия кнопок. Словом, требует ремонта. Влага внутри корпуса также может стать причиной возбуждения каналов приема, что проявляется в пропадании данных на дисплее, периодическом изменении числа горизонтальных сегментов в верхней части дисплея (величина, пропорциональная усилению в каналах приема сигнала зонда).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные в настоящей работе причины нестабильной работы локационных систем ГНБ, их проявление и некоторые пути предотвращения нарушения работоспособности появились в результате многолетнего опыта восстановительного ремонта зондов и локаторов, а также обстоятельных бесед с опытными и начинающими операторами.

Надеюсь, что изложенные в настоящей работе замечания, рекомендации и пояснения по принятию решения в условиях нестабильной работы локационных систем помогут сохранить время и ресурсы для новых работ.

ПОЯСНЕНИЯ К АЛГОРИТМАМ НА РИС. 7 И 8*Метод разделения путей поиска неисправности**

В первую очередь операторы локационных систем обращают особое внимание на ситуацию, если по непонятной причине показания глубины или данных на экране дисплея локатора вдруг начинают отличаться от ожидаемых. С чем это связано?

Следует четко представлять, что параметры глубины, положения точек и линии локации определяются исключительно локатором. За достоверность отображаемых данных наклона, часов «ответственен» зонд. Общим фактором, влияющим на точность работы локационной системы, является уровень промышленных помех в точке бурения. Это утверждение относится как ко всем системам компании DCI, так и к системам под торговыми марками RADIODETECTION, GL, SNS.

Частным исключением являются системы под торговой маркой SubSite. В них неустойчивые показания глубины могут являться следствием нестабильной работы зонда, связанным с механическим повреждением ферритовой антенны.

Отдельно необходимо выделить неисправности канала передачи данных от локатора к повторителю (удаленному дисплею) на буровой установке, проявляющиеся в отсутствии или нестабильном отображении данных на дисплее повторителя.

ПРОЯВЛЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТИ ИЛИ НЕУСТОЙЧИВОЙ РАБОТЫ СИСТЕМЫ «ЗОНД – ЛОКАТОР» (РИС. 7)**Уровень помех – оценка ожидаемой глубины устойчивой работы (I, II, III, IV)**

В условиях города практически никогда не выполняется требование на допустимый уровень помех. Поэтому, какой бы вид нестабильности в связке «зонд-локатор» не проявлялся, необходимо проверять уровень помех. Для систем компании DCI (MARK, ECLIPSE, SE, F2, F5) рекомендованный уровень не более 150 условных единиц. При 300...350 единицах дистанция устойчивой работы не превышает 5...6 м.

Включение зонда – проверка его работоспособности (I, III, IV)

Рабочий режим зонда (включение) проверяется изменением расстояния «зонд – локатор». Величина уровня сигнала на дисплее локатора должна прогнозируемо меняться: при приближении – увеличиваться, при удалении – уменьшаться.

Уровень сигнала, уровень сигнала плюс помеха – проверка, что зонд имеет заявленную мощность (I, II, IV)

На дистанции 3 м показания уровня сигнала на дисплее локаторов MARK, ECLIPSE, SE, F2, F5 должны

быть не меньше 530 единиц. Помеха может увеличивать уровень сигнала от зонда на несколько десятков единиц, но это при уровне помехи, значительно превышающем 150 единиц (проверяется при выключенном зонде).

Установка режима приема локатора – каждому типу зонда свои установки в меню локатора (I, II, III, IV)

Если величина сигнала при калибровке меньше, чем 530 единиц – например, 350...390 единиц, то проверяется соответствие установленной частоты приема сигнала на локаторе режиму работы зонда (например, для зонда FX12 в меню локатора F2 должен быть выбран маркер «F Series» для зондов и далее зонд "F12". Если установки в меню не помогают, и нет однозначного изменения уровня сигнала при изменении расстояния «зонд – локатор», то велика вероятность, что зонд неисправен. Обратите внимание, что зонды FX12 и EC12 (кабельный) требуют установки разных пунктов меню для корректного отображения данных телеметрии.

Уровень сигнала на дисплее локатора «SubSite» контролируется по количеству горизонтальных и вертикальных черточек вверху экрана: при калибровке количество горизонтальных черточек (показатель коэффициента усиления) для зонда 86B должно быть не более трех, для зонда 86BH, 86BHL – не более двух.

Многоточечная калибровка - проверка искажения силовых линий поля (III)

Чем больше мест положения локатора над землей используется для анализа положения зонда под землей, тем лучше прогноз возможных ошибок навигации при нестабильной работе локатора. При наличии большого количества металла в районе трассы бурения форма магнитных силовых линий от зонда будет искажена, что повлечет неверное определение координат зонда. Для оценки степени искажения линий магнитного поля применим метод сравнения уровня сигнала в точках локации и точках, расположенных симметрично относительно направления бурения. Неравенство разности уровня сигналов характеризует наличие большого количества металла в зоне бурения.

Можно использовать вспомогательный метод анализа ошибки при измерении глубины залегания зонда, эквивалентный калибровке локатора по двум точкам. В расчетной точке над зондом, полученной путем стандартной процедуры определения координат зонда, поднимите локатор на один метр. На дисплее расстояние тоже должно измениться на один метр. Если изменения больше, то зонд реально находится ближе к поверхности, чем показывает прибор, и наоборот, если изменения расстояния меньше одного метра, то зонд находится глубже. Оба случая требуют дополнительного анализа искажения магнитного поля зонда для получения более достоверных значений глубины.

ВЫЯВЛЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТИ/НЕУСТОЙЧИВОЙ РАБОТЫ СИСТЕМЫ «ЗОНД – ПОВТОРИТЕЛЬ» (РИС. 8)

Не включается повторитель (I)

Заряд батареи – поменяйте батарею

Найдите возможность для проверки элементов питания или аккумуляторов (тестер или индикаторы на самом аккумуляторе – F2, F5), применяйте заряженные аккумуляторы или свежие элементы питания.

Установка батареи питания – не путайте полярность

В большинстве типов локаторов и повторителей есть защита от переплюсовки батареи. Ошибка с полярностью в локаторе "SubSite" приведет к выходу его из строя. Питание повторителей "SubSite" и ECLIPSE от бортовой сети 24 В не допускается, предельно допустимое напряжение на этих повторителях не выше 16 В.

Чистота контактов – залог «здоровья» локаторов/повторителей

Пыль от буровых смесей совместно с влагой, попадая на контактные площадки или пружины в батарейных отсеках приборов, вызывают быструю и разрушительную коррозию металлических поверхностей и, как следствие, отказ приборов.

Нет информации на дисплее повторителя (II)

Появление/отсутствие показаний на повторителе вблизи локатора – признак отсутствия сопряжения параметров приборов или проявление неисправности одного из них

Если информация появляется на повторителе вблизи локатора, то это признак или потери мощности передатчика в локаторе, или потери чувствительности в приемнике телеметрии в повторителе. Если вообще нет отображения на повторителе даже рядом с локатором, то причиной может быть или неисправность передатчика/приемника, или несовпадение режимов работы (частотный регион, частотный канал, тип системы локации).

Сопряжение локатор – повторитель

Несовпадение режимов работы (частотный регион, частотный канал, тип системы локации) устраняется настройкой параметров повторителя. Сопряжение передатчика локатора и приемника повторителя включает:

- выбор системы локации (MARK, ECLIPSE, F2, F5 для мультифункционального повторителя);
- выбор региона телеметрии (US, UK, AU, CH для мультифункционального повторителя);
- частотный канал ("1"-4", но для SubSite 752 "1"-9" и только с повторителем SubSite 752D);
- вспомогательный параметр TELEMODE ("A" или "B" для ECLIPSE).

Опыт показывает, что установки режимов многофунк-

ционального повторителя иногда по непонятной причине (помехи от ЛЭП?) «слетают» и требуется проводить повторное сопряжение приемника и передатчика по каналу телеметрии.

Информация на дисплее повторителя заведомо ложная или пропадает (III)

Проверьте, устойчивость показаний на дисплее повторителя на разных расстояниях от локатора

Если вблизи локатора информация на повторителе появляется, то это признак или потери мощности передатчика в локаторе, или потери чувствительности в приемнике телеметрии в повторителе. Следующим шагом является локализация неисправности.

Подключение/отключение антенны на повторителе в зоне неустойчивой работы канала телеметрии

При существенном приращении дальности устойчивой работы при подключении антенны к повторителю велика вероятность локализации неисправности в передатчике локатора. Если увеличения дальности нет или оно незначительно, то ожидаемая неисправность локализована в приемнике повторителя.

Сопряжение локатор – повторитель следует контролировать при любых странных показаниях канала телеметрии

Опыт показывает, что при работе в зонах с высоким уровнем электромагнитных помех (ЛЭП, электроподстанции) происходит самопроизвольный сброс установок режимов на многофункциональных удаленных дисплеях – повторителях. Несовпадение режимов работы (частотный регион, частотный канал, тип системы локации) устраняется настройкой параметров повторителя. Сопряжение передатчика локатора и приемника повторителя включает (последовательность важна):

- выбор системы локации (MARK, ECLIPSE, F2, F5 для мультифункционального повторителя);
- выбор региона телеметрии (US, UK, AU, CH для мультифункционального повторителя);
- частотный канал ("1"-4", но для SubSite 752 "1"-9" и только с повторителем SubSite 752D);
- вспомогательный параметр TELEMODE ("A" или "B" для ECLIPSE).

Для ECLIPSE в меню отображение режима «TeleMode A» обозначает готовность к переключению на Моду А, то есть включен режим «TeleMode B».

Проверка с использованием другого (второго) повторителя – последняя «соломинка»

Если есть возможность временно, только для проверки, «занять» повторитель и/или локатор, той же, что и Ваша система, это существенно сократит время на локализацию нестабильности или неисправности. Но не забывайте о необходимости проверки приборов на совместимость (сопряжение приборов).