

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ПЕРЕДАТЧИКОВ И ЛОКАТОРОВ ДЛЯ ВНУТРИТРУБНЫХ РАБОТ

Б.В. Козырев, В.И. Петров,
ООО "Апродит"

Практика внутритрубного обследования получила широкое распространение в странах Северной Америки и Европы в конце XX века, тогда и были разработаны приборы для сопровождения внутритрубных снарядов.

За последние 20 лет и в России стали широко использоваться внутритрубные снаряды для обследования и очистки трубопроводов. Откликаясь на практические потребности, отечественные производители также разработали и освоили производство необходимого оборудования. В настоящее время по своим техническим характеристикам и надежности российские приборы не уступают зарубежным аналогам, а иногда и превосходят их.

Внутритрубная диагностика и очистка заключается в пропуске внутри трубопровода специального устройства, выполненного в виде поршня, который

движется под напором перекачиваемой жидкости или газа (рис. 1). Основным риском при проведении таких работ является потеря информации о текущем местоположении внутритрубного снаряда при его остановке где-либо на многокилометровом прогоне.

В настоящее время во избежание таких рисков и финансовых потерь практически все внутритрубные снаряды оснащаются низкочастотными электромагнитными передатчиками. Особенностью этих автономных устройств является то, что излучаемый ими сигнал является колебаниями магнитного поля с низкой частотой (около 22 Гц), а такое поле способно проникать через металлические стенки достаточно большой толщины.

Также такой сигнал проходит почти без потерь через слой грунта или воды над трубопроводом. Это позволяет следить за перемещением внутритрубного снаряда, а также находить место его аварийной остановки практически при любых условиях.

Для выделения слабого сигнала передатчика на фоне различных помех, возникающих от расположенных близко линий электропередач, двигателей и др., в низкочастотном локаторе используется чувствительная антенна, настроенная в резонанс на частоту колебаний магнитного поля передатчика. Кроме того, сигнал, воспринимаемый антенной, проходит многоступенчатую аналоговую и цифровую обработку. Всё это происходит автоматически под управлением микроконтроллера. Итоговый результат выводится на панель управления и индикации в понятном для оператора виде.



Магнитное поле передатчика в первом приближении является полем магнитного диполя. На рис. 2 показаны силовые линии такого поля. Расчеты показывают, что напряженность поля от передатчика на воздухе падает пропорционально расстоянию в четвертой степени. Это очень быстрое падение. Поэтому современные передатчики обнаруживаются локами на расстоянии не более 20-30 метров по воздуху в отсутствии ослабления сигнала стенками трубы.

Стальные стенки трубопровода замыкают на себя значительную часть магнитного поля передатчика (см. рис. 3). На практике сигнал от передатчика, находящегося внутри трубопровода с толщиной стенки 20 мм, обнаруживается на расстоянии не более 10 м. Это обстоятельство нужно учитывать при проведении внутритрубных диагностических или очистных работ на глубоко расположенных трубопроводах.

Установка передатчика целиком внутри стального корпуса снаряда приводит к еще большему экранированию магнитного поля (см. рис. 4). Сигнал от такого передатчика очень сложно обнаружить. Поэтому при установке низкочастотного передатчика в стальной снаряде необходимо обеспечить его выступание из корпуса не менее чем на половину длины. При такой установке стальной корпус снаряда служит удлинителем диполя и увеличивает дальность обнаружения сигнала передатчика (см. рис. 5).

Как отследить движение и определить точное положение внутритрубного снаряда, когда он располагается внутри толстостенного металлического трубопровода, да еще и сам трубопровод расположен на некоторой глубине под слоем грунта? Такой вопрос очень актуален при проведении диагностических и очистных работ.

В какой-то степени проблему можно снять, если перед началом работы внутритрубное устройство с установленным передатчиком проверить на уверенный прием низкочастотного сигнала локом на воздухе. Определив максимальную дальность приема сигнала по воздуху, можно затем по приведенной на рис. 6 номограмме определить максимальную дальность, которая получится при установке внутритрубного устройства с передатчиком в трубопровод с определенной толщиной стенки трубы.

Для успешной работы в различных трубопроводах современные передатчики имеют несколько режимов излучения сигнала (пачками, непрерывный, режим повышенной мощности).

Экономичный режим (пачками) позволяет обнаружить сигнал передатчика в течение длительного времени (до 30 суток). Непрерывный режим повышает надежность регистрации быстро движущихся снаря-

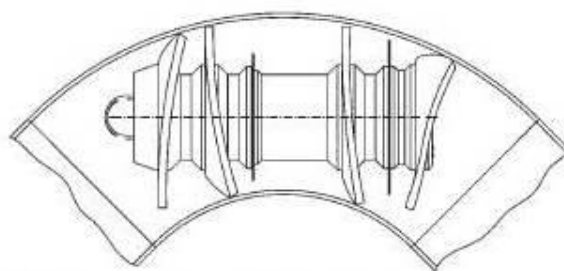


Рис. 1. Внутритрубный снаряд в повороте трубопровода $R=1.5D$

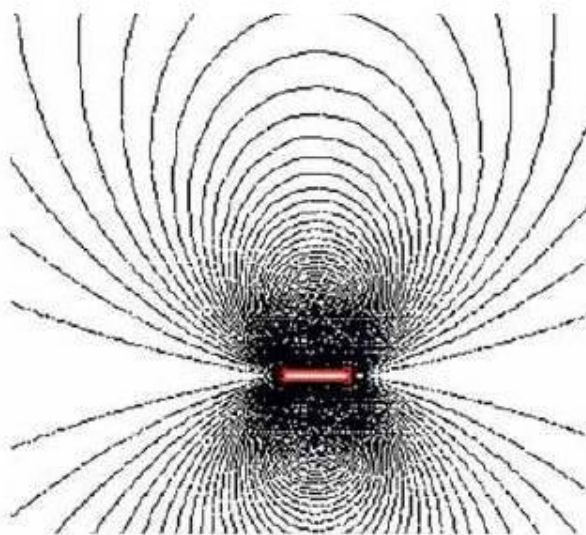


Рис. 2. Сигнал от передатчика в воздухе

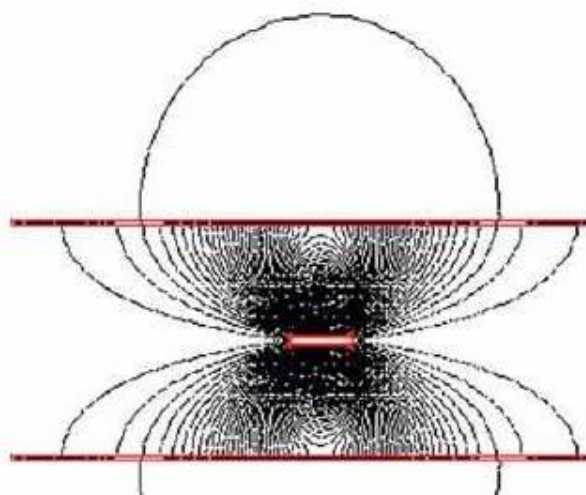


Рис. 3. Сигнал от передатчика, ослабленный стенками трубы

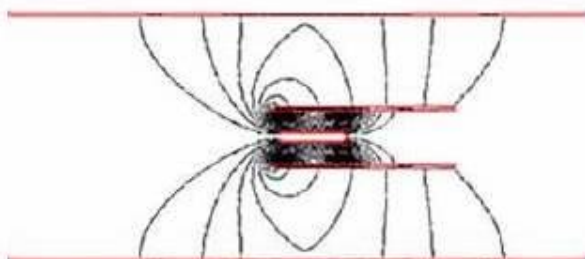


Рис. 4. Передатчик целиком находится в корпусе внутритрубного снаряда

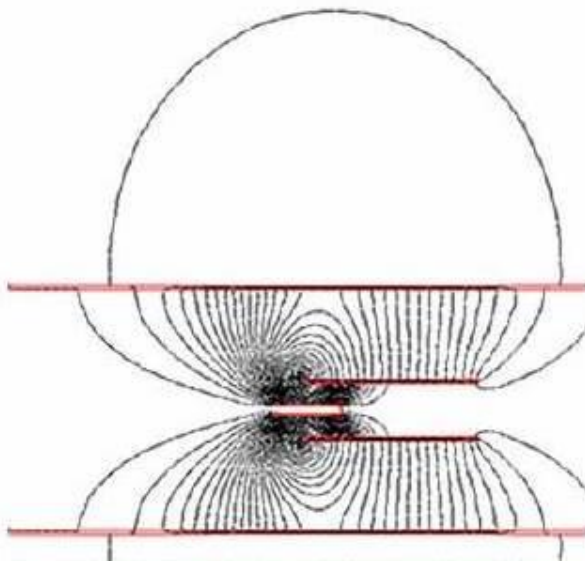


Рис. 5. Передатчик наполовину выступает из корпуса снаряда

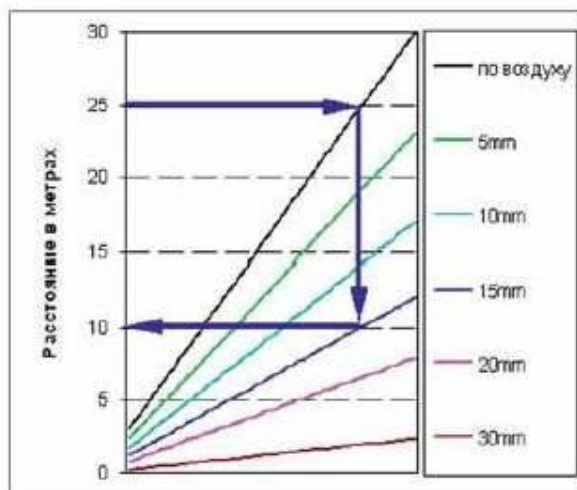


Рис. 6. Номограмма для определения дальности обнаружения передатчика

дов. Режим повышенной мощности может быть полезен при работе в трубопроводах с большой толщиной стенки, и когда трубопровод проложен в металлическом кожухе.

Для оператора удобно, когда включение нужного режима не требует вскрытия передатчика и может производиться дистанционно непосредственно на снаряде перед запуском в трубопровод.

При пропуске снарядов по коротким участкам трубопровода, когда время прохождения снаряда невелико, нецелесообразно каждый раз заменять батареи в передатчике. Современные передатчики имеют функцию индикации остаточного ресурса батарей, что позволяет оператору, ориентируясь на конкретное производственное задание, принять решение о необходимости их замены перед запуском снаряда в трубопровод.

Современные низкочастотные локаторы являются многофункциональными устройствами.

Кроме основной функции – приёма низкочастотного сигнала, с их помощью можно управлять режимами работы передатчиков, так как в локатор встроена аппаратура дистанционного управления, имеется функция регистрации искажений естественного магнитного поля Земли. Такая функция полезна для регистрации прохождения по трубопроводу снарядов со стальным корпусом, что позволяет обнаруживать движущиеся снаряды, даже если они не оборудованы передатчиком.

Высокие требования предъявляются к панели управления и индикации локатора.

Многие зарубежные производители используют для индикации сигнала жидкокристаллические дисплеи. Такие дисплеи, обладая высокой информативностью, имеют один существенный недостаток – они не способны работать в условиях низких температур. Отечественные производители, учитывая климатические условия России, используют для индикации сверхяркие светодиоды, которые не снижают своей светимости даже на самых сильных морозах. Также для длительной работы при низких температурах предусмотрена возможность использования «литиевых» батарей.

Современные низкочастотные передатчики и локаторы являются приборами, которые при правильной эксплуатации работают 10 и более лет. Требуется только замена батареек, которые можно купить в любом магазине. Плановое применение таких приборов самым положительным образом сказывается на надежности и предсказуемости диагностических и очистных работ на любых строящихся или эксплуатируемых трубопроводах. ✕