



Диагностика подводных переходов. Акустические профилографы.

Акустические профилографы являются приборами, призванными детально и точно определять структуру дна и измерять толщину осадочных пород, но позволяют также обнаруживать различные объекты, погребённые в толще донного грунта, к которым относятся и трубопроводы.

Основным отличием профилографов от эхолотов является использование в них низкочастотных (1–12 кГц) широкополосных излучателей при сравнительно небольшой длительности импульса, обеспечивающей разрешающую способность в пределах от нескольких сантиметров до нескольких дециметров.

В настоящее время существует ряд профилографов, отличающихся главным образом конструктивными особенностями и техническими параметрами. В их состав, как и в состав любого эхолота, входят акустическая антенна, приёмный и передающий тракты и сигнальный процессор.

Акустические антенны профилографов могут устанавливаться как непосредственно на судне, так и в специальном буксируемом снаряде (рисунок 1). В последнем случае, снижается уровень собственных помех, что позволяет вести исследования при скорости судна до 7–10 узлов, уменьшаются потери, связанные с бесполезным, в данном случае, распространением сигнала в воде, увеличивается частота следования зондирующих импульсов, улучшается угловая разрешающая способность.



Рисунок 1 – Профилограф Benthos в буксируемом снаряде

Принцип преобразования электрической энергии в акустическую в антеннах профилографов может отличаться от принятого в эхолотах. Так, например, в некоторых профилографах с буксируемой антенной используются электродинамические преобразователи, искровые разрядники, гидравлические, поршневые и другие электромеханические излучатели. Обычно излучается мощность 3–12 кВт.

Проникающая способность профилографов зависит как от рабочей частоты и мощности зондирующих сигналов, так и от структуры слоёв, через которые

распространяются акустические сигналы, и лежит в пределах от 1 м до 500 м и более. Некоторые устройства работают одновременно на двух различных частотах. При этом низкие частоты (10–500 Гц) хорошо проникают в осадочные слои, но не обеспечивают получения достаточной разрешающей способности; высокие (3–15 кГц) позволяют получить лучшую разрешающую способность, но имеют меньшую проникаемость.

Как правило, при проведении съемки на небольших глубинах необходимо выбрать между сейсмоакустическими приборами – спаркером и бумером, а также акустическими импульсным профилографом (пингером) и сравнительно недавним пополнением – CHIRP – профилографом с частотно – модулированным сигналом. Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки.

Основная задача – увеличить глубину проникновения сигнала до нескольких десятков метров в почти любом ожидаемом типе донных пород. Это требует значительной энергии на малых частотах. Но чтобы получить информацию о свойствах донных пород или чтобы различить несколько тонких слоев, необходимо получить высокое разрешение. Эти два требования противоречивы.

CHIRP–профилографы, обычно покрывающие частотный диапазон от чуть ниже 1 кГц и до чуть выше 10 кГц, потенциально дают возможность исключить компромисс между глубиной проникновения и разрешением.

Дополнительно к этому подавляются боковые лепестки излучающей и приемной антенн, в то время как корреляция, присущая CHIRP – обработке, обеспечивает преимущество в 25 Дб по отношению «сигнал/помеха» в сравнении с традиционными приемными устройствами таких профилографов, как воздушные пушки, спаркеры, бумеры и импульсные профилографы – пингеры.

Усиление при обработке сигнала увеличивается как с длиной импульса, так и с полосой сигнала. Однако существующие CHIRP – профилографы имеют ограничение со стороны излучающих элементов (вибраторов) в К.П.Д. на низких частотах и в широкополосности, что дополняется низким К.П.Д. существующих линейных усилителей. Это в результате дает низкий уровень излучаемой энергии на низких частотах. На практике это означает относительно низкую глубину проникновения в донные грунты, состоящие из довольно крупных частиц (крупный песок и т. п.).

Второе поколение профилографов CHIRP (CHIRP II) пытается решить эти проблемы. Излучатель сигнала имеет линейный усилитель мощности с К.П.Д. выше 90 %, который дает на выходе 4 Вт (как в профилографе Benthos CAP–6600) или 2 Вт (как в ODEC Bathy–2000P) с пиковой мощностью вдвое выше. Частота импульсов составляет около 10 Гц, длительность импульса от 5 до 50 мсек, причем он может работать с длинным кабелем. При этом амплитуда, частота и фаза излучаемого сигнала точно контролируются. Новые акустические антенны позволяют профилографу CHIRP II, по сравнению с бумером «закачать» в воду в единичном импульсе больше энергии, но в то же время обеспечить более высокое разрешение (даже по сравнению с CHIRP первого поколения). В настоящее время это обеспечивает лучшую производительность по сравнению с другими перечисленными системами. Полученные профилограммы позволяют обнаруживать объекты даже в условиях крупного песка.

В настоящий момент линейка CHIRP – профилографов обновлена аппаратурой третьего поколения, еще более улучшившей производительность работы, в основном за счет улучшения алгоритмов цифровой обработки сигнала.

При выполнении диагностики подводных переходов, положение трубопровода под слоем грунта определяется по величине амплитуды отражённого сигнала, т. е. по контрасту записи многократно отражённого от трубопровода сигнала, для которого отсутствует амплитудное ограничение в приёмном тракте профилографа (рисунок 1).

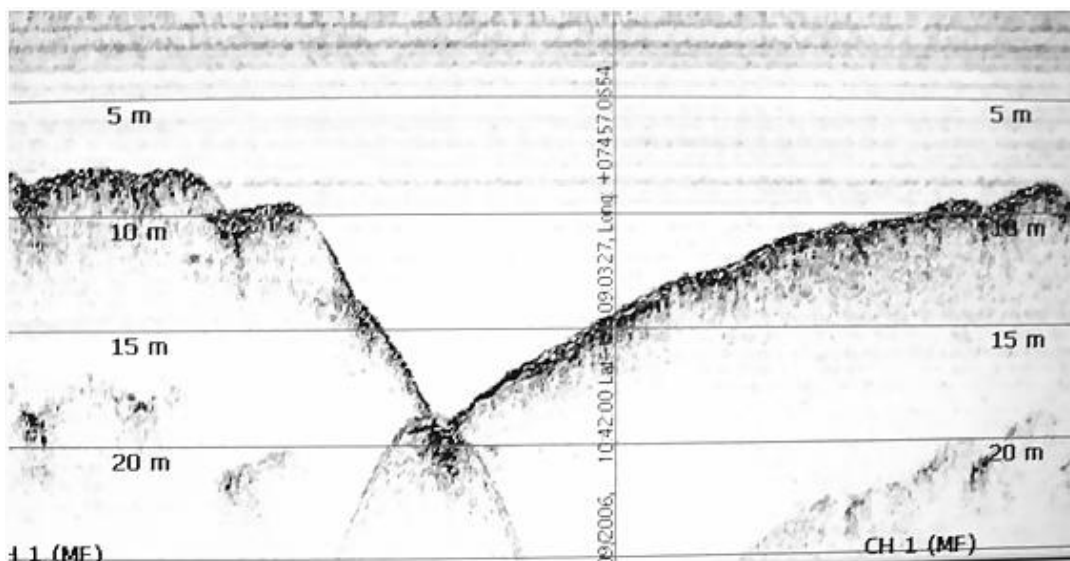
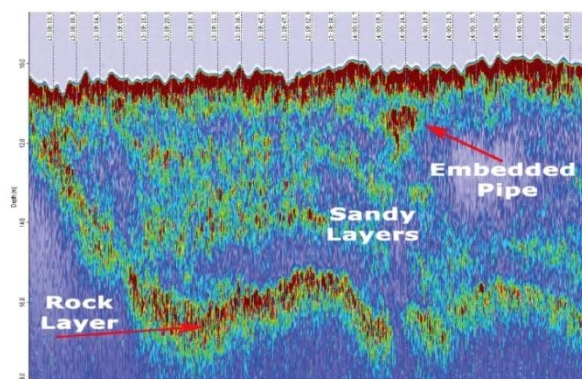


Рисунок 1 – Профилограмма трубопровода диаметром 1020 мм, лежащего на дне траншеи в русле р. Обь, полученная профилографом Venthos CAP-6600

Также к разряду профилографов можно условно отнести некоторые модели промерных эхолотов, укомплектованные низкочастотными (12– 15 кГц) излучателями. Так, например, модель Subpro 1210 с рабочей частотой 12 кГц компании General Acoustics GmbH, позиционируется производителем как профилограф, предназначенный, в частности, для поиска «погребенных в дно трубопроводов и кабелей связи», хотя элементная база прибора и параметры сигнала ближе к эхолоту (рисунок 2-1). К этому же разряду относится эхолот EA400 компании Kongsberg Maritime AS с антенной, работающей на частоте 15 кГц (рисунок 2-2).

1.



2.

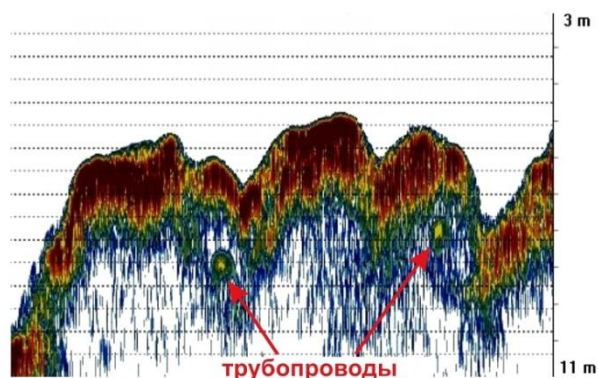


Рисунок 2 – Примеры акустических изображений полученные профилографами Subpro 1210 (1) и Kongsberg Simrad EA400 с антенной 15 кГц (2)

При работах с применением последнего устройства, осуществляемых при участии автора на подводных переходах трубопроводов через р. Обь, р. Иртыш, Тазовскую губу и

другие водные преграды, трубопроводы отслеживались до 3 – 5 метрового слоя грунта над верхней образующей. Но положение трубопроводов при этом определяется не четко, трудность составляет рассчитать величину погрешности его определения, вследствие разности скорости звука в толще воды и донном грунте. К тому же идентифицировать трубопроводы диаметром менее 1 м крайне сложно, что не дает акустическому профилографу возможность быть универсальным прибором при определении планово-высотного положения трубопроводов при выполнении диагностики подводных переходов.

Автор статьи:

Гринь Григорий Анатольевич, заместитель директора ПТФ «Возрождение»

Список источников:

Безродных, Ю.П. Методы обследования (инспекции) подводных нефтегазопроводов на морских акваториях / Ю.П. Безродных, Е.В. Варламов // Материалы совещания «Создание, модификация технических средств для приборного обследования подводных трубопроводов, рассмотрение и выбор прогрессивных технологий ремонта и реконструкции подводных переходов», Самара, 1994. – М: – ИРЦ Газпром. – 1994. – С. 13–20.

Подводная акустика / Пер. с англ. Ю.Ю. Житковского и Ю.П. Лысанова: под. ред. Л.М. Бреховских. – М.: Мир, 1965.– 432 с.

Geophysical Survey Systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа: /<http://www.benthos.com/>

Going deeper than the sea bottom / The SUBSEA newsletter 2007.– N3. – Режим доступа: / <http://www.km.kongsberg.com/>