

## **«Инновационные методы диагностики подводных переходов трубопроводов и их использование для контроля капитального ремонта».**

**С.А. Миколенко, Г.А. Гринь.  
(ООО Подводно-техническая фирма «Возрождение»)**

Для обеспечения безопасности функционирования трубопроводной сети в целом, и подводных переходов магистральных трубопроводов, в частности, следует обращать особое внимание на диагностику их состояния, и своевременное принятие решений по устранению причин возможных аварий.

В настоящее время, актуальной задачей является разработка методик, и выполнение контроля технического состояния подводных переходов трубопроводов, основанного на внедрении интегрированных приборных комплексов на базе GNSS-аппаратуры, новейшего гидроакустического оборудования и геоинформационных технологий, позволяющих производить контроль пространственного положения трубопроводов на основе 3D моделирования.

Подводно-техническая фирма «Возрождение» выполняет диагностику, технический надзор за качеством строительства и капитальные ремонты подводных переходов в течении 20 лет. За этот период компанией наработан большой опыт в выполнении работ и успешно реализованы некоторые новые методы производства.

Диагностика подводных переходов выполняется круглогодично, на объектах различных по своим особенностям: от переходов через мелкие и неширокие водоемы, до многокилометровых подводных переходов со значительной глубиной и сложным подводным рельефом.

При выполнении диагностики подводных переходов используются три основных типа приборных комплексов. Для диагностики подводных переходов в зимний период времени используется приборный комплекс «ЗИМА». В его состав входят:

- Электронный тахеометр;
- Электромагнитный трассоискатель;
- Спутниковая система позиционирования;
- Гидролокатор кругового обзора.

Для диагностики подводных переходов через малые и средние водные преграды в летний период времени используется приборный комплекс «РЕКА». Его состав дополняют следующие компоненты:

- Одноручевой промерный эхолот;
- Судовой электромагнитный трассоискатель;

- Гидролокатор бокового обзора;

Как правило, комплекс «РЕКА» устанавливается на резиновой надувной лодке, что обеспечивает его компактность, удобство транспортировки и быстрое развертывание.

Для диагностики подводных переходов, имеющих большую протяженность, глубину или сложный рельеф дна, используется приборный комплекс «МОРЕ» на основе многолучевого эхолота. Комплекс на основе многолучевого эхолота смонтирован на борту специально изготовленного малого промерного судна Селенга 620 (рисунок 1).

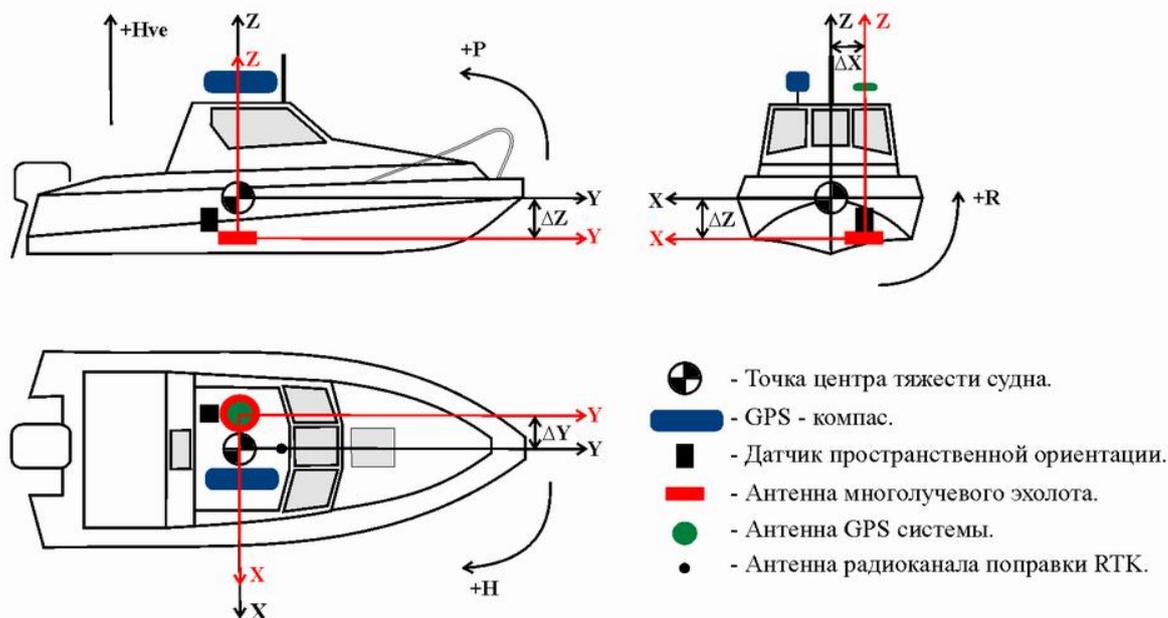


Рисунок 1 - Катер «Селенга 620К» с установленным промерным комплексом.

Кроме многолучевого эхолота комплекс дополнен датчиком пространственной ориентации, GPS-компасом, выдающим точное значение курса и датчиком-регистратором профиля скорости звука в воде.

Гидроакустическая антенна многолучевого эхолота установлена в технологическую шахту, расположенную в центральной части корпуса. Структурная схема промерного комплекса на основе многолучевого эхолота Kongsberg Simrad EM3002 представлена на рисунке 2.

Подготовка к съемке должна содержать следующие необходимые этапы:

- измерение расстояний (офсетов) между устройствами системы;
- калибровка многолучевого эхолота по крену, дифференту и курсу;
- измерение профиля скорости звука в воде в узловых точках объекта;

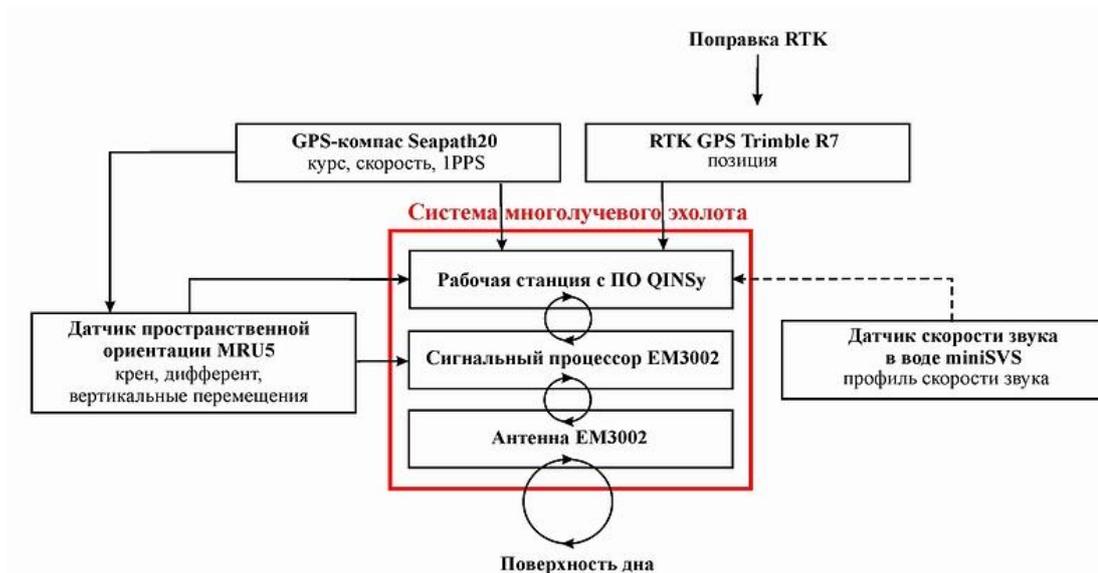


Рисунок 2 - Структурная схема промерного комплекса.

Преимуществом комплекса «МОРЕ» является высокая точность и детализация измерений, позволяющая в режиме реального времени фиксировать неисправные участки подводного трубопровода. Кроме того, плотность данных, получаемых при выполнении съемки, позволяет уверенно выявлять и моделировать в 3D проекции подводный рельеф, трубопровод, и различные подводные артефакты (рисунок 3).

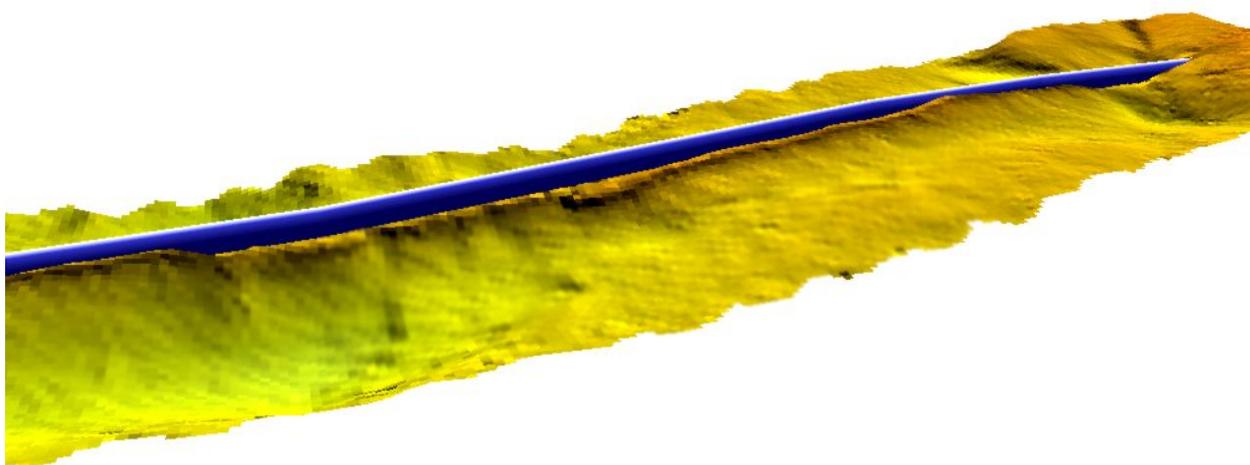


Рисунок 3 - Модель оголенного участка трубопровода, совмещенная с 3D моделью рельефа.

Приборный комплекс «МОРЕ» успешно используется на протяжении пяти лет, с помощью него выполнено диагностическое обследование множества подводных переходов на территории Сибири и Дальнего Востока. Несколько раз за последние годы, комплекс использован для осуществления контроля за производством капитальных ремонтов, заключающихся в том числе, и в отсыпке неисправных участков подводных трубопроводов.

В летний период 2011 года фирмой «Возрождение» выполнен капитальный ремонт подводного перехода газопровода-отвода, IV нитка через водохранилище Сургутской ГРЭС -2, находящегося в эксплуатации ООО «Газпром трансгаз Сургут».

Проектное решение содержало в себе защиту оголенных участков газопровода мешками с песчаной смесью, и последующее обвалование щебнем до проектных отметок.

Укладка мешков на оголенные участки трубопровода выполнялась с помощью водолазов.

Для выполнения щебеночной отсыпки, весной 2011 года на верфи ООО «Тюменьсудокомплект» была заказана и построена многоцелевая шаланда с грузовым бункером, емкостью 24 тонны (рисунок 4).



Рисунок 4 - Многофункциональная шаланда с установленным подвесным двигателем на плавучем транце.

Погрузка шаланды осуществлялась экскаватором у специально подготовленного пирса. Затем шаланда по навигационной карте с нанесенными участками работ, выходила на проектный пикет и осуществляла разгрузку.

Контроль качества отсыпки выполнялся приборным комплексом «МОРЕ», установленным на малом промерном катере «Селенга 620К». При выполнении контроля, в режиме реального времени фиксировались площадь и высота отсыпки, рассчитывался объем и количество материала, необходимого для выхода на проектные значения (рисунок 5).

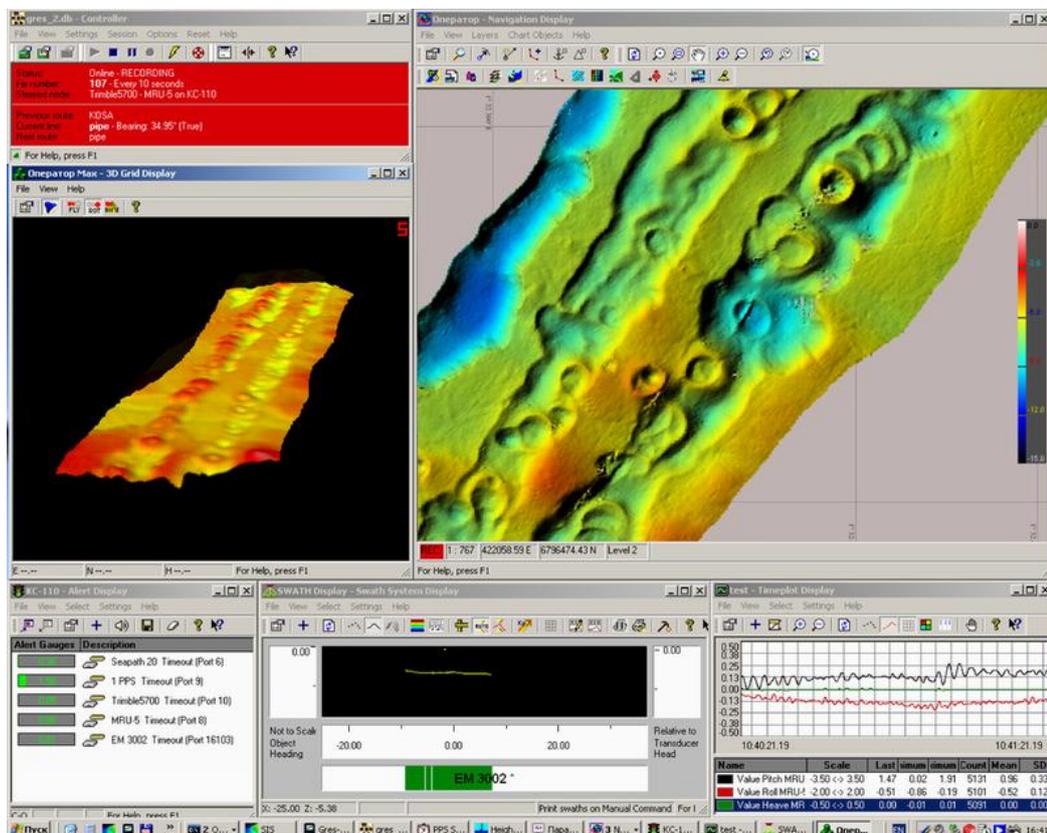


Рисунок 5 - Типовой экран оператора на промерном катере при выполнении контроля отсыпки.

Отсыпка осуществлялась по определенной методике в несколько этапов, что позволило достичь проектных значений с минимальным перерасходом щебня. Общий объем отсыпки составил 13 000 тонн.

Капитальный ремонт был выполнен в установленные проектом сроки и сдан Заказчику.

### Выводы:

Инновационные методы диагностики, использованные для выполнения контроля производства капитального ремонта подводного перехода, позволили:

1. Завершить ремонт в установленные сроки;
2. Обеспечить качественное выполнение работ;
3. Исключить перерасход строительных материалов;
4. Представить техническому надзору и Заказчику объективные исполнительные данные.

Считаем целесообразным продолжение использования данной методики для контроля строительства и капитального ремонта сложных объектов, имеющих большую протяженность, глубину или расчлененный рельеф дна.