бумаге (батиграмме). Для обследований подводных переходов с глубинами до 20 м наиболее удобен эхолот ИРЭЛ, если глубины превышают 20 м, то можно использовать эхолоты ПЭЛ-2 и ПЭЛ-3. Основные технические данные указанных эхолотов приведены в табл. 13.2.

§ 13.4. АНАЛИЗ ПРИЧИН АВАРИЙНЫХ СОСТОЯНИЙ ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ

Обследование состояния многочисленных подводных переходов магистральных трубопроводов, построенных десять-двадцать лет назад, показывает, что бóльшая часть из них находится в нормальных условиях эксплуатации. Однако на некоторых подводных переходах в течение этого периода возникали предаварийные состояния, и для предотвращения разрушения трубопровода выполнялся дорогостоящий капитальный ремонт.

Анализ результатов обследований подводных трубопроводов показывает, что основными причинами, вызывающими предаварийные и аварийные состояния, являются:

переформирования русла и берегов реки в створах переходов, в результате чего размытые участки трубопроводов подвергаются силовому воздействию потока, льда, опасности механического разрушения;

укладка трубопроводов со значительными отклонениями от проекта по заглублению в дно реки и врезке в берега вследствие недостаточного контроля скрытых подводно-технических работ;

механические повреждения трубы и изоляции при укладке и в период эксплуатации;

неправильная организация службы эксплуатации.

Из указанных причин на практике наиболее часто встречаются первая и вторая. Очевидно, они могут быть исключены при обоснованных для каждого конкретного случая решениях проекта строительства перехода и качественном выполнении строительно-монтажных работ. Правильный учет переформирования русла и берегов реки еще на стадии проектирования позволит обеспечить надежную и безаварийную работу подводных переходов в течение расчетного срока их эксплуатации.

С появлением гидроморфологической теории руслового процесса стало возможным достаточно обоснованно оценить деформации реки в створах трубопроводов на длительный период. Поэтому неудивительно, что проектные организации, не имея обоснованных рекомендаций для определения максимально возможных переформирований русла реки, принимали неверные решения о заглублении подводных трубопроводов.

Механические повреждения трубы и изоляции подводных трубопроводов в строительный период могут вызвать разрушение их в период эксплуатации. Механические повреждения обусловливаются отклонениями от нормативных требований при проведении подготовительных и монтажных работ, а также при укладке трубы (например, повреждение труб строительно-монтажными машинами, применение некачественной изоляции и футеровки, недостаточное закрепление футеровки и утяжеляющего балласта на трубе).

В период эксплуатации механическое повреждение труб и изоляции происходит якорями и волокушами проходящих судов и плотов. Несмотря на то что переходы оборудованы знаками, запрещающими судам бросать якоря и протаскивать волокуши плотов в охранной зоне, на поворотах реки при интенсивном судоходстве поднимать волокуши плотов становится практически невозможно. Поэтому одного требования, указанного в проекте о необходимости поднимать волокуши, недостаточно. Следует предусмотреть увеличение глубины заложения, обеспечивающей защиту подводного трубопровода.

Повреждение трубопроводов может произойти и при расположении их вблизи пристаней. В паводок при больших скоростях течения реки или сильных ветрах держащая сила якорей судов и барж может быть недостаточной и тогда возможно повреждение якорями оголенных участков труб.

§ 13.5. ПРОГНОЗ СОСТОЯНИЯ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Надежная работа подводных переходов в течение расчетного срока их эксплуатации обеспечивается принятием обоснованных решений о величине заглубления трубопровода в русловой части, на береговых участках реки, а также соответствующих конструктивных исполнений. Выше уже отмечалось, что в настоящее время наиболее приемлемой для оценки максимально возможных деформаций русла и берегов реки в створах трубопроводов является гидроморфологическая теория руслового процесса. Эта теория применима для переходов через равнинные реки с естественным режимом. Учет деформаций рек в районах вечной мерзлоты и горных в настояще время находится в стадии исследования.

Используя гидроморфологическую теорию руслового процесса, можно оценить состояние ранее построенных подводных трубопроводов, достаточно точно для целей практики прогнозировать переформирование русла и берегов реки на длительный период и принимать обоснованные решения по перезаглублению размываемых участков труб. Ниже приводится опыт применения гидроморфологической теории руслового процесса в период эксплуатации переходов.

Результаты обследований большого числа нефте- и газопроводов показывают, что все многообразие размывов трубо-