

УДК 621.385
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ ШВОВ НЕФТЕПРОВОДА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАЗИРОВАННЫХ РЕШЁТОК

А. А. ПРОХОРЕНКО, В. В. ВОРОБЬЁВ
ОАО «ГОМЕЛЬТРАНСНЕФТЬ ДРУЖБА»
Гомель, Беларусь

В ОАО «Гомельтранснефть Дружба» одно из центральных мест в системе технического обслуживания нефтепроводов заняла внутритрубная диагностика (ВТД). На основе информации, получаемой внутритрубными инспекционными снарядами, стало возможно оценивать техническое состояние трубопровода, определять безопасные технологические режимы перекачки нефти, устанавливать необходимость вывода трубопровода в ремонт, а также оценивать качество и эффективность проводимых мероприятий по поддержанию надежности и работоспособности трубопроводов. Но, тем не менее, в ряде случаев, для получения дополнительной информации о дефекте, а также для подтверждения данных ВТД необходимо применять дополнительный дефектоскопический контроль (ДДК).

Задачей ДДК является детальное изучение выявленных при ВТД дефектов сварных швов и основного металла труб. Основным неразрушающим методом контроля при проведении ДДК является ручной ультразвуковой контроль (УЗК). Однако УЗК имеет ряд недостатков, основным из которых является невозможность измерить истинные, а не условные размеры дефектов и использование амплитуды эхо-сигнала от дефекта, как основного информационного параметра, по которому выполняется оценка характеристик выявленного дефекта. Для преодоления данных ограничений УЗК в ОАО «Гомельтранснефть Дружба» при проведении ДДК с 2006 года начали применять ультразвуковой прибор X-32 HARFANG, работающий с фазированной решётки (ФАР). Принцип работы ФАР, основан на использовании в качестве излучателя ультразвука преобразователя, состоящего из большого количества (обычно 16–32 шт.) узких элементов шириной менее длины волны, с индивидуальным возбуждением каждого элемента со сдвигом во времени (рис. 1).

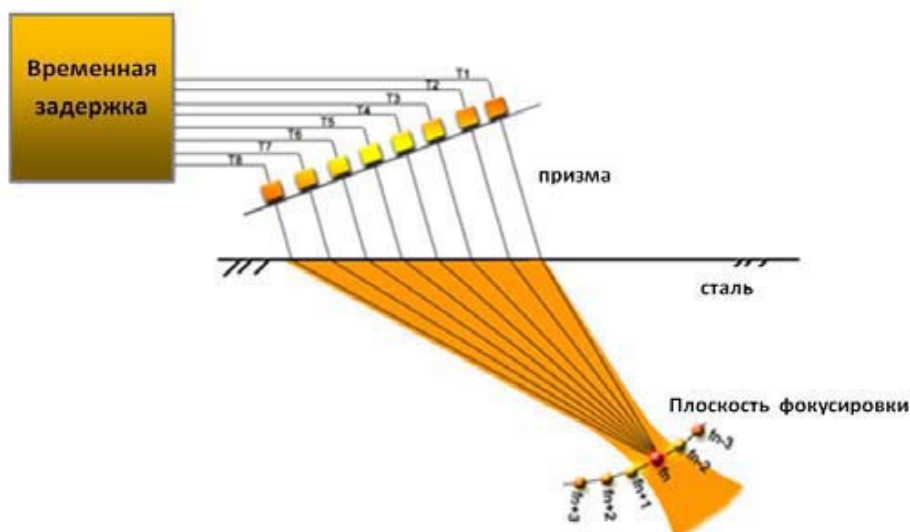


Рис. 1. Схема ультразвукового контроля с использованием фазированной решётки

В результате становится возможным управление характеристиками звукового поля. При одном положении ФАР с большим числом элементов (до 128 шт.) можно имитировать сканирование поверхности прямым преобразователем (рис. 2, а). Возбуждать в контролируемом изделии наклонную поперечную волну, угол которой можно изменять, управляя сдвигом фазы (рис. 2, б). При желании ультразвуковой пучок можно сфокусировать (рис. 2, в). Одновременно можно подавить боковые лепестки характеристики направленности изменением амплитуды сигнала. В режиме приёма такой преобразователь равноценен преобразователю с переменным углом ввода [1].

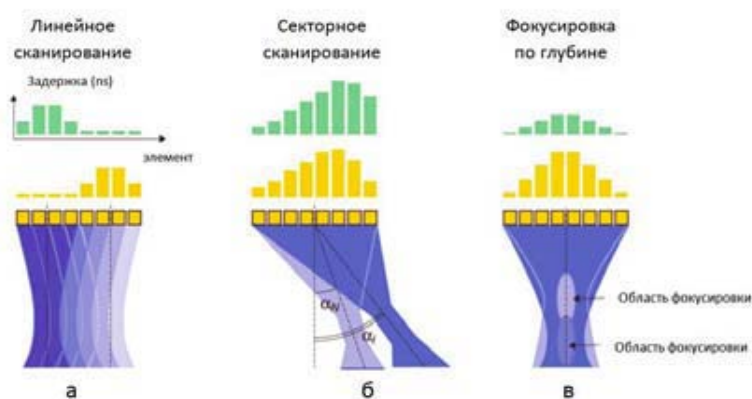


Рис. 2. Схема управления ультразвуковыми волнами при линейном и секторном сканировании ФАР

Программное обеспечение прибора X-32 позволяет представлять на экране данные в реальном времени в виде А-, В-, С- и S- развёрток с кодированной цветом амплитудой (Рис. 3, 4).

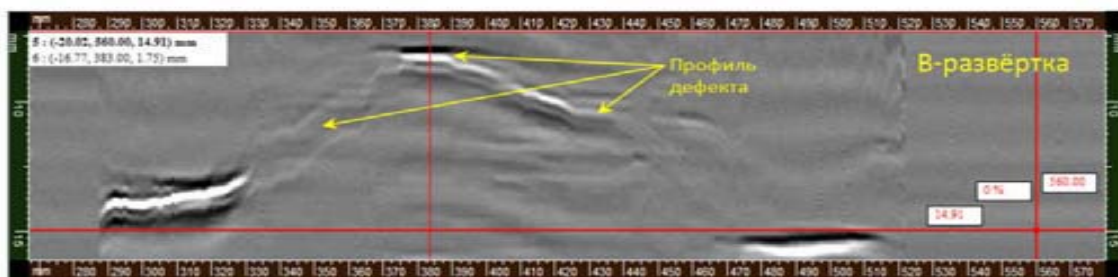


Рис. 3. Представление данных линейного сканирования при контроле прямым лучом продольного сварного шва ФАР на 7,5 МГц, 31 элемент

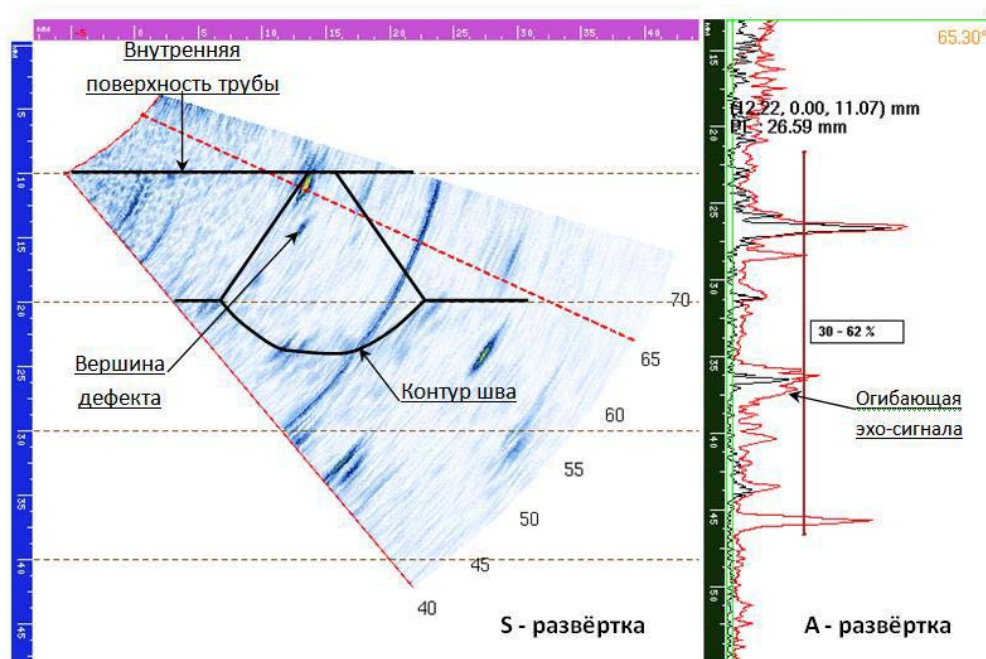


Рис. 4. Представление данных секторного сканирования при контроле кольцевого сварного шва ФАР на 7,5 МГц 39 элементов

За пять лет применения технология ультразвукового контроля с использованием ФАР показала свою высокую эффективность при проведении ДДК. Основными объектами контроля являются кольцевые и продольные сварные швы нефтепроводов Ду 600 и Ду 800 с аномалиями и потерями металла по классификации ВТД [2] с размерами, превышающими допустимые значения по ВСН 012-88. Основной целью контроля является определение степени опасности, реальных размеров дефектов и сравнение их с данными ВТД, а также определение типа дефекта (непровар, включение и т.д.). Контроль проводится 30 элементным ФАР с частотой 7,5 МГц, с изменяющимся углом ввода с 45° до 70° (секторное сканирование) и дополнительно для продольных швов 32 элементным ФАР с частотой 7,5 МГц, с углом ввода 0° (продольные волны). Перед проведением контроля, прибор настраивают по глубине на боковом сверлении Ø 1,5 мм в образце для настройки. А также настраивают область фокусировки луча таким образом, чтобы фокус прихо-

дился на центр шва. В качестве примера (рис. 5, 6) приведены обобщённые результаты по контролю 25 кольцевых сварных швов и 15 продольных швов труб нефтепровода.



Рис. 5. Классификация дефектов обнаруженных при ДДК по типам

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что большая часть (не менее 57,5 %) обнаруженных дефектов появилась в сварных швах при строительстве нефтепровода, а 37,5 % дефектов появилось при изготовлении труб на заводе (дефекты продольного шва). Так же имеются дефекты, которые могли развиваться при эксплуатации нефтепровода (5 %). В результате измерения геометрических размеров несплошностей большинство сварных соединений – 65 % было допущено в эксплуатацию без ремонта, так как размеры выявленных дефектов, не превышают допустимые значения по ВСН 012-88 (рис. 6).

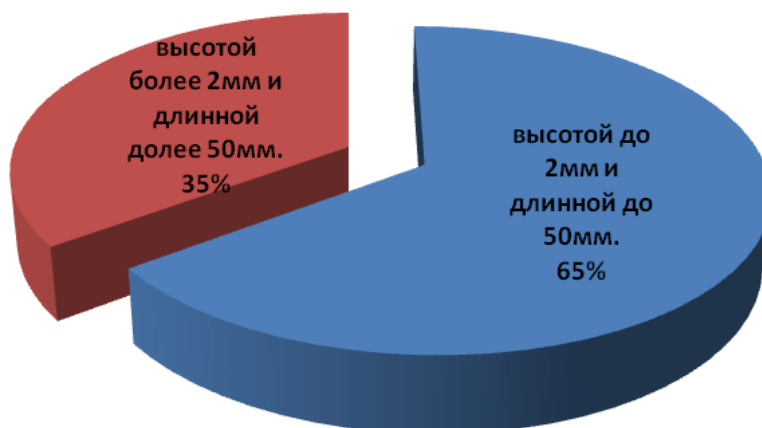


Рис. 6. Распределение дефектов обнаруженных при ДДК по протяжённости и высоте

Опыт проведения дополнительного дефектоскопического контроля показывает, что эквивалентные и условные размеры дефектов, определяемые при традиционном УЗК, не дают представление о степени их опасности и об остаточном ресурсе нефтепровода. Именно эксплуатационный измерительный контроль с применением технологии ультразвукового контроля с ФАР позволяет получить наибольший технико-экономический эффект за счёт:

- уменьшения объёма необоснованного ремонта;
- возможности оценивать остаточный ресурс и управлять этим ресурсом, при наличии эксплуатационных норм на контроль;
- возможности создания новых технологий контроля на ранее не контролируемых объектах.

Выводы.

1. Применение технологии ультразвукового контроля с ФАР позволяет повысить выявляемость дефектов и достоверность результатов НК.
2. Измерение реальных геометрических размеров несплошностей позволяет повысить надёжность прочностных расчётов при оценке ресурса.
3. Необходимо разработать отраслевые нормативно-методические документы по эксплуатационным нормам и оценке остаточного ресурса труб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Крауткреймер, Й.** Ультразвуковой контроль материалов: справ. изд. : пер. с нем. / Й. Крауткреймер, Г. Крауткреймер. – М. : Металлургия, 1991. – 752 с.
2. **РД 23.040.00-КНТ-090-07.** Классификация дефектов и методы ремонта дефектов и дефектных секций действующих магистральных нефтепроводов.