

**ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ТРУБ
БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА**



СЕРИЯ «ВОЛГА»



НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

Практически неограниченное проникновение достижений научно-технического прогресса в разнообразные сферы человеческой деятельности, его возрастающие темпы требуют непрерывного совершенствования средств, методов, научных и научно-прикладных достижений, обеспечивающих количественный и особенно качественный рост материального производства, реализуемый на базе универсальных информационных технологий.

Современные стандарты качества и обеспечения безопасности жизнедеятельности человека определяют специфику, возникающую при строительстве и модернизации магистральных газопроводов, введении и освоении новых месторождений, диктуют чрезвычайно жесткие требования к потребительским свойствам трубной продукции XXI века.

Трубное производство немыслимо сегодня без использования новейших методов и средств диагностики и контроля качества продукции. К важнейшим и наиболее авторитетным методам неразрушающего контроля труб различного диаметра относятся методы, основанные на применении ультразвука.

Широкое применение оборудования ультразвукового контроля является одним из наиболее современных и эффективных способов повышения качества трубной продукции.

УСТАНОВКИ СЕРИИ «ВОЛГА» - СРЕДСТВО РЕАЛИЗАЦИИ НОВЕЙШИХ И НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ

Компания «Нординкрафт» имеет огромный практический опыт в разработке, проектировании и внедрении в промышленную эксплуатацию установок для комплексного автоматического ультразвукового контроля труб большого диаметра. Общее название этих установок - «Волга».

- Оборудование «Волга» предназначено для работы в условиях технологического потока любого современного трубного предприятия и обеспечивает эффективный ультразвуковой контроль как прямошовных, так и спиралешовных труб из углеродистых и легированных сталей.
- Контроль труб осуществляется в соответствии с самыми современными международными нормами и стандартами: DNV-OS-F-101, EN 10208, API 5L, ISO 3183-3:1999(E), GOST R 52079.
- Объектом автоматизированного ультразвукового контроля, реализуемого с помощью дефектоскопического оборудования «Волга», являются сварные швы, околошовная зона (зона термического влияния), концы и при необходимости - тело трубы.
- Установка осуществляет контроль прямошовных или спиралешовных труб от 500 до 1420 мм с толщиной стенки от 5 до 25 мм. Это наиболее типичные значения геометрических параметров труб, однако возможны и расширения.

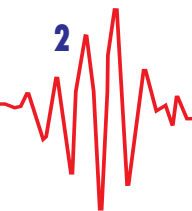
КОНФИГУРАЦИЯ И ЭЛЕМЕНТЫ УСТАНОВОК СЕРИИ «ВОЛГА»

ДЕФЕКТОСКОПИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

«Волга» может комплектоваться тремя условно-независимыми дефектоскопическими системами:

- системой автоматического контроля сварного шва и зоны термического влияния (ЗТВ);
- системой контроля концов;
- системой контроля тела трубы.

Совокупность двух первых систем представляет собой наиболее распространенную конфигурацию установки «Волга».



УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Ультразвуковые преобразователи систем размещаются в измерительных модулях. Каждый измерительный модуль (ИМ) функционально независим и способен разместить комплект из 40 ультразвуковых преобразователей (УП). Кроме комплекта УП, на модуле располагаются элементы и датчики системы слежения, пневмоаппаратура, исполнительные устройства и механизмы. Одного ИМ может оказаться недостаточно, если контроль тела трубы также является необходимым. Кроме того, два ИМ могут применяться при одновременном контроле труб, подача которых осуществляется по принципу двух параллельных и независимых потоков.

Системы ультразвукового контроля могут комплектоваться ультразвуковыми преобразователями трех типов:

- классическими пьезоэлектрическими преобразователями (ПЭП);
- преобразователями, выполненными по технологии пьезоэлектрических фазированных решеток (ФР);
- электромагнитно-акустическими преобразователями (ЭМАП).



Фиг.1. Пьезоэлектрический преобразователь для контроля сварного шва.



Фиг.2. Электромагнитно-акустический преобразователь для системы контроля швов (СКШ, 1,0 МГц) и для системы контроля концов (СКК, 5,0 МГц).



Фиг.3. Пьезоэлектрическая фазированная решетка для контроля сварного шва.

Выбор того или иного типа преобразователей определяется спецификой местных условий и во многом предпочтениями специалистов на местах.

Пьезоэлектрические дискретные преобразователи являются наиболее простыми, понятными, доступными и недорогими приборами. Однако при применении в составе системы контроля сварных швов они образуют достаточно многочисленную группу (16 и более ПЭП). Настройка такой системы представляет собой весьма непростую задачу и требует от персонала высочайшей квалификации, опыта и навыков командной работы.

Электромагнитно-акустические преобразователи относятся к классу бесконтактных приборов. Для их работы не нужна контактная жидкость. Взаимодействие с объектом контроля более стабильно, поскольку осуществляется за счет сил, имеющих электромагнитную природу. ЭМАП способен работать в широком диапазоне температур поверхности трубы, например, от минус 30 до плюс 300 и выше. Допустимая скорость сканирования при применении ЭМАП в несколько раз выше, чем этого можно достигнуть с ПЭП. Чувствительность дефектоскопических систем «Волга», укомплектованных ЭМАП, соизмерима с обычной аппаратурой, основанной на применении ПЭП.

К недостаткам ЭМАП при обнаружении продольных дефектов сварных швов относятся сравнительно низкая разрешающая способность, ограничивающая в меньшую сторону диапазон толщин стенок труб, подлежащих контролю, а также сравнительно узкий рабочий диапазон изменения угла ввода. Эти недостатки, впрочем, не проявляются при обнаружении поперечных дефектов. Что же касается контроля расслоений, то здесь ЭМАП обладает непревзойденными совокупными характеристиками.

Фазированные решетки – это современные устройства с программно-изменяемыми направлениями излучения и приема ультразвука. Применение их в системе контроля сварного шва чрезвычайно эффективно. Один блок ФР позволяет заменить теоретически бесконечное число дискретных ПЭП. При этом геометрические размеры ФР и ПЭП одинаковы!

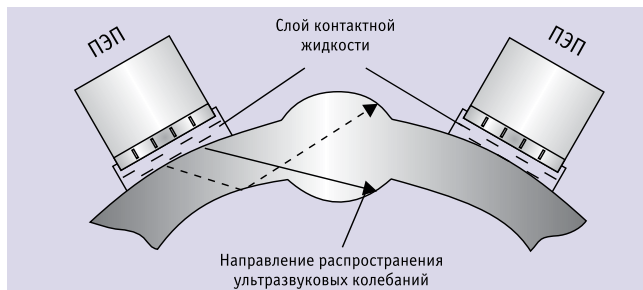
Для настройки системы ФР, необходимость которой возникает, например, при переходе с одного типоразмера труб на другой, требуется не более минуты. И никаких регулировочных операций, направленных на изменение положения преобразователей и их юстировку.



СХЕМЫ ПРОЗВУЧИВАНИЯ СЕЧЕНИЯ СВАРНОГО ШВА РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

На фигурах 4, 5 и 6 представлены схемы прозвучивания сечения сварного шва различными типами преобразователей на примере контроля продольных дефектов.

С практической и экономической точек зрения наиболее интересным и целесообразным является комбинирование преобразователей различных типов. В одном измерительном модуле, и даже в рамках одной системы, могут с большим успехом применяться комбинации ПЭП + ФР, или ФР + ЭМАП.



Фиг.4. Прозвучивание сечения сварного шва пьезоэлектрическим преобразователем.

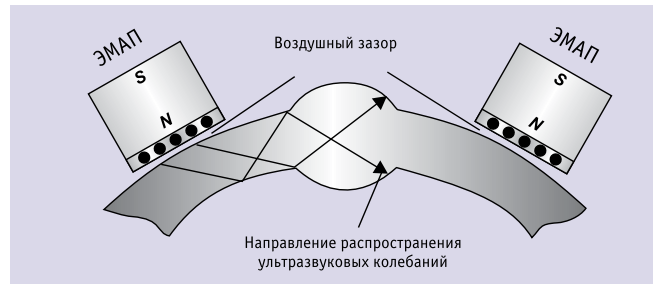
Схема контроля околошовных зон и схема контроля концов труб соответственно представлены на фигуре 7 и фигуре 8.

Примеры выявления продольных искусственных дефектов в сварном шве с помощью ФР, осуществляющей автоматическое электронное сканирование по углу, приведены на фигуре 9.

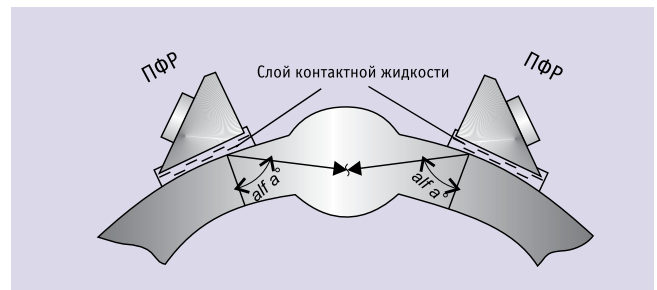
Измерения проводились на образце, содержащем фрагмент сварного шва, вырезанном из прямошовной трубы диаметром 1020 мм с толщиной стенки 23,5 мм. Минимальное расстояние вдоль оси шва между соседними несплошностями – 40 мм. Расстояние между осью сварного шва и ПФР сохранялось неизменным для всех измерений.

Параметры пьезоэлектрической фазированной решетки:

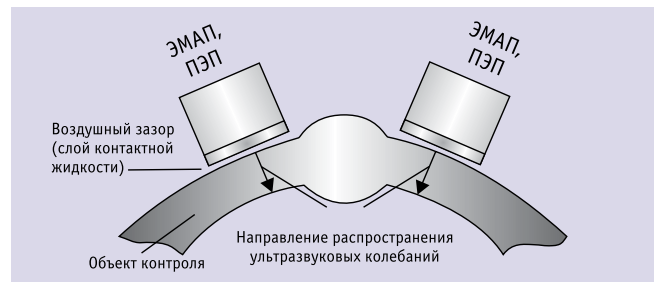
- центральная частота в спектре зондирующего импульса – 4 МГц;
- номинальный угол ввода при нулевом фазовом сдвиге (синфазное возбуждение) – 65 градусов;
- диапазон качания ультразвукового луча - 35÷75 градусов.



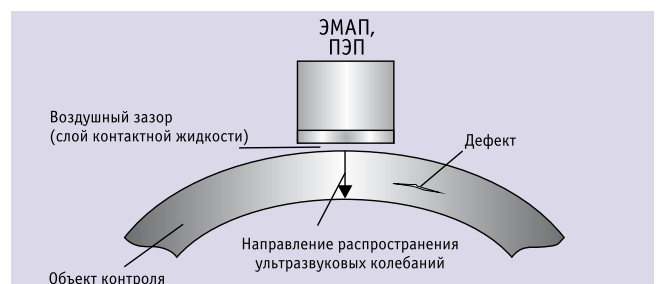
Фиг.5. Прозвучивание сечения сварного шва электромагнитно-акустическим преобразователем.



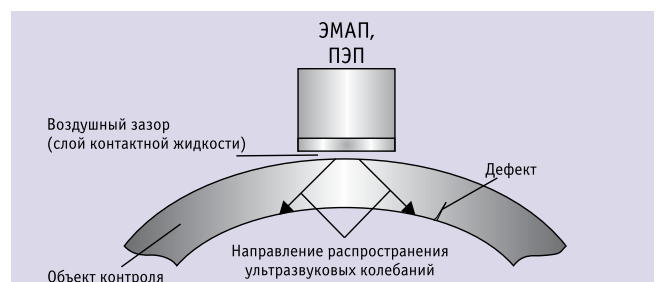
Фиг.6. Прозвучивание сечения сварного шва пьезоэлектрической фазированной решеткой.



Фиг.7. Схема контроля околошовной зоны.

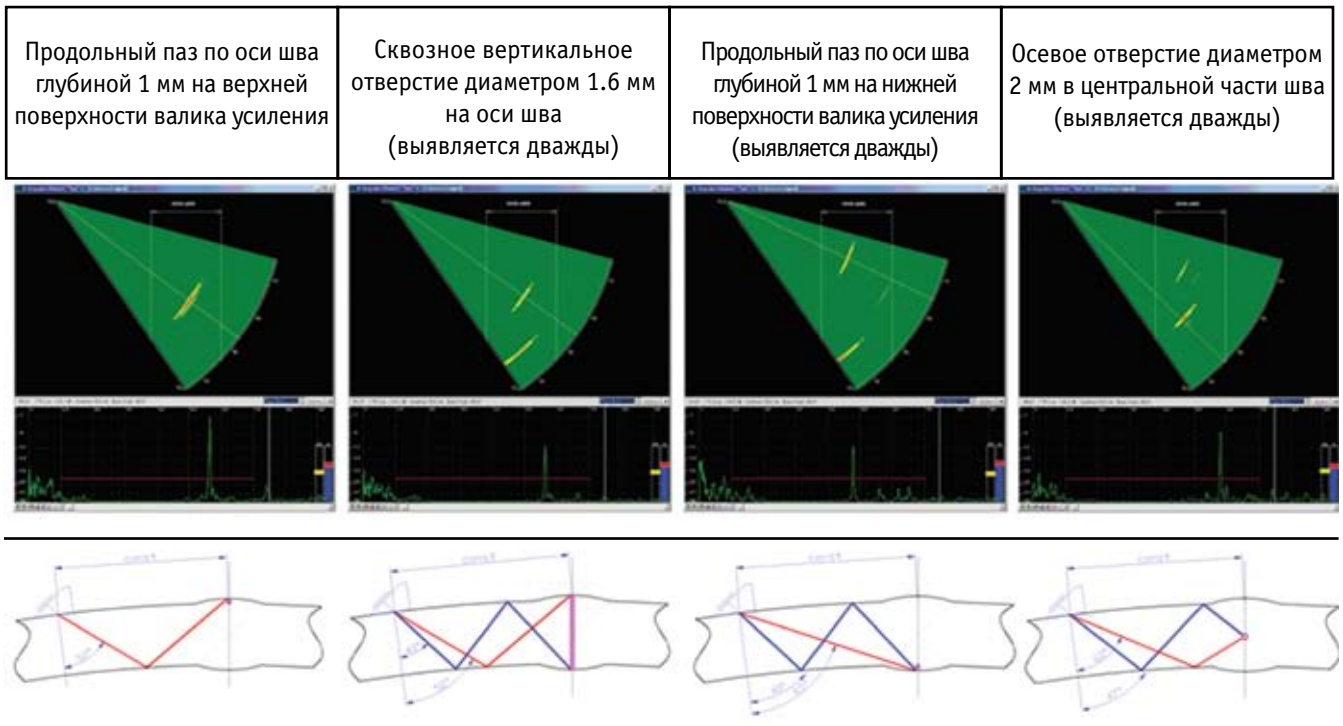


Фиг.8 а. Схема контроля концов труб. Обнаружение расслоений.



Фиг.8 б. Схема контроля концов труб. Обнаружение продольных трещин.





Фиг.9. Пример выявления несплошностей в сварном шве с использованием ПФР.

СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ

Скорость сканирования, реализованная в установках «Волга» при контроле сварного шва, ЗТВ и концов достигает 25 м/мин! Качество автоматического слежения просто великолепно! Специальная система надежно, с высокой точностью отслеживает положение сварного шва и концов труб.

Благодаря особой конструкции датчиков и запатентованному алгоритму обеспечивается высочайшая точность поддержания параметров сканирования. На положение ИМ не влияет ни форма сварного шва, ни его геометрические характеристики.

Кроме чисто физического сопровождения шва, применен так называемый «Метод виртуальной коррекции» взаимного расположения каждого преобразователя относительно оси шва. Этот метод также запатентован и обеспечивает дополнительную устойчивость системы к случайным изменениям положения и геометрии конструктивных элементов сварного соединения.

Это определяет высокую достоверность ультразвукового контроля и великолепную воспроизводимость его результатов. Ситуация, когда каждая третья труба уходит в брак необоснованно, что весьма типично для большинства аналогичных установок, практически исключена при использовании оборудования «Волга» производства компании «Нордінкрафт»!

СИСТЕМА АВТОМАТИКИ И УПРАВЛЯЮЩИЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

Все операции по подготовке и проведению контроля полностью автоматизированы. Автоматически осуществляется подача трубы, «умные» манипуляторы сами определяют ее границы, автоматически устанавливают шов в положение «Зенит». Оператору даже не требуется покидать пост управления для настройки оборудования на новый диаметр или толщину стенки. Лучи, формируемые фазированными решетками, управляются с помощью интеллектуальной электронной системы.

Все системы установки связаны с единым управляющим вычислительным комплексом (УВК), который координирует их работу, осуществляет управление информационными потоками, организует процесс контроля, сбор, обработку, предоставление и хранение его результатов.



ПРИМЕРЫ ДЕЙСТВУЮЩИХ УСТАНОВОК ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА «ВОЛГА»

За последние 10 лет Компания «Нординкрафт» изготовила и внедрила в промышленную эксплуатацию семь комплектов оборудования для автоматического и автоматизированного ультразвукового контроля труб большого диаметра «Волга».

Пять установок для автоматизированного ультразвукового контроля прямошовных труб работают на ОАО «Челябинский трубопрокатный завод». Две установки для контроля спиралешовных труб действуют на ОАО «Волжский трубный завод».

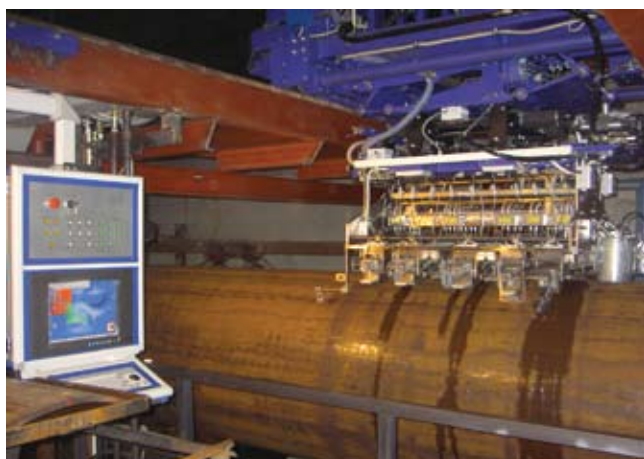
В 2006 году на ВТЗ введена в эксплуатацию новая модернизированная установка «Волга-16-002». Впервые в одной системе применены ультразвуковые преобразователи двух типов: электромагнитно-акустические и пьезоэлектрические, выполненные по технологии фазированных решеток.



Фиг.10. Установка «Волга-1-16» для ультразвукового контроля спиралешовных труб - ОАО «Волжский трубный завод», г. Волжский (Россия).



Фиг.11. Установка «Волга-16-002» для ультразвукового контроля спиралешовных труб - ОАО «Волжский трубный завод», г. Волжский (Россия).



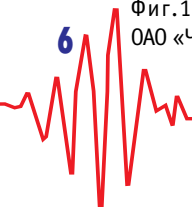
Фиг.12. Установка «Волга-16-002» для ультразвукового контроля прямошовных труб. Две «сдаточные» установки «Волга-16-002» расположены параллельно в составе производственной линии ТЭСА «1220» - ОАО «Челябинский трубопрокатный завод», г. Челябинск (Россия).



Фиг.13. Пульт управления установки «Волга-16-002» - ОАО «Челябинский трубопрокатный завод», г. Челябинск (Россия).



Фиг.14. Установка «Волга-16-002» для ультразвукового контроля спиралешовных труб - ОАО «Волжский трубный завод», г. Волжский (Россия).

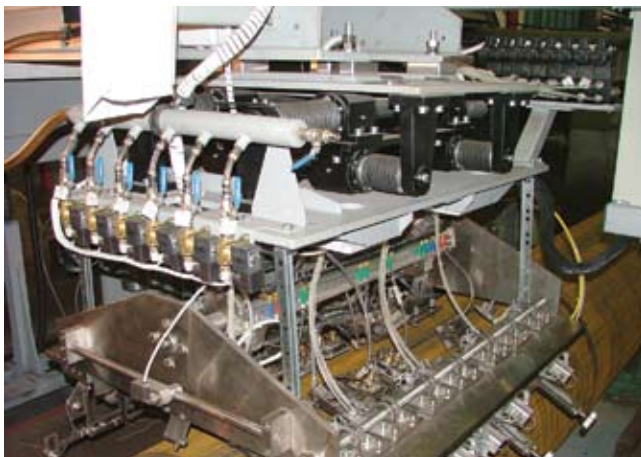




Фиг.15. Установка «Волга-16-002» для ультразвукового контроля спиралешовных труб - ОАО «Волжский трубный завод», г. Волжский (Россия).



Фиг.16. Установка «Волга-16-002» для ультразвукового контроля прямшовных труб. Две «сдаточные» установки «Волга-16-002» расположены параллельно в составе производственной линии ТЭСА «820» - ОАО «Челябинский трубопрокатный завод», г. Челябинск (Россия).



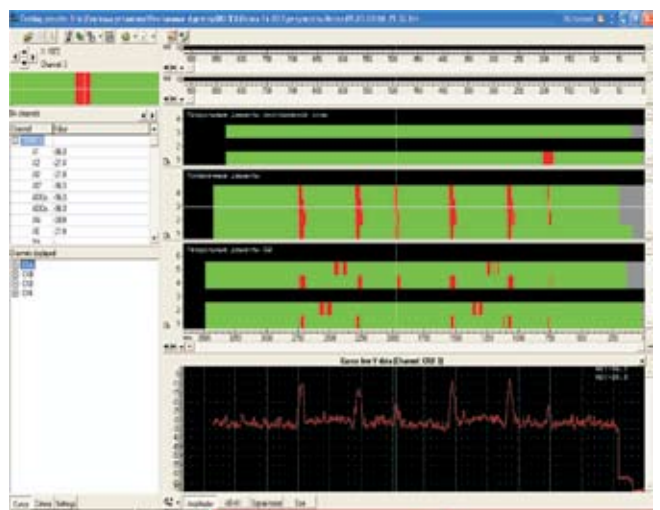
Фиг.17. Измерительный модуль с блоками ФР.



Фиг.18. Измерительный модуль с блоками ЭМАП («бесконтактный» вариант).



Фиг.19. Панель управления системы автоматизации установки «Волга-16-002».



Фиг.20. Дефектограмма СОП для сварного шва трубы.



000 «Компания «Нордінкрафт»
162626 Россия, Вологодская область, г. Череповец, ул. Годовикова, 12
Тел./факс: +7 (8202) 31 30 09
E-mail: tech@nordinkraft.com, sales@nordinkraft.com

WWW.NORDINKRAFT.COM