

ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ АППАРАТУРЫ, ПРИМЕНЯЕМОЙ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ КОНТРОЛЕ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Е.П. Пыхтин¹, В.С. Киселёв², М.В. Радченко², Т.Б. Радченко²

¹ООО «Нефтегазмонтаж», г. Барнаул

²Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Произведён обзор технических особенностей аппаратуры ультразвукового контроля сварных соединений и их применимости на опасных производственных объектах. Показаны сравнительные характеристики дефектоскопов, стандартные образцы для настройки дефектоскопа, а также номинальные параметры совмещенных преобразователей.

Ключевые слова: Промышленная безопасность, ультразвуковой контроль, стандартные образцы.

REVIEW OF TECHNICAL FEATURES OF THE EQUIPMENT, APPLIED AT ULTRASONIC CONTROL OF THE WELDED CONNECTIONS ON HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES

E.P. Pihtin¹, V.S. Kiselev², M.V. Radchenko², T.B. Radchenko²

¹LLC «Neftegazmontazh», Barnaul

²The Altai state technical university of I.I. Polzunov, Barnaul

Produced an overview of the technical features of ultrasonic testing of welded joints and their applicability to the hazardous production facilities. Showing comparative characteristics of flaw detectors, standard samples for setting the flaw detector, as well as the nominal parameters of the combined transducers.

Keywords: Industrial Safety, ultrasonic testing, standard samples.

В настоящее время существует широкий ряд аппаратуры для ультразвукового контроля качества сварных соединений. Все виды аппаратуры отличаются своими техническими характеристиками, что определяет возможность их использования в производстве сварных конструкций на опасных производственных объектах.

Так, например, дефектоскоп УД2-12 (рис. 1) предназначен для УЗК продукции на наличие дефектов (обнаружение дефектов) типа нарушения сплошности и однородности материалов, полуфабрикатов, готовых изделий с шероховатостью поверхности Rz не более 250 мкм, и радиусом кривизны не менее 100 мм, при Ra- 2,5 мкм и сварных соединений, для измерения глубины и координат их залегания, измерения отношений амплитуд сигналов от дефектов, и работающий на частотах 0,62; 1,25; 1,8; 2,5; 5,0 МГц.

Дефектоскоп может быть применен в машиностроении, металлургической промышленности, на железнодорожном и трубопро-

водном видах транспорта, энергетике для контроля изделий основного производства и технологического оборудования.

Этот дефектоскоп реализует эхо-метод, теневой метод, зеркально-теневой метод ультразвукового контроля совмещенными или раздельно-совмещенными пьезоэлектрическими преобразователями (ПЭП) при контактном способе ввода ультразвуковых колебаний (УЗК).

Индикация сигналов, режимов контроля, координат выявленных дефектов производится на экране электронно-лучевой трубки и выявление сигналов в заданной зоне контроля дублируется звуковым сигналом.

Управление режимами работы дефектоскопа и измерения координат дефектов осуществляется микропроцессором.

Встроенные устройства автоматизированной обработки результатов контроля, позволяет производить настройку и диагностику технического состояния дефектоскопа с элементами самопроверки.



Рисунок 1 – Общий вид дефектоскопа УД2-12

Более совершенным является промышленно выпускаемый дефектоскоп УДЦ-201П (рисунок 2). Этот дефектоскоп предназначен для контроля продукции на наличие дефектов (обнаружение дефектов) типа нарушения сплошности и однородности материалов, полуфабрикатов, готовых изделий и сварных соединений, для измерения глубины залегания дефектов и толщины материала.

Область применения дефектоскопов - в машиностроении, судостроении, металлургической промышленности, строительстве, на железнодорожном и трубопроводном видах транспорта, энергетике для контроля изделий технологического оборудования как в условиях производства, так и процессе эксплуатации. Принцип действия дефектоскопа УДЦ-201П основан на прохождении, отражении и трансформации УЗК на неоднородностях, несплошностях материалов (дефектах)

Генератор импульсов возбуждения (ГИВ) возбуждает ПЭП. УЗ-волны, генерируемые ПЭП распространяются в объекте контроля, отражаются от дефекта и принимаются УДЦ-201П при различных положениях ПЭП относительно дефекта. Совокупность данных, собранных о дефекте, обрабатывается встроенным процессором. Результаты обработки в виде потребительских параметров дефекта отображаются на экране и (или) заносятся в энергонезависимую память УДЦ-201П, где могут сохраняться в течение длительного срока (до 10-ти лет).

По окончании сеанса работы с УДЦ-201П результаты контроля могут быть перезаписаны в компьютерный банк данных о состоянии объекта контроля или представлены в виде документа.



Рисунок 2 – Общий вид дефектоскопа УДЦ-201П

Следующая серия аппаратуры – это дефектоскоп Пеленг УД3-204 (рисунок 3). Он предназначен для ультразвукового контроля сварных соединений листовых элементов, труб, котлов и других конструкций, а также измерения толщины изделий из металла и других материалов.

Дефектоскоп обеспечивает выявление дефектов типа нарушения сплошности (трещины, непровары и другие) с измерением и регистрацией в памяти дефектоскопа характеристик выявленных дефектов (амплитуда отраженного сигнала, координаты, эквивалентная площадь и другие) при контроле вручную и (или) с использованием устройств сканирования в соответствии с предварительно созданными и запомненными настройками.

Дефектоскоп может использоваться при монтаже, эксплуатации и ремонте в строительстве, машиностроении, энергетике, металлургической промышленности и других отраслях.

Прибор относится к дефектоскопам общего назначения. По требованию заказчика дефектоскоп может комплектоваться специализированными версиями программного обеспечения для контроля требуемых объектов. Метрологические параметры специализированных дефектоскопов находятся в пределах метрологических характеристик версии дефектоскопа общего назначения. Версия дефектоскопа индицируется на экране дефектоскопа при его включении.

Дефектоскоп является двухканальной системой ультразвукового контроля при контактом способе ввода ультразвуковых колебаний. Возможно использование дефектоскопа

ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ АППАРАТУРЫ, ПРИМЕНЯЕМОЙ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ КОНТРОЛЕ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

при иммерсионном способе ввода ультразвуковых колебаний.

Необходимо подчеркнуть, что в дефектоскопе используется свойство ультразвуковых колебаний отражаться от неоднородностей или поглощаться в контролируемом изделии. Возбуждение и прием ультразвуковых колебаний в каждом из двух каналов может осуществляться одним или парой подключенным(ых) к блоку электронному (БЭ) дефектоскопа ручным(ых) ПЭП. Работа с дефектоскопом может осуществляться в одноканальном режиме или при совместном использовании двух каналов.

Для обнаружения различно ориентированных внутренних дефектов в работе дефектоскопа реализуются следующие методы ультразвукового контроля: эхо-, зеркально-теневой и теневой.

Конструктивно дефектоскоп состоит из БЭ, сетевого адаптера, комплекта кабелей и ручных ПЭП, а также по отдельному заказу - зарядного устройства и датчика пути.

БЭ включает в себя приемо-возбудитель; устройство обработки и схему обеспечения питания.



Рисунок 3 – Общий вид дефектоскопа УДЗ-204

Устройство обработки является микропроцессорной системой, совместно с программным обеспечением, осуществляющей работу дефектоскопа во всех режимах и состоит из цифровой части; микропроцессорной

части; постоянного запоминающего устройства (ПЗУ) записей; автоматической сигнализации дефекта (АСД) и средств взаимодействия с оператором.

Дефектоскоп УДЗ-204 показан на рисунке 3.

Рассмотрев три вида дефектоскопов, были определены достоинства и недостатки каждого, определяющие возможность их использования для контроля качества сварных соединений на опасных производственных объектах.

Достоинства УД2-12:

1. Неприхотлив, вывести из строя аппарат практически невозможно;
2. Яркий экран, что позволяет комфортно работать при яркой освещенности (например, на улице в солнечную погоду);
3. Относительно других дефектоскопов самая низкая стоимость;
4. Можно использовать при отрицательной температуре.

Недостатки УД2-12:

1. Морально устаревшая модель, собранная на старой элементной базе;
2. Невозможно использование автономно без источника питания (ИП);
3. Большой вес и габариты;
4. Нет возможности запоминания данных и вывода отчетов.

Достоинства УДЦ-201П:

1. Дефектоскоп может работать от аккумуляторной батареи (АКБ) до 6 часов без подзарядки;
2. Сменный АКБ, позволит во время работы на одном АКБ, заряжать другой, что дает возможность работать без перерывов. Быстрая замена АКБ при выходе из строя;
3. Есть возможность подключения к персональному компьютеру (ПК).

Недостатки УДЦ-201П:

1. Согласно характеристикам, дефектоскоп нельзя использовать при отрицательных температурах;
2. Нет функции записи пути с координатной осью.

Достоинства УДЗ-204:

1. Дефектоскоп может работать от АКБ до 7 часов без подзарядки, что больше чем у др. дефектоскопов.
2. Можно использовать при отрицательных температурах (до -10°C);
3. Малый вес и габариты;
4. Дефектоскоп имеет функцию сохранения данных во внутренней памяти и копирования.

ния на любую флэш-карту. При помощи простой программы, находящейся на сайте производителя есть возможность вывода отчета как на электронный носитель, так и бумажный;

5. Есть функция записи пути с координатной осью

Недостатки УДЗ-204:

1. Очень тусклый дисплей, что не позволяет комфортно работать при яркой освещенности;

2. Самая высокая цена среди рассмотренных дефектоскопов.

Сравнительные характеристики дефектоскопов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики дефектоскопов

	Подкл. к ПК	Датчик пути	Габа- риты, мм	Вес, кг	Рабочие тем- пературы, °С	Время работы от АКБ, ч	Стоимость, т.р.*
УД2-12	-	-	350x280 x170	8,2	-10..+50	-	150
УДЦ-201П	+	-	255x165 x156	3,4	0..+50	6	220
УДЗ-204	+	+	212x169 x52	2,7	-10..+50	7	300

Примечания:

«+» - подключить возможно, «-» - подключить невозможно;

* - по данным предприятий поставляющим дефектоскопы.

Сравнив дефектоскоп для проведения контроля был выбран дефектоскоп УДЗ-204 Пеленг. Т.к. он имеет несколько важных параметров и функций:

– простота управления за счет операционной системы (ОС) Windows mobile и возможности расширения;

– возможность сохранения отчетов и диаграмм в собственную память дефектоскопа;

– коммутация с персональным компьютером (ПК) и работа с современными ОС при помощи карт памяти и фирменного программного обеспечения (ПО);

– интуитивно понятный интерфейс ПО (см. п.3.3.2).

Далее был выполнен анализ преобразователей, как одного из наиболее важных элементов аппаратуры методом УЗК.

При проведении ультразвукового контроля необходимо использовать наклонные совмещенные преобразователи согласно таблице 2 или рекомендациям источника.

Таблица 2– Номинальные параметры совмещенных преобразователей

Номинальная толщина сваренных элементов, мм	Частота, МГц	Угол ввода, град, при контроле лучом	
		прямым	отраженным
от 2 до 8 вкл.	4,0..10	70..75	70..75
св. 8 до 12 вкл.	2,5..5,0	65..70	65..70
св. 12 до 20 вкл.	2,5..5,0	65..70	65..70
св. 20 до 40 вкл.	1,8..4,0	60..65	45..65

ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ АППАРАТУРЫ, ПРИМЕНЯЕМОЙ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ КОНТРОЛЕ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Независимо от конструкции аппаратуры общим в рамках рассматриваемого метода контроля качества являются основные параметры контроля. Так основными параметрами контроля являются:

- частота ультразвуковых колебаний (дефектоскопа) или длина волны;
- чувствительность;
- положение точки выхода луча (стрела преобразователя);
- угол ввода ультразвукового луча в металл;
- погрешность глубиномера (погрешность измерения координат);
- мертвая зона;
- разрешающая способность по дальности и (или) фронту;
- характеристики электроакустического преобразователя;
- длительность импульса дефектоскопа.

Таблица 3- Стандартные образцы для настройки дефектоскопа

Операции по настройке или проверке параметров	Используемые образцы или устройства
Определение (проверка) точки выхода луча преобразователя	Стандартный образец СО-3 ГОСТ 14782-86
Определение (проверка) угла ввода луча в сталь	Стандартный образец СО-2 ГОСТ 14782-86
Настройка чувствительности	Стандартный образец СО-2 ГОСТ 14782-86 или испытательные образцы 1-го или 2-го вида ОСТ 32 100-87
Настройка глубиномера и его проверка	Стандартный образец СО-2 ГОСТ 14782-86
Проверка «мёртвой зоны»	Стандартный образец СО-2 ГОСТ 14782-86 или испытательный образец 2-го вида ОСТ 32 100-87
Проверка аттенюатора	Стандартный образец СО-2 ГОСТ 14782-86, БЦО дефектоскопа

Перечень параметров, подлежащих проверке, численные значения, методика и периодичность их проверки должны оговариваться в технической документации на контроль.

Важной составляющей также являются стандартные образцы (СО), которые приме-

няют для настройки дефектоскопов. Их применяют для определения условной чувствительности, разрешающей способности, мертвой зоны, угла ввода луча, точки выхода луча и т.д. (таблица 3).