

УДК: 621.81.004

## СРАВНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ И РУЧНЫХ СИСТЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Лавырев С.В.<sup>1</sup>, студент гр. ММС-233, II курс, Айдаров В.В.<sup>1</sup>, студент гр. МСА-232, II курс

Научный руководитель: Соколов М.В<sup>1</sup>., д.т.н., профессор

<sup>1</sup>Тамбовский Государственный Технический Университет  
г. Тамбов

Ультразвуковой контроль (УЗК) сварных соединений представляет собой один из ключевых методов неразрушающей диагностики материалов и изделий. Этот метод основывается на способности ультразвуковых волн проходить сквозь материал и отражаться от внутренних неоднородностей, что позволяет выявлять скрытые дефекты - трещины, пустоты, посторонние включения и прочие отклонения. В зависимости от специфики применения используются два основных подхода к проведению УЗК: традиционный ручной метод и современные автоматизированные системы. Оба метода имеют свои сильные стороны, ограничения и сферы применения, которые будут рассмотрены далее.

Традиционный ручной ультразвуковой контроль. При традиционном подходе оператор самостоятельно управляет процессом исследования, используя мобильное оборудование. Специалист перемещает датчик по исследуемой поверхности, отслеживая сигналы на дисплее и интерпретируя полученные данные.

Достоинства:

1. Универсальность. Способность адаптироваться к изделиям различных размеров и форматов.
2. Портативность. Легко перевозимые приборы позволяют проводить исследования непосредственно на месте.
3. Экономичность. Стоимость оборудования для ручного контроля относительно невысока.

Недостатки:

1. Человеческий фактор. Качество результата во многом определяется опытом и квалификацией специалиста.
2. Медленная скорость. Требуется значительное время для тщательного обследования больших поверхностей.
3. Операторы подвержены утомлению. Продолжительные промежутки сканирования могут снижать внимательность и эффективность работы.

Автоматизированный ультразвуковой контроль. Автоматизированные системы предполагают применение роботов и специализированного программного обеспечения для проведения процедуры без прямого вмешательства человека. Датчик перемещается по заранее запрограммированной траектории, фиксирует показания, после чего компьютер производит обработку полученных данных.

Преимущества:

1. Точность. Исключена субъективность оценки, минимизируются ошибки, вызванные человеческим фактором.
2. Производительность. Высокоскоростные процессы обработки большого объема информации.
3. Стабильность. Независимо от внешних обстоятельств система обеспечивает одинаковое качество проверок.
4. Цифровое документирование. Все результаты записываются и хранятся в электронном формате, облегчая дальнейший анализ и хранение данных.

Недостатки:

1. Высокие первоначальные инвестиции. Затраты на приобретение оборудования и программного обеспечения значительны.
2. Необходимость настройки. Перед запуском системы требуется тщательная подготовка и калибровка.
3. Ограниченнность адаптации. Сложности возникают при работе с объектами сложной формы или нестандартных размеров.

Ниже в таблице 1 представлена сравнительная таблица основных характеристик ручного и автоматизированного ультразвукового контроля.

Параметр	Ручной УЗК	Автоматизированный УЗК
Точные показатели	Зависит от уровня подготовки оператора	Высокая, стабильно воспроизводимая
Скорость выполнения	Медленный процесс	Быстрое выполнение
Портативность	Высокая мобильность	Ограниченнное перемещение оборудования
Состояние поверхности ввода ультразвукового луча	Шероховатость не более Rz 40 мкм	Шероховатость не более Rz 40 мкм
Цена оборудования	Доступные цены	Значительно дороже
Повторяемость	Невысокий уровень повторяемости	Постоянно высокий уровень
Адаптивность к объекту	Подходит для любых	Проблемы с

	форм	нестандартными формами
Усталость оператора	Возможна	Менее заметна
Документирование	Ручное ведение записей	Автоматическое сохранение данных

Таблица 1. Анализ сравнительных характеристик ручного и автоматизированного ультразвукового контроля.

Оптимальное решение между традиционным ручным и автоматизированным ультразвуковым контролем зависит от ряда факторов: масштаб проекта, требования к точности, доступность, состояние поверхности контролируемого объекта, бюджета и квалификация персонала. Для малых объёмов работ, где важен оперативный доступ к объекту, ручные системы остаются предпочтительными. Однако для сложных, объемных промышленных задач, где важна высокая точность и большая пропускная способность, предпочтение стоит отдать автоматизации.

#### **Список литературы:**

1. Кретов Е.Ф. Ультразвуковая дефектоскопия в энергомашиностроении/ Е. Ф. Кретов; 2-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург: СВЕН, 2007.
2. Карташов Е.М., Кекелидзе Н.П. Диагностика и прогнозирование технического состояния объектов с применением ультразвука. Москва: Машиностроение, 2009.
3. Потапов А.И., Соколов Л.А. Автоматизация процессов ультразвукового контроля в промышленности. Сборник научных трудов. Новосибирск: Наука, 2017.
4. Шишкин В.В., Воронин П.Е. Применение автоматизированных систем ультразвукового контроля в машиностроении. Вестник машиностроительного комплекса, № 12, 2019.