

## Система ультразвукового контроля металлоизделий.

Тухфатуллина С.Р. Ерохина К.С., Астапов В.Н.

ФГБОУ ВО Самарский Государственный технический университет  
Самара, Россия (443100, Самара ул. Молодогвардейская, 244),  
e-mail: sabrina.tuxfatullina@mail.ru, karinaerohina561@gmail.com, asta-2009@mail.ru

### Аннотация

В данной статье проведен аналитический обзор применения системы ультразвукового контроля металлоизделий. Проведенный анализ применения УЗК показывает, что ультразвуковой метод контроля металла основан на физическом законе о неизменности траектории перемещения звуковых волн при условии однородности среды. Суть заключается в выявлении повреждений материала через излучение и принятие колебаний УЗ при отражении от дефекта, анализе амплитуды колебаний, времени возвращений, формы и других параметров. В статье рассмотрен метод ультразвукового контроля металлоизделий, принципы его работы, разновидности УЗК, области применения и необходимое оборудование для проведения УЗК.

Ключевые слова: ультразвуковой контроль металлоизделий, дефектоскопия, дефекты, ультразвуковая волна, ультразвуковые колебания.

### Annotation

In this paper, an analytical review of the application of the ultrasonic control system of metal products is carried out. The conducted analysis of the use of ultrasonic testing shows that the ultrasonic method of metal control is based on the physical law of the invariance of the trajectory of sound waves under the condition of uniformity of the medium. The essence is to identify damage to the material through radiation and acceptance of ultrasonic vibrations when reflected from the defect, analysis of the amplitude of vibrations, return time, shape and other parameters. The article describes what the ultrasonic method of control of metal products is, the principles of its operation, the types of ultrasonic testing, the scope of application and the necessary equipment for conducting ultrasonic testing.

Keywords: ultrasonic inspection of metal products, flaw detection, defects, ultrasonic wave, ultrasonic vibrations.

## Введение

Ультразвуковая дефектоскопия – экономичный метод. Отличается оперативностью, безопасностью применения и наглядностью результатов.

Ультразвуковой метод контроля металла основан на физическом законе о неизменности траектории перемещения звуковых волн при условии однородности среды. Суть заключается в выявлении повреждений материала через излучение и принятие колебаний УЗ при отражении от дефекта, анализе амплитуды колебаний, времени возвращений, формы и других параметров.

Приведенный краткий обзор во введении показывают актуальность данной темы для современной науки и техники. Таким образом, целью данной работы является провести глубокий анализ использования системы ультразвукового контроля металлоизделий.

Для достижения поставленной цели рассмотрим следующие задачи:

- принцип работы ультразвукового контроля;
- разновидности УЗК;
- порядок проведения УЗК;

- необходимое оборудование для проведения дефектоскопии.

## **1 Понятие и применение ультразвукового метода контроля металлоизделий**

Дефектоскопия или ультразвуковой контроль не разрушают соединения по структуре. Технология проведения ультразвуковой диагностики включает поиск структур, не отвечающих по химическим или физическим свойствам показателям, любые отклонения считаются дефектом. Показания колебаний рассчитываются по формуле  $L = \frac{c}{f}$ , где  $L$  – длина ультразвуковой волны,  $c$  - скорость ультразвука в веществе,  $f$  - частота колебаний. Определение дефекта происходит по амплитуде отраженной волны, тем самым возможно вычислить размер недочета.

### **Принцип ультразвукового контроля металлоизделий**

Ультразвуковая (УЗК) диагностика основывается на том, что колебания с высокой частотой (выше 20 кГц) способны проникать в металл, не нарушая его структуры, и отражаться от дефектов. Узконаправленная волна, создаваемая дефектоскопом, проходит сквозь проверяемое изделие. При наличии дефекта она распространяется с отклонениями, которые можно зафиксировать на экране прибора. Показания, полученные в ходе УЗК, позволяют узнать информацию о характере выявленного дефекта. Размер дефектного образования устанавливается по амплитуде отраженного импульса, расстояние до него определяется по времени распространения акустической волны.

### **Свойства и получение ультразвукового контроля металлоизделий**

Состоящая из титана бария или кварца пластина является основным рабочим элементом устройства. В призматической головке, которая отвечает за поиск дефектов, расположен пьезодатчик прибора. Головка (щуп) размещается вдоль соединений и медленно перемещается посредством возвратно-поступательных движений. К пластине подается высокочастотный ток в пределах 0,8-2,5 МГц и в результате она перпендикулярно своей длине начинает излучение волн. Исходящие волны воспринимаются другой принимающей пластиной, где они преобразуются в электрический переменный ток, который мгновенно отклоняет волну на мониторе осциллографа. Датчик отправляет разные по длительности переменные импульсы колебаний, разделяя их на паузы с большей продолжительностью от 1 до 5 мкс. Такой процесс позволяет безошибочно провести контроль УЗК сварных швов, определить наличие дефектов, их тип и глубину залегания.

## **2 Разновидности УЗК**

Сегодня в промышленной сфере используют четыре основных методики выполнения ультразвукового метода неразрушающего контроля.

- **Импульсный эхо-метод.** В ходе диагностики ультразвуковую волну направляют на контролируемую область, а отражённый от дефекта сигнал регистрируют. Отражение происходит посредством его отсвечивания от поврежденных участков. Если волны проходят прямо и без препятствий, то такой участок сварочного стыка считается качественным. Эхо-метод предполагает использование одного преобразователя в качестве как приёмника, так и источника волны.

- **Теневая методика.** По разные стороны от контролируемой зоны устанавливают два преобразователя. Один из них формирует УЗ-волну, а второй регистрирует отражённый сигнал. При использовании теневого метода о наличии дефекта можно говорить в случае исчезновения УЗ-колебаний.

- **Зеркальный эхо-метод.** В этом случае оба преобразователя устанавливаются на одной стороне. Первый прибор формирует УЗ-колебания, которые отражаются от неровности, а второй регистрирует их. Данный метод особенно эффективен, если необходимо найти дефекты, расположенные под прямым углом относительно поверхности исследуемого изделия.

- **Зеркально-теневая методика.** По сути – это теневой метод. Однако приборы размещаются на одной стороне, посылаются косые волны. В ходе дефектоскопии оператор регистрирует не прямой, а отражённый от второй поверхности контролируемой зоны поток УЗ-волн. О наличии дефекта говорят «глухие зоны» в отражённых колебаниях.

- В основе **дельта метода** ультразвукового контроля происходит излучение дефектом направленных отражений внутрь сварного шва. Волны разделяются на подкатегории зеркальных, трансформируемых, продольных и поперечных, приемником удается поймать не все типа волн. Метод не славится популярностью, т.к. требует настройки оборудования, продолжительной расшифровки результатов.

### **3 Порядок проведения УЗК**

Существует определенный стандарт, согласно которому должен проводиться ультразвуковой контроль сварных соединений трубопроводов или других металлоконструкций.

- **Визуальный осмотр.** Оператор перед проведением дефектоскопии осматривает прокат на предмет видимых повреждений.

- **Выбор характеристик и методов контроля.** В зависимости от класса заготовки выбирается метод выполнения УЗК.

- **Подготовка поверхности.** С поверхности удаляют остатки шлака, лакокрасочных покрытий, крупные неровности и следы коррозии. Зона выполнения УЗК покрывается специальным составом, включающим воду, минеральные масла или особые густые

клеистеры. Это даёт ультразвуковым сигналам возможность проникать внутрь металлического листа без препятствий.

- **Подготовка оборудования.** В зависимости от выбранного метода выполнения УЗК мастер размещает, подключает и настраивает приборы.

- **Проведение дефектоскопии.** Оператор медленно сканирует металлический лист. При возникновении сигналов от дефектов подбирается контрольный уровень чувствительности. Все данные фиксируются оператором.

- **Подготовка результатов.** Информация о найденных дефектах заносится в специальный журнал. Также на основании полученных данных определяется качество стального листа в зависимости от требований, которые к нему предъявляются.

Часто колебания отражения волн воспринимают за дефекты, поэтому этот момент необходимо тщательно проверить. Если действительно имеет место повреждение, то оно фиксируется с обозначением места локализации.

#### **4 Необходимое оборудование для проведения дефектоскопии**

Для ультразвуковой диагностики применяют дефектоскоп, преобразователь со встроенным пьезоэлементом (рассчитанным на излучение и/или прием ультразвуковых колебаний) и дополнительные приспособления.

УЗ-преобразователи бывают 3 типов:

1. Прямые: излучение продольных волн под прямым углом к проверяемой поверхности. Могут иметь керамический пьезоэлемент (из титаната бария или цирконат-титаната свинца).
2. Наклонные (или призматические): излучение поперечных волн в металл под углом к поверхности ввода. Осуществляют вертикальное сканирование деталей, используются в случаях, когда установить преобразователь непосредственно на поверхности материала не представляется возможным (например, в угловых соединениях, в конструкциях со сложным профилем).
3. Раздельно-совмещенные: поступление продольных волн в металл под углом 80-85° к поверхности ввода. Имеют 2 пьезоклапана, один из которых является генератором, а второй – приемником. Подходят для работы с грубыми материалами, деформированными поверхностями.

#### **Заключение**

В статье авторами проведен аналитический обзор системы ультразвукового контроля металлоизделий. Рассмотрен метод ультразвукового контроля металлоизделий, принципы его работы, разновидности УЗК, области применения и необходимое оборудование для проведения УЗК.

Ультразвуковая проверка металлоизделий активно применяется как в промышленных, строительных, лабораторных условиях, так и в полевых условиях при нахождении стыков на

высоте, в замкнутых пространствах и труднодоступных местах. Помимо многочисленных преимуществ УЗК существуют и недостатки его использования, но если соблюдать сроки проверок металлоизделий и сооружений, то это позволит своевременно устранить повреждения, продлить периоды и увеличить эффективность работы конструкции.

#### **Список используемой литературы**

1. Ультразвуковой контроль сварных соединений (УЗК). <https://osvarka.com/shvy-i-soedineniya/ultrazvukovoy-kontrol-svarnykh-soedineniy-uzk> (Дата обращения 24.10.2022)
2. Ультразвуковой метод контроля. <https://areal-metal.ru/spravka/ultrazvukovoj-metod-kontrolya> (Дата обращения 24.10.2022)
3. Ультразвуковой контроль: метод контроля сварных соединений, швов. <https://sterbrust.tech/tehnologii/ultrazvukovojj-kontrol.html> (Дата обращения 6.11.2022)
4. Ультразвуковая дефектоскопия: сфера применения, принцип. <https://svarkaved.ru/osvarke/kak-ispolzuetsya-ultrazvukovaya-defektoskopiya> (Дата обращения 6.11.2022)
5. Ультразвуковой контроль: теория и практика. <https://defektoskopist.ru/osnovi-nk/ultrazvukovoj-kontrol.27/> (Дата обращения 16.11.2022)