

## Ультразвуковой метод (UT)

Ультразвуковой метод (UT) неразрушающего контроля (НК) является одним из самых объёмных и сложных для освоения в процессе обучения. Поэтому не каждый специалист может усвоить курс по названному методу контроля в полном объёме с тем условием, чтобы успешно выдержать комплексный экзамен в соответствии с СТБ EN 473:2011 или EN ISO 9712:2012.

Для того чтобы усвоить курс по ультразвуковому методу НК, специалист должен иметь понятие об ультразвуковом контроле (некоторые практические навыки), технический склад ума. Хорошо когда специалист имеет среднее или высшее техническое образование, умеет выполнять расчёты на калькуляторе, например, функции  $\sin\alpha$ ,  $\cos\alpha$ ,  $\tan\alpha$  и др. А главное - желание выдержать длительный по времени сложный курс обучения без пропусков занятий.

Целью курса является получение новых и углубление уже имеющихся знаний по ультразвуковому методу контроля, получение и совершенствование практических навыков работы с ультразвуковыми дефектоскопами типа УД2-70, УД2-102, УД3-103, УД4-Т, УД4-76, USM-35, USM-GO, SITESCAN 250, EPOCH 1000 Panametrics и другими современными дефектоскопами.



Количество часов для проведения обучения, которое включает в себя получение, как теоретических знаний, так и практических навыков:

- Уровень 1 - 80 часов
- Уровень 2 - 80 часов (непосредственное обучение на Уровень 2 - 160 часов).

Срок обучения – 20 дней (4 недели).

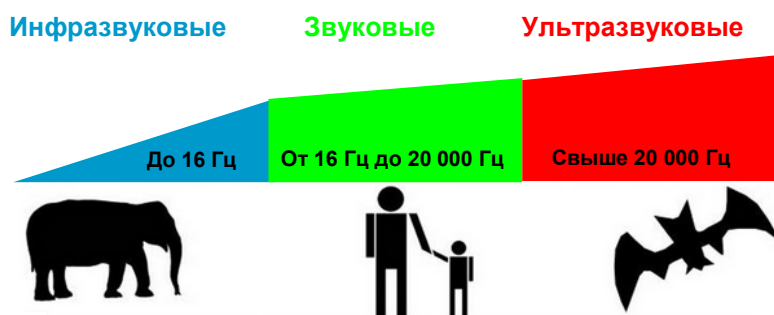
Форма обучения – с отрывом от производства.

Режим занятий – 8 -10 часов в день.

Традиционный ультразвуковой метод при поиске внутренних дефектов является одним из наиболее распространённых методов НК.

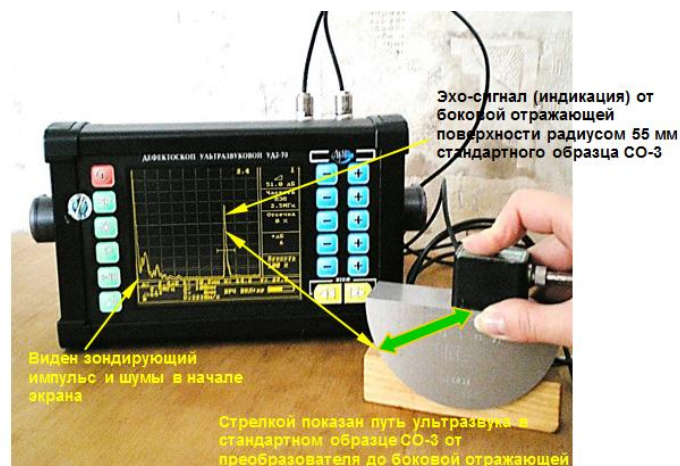
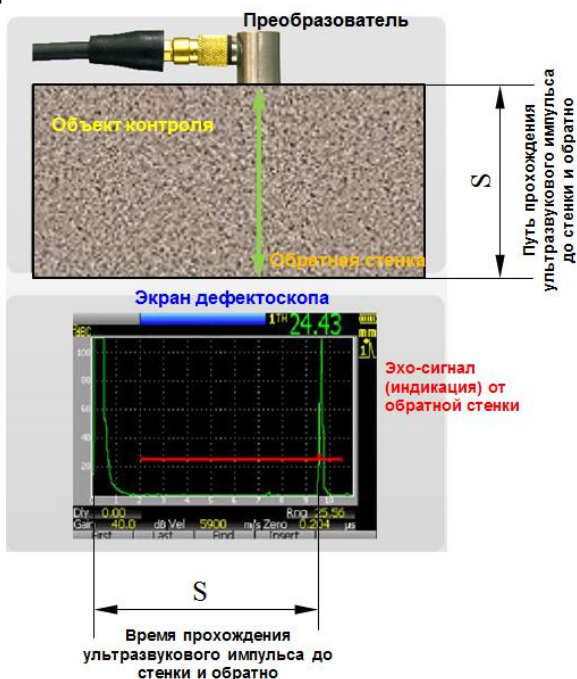
В зависимости от частоты упругие колебания подразделяют на:

- инфразвуковые - частотой до 16 Гц;
- звуковые - частотой от 16 Гц до 20 КГц;
- ультразвуковые - частотой от 20 КГц до 1000 МГц (10<sup>9</sup> Гц);
- гиперзвуковые - частотой свыше 10<sup>9</sup> Гц.



Методы, приборы и устройства акустического НК, использующие ультразвуковой диапазон частот, согласно ГОСТ 23829 допускается называть ультразвуковыми, например, «ультразвуковая дефектоскопия», «ультразвуковой дефектоскоп».

Ультразвуковая дефектоскопия – это проведение ультразвукового контроля на наличие дефектов типа нарушения сплошности или однородности материала изделия.



Вид дефектоскопа УД2-70 при выполнении настройки глубиномера перед началом выполнения работ по стандартному образцу СО-3.

Приёмник ультразвуковых колебаний преобразует прошедшие через изделие ультразвуковые колебания в электрические сигналы, которые затем обрабатываются и поступают на экран – основной индикатор дефектоскопа.

**Принцип проведения контроля при помощи ультразвукового эхо-импульсного метода** основан на том, что излучатель посылает в изделие ультразвуковые импульсы. При встрече с преградой, например, с дефектом или обратной (донной) поверхностью, часть энергии ультразвуковой волны отражается и возвращается обратно к излучателю.



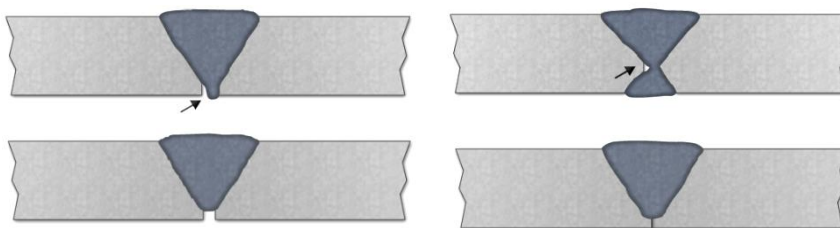
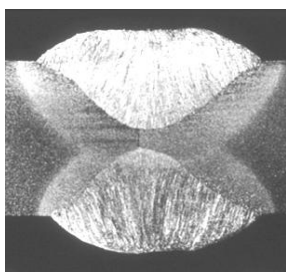
Приёмник ультразвуковых колебаний преобразует прошедшие через изделие ультразвуковые колебания в электрические, которые поступают на экран – основной индикатор дефектоскопа. Электронный блок дефектоскопа измеряет время прохождения импульса до объекта отражения и обратно с последующим пересчётом в расстояние по формуле:

$$S = \frac{c \times t}{2}$$

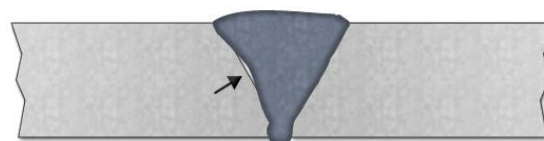
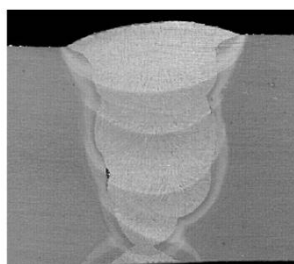
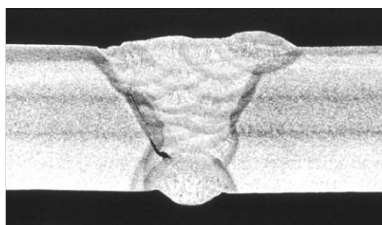
где  $S$  – расстояние до объекта отражения;  
 $c$  – скорость распространения ультразвука в материале изделия;  
 $t$  – время проходимое ультразвуковой волной до объекта отражения и обратно.

### Характерные дефекты

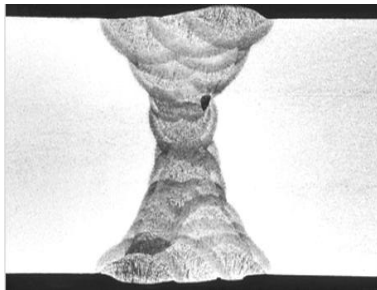
**в сварных соединениях, литье, поковках, а так же деталях ж/д транспорта**



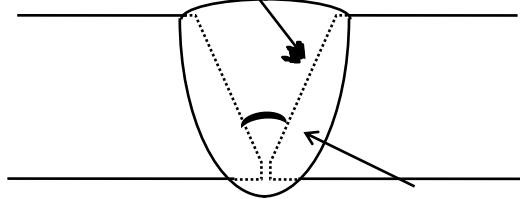
Отсутствие сплавления в корне сварного шва (непровар)



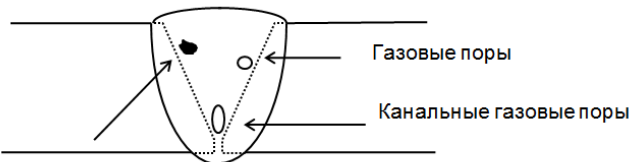
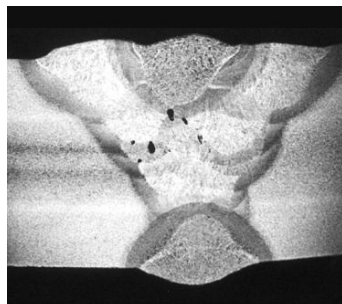
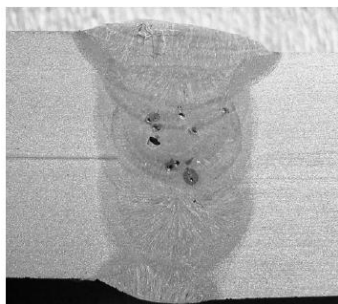
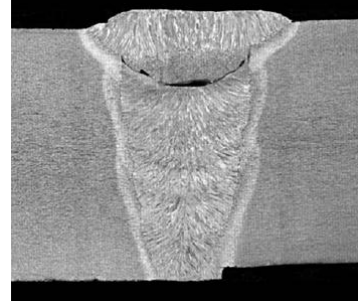
Несплавление по кромке



Шлаковые включения



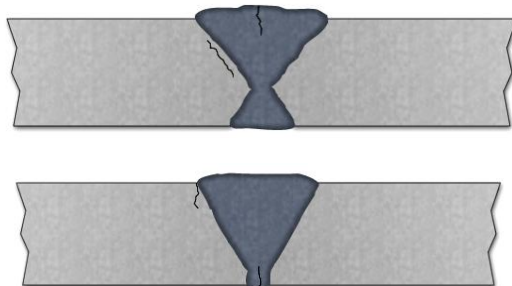
Несплавление между проходами



Шлаковые включения

Газовые поры

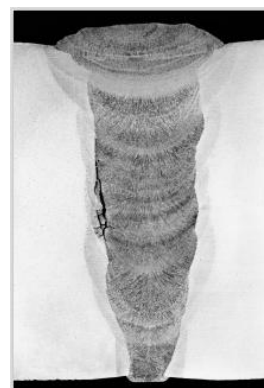
Канальные газовые поры



Трещины



Внутренние дефекты в боковой раме  
1 – усадочная рыхлота размером 8x11 мм; 2 – усадочные рыхлоты размером 11x5 мм;  
3 – усадочная пористость размером 50x11 мм; 4 – газоусадочная рыхлота размером 27x4,5 мм.



Поперечная трещина  
в диске колеса локомотива в районе ступицы



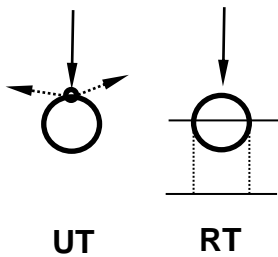
Расслоение в основном металле



Изломы болтов по 1-ому и 4-ому виткам

Считается, что дублирующим для ультразвукового НК является радиационный контроль (RT). Тем не менее, традиционный ультразвуковой контроль не может полностью заменить радиационный контроль и наоборот.

Так сферический дефект типа поры ультразвук «увидит» как точку, и амплитуда отражённого сигнала на экране дефектоскопа может оказаться в пределах допуска, т. е. приемлемой. При проведении радиационного контроля этот же дефект уже будет виден как плоскость и может оказаться не приемлемым по размерам.



В то же время вертикальная трещина, совпадающая с направлением радиоактивного излучения, может быть пропущена по причине недостаточного распределения интенсивности проходящих лучей.

При проведении ультразвукового контроля методом «тандем» вертикальные трещины очень хорошо выявляются. Один из преобразователей является излучателем, а другой приёмником или наоборот.



Контроль методом «тандем»

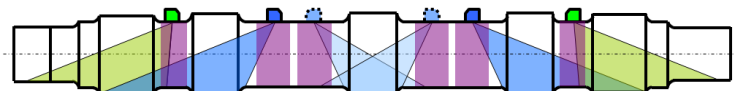
Основным преимуществом радиационного метода контроля перед ультразвуком является то, что на полученных снимках анализируются образы дефектов с последующей возможностью их хранения и повторного анализа.

Существенным недостатком радиационных методов является то, что при проведении радиационного контроля во избежание опасного воздействия на обслуживающий персонал ионизирующего излучения и вредных газов, образующихся в воздухе под действием излучения, необходимо строго соблюдать правила техники безопасности, установленные нормативными документами.

В настоящее время имеются инновационные технологии с использованием ультразвука вместо радиационного контроля.



а)



б)



в)

Ультразвуковой контроль с использованием с применением инновационных технологий проведения контроля технологии фазированных решёток (PAUT): а) автоматизированный контроль с дефектоскопом Omniscan MX + TOFD, в) ручной контроль с дефектоскопом Phasor XS, в) ручной контроль с дефектоскопом VEO.

Для этих целей используется ультразвуковой дифракционно-временной метод контроля (TOFD), а так же ультразвуковой метод с использованием преобразователей в виде фазированных решёток (PAUT).

Имеется стандарт ASME 2235-9:2005 «Use of Ultrasonic Examination in Lieu of Radiography Section I; Section VIII, Divisions 1 and 2; and Section XII» по использованию ультразвукового контроля взамен радиационного контроля. Под ультразвуковым контролем здесь рассматривается комплексное использование дифракционно-временного метода (TOFD) совместно с ультразвуковыми преобразователями на фазированных решётках (PAUT), а также непосредственно традиционный ультразвуковой контроль, включая контроль по слоям больших толщин.

В отличие от традиционного ручного ультразвукового контроля, где воспроизводимость результатов контроля не достаточно высока, при использовании дифракционно-временного метода контроля и ультразвукового метода с использованием преобразователей в виде фазированных решёток производится обязательное документирование результатов контроля с высокой степенью его воспроизводимости.

Информация о проведенном контроле может храниться у заказчика и исполнителя. Анализ результатов контроля может быть повторно проведен другим специалистом.

---