

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ МЕТАЛЛА УЛЬТРАЗВУКОМ

Введение. Детали и заготовки подвержены различным видам дефектов. Ультразвуковая дефектоскопия — один из методов неразрушающего контроля. С помощью ультразвука можно не только проверять детали больших размеров, но и выявлять маленькие дефекты.

Основная часть. В целях определения качества различного рода материалов и изделий можно использовать способность ультразвуковых волн высоких частот распространяться в металлах на большие расстояния без значительного поглощения.

При отливке и последующей обработке металлов в них могут появиться раковины, трещины и различного рода неоднородности. Оставаясь незамеченными, эти дефекты при последующей работе изделия могут привести к тому, что деталь выйдет из строя. Дефектоскопия рентгеновскими лучами даёт возможность «просвечивать» металлы лишь на небольшие глубины, ультразвуком же можно осуществить «просвечивание» металлов на глубину более 10 м [1].

Впервые на возможность ультразвуковой дефектоскопии металлов указал в 1927 г. С. Я. Соболев. Вначале им был предложен метод «просвечивания» образца ультразвуком с использованием непрерывного излучения ультразвуковых волн. Представим себе образец в виде бруска. Если с одной стороны этого бруска передвигать излучающую пластинку, то при наличии в бруске изъяна, например раковины, амплитуда сигнала, воспринимаемого приёмной пластинкой, отражается, меняет направление распространения; раковина служит как бы экраном для ультразвука.

Данный метод «просвечивания» даёт хорошие результаты, но всё же он имеет некоторые серьёзные недостатки. К числу таких недостатков принадлежит, например, тот, что небольшие раковины не дают резкой «тени» и не могут быть отмечены. Кроме того, при постоянном излучении волн благодаря их отражениям от границ образца в нём возникает сложное ультразвуковое поле, и получаемые результаты бывает трудно обработать. Следует, наконец, добавить, что когда излучатель и приёмник работают в режиме непрерывного излучения и приёма, то трудно избавиться от электрического воздействия (наводок) с генератора непосредственно на приёмный усилитель.

С. Я. Яковлевым был предложен метод, который использовался для импульсной дефектоскопии.

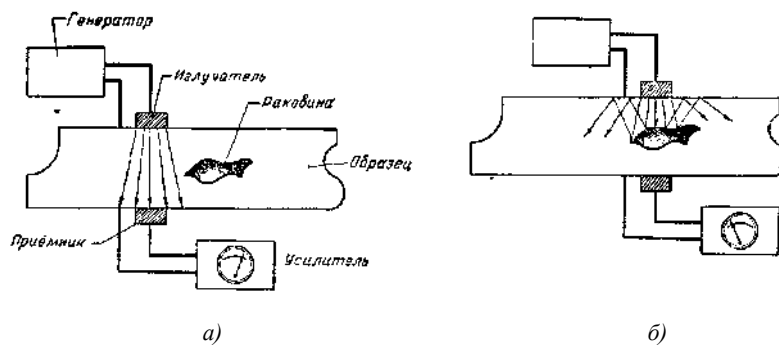
Принцип работы импульсного дефектоскопа заключается в следующем: различного рода изъяны в исследуемом образце — трещины, раковины, волосовины — дают отражение ультразвуковых импульсов, которые воспринимаются приёмной пластинкой и регистрируются (после соответствующего усиления) электронным осциллографом, на рисунке 2 показаны соответствующие дефекты. Дефектоскопия металлических образцов ведётся обычно на частотах ультразвука от 1 до нескольких мГц. Длина продольных ультразвуковых волн, например в железе, на этих частотах составляет от 5 до 1 мм (при частоте 5 мГц). Если имеющиеся в образце раковины или трещины меньше, чем длина волны, отражения от таких изъянов не произойдёт, ультразвуковые волны будут рассеиваться только ими. Заметное отражение будет только в том случае, когда размеры дефекта значительно больше длины волны — дефект представляет собой зеркало для ультразвуковых волн. Поэтому для обнаружения мельчайших изъянов приходится повышать частоту ультразвука. Однако далеко идти в этом направлении нельзя: когда длина ультразвуковой волны становится сравнимой с размерами зёрен металла, имеющих в среднем величины от долей миллиметра до миллиметра, сильно увеличивается поглощение и рассеивание ультразвука [1].

Для исследования поверхностных слоёв изделия применяют также механические задержки (рисунок 3).

Так как скорость распространения поперечных волн меньше, чем продольных, то иногда, особенно в тех случаях, когда требуется изучить слои образцы, близкие к его поверхности, используют поперечные волны.

Импульсный ультразвуковой дефектоскоп в настоящее время получает все большее применение в цехах и лабораториях заводов.

Часто бывает необходимо измерить толщину стенки какого-либо изделия, не портя его. Если к стенке такого изделия приложить пластинку кварца и менять частоту возбуждающего ее напряжения, то в том случае, когда толщина стенки окажется равной половине длины ультразвуковой волны, возникнут стоячие волны, т. е. наступит резонанс. Определяя частоту f , при которой появляется резонанс, и зная скорость ультразвука в материале изделия, можно определить длину волны λ и, следовательно, толщину стенки d [2]:
$$d = \frac{\lambda}{2} = \frac{c}{2f}.$$



а — ультразвук принимается приёмником («тени» нет); б — раковина в образце препятствует прохождению ультразвука к приёмнику (приёмник в зоне «тени»)

Рисунок 1 — Обнаружение дефекта в образце металла методом «просвечивания» ультразвуком [1]

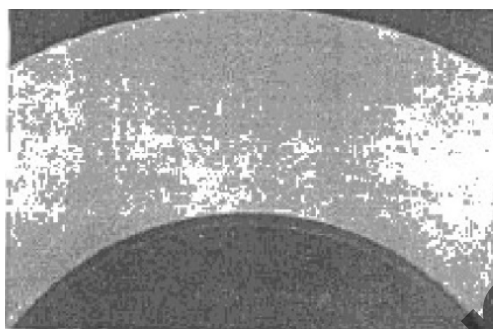


Рисунок 2 — Дефект в образце (фотография после распиловки образца) [1]

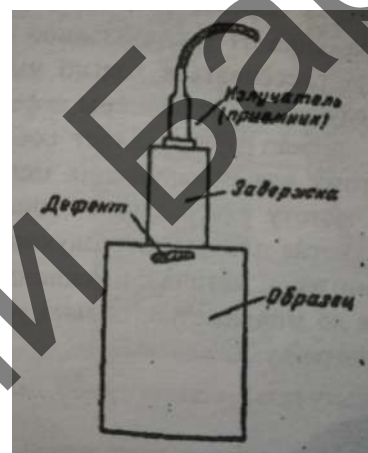


Рисунок 3 — Механическая (ультразвуковая) задержка, применяемая в дефектоскопии металлов [1]

Заключение. Ультразвуковые дефектоскопы позволяют выявить не только уже образовавшиеся дефекты, но и определить состояние повышенной усталости металла, что может привести к поломке деталей или узлов. При этом для контроля нет необходимости разбирать узлы. С помощью ультразвуковых дефектоскопов можно проверять структуру металла, определять величины зерна в сталях и графитных включений в чугуне, контролировать качество железобетонных конструкций, деталей из пластмасс, керамики, камня, дерева и других материалов.

Список цитируемых источников

1. Шилаев, А. С. Ультразвук в науке, технике и технологии / А. С. Шилаев. — Гомель : Ин-т радиологии, 2007. — 412 с.
2. Хорбенко, И. Г. Ультразвук в машиностроении / И. Г. Хорбенко ; изд. 2-е, перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 1974. — 280 с.