

Обмен опытом

Depth measurement of the radial crack in the cylindrical object

E. F. Kretov

Measuring technique is discussed for manual ultrasonic crack detection. As shown, the measurement error depends on the crack width in the perpendicular plane to the transducer acoustic axis, as well as depends on the crack surface relief.

Измерение глубины радиальной трещины в цилиндрическом объекте

НК в мостостроении

Предположим, что на поверхности стальной цилиндрической детали наружным диаметром менее 500 мм обнаружен дефект в виде трещины, ориентированной вдоль образующей цилиндра (рис. 1).

Ставится задача определения глубины проникновения трещины в тело детали ультразвуковым методом в ручном варианте. В общем случае исходим из предположения, что трещина (Т) представляет собой непрерывный многоэлементный отражатель, развивающийся преимущественно в радиальном направлении (рис. 2).

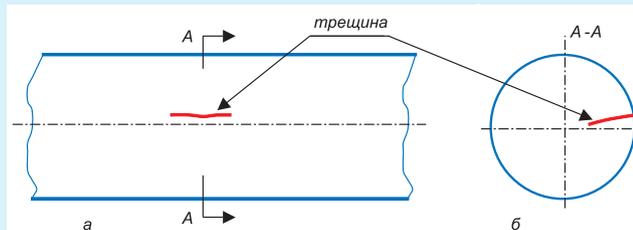


Рис. 1. Трещина, выходящая на поверхность цилиндрической детали: а – вид трещины на цилиндрической поверхности; б – вид трещины в сечении А-А

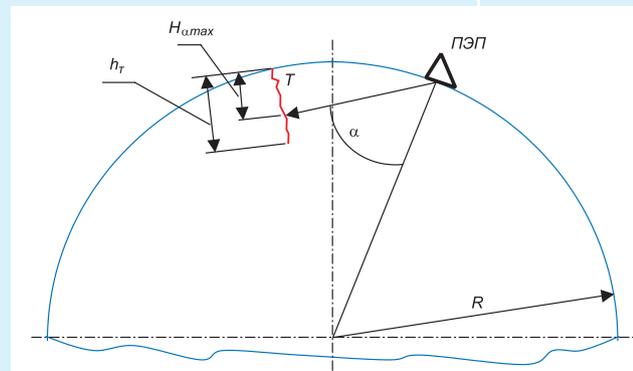


Рис. 2. Радиальная трещина (Т) в цилиндрической детали: h_r – глубина трещины в радиальном направлении; R – радиус детали; ПЭП – пьезоэлектрический преобразователь; α – угол ввода луча; H_{amax} – максимальная глубина хордового прозвучивания при угле ввода α .

Об авторах



Кретов Евгений Федорович

Начальник ультразвукового отделения Центральной лаборатории неразрушающих методов контроля ОАО «Ижорские заводы», к. т. н., III уровень по акустическому виду НК.

Для измерения глубины могут быть применены различные методы акустического контроля. Здесь рассматриваются возможности эхо-импульсного метода.

Для выполнения исследования используют пьезоэлектрические преобразователи (ПЭП) с частотой 4 – 5 МГц. Применяют последовательно углы ввода 70, 60÷65, 45÷50 и 37÷40 градусов. Размер преобразователя должен обеспечивать устойчивый ввод ультразвуковых колебаний в изделие. При необходимости на преобразователи можно устанавливать насадки, стабилизирующие акустический контакт. Учитывая, что отдельные элементы поверхности трещины ориентированы неблагоприятно относительно акустической оси ПЭП, устанавливают

высокую чувствительность: оценочно предельная чувствительность составляет (0,5÷1,0) мм².

ПЭП устанавливают на поверхность объекта так, чтобы точка выхода располагалась на расстоянии 3 – 5 мм от трещины Т на поверхности. Небольшими перемещениями и легкими поворотами преобразователя получают максимум эхо-сигнала от трещины. Отодвигают преобразователь от трещины, убеждаясь в каждой точке, что эхо-сигнал от трещины не прерывается. При достижении точки выхода преобразователя положения O_1 (рис. 3) акустическая ось направлена перпендикулярно радиальной трещине. В этом положении для радиуса R объекта контроля и данного угла ввода α дос-

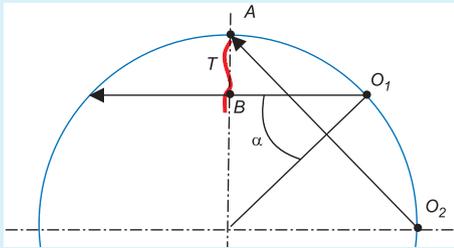


Рис. 3. Определение максимальной глубины хордового прозвучивания при заданных значениях радиуса детали R и угла ввода α

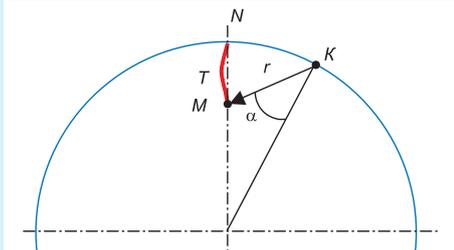


Рис. 4. Определение положения отражающей точки путем геометрических построений

тигается максимальная глубина хордового прозвучивания $H_{\alpha_{\max}}$: $AB = H_{\alpha_{\max}} = R(1 - \sin \alpha)$.

При этом расстояние по дуге между точками A и O_1 есть $l_{\alpha} = \pi R(90 - \alpha)/180$.

При дальнейшем увеличении расстояния акустическая ось преобразователя в районе трещины смещается к поверхности цилиндрического объекта и, при расстоянии $\pi R(90 - \alpha)/90$ (точка O_2), конец хорды выходит на поверхность в месте трещины. Прозвучивание производят с обеих сторон трещины, работу начинают преобразователями с наибольшим углом ввода. При данном исследовании возможны приведенные ниже варианты.

1. Никакими преобразователями не обнаружены эхо-сигналы от трещины. Можно сделать вывод о том, что глубина трещины не превышает мертвой зоны преобразователя с наибольшим углом ввода, обычно $h_T \leq 3,0$ мм.

2. Глубина трещины $h_T < H_{\alpha_{\max}}$ (рис. 4). Эхо-сигнал от трещины наблюдается до некоторого расстояния $l_{\alpha} < \pi R(90 - \alpha)/180$, после чего амплитуда эхо-сигнала начинает резко падать. Отмечают положение точки выхода преобразователя в положении K , когда амплитуда сигнала резко упала на 6 дБ. В этом положении считают с дисплея и записывают расстояние r по лучу. Путем простейших геометрических построений в масштабе 1:1 или 1:2 определяют положение отражающей точки M в объекте контроля и измеряют глубину трещины $h_T = MN$.

Погрешность измерения в большой мере зависит как от ширины трещины в плоскости, перпендикулярной акустической оси ПЭП, так и от рельефа поверхности трещины. Однако, предполагая, что амплитуда эхо-сигнала резко падает на 6 дБ, когда нижняя половина пучка ультразвуковых колебаний уже не пересекает трещину, можно принять погрешность равной $+0/-\Delta L_0$, где ΔL_0 – ширина ультразвукового пучка используемого ПЭП в районе дефекта.

3. Эхо-сигнал от трещины наблюдается при расстоянии $l_{\alpha} \geq \pi R(90 - \alpha)/180$. Глубина трещины $h_T \geq H_{\alpha_{\max}}$ для преобразователя с данным углом ввода. Следует применить преобразователь с углом ввода $\alpha_1 < \alpha$ и выполнить действия по варианту 2.

Статья получена 23 октября 2003 г.



СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО

СКБ СТРОЙПРИБОР

ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Семейство приборов ИПС-МГ4

ИПС-МГ4 Измеритель прочности бетона, раствора, кирпича методом ударного импульса.

ИПС-МГ4+ Обладает расширенным режимом с возможностью учитывать вид заполнителя, возраст и условия твердения бетона, фиксирует дату замера.

ИТП-МГ4

Измеритель теплопроводности строительных материалов методами стационарного теплового потока и теплового зонга.

ИПА-МГ4

Измеритель защитного слоя бетона, расположения и диаметра арматуры железобетонных конструкций магнитным методом.

ЭИН-МГ4

Измеритель напряжений в арматуре ж/б изделий частотным методом.

Семейство приборов Влагомер-МГ4

МГ4Д Измеритель влажности древесины, бетона.

МГ4Б Измеритель влажности бетона, кирпича.

МГ4У Универсальный измеритель влажности строительных материалов, включая сыпучие.

МГ4В Измеритель температуры и влажности воздуха с возможностью регистрации данных.

Вибротест-МГ4

Предназначен для контроля и регистрации пиковых значений виброскорости, виброускорения, амплитуды и частоты колебаний виброустановок, элементов конструкций, сооружений и механизмов.

Семейство приборов ПОС-МГ4

«Отрыв» Измеритель прочности бетона методом отрыва со скалыванием.

«Скол» Измеритель прочности бетона методами скалывания ребра и отрыва со скалыванием.

Семейство приборов ПСО-МГ4

Измеритель адгезии – предназначен для контроля прочности сцепления, керамической плитки, штукатурки, защитных и др. покрытий с основанием методом отрыва стальных дисков.

Максимальное усилие отрыва:

ПСО-1МГ4	0,98 кН (100 кгс)
ПСО-2МГ4	2,45 кН (250 кгс)
ПСО-5МГ4	4,90 кН (500 кгс)
ПСО-10МГ4	9,80 кН (1000 кгс)

Лазерные дальномеры DISTO

Позволяют производить замеры линейных расстояний, сохранять их в памяти и выполнять любые арифметические действия. Наличие встроенного оптического прицела, пузырькового уровня. Предусмотрено крепление на штатив. Дополнительные аксессуары.

Диапазон измерений от 0,2...200м.

Пирометры RAYNGER

Предназначены для дистанционного неконтактного измерения температуры поверхности различных объектов при контроле технологических процессов и оборудования.

Геодезическое оборудование

454084, г. Челябинск, а/я 8538, ул. Калинина, 11г,

Тел./факс (3512) 90-16-85, 90-16-13,

г. Москва, тел.(095) 174-78-01, 174-72-05

E-mail: stroypribor@chel.surnet.ru http://www.stroypribor.ru