6. الكودات و المعايير، والمواصفات الخاصة المستخدمة في الاختبار بالأمواج فوق الصوتية

Standards & Specifications،Codes

1.6 أهمية تطبيق الكودات والمعايير، و المواصفات الخاصة:

إن الهدف من تطبيق الكودات و المعايير و المواصفات في الاختبارات اللاإتلافية، في طريقة الأمواج فوق الصوتية أو في غيرها بشكل عام، هو توصيف و توجيه طرائق هذه الاختبارات، ووضع الإجراءات و التعليمات التي تمكننا من الوقوف على جودة هذه الاختبارات و تقييمها، وإعادة الاختبار و الحصول على نفس النتائج بغض النظر عن مكان وتاريخ تنفيذ الاختبار والشخص الـذي يقوم بتنفيذه.

2.6 تعاريف:

1.2.6 المعايير:

وهو وثيقة تتحكم بالنشاطات المختلفة التي تتم أثناء تصنيع منتج ما و توجيهها، و تصف المتطلبات الفنية للمـواد و العمليـات و المنتجات و الأنظمة و الخدمات، وتشير إلى الطرائق والإجراءات و التجهيزات الخاصة بالاختبار و التي تضمن تحقيق المتطلبات المعتمدة.

2.2.6 الكودات: وهو مجموعة قواعد التطبيق الجيد للحصول على المنتج المطلوب مثال: الكـود الأمريكـي ASME للأوعيـة البخارية المضغوطة.

3.2.6 المواصفات الخاصة: وهي وصف تفصيلي لمؤشرات مكونات و تشكيل المواد و الخدمات، و التي غالباً ما يفرضها الزبون، من خلال الكودات و المواصفات إضافة إلى المتطلبات الخاصة بالأعمال، مثال ذلك المواصفات الخاصة لشركة الفرات للنفط فـي سوريا لتنفيذ أعمال اللحاماتPL – CP .

وتشمل غالبية الكودات و المعايير في مضامينها على متطلبات الجودة و السلامة و يكون تطبيق هذه الكودات و المواصفات إمـا اختيارياً، وذلك عندما يرغب المصنع بتحسين جودة منتجاته، أو بناءاً على توجيهات الجهة المخولة لأغراض السلامة، أو لتحقيـق المتطلبات الواردة في المعايير الخاصة الواردة في العقود من اجل السلامة و جودة الأعمال.

3.6 أهم الهيئات العالمية التي تصدر الكودات و المواصفات التي تتعلق بالاختبار بطريقة الأمـواج فـوق الصوتية:

عديدة هي المنظمات و الهيئات التي تصدر الكودات و المواصفات التي تنظم و تـتحكم بطريقـة الفحـص بالأمواج فوق الصوتية ، و فيما يلي أهم هذه الهيئات:

-1	ASTM – الجمعية الأمريكية لاختبار المواد	American Society For Testing Materials
-2	ASNT – الجمعية الأمريكية للاختبارات اللاإتلافية	American Society For Non-Destructive Testing.
-3	ASME – الجمعية الأمريكية للمهندسين الميكانيكيين	American Society of Mechanical Engineers.
-4	JISC – اللجنة اليابانية للمواصفات الصناعية	Japanese Industrial Standard Committee
-5	NDIS – الجمعية اليابانية للاختبارات اللاإتلافية	Non-Destructive Inspection Society
-6	JFSS – الاتحاد الياباني لمواصفات المطروقات و المصبوبات	Standard of Steel Casting and Forging Association of Japan
-7	WPS – اتحاد مواصفات الأنابيب الفولاذية للمياه	Standard of Water Steel Pipe Association
-8	DIN – المواصفات الصناعية الألمانية	German Industrial Standard
-9	BS – المواصفات البريطانية	British Standard
-10	IIW – المعهد الدولي للحام	International Institute of Welding
-11	ISO – هيئة المواصفات الدولية	International Standard Organization

وتعتبر المواصفات التالية من أهم المواصفات التي تعنى بطريقة الاختبار الأمواج فوق الصوتية :

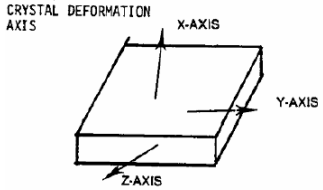
- ما ورد في الفصلين الرابع والخامس هو الجزء الخامس من الكود الأمريكي: ASME Code Section V Article 4 and 5،
- ما ورد في الفصل الثامن من الكود الأمريكي: ASME Code Section VIII
- BS-1714 : لختبار اللحام المصهور بالامواج فوق الصوتية
- ASTM E 164 الطرائق النموذجية للاختبار بالأمواج فوق الصوتية بتقنية التماس المباشر.
- JIS G 0801 : لختبار الصفائح الفولاذية لأوعية الضغط بالأمواج فوق الصوتية.

وأهم الكودات التي تتعلق بتعليم وتدريب وترخيص العاملين في الاختبارات اللاإتلافية:

- النورم العالمي ISO 9712 لعام 1999
- النورم الأمريكي SNT – TC – 1A لعام 1996
- النورم الأوروبي EN 473 لعام 1993

بعض العلاقات الهامة في الأمواج فوق الصوتية

١ العلاقة بين حجم المسبار و تردده:



الشكل (8-1)

المسبار ذو القطر الصغير و التردد العالي هو أفضل لكشف العيوب الصغيرة.

المسبار ذو الكريستالة الكبيرة يعطي طاقة صوت أكبر .

المسبار الكبير و ذو التردد المنخفض ينفذ أعمق في المادة .

غالبا" تكون المسابر العادية الكبيرة الكريستالة ذات تردد منخفض .

المسابر ذات الترددات العالية عرضة للكسر أكثر كون كريستالتها رقيقة جدا".

يلعب تردد المسبار دورا" مهما" في تطبيقاته .

المسبار ذو التردد العالي له زاوية انتشار أقل و حساسية و دقة أكبر .

و كلما كانت زاوية حزمة الصوت كبيرة تكون كمية الصوت المرتدة من العيب الصغير أقل.

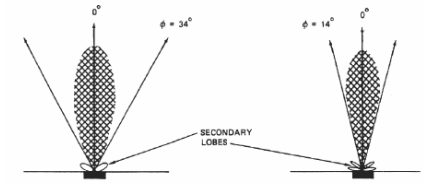
المسبار ذو التردد الصغير يكون له نفاذ للصوت أكبر و أقل تبعثر للصوت .

حزمة الصوت ذات زاوية انتشار كبيرة تساعد على كشف العيوب الغير متعامدة مع محور حزمة الصوت .

تكون عادة معظم الاختبارات بالأمواج فوق الصوتية بين 0.2 ميغا هيرتز 25 ميغاهيرتز .

و الكريستالات المستخدمة لتوليد ترددات فوق 10 ميغاهيرتز تكون رقيقة جد ا" و قابلة للكسر في طريقة الاختبار بالتلامس المباشر.

لذلك يتم استخدام المسابر ذات الترددات فوق الـ 10 ميغاهيرتز في طريقة الاختبار المغمور.



F=1.0 MHz	F=2.25 MHz
λ = 0.230 in. (5.8 mm)	λ = 0.102 in. (2.6 mm)
D = 0.5 in. (12.7 mm)	D = 0.5 in. (12.7 mm)

الشكل (9-1)

تمتلك معظم المسابر ذات التلامس المباشر حذاء حماية لشريحة البيزوالكتريك لحمايتها ما عدا المسابر المصنّعة من الكوارتز.

تصنع الأحذية من الكوارتز أو السيراميك أو Lucite و يمكن تصنيعها من البيرسبيكس .

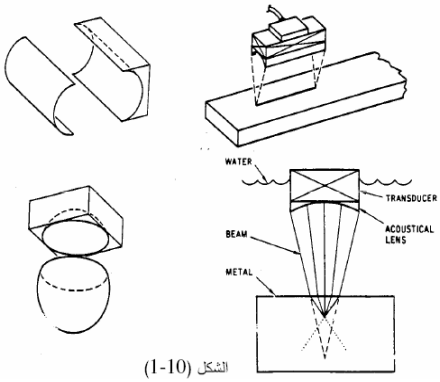
تصنع أحذية المسابر الزاوية بأشكال لنحصل على زاوية إصدار حزمة مناسبة.

يتم تصنيع عدسات صوتية خاصة كروية أو اسطوانية لمسابر الاختبارالمغمور لـ:

١-لتحسين الحساسية و الدقة

٢-لتعوض و تتلاءم مع شكل و حدود الجسم المفحوص.

٣-للحرص على فحص العمق المطلوب للجزء المفحوص



الشكل (10-1)

8 - بعض القوانين المفيدة	
Near Field Length	$D^2F / 4C$ or $D^2 / 4\lambda$
Beam Spread	$SIN\gamma = C / DF \times 1.22$ or $1.22\lambda / D$
Snell's Law	$SIN\alpha / SIN\beta = C_1 / C_2$
Skip Distance =	$2t \times TAN\beta$
V-Path =	$2T / COS\beta$
Surface Distance (Projected) =	$S.P. \times SIN\beta$
Depth (1^{st} Leg) =	$S.P. \times COS\beta$
Depth (2^{nd} Leg) =	$2T - (S.P. \times COS\beta)$
Depth (3^{rd} Leg) =	$(S.P. \times COS\beta) - 2T$
Wavelength:	$\lambda = C / F$
Frequency:	$F = C / \lambda$
Acoustic Impedance:	$Z = C \times d$
% of Reflected Sound Pressure: % of Reflected Sound Pressure:	$Rp = (Z_2 - Z_1) / (Z_2 + Z_1)$ $Rp = (Z_2 - Z_1) / (Z_2 + Z_1)$
Coefficient of Transmission:	$Tp = 2Z_2 / (Z_2 + Z_1)$
Total Beam Width:	$TBW = (Depth - N) (2TAN\gamma) + T \times$ Element Diameter
Transit Time:	$TT = 2T / C$
Center Frequency:	$F_c = (F_1 + F_2) / 2$
% Bandwidth:	$\%BW = (F_2 - F_1) / F_c \times 100\%$
Q Factor =	$F_c / (F_2 - F_1)$
Circumference of a Circle =	$\pi \times$ Diameter
Distance =	Speed x Time
RPM =	Speed / Circumference
Maximum Scanning Speed (x, y)	(Min. Flaw Length + EBW) x PRR
Maximum Scanning Speed (polar)	RPM x Diameter x Clock Interval (ft per min)
dB Difference =	$20 Log(A_1 / A_2)$
dB Ratio =	Inv Log dB / 20
Water Equivalent (steel)	WE = F(water) x (C(water)) / (C(steel)) (F = Focal Length)
$MAX\beta$ =	$SIN^{-1} (ID / OD)$
Focal Length	$R = F (n - 1) / n$
Cylinder Offset Technique	Offset (X) = Outside Radius x $SIN\alpha$

حسابات الاختبار بالأمواج فوق الصوتية

تعد طريقة كشف العيوب بالأمواج فوق الصوتية هي الطريقة المفـضلة مـن بـين طرائـق الاختبارات اللاإتلافية عند اختبار اللحامات بأنواعها المتعددة، وذلك لما تتمتع به هذه الطريقة من مزايا عملية.

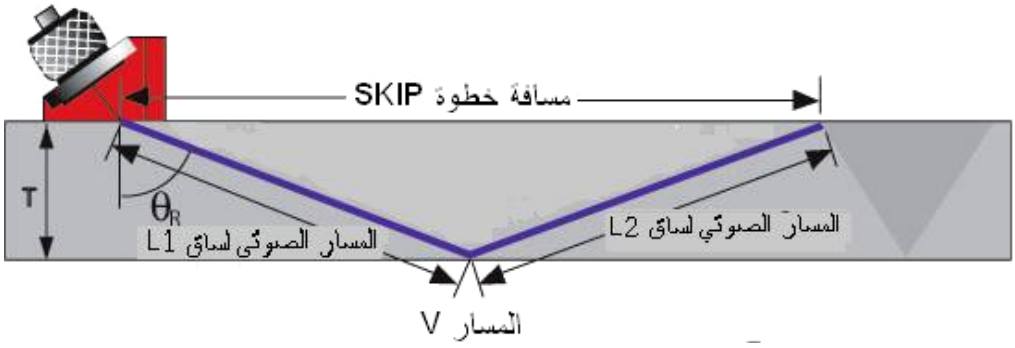
يتم اختبار اللحام عادة باستخدام مسبار حزمة عمودية ومسبار حزمة زاويـة حيـث تـسمح الأصداء المرتدة عن منطقة اللحام بتحديد نوع العيب ومكان توضعه.

ويجب على الفاحص أن يعرف مكان انتشار الحزمة الصوتية وأبعادها داخـل لحـام العينـة المختبرة.

ومن الممكن إيجاد المسار V لمسافة خطوة (SKIP) من الحزمة الصوتية بمعرفة قـيم زاويـة الانكسار ونقطة خروج الحزمة وسماكة الصفيحة المختبرة.

يطلق على نقاط الانعكاس التي تنعكس منها الحزمة الزاوية (سواء أكانت هذه النقاط نقطاً من السطح الخلفي للعينة أو نقطاً من سطح انقطاع داخل العينة) اسم العقد، ويمكن معرفة مكـان توضع هذه العقد باستخدام العلاقات المثلثية.

مسـافة الخطـوة (SKIP): المسـافة السـطحية بين عقدتين متتاليتين كما هو مبين في الشكل (6 - 1).



الشكل (6 - 1): مسـافة الخطـوة (SKIP)

الساق 1 (L1): المسار الصوتي في العينة إلى العقدة الأولى.

الساق 2 (L2): المسار الصوتي في العينة من العقدة الأولى إلى العقدة الثانية.

$$L = \frac{T}{Cos\theta_R}$$

T : ثخانة العينة

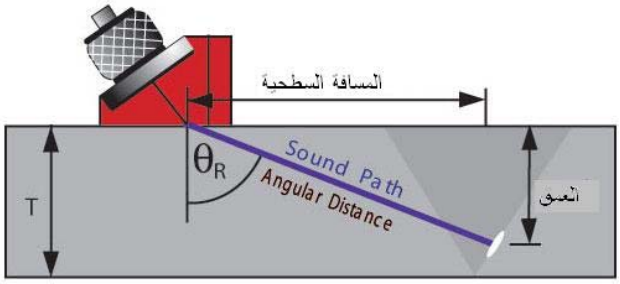
θ_R : زاوية الانكسار

مسافة الخطوة = $2T \times Tan\theta_R$

كما أننا نستطيع تحديد مكان الانقطاع ضمن العينة المختبرة وذلك بحساب عمـق الانقطـاع والمسافة السطحية للانقطاع ضمن العينة من نقطة خـروج الحزمة من المسـبار كمـا هـو مبين في الشكل (6 - 2) وذلك وفق العلاقة التالية:

المسافة السطحية = المسار الصوتي x $\text{Sin } \theta_R$

العمق (الساق 1) = المسار الصوتي x $\text{Cos } \theta_R$



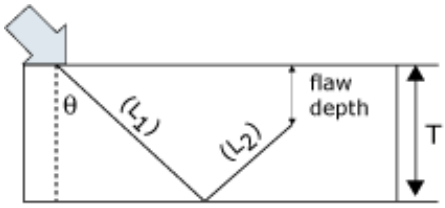
الشكل (6 - 2): المسافة السطحية وعمق الانقطاع

يمكن إيجاد قيمة المسار الصوتي من شاشة الجهاز ومن خلال موقع إشارة الانقطـاع علـى المحور الزمني المعاير.

ومن الممكن أيضاً حساب المسافة السطحية والعمق عندما تكون الحزمة المرتدة من الانقطاع منعكسة أيضاً من السطح الخلفي للعينة المختبرة كما هو موضح في الشكل (6 - 3) (نستطيع أن نستدل على ذلك من خلال المسافة السطحية، حيث تكون أكبر من نصف مسافة الخطـوة (SKIP) أو العمق يكون أكبر من T في العلاقتين السابقتين) من العلاقات التالية:

$$SD = L_{1+2} \times Sin\theta$$

$$FD = 2T - (L_{1+2} + Cos\theta)$$



الشكل (6 - 3): حساب المسافة السطحية والعمق عندما تكون الحزمة المرتدة من الانقطاع منعكسة أيضاً من السطح الخلفي للعينة المختبرة

حيث: FD : عمق الانقطاع.

SD : المسافة السطحية للانقطاع.

L_{1+2} : المسار الصوتي المستنتج من شاشة الجهاز.