بسم الله الرّحمن الرّحيم

محاضرة عن معايرة نظام الاختبار – القوالب العيارية والمرجعية

إعداد المهندس أحمد الطحان - هيئة الطاقة الذرية

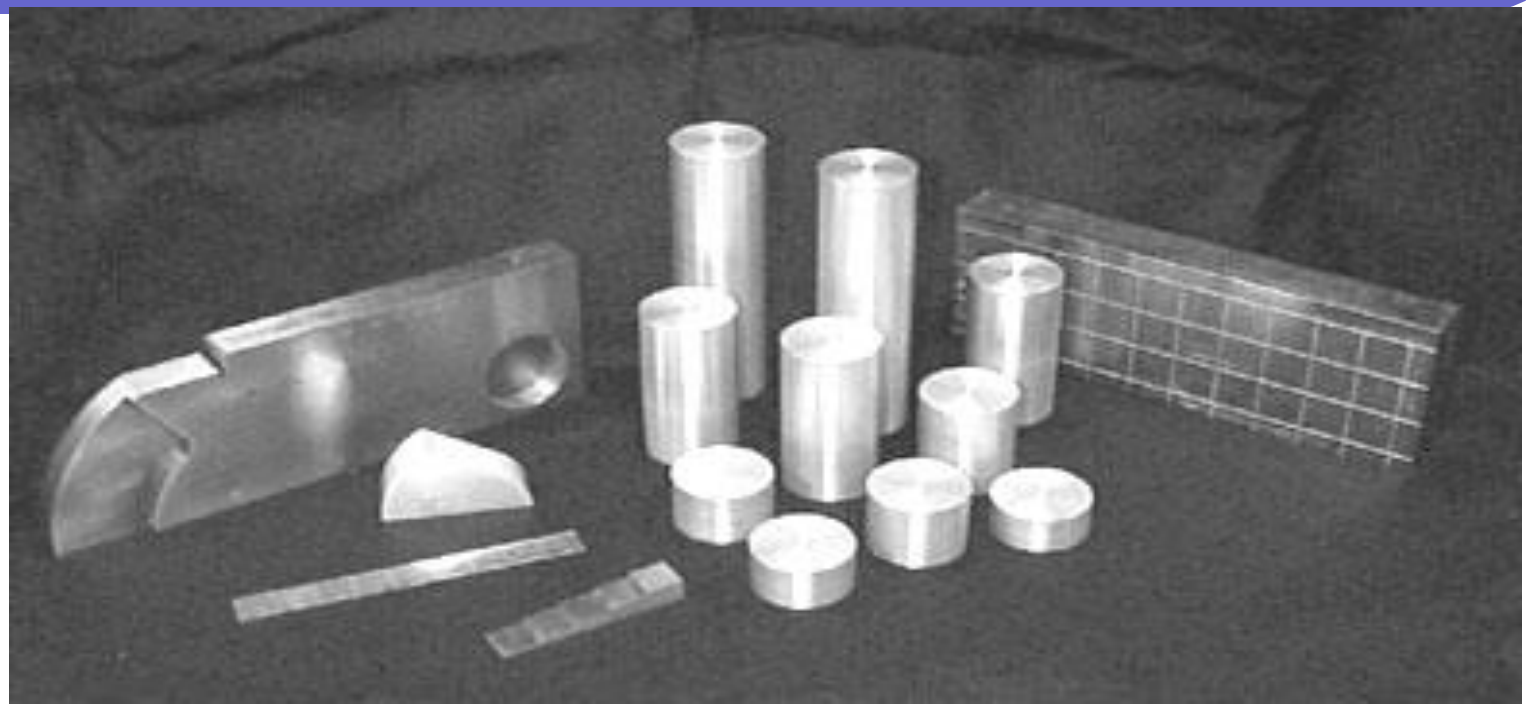
مقدمة

- المعايرة هي الإجراء الذي نقوم به لضبط دقة جهاز القياس.
- في اختبار الأمواج فوق الصوتية يجب علينا القيام بعدة أنواع من المعايرة. فمنها مثلاً معايرة إلكترونية الجهاز لضمان إنجازه للعمل الذي صمم من أجله، إلا أن هذه المعايرة يقوم بها مصنّع الجهاز، ولكن من الضروري أيضاً للمشغل أن يقوم بما يسمى (معايرة المستخدم) للجهاز. ومعايرة المستخدم هذه ضرورية لأن معظم أجهزة الأمواج فوق الصوتية يمكن أن يتم استخدامها في تطبيقات مختلفة جداً، وبالتالي يجب على المستخدم أن يعاير النظام بما يوافق العينة المراد اختبارها بحيث يضمن المستوى المطلوب من الدقة أثناء عمل الجهاز وإعداداته وإعدادات الاختبار.

مقدمة

- إن جميع القياسات في الأمواج فوق الصوتية تتم بالمقارنة مع قيم معروفة. ففياس السماكات، وقياس حجم العيب وقياس القيم المتعلقة بخواص المواد كلها تتطلب وجود قالب معياري مرجعي للمقارنة؛ هذا ويوجد نوعان من القوالب: القوالب المرجعية المعيارية والقوالب الخاصة المعيارية.
- إن أبعاد القوالب المرجعية المعيارية مفصلة في المعايير ومتوفرة تجارياً. ويبين الشكل رقم (٥-١) أشهرها.
- الشكل (٥-١): القوالب المرجعية المعيارية

مقدمة



الشكل (٥-١): القوالب المرجعية المعيارية

تصنّع القوالب المرجعية المعيارية بأشكال وأحجام مختلفة لتناسب الهدف المقصود، بينما تصنّع القوالب الخاصة المعيارية من أجل التطبيقات الخاصة ولا تستخدم لأهداف أخرى.

ونعدد هنا الأهداف المقصودة للقوالب المرجعية المعيارية:

مقدمة

ضبط مستوى الحساسية.
ضبط المجال والتأخير.
ضبط خصائص المسبار.
ضبط خصائص الحزمة الصوتية.
ضبط حدود الحساسية.
ضبط حدود الخطية (العمودية والأفقية).
ضبط مفتاح التضخيم (الربح).
ضبط التوهين في المادة المعطاة.
ضبط صحة تقنية الاختبار.

قوالب معايرة تصحيح مطال المسافة والمساحة:
(AREA AND DISTANCE AMPLITUDE BLOCKS)

- تم ذكر قوالب معايرة تصحيح مطال المسافة والمساحة وتحديد أبعادها في كود الجمعية الأمريكية لاختبار المواد المتعلق بخلائط الألمنيوم ذي رقم ASTM E127(7075 T6 Aluminum Alloy) والمتعلق بخلائط الفولاذ الكربوني والسبائكي ذي الرقم ASTM E428 (Carbon and alloy steel). ويبين الشكل (٥ - ٢) قوالب تصحيح مطال المسافة، وتناسب هذه القوالب الاختبار بتقنيتي التماس المباشر والغمر.

قوالب معايرة تصحيح مطال المسافة والمساحة:
(AREA AND DISTANCE AMPLITUDE BLOCKS)

- الشكل (٥-٢): قوالب تصحيح مطال المسافة

- وهي مصممة بشكل أسطواني بقطر ٢ إنش، ويحوي أحد طرفيها على ثقب سفلي مسطح مسدود لطرد الماء أو الملوثات لكي يُضمن انعكاس نظامي عنه. ويوضع المسبار على الطرف المقابل للثقب السفلي المسطح أثناء المعايرة.
- يكون نوع المادة والأبعاد القياسية مختوماً على القوالب كما هو موضح في الشكل رقم (٥ - ٣).

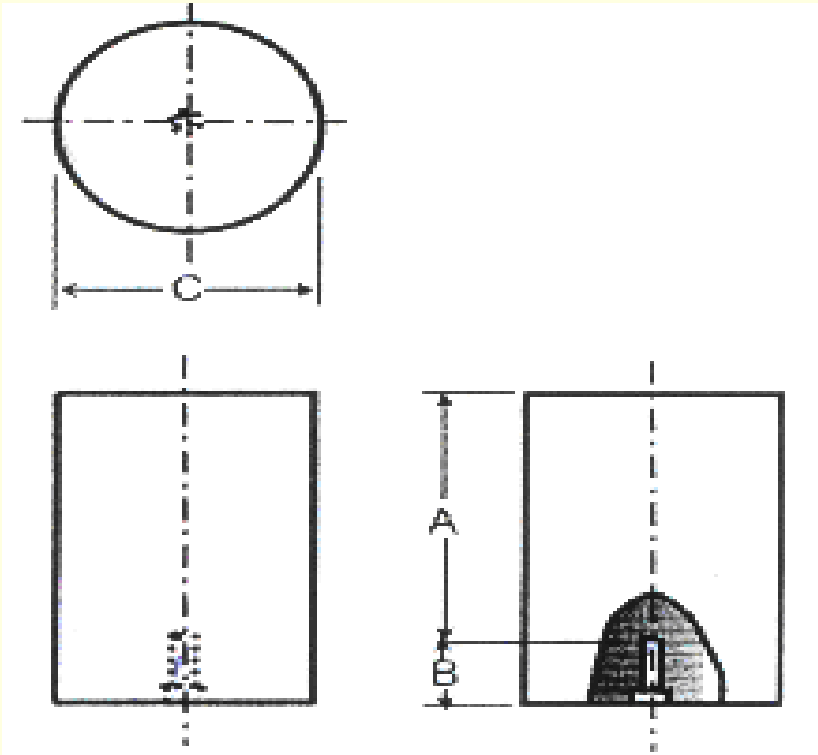
قوالب معايرة تصحيح مطال المسافة والمساحة:
(AREA AND DISTANCE AMPLITUDE BLOCKS)

الشكل (٥ - ٣): الرموز والأرقام المختومة على قالب معايرة تصحيح مطال المسافة والمساحة

تستخدم قوالب تصحيح مطال المساحة لتحديد مدى إستجابة النظام لتغير حجوم العاكس الحرجة ويعطي معلومات عن مدى صحة الخطية الشاقولية النسبية للنظام.

قوالب معايرة تصحيح مطال المسافة والمساحة:
(AREA AND DISTANCE AMPLITUDE BLOCKS)

تتألف مجموعة قوالب تصحيح مطال المساحة من ٨ قوالب وأبعادها مبينة في الشكل (٥ - ٤).

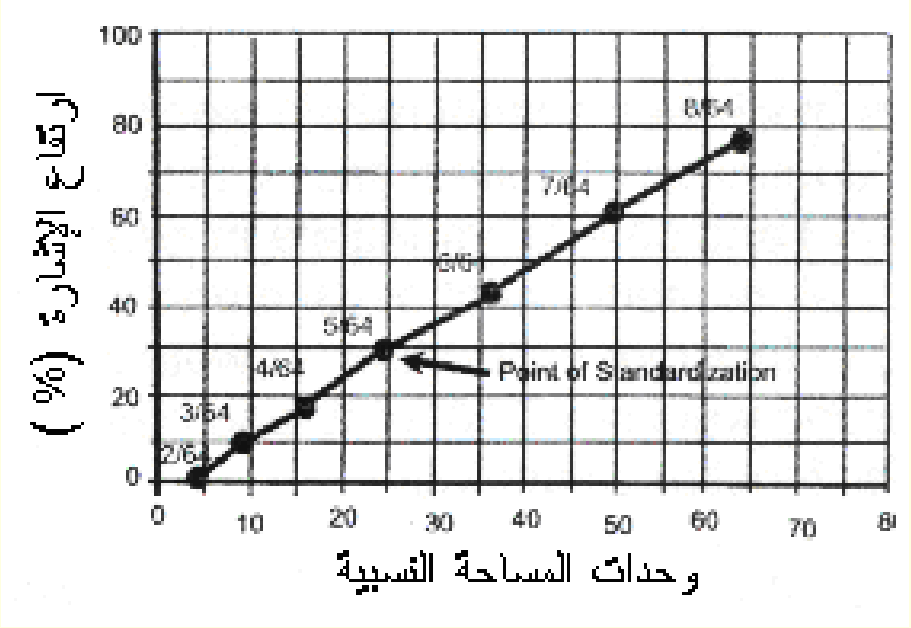


الشكل (٥-٤): قوالب تصحيح مطال المسافة والمساحة

حيث: A = 2.75 in، و B = 0.75 in، و C = 2.00 in، وتتراوح أقطار الثقب السفلي المسطح بين القيم 1/64 إنش، 2/64إنش، 3/64إنش، 4/64إنش، و8/64 إنش.

قوالب معايرة تصحيح مطال المسافة والمساحة:
(AREA AND DISTANCE AMPLITUDE BLOCKS)

يظهر الشكل رقم (٥ - ٥) النتيجة النموذجية لجهاز الأمواج فوق الصوتية باستخدام قوالب تصحيح مطال المساحة.

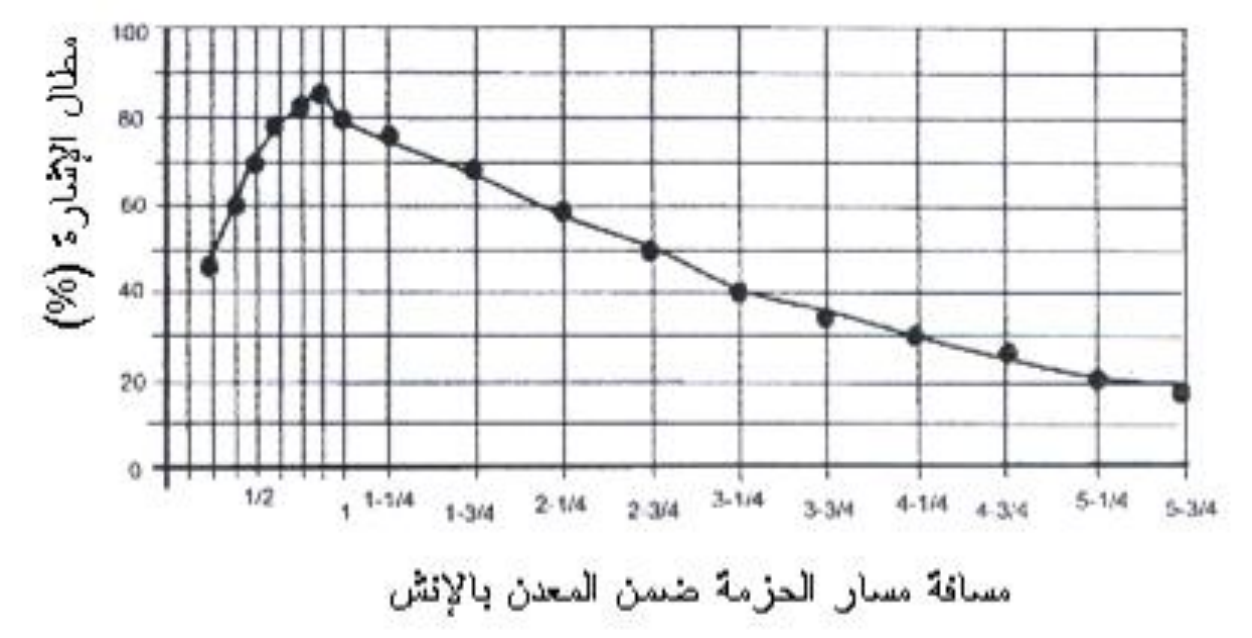


الشكل (٥-٥): منحني تصحيح مطال المساحة

تتألف قوالب تصحيح مطال المسافة من ١٩ قالب مشابه لقوالب تصحيح مطال المسافة بنفس أقطار الثقوب لكن تختلف عنها بالمسافة التي تقطعها الحزمة الصوتية ضمن المعدن (المسافة A). قطر الثقب ممكن أن يكون 3/64 أو 5/64 أو 8/64 المسافة A تساوي 1/16، 1/8، 1/4، 3/8 ، 1/2، 5/8، 3/4، 7/8 ، 1 ، 1-1/4، 1-3/4، 2-1/4، 2-3/4 ، 3-1/4 ، 3-3/4 ، 4-1/4 ، 4-3/4 ، 5-1/4 و 5-3/4

قوالب معايرة تصحيح مطال المسافة والمساحة:
(AREA AND DISTANCE AMPLITUDE BLOCKS)

قد تحتوي مجموعة القوالب هذه على عدد أكثر أو أقل من القوالب يعتمد ذلك على التطبيق.
تستخدم هذه القوالب لمقارنة ارتفاعات الإشارات من العيوب الحرجة المطابقة عند زيادة مسافة المسار المعدني، الشكل (٥-٦) يظهر النتائج النموذجية.

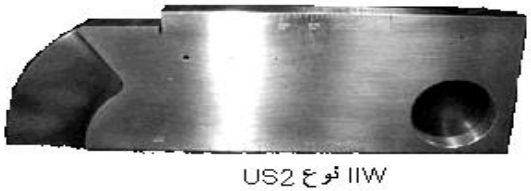


الشكل (٥-٦): منحني تصحيح مطال المسافة

قالب المعايرة IIW أوV1

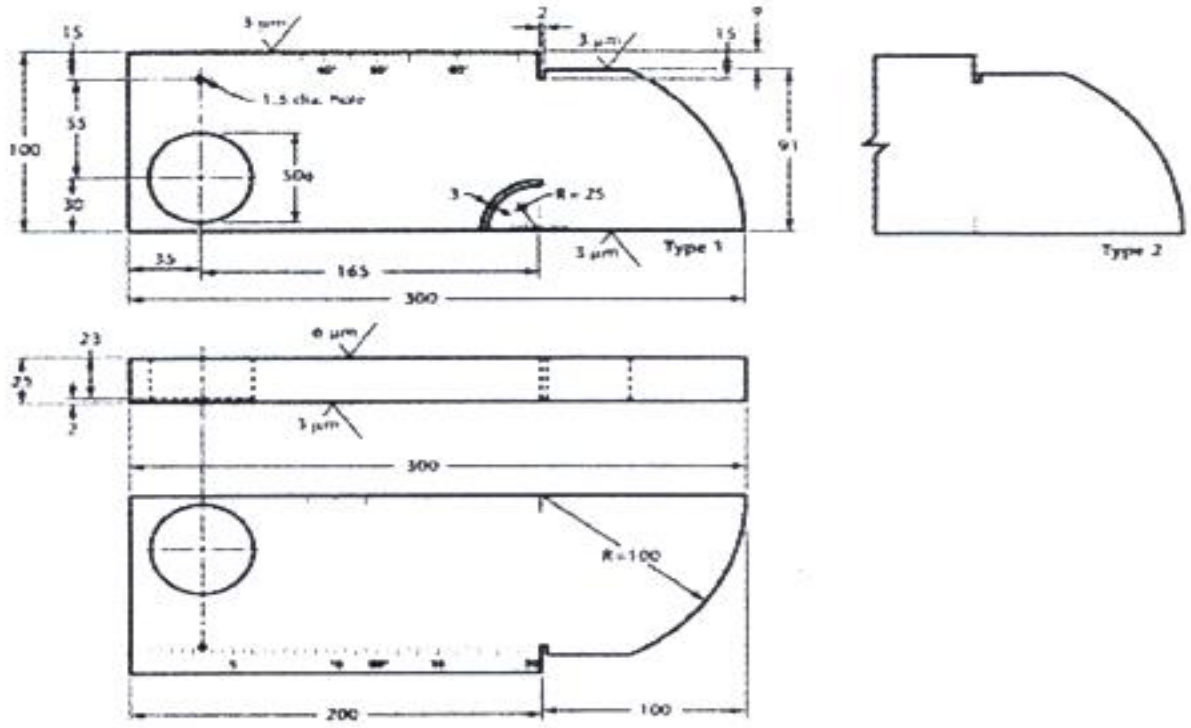
إن قالب المعاير IIW الأصلي هو قالب من الفولاذ وأبعاده مقاسه بالوا حدات الدولية (المترية) أما الآن فقد أصبح متوفر قوالب من الألمنيوم وخلائط الفولاذ المقاسة بالوا حدات المترية والإنكليزية، الشكل (٥-٨) يظهر أبعاد القالب بالواحدات المترية.

كما أن هناك عدة أنواع من القوالب كما يظهر في الشكل (٥-٧).



أنواع القالب IIW

قالب المعايرة IIW أوV1



IIW UT Calibration Block (SI)

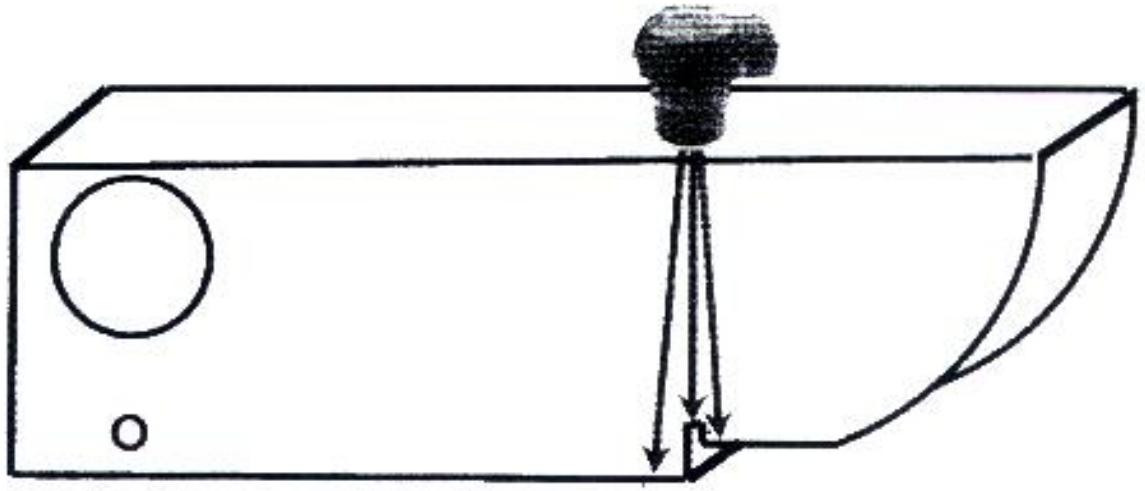
الأبعاد المترية لقالب المعايرة IIW

قالب المعايرة IIW أوV1

a- معايرة المجال ومدى التأخير الزمني لمسبار الحزمة الطولية:
لمعايرة الحزمة الطولية فإن سماكة القالب تساوي ٢٥مم والثقب البلاستيكي ذو ثخانة أقل وبما أن سرعة الصوت في البلاستيك أقل من سرعة الصوت في الفولاذ فإن الزمن اللازم ليرتد الصوت من السطح الخلفي للثقب البلاستيكي ضعف الزمن اللازم للارتداد من الفولاذ أي ثخانة البلاستيك تكافئ ضعف ثخانة القالب.

قالب المعايرة IIW أوV1

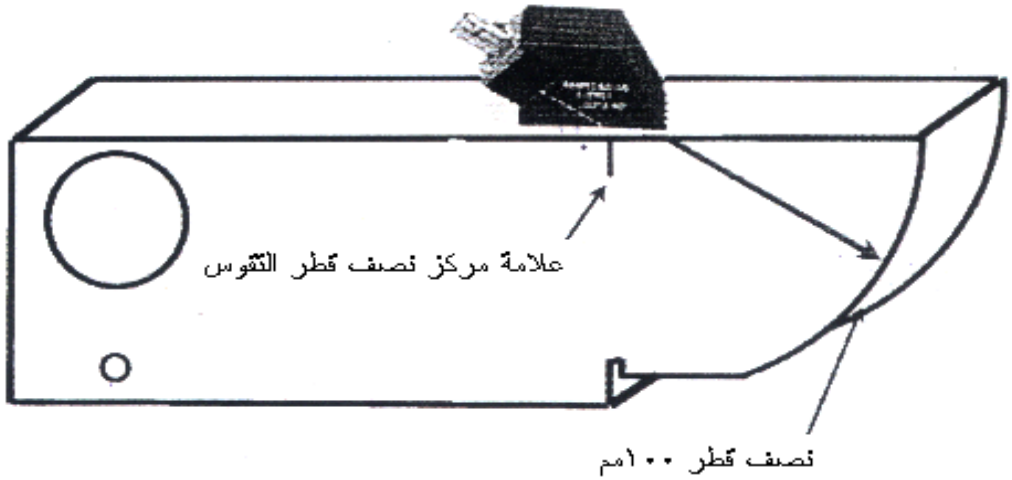
b– التباين في النظام عند استخدام مسابر أمواج طولية: تحدد بواسطة ثلاث أهداف يفصل بينها مسافات قريبة من بعضها البعض كما يظهر في الشكل (٥-٩).



يجب أن ينتج عنه ثلاث أصداء واضحة بحيث يكون ارتفاع الإشارة على الشاشة عند حد معين (عادة مايكون ٢٠% من ارتفاع الشاشة).

قالب المعايرة IIW أوV1

c– معايرة المجال ومدى التأخير الزمني لأمواج القص (العرضية): يمكن إجراء هذه المعايرة كما يظهر في الشكل (٥-١٠) بواسطة جعل الإشارة المتشكلة من نصف القطر ١٠٠مم أعظمية ونقوم بضبط مفتاحي المجال والتأخير الزمني بحيث يظهر على الشاشة إشارتان. إن المسافة التي تقطعها الحزمة الصوتية تعتمد على نوع القالب IIW المستخدم، ففي القالب ذي الشق العامودي على السطح مثلاً تكون ١٠٠ و٢٠٠ مم وفي القالب US1 تكون المسافة ١٠٠ و٢٢٥مم. نجعل الصدى الأعظمي الأول عند التدريجة المناسبة (حسب مجال المعايرة) باستخدام مفتاح التأخير ثم نجعل الصدى الأعظمي الثاني عند التدريجة المناسبة باستخدام مفتاح تغيير السرعة. نكرر الإجراءين السابقين حتى نحصل على المطلوب.



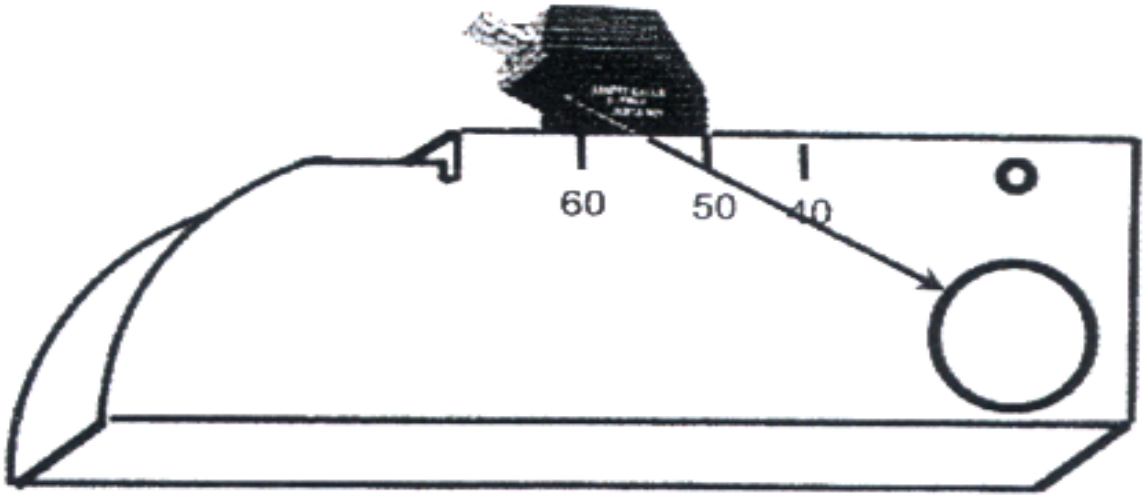
قالب المعايرة IIW أوV1

d– تعيين نقطة خروج الحزمة من مسبار الموجة العرضية: يمكن تحديد نقطة خروج الحزمة بالحصول على الإشارة الأعظمية المتشكلة من النصف القطر (١٠٠مم) ومقارنته مع علامة مركز نصف قطر الانحناء على القالب كما يظهر في الشكل (٥-١٠).

من الضروري تحديد نقطة خروج الحزمة من المسبار قبل قياس زاوية الانكسار

قالب المعايرة IIW أوV1

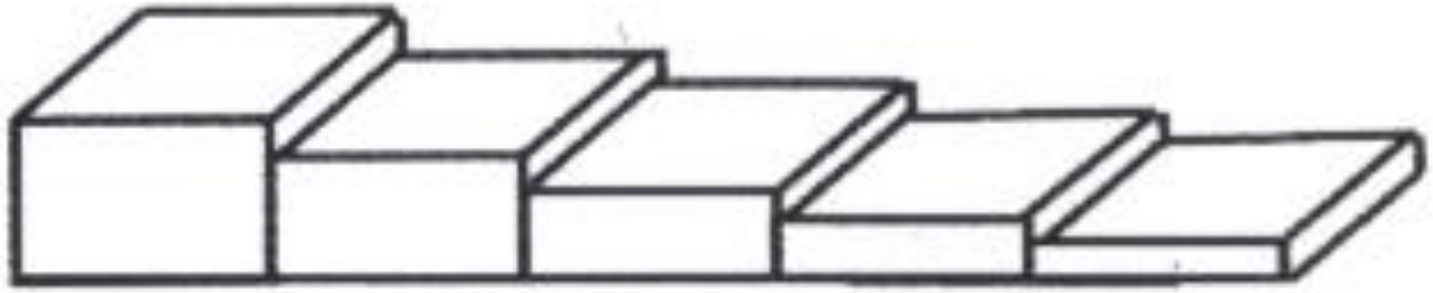
e– تحديد زاوية الانكسار لمسبار الأمواج العرضية: يتم تحديدها بتوجيه الحزمة فوق الصوتية باتجاه الثقب المناسب كما في الشكل (٥-١١) بحيث نحصل على الإشارة الأعظمية ونقارن بين نقطة خروج الحزمة من المسبار مع التدريجات الزاوية على القالب.



تحديد زاوية الانكسار لمسبار الأمواج العرضية

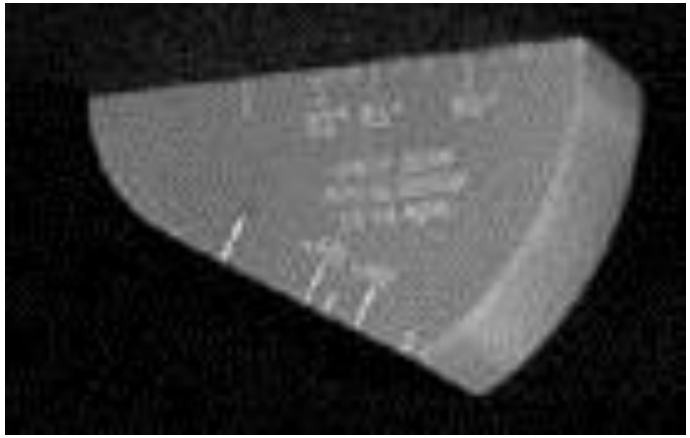
المسطرة المدرجة:

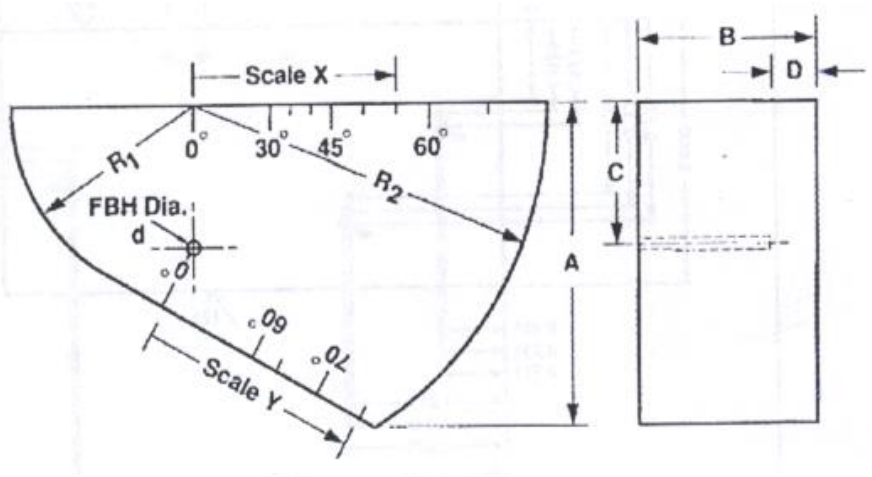
تستخدم في معايرة شاشة جهاز الاختبار لقياس الثخانات كما هو مبين في الشكل.



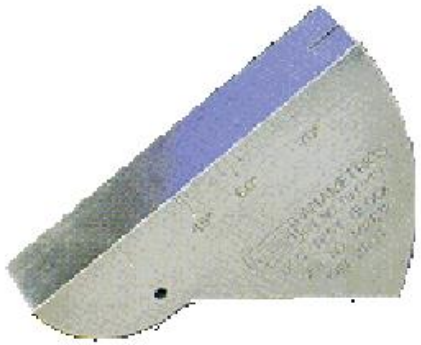
المسطرة المدرجة

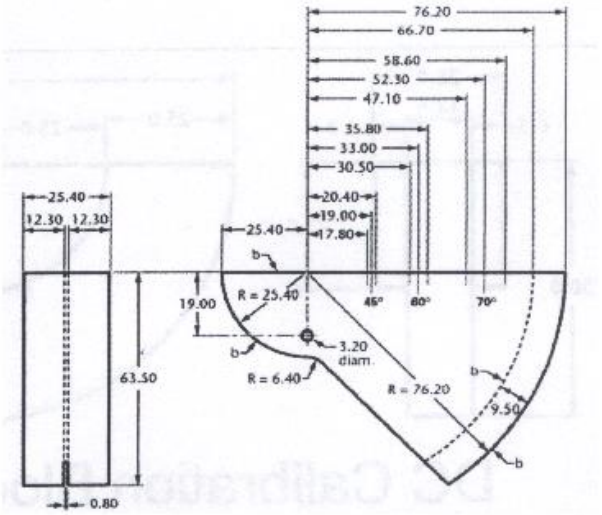
(Rompas Block) Miniature Angle Beam Calibration Block: V2 القالب





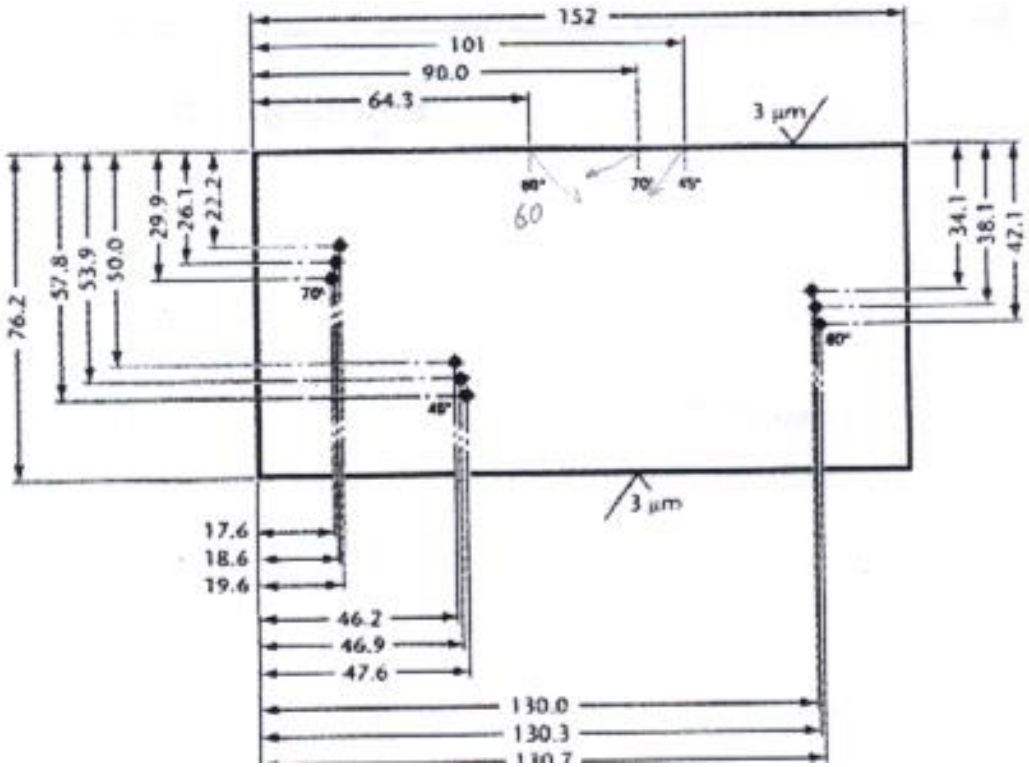
قالب معايرة الحساسية والمسافة:



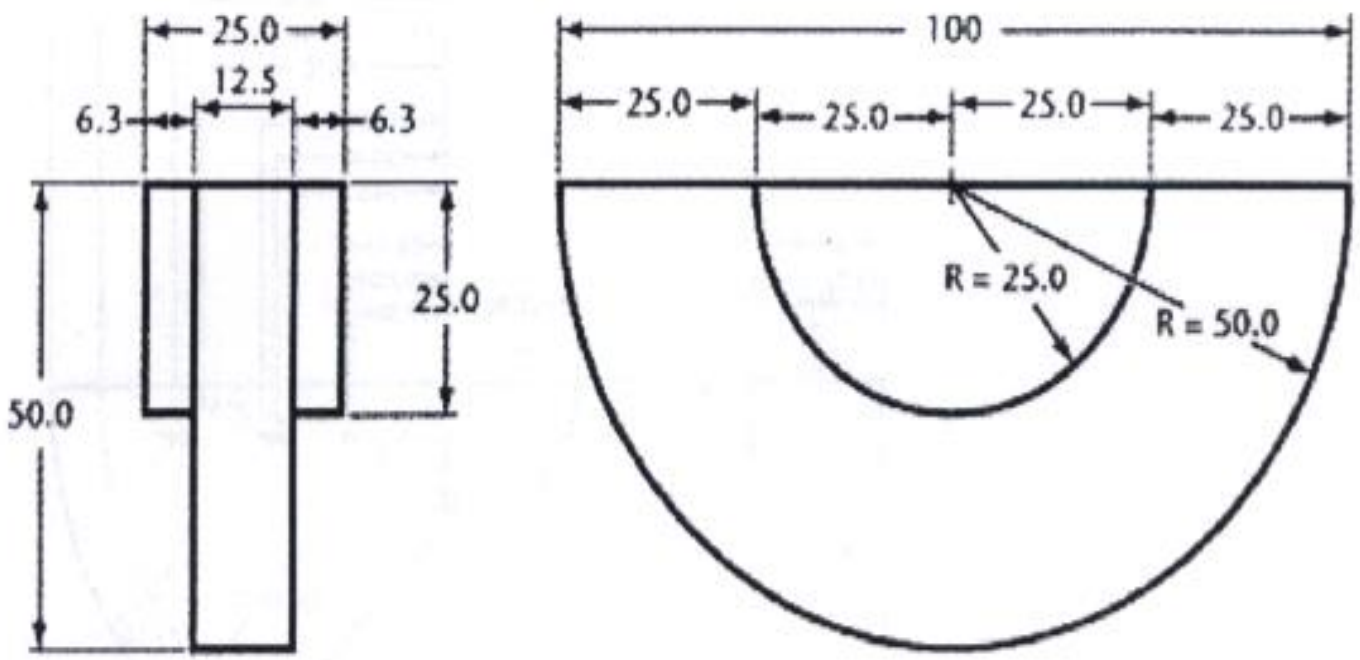


Distance & Sensitivity
Calibration Block (SI)

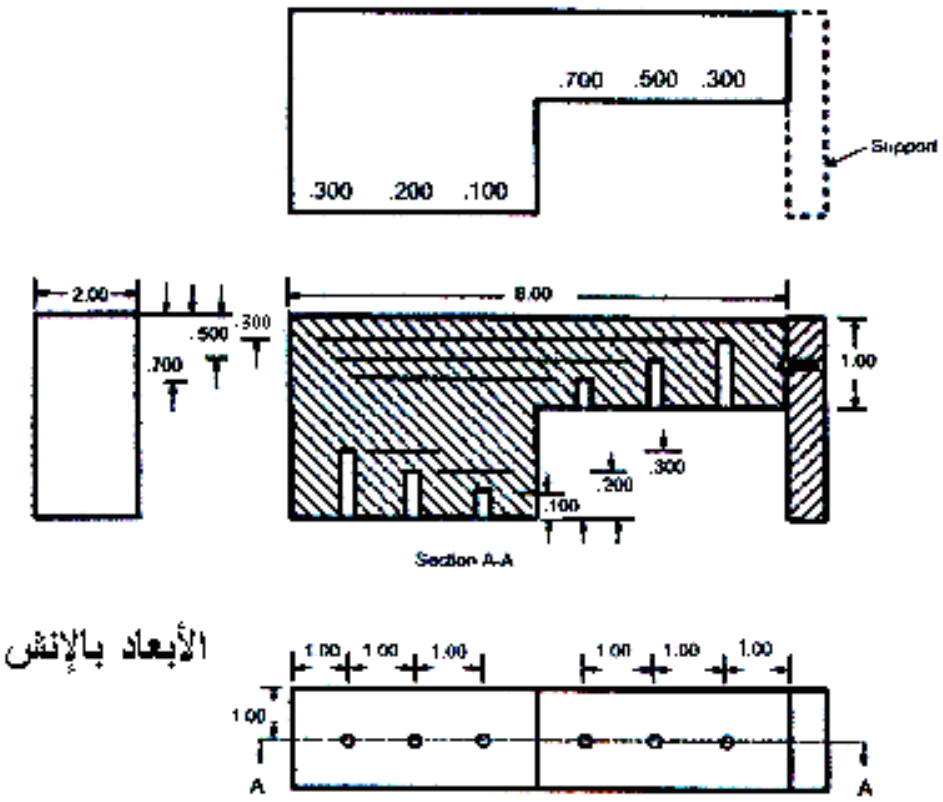
قالب اختبار مقدرة الفصل للحزمة الزاوية
(Angle Beam Resolution Block)



قالب المعايرة DC المستعمل لمعايرة المسافة:

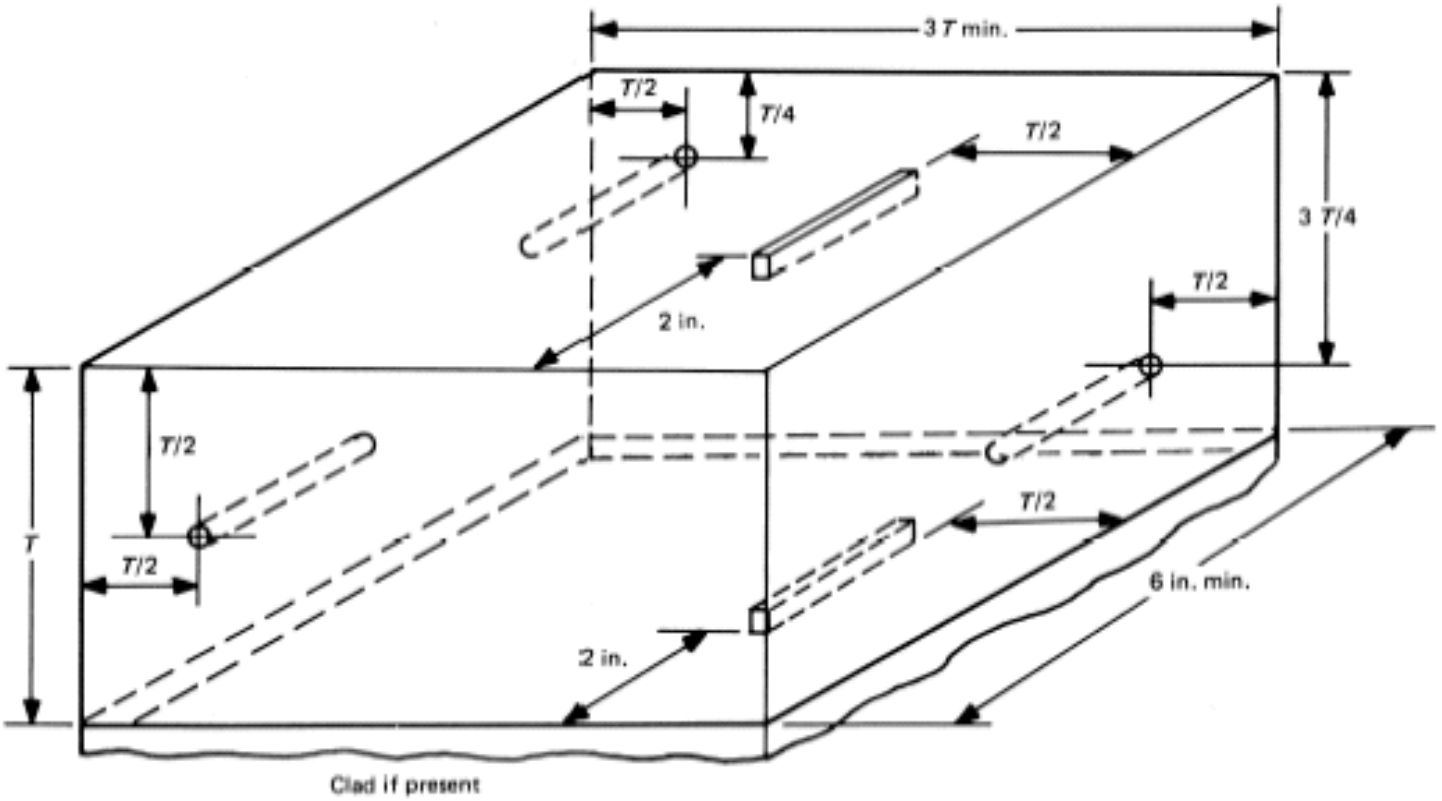


قالب اختبار مقدرة الفصل للأمواج الطولية



قالب اختبار مقدرة الفصل للأمواج الطولية في المجالين القريب والبعيد الوارد في المواصفة ASTM E 317 – 01

قالب المعايرة الأساسي في الكود الأمريكي الـ ASME:



قالب المعايرة الأساسي في الكود ASME

قالب المعايرة الأساسي في الكود الأمريكي الـ ASME:

وتعطى الأبعاد الأساسية للقالب وفق الجدول

سماكة اللحام (t) [إنش]	سماكة قالب المعايرة الأساسي (T) [إنش]	قطر الثقب [إنش]	أبعاد الخدش
١ أو أقل	3/4 أو t	3/32	العرض = 1/8 إنش إلى 1/6 إنش العمق = 2%T أو 0.04 إنش أيهما أكبر على معدن الأساس الطول = 2 إنش على الأقل
فوق ١ حتى ٢	1 1/2 أو t	1/8	
فوق ٢ حتى ٤	3 أو t	3/16	
فوق ٤ حتى ٦	5 أو t	1/4	
فوق ٦ حتى ٨	7 أو t	5/16	
فوق ٨ حتى ١٠	9 أو t	3/8	
فوق ١٠	t±1	يجب أن يزيد عن 1/16	

الأبعاد الرئيسية لقالب المعايرة الأساسي وفق الكود ASME

T: سماكة العينة.

يمثل هذا القالب النموذج الأساسي المستخدم عندما يراد اختبار عينات وفق ال ASME كود وذلك لـ: - معايرة مجال ومدى المسح.

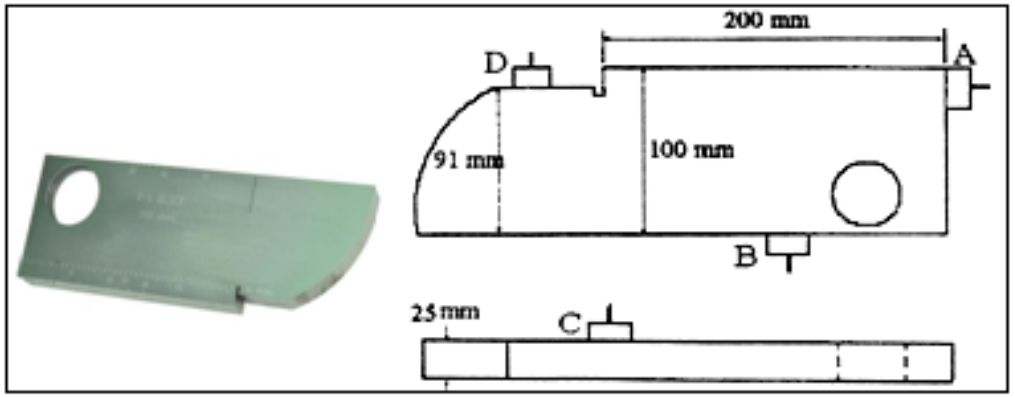
معايرة منحني تصحيح مطال المسافة.

معاير مكان التوضع.

إجراءات متعددة أخرى.

أ- معايرة جهاز الاختبار بالمسابر الطولية وباستخدام البلوك V_1 وV_2

يبيّن الشكل (9-33) والجدول (9-5) مواضع مسبار توليد الأمواج الطولية على البلوك V_1 والتخانات التي يمكن معايرة الشاشة عليها.

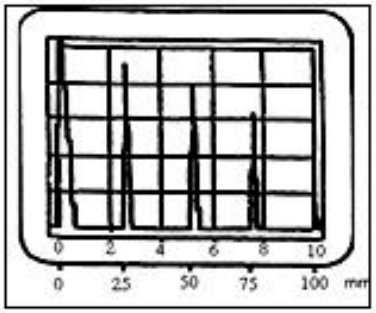


الشكل (9-33): مواضع المسبار الطولي على البلوك V_1.

الجدول (9-5): تخانات المعايرة وفقاً لموضع مسبار توليد الأمواج الطولية على البلوك V_1.

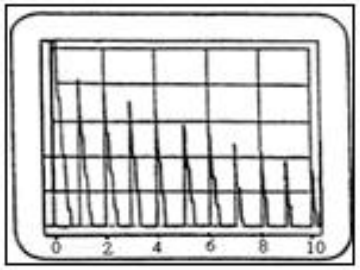
موضع المسبار	التخانه (mm)
A	600- 400 – 200
B	500-400-300-200-100
C	150-125-100-75-50-25
D	273-182-91

يبيّن الشكل (9-34) شاشة جهاز تمّ معايرتها على تخانة (100(mm بدلالة أربعة أصداء خلفية ناتجة عن تخانة (25(mm من البلوك V_1، وضعية C.



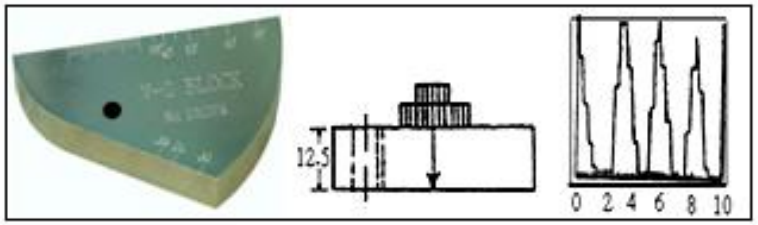
الشكل (9-34): شاشة تمّ معايرتها على ثخانة (100(mm.

ويبيّن الشكل(9-35) شاشة جهاز تمّ معايرتها على ثخانة (1000(mm بواسطة عشرة أصداء خلفية ناتجة عن ثخانة (100(mm من البلوك V_1، وضعية B.



الشكل (9-35): شاشة تمّ معايرتها على ثخانة (1000(mm.

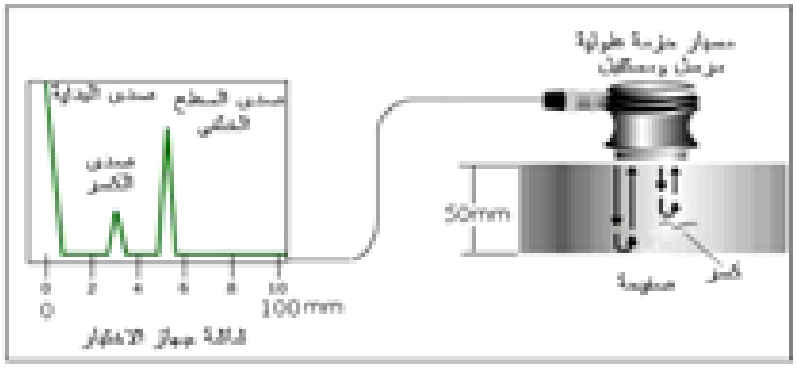
يبيّن الشكل (9-36) شاشة جهاز تمّ معايرتها على ثخانة (50(mm بواسطة أربعة أصداء للثخانة 12.5 mm لبلوك المعايرة V_2.



الشكل (9-36): شاشة تمّ معايرتها على ثخانة (50(mm.

يبيّن الشكل (9-37) شاشة جهاز اختبار بالأمواج فوق الصوتية تمثّل معايرتها على مسار أمواج طولية في الفولاذ بسُماكة (100(mm وذلك لاستخدام الجهاز في الكشف عن وجود عيوب في صفيحة من الفولاذ ذات سُماكة (50(mm.

أظهرت نتيجة المسح وجود ثلاثة أصداء على شاشة جهاز الاختبار، صدى البداية (Initial pulse)، الذي ينتج عن انعكاس جزء من الموجة الصوتية، المولدة نتيجة لتطبيق فرق كمون كهربائي على بلورة مسبار الاختبار عند الإرسال (Pulser)، عند اختراقها للسطح العلوي والتقاطه من قبل الدارة الإلكترونية للمسبار عند الاستقبال (Receiver). والصدى الثاني هو صدى على بعد (30(mm من السطح العلوي للصفيحة، ناتج عن إنعكاس جزء من الموجة الصوتية عن كسر متواجد في الصفيحة على ذات عمق نقطة ارتفاع الصدى. والصدى الثالث هو صدى السطح الخلفي (Back surface echo) الناتج عن إنعكاس الموجة الصوتية عن السطح الخلفي للصفيحة، الذي يبعد عن بلورة المسبار مسافة (50(mm، والتقاطه من قبل الدارة الإلكترونية للمسبار عند الإستقبال.



الشكل (9-37): إشارات الصدى الناتجة عن اختبار صفيحة من الفولاذ.

والحمد لله ربّ العالمين