

تحديد أنواع العيوب في بيليتات الفولاذ بجهاز الأمواج فوق الصوتية باستخدام مسبر الأشعة المباشرة

الدكتور علي هترة*

الدكتور رامي منصور**

(تاريخ الإيداع 4 / 9 / 2013. قُبل للنشر في 7 / 11 / 2013)

▽ ملخص ▽

يهدف البحث إلى الكشف عن العيوب و الانقطاعات في البيليت الفولاذي بالأمواج فوق الصوتية باستخدام مسبر فحص مباشر. أُجري الفحص على عدد كبير من البيليتات المستورة الحاوية على عيوب داخلية. أظهرت النتائج التجريبية إمكانية الفحص بالمسبر المباشر حيث أظهرت الفحوصات إمكانية الكشف عن أنواع مختلفة من العيوب مثل الشقوق الميكروية والماكروية وعيوب التقلص والفقاعات الهوائية والمتضمنات اللا معدنية والمسامات والكثير من العيوب المختلفة الصغيرة والكبيرة. أظهرت التجارب أنه إذا كان ضرورياً تحديد حجم أو أبعاد العيوب فإن ذلك يتطلب استخدام مسبر زاوي إضافة إلى المسبر المباشر

الكلمات المفتاحية: الفحص بالأمواج فوق الصوتية مسبر الأشعة المباشرة - العيوب الداخلية

* أستاذ مساعد- كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - قسم التصميم والإنتاج- جامعة تشرين - اللاذقية- سورية.

** أستاذ- كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - قسم التصميم والإنتاج - جامعة تشرين - اللاذقية- سورية.

Determining the Type of Defects in Steel Billet by Ultrasonic Detector Using Straight Beam Probe

Dr. Ali Hatra*
Dr. Rami Mansour**

(Received 4 / 9 / 2013. Accepted 7 / 11 / 2013)

▽ ABSTRACT ▽

This research aims to inspect the defects and discontinuities in steel billet by ultrasonic detector. Straight beam probe used to detect a lot number of imported steel billets that clearly have internal defects.

The results showed the possibility of initial detection by straight beam probe, and initial defining the types of defects such as, micro and macro cracks, shrinkage defect, blow holing, inclusion, porosity and others type of internal defects.

The experiments showed that if the necessity is defining the size of defects, this requires angle beam probe in addition to straight beam probe.

Key words: Ultrasonic Inspection by Straight Beam Probe, Internal Defect.

* Associate professor, Tishreen University, Mechanical and Electrical faculty, Design and Production Department, Syria, Latakia.

** Professor, Tishreen University, Mechanical and Electrical faculty, Design and Production Department, Syria, Latakia.

مقدمة:

على الرغم من تقنيات الفحص والتفتيش المتطورة المستخدمة خلال مراحل إنتاج بيليت فولاذ التسليح [1,2,3,4] إلا أن الحصول على بيليت خالٍ من العيوب الداخلية مازال غير ممكن حتى وقتنا المعاصر. تظهر الدراسات [5,6,7,8,9] أن العيوب المحتملة الوجود في بيليت إنتاج حديد التسليح قد تكون سطحية أو داخلية ويمكن تصنيفها على الشكل التالي:

1 - الانقطاعات Discontinuities وتعرف بأنها عدم استمرار أو عدم تجانس البنية والخواص الفيزيائية الناشئ عن احتواء المادة على الكسور أو الفقاعات الهوائية أو الخبث أو بسبب عدم تجانس الخلط في مختلف أجزاء المادة عند احتوائها على أكثر من معدن.

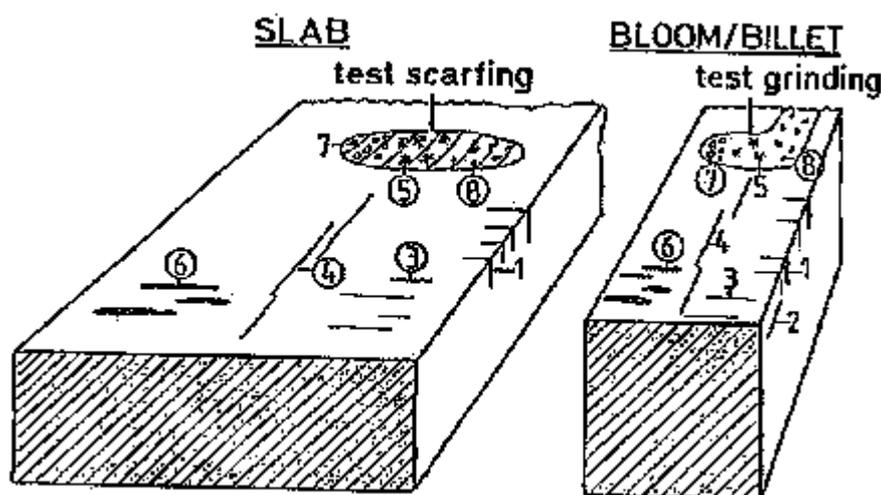
2 - العيوب Defects وهي انقطاعات ذات طبيعة وأبعاد و توضع تؤثر على المتانة الميكانيكية للقطعة بحيث لا تسمح باستثمار القطعة أو المادة في المكان المحدد لها وتعتبر كافة العيوب انقطاعات ولا تعتبر كافة الانقطاعات عيوباً

يمكن أن نميز نوعين من الانقطاعات

1 - انقطاع خطي Linear Discontinuities كاحتواء جسم القطعة على الكسور أو الشروخ أو نقص في الانصهار وتعتبر هذه الانقطاعات خطيرة

2 - الانقطاع الحجمي Volumetric Discontinuities كاحتواء جسم القطعة على خبث أو فقاعات هوائية ولا يمكن معرفة مدى خطورة هذه الفقاعات إلا بعد دراسة توزعها ضمن جسم القطعة

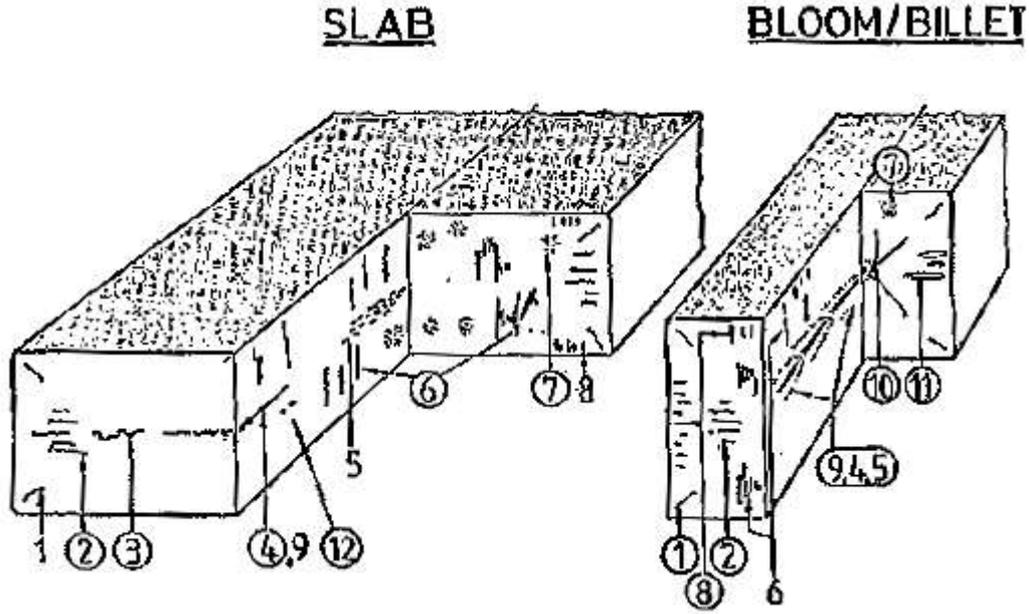
تمثل الانقطاعات الناتجة عن العمليات التعدينية أحد أهم الأسباب التي يمكن أن تسبب توقف خطوط الإنتاج في معمل الدرفلة وهذا النوع من الانقطاعات يحدث في طور تصلب المعادن بعد الصب Casting في أفران صناعة الحديد والفولاذ وتذكر منها [8,9,10]:



الشكل (1) - شقوق سطحية في كتلة فولاذية مسبوكة: 1 - شقوق زاوية عرضية، 2 - شقوق زاوية طولية، 3 - شقوق عرضية، 4 - شقوق طولية، 5 - شقوق نجمية الشكل، 6 - علامات عميقة، 7 - ثقوب، 8 - متضمنات ماكروية

المسامات (Porosity) - الفقاعات الهوائية (Blow Holes) - متضمنات خبثية أو معدنية (Inclusion) - كسور (crack) - انكماشات التقلص (Shrinkage) - انفصال في مكونات الخليطة (Segregation) وكذلك الانقطاعات الناتجة في عملية درفلة المعادن كالعرق (Seam) - الانقطاعات الناتجة في عملية التطريق (Forging) و الانقطاعات الناتجة أثناء تنفيذ الوصلات للحامية (Welding).

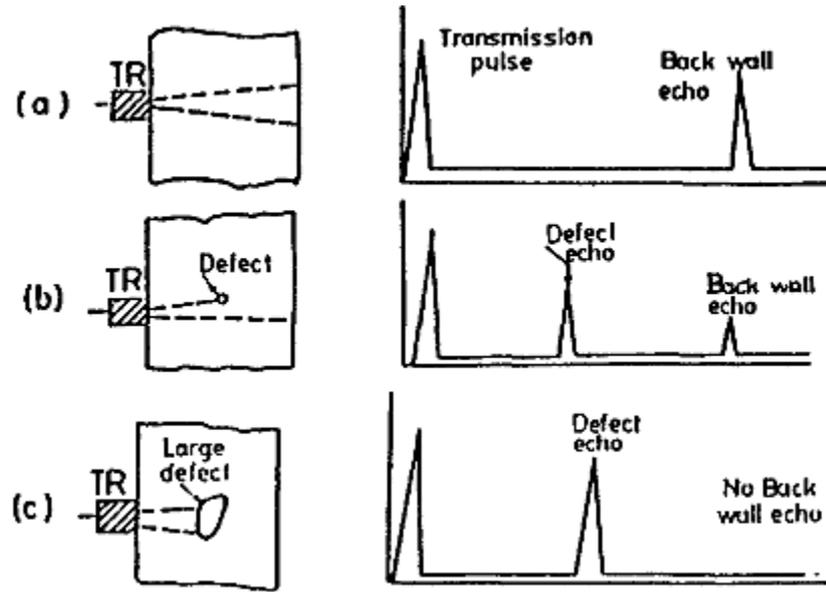
يوضح الشكلين (1,2) العيوب الداخلية والسطحية الممكن ملاحظتها في البيليتات المستخدمة في معامل الدرفلة الخاصة بقضبان التسليح [7].



- الشكل (2) - العيوب الداخلية في مسبوكة فولاذية 1 - شقوق زاوية داخلية، 2 - شقوق جانبية، 3 - شقوق محورية - 4 - انفصال محوري، 5 - فراغات، 6 - شقوق متوضعة بالمنتصف، 7 - متضمنات لا معدنية لامعة ، 8 - عيوب باتجاه السطح، 9 - تجويف التقلص، 10 - شق نجمي ، شقوق مائلة، 11 - ثقوب، 12 - انفصال شبه ماكروي

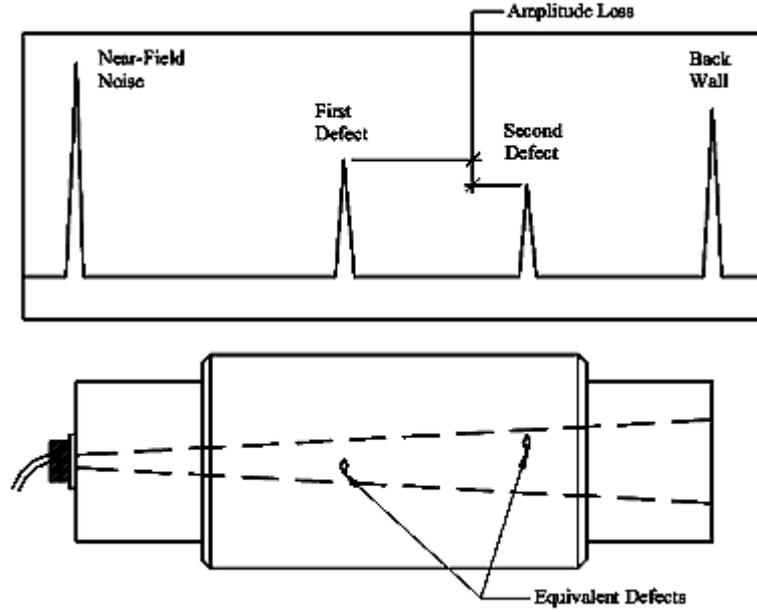
يمكن باستخدام الأمواج فوق الصوتية تحديد الأنواع السابقة الذكر من العيوب على الرغم من اختلاف أشكالها وأماكن توضعها. ويظهر الشكل (3) مخططاً عاماً يوضح كل من الإشارة الصوتية المنعكسة من العيوب الداخلية ومن الجدار الخلفي (Back Wall) باستخدام مسبر مباشر (Straight Beam probe) عند الفحص بطريقة الأمواج فوق الصوتية باستخدام طريقة الصدى النبضي (Echo - pulls) [11,12,13].

لتوضيح آلية الكشف عن العيوب الداخلية فإن الشكل (3) يظهر حالات ثلاث حيث نلاحظ في (a) أن الإشارة المنعكسة من الجدار الخلفي قوية (Back Wall) وهي أصغر من إشارة الدخل بسبب التوهين الذي تتعرض له الإشارة الصوتية، أما الشكل (b) فيبين ظهور إشارة تدل على وجود عيب (Defect Echo) وهي أكبر من إشارة الجدار الخلفي، في حين يظهر الشكل (c) أنه في حالة كون العيب كبيراً فإن إشارة الجدار الخلفي تختفي كلياً وتظهر فقط الإشارة المنعكسة من مكان العيب [13].



الشكل (3) - أشكال الصدى الناتجة عن الفحص بالأمواج فوق الصوتية باستخدام مسير مباشر
 -a ظهور صدى الجدار الخلفي ، b - ظهور صدى للعيوب إضافة لصدى الجدار الخلفي
 c - اختفاء صدى الجدار الخلفي وظهور صدى العيب فقط

يمكن خلال العمل على جهاز الفحص بالأمواج فوق الصوتية (Flaw Detector) باستخدام مسير مباشر أن نلاحظ حالات مختلفة للإشارات التي يمكن الحصول عليها وذلك حسب نوع العيوب المكتشفة وأماكن توزيعها ضمن العينة المدروسة، فالدراسات التجريبية حول هذا الموضوع عديدة وتظهر بشكل أو بآخر مدى الاختلافات المحتملة في شكل الأصداء الممكن تواجدها واكتشافها، كما وتظهر أيضاً الصعوبات التي يمكن مواجهتها عند استخدام طريقة الفحص بالأمواج فوق الصوتية. على سبيل المثال لا الحصر فإن الأشكال التالية (4,5,6,7) تبين بعض الحالات التي يمكن مواجهتها عند إجراء الفحص [12].

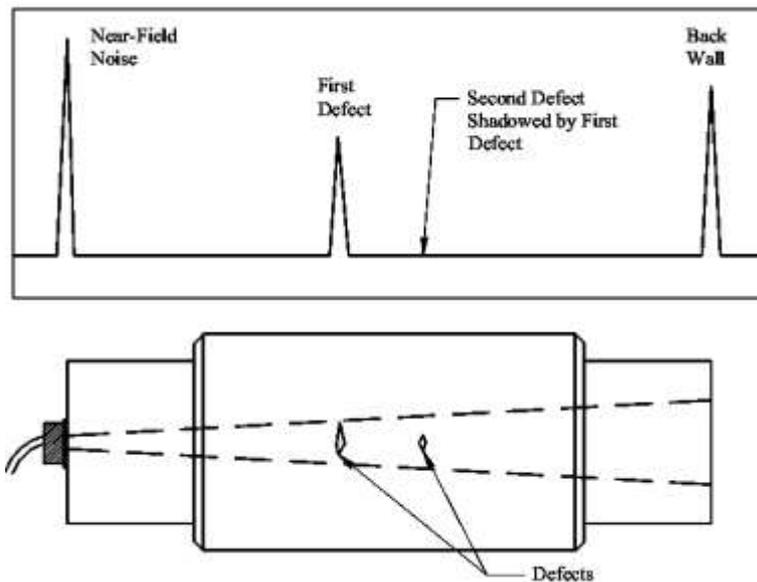


الشكل (4) - تأثير المسافة على الإشارة فوق الصوتية المنعكسة

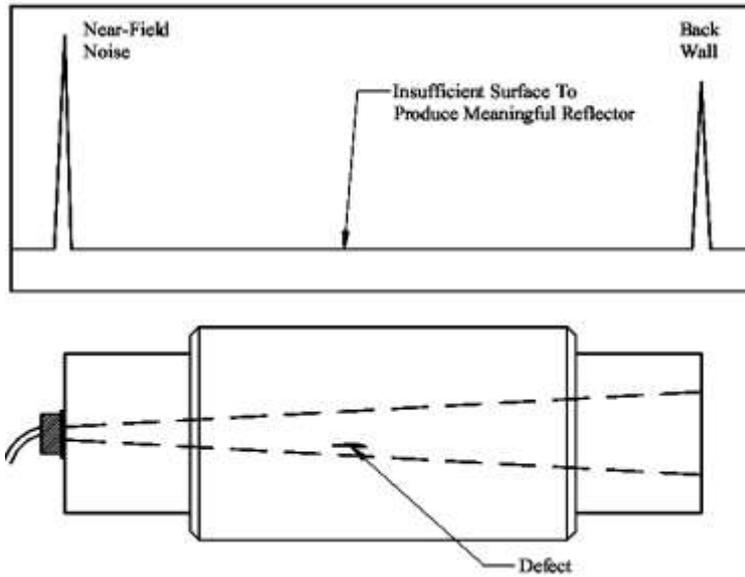
من الشكل (4) نلاحظ ظهور أكثر من عيب في العينة المدروسة حيث نلاحظ وجود منعكسين لإشارة الدخل من العيوب (العيب الأول First Defect والعيب الثاني Second Defect) إضافة لوجود منعكس آخر من الجدار الخلفي (Back Wall). بالطبع إن وجود العيوب بهذه المواقع المبينة بالشكل (4) سمح بإمكانية قراءتها وتحديد أماكنها، ولكن في حالات أخرى كما هو مبين بالشكل (5) فإنه ونتيجة لتوضع العيوب على محور واحد (العيب الكبير يليه مباشرة العيب الأصغر) جعل من الصعب اكتشاف العيب الصغير حيث تظهر شاشة الجهاز وجود صدق واحد عائد للعيب الأول الكبير في حين لا يلاحظ وجود أصداء تعبر عن وجود العيب الآخر.

يعتبر البحث بهذا الأسلوب غير كافٍ لتحديد كافة العيوب المحتملة الموجودة في المسبوكة ولهذا السبب يجب

العمل على استخدام مسابر زاوية بدلاً من المسابر المستقيمة المباشرة



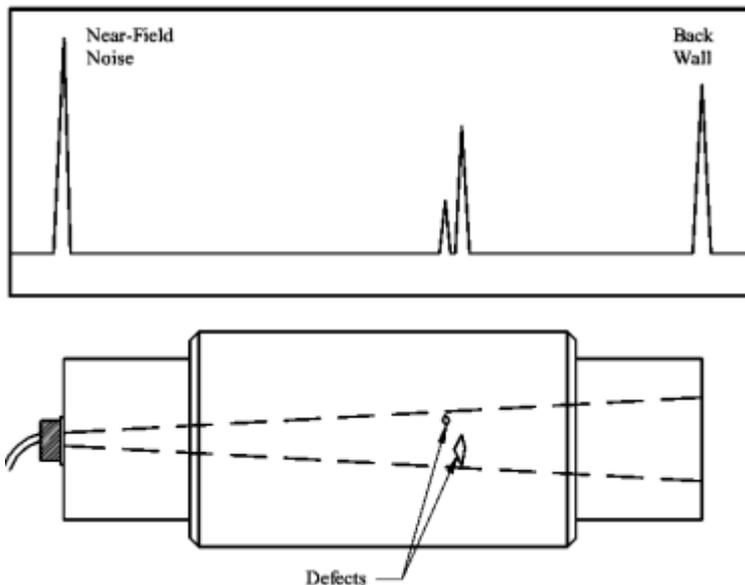
الشكل (5) - تأثير موقع العيوب على إشارات الأمواج فوق الصوتية المنعكسة



الشكل (6) - تأثير اتجاه العيب على الإشارة فوق الصوتية

من العيوب التي لا يمكن اكتشافها باستخدام المسابر المباشرة هي العيوب الشعيرية التي تشغل توضعات خاصة كما هو مبين بالشكل (6) الذي يوضح وجود شق طولي شعري عمودي على سطح مسير الفحص. مثل هذه التوضعات للشقوق لا يمكن تحديدها بالمسبر المباشر لأن تسجيل صدى العيب يكون غير ممكن مما يدل على فشل استخدام المسبر المباشر في تحديد موقع العيب [12].

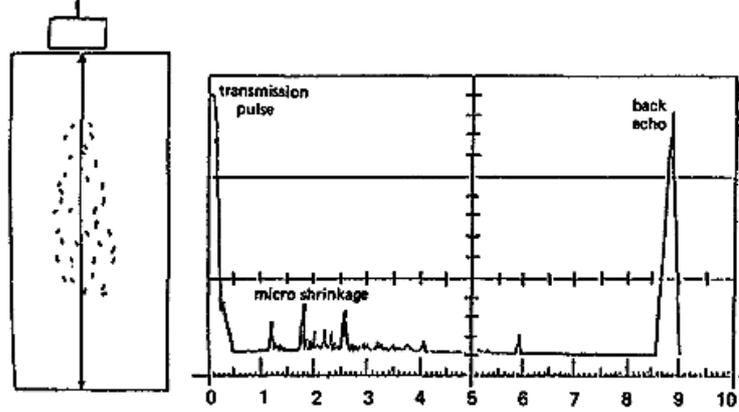
يظهر الشكل (7) أن أبعاد موجات الصدى يعطي فكرة واضحة عن طبيعة العيب المسجل، ففي حالة كون العيب كبيراً فإن الصدى يكون كبيراً، وفي حالة كون العيب صغيراً فإن الصدى المنعكس يكون صغيراً



الشكل (7) - تأثير حجم العيب على الإشارة فوق الصوتية

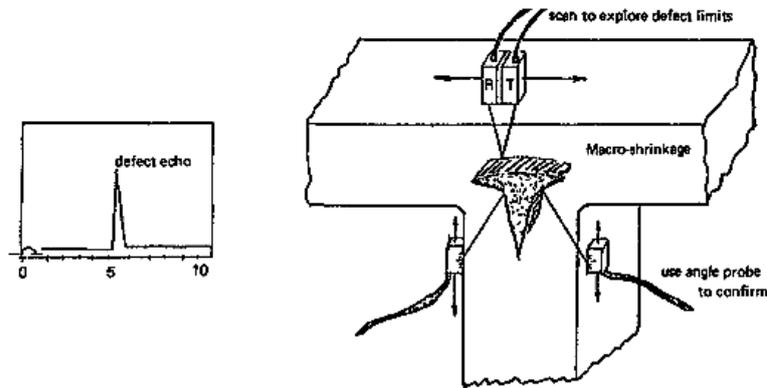
من عيوب المسبوكات عيوب التقلص (Shrinkage Defects) وهي عبارة عن تجاويف تشكلت خلال مرحلة التجمد، وهذه العيوب لا ترتبط بالغازات، ولكن إذا احتوت التجاويف على كمية كبيرة من الغازات فإن تأثيرها سوف يتعاطم [13].

يمكن لعيوب التقلص المتشكلة في المسبوكات الفولاذية أن تتركز في المقاطع المختلفة السماكة، كما يمكن لهذه العيوب أن تتشكل في المسبوكات التي مقطوعها العرضي ثابت حيث يكون تغلغل معدن التغذية ضعيفاً.



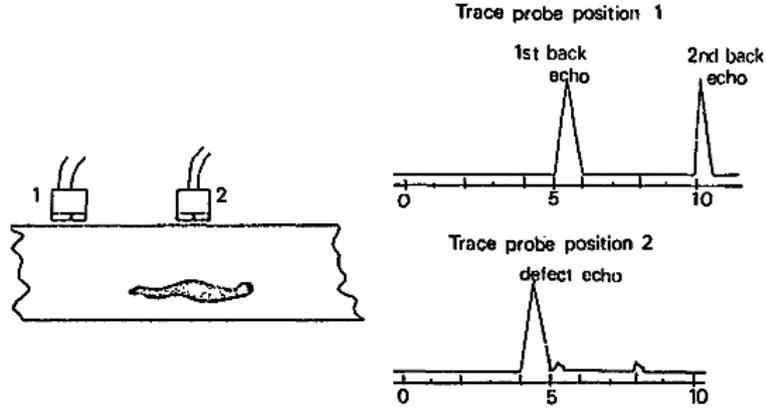
الشكل (8) - التقلصات الميكروية Micro - Shrinkage

تظهر التقلصات الميكروية (Micro Shrinkage) الموجودة في المسبوكات عند الفحص بالأمواج فوق الصوتية باستخدام مسير مباشر على شكل أصداء صغيرة كما هو موضح بالشكل (8) حيث يلاحظ أن التقلصات الميكروية الموزعة بشكل كبير في العينة المفحوصة، تظهر عند الفحص على شكل عيوب صغيرة الحجم [13]. أما التقلصات الماكروية (Macro Shrinkage) التي توجد أحياناً في المسبوكات فإن الصدى يكون واضحاً ويعبر عن العيب الكبير في المسبوكات كما هو موضح بالشكل (9) ويمكن لهذا العيب أن يحجب صدى الجدار الخلفي بالكامل.



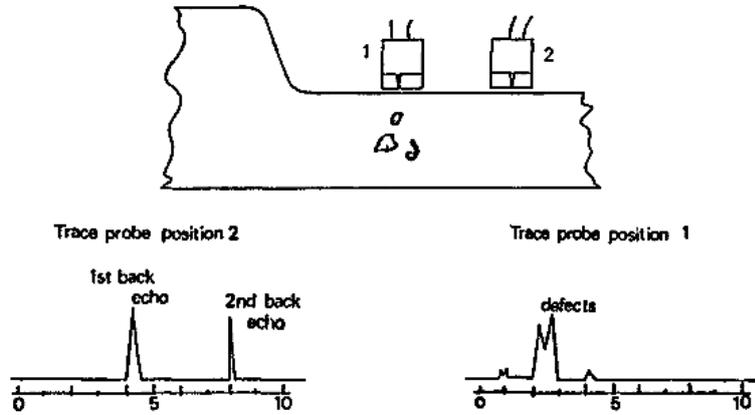
الشكل (9) - التقلصات الماكروية Macro - Shrinkage

أما بالنسبة للفجوات الهوائية أو الغازية فإن إشارة الصدى تتعلق بشكل وحجم هذه الفجوات حيث يلاحظ في الشكل (10) اختفاء صدى الجدار الخلفي كلياً وظهور صدى العيب الذي يختلف شكله وحجمه باختلاف طبيعة العيوب الداخلية ضمن المسبوكة [13].

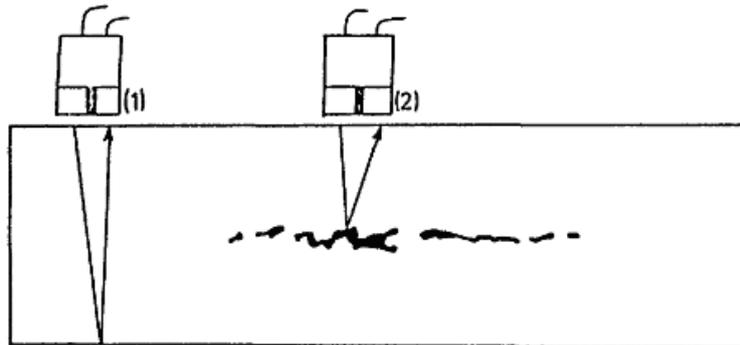


الشكل (10) - فقاعات هوائية

كما يوضح الشكلين (11,12) اختفاء الصدى الخلفي بالكامل من جراء انعكاس كامل الإشارة من الثقوب الغازية، أو من الشقوق الشعرية المنتشرة بجوار بعضها التي تظهر عند توضع المسبر بالموقع 1 على شكل موجة صدى حاوية على نتوءات.



الشكل (11) - ثقوب غازية



الشكل (12) - تقلصات شعرية

استناداً لما سبق ذكره فإن الهدف الرئيس لبحثنا هو تحديد بعض أنواع العيوب الداخلية المحتملة الوجود في بيليت فولاذ التسليح باستخدام جهاز الفحص بالأمواج فوق الصوتية Ultrasonic Detection

طرائق البحث ومواده:

أجريت الدراسة على عدد كبير من بيليتات الحديد المستورة (حوالي 100 بيليت) لها التركيب الكيميائي المبينة بالجدول (1)

الجدول (1) - التركيب الكيميائي للبيليتات المدروسة

العنصر	V	Mo	Ni	Cr	S	P	Mn	Si	C
%	0.001	0.0069	0.049	0.058	0.0187	0.0094	0.606	0.252	0.202

البيليت ذات مقطع عرضي 12 cm x 12cm - طوله 12 m - وزن البيليت 1200 kg

الأجهزة المستخدمة بالبحث:

استخدم بالفحص جهاز الأمواج فوق الصوتية الصيني الصنع - ماركة Time Group Inc كما استخدم بالفحص مسبر مباشر Straight Beam Probe واستخدم كمادة رابطة (Couplant) الغلiserين مع الماء بنسبة 1:1 تمت معايرة الجهاز قبل البدء بالفحص واعتمدت الثوابت التالية المبينة بالجدول (2)

جدول (2) - بارامترات عملية القياس

Company:
Date:
Ultrasonic Flaw Detector Model: TUD201
Serial No : A080a404040
Method : Contact Method
Technique: Pulse-Echo-Technique
Probe Type: Straight Beam Probe 20 mm
Frequency: 2.5 MHZ
Scanning Speed: 15 cm/sec
MTL. VEL: 5920 m/sec
Range: 200(mm)
Calibration Block: IIW
DDELAY: 0.0 μ s
PDELAY: 0.23 μ s
Gain: (30 - 40) dB
Gain Step Size: 2 dB
Couplant; Mixture of Glycerin and Water
Scanning Position: from two sides (up and side)
Testing Material: Steel Billet 12 x 12 x 1200 cm

تحضير البيليت قبل إجراء الفحص:

يوضح الشكل (13) عملية التحضير المسبق لسطوح البيليت قبل إجراء الفحص حيث يقوم العامل بإجراء الجلك اليدوي للسطح وتنظيفه بوساطة فرشاة حديد بهدف إزالة القشور وجعل سطوح التماس بين المسبر وسطح البيليت ذات خشونة صغيرة، بعد ذلك تم تنظيف البيليتات بالقماش، ثم دهنت السطوح المراد فحصها بالمادة الرابطة (غليسرين - ماء) وذلك لتأمين التماس السطحي الجيد بين سطح المسبر (Probe) وسطح البيليت المفحوص وتأكيد عدم وجود الفقاعات الهوائية أو الشوائب بين السطوح المتماصة.



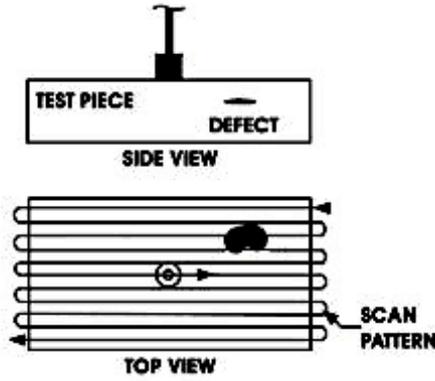
الشكل (13) - التحضيرات الأولية للبيليت قبل إجراء الفحص بالأمواج فوق الصوتية

النتائج والمناقشة:

من خلال الفحوصات التي أجريت على البيليتات قيد الدراسة تم تسجيل عدد كبير من العيوب [14]. بعض منها متكرر والبعض الآخر نوعي وخاص ببعض البيليتات المدروسة. ننوه هنا أنه واستناداً للفحوصات التي أجريت فإن جزء من هذه العيوب كان كبيراً بشكل كافٍ بحيث يمكن اعتبار البيليت غير قابل للاستثمار بسبب الأعطال والإيقافات المحتملة الحدوث التي يمكن أن تسببها مثل هذه العيوب على خطوط الإنتاج. بشكل عام، سنكتفي في بحثنا هذا بطرح مجموعة من العيوب المتكررة ومناقشتها بهدف تسليط الضوء عليها.

عند إجراء الفحوصات على البيليتات المدروسة بالمسير المباشر اعتمدت الحركة الدورية للمسير على سطح

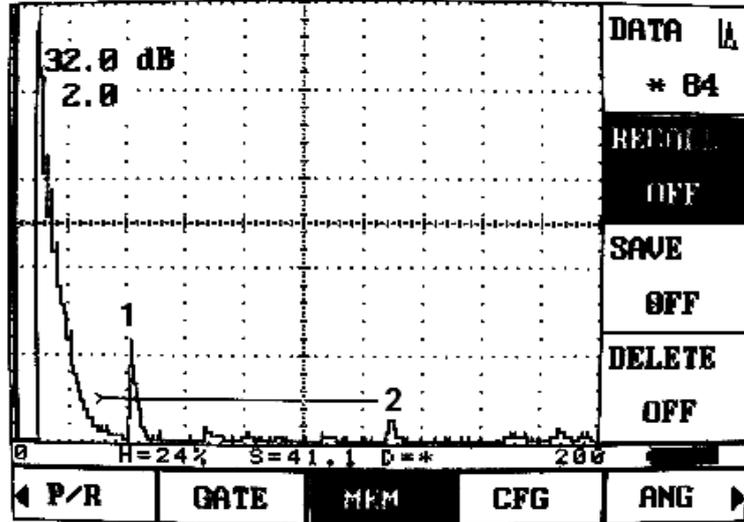
البيليت وفق الشكل (14)



الشكل (14) - مخطط حركة المسير خلال عملية الفحص

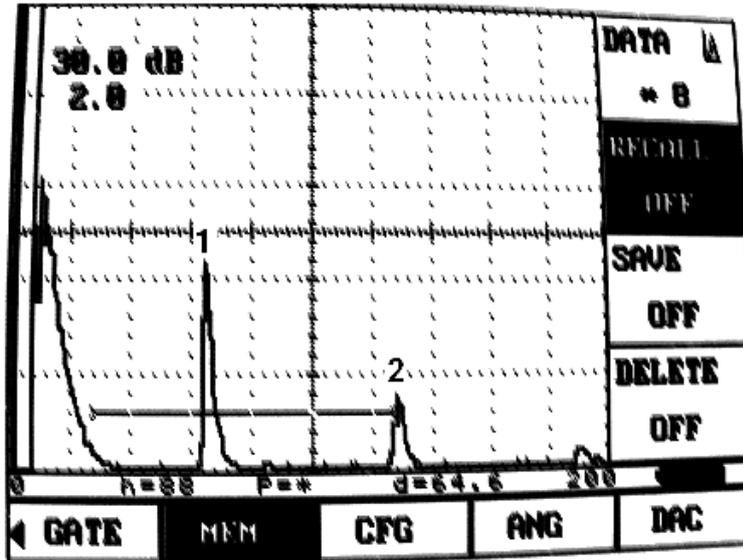
يعتمد مبدأ مناقشة النتائج التي تم التوصل إليها على مناقشة الأصداء Echoes المتشكلة نتيجة اصطدام الحزمة فوق الصوتية المرسله بالعيوب الموجودة في العينات المدروسة

يلاحظ من الشكل (15) اختفاء صدى الجدار الخلفي -2- (Wall Back Echo) تقريباً بشكل كامل وظهور صدى كبير وواضح من العيب -1- الموجود في البيليت الذي يسبب حجاً كاملاً لحزمة الأمواج فوق الصوتية المرسله من المسير. بناءً على ذلك يمكن القول إن هذا العيب عبارة عن شق كبير (Macro crack) يتوضع بشكل موازٍ لسطح المسير.



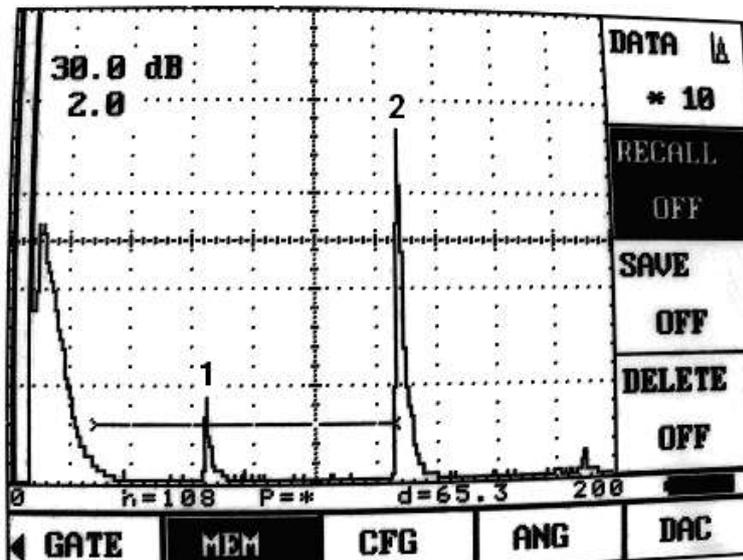
الشكل (15) - 1 - صدى العيب ، 2 - صدى ضعيف جداً للجدار الخلف

ومن الشكل (16) نرى وجود إشارة ضعيفة للصدى الخلفي -2- مع إشارة صدى واضحة من العيب المسجل -1- ، وأن العيب كبير بشكل يسمح فقط بوصول جزء من حزمة الأمواج فوق الصوتية المرسله إلى السطح الخلفي في حين نلاحظ أن إشارة صدى العيب كبيرة مما يعني أن الجزء الأكبر من هذه الحزمة يرتد من العيب الموجود. بناءً على تحليل الأصداء المبينة بالشكل (16) يمكن القول إن العيب قد يكون شقاً متوسط الأبعاد متوضعاً بشكل موازٍ تقريباً لسطح المسير.



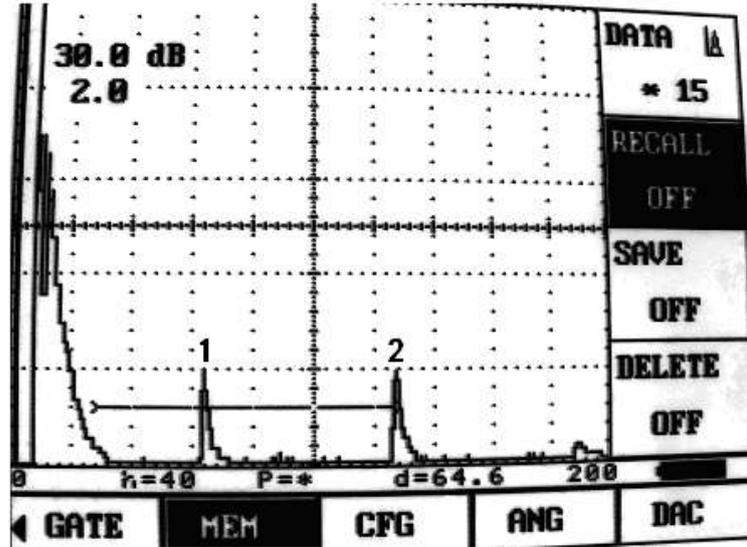
الشكل (16) - 1 - صدى العيب ، 2 - صدى واضح للجدار الخلفي

أما الشكل (17) فيبين وجود عيب صغير -1- يعوق جزئياً مرور حزمة الأمواج فوق الصوتية في حين تدل إشارة صدى الجدار الخلفي -2- على وصول الجزء الأكبر من الإشارة المرسلّة إلى الجدار الخلفي، ويمكن أن تدل هذه الإشارة إلى أن العيب الموجود في البليت عبارة عن شق صغير متوضع بشكل مواز تقريباً لسطح المسير



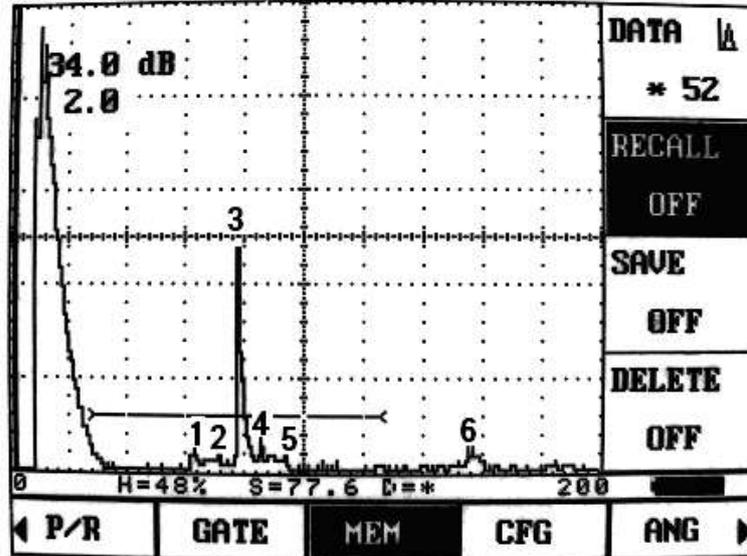
الشكل (17) - 1 - صدى صغير للعيب ، 2 - صدى كبير وواضح للجدار الخلفي

يظهر الشكل (18) وجود أصداء واضحة تعود للسطح الخلفي -2- وللعيب -1- الموجود في البليت المدروس. تدل إشارات الأصداء المتشكلة أن العيب متوسط الحجم وهو غير قادر على الحجب الكامل للحزمة الصوتية ولهذا السبب فإن جزءاً من الإشارة المرسلّة ينعكس من العيب في حين يستمر الجزء الآخر لينعكس من الجدار الخلفي. يمكن القول إن العيب عبارة عن شق صغير الأبعاد متوضع بشكل مواز تقريباً لسطح المسير

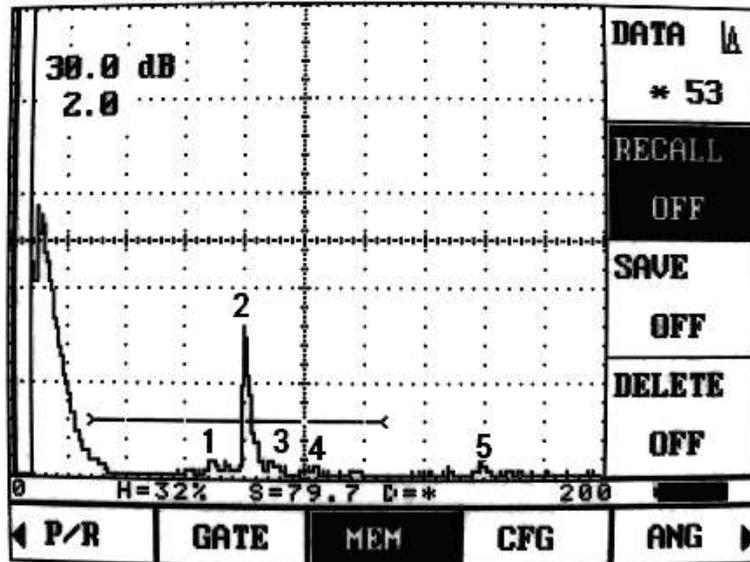


الشكل (18) - 1- صدى العيب ، 2- صدى الجدار الخلفي

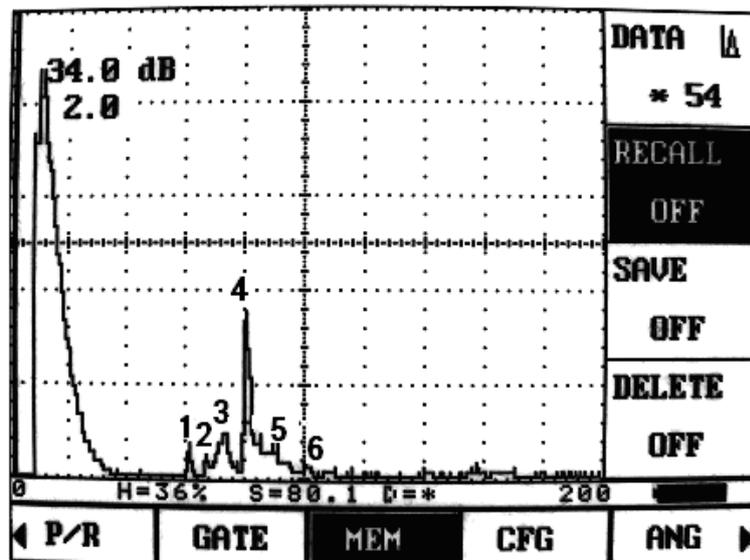
أما في الأشكال (19,20,21) فنلاحظ اختفاء كاملاً تقريباً للصدى الخلفي مع حدوث انعكاس كامل من العيب الموجود في البيليت، ومن تحليل شكل الصدى المنعكس يمكننا القول إن العيب عبارة عن متضمنات لا معدنية غير منتظمة الشكل ولها حواف ناتئة وهي التي تسبب ظهور الصدى على شكل نتوءات أو تعرجات غير انسيابية



الشكل (19) - 1 (1,2,3,4,5)، إشارة صدى العيب ، 2- 6 صدى ضعيف من الجدار الخلفي

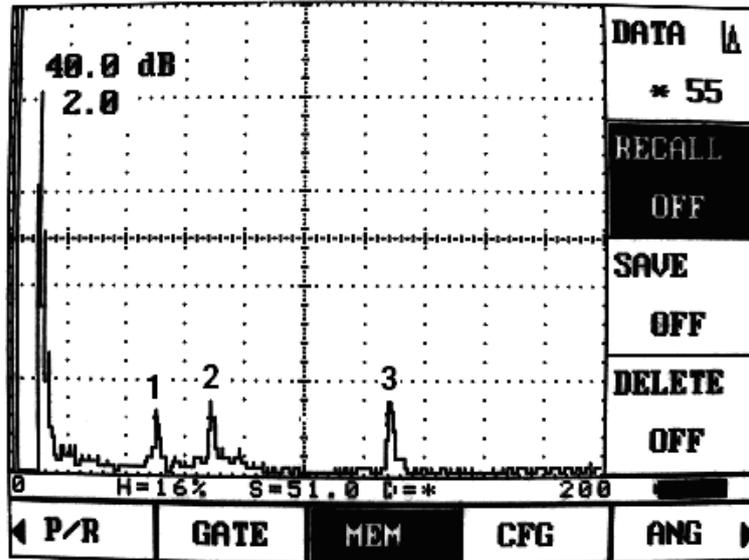


الشكل (20) - 1 (1،2،3،4)، إشارة صدى العيب ، 2- 5 صدى ضعيف من الجدار الخلفي



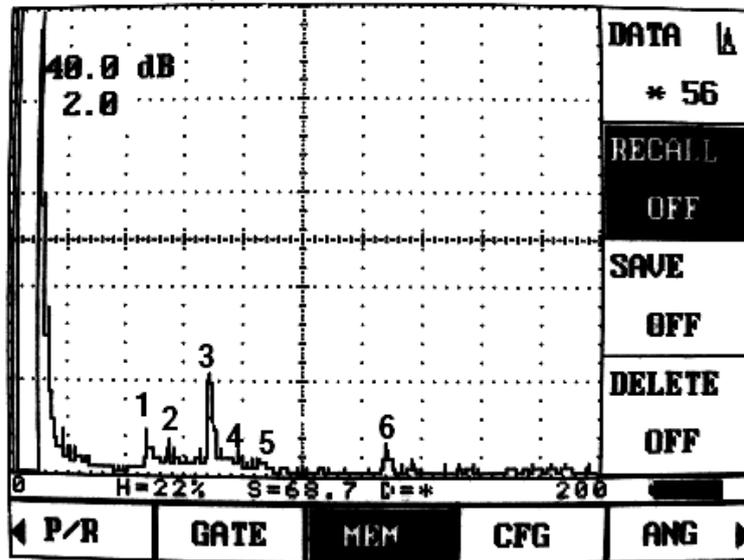
الشكل (21) - (1،2،3،4،5،6) صدى عيب شكله غير منتظم وله حواف ناتئة

- ويلاحظ من الشكل (22) ظهور صدى واضح للجدار الخلفي -3- وأصداء أخرى للعيوب واضحة أيضاً - 2،1- ويمكننا القول من أن هذه العيوب عبارة عن شقوق ميكروية موزعة بشكل غير منتظم ضمن البليت هي التي تسبب موجات الصدى

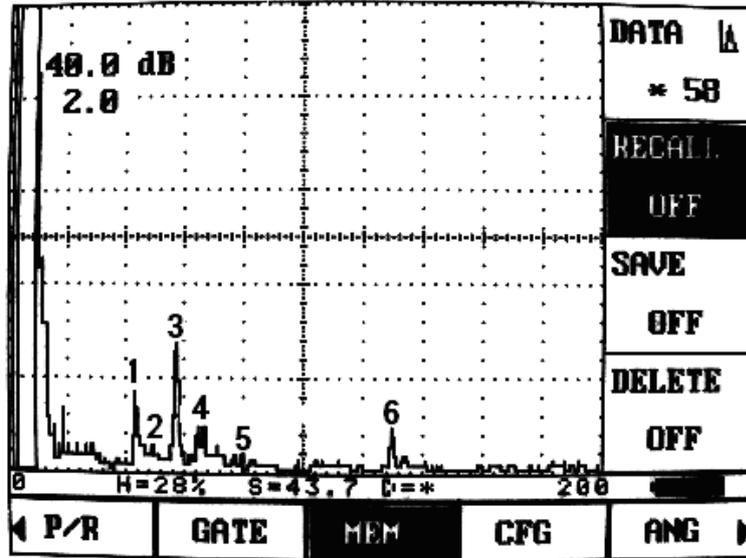


الشكل (22) - 1 - (1،2) - أصداء العيوب ، 2- 3 صدى الجدار الخلفي

ويوضح الشكلين (23,24) وجود صدى صغير للجدار الخلفي -6- مع ملاحظة ظهور أصداء عديدة 1 و2 و3 و4 و5 منتشرة بمواقع مختلفة تسبب حدوث حجب الجزء الأكبر من حزمة الأمواج فوق الصوتية المرسله. الأصداء المختلفة المبينة بالشكل هي عبارة عن شقوق ميكروية وماكروية (Micro and Macro Cracks)

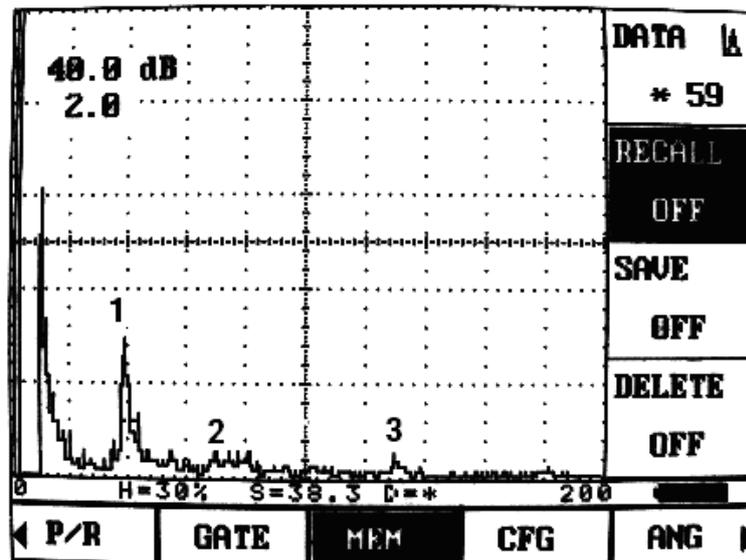


الشكل (23) - 1 - (1،2،3،4،5) إشارة صدى العيب ، 2- 6 صدى ضعيف من الجدار الخلفي



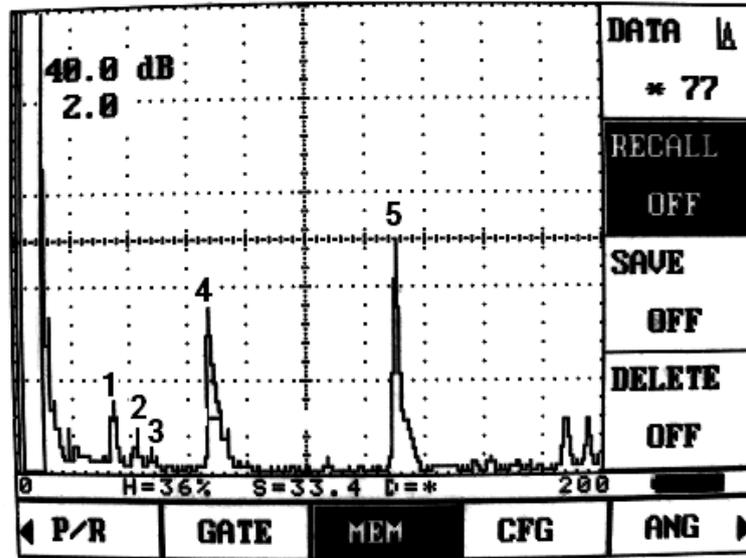
الشكل (24) - 1، 2، 3، 4، 5، 6 إشارة صدی العیب ، 2 - 6 صدی ضعيف من الجدار الخلفي

ويوضح الشكل (25) اختفاء صدی الجدار الخلفي مع ظهور أصداء مختلفة على كامل الشاشة Screen وهذا دليل واضح على أن العيوب عبارة عن شقوق ميكروية Micro-Crack منتشرة على كامل سماكة البليت المدروس



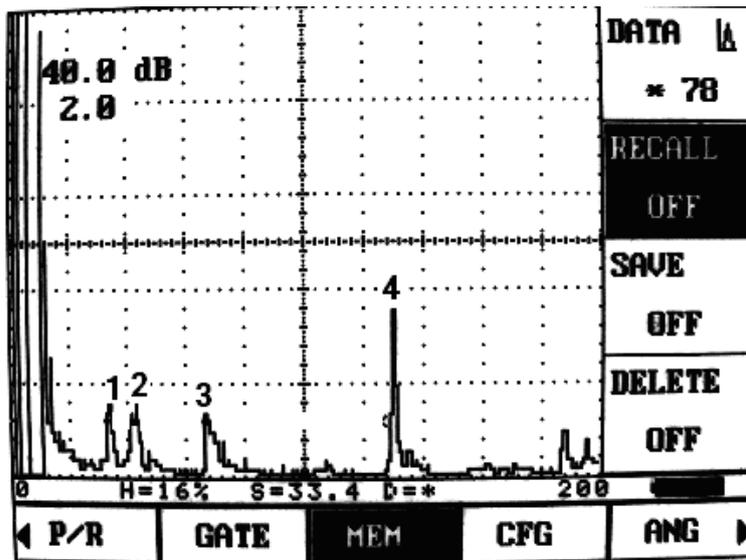
الشكل (25) - 1، 2) أصداء العيوب ، 2 - صدی ضعيف من الجدار الخلفي

ويلاحظ على الشكل (26) وجود واضح لصدی الجدار الخلفي -5- مع وجود أصداء عديدة لعيوب متوزعة في مواقع مختلفة - 1,2,3,4 - متوزعة في أماكن مختلفة ضمن البليت. يمكن القول إن العيوب عبارة عن شقوق ماكروية - 4 - وميكروية - 1,2,3 - منتشرة بمواقع مختلفة ضمن البليت.



الشكل (26) - (1,2,3,4) أصداء العيوب الشعيرية 2- 5 صدى الجدار الخلفي

الشكل (27) يوضح ظهور واضح للصدى الخلفي - 4 - مع وجود أصداء صغيرة متنوعة -1,2,3,4- تعبر عن وجود عيوب ماكروية وميكروية ضمن البيليت.



الشكل (27) - (1,2,3) أصداء العيوب الشعيرية 2- 4 صدى الجدار الخلفي

من خلال مناقشة الأشكال السابقة يمكن القول إن العيوب المكتشفة في بيليت فولاذ التسليح مختلفة فيما بينها ومتباينة بالحجم ويمكن توضعها. فبعض الأشكال تشير إلى وجود عيوب كبيرة تسبب حجماً كاملاً لصدى الجدار الخلفي ، أما البعض الآخر فيظهر وجود عيوب صغيرة يمكن اعتبارها عيوباً ناتجة عن التقصص متوضعة بشكل يمكن للمسبر المستخدم اكتشافها. كما تشير بعض الأشكال إلى وجود عدد كبير من العيوب الماكروية. يسهم المسبر المباشر المستخدم في تحديد أنواع العديد من العيوب السابقة الذكر في حين لا يمكنه بالواقع اكتشاف العيوب الشعيرية المتوضعة بشكل عمودي على سطح المسبر، ولهذا السبب فإن الكشف عن عيوب بيليت

فولاذ التسلح باستخدام مسبر مباشر يعتبر غير كافٍ ويلزم للكشف الدقيق إجراء مكاملة هذا الفحص مع نتائج الفحوصات بالمسابر الزاوية.

إن هذا لا يلغي بالواقع أهمية استخدام المسبر المباشر بسبب إمكانية استخدامه منفرداً بالكشف عن بعض العيوب الكبيرة وخاصة إذا تبين وجود عيوب كبيرة في البليتات تسبب إيقاف العملية الإنتاجية.

الاستنتاجات والتوصيات:

- 1 - يمكن استخدام المسبر المباشر لتحديد العديد من العيوب في بليت فولاذ التسلح مثل الثقوب والتجاويف والشقوق الميكروية والماكروية وعن وجود المتضمنات اللا معدنية
- 2 - يمكن باستخدام المسبر المباشر إجراء التفتيش الأولي على عينات غير مطابقة للمواصفات القياسية وتبيان مدى صلاحيتها للاستثمار
- 3 - ضرورة استخدام المسابر الزاوية إذا كان مطلوباً تحديد أبعاد العيوب الموجودة بالبليت بدقة

المراجع :

- 1- BAILLIE. I , GRIFFITH. P, JIAN. X, DIXON. S – *Implementing an Ultrasonic Inspection System to Find Surface and Internal Defects in Hot , Moving Steel Using EMATs – 2007, Vol 49,N;2- pp87 – 92, NDT. Net – www. ndt. Net*
- 2- MANISH. RAJ, RAJESH KUMAR SAINI, KRISHNAN BALSURAMANIAN – *Development of Ultrasonic C-Scan Imaging Technique for Optimization of Electro Magnetic Stirrer to Improve Steel Billet Quality – 18 World Conference on Nondestructive Testing – 2012, pp 10, Durban, South Africa*
- 3 - HERTWICH ENGINEERING SMS GROUP, BRAUNAU, AUSTRIA – *Fully Automation Ultrasonic Inspection of Extrusion Billets- Light Metal Age, 1998*
- 4 – YOKO NOROSE, KOICHI MIZUTANI, NAOTO WAKATSUKI – *Nondestructive Inspection for Steel Billet Using Phase – Modulated Signal by Sequence for Improving Measurement Speed – Japanese Journal of Applied Physics, 2012, 07GB17, pp1-6*
- 5 – LIFENG ZHANG, BRAIN. G. THOMAS – *Inclusion in Continuous Casting of Steel- XXIV National Steelmaking Symposium, Mich, Mexico, Nov 2003, 138 -183*
- 6 – ERIKA MONICA POPA, IMRE KISS – *Assessment of Surface Defects in the Continuously Cast Steel – ACTA THECNICA CORVINIENSIS, Bulletin of Engineering, 2011, Tom IV, ISSN 2067-3809*
- 7 – MOHAMMAD REZA ALLAZADEH – *The Effect of Cooling Rate on The Microstructure Configuration of Continuously Cast Steel Slabs- Doctor of Philosophy in Mechanical Engineering, University of Pittsburgh, 2009, 228*
- 8 – ALISHA TREMAINE – *Characterization of Internal Defects in Open Die Forgings – Department of Metallurgical and Materials Engineering – Colorado School of Mines, 2005, 13*
- 9 – DINESH DEKATE, DESHMUKH B.D, SARANG KHEDKAR – *Study and Minimization of Surface Defects on Bars and Wire Rod Originated in Continuous Cast Billets – International Journal of Modern Engineering Research, Vol:3, 2013,736-738*

10 – KELLY.J.E, MICHALEK.K.P, CONNOR.T.G, THOMAS.B.G, DANTZIG.J.A – *Initial Development of Thermal and Stress Fields in Continuously Cast Steel Billets* – Metallurgical Transactions, Vol:19A, October, 1988, 2589

11 – HAWTHORN MELBOURNE – *Ultrasonic Inspection of Gas Porosity Defects in Aluminum Die Castings*- Australia, 2006, 248

12 – MARK MOORE.P.E, BRENT.M.PHARSE, GLENN.A.WASHER – *Guidelines for Ultrasonic Inspection of Hanger Pins* – 2004 – 109

13 – ULTRASONIC TESTING OF MATERIALS AT LEVEL 2 – Printed by The IAEA in Austria – 1988, 278

14 – هترة. علي، منصور. رامي - الكشف عن العيوب الداخلية في بيلينات الفولاذ بالأمواج فوق الصوتية-

قبلت للنشر بمجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية بتاريخ 2013/5/8