الباب العاشر

10

الرقابة الصناعية على عمليات اللحام

تمهيد

يلعب التنظيم الصحيح للرقابة الصناعية في المصانع التي تنتج مصنوعات ملحومة دوراً اقتصادياً كبيراً ، إذ أن الرقابة الجيدة تؤدي إلى إنخفاض المصروفات على الصيانة وإصلاح الأخطاء والعيوب الفنية بالمشغولات ، وبالتالي فإنها تعمل على تصنيع منتجات عالية الجودة مع عرضها بالأسواق بأسعار معتدلة.

يتناول هذا الباب الرقابة الصناعية على عمليات اللحام من حيث تنظيم الرقابة عمليات اللحام المختلفة ، والتغلب على عيوب وصلات اللحام (العيوب الخارجية والعيوب الداخلية) التي تتمثل في عدم اختراق (نفاذ) اللحام . مسامية المعدن المرسب باللحام . التشققات بالوصلة أو بالمعدن الأساسي ، وطرق رقابة وفحص وصلات اللحام المختلفة .. مثل الفحص الخارجي . الفحص الداخلي من خلال اختبار الإحكام (السدودية) للوصلات . اختبار المتانة الميكانيكية.

ويتعرض للأساليب الحديثة لتحديد العيوب الداخلية لوصلات اللحام الهامة المعرضة للضغوط أو الإجهادات العالية ، كالاختبار بالأشعة السينية وبأشعة جاما ٧ . الاختبار بالموجات فوق السمعية . الاختبارات المغناطيسية.

تنظيم الرقابة الصناعية

يهدف تنظيم الرقابة الصناعية على المنتجات الصناعية التي تم لحامها لضمان جودتها المرتفعة ، وذلك بالتحكم والرقابة التامة والشاملة على المراحل المختلفة لإنتاج جميع العناصر الداخلة في وصلة اللحام ، وذلك على مدى كل عملية الإنتاج.

ولا تعتمد جودة الأجزاء المنتجة على جودة وصلات اللحام فحسب ، بل تعتمد أيضاً على عوامل أخرى تنتسب إليها العوامل التالية :-

١. صحة الإنشاءات الملحومة من وجهة نظر سهولة تنفيذ عملية اللحام ، والعمل على تخفيض مدى تأثير الإجهادات الحرارية إلى أدنى حد ممكن ، وتنفيذ الوصلات في الأماكن الأكثر ملاءمة لعمل الإنشاءات تحت تحميل كبير.

٢. جودة المعدن الأساسي والإلكترودات وأسلاك اللحام ومساعد اللحام (الفلكس)، والغازات العازلة (الواقية).

٣. جودة عملية إعداد عناصر الوصلات الملحومة وتجميعها للحام.

أما فيما يخص جودة وصلات اللحام نفسها ، فإنه تعتمد على جودة أجهزة اللحام ، وكفاءة وخبرة فنيين اللحام.

وهكذا فإن التنظيم الصحيح للرقابة الصناعية يجب أن يخطط ، بحيث يمكن عن طريق الرقابة الدقيقة الشاملة لجميع حلقات ومراحل عملية الإنتاج ، إبتداء من تجهيز الوصلات المراد لحامها إلى الإنتهاء من عملية التصنيع والإنتاج ، كما يعمل على منع إنخفاض ظهور عيوب في الإنتاج ، وبعد الفحص النهائي للأجزاء الجاهزة تقيم جودة هذه الأجزاء من خلال وثائق خاصة التي تضمن جودتها.

ومن ثم فإنه يجب على مسئولي الرقابة الصناعية على منتجات اللحام أن يقوموا بفحص الأجزاء المصنعة والمنتجة من خلال الرسومات الهندسية الخاصة بها ، وكذلك بالخرائط التكنولوجية المجهزة للأجزاء المنتجة.

كما يقوم قسم الرقابة الصناعية بفحص الآتي :-

١. تطابق جودة المعدن الأساسي والإلكترودات وأسلاك اللحام والفلكس للمواصفات الدولية ، وأيضاً للشروط المذكورة في المشروع . وفي حالة عدم وجود وثائق بالنسبة للمواد المذكورة ، يتم فحص جودتها حسب التعليمات الخاصة بذلك.

٢. جودة تجهيز العناصر وتجميعها للحام مع توجيه الاهتمام الخاص لما يلي :-

- تطابق العناصر المنتجة للرسوم الصناعية بالشكل والمقاييس وفي حدود التجاوزات المسموح بها.
- دقة الخلوص بين أطراف الأجزاء الملحومة.
- عدم وجود إجهادات إبتدائية ناشئة عن التجهيز غير الصحيح للأجزاء المعدة للحام.
- نظافة الأسطح الملحومة وأماكن تنفيذ (ترسيب) الوصلات.

٣. الإختيار الصحيح لفني اللحام عند تنفيذ عمليات اللحام من خلال الآتي :-

- تيار اللحام.
- قطر الإلكترود.
- طريقة ترسيب الوصلات وعدد الطبقات.
- إتباع القواعد التي تضمن جودته اللحام (طول القوس . سرعة حركة الإلكترود . التنظيف عند اللحام المتعدد الطبقات . قطع جذور الوصلة عند لحام الجهة الأخرى ..... إلخ).

ويشارك قسم الرقابة الصناعية في اختيار المنتجات الجاهزة حسب القواعد والشروط الفنية الموضوعة لإنتاج هذه الأجزاء ، وبعد الانتهاء من الاختبارات والتخلص من العيوب ، تكتب وثيقة عن تسليم الأجزاء المنتجة مرفق بها كل البيانات التي تبين جودة الأجزاء (وثائق خواص المعدن . الإلكترودات ..... وغيرها من المواد ، وكذلك بيانات عن اختبار العينات ، وتقييم الوصلات حسب بيانات طرق الفحص الفيزيائية

..... إلخ).

ويختلف نظام الرقابة الصناعية من مصنع إلى آخر حسب نوع وحجم الإنتاج ونظام الإدارة ودرجة تقدم المستوى الفني للعاملين في مجال الإنتاج.

يلعب التنظيم الصحيح للرقابة الصناعية في المصانع التي تنتج مصنوعات ملحومة دوراً اقتصادياً كبيراً ، إذ أن الرقابة الجيدة تؤدي إلى إنخفاض المصروفات على الصيانة وإصلاح الأخطاء والعيوب الفنية بالمشغولات ..... وبالتالي تعمل على تخفيض ثمن المنتج بالإضافة إلى ضمان تصنيع منتجات عالية الجودة.

عيوب وصلات اللحام

يحدث أثناء عمليات اللحام المختلفة من بعض العاملين وخاصة العاملين الجديد أو ذات الخبرات المحدودة ، بعض الأخطاء التي تؤدي إلى عيوب بوصلات اللحام المنتجة ، يمكن أن تكون مثل هذه العيوب داخلية أو عيوب خارجية .. فيما يلي عرض العيوب المختلفة.

العيوب الخارجية :

تؤدي العيوب الخارجية لوصلات اللحام إلى الآتي :-

- عدم انتظام عرض وإرتفاع الوصلة.
- عدم تطابق الوصلة للمقاييس المطلوبة.
- النقر على سطح الوصلة.
- وجود حزوز.
- وجود بقايا خبث علي سطح الوصلة.
- وجود مسامية بالطبقة السطحية للمعدن المرسب (المزود) باللحام.
- ظهور بعض التشققات في الوصلة والمعدن الأساسي.

للعيوب الداخلية :

تؤدي العيوب الداخلية لوصلات اللحام إلى الآتي :-

- عدم اختراق (نفاذ) اللحام.
- وجود مسامية بالطبقة السطحية للمعدن المرسب (المزود) باللحام.
- ظهور بعض التشققات في الوصلة والمعدن الأساسي.
- وجود بقايا خبث علي سطح الوصلة.
- عدم إندماج وإنصهار الطبقات مع بعضهم البعض عند الترسيب بطبقات.

يمكن أن ملاحظة العيوب الخارجية بالمعاينة الدقيقة للوصلة ، أما العيوب الداخلية فإنها تعتبر من العيوب الخطيرة على متانة وصلة اللحام . وهي تحدد بطرق مختلفة سنناقشها فيما بعد.

عدم اختراق (نفاذ) اللحام:

يعتبر من أكثر العيوب الداخلية خطراً هو عدم اختراق اللحام الذي يؤدي إلى عدم الإنصهار الموضعي بين المعدن الأساسي والمعدن المرسب ، وكذلك بين الطبقات المنفردة عند الترسيب بعدة طبقات ، ومن ثم فإنه يؤدي إلى انخفاض شديد في متانة الإنشاءات ويجعلها غير متينة.

وعادة يكون عدم اختراق (نفاذ) اللحام نتيجة للأسباب التالية :-

- إنخفاض مقدار تيار اللحام عن المقدار اللازم للإلكترود المستعمل.
- لا يتيح سرعة حركة الإلكترود إلى الانصهار التام للوصلات المراد لحامها.
- الخطأ في تجهيز الأطراف وعند التجميع التناكبي من خلال إنخفاض زاوية شطب الأطراف ، أو صغر مقدار الخلوص بين الأطراف.
- تنظيف الأطراف من الخبث قبل اللحام تنظيفاً غير تام ، وكذلك التنظيف غير التام من الصدأ والقشور ..... إلخ.

مسامية المعدن المرسب باللحام :

لا يسمح مطلقاً بوجود المسام في تلك الإنشاءات التي يتطلب من وصلاتها أن تكون مصمتة ، وخاصة الأوعية ذات الضغوط ، خزانات السوائل ، الأنابيب ..... وما شابهها.

تنشأ المسامية في الوصلات نتيجة لعدم تمكن الغازات الذائبة في المعدن السائل من الخروج منه إلى الهواء قبل تجمد سطح الوصلة ، حيث تتواجد الغازات بالداخل على شكل فقاعات التي تؤدي إلى تكون المسام.

تأخذ المسام في الوصلة شكل فقاعات منفردة أو مجموعات تعطي الوصلة شكلاً إسفنجياً ، وبالتالي تجعل الوصلة غير مصمتة وتسمح بتسرب السوائل والغازات وتخفض من متانتها الميكانيكية.

التشققات بالوصلة أو بالمعدن الأساسي.

تنشأ الشقوق في الوصلة نتيجة لتأثير الإجهادات الداخلية التي تظهر عند التسخين والتبريد غير المنتظمين ، كما يمكن أن تنشأ الشقوق أيضاً عن زيادة نسبة الكبريت والفوسفور في معدن الوصلة ، وكذلك من عوامل أخرى متعددة.

توجد الشقوق أكثر في الوصلات التناكبية ، ويمكن أن تكون مثل هذه الشقوق طولية أو عرضية ، علاوة على الشقوق المرئية توجد شقوق أخرى غير مرئية وتسمى بالشقوق الشعرية ، وهي تظهر في أغلب الأحيان في منطقة إتصال المعدن الأساسي والمعدن المرسب باللحام . علماً بأن مثل هذه الشقوق تنشأ نتيجة لوجود عيوب داخلية كالآتي :-

- عدم إختراق اللحام.
- وجود مسام غازية كثيرة.
- عدم تنظيف الوصلات من الصدأ أو الخبث.

ففي تلك الأماكن تتركز الإجهادات الحرارية التي تؤدي إلى ظهور الشقوق الشعرية التي يمكن أن تكون مصدراً لظهور شقوق كبيرة . لذلك لا يسمح أبداً بوجود

الشقوق الشعرية في الوصلات.

طرق رقابة وفحص وصلات اللحام :

توجد طرق مختلفة لفحص ورقابة جودة وصلات اللحام والمنتجات الملحومة ، حيث يتعين اختيار إحدى هذه الطريقة أو تلك بناء على شكل وطبيعة الإنشاءات ودرجة تحميلها وبتوافر وسائل المراقبة والاختبار .. وتتمثل طرق رقابة وفحص المنتجات الملحومة في الآتي :-

١. الفحص الخارجي لإظهار تلك العيوب التي يمكن ملاحظتها بالفحص والقياس.
٢. تجربة الوصلة بإختبارات الإحكام (السدودية) .. أي من خلال إحكامها واختبارات عدم التسرب.
٣. تجربة الوصلات والمنتجات الملحومة على المتانة الميكانيكية.
٤. تحديد العيوب الداخلية للوصلة بالطرق الفيزيائية.

الفحص الخارجي

قبل الفحص الخارجي يجب تنظيف سطح الوصلة تماماً بوسائل التنظيف المختلف مثل فرشة من الصلب ..... وغيرها لتخليص السطح من الرذاذ وأكاسيد الحديد والخبث.

يراعى أثناء الفحص الخارجي توجيه إهتماماً إلى انتظام قشور سطح الوصلة التي تنشأ عن تحرك الإلكترود أثناء لحام الوصلة ، ويدل عدم انتظام القشور واختلاف عرض وارتفاع الوصلة على تكرر انقطاع القوس وتذبذب قدرته ، مما يؤدي إلى عدم اختراق اللحام وعدم إحكام الوصلة . ومن ثم فإنه يجب فحص الوصلة ذات الشكل الخارجي غير المنتظم فحصاً دقيقاً مع إجراء الاختبارات بطريقة أو بأخرى.

ويجب أن يكون هناك إهتماماً إلى وجود قطع (حزوز) بطول حافة الوصلة وإلى تغطية ناحية واحدة فقط بالمعدن (الوصلة الزاوية) . وعند فحص الوصلة بالعدسة المكبرة يمكن ملاحظة شقوق شعرية خارجة إلى سطح الوصلة ، علما بأن مثل هذه الشقوق

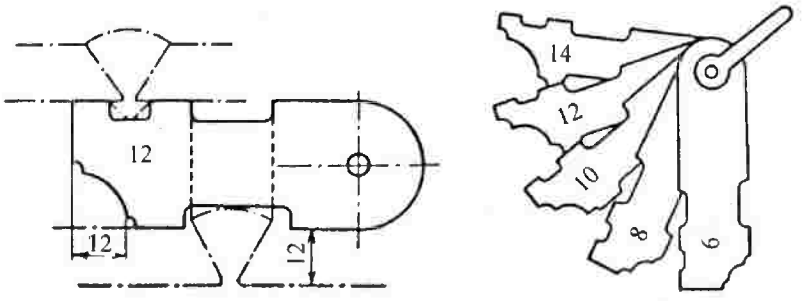
تمثل خطراً شديداً على متانة الإنشاءات.

ويجب عدم وجود أي أثر لنقرة اللحام على الوصلة ، لذلك فمن الضروري سد النقرة باللحام . ويتيح فحص النقر غير الملحومة الحكم على نظام اللحام (سرعة حركة الإلكترود ومقدار تيار اللحام) ، فالنقرة ذات المجرى العميق تدل على أن مقدار التيار مرتفع أكثر من اللازم مما يؤدي إلى تجاوز (إفراط) التسخين . أما النقرة الصغيرة جداً فإنها تدل على إنخفاض مقدار التيار .. ومن ثم على احتمال عدم اختراق اللحام.

تراجع المقاييس الخارجية للوصلات عن طريق استخدام محدد قياس الأبعاد والأقواس (ضبعة قياس) شكل ١٠ – ١ (أ) ، وهي عبارة عن مجموعة رقائق معدنية من الصلب ، تحتوي على قطاعات مطابقة لأشكال ومقاطع الوصلات ذات الأطوال والأشكال المختلفة ، محفور على كل ضبعة رقم يشير إلى سمك المعدن الملحوم مقدراً بالملليمترات في حالة اللحام التناكبي ، وإلى طول وتر الوصلة في حالة اللحام الزاوي بالملليمترات . وبما أنه من الصعب تنفيذ الوصلات المختلف بالمقاييس المطلوبة بدقة ، لذلك يوجد في محدد قياس مقدار التجاوز المسموح به .. أي مقدارين يمثلان التجاوزات المسموح بهما للحدين الأعلى والأدنى لمقاس وصلة اللحام.

تثبت عادة مجموعة من محددات القياس وهي المجموعة الخاصة بأكثر أبعاد الوصلات إنتشاراً (على سبيل المثال الأبعاد ما بين ٦ . ١٤ مم في حلقة خاصة أو على مسمار ملولب بصامولة.

شكل ١٠ – ١ (ب) يوضح محدد قياس الأبعاد والأقواس (ضبعة قياس) أثناء فحص قياس بعض أبعاد مشغولة بعد لحامها.



شكل ١٠ – ١

طبعة (ضبعة) للفحص المقاسات الخارجية بوصلات اللحام

(أ) محدد قياس الأبعاد والأقواس (ضبعة قياس).

(ب) محدد قياس الأبعاد والأقواس (ضبعة قياس) أثناء فحص قياس بعض أبعاد مشغولة بعد لحامها.

اختبار الإحكام (السدودية) للوصلات (الفحص الداخلي)

في المصنوعات المخصصة لحفظ السوائل والغازات كالمراجل الملحومة والأنابيب والأوعية والوصلات ، يجب أن تمر باختبار الإحكام ، بحيث يجري هذا الاختبار بالكيروسين وضغط الماء أو الهواء أو بطريقة التفاعلات الكيميائية.

تختبر عادة الأوعية المفتوحة بالكيروسين ، وفي هذه الحالة ترطب الوصلات عن إحدى جهتيها بالكيروسين ، حيث أن للكيروسين خاصية التغلغل في أكثر المسام دقة . ومن ثم فإن الشروخ الغير مرئية تظهر إذا وجدت عند خروج أو رشح الكيروسين من خلال أماكن المسام الدقيقة النافذة من الجهة الأخرى على شكل بقعة غامقة اللون.

وتختبر المراجل الملحومة والأنابيب والأوعية التي تعمل تحت ضغوط ، باستخدام ضغط الماء . ويتيح هذا الاختبار علاوة على تحديد مدى إحكام الوصلة التأكد من متانة الوعاء أو الأنبوبة كلها.

عند إجراء مثل هذه الاختبار فإنه يجب إغلاق جميع فتحات المراقبة وفتحات الدخول والخروج الموجودة في هذه الأوعية إغلاقاً محكماً، ثم يملأ الوعاء كله بالماء ، ثم نرفع ضغط الماء داخل الوعاء إلى القدر المطلوب عن طريق المضخات الخاصة ذلك ، وعند تثبيت هذا الضغط لفترة زمنية محددة يجري خلالها فحص كامل لجميع الوصلات فحصاً خارجياً دقيقاً ، وبالتالي عند ظهور عيوب في مناطق وصلات اللحام

توجد مجموعة طرق لاختبار صمود الوصلات للتسرب كالطرق الكهربائية والطرق الغازية وغيرها من الطرق.

اختبار المتانة الميكانيكية

لتعيين المتانة الميكانيكية لوصلات اللحام يجري الاختبار على عينات مقطوعة من نفس المنتج أو على عينات قام بلحامها نفس فني اللحام في نفس ظروف لحام المنتجات المراد تعيين متانتها.

تقطع العينة بحيث تكون وصلة اللحام في وسطها ، وتجلخ تقوية الوصلة (الجزء الزائد منها) حتى تستوي الوصلة مع المعدن الأساسي ، ثم تحضر العينات لاختبار الشد حتى الانقطاع ، واختبار السني واختبار القيمة الصدمية.

يتم اختبار الشد على ماكينة اختبار الشد (في معمل الخواص الميكانيكية) ، وبالتالي يمكن التعرف على جودة اللحام بمعلومية مقدار التحميل الذي يحدث عنده قطع (فصل جزئي الوصلة أو العينة) . ولتعيين مقدار مقاومة الشد (أقصى إجهاد للشد) يقسم مقدار التحميل الذي تنهار عنده العينة (تنفصل وصلة اللحام) على مساحة مقطع العينة بالملليمترات المربعة.

أما إختبار الثني فإنه يجرى لتحديد عسو (المقاومة التي يبديها معدن الوصلة باتجاه محاولة إختراقه بالصلادة). ولإجراء هذا الاختبار تثنى العينة في ملزمة (منجلة) أو تحت ضغط مكبس حتى ظهور أول شق في العينة.

ويتم الحكم على جودة الوصلة بمقدار زاوية الانثناء التي يظهر عندها الشق ، أما

إذا كانت المقاومة التي يبديها معدن الوصلة عالية فإن العينة تثنى حتى ١٨٠ ^{0} دون ظهور أية شقوق ، وعادة تجرى هذه الاختبارات على عينات بصفة دورية للتأكد من جودة وصلات اللحام.

الأساليب الحديثة

لتحديد العيوب الداخلية

تستعمل الأساليب الحديث لتحديد العيوب الداخلية لوصلات اللحام الهامة كالمعرضة لضغوط أو إجهادات عالية .. وهي كالآتي :-

- الاختبار بالأشعة السينية وبأشعة جاما ٧.
- الاختبار بالموجات فوق السمعية.
- الاختبارات المغناطيسية.

اختبار عيوب وصلات اللحام بالأشعة السينية وجاما ٧ :

إن أكثر الطرق فعالية ووضوحاً لاكتشاف العيوب في الوصلات هي الطرق التي تستخدم فيها الأشعة السينية.

الأشعة السينية هي عبارة عن أشعة مغناطيسية كهربائية مشابهة لأشعة الضوء ، ويحصل على هذه الأشعة تحت تأثير الفولت العالي للتيار الكهربائي المار بأنبوبة زجاجية مفرغة من الهواء ومحتوية على ثلاث صفائح معدنية ملحومة.

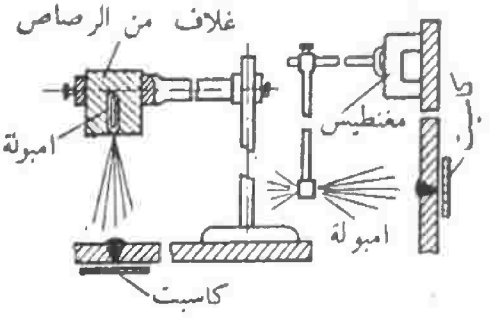
الأشعة السينية لا ترى بالعين المجردة ، ويمكن مرورها خلال أجسام غير شفافة مثل الكرتون والخشب وجلد الجسم البشري وعظامه والمعادن المختلفة ..... وغيرها ، علماً بأن الأشعة الضوئية تمر خلال الزجاج والميكا والجليد.

وإذا سلطت أشعة سينية على مادة ووضع في الجانب الآخر من المادة لوحة فوتوغرافية فإنه يرى على اللوحة صورة كاملة للجسم بحيث تظهر المواد الكثيفة (على سبيل المثال المعادن) أكثر إضاءة ، وإذا سلطت نفس الأشعة على وصلة ملحومة فإنه يرى على الصورة الناتجة (صورة الأشعة) العيوب الموجودة في الوصلة ، إذ أنه في

مكان المسام وعدم اختراق اللحام والشقوق الداخلية وغيرها يكون سمك طبقة المعدن أقل منه في الأماكن الخالية من العيوب ، لذلك فإن هذه الأماكن تعطي على اللوح الحساس بقعاً مظلمة تحدد بكل دقة أماكن وجود العيوب الداخلية في الوصلة.

وبجانب تعريض الوصلات للأشعة السينية يستعمل بكثرة في الآونة الأخيرة تصوير الوصلات بأشعة جاما γ التي تنتج عن المواد المشعة المختلفة مثل الراديوم، والميزوثوريوم والرادون و*النظائر المشعة المختلفة والكوبلت والسيزيوم والأيريديوم والهيروبيوم وغيرها.

تحفظ المواد المشعة في أوعية خاصة توضع بدورها في أوان من الرصاص . علماً بأن الأشعة الصادرة عن المواد المشعة ضارة بجسم الإنسان. أما الأواني المصنوعة من الرصاص فلا تسمح بتسرب الأشعة . شكل ١٠ – ٢ يوضح رسماً تخطيطياً لاختبار وصلات اللحام بأشعة جاما γ.



شكل ١٠ – ٢

رسم تخطيطي لاختراق أشعة جاما خلال وصلات اللحام

اختبار عيوب وصلات اللحام بالموجات فوق السمعية :

تتلخص طريقة اختبار وصلات اللحام بالموجات فوق الصوتية من خلال مرور ذبذبات فوق السمعية (التي يزيد ترددها على ٥٠٠٠٠ دور/ث) خلال معدن الوصلة . تمر هذه الذبذبات دون انعكاس عبر المعدن المتجانس ، ولكن إذا صادفت في طريقها شوائب غير معدنية أو مسام أو شقوق فإنها تنعكس وتستقبل على جهاز الاستقبال الذي

يحولها إلى نبضات كهربائية ، تعطي في جهاز خاص إشارة عن وجود عيوب في وصلة اللحام.

اختبار عيوب وصلات اللحام بالطرق المغناطيسية :

تقوم الطريقة المغناطيسية لاكتشاف العيوب على مبدأ التسرب المغناطيسي .. (تكوين_تدفقات مغناطيسية لدوائر مغلقة في الهواء) الذي ينشأ في أماكن العيوب عند مغنطة الوصلة المراد اختبارها.

وقد ابتكرت طريقة لرقابة جودة وصلات اللحام عند مد خطوط أنابيب من خلال استخدام الرسوم البيانية المغناطيسية.

وتختلف هذه الطريقة عن الطرق المغناطيسية الأخرى بأن التدفقات المغناطيسية التسربية الناشئة ، تسجل على فيلم حديدي يمكن مغنطته.

وبعد التسجيل سيتمغنط كل عنصر (جزء) من عناصر الفيلم الملامس للوصلة الجاري اختبارها بشكل مختلف ، ومن ثم فإنه يمكن التعرف على عيوب الأجزاء الداخلية من خلال تمغنطها أكثر من غيرها ، ولو دفع بالشريط داخل جهاز لتحويل التأثيرات المغناطيسية إلى مؤثرات صوتية (أجهزة تسجيل) ، حيث تتحول الذبذبات المغناطيسية الكهربائية إلى نبضات صوتية على جهاز تسجيل الذبذبات.

ويمكن التعرف على عيوب الأجزاء الداخلية عن طريق رؤية حجم وشكل انحراف الشعاع الإلكتروني على جهاز مرئي ، وبالتالي يمكن تقدير مدي عيوب الوصلة.