دراسة تأثير شدة التيار الكهربائي على صلادة منطقة (HAZ) لعينات في الصلب نوع (AISI 1020) باستخدام طرق لحام (MMA–TIG–MIG)

عبد الحافظ البشير كريدان[1]، محمد رجب بودر[2]
[2،1]كلية التقنية الهندسية – جنزور.
abdo.kre@gmail.com[1], moadsan444@gmail.com[2]

الملخص.

تعتبر عملية اللحام للمعادن من أكثر العمليات المعتمدة لوصل الأجزاء، ولن نجد غياب لعملية الحام في أي مركب معدني في هياكل معدنية وآلات وسواها، وتتطور التقنيات الصناعية تطور اللحام إلى العديد من التقنيات ومن أهمها اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي واللحام بالتنجستن المحمي بالغاز الخامل TIG واللحام بسلك المعدن المحمي بالغاز الخامل MIG.

تعتبر المنطقة المتأثرة بالحرارة (HAZ) في وصلة اللحام من أهم مناطق وصلة اللحام وهي تكون بين منطقة اللحام ومنطقة معدن الأساس ، وفي هذه الدراسة تم إجراء كشف عن تأثير أحد أهم عوامل التحكم باللحام على واحدة من أهم خواص المعادن وهي الصلادة على المنطقة المتأثرة بالحرارة (HAZ) في ملحومات من الصلب الكربوني الطري (AISI 1020) باستخدام ثلاثة من أهم وأوسع أنواع اللحام إستخداما وهي – (MMA – TIG MIG) ، توصلت الدراسة الى تحديد الحالة الأفضل من حيث شدة التيار المستخدم لأنواع اللحام الثلاثة من حيث رقم الصلادة الأقل والاقرب الى صلادة معدن الأساس.

الكلمات الدالة: لحام القوس الكهربائي، لحام TIG، لحام MIG، الصلب الكربوني، شدة التيار الكهربائي.

1. المقدمة

اللحام من أوسع عمليات وصل المعادن شيوعا، ويعتبر اللحام الذي تطور بشكل واسع الى تقنيات مختلفة يعتمد مع ذلك على أنواع محددة من اللحام التي تعتبر الأوسع استخداما في الصناعة عالميا ومنها لحام القوس الكهربائي المعدني اليدوي (MMA) ولحام قوى التنجستن المحمي بالغاز الخامل (MIG)، وتعتبر المنطقة المتأثرة بالحرارة (HAZ) من مناطق اللحام المهمة جدا ودراسة هذه المنطقة تتم بشكل واسع وتعتبر الصلادة من الخواص الميكانيكية فائقة الأهمية للمعادن عموما ودراستها لغرض معرفة التغيرات التي تطرأ عليها

وتأثيرها على سلوك المعدن، توجد العديد من عوامل التحكم باللحام والسيطرة عليها بشكل جيد يهيئ الحصول على لحام ناجح ومن أهم هذه العوامل هي شدة التيار الكهربائي والذي تتدرج بالقوة من منخفض الى متوسط الى عالي (1، 2، 3).

2. اللحام وتصنيفاته

يوجد العديد من أنواع اللحام، ويعتبر التصنيف التالي هو التصنيف الأولي لأنواع اللحام وهي:

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

أ- اللحام بالصهر:

توجد طرق متعددة لعمليات اللحام بالصهر ويمكن تصنيفها حسب مصدر الطاقة الحرارية المستخدمة في تسخينها للأجزاء المراد لحامها وهي كما يلي:

1- لحام الغاز.

2- لحام القوس الكهربائي.

3- لحام القوس الكهربائي المغمور.

4- لحام الترميت (3).

ب- اللحام بالحرارة والضغط:

تعتمد هذه الطريقة على تسخين الأجزاء المراد وصلها باللحام حتى تصل إلى درجة التعجن، ثم تتعرض منطقة التسخين إلى الضغط حتى يتم وصل الأطراف باللحام، تتميز هذه الطريقة بعدم استخدام مواد حشو، وبالتالي ضمان عدم تغيير التركيب الكيميائي لأطراف وصلة اللحام.

توجد طريقتين أساسيتين في طرق اللحام بالحرارة والضغط وهي:

أ- لحام الحدادة.

ب- لحام المقاومة الكهربائية. (3،4)

3- متغيرات عملية اللحام

توجد العديد من متغيرات اللحام وأهمها ما يلي:

أ- التيار الكهربائي.

ب- سرعة اللحام.

ت- نوع المادة الملحومة.

ث- نوع معدن الالكترود ومقاسه(5).

4- الأنواع الرئيسية للحام بالقوى الكهربائية

وهذه الأنواع كما يلي:

أ- اللحام بالقوس الكهربائي بالسلك المعدني المغلف MMA.

ب- اللحام بالقوس الكهربائي بسلك التنجستن المحمي بالغاز الخامل TIG.

ج- اللحام بالقوس الكهربائي بالسلك المعدني المحمي بالغاز الخامل MIG .

5- المنطقة المتأثرة بالحرارة HAZ.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

هي المنطقة التي لم يحدث فيها إنصهار ولكنها تأثرت بفعل درجات حرارة اللحام التي وصلت إلى نقطة الإنصهار من المنطقة المجاورة لها وهي منطقة الإنصهار ومعدل التبريد الناتج بعد عملية اللحام، ويمكن تصنيف المنطقة المتأثرة بالحرارة بأنها المنطقة التي تتم معالجتها حراريا، وعند تسخين وصلة اللحام وتبريدها بسرعة فإن المنطقة المتأثرة بالحرارة والمجاورة لمعدن اللحام وتتعرض إلى درجات حرارة قريبة من الدرجة الحرجة العليا للمعدن ثم تنخفض درجة حرارتها لتصل إلى درجة حرارة الغرفة خلال مدى زمني قصير. وتتأثر الخواص الميكانيكية ومنها الصلادة على منطقة (HAZ). (3، 5، 6)

6- التطبيقات العلمية

لغرض تنفيذ الجانب العلمي في هذه الورقة البحثية والمتعلق بدراسة تأثير شدة التيار الكهربائي في ثلاثة من طرق اللحام بالقوى الكهربائية على صلادة المنطقة المتأثرة بالحرارة ((HAZ) في عملية لحام صلب كربوني نوع (AISI 1020)، يتم وضع الخطوات التالية التي تؤهل لإنجاز الورقة البحثية من الناحية العلمية بنجاح والحصول على نتائج يعول عليها :

أ- المعدن الملحوم.

ب- أسلاك (إلكترودات) اللحام.

ج- عمليات تجهيز الوصلات الملحومة.

د- آلات اللحام.

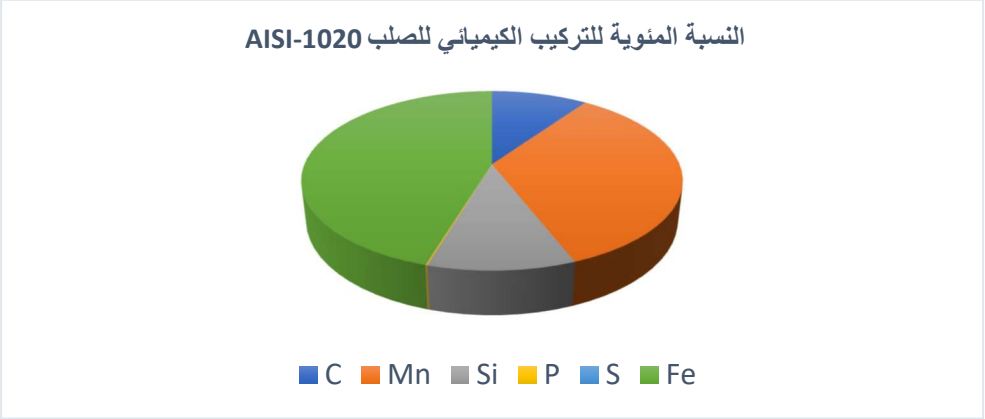
ه – جهاز فيكرز لقياس الصلادة.

أ- المعدن الملحوم

تم إختيار معدن واسع الاستخدام في التطبيقات العملية وهو صلب كاربوني عادي نوع (AISI 1020)، حيث تم الحصول على خامات كافية لتجهيز عدد تسعة وصلات لحام، ويوضح الجدول (1)، النسبة المئوية للمكونات الكيميائية لهذا الصلب.

جدول (1) النسبة المئوية للتركيب الكيميائي للصلب (AISI 1020)

C	Mn	Si	P	S	Fe
0,212	0,75	0,23	0,003	0,001	0,988



الشكل (1). النسبة المئوية للتركيب الكيميائي للصلب AISI_1020

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

ب- أسلاك (إلكترودات) اللحام.

يجب أن تتوفر خواص ميكانيكية لإلكترود اللحام متناظرة مع تلك التي لدى معدن الوصلة وعلى ذلك تم اختيار أسلاك لحام ملائمة لمعدن الوصلة الذي هو نوع (AISI 1020) وذلك للحصول على أفضل النتائج لوصلة اللحام.

ج- عمليات تجهيز الوصلات الملحومة.

تم استخدام جهاز قص الصفائح المعدنية لتجهيز الوصلات المطلوبة والتي تم قطعها من الخامة وإجراء عمليات التنظيف والتجليخ المطلوبة لحواف القطع المطلوب لحامها وبشكل تناظر للقطع.

د- آلات اللحام.

توفر الات اللحام الثلاثة والتي سيتم تنفيذ اللحام عليها والتي تتوفر إمكانية التحكم بشدة التيار الكهربائي عليها ويوضح الجدول أدناه تيار اللحام الذي يتم التحكم به في كل آلة لحام.

جدول (2). تيار اللحام المتوفر لكل ماكنة حسب شدته.

ت	شدة التيار A	ذوصفه
1	70 – 60	منخفض
2	90 – 80	متوسط
3	120 – 100	عالي

ه- جهاز فيكرز لقياس الصلادة.

لغرض تنفيذ الدراسة البحثية تم تجهيز جهاز فيكرز لقياس الصلادة لتنفيذ قراءات الصلادة المختلفة للعينات الملحومة.

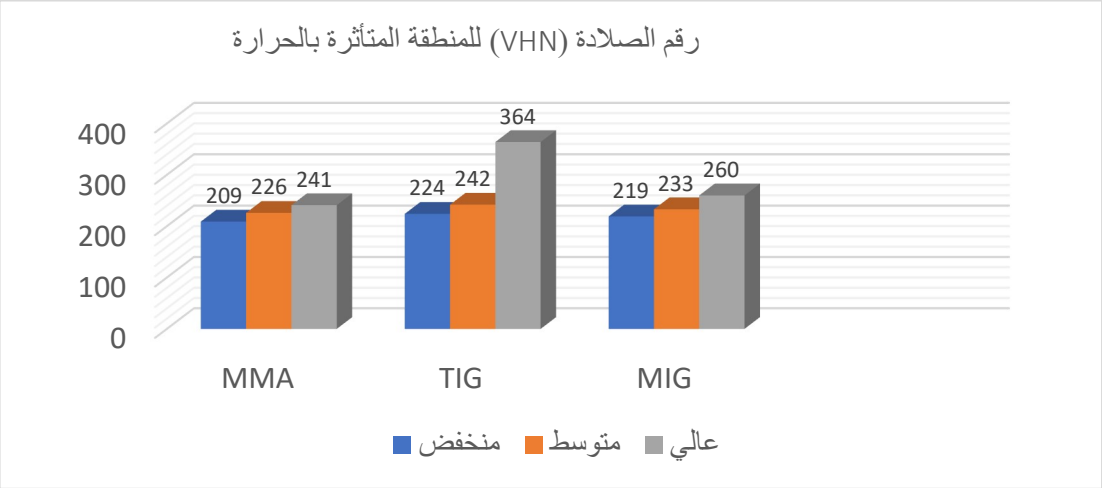
7- النتائج.

يوضح الجدول (3) أدناه نتائج قرارات معدل رقم الصلادة (VHN) المقاسة في المنطقة المتأثرة بالحرارة لجميع العينات التسعة الملحومة موضوع الدراسة.

جدول (3). معدل رقم الصلادة (VHN) لجميع العينات التسعة في منطقة (HAZ).

نوع اللحام	شدة التيار		
	منخفض	متوسط	عالي
	معدل رقم الصلادة (VHN)		
MMA	209	226	241
TIG	224	242	364
MIG	219	233	260

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية



الشكل (2) يوضح تأثير جهد التيار على الصلادة لأنواع الثلاثة المستخدمة

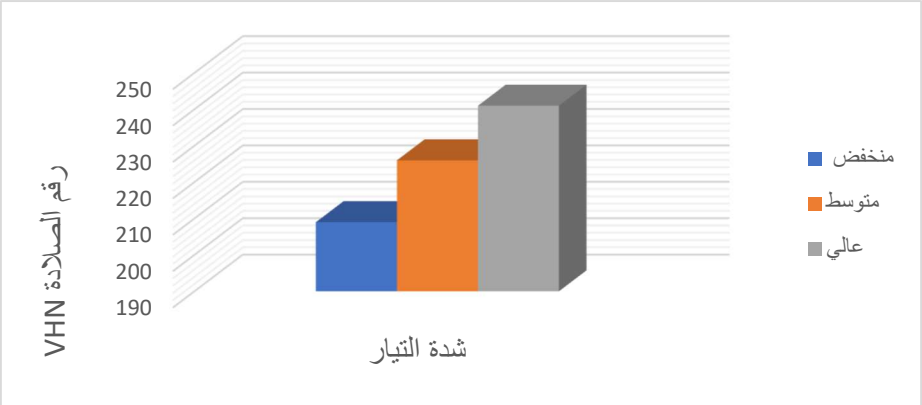
ملاحظة: معدل رقم الصلادة لمعدن الأساس للعينات التسعة موضوع البحث هو VHN 152.

8- مناقشة النتائج

لغرض مناقشة النتائج التي تم الحصول عليها في الجدول (3)، لدراسة تأثير شدة التيار في عملية اللحام على صلادة المنطقة المتأثرة بالحرارة (HAZ) لوصلات لحام في ثلاثة أنواع من اللحام (MMA–TIG–MIG) نضعها في ثلاثة محاور كما يلي :

أ- مقارنة تأثير شدة التيار الكهربائي على صلادة (HAZ) لوصلات ملحومة باستخدام لحام (MMA) .

يوضح الشكل (3) رسما بيانيا لأرقام الصلادة حسب مقياس فيكرز للمنطقة المتأثرة بالحرارة (VHN) للمنطقة المتأثرة بالحرارة (HAZ) لوصلات ملحومة من صلب (AISI 1020) باستخدام لحام (MMA) في ثلاثة اوضاع من شدة التيار المستخدم للحام .



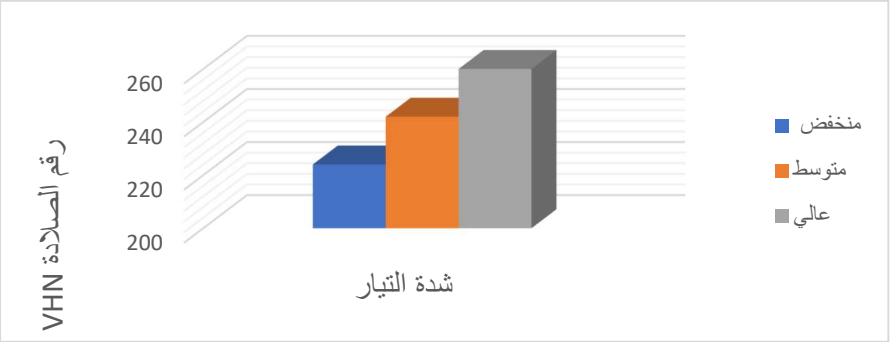
شكل (3). تأثير شدة التيار الكهربائي على الصلادة في منطقة (HAZ) في لحام صلب (AISI1020) باستخدام لحام (MMA) .

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

يمكن من الشكل (3) ملاحظة تفاوت في رقم الصلادة في حالات شدة التيار الثلاثة حيث سجل رقم الصلادة الأمثل عند شدة تيار مخفض ثم يتزايد عند شدة تيار متوسط ويصل الى القيمة الأكبر عند شدة تيار عالي .

ب– مقارنة تأثير شدة التيار الكهربائي على صلادة (HAZ) لوصلات ملحومة باستخدام لحام (TIG) .

يوضح الشكل (4) رسما بيانيا لمقارنة تأثير شدة التيار الكهربائي على صلادة منطقة (HAZ) في عينات ملحومة من صلب نوع (AISI1020)، ملحومة بلحام (TIG).

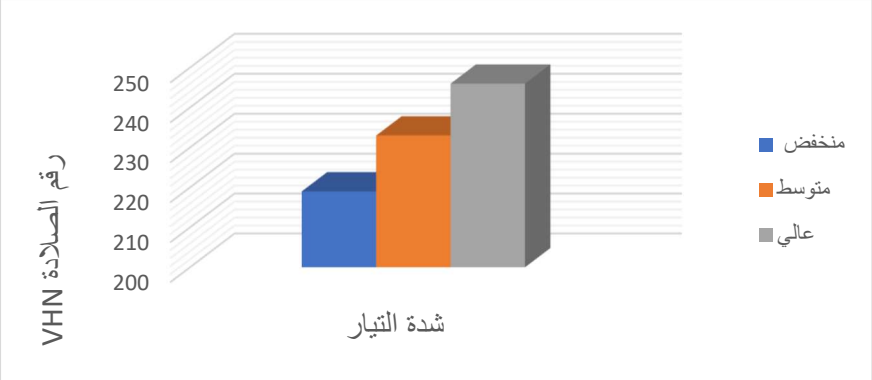


شكل (4) تأثير شدة التيار الكهربائي على صلادة (HAZ) في لحام (TIG)

من الشكل (4) السابق نلاحظ وجود تفاوت ملحوظ في تأثير شدة التيار الكهربائي في عملية لحام (TIG) على صلادة منطقة (HAZ) في عينات ملحومة من صلب (AISI 1020) ، حيث سجل رقم الصلادة الأقل عند شدة تيار منخفض ثم تزداد الصلادة عند استخدام شدة تيار متوسط وبعدها وعند استخدام شدة تيار عالي نجد ارتفاعا حادا في رقم الصلادة .

ج– مقارنة تأثير شدة التيار الكهربائي على صلادة (HAZ) لوصلات ملحومة باستخدام لحام (MIG) .

يوضح الشكل (5)، تأثير شدة التيار الكهربائي على صلادة منطقة (HAZ) في عينات ملحومة من صلب (AISI1020)باستخدام شدة تيار (منخفض – متوسط– عالي) باستخدام لحام (MIG).

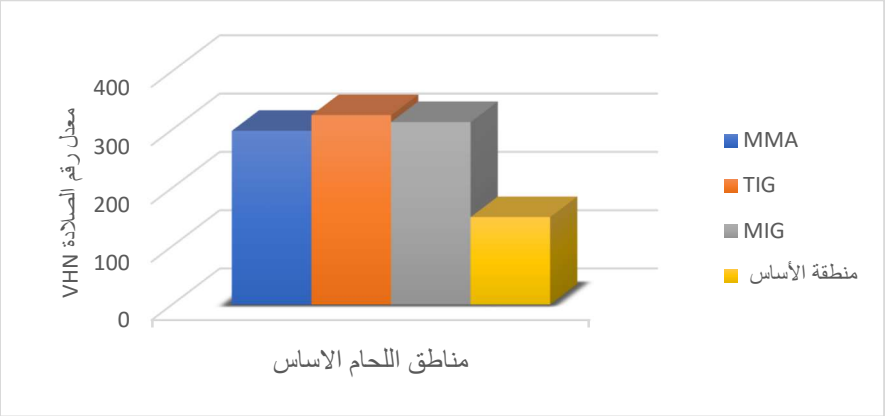


شكل (5) مقارنة تأثير شدة التيار الكهربائي على الصلادة في منطقة (HAZ) عند لحام (MIG) .

من الشكل (5) يمكن ملاحظة أن رقم الصلادة الأعلى يؤثره استخدام شدة تيار عالي ثم يميل رقم الصلادة الى الإنخفاض عند شدة تيار متوسط ويصل رقم الصلادة الى القيمة الأقل عند شدة تيار منخفض ، لمنطقة (HAZ) لعينات ملحومة من الصلب نوع (AISI 1020) باستخدام لحام (MIG).

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

في ما تقدم من الأشكال (3)، (4)، (5) يمكن ملاحظة أن رقم الصلادة الأقل (الأفضل) في حالات اللحام الثلاثة (MMA–TIG–MIG) في منطقة (HAZ) تكون في جميع الحالات عند استخدام شدة تيار منخفض وهنا يوضح الشكل (6) اللاحق مقارنة بين الحالات الثلاثة، ولوضع تصور كامل يتم المقارنة مع صلادة منطقة الأساس للمعدن الملحوم .



شكل (6). مقارنة رقم الصلادة بين منطقة HAZ في اللحامات الثلاثة بشدة تيار منخفضة مع صلادة معدن الأساس.

9- الخلاصة

من مجمل الورقة البحثية والمتعلقة بدراسة تأثير شدة التيار الكهربائي على صلادة المنطقة المتأثرة بالحرارة (HAZ) في وصلات ملحومة من الصلب الكربوني (AISI 1020) في ثلاثة أنواع من اللحام الواسع الإستخدام (MMA–TIG–MIG)، وتم استخدام معدل رقم صلادة فيكرز في الدراسة، ودلت النتائج على حصول تفاوت في أرقام الصلادة في الحالات الثلاثة ويميل جميعها الى تسجيل زيادة من الأدنى إلى الأعلى ارتباطا مع زيادة شدة التيار الكهربائي ، وأثر استخدام شدة تيار عالية في لحام (TIG) الى ارتفاع حاد في الصلادة، ومقارنة أرقام الصلادة لمنطقة (HAZ) مع رقم الصلادة لمنطقة المعدن الأساس والتي يمكن اعتبارها مرجع تقييم للحالة المثالية حيث من المعلوم أن الحفاظ على الخواص الميكانيكية وخط الصلادة لمنطقة اللحام هو هدف تقني وحصوله او الاتجاه الى التقرب منه يدل على الحصول على منطقة تركيبة بلوري متجانس ، ومع ذلك يمكن القبول بالتفاوت الحاصل إثر عملية اللحام ويتم أحيانا استخدام طرق معينة مثل المعالجة الحرارية لمنطقة اللحام ، وهنا تؤثر الحالة الأفضل من حيث صلادة منطقة (HAZ) تكون في أنواع اللحام الثلاثة (MMA–TIG–MIG) عند استخدام تيار ذوشدة منخفضة عند لحام صلب كاربوني نوع (AISI 1020) .

10- المراجع.

[1] المعادن بنيتها ومعاملاتها الحرارية، جعفر الحيدري، الجامعة التكنولوجيا، بغداد ، العراق، 1989 .

[2] تكنولوجيا المواد، د. محمد حمدي، جامعة الزقازيق، جمهورية مصر العربية، 1989.

[4] Welding fundamentals, William A.Bouiditch, U.K,2010.

[5] Welding Handbook, 10th, Vol.1A.W.S, U.S.A, 2010.

[6] Welding skills (Processes and Practices for Entry Levels Welders), Lawence Bower and Larry Jeffer, U.S.A, 2009.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية