

## Investigating the common factors in welding defects of metal connections

Islam Nazak Hamed Ragab

Australian College || Kuwait

Tariq Ibrahim Muhammad Al- Nakhilan

Construction Training Institute || Public Authority for Applied Education and Training || Kuwait

**Abstract:** There are many reasons that lead to the occurrence of defects and errors in the welding process, and many researches have talked about this and concluded for several factors, some of which are technical related to the conditions of the welding process, and some are related to the skill of the worker himself, and others are related to the factors surrounding the welding process and metallurgical changes. The common factors of aspects of the welding process, which would lead to errors in the welding process by identifying the basics of obtaining a good welding line and identifying them in points and then changing these basics and recording the difference by means of simple destructive tests and then coming up with common fixed points that are classified as the basis for not obtaining good welding lines This is in order to avoid the technician and the specialist for these reasons, and let it be a scientific subject taught to those interested in welding operations. The experiment was done on steel of the low carbon type as a result of its high welding ability. Electric arc welding was chosen for its spread in several fields. With the choice of the flat horizontal position for these tests. The study ended with the verification of three common factors that would be the main causes in the various welding operations, which are the presence of oxides and impurities in the welding metal, the lack of skill of the technical worker, and the conduct of welding operations in an atmosphere of air current.

**Keywords:** welding defects, non- destructive tests, electric arc, low carbon steel.

## تحقيق العوامل المشتركة في عيوب اللحام للوصلات المعدنية

إسلام ناظك حامد رجب

الكلية الأسترالية || الكويت

طارق إبراهيم محمد النخيلان

معهد التدريب الإنشائي || الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب || الكويت

المستخلص: تعددت الأسباب التي تؤدي إلى حدوث عيوب وأخطاء في عملية اللحام وتحدثت بذلك ابحاث كثيرة وخلصت لعدة عوامل منها ما هو تقني متعلق بظروف عملية اللحام ومنها ما هو متعلق بمهارة العامل نفسه ومنها ما هو متعلق للعوامل المحيطة بعملية اللحام وتغيرات ميتالورجية وتدرس هذه الورقة البحثية عن بعض من العوامل المشتركة لجوانب عملية اللحام والتي من شأنها تؤدي إلى أخطاء في عملية اللحام وذلك بتحديد أساسيات الحصول على خط لحام جيد وتحديدها في نقاط ثم تغيير هذه الأساسيات وتسجيل الاختلاف بواسطة الاختبارات الاتلافية البسيطة ومن ثم الخروج بنقاط ثابتة مشتركة تصنف بأنها الأساس لعدم الحصول على خطوط لحام جيدة وذلك لتفادي الفني والمختص لهذه الأسباب ولتكن مادة علمية تدرس للمهتم بعملية اللحام وقد تمت التجربة على صلب من النوع منخفض الكربون نتيجة قابليته العالية في اللحام وقد أختير لحام القوس الكهربائي لانتشاره في مجالات عدة. مع اختيار الوضع

الأفقي المسطح لهذه الاختبارات. وقد انتهت الدراسة إلى التحقق من ثلاث عوامل مشتركة من شأنها تكون مسببات رئيسية في عمليات اللحام المختلفة وهي وجود أكاسيد وشوائب في معدن اللحام وقلة مهارة العامل الفني وإجراء عمليات لحام في جو من التيارات الهوائية. الكلمات المفتاحية: عيوب اللحام، اختبارات لا اتلافية، القوس الكهربائي، صلب منخفض الكربون.

## مقدمة البحث.

تتفوق طريقة اللحام بالكهرباء عن سائر الطرق الأخرى إذ أن معدل انتشارها يزيد عن 90% من مجموع طرق اللحام الأخرى وفيها يتم تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية تستخدم للصبهر الموضعي لطرفي وصلة اللحام ولإدراك أبعاد هذه الطريقة نجد من الضرورة دراسة طبيعة تكوين القوس الكهربائي فعلى أساسه يمكن حل الكثير من المشاكل المتعلقة باللحام (الصباغ، احمد سالم، صفحت 74) ومع التطورات الحديثة في طرق اللحام واساليبه قد توصلت البحوث والدراسات إلى العديد من الحلول للحصول على فاعلية وكفاءة عالية في اللحام وقد كانت الصعوبة في الحصول على خطوط لحام خالية من العيوب هو تأثير المعادن بالهواء المحيط وما تحتويه من غازات عند التصنيع عامة واثناء إجراء عملية اللحام خاصة حيث تتأثر بركة اللحام (بؤره) بشكل عام بالهواء فكان لا بد من البحث عن طرق للحيلولة دون وصول الغازات الموجودة في الهواء التي تؤثر سلبا على بركة اللحام (يات لحلول التعليم، كتاب اللحام، 2020 صفحت 2) وايضا التوسع في طرق الفحص لهذه العيوب عن طريق اجهزة وادوات كاشفة لهذه العيوب. وتعرض عملية اللحام بالقوس الكهربائي للعديد من المتغيرات منها تغير التيار الكهربائي طبقا لسلك المشغولة المراد لحامها وطبقا ايضا لقطر الإليكترود ومن المتغيرات ايضا سرعة اللحام وزوايا اللحام (جاسم، رعد امجد ومهند، نسرين داخل) كل هذه العوامل يمكن تصنيفها كعوامل تقنية لعملية اللحام ويمكن اضافة متغيرات اخرى مثل مهارة العامل والامكانيات المتاحة لة من تجهيزات للخروج بخطوط لحام بها قدر بسيط من العيوب. وبعد اتمام عملية اللحام يأتي دور الفحص والاختبار للتأكد من جودة خط اللحام من عدمه. وتعد الاختبارات الاتلافية فرعا من فروع علم المواد وتعتمد على تطبيق طرق وتقنيات يمكنها الكشف عن العيوب الموجودة في كل جزء من اجزاء المنتج وتحديد طبيعة هذه العيوب وأسباب نشوئها خلال جميع مراحل العملية الإنتاجية واثناء مرحلة الخدمة تمهيدا لإيجاد الحلول المناسبة لإزالتها أو لتخفيض عددها دون احداث أي تشويه أو تغيير في شكل تلك الاجزاء لغرض زيادة الإنتاج وزيادة فترة الاستخدام وضمان السلامة المهنية (الشافعي، محمود احمد صفحت 3).

## مشكلة البحث:

تنتشر وتتنوع عيوب اللحام في الصلب منخفض الكربون بكثرة. وتتعدد الأسباب لذلك. فمنها ما هو مرتبط بمهارة العامل الفني وكيفية إجراء عملية اللحام. ومنها ما هو مرتبط بأجواء عملية اللحام مثل وجود تيارات هوائية أو بيئة عمل غير مناسبة. ومنها ما هو مرتبط بأخطاء في تصميم وصلات اللحام وعيوب ميتالورجيه. تكمن مشكلة هذا البحث في تحديد كل العوامل المشتركة والمسببة لعيوب اللحام والتي من شأنها تكون مرجع لكل مهتمى ودارسى ومصممي عمليات اللحام. وذلك لتلافي هذه العيوب مستقبلا. وتجنب الأسباب التي تؤدي اليها

## هدف البحث:

ان هدف هذا البحث. تحديد العيوب المشتركة لكل مسببات عيوب لحام القوس الكهربائي وتطبيق الاختبارات الاتلافية البسيطة للتأكد من هذه العيوب.

## منهج البحث.

سوف يتم استخدام المنهج التجريبي في هذا البحث وذلك من خلال إجراء عمليات لحام متعددة مع تغيير بعض الأساسيات لهذه العمليات مثل تغيير المكان والعامل الفني والتجهيزات ومن ثم إيجاد العلاقات بين المتغيرات البحثية وفحصها وأثر تلك المتغيرات على عملية اللحام.

## إطار البحث:

سوف يتم العمل في البحث على جزأين كل منهما مكمل للآخر  
الجزء الأول: إطار تمهيدي نظري وسرد لبعض مصطلحات البحث.  
الجزء الثاني: وهو إطار عملي لبعض التجارب في ورش الإنتاج.

## الإطار النظري للبحث:

سأقوم في هذه الجزئية بتوضيح بعض المفاهيم المتعلقة بعملية اللحام بالقوس الكهربائي والتي من شأنها تكون دليل لبعض مفردات البحث وهي كالتالي:

- 1- تعريف اللحام بالقوس الكهربائي
- 2- مزايا اللحام بالقوس الكهربائي
- 3- العلاقة بين التيار الكهربائي وقطر الإليكترود
- 4- نوع القطبية في لحام القوس الكهربائي
- 5- زوايا سلك لحام القوس الكهربائي
- 6- ضوابط سرعة لحام القوس الكهربائي
- 7- قابلية المعدن للحام.
- 8- تكوين الصلب منخفض الكربون
- 9- تعريف الاختبارات الاتلافية للحام
- 10- أنواع الاختبارات الاتلافية

1 تعريف اللحام بالقوس الكهربائي: يمكن تعريف اللحام بأنه العملية التي تتم عادة بواسطة صهر المعدن عن طريق رفع درجة حرارة الوصلة ويمكن الحصول على الحرارة اللازمة لعملية الصهر بواسطة الغاز أو القوس الكهربائي أو بواسطة مركبات كيميائية، ويعتبر لحام القوس الكهربائي أحد أهم أنواع اللحام على الإطلاق، ويتم عن طريق الحرارة الناتجة عن قوس كهربائي بين القطب والجزء الملاحوم. تصل درجة الحرارة في هذا النوع من اللحام إلى 4000 درجة مئوية وهي درجة حرارة كافية لصهر المعدن في نقطة اللحام أو صهر معدن إضافي من سلك ويلتحم عند تبريده مكوناً وصلة متينة (تقنية اللحام، ادارة تطوير المناهج)

2 مزايا اللحام بالقوس الكهربائي: يمكن تلخيص تلك المزايا في الآتي

- لحام كل المعادن الهندسية بسبب توفر حرارة عالية تبلغ 4000 درجة مئوية
- جودة عالية في اللحام بسبب عزل منطقة اللحام بمسحوق متواجد على سلك اللحام
- حرارته عالية تمكن من اللحام بسرعة عالية مما يضمن إنتاجية كبيره
- عدم الافراط في تسخين موضع اللحام بسبب الحرارة العالية وسرعة اللحام
- تقل مساحة المنطقة المعرضة للحرارة والتي يتعرض معدنها لتغيير خواصها

- يمكن تنفيذه أليا بسهولة
- ويمكن تعلمه بسهولة (تقنية اللحام، ادارة تطوير المناهج صفحت 23)

### 3 العلاقة بين التيار الكهربى وقطر الإليكترود:

الالكترودات المستخدمة في لحام القوس الكهربى يكون قطرها بين 2.5 إلى 6.3 مم ويتم اختيار القطر بمعايير طبقا لشدة التيار الكهربى وذلك لضمان تفاعى تفكك المسحوق المغلف على السلك والجدول الاتى يوضح ذلك.

جدول العلاقة بين التيار الكهربى وقطر الإليكترود						
6.3	6.0	5.0	4.0	3.2	2.5	قطر الإليكترود
220	200	150	110	65	50	الحد الأدنى للتيار (امبير)
350	315	250	185	130	90	الحد الاقصى للتيار (امبير)

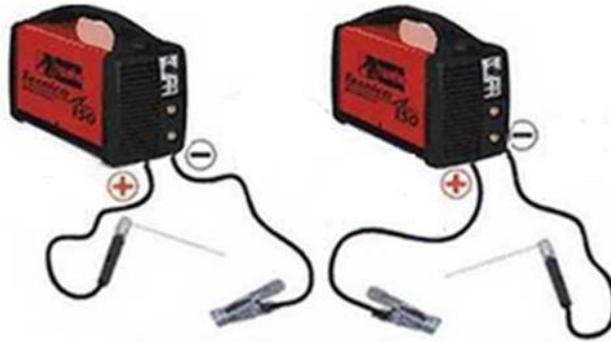
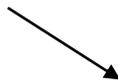
المصدر كتاب تقنية اللحام، ادارة تطوير المناهج

### 4 نوع القطبية في لحام القوس الكهربى

القطبية أو ما يسمى بتوصيلات الماكينة تنقسم إلى نوعين:

- قطبية مباشرة وفيها يتم توصيل الشغلة بالطرف الموجب وسلك اللحام بالطرف السالب وتكون الحرارة المسلطة على المشغولة قليلة وهذه القطبية تستخدم بكثرة وفي غالب انواع المعادن
- القطبية الغير مباشرة وفيها يتم توصيل المشغولة بالطرف السالب ويكون سلك اللحام موصل بالطرف الموجب وفيها تكون الحرارة المسلطة على الشغلة كبيرة لذلك لا تستخدم الا في المشغولات ذات السمك الكبير والشكل الاتى يوضح ذلك (jeffus، larry صفحت 169)

قطبية غير مباشرة



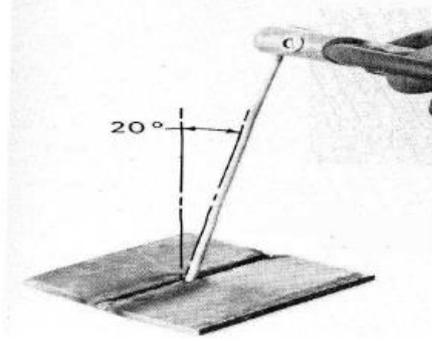
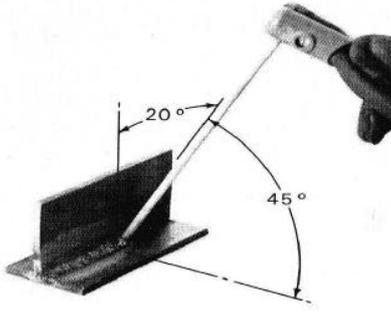
قطبية مباشرة

المصدر [www.dominospizzaschool.com](http://www.dominospizzaschool.com)

شكل (1)

### 5 زوايا سلك لحام القوس الكهربى:

بعد قرح القوس الكهربى وانشاء بؤرة اللحام يراعى ضبط زاوية اللحام وهي تختلف باختلاف وضع اللحام ويوجد منها نوعين زاوية رقم واحد وهي تميل على خط اللحام بمقدار 20 درجة والزاوية الثانية ومقدارها 45 درجة وتميل على الخط العمودى على خط اللحام (عاشور، محمد نجيب ومحمد، فوزى احمد صفحت 69).



شكل (2) المصدر <https://ar.triangleinnovationhub.com> شكل (3) المصدر <https://ar.triangleinnovationhub.com>

### 6 ضبط سرعة لحام القوس الكهربائي:

لسرعة اللحام وبطئه آثار مترتبة على جودة خط اللحام وهذا ما سوف توضحه التجارب العملية القادمة إذ تعتبر الحركة السريعة في اللحام غير مستحبة لأنها تخرج خط لحام رفيع وغير ناعم وغير متغلغل ولكن مضارة أكثر وايضا لبطئ خط اللحام مضارة إذ تخرج خط لحام سميك واستهلاك طاقة وسلك لحام أكثر ويمكن تعريف سرعة اللحام على انها المعدل الخطي الذي يتحرك فيه القوس على طول مفصل اللحام وهو مرتبط بزمن وتكلفة (Nisith)، (R. Mandal صفحت 163)

### 7 قابلية المعدن للحام.

هناك عدة عوامل تؤثر على قابلية الصلب لعملية اللحام تتضمن هذه العوامل التركيب الكيميائي والخواص الفيزيائية والمعاملات الحرارية فزيادة نسبة الكربون عن 0.3% تزيد من تقسية المعدن خصوصا عند تعرضه للهواء الجوي والتبريد بعد اللحام، ويصبح الصلب هش ويكون هذا التأثير قليل في حالة لحام القوس الكهربائي مقارنة عنة في لحام الغاز وكلما اعتدلت نسبة الكربون في المعدن كلما كانت قابلية للحام افضل (حسين، عباس خماس وجبار، محمد مهدي صفحت 1172) وايضا من العوامل التي تزيد قابلية المعدن للحام وجود شوائب مثل الكبريت والفسفور فكلما قلت هذه الشوائب كلما كان المعدن افضل في عملية اللحام.

### 8 تكوين الصلب منخفض الكربون

الصلب الطري (الحديد الذي يحتوي على نسبة صغيرة من الكربون، قوي وصلب ولكن ليس من السهل تقسية)، والمعروف أيضا باسم الفولاذ الكربوني العادي والفولاذ منخفض الكربون، هو الآن أكثر أنواع الصلب استخداما لأن سعرة منخفض نسبيا ويوفر خصائص جيدة ومقبولة في عملية اللحام ويحتوي الفولاذ الطري على حوالي 0.05-0.30% كربون. مما يجعله مرنا ويتمتع الفولاذ الطري بقوة شد منخفضة نسبيا، ويتميز أكثر برخصة وسهولة تشكيلة ويمكن زيادة صلادة سطحه الخارجي عن طريق عملية الكربنة (<https://ar.wikipedia.org>)

## 9 تعريف الاختبارات الاتلافية للحام

ان التعريف العام للاختبارات الاتلافية يشمل الفحص أو تقييم يجرى على المواد والمنتجات الصناعية بغرض تحديد وجود عيوب أو انقطاعات يمكنها أن تعيق أو تمنع استخدام القطعة أو المنتج شرط الا يحدث ذلك الاختبار أي تغيير بتلك المواد أو المنتجات الصناعية. كما يمكن الاستعانة بالاختبارات الاتلافية لقياس ومعرفة خواص اخرى للقطع المختبرة مثل الحجم والابعاد والشكل وتركيبية المادة بما في ذلك ما تحتويه السبيكة والصلادة وحجم البلورات وغير ذلك. (شعبان، حسن ابراهيم والدرويش، جمال محمد، صفحت 8)

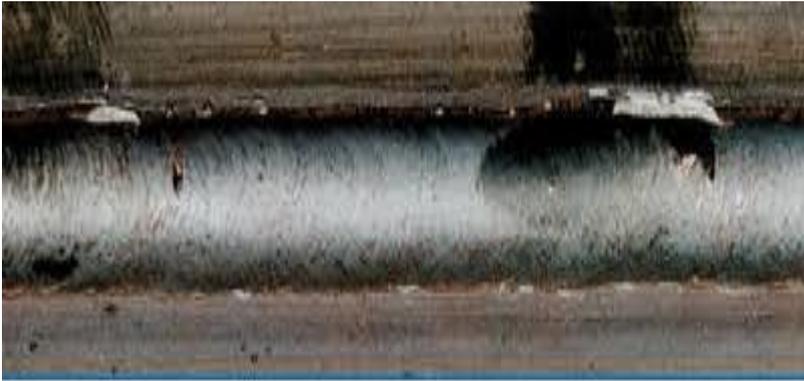
## 10 انواع الاختبارات الاتلافية: الجدول التالي يبين الانواع الشائعة من الاختبارات الاتلافية

اسم الاختبار	امكانيات الاختبار	حدود الاختبار
البصرى	فحص السطوح الخارجية	يصعب اكتشاف العيوب الصغيرة على السطح
المجهري	فحص عيوب سطحية صغيره	لا يصلح للمشغولات الكبيرة أو تحت السطح
التصوير الإشعاعي	فحص عيوب تحت السطح	يكتشف عيوب الجسم والعيوب الصغيرة
الصبغة	عيوب سطحيه	يكتشف العيوب السطحية
موجات فوق صوتيه	عيوب تحت السطح	يجب أن تكون المادة موصلة للصوت
مغناطيسي	عيوب السطح وقرب السطح	يصلح للمواد المغناطيسية وتحت السطح بحدود
التيارات الدوامية	عيوب السطح وقرب السطح	يصلح فقط للمعاد
الاختبارات الصوتية	فحص السطح بكامله	يصلح للمشغولات باهظة الثمن

المصدر (Applications and Chemistry Section IAEA)

## الإطار العملي للبحث.

تعددت الأسباب التي تؤدي إلى عيوب اللحام والتي اثبتتها الدراسات والبحوث الكثيرة وفي هذه التجربة نميل إلى استنتاج مسببات مشتركة في عيوب اللحام وللحصول على ذلك راعيت بتغيير أنماط المسببات لكل عينة لحام على حده. فمثلا هناك عيب شهير في اللحام يسمى تناثر رزاز اللحام وهذا بسبب بعد مسافة الثغرة بين سلك الإليكترود وزيادة حرارة بؤرة اللحام. اذا يسند الامر إلى مهارة العامل أو امكانيات ماكينة اللحام أو وجود تيارات هوائية قوية في منطقة اللحام. لذا سوف اتبع هذه العيوب من حيث اسناد العينة مع عامل ماهر مع ظروف غير مهيأة ونفس العينة لعامل نصف ماهر مع ظروف مهيأة وهكذا في جميع العيوب المحتملة وسوف توضح عملية التحليل ذلك. وقد استخدمت هذه الطريقة بناء على دراسة بحثية لعيوب اللحام تتحدث عن امكانية تصوير عمليات اللحام المختلفة بأوضاع واساليب مختلفة وبطرق تقليدية للخروج بعيوب محددة واضحة وبدقة (haih) ، (pan8page)

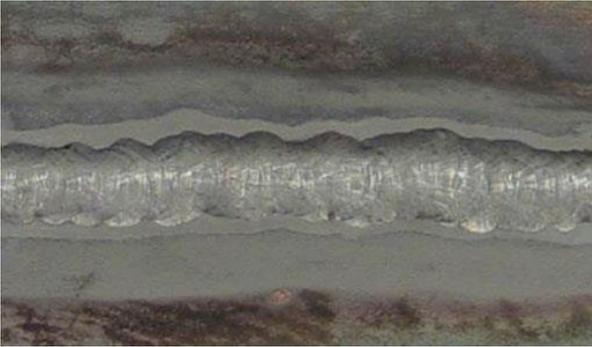
	1	رقم العينة
	منخفض الكربون	نوع المعدن
	اختياري	نوع السلك
	مسطح	وضع اللحام
	مباشره	القطبية
	3مم	سمك الشغله
	اختياري	قطر الإليكترود
	ماهر	مستوى الفني
	مطابقة	تجهيزات المكان

	2	رقم العينة
	منخفض الكربون	نوع المعدن
	اختياري	نوع السلك
	مسطح	وضع اللحام
	مباشره	القطبية
	5مم	سمك الشغله
	اختياري	قطر الإليكترود
	ماهر	مستوى الفني
	غير مطابقة	تجهيزات المكان

	3	رقم العينة
	منخفض الكربون	نوع المعدن
	6013	نوع السلك
	مسطح	وضع اللحام
	مباشره	القطبية
	3مم	سمك الشغله
	2.5مم	قطر الإليكترود
	عادي	مستوى الفني
	مطابقة	تجهيزات المكان

	4	رقم العينة
	منخفض الكربون	نوع المعدن
	6013	نوع السلك
	مسطح	وضع اللحام
	مباشرة	القطبية
	3مم	سمك الشغله
	2.5 مم	قطر الإليكترود
	عادي	مستوى الفني
	مطابقة	تجهيزات المكان

	5	رقم العينة
	منخفض الكربون	نوع المعدن
	6013	نوع السلك
	مسطح	وضع اللحام
	مباشرة	القطبية
	3مم	سمك الشغله
	2.5مم	قطر الإليكترود
	نصف ماهر	مستوى الفني
	لحام خارجي غير مجهز	تجهيزات المكان

	6	رقم العينة
	منخفض الكربون	نوع المعدن
	7018	نوع السلك
	مسطح	وضع اللحام
	مباشرة	القطبية
	5مم	سمك الشغله
	2.5مم	قطر الإليكترود
	عادي	مستوى الفني
	مطابقة خارجيه	تجهيزات المكان

	7	رقم العينة
	منخفض الكربون	نوع المعدن
	6013	نوع السلك
	مسطح	وضع اللحام
	مباشره	القطبية
	3مم	سمك الشغله
	3مم	قطر الإليكترود
	عادي	مستوى الفني
	مطابقة خارجيه	تجهيزات المكان

	8	رقم العينة
	منخفض الكربون	نوع المعدن
	7018	نوع السلك
	مسطح	وضع اللحام
	مباشره	القطبية
	6 مم	سمك الشغله
	4 مم	قطر الإليكترود
	ماهر	مستوى الفني
	غير مطابقة خارجي	تجهيزات المكان

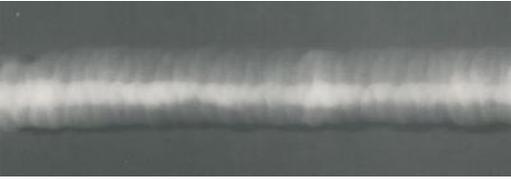
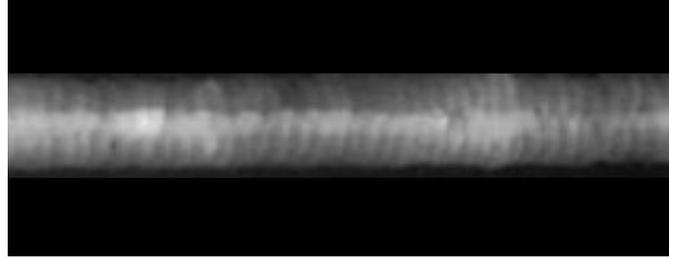
#### تحليل العينات بصريا:

- عينة رقم (1) (2) تم ترك حرية اختيار سلك اللحام وقطرة ومقدار التيار وسرعة اللحام وزاوية اللحام للفني لقياس مهاراته وبملاحظة الفني تم اختيار سلك لحام 6013 بقطر 2.5 وهو مناسب للسلك 3مم مع اختيار تيار كهربي مناسب وتم إجراء عملية اللحام في بيئة مجهزة ومطابقة للمواصفات وظهرت مواصفات الخط كما بالشكل الموضح للعينة ودرجة تقويمه فائقة وبنفس الفني في مكان آخر ولكن في ورشة خاصة بالتعليم الحكومي ذات مواصفات قياسية اقل من حيث تصميم الورشة وتجهيزاتها تم إعطائه عينة رقم (2) وترك جميع الخيارات له من اختيار للسلك والتيار وسرعة اللحام وزاويته تم إخراج العينة كما بالشكل الخاص بالعينة (2) ودرجة تقييمها اقل من الأخرى وبها بعض العيوب مثل النحر.
- عينة رقم (3) (4) تم ضبط اجواء اللحام كاملة للفني من حيث ضبط الماكينة واختيار سلك لحام مناسب للتيار والقطر والقطبية للماكينة كل هذا في ظل ورشة مطابقة للمواصفات القياسية قام الفني المنفذ للعينة رقم (3) بإخراج العينة وبها العيوب الموضحة بالشكل والتي تتلخص في نحروعدم انتظام خط اللحام وبطنها ومقدمة ونهاية لحام غير منضبطة وتظهر العينة رقم (4) أخطاء عدم انتظام السرعة ووجود خط لحام رفيع غير متغلغل كل هذا مع توفير امكانيات فائقة في ورشة اللحام.

- عينة رقم (5) وهي اعطيت لفنى في خارج نطاق ورش العمل في موقع عمل خارجي ذات صفات مختلفة عن الورش وتم ترك الفنى بدون أي بيانات تم إخراج العينة بالشكل الملاحظ به بعض العيوب مثل الشروخ الطولية البسيطة على السطح الخارجي ويظهر السطح تأثره بالهواء الجوي مع وجود مسامات سطحية
- عينة رقم (6) ويقوم بها عامل مصنف فني عادى تم تغيير سمك اللحام ونوع السلك (7018) وترك العامل في اجواء العمل يختار ما يشاء من تيار وقطبية وزاوية تم إخراج العينة وبها عيوب مثل شروخ عرضية بسيطة ومسامات سطحية ونحرمقبول وعدم انتظام خط اللحام وخشونته
- عينة رقم (7) واعطيت لفنى عادى ايضا ولكن بطروف مختلفة من قطر السلك والتيار ولكن بنفس مكان العمل وهو مجهز طبقا للمواصفات. وجدت بعض العيوب المذكور وهو لحام ردى وصله غير متينة خط لحام غير منتظم وغير متغلغل والسرعة غير منتظمة والزاوية غير صحيحة.
- عينة رقم (8) اعطيت لفنى ماهر في اجواء خارجية غير مؤهلة وغير مطابقة ولم تعطي للفنى أي معلومات وتم تركه لخبثه في عملية الاختيار والضبط تم إخراج المشغولة بالشكل الموضح مقبولة بصريا بها بعض الأخطاء البسيطة التي لا ترتقي للرفض بل لوحظ تجنب الفنى لأخطاء الماكينة وتركيباتها مع العلم تم تجهيز المشغولة بعمليات شطف لإحداث تغلغل أكثر وهذا نتيجة كبر سمك المشغولة وتم عمل ثلاث خطوط لحام بثلاث اشواط تبدأ بشوط الجزر منتهية بشوط الكاب مرورا بعملية الملى. لوحظ ايضا تجنب الفنى رداءة سلك اللحام وحسن اختياره للسلك حيث تم استخدام سلك (7018) خالي من الرطوبة.

#### تحليل إشعاعي للعينات المقبولة:

تمت إجراء اختبار مسح إشعاعي للعينات المقبولة فقط والتي اظهرت نتائج الفحص البصري قبولها طبقا للحدود المسموح بها وهي العينة (1) (8) وكانت نتائج الفحص الإشعاعي كما هو موضح:

عينة (8)	عينة (1)
	
	

يظهر تقرير الحالة للعينة (1) الموضحة بان هناك عيب يسمى الشقوق العرضية يمكن الكشف عن عيوب اللحام الكراك في صورة شعاعية عندما يكون هناك انتشارا في الاتجاه الذي ينتج تغييرا في السمك أو التخانة الموازية لحزمة الاشعة السينية أو اشعة جاما وسوف تظهر الشقوق على شكل خطوط خشنة غير منتظمة وغالبا ما تكون خافتة جدا ويمكن أن تظهر ايضا على شكل ذيول على شوائب الخبث اما العينة رقم (8) فقد اظهر التقرير وجود

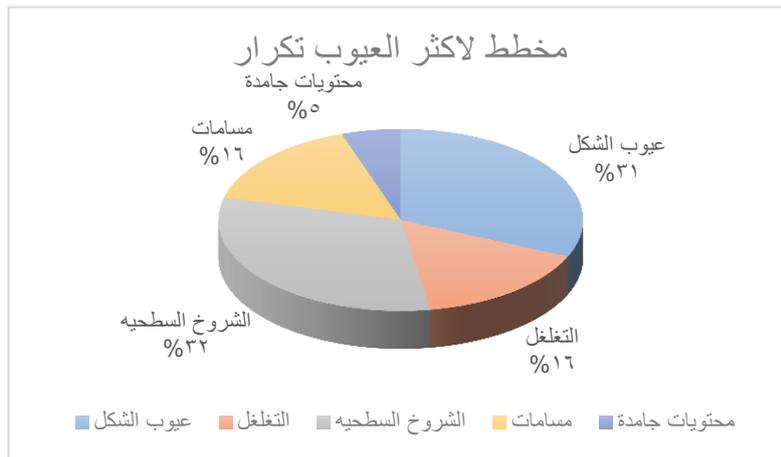
نحر بسيط بطول 2 مم متقطع وقد اورد الدكتور الصباغ في كتاب تكنولوجيا اللحام أن السبب الرئيسي لحدوث هذه العيوب يرجع لعدة أسباب منها

- قلة وضعف عمليات التنظيف
- وجود اكاسيد متواجدة على سطح المشغولات
- اجهاد حراري زائد ((الصباغ، احمد سالم، صفحت 424)

ومن ذلك يمكن تلخيص نتيجة التحليلات البصرية والاشعاعية وجود عيوب مقبولة في العينات المقبولة لا ترتقي الى أن تسبب مشاكل في العمل وكلها في الحدود المتفق عليها والمسموح بها.

#### التحليل المهي لأخطاء العينات:

رقم العينات								خطأ اللحام
8	7	6	5	4	3	2	1	
✓	×	×	×	×	×	×	✓	عيوب الشكل
✓	×	✓	✓	×	×	✓	✓	التغلغل
✓	×	×	×	×	×	×	✓	الشروخ السطحية
✓	×	×	×	✓	✓	✓	✓	مسامات
✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	محتويات جامدة



#### نتائج البحث.

- 1- بينت الدراسة بانحصار المسببات الرئيسية لمعظم عيوب اللحام في ثلاثة بنود
  - تيارات الهواء المتواجدة في منطقة اللحام
  - عدم ازالة الاكاسيد والشوائب
  - قلة المهارة الفنية للعامل الفني

- 2- بينت التجربة على اهمية الاهتمام بأجواء ورش اللحام الداخلية التنظيمية من حيث التصميم.
- 3- اظهر الفحص على وجود اختلاف شديد بين العمل داخل ورش اللحام والعمل في موقع عمل خارجي.
- 4- اظهر البحث على اخفاق مهارة الفني الماهر في ظل ظروف عمل غير ملائمة.
- 5- اظهرت الدراسة أن هناك علاقة بين مستوى الفني ومخرجاته والامكانيات المتاحة.

#### مناقشة نتائج البحث:

تشير جداول مراجعة عيوب اللحام للصلب منخفض الكربون والتي تم تقسيمها إلى ست مجموعات كل مجموعة تحمل نوع من انواع العيوب مثل الشروخ والفجوات والمحتويات الجامدة وهكذا والتي قسمها الدكتور احمد سالم الصباغ في مرجعة الشهير هندسة اللحام (الصباغ، احمد سالم، صفحات من 423 إلى 434) تشير عيوب عينات البحث إلى الآتي:

رقم العينة	عيوب العينة	الأسباب	حالة العينة
1	شق عرض 1مم غير مؤثر	وجود اكاسيد	مقبولة
2	نحر	وجود اكاسيد اجهادات حرارية	مرفوضه
3	نحرو نهاية غير سليمة وعدم انتظام خط اللحام	عدم مهارة الفني وجود اكاسيد اجهادات حرارية	مرفوضه
4	خط لحام غير منتظم وغير متغلغل	عدم مهارة الفني	مرفوضه
5	مسامات وشروخ	- وجود تيارات هوائية وأبخرة - نقص التنظيف - عدم ضبط الحرارة	مرفوضه
6	شروخ ومسامات ونحر	نقص التنظيف وجود اكاسيد اجهادات حرارية وجود تيارات هوائية وأبخرة عدم ضبط الحرارة	مرفوضه
7	عدم تغلغل وعدم انتظام الخط	عدم مهارة الفني نقص الحرارة	مرفوضه
8	نحر بسيط بطول 2مم غير مؤثر	وجود اكاسيد بسيطة	مقبولة

وبمراجعة كل الأسباب التي ادت إلى عيوب في عملية اللحام انحصرت كلها في ثلاث عوامل وهي المذكورة في النتائج حيث صنف خط اللحام الغير منتظم والغير متغلغل والخشن والغير ناعم والغير مطابق للمواصفات ارجع لعدم مهارة الفني وقدرته لإدارة تقنية اللحام وذلك لعدم ضبط الماكينة طبقا لسلك المشغولة وقطر الإليكترود فيتالي اتخذ إجراءات تقنية غير مناسبة للعملية مما ادى لظهور عيوب اللحام المذكورة. اما ظهور عيوب اخرى في العينات مثل عيب النحر المتواجد في اغلب العينات يرجع فنيا ايضا لمهارة الفني حيث انه مرتبط بضغط حرارة بؤرة اللحام من حيث ضبط مسافة الثغرة وضبط الحرارة اللازمة وهنا يجب اضافة عوامل اخرى للنحر ومنها رطوبة سلك

اللحام ووجود رطوبة في المشغولة لمعدن الأساس أو لوجود دهانات متبقية (حسين، مهدي صالح صفحت 22) ومن خلال الجدول يتبين مفهوم الأسباب المشتركة التي يأتي منها عيوب اللحام بعد مقارنتها ببعضها. هناك نظرية علمية تسمى باريتو نسبة إلى العالم الإيطالي felefredo pareto تشير هذه النظرية أن 80% من المعوقات والعيوب والمشكلات التي تواجهنا ناتجة فقط من 20% من الأسباب أي أن هناك بعض المسببات البسيطة تسفر عن مسببات كثيرة (كريمة، سلطان صفحت 75) وهذا ما نلاحظه في عيوب اللحام إذ أن هناك عيوب بسيطة بإهمالها سوف تسفر عن عيوب فادحة فمثلا العينة رقم (1) ورقم (2) تم إنتاجهم بواسطة فني واحد ماهر ولكن ظروف الإخراج اختلف فالعينة رقم (1) مقبولة والثانية مرفوضة فما هو المتغير الذي حدث لتغيير المخرج الا وهو الاعدادات المكانية والتجهيزات العينة رقم (1) تمت في ورشة مطابقة للمواصفات والعينة (2) اجريت في ورشة غير مطابقة للمواصفات وتشير الابحاث إلى اثر التجهيزات المكانية على جودة المنتجات والمخرجات داخل ورش الإنتاج حيث تتأثر جودة المنتج وإخراجه بتأثر المعدة والماكينة التي توفرها المؤسسة الصناعية (الزهرة، غربي فاطمة صفحت 56).

### الخلاصة.

اسفرت البحوث السابقة على التحدث عن عيوب اللحام والأسباب التي ادت لها وكيفية تلافيها واجتهدت في بحثي على إخراج عوامل مشتركة تؤدي إلى حدوث عيوب اللحام حيث انتهت الدراسة على وجود ثلاث مصادر لعيوب اللحام هي مسؤولة عن عيوب اللحام ومنها تتفرع كل العيوب اولها القدرة والكفاءة الفنية للعامل حيث ظهر البحث من خلل طرحة على اختلال في عينات البحث مع تنوع نوع العمالة وايضا اظهر البحث عن سبب هو مكنم ظهور أخطاء كثيرة في اللحام وهو تيارات الهواء والابخرة واثر تجهيزات الورش على جودة المنتجات الملحومة حيث ظهرت في العينات مسامات سطحية ونحر وذلك في اماكن الورش الغير مجهزة ولم تظهر هذه العيوب في الورش المجهزة مع تثبيت متغير مهارة العامل في الورشتين مما يشير إلى اثر في التجهيزات المكانية على جودة المنتجات وفند البحث من خلال ثناياه على اثر وجود الاكاسيد والسطوح الغير نظيفة والتي بها رطوبة على ظهور بعض العيوب الغير مقبولة والتي تؤثر على جودة المخرجات. وانتهى البحث على أن الأسباب الرئيسية التي تؤثر على خروج عيوب في اللحام من ورش الإنتاج تتعلق بثلاث نقاط اولها يتمثل في مهارة العامل الفني وكفاءته والاخر يتمثل في التجهيزات المكانية والاخير يتمثل في وجود الابخرة الهوائية والاكاسيد وعدم تنظيف السطوح.

### توصيات البحث ومقترحاته.

1. إجراء عمليات اللحام في جو متلائم داخل ورش مجهزة بعيدة عن التيارات الهوائية. مع الاهتمام بالتقنيات المهنية لعامل اللحام.
2. إجراء فحوصات لا اتلافية بسيطة داخل الورش للتأكد من صلاحية المشغولات من عدمه لتلافي أخطاء تصنيعية كبيرة ومكلفة
3. يفضل إجراء عمليات اللحام للقطاعات التي تتعرض لاحمال كتلك المتواجدة داخل الانشاءات المعدنية في اماكن مجهزة وبعيدة عن التيارات الهوائية ومشاكل التجهيزات المكانية.
4. نوصي بإجراء ابحاث متعلقة بأثر التجهيزات المكانية على جودة خطوط اللحام.

## مراجع البحث.

### أولاً- المراجع بالعربية:

- تقنية اللحام الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج السعودية طبعة 1429 هجرية
- جاسم، امجد رعد وفهد، نسرین داخل وآخرون تأثير السرعة والتيار على عيوب اللحام للفلواز منخفض الكربون مجلة جامعة بابل المجلد 26 العدد 2 2018
- حسين، عباس خماس وجبار، محمد مهدي دراسة تأثير اللحام على خواص الشد والصلادة للفلواز الكربوني العدد 23 المجلد 28 مجلة الهندسة والتكنولوجيا 2010
- حسين، مهدي صالح عيوب اللحام وطرق الكشف عنها القاهرة صفحات 22
- شافعي، محمود احمد الفحص البصري للملحومات الهيئة العربية للطاقة الذرية تونس 2011
- شعبان، حسن ابراهيم وعاشور، جمال محمد التيارات الدوامية مستوى اول الهيئة العربية للطاقة الذرية تونس 2014
- الصباغ، احمد سالم هندسة لحام المعادن الطبعة الثانية القاهرة 1998
- عاشور، محمد نجيب ومحمد، فوزى احمد تكنولوجيا اللحام قطاع الكتب المصري 2018
- غربي، فاطمة الزهرة دراسة مقارنة بين مؤسسة عمومية ومؤسسة خاصة جامعة حسين بن بو على 2008
- كريمة، سلطان محمد طرق تحسين جودة المنتج الصافي واثرة في تخفيض التكاليف كلية الاقتصاد الجزائر 2007
- مهنة لحام المعادن يات لحلول التعليم مصلحة الكفاية الإنتاجية مصر 2020

### ثانياً- المراجع بالإنجليزية:

- HAIHONG PAN and ZAIJUN PANG A new image recognition and classification method combining Transfer Learning Algorithm and Mobile Net model for welding defects .Department of Computer Science and Engineering, University of Connecticut, Storrs 2018
- Larry Jeffus welding and metal fabri cation Printed in the USA 2017 Professional & Career Group
- Nisith R. Mandal ship construction and welding Indian Institute of Technology Kharagpur, West Bengal 2017