"تحقيق العوامل المشتركه في عيوب اللحام للوصلات المعدنيه"

اسلام ناظك حامد
Nazak_fania@yahoo.com
طارق ابراهيم محمد النخيلان
tariqalnukhailan@gmail.com

ملخص البحث :

تعددت الاسباب التي تؤدى الي حدوث عيوب و أخطاء في عملية اللحام وتحدثت بذلك ابحاث كثيره وخلصت لعده عوامل منها ما هو تقني متعلق بظروف عملية اللحام ومنها ماهو متعلق بمهارة العامل نفسه ومنها ما هو متعلق للعوامل المحيطه بعملية اللحام وتغيرات ميتالورجيه وتدرس هذة الورقة البحثيه عن بعض من العوامل المشتركه لجوانب عملية اللحام والتي من شأنها تؤدى الي أخطاء في عملية اللحام وذلك بتحديد اساسيات الحصول علي خط لحام جيد وتحديدها في نقاط ثم تغيير هذة الاساسيات وتسجيل الاختلاف بواسطه الاختبارات الاتلافيه البسيطه ومن ثم الخروج بنقاط ثابته مشتركه تصنف بأنها الاساس لعدم الحصول علي خطوط لحام جيده وذلك لتفادى الفني والمختص لهذة الاسباب ولتكن ماده علميه تدرس للمهتم بعمليات اللحام وقد تمت التجربه علي صلب من النوع منخفض الكربون نتيجة قابليته العاليه في اللحام وقد أُختير لحام القوس الكهربي لانتشاره في مجالات عده . مع إختيار الوضع الافقى المسطح لهذة الاختبارات . وقد انتهت الدراسة الي التحقق من ثلاث عوامل مشتركه من شأنها تكون مسببات رئيسيه في عمليات اللحام المختلفة وهى وجود اكاسيد وشوائب في معدن اللحام وقلة مهارة العامل الفنى واجراء عمليات لحام في جو من التيارات الهوائية .

كلمات مفتاحيه : عيوب اللحام ، اختبارات لا اتلافيه ، القوس الكهربي ، صلب منخفض الكربون

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 currents .

مقدمة البحث :

تتفوق طريقة اللحام بالكهرباء عن سائر الطرق الاخرى اذ أن معدل انتشارها يزيد عن 90% من مجموع طرق اللحام الاخرى وفيها يتم تحويل الطاقة الكهربيه الي طاقة حراريه تستخدم للصهر الموضعى لطرفي وصلة اللحام ولادراك أبعاد هذة الطريقة نجد من الضرورة دراسة طبيعة تكوين القوس الكهربيى فعلي أساسه يمكن حل الكثير من المشاكل المتعلقه باللحام (الصباغ ، احمد سالم ، صفحت 74) ومع التطورات الحديثه في طرق اللحام واساليبه قد توصلت البحوث والدراسات الي العديد من الحلول للحصول علي فاعليه وكفاءه عاليه في اللحام وقد كانت الصعوبه في الحصول علي خطوط لحام خاليه من العيوب هو تأثر المعادن بالهواء المحيط وما تحتويه من غازات عند التصنيع عامه واثناء إجراء عملية اللحام خاصه حيث تتأثر بركه اللحام (بؤره) بشكل عام بالهواء فكان لابد من البحث عن طرق للحيلوله دون وصول الغازات الموجوده في الهواء التى تؤثر سلبا علي بركه اللحام (يات لحلول التعليم ، كتاب اللحام ، 2020 صفحت 2) وايضا التوسع في طرق الفحص لهذة العيوب عن طريق اجهزة وادوات كاشفه لهذة العيوب . وتتعرض عملية اللحام بالقوس الكهربي للعديد من المتغيرات منها تغير التيار الكهربي طبقا لسمك المشغوله المراد لحامها وطبقا ايضا لقطر الاليكترود ومن المتغيرات ايضا سرعة اللحام وزوايا اللحام (جاسم ، رعد امجد ومهند ،نسرين داخل) كل هذة العوامل يمكن تصنيفها كعوامل تقنيه لعملية اللحام ويمكن اضافه متغيرات اخرى مثل مهارة العامل والامكانيات المتاحه له من تجهيزات للخروج بخطوط لحام بها قدر بسيط من العيوب . وبعد اتمام عملية اللحام ياتى دور الفحص والاختبار للتاكد من جودة خط اللحام من عدمه. وتعد الاختبارات الاتلافيه فرعا من فروع علم المواد وتعتمد علي تطبيق طرق وتقنيات يمكنها الكشف عن العيوب الموجوده في كل جزء من اجزاء المنتج وتحديد طبيعة هذة العيوب واسباب نشوئها خلال جميع مراحل العملية الانتاجيه واثناء مرحلة الخدمه تمهيدا لايجاد الحلول المناسبه لازالتها او لتخفيض عددها دون احداث اى تشويه او تغيير في شكل تلك الاجزاء لغرض زياده الانتاج وزيادة فترة الاستخدام وضمان السلامه المهنيه (الشافعى ، محمود احمد صفحت 3) .

مشكلة البحث :

تنتشر وتتنوع عيوب اللحام في الصلب منخفض الكربون بكثره . وتتعدد الاسباب لذلك . فمنها ما هو مرتبط بمهارة العامل الفنى وكيفية اجراء عملية اللحام . ومنها ما هو مرتبط باجواء عملية اللحام مثل وجود تيارات هوائيه او بيئة عمل غير مناسبة . ومنها ما هو مرتبط بأخطاء في تصميم وصلات اللحام وعيوب ميتالورجيه . تكمن مشكلة هذا البحث في تحديد كل العوامل المشتركة والمسببه لعيوب اللحام والتى من شأنها تكون مرجع لكل مهتمى ودارسى ومصممى عمليات اللحام . وذلك لتلافى هذة العيوب مستقبلا . وتجنب الاسباب التى تؤدى اليها

هدف البحث :

ان هدف هذا البحث . تحديد العيوب المشتركه لكل مسببات عيوب لحام القوس الكهربي وتطبيق الاختبارات الاتلافيه البسيطه للتاكد من هذة العيوب .

منهج البحث :

سوف يتم استخدام المنهج التجريبى في هذا البحث وذلك من خلال اجراء عمليات لحام متعددة مع تغيير بعض الاساسيات لهذة العمليات مثل تغيير المكان والعامل الفنى والتجهيزات ومن ثم إيجاد العلاقات بين المتغيرات البحثية وفحصها واثر تلك المتغيرات علي عملية اللحام .

اطار البحث :

سوف يتم العمل في البحث علي جزئين كل منهما مكمل للاخر

الجزء الاول : اطار تمهيدى نظرى وسرد لبعض مصطلحات البحث .

الجزء الثانى : وهو اطار عملي لبعض التجارب في ورش الانتاج .

الاطار النظرى للبحث :

سأقوم في هذة الجزئيه بتوضيح بعض المفاهيم المتعلقة بعملية اللحام بالقوس الكهربي والتى من شأنها تكون دليل لبعض مفردات البحث وهى كتالي :

1- تعريف اللحام بالقوس الكهربي
2- مزايا اللحام بالقوس الكهربي
3- العلاقه بين التيار الكهربي وقطر الاليكترود
4- نوع القطبيه في لحام القوس الكهربي
5- زوايا سلك لحام القوس الكهربي

6- ضوابط سرعة لحام القوس الكهربي

7- قابليه المعدن للحام .

8- تكوين الصلب منخفض الكربون

9- تعريف الاختبارات الاتلافيه للحام

10-انواع الاختبارات الاتلافيه

1 **تعريف اللحام بالقوس الكهربي :** 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 الكهربي أو بواسطة مركبات كيميائية ، ويعتبر لحام القوس الكهربي أحد أهم أنواع اللحام على الإطلاق ، ويتم عن طريق الحرارة الناتجة عن قوس كهربي بين القطب والجزء الملحوم . تصل درجة الحرارة في هذا النوع من اللحام إلى 4000 درجة مئوية وهى 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 الكهربي :** يمكن تلخيص تلك المزايا في الاتي

- لحام كل المعادن الهندسيه بسبب توفر حرارة عاليه تبلغ 4000 درجة مئويه
- جوده عاليه في اللحام بسبب عزل منطقة اللحام بمسحوق متواجد علي سلك اللحام
- حرارته عاليه تمكن من اللحام بسرعه عاليه مما يضمن انتاجيه كبيره
- عدم الافراط في تسخين موضع اللحام بسبب الحرارة العاليه وسرعة اللحام
- تقل مساحة المنطقه المعرضه للحراره والتي يتعرض معدنها لتغيير خواصها
- يمكن تنفيذة آليا بسهوله
- ويمكن تعلمه بسهوله (تقنية اللحام ، ادارة تطوير المناهج صفحت 23)

3 **العلاقه بين التيار الكهربي وقطر الاليكترود :**

الالكترودات المستخدمه في لحام القوس الكهربي يكون قطرها بين 2.5 الي 6.3 مم ويتم اختيار القطر بمعايير طبقا لشدة التيار الكهربي وذلك لضمان تفادى تفكك المسحوق المغلف علي السلك والجدول الاتي يوضح ذلك .

جدول العلاقه بين التيار الكهربي وقطر الاليكترود

قطر الاليكترود	2.5	3.2	4.0	5.0	6.0	6.3
الحد الادني للتيار (امبير)	50	65	110	150	200	220
الحد الاقصى للتيار (امبير)	90	130	185	250	315	350

المصدر كتاب تقنية اللحام ، ادارة تطوير المناهج

4 نوع القطبيه في لحام القوس الكهربي

القطبيه او ما يسمى بتوصيلات الماكينه تنقسم الي نوعين :

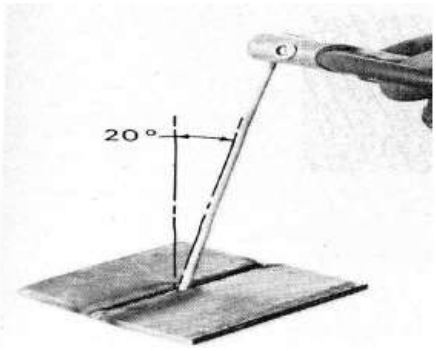
- قطبيه مباشره وفيها يتم توصيل الشغله بالطرف الموجب وسلك اللحام بالطرف السالب وتكون الحرارة المسلطه علي المشغوله قليله وهذة القطبيه تستخدم بكثره وفي غالب انواع المعادن
- القطبيه الغير مباشره وفيها يتم توصيل المشغوله بالطرف السالب ويكون سلك اللحام موصل بالطرف الموجب وفيها تكون الحرارة المسلطه علي الشغله كبيره لذلك لا تستخدم الا في المشغولات ذات السمك الكبير والشكل الاتي يوضح ذلك (jeffus ، larry صفحت 169)

-

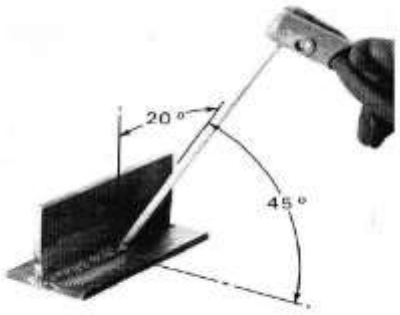
شكل (1) المصدر www.dominospizzaschool.com

5 زوايا سلك لحام القوس الكهربي :

بعد قدح القوس الكهربي وانشاء بؤرة اللحام يراعى ضبط زاوية اللحام وهي تختلف باختلاف وضع اللحام ويوجد منها نوعين زاويه رقم واحد وهي تميل علي خط اللحام بمقدار 20 درجه والزاويه الثانيه ومقدارها 45 درجه وتميل علي الخط العمودى علي خط اللحام (عاشور، محمد نجيب و محمد، فوزى احمد صفحت 69) .



شكل (2) المصدر ttps://ar.triangleinnovationhub.com



شكل (3) المصدر ttps://ar.triangleinnovationhub.com

❻ ضبط سرعة لحام القوس الكهربي :

لسرعة اللحام وبطئه آثار مترتبه علي جوده خط اللحام وهذا ما سوف توضحه التجارب المعمليه القادمه اذ تعتبر الحركه السريعه في اللحام غير مستحبه لانها تخرج خط لحام رفيع وغير ناعم وغير متغلغل ولكن مضاره اكثر وايضا لبطئ خط اللحام مضاره اذ تخرج خط لحام سميك واستهلاك طاقه وسلك لحام اكثر ويمكن تعريف سرعة اللحام علي انها المعدل الخطي الذي يتحرك فيه القوس على طول مفصل اللحام وهو مرتبط بزمن وتكلفه (R. Mandal،Nisith صفحت 163)

❼ قابليه المعدن للحام .

هناك عدة عوامل تؤثر علي قابلية الصلب لعملية اللحام تتضمن هذة العوامل التركيب الكميائي والخواص الفزيائيه والمعاملات الحراريه فزيادة نسبة الكربون عن 0.3% تزيد من تقسية المعدن خصوصا عند تعرضه للهواء الجوى والتبريد بعد اللحام ، ويصبح الصلب هش ويكون هذا التاثير قليل في حالة لحام القوس الكهربي مقارنته عنه في لحام الغاز وكلما اعتدلت نسبة الكربون في المعدن كلما كانت قابلية للحام افضل (حسين ،عباس خماس و جبار، محمد مهدى صفحت 1172) وايضا من العوامل التى تزيد قابلية المعدن للحام وجود شوائب مثل الكبريت والفسفور فكلما قلت هذة الشوائب كلما كان المعدن افضل في عملية اللحام .

❽ تكوين الصلب منخفض الكربون

الصلب الطري (الحديد الذي يحتوي على نسبة صغيرة من الكربون ، قوي وصلب ولكن ليس من السهل تقسية) ، والمعروف أيضًا باسم الفولاذ الكربوني العادي والفولاذ منخفض الكربون ، هو الآن أكثر انواع الصلب استخداما لأن سعره منخفض نسبيًا ويوفر خصائص جيدة ومقبوله في عملية اللحام و يحتوي الفولاذ الطري على حوالي 0.05 – 0.30٪ كربون .مما يجعله مرنًا و يتمتع الفولاذ الطري بقوة شد منخفضة نسبيًا ، ويتميز اكثر برخصة وسهولة تشكيله ويمكن زيادة صلادة سطحة الخارجى عن طريق عملية الكربنه (https://ar.wikipedia.org)

❾تعريف الاختبارات الاتلافيه للحام

ان التعريف العام للاختبارات اللا اتلافيه يشمل الفحص أو تقييم يجرى علي المواد والمنتجات الصناعيه بغرض تحديد وجود عيوب أو انقطاعات يمكنها ان تعيق او تمنع استخدام القطعه او المنتج شرط الا يحدث ذلك الاختبار اى تغيير بتلك المواد او المنتجات الصناعيه . كما يمكن الاستعانه بالاختبارات اللا اتلافيه لقياس ومعرفة خواص اخرى للقطع المختبره مثل الحجم والابعاد والشكل وتركيبة الماده بما في ذلك ما تحتويه السبيكه والصلاده وحجم البلورات وغير ذلك . (شعبان ، حسن ابراهيم و الدرويش ، جمال محمد ، صفحت 8)

10 **انواع الاختبارات الاتلافيه** : الجدول التالي يبين الانواع الشائعه من الاختبارت اللا اتلافيه

اسم الاختبار	امكانيات الاختبار	حدود الاختبار
البصرى	فحص السطوح الخارجيه	يصعب اكتشاف العيوب الصغيره علي السطح
المجهرى	فحص عيوب سطحيه صغيره	لا يصلح للمشغولات الكبيره او تحت السطح
التصوير الاشعاعى	فحص عيوب تحت السطح	يكتشف عيوب الجسم والعيوب الصغيره
الصبغه	عيوب سطحيه	يكتشف العيوب السطحيه
موجات فوق صوتيه	عيوب تحت السطح	يجب ان تكون الماده موصله للصوت
مغناطيسى	عيوب السطح وقرب السطح	يصلح للمواد المغناطيسيه وتحت السطح بحدود
التيارات الدواميه	عيوب السطح وقرب السطح	يصلح فقط للمعاد
الاختبارات الصوتيه	فحص السطح بكامله	يصلح للمشغولات باهظة الثمن

المصدر (Applications and Chemistry Section IAEA)

الاطار العملي للبحث :

تعددت الاسباب التى تؤدى الي عيوب اللحام والتى اثبتتها الدراسات والبحوث الكثيرة وفي هذة التجربه نميل الي استنتاج مسببات مشتركه في عيوب اللحام وللحصول علي ذلك راعيت بتغيير أنماط المسببات لكل عينه لحام علي حده . فمثلا هناك عيب شهير في اللحام يسمى تناثر رزاز اللحام وهذا بسبب بعد مسافة الثغره بين سلك الاليكترود وزياده حرارة بؤرة اللحام . اذا يسند الامر الي مهارة العامل او امكانيات ماكينة اللحام او وجود تيارات هوائيه قويه في منطقة اللحام . لذا سوف اتتبع هذة العيوب من حيث اسناد العينه مع عامل ماهر مع ظروف غير مهيئه ونفس العينه لعامل نصف ماهر مع ظروف مهيئه وهكذا في جميع العيوب المحتمله وسوف توضح عملية التحليل ذلك .وقد استخدمت هذة الطريقة بناء علي دراسة بحثيه لعيوب اللحام تتحدث عن امكانية تصوير عمليات اللحام المختلفة باوضاع واساليب مختلفة وبطرق تقليديه للخروج بعيوب محددة واضحة وبدقة (haih ، page8 pan)

رقم العينه	1	
نوع المعدن	منخفض الكربون	
نوع السلك	اختيارى	
وضع اللحام	مسطح	
القطبيه	مباشره	
سمك الشغله	3مم	
قطر الاليكترود	اختيارى	
مستوى الفني	ماهر	
تجهيزات المكان	مطابقه	

رقم العينه	2	
نوع المعدن	منخفض الكربون	
نوع السلك	اختيارى	
وضع اللحام	مسطح	
القطبيه	مباشره	
سمك الشغله	5مم	
قطر الاليكترود	اختيارى	
مستوى الفني	ماهر	
تجهيزات المكان	غيرمطابقه	

رقم العينه	3	
نوع المعدن	منخفض الكربون	
نوع السلك	6013	
وضع اللحام	مسطح	
القطبيه	مباشره	
سمك الشغله	3مم	
قطر الاليكترود	2.5مم	
مستوى الفني	عادى	
تجهيزات المكان	مطابقه	

رقم العينه	4
نوع المعدن	منخفض الكربون
نوع السلك	6013
وضع اللحام	مسطح
القطبيه	مباشره
سمك الشغله	3مم
قطر الاليكترود	2.5 مم
مستوى الفني	عادى
تجهيزات المكان	مطابقه

رقم العينه	5
نوع المعدن	منخفض الكربون
نوع السلك	6013
وضع اللحام	مسطح
القطبيه	مباشره
سمك الشغله	3مم
قطر الاليكترود	2.5مم
مستوى الفني	نصف ماهر
تجهيزات المكان	لحام خارجي غير مجهز

رقم العينه	6
نوع المعدن	منخفض الكربون
نوع السلك	7018
وضع اللحام	مسطح
القطبيه	مباشره
سمك الشغله	5مم
قطر الاليكترود	2.5مم
مستوى الفني	عادى
تجهيزات المكان	مطابقه خارجيه

رقم العينه	7
نوع المعدن	منخفض الكربون
نوع السلك	6013
وضع اللحام	مسطح
القطبيه	مباشره
سمك الشغله	3مم
قطر الاليكترود	3مم
مستوى الفني	عادى
تجهيزات المكان	مطابقة خارجيه

رقم العينه	8
نوع المعدن	منخفض الكربون
نوع السلك	7018
وضع اللحام	مسطح
القطبيه	مباشره
سمك الشغله	6 مم
قطر الاليكترود	4 مم
مستوى الفني	ماهر
تجهيزات المكان	غير مطاقة خارجي

تحليل العينات بصريا :

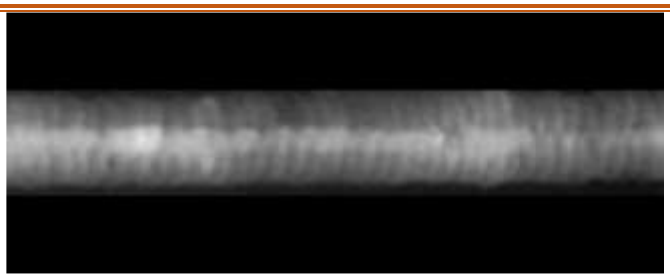
- عينه رقم (1) (2) تم ترك حرية اختيار سلك اللحام وقطره ومقدار التيار وسرعة اللحام وزاوية اللحام للفني لقياس مهاراته وبملاحظة الفنى تم اختيار سلك لحام 6013 بقطر 2.5 وهو مناسب للسمك 3مم مع اختيار تيار كهربي مناسب وتم اجراء عملية اللحام في بيئه مجهزه ومطابقه للمواصفات وظهرت مواصفات الخط كما بالشكل الموضح للعينه ودرجة تقويمه فائقه وبنفس الفنى في مكان آخر ولكن في ورشه خاصة بالتعليم الحكومى ذات مواصفات قياسيه اقل من حيث تصميم الورشه وتجهيزاتها تم اعطائه عينه رقم (2) وترك جميع الخيارات له من اختيار للسك والتيار وسرعة اللحام وزاويته تم اخراج العينه كما بالشكل الخاص بالعينه (2) ودرجة تقييمها اقل من الاخرى وبها بعض العيوب مثل النحر .

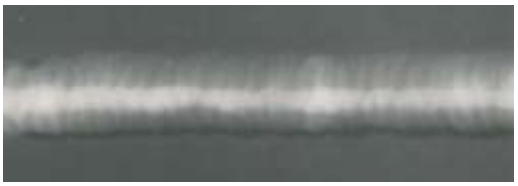
- عينه رقم (3) (4) تم ضبط اجواء اللحام كامله للفني من حيث ضبط الماكينه واختيار سلك لحام مناسب للتيار والقطر والقطبيه للماكينه كل هذا في ظل ورشه مطابقة للمواصفات القياسيه قام الفني المنفذ للعينه رقم (3) باخراج العينه وبها العيوب الموضحه بالشكل والتي تتلخص في نحر وعدم انتظام خط اللحام وبطئها ومقدمة ونهاية لحام غير منضبطه وتظهر العينه رقم (4) اخطاء عدم انتظام السرعه ووجود خط لحام رفيع غير متغلغل كل هذا مع توفير امكانيات فائقه في ورشة اللحام .
- عينه رقم (5) وهى اعطيت لفنى في خارج نطاق ورش العمل في موقع عمل خارجي ذات صفات مختلفه عن الورش وتم ترك الفني بدون اى بيانات تم اخراج العينه بالشكل الملاحظ به بعض العيوب مثل الشروخ الطوليه البسيطه علي السطح الخارجي ويظهر السطح تاثره بالهواء الجوى مع وجود مسامات سطحيه
- عينه رقم (6) ويقوم بها عامل مصنف فني عادى تم تغيير سمك اللحام ونوع السلك (7018) وترك العامل في اجواء العمل يختار مايشاء من تيار وقطبيه وزاويه تم اخراج العينه وبهاعيوب مثل شروخ عرضيه بسيطه ومسامات سطحيه ونحر مقبول وعدم انتظام خط اللحام وخشونته
- عينه رقم (7) واعطيت لفنى عادى ايضا ولكن بظروف مختلفه من قطر السلك والتيار ولكن بنفس مكان العمل وهو مجهز طبقا للمواصفات . وجدت بعض العيوب المذكور وهو لحام ردئ وصله غير متينه خط لحام غير منتظم وغير متغلغل والسرعه غير منتظمه والزاويه غير صحيحه .
- عينه رقم (8) اعطيت لفنى ماهر في اجواء خارجيه غير مؤهله وغير مطابقه ولم تعطي للفني اى معلومات وتم تركه لخبرته في عملية الاختيار والضبط تم اخراج المشغوله بالشكل الموضح مقبوله بصريا بها بعض الاخطاء البسيطه التي لا ترتقي للرفض بل لوحظ تجنب الفني لاخطاء الماكينه وتركيباتها مع العلم تم تجهيز المشغوله بعمليات شطف لاحداث تغلغل اكثر وهذا نتيجة كبر سمك المشغوله وتم عمل ثلاث خطوط لحام بثلاث اشواط تبدأ بشوط الجزر منتهيه بشوط الكاب مرورا بعملية الملئ . لوحظ ايضا تجنب الفني رداءة سلك اللحام وحسن اختياره للسلك حيث تم استخدام سلك (7018) خالي من الرطوبه .

تحليل اشعاعى للعينات المقبوله :

تمت اجراء اختبار مسح اشعاعى للعينات المقبوله فقط والتي اظهرت نتائج الفحص البصرى قبولها طبقا للحدود المسموح بها وهي العينه (1) (8) وكانت نتائج الفحص الاشعاعى كما هو موضح :

عينه (1)	عينه (8)





يظهر تقرير الحاله للعينه (1) الموضحه بان هناك عيب يسمى الشقوق العرضيه يمكن الكشف عن عيوب اللحام الكراك في صورة شعاعية عندما يكون هناك انتشارا في الاتجاه الذي ينتج تغييرا في السمك او التخانة الموازية لحزمة الاشعة السينية او اشعة جاما وسوف تظهر الشقوق على شكل خطوط خشنة غير منتظمة وغالبا ما تكون خافتة جدا ويمكن ان تظهر ايضا على شكل ذيول على شوائب الخبث اما العينه رقم (8) فقد اظهر التقرير وجود نحر بسيط بطول 2 مم متقطع وقد اورد الدكتور الصباغ في كتاب تكنولوجيا اللحام ان السبب الرئيسى لحدوث هذة العيوب يرجع لعده اسباب منها

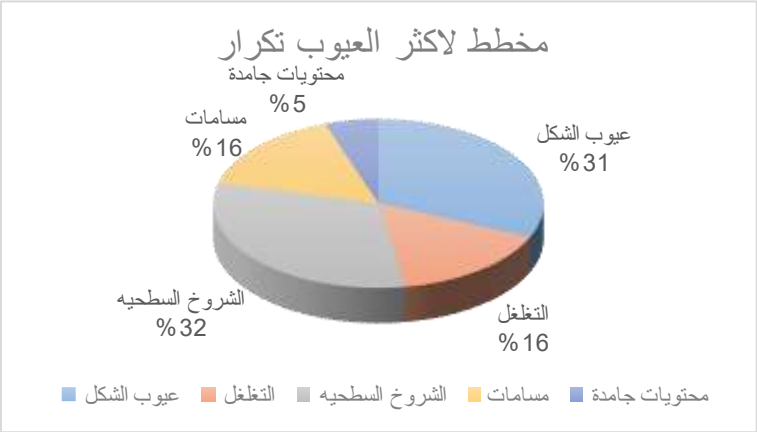
- قلة وضعف عمليات التنظيف
- وجود اكاسيد متواجده علي سطح المشغولات
- اجهاد حرارى زائد

((الصباغ ، احمد سالم ، صفحت 424)

ومن ذلك يمكن تلخيص نتيجة التحليلات البصريه والاشعاعيه وجود عيوب مقبوله في العينات المقبوله لا ترتقي الى ان تسبب مشاكل في العمل وكلها في الحدود المتفق عليها والمسموح بها .

التحليل المهنى لاخطاء العينات :

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



نتائج البحث :

1- بينت الدراسه بانحصار المسببات الرئيسيه لمعظم عيوب اللحام في ثلاث بنود

- تيارات الهواء المتواجده في منطقة اللحام
- عدم ازالة الاكاسيد والشوائب
- قلة المهاره الفنيه للعامل الفني

2- بينت التجربه علي اهمية الاهتمام باجواء ورش اللحام الداخليه التنظيميه من حيث التصميم .

3- اظهر الفحص علي وجود اختلاف شديد بين العمل داخل ورش اللحام والعمل في موقع عمل خارجي .

4- اظهر البحث علي اخفاق مهاره الفني الماهر في ظل ظروف عمل غير ملائمه .

5- اظهرت الدراسه ان هناك علاقه بين مستوى الفني ومخرجاته والامكانيات المتاحه .

مناقشة نتائج البحث :

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

رقم العينه	عيوب العينه	الاسباب	حالة العينه
1	شق عرض 1مم غير مؤثر	- وجود اكاسيد	مقبوله
2	نحر	- وجود اكاسيد - اجهادات حراريه	مرفوضه

3	نحرو نهاية غير سليمه وعدم انتظام خط اللحام	– عدم مهارة الفني – وجود اكاسيد – اجهادات حراريه	مرفوضه
4	خط لحام غير منتظم وغير متغلغل	– عدم مهارة الفني	مرفوضه
5	مسامات وشروخ	– وجود تيارات هوائيه وابخره – نقص التنظيف – عدم ضبط الحرارة	مرفوضه
6	شروخ ومسامات ونحر	– نقص التنظيف – وجود اكاسيد – اجهادات حراريه – وجود تيارات هوائيه وابخره – 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 بسيطه	مقبوله

وبمراجعة كل الاسباب التي ادت الي عيوب في عملية اللحام انحصرت جلها في ثلاث عوامل وهى المذكوره في النتائج حيث صنف خط اللحام الغير منتظم والغير متغلغل والخشن والغير ناعم والغير مطابق للمواصفات ارجع لعدم مهارة الفني وقدرته لاداره تقنيه اللحام وذلك لعدم ضبط الماكينه طبقا لسمك المشغوله وقطر الاليكترود فبتالي اتخذ اجراءات تقنيه غير مناسبه للعمليه مما ادى لظهور عيوب اللحام المذكوره . اما ظهور عيوب اخرى في العينات مثل عيب النحر المتواجد في اغلب العينات يرجع فنيا ايضا لمهاره الفني حيث انه مرتبط بضبط حرارة بؤرة اللحام من حيث ضبط مسافة الثغره وضبط الحراره اللازمه وهنا يجب اضافة عوامل اخرى للنحر ومنها رطوبة سلك اللحام ووجود رطوبه في المشغوله لمعدن الاساس او لوجود دهانات متبقيه (حسين ، مهدى صالح صفحت 22) ومن خلال الجدول يتبين مفهوم الاسباب المشتركه التى ياتى منها عيوب اللحام بعد مقارنتها ببعضها .

هناك نظريه علميه تسمى باريتو نسبه الي العالم الايطالي felefredo pareto تشير هذة النظريه ان 80% من المعوقات والعيوب والمشكلات التى تواجهنا ناتجه فقط من 20% من الاسباب اى ان هناك بعض المسببات

البسيطه تسفر عن مسببات كثيره (كريمه ، سلطان صفحت 75) وهذا ما نلحظه في عيوب اللحام اذ ان هناك عيوب بسيطه باهمالها سوف تسفر عن عيوب فادحه فمثلا العينه رقم (1) ورقم (2) تم انتاجهم بواسطه فني واحد ماهر ولكن ظروف الاخراج اختلف فالعينه رقم (1) مقبوله والثانيه مرفوضه فما هو المتغير الذى حدث لتغيير المخرج الا وهو الاعدادات المكانيه والتجهيزات العينه رقم (1) تمت في ورشه مطابقة للمواصفات والعينه (2) اجريت في ورشه غير مطابقة للمواصفات وتشير الابحاث الي اثر التجهيزات المكانيه علي جودة المنتجات والمخرجات داخل ورش الانتاج حيث تتاثر جوده المنتج واخراجه بتاثر المعده والماكينه التى توفرها الموسسه الصناعيه (الزهرة ، غربي فاطمه صفحت 56).

الخلاصه :

اسفرت البحوث السابقه علي التحدث عن عيوب اللحام والاسباب التى ادت لها وكيفية تلافيها واجتهدت في بحثى علي اخراج عوامل مشتركه تؤدى الي حدوث عيوب اللحام حيث انتهت الدراسه علي وجود ثلاث مصادر لعيوب اللحام هي مسئوله عن عيوب اللحام ومنها تتفرع كل العيوب اولها القدره والكفاءه الفنيه للعامل حيث ظهر البحث من خلل طرحه علي اختلال في عينات البحث مع تنوع نوع العماله وايضا اظهر البحث عن سبب هو مكمن ظهور اخطاء كثيره في اللحام وهو تيارات الهواء والابخره واثر تجهيزات الورش علي جوده المنتجات الملحومه حيث ظهرت في العينات مسامات سطحيه ونحر وذلك في اماكن الورش الغير مجهزه ولم تظهر هذة العيوب في الورش المجهزه مع تثبيت متغير مهاره العامل في الورشتين مما يشير الي اثر في التجهيزات المكانيه علي جوده المنتجات وفند البحث من خلال ثناياه علي اثر وجود الاكاسيد والسطوح الغير نظيفه والتى بها رطوبه علي ظهور بعض العيوب الغير مقبوله والتى تؤثر علي جودة المخرجات . وانتهى البحث علي ان الاسباب الرئيسيه التى تؤثر علي خروج عيوب في اللحام من ورش الانتاج تتعلق بثلاث نقاط اولها يتمثل في مهاره العامل الفني وكفاءته والاخر يتمثل في التجهيزات المكانيه والاخير يتمثل في وجود الابخره الهوائيه والاكاسيد وعدم تنظيف السطوح .

توصيات البحث :

1- اجراء عمليات اللحام في جو متلائم داخل ورش مجهزة بعيده عن التيارات الهوائيه . مع الاهتمام بالتقنيات المهنيه لعامل اللحام .

2- اجراء فحوصات لا اتلافيه بسيطه داخل الورش للتاكد من صلاحية المشغولات من عدمه لتلافى اخطاء تصنيعيه كبيرة و مكلفه

3- يفضل اجراء عمليات اللحام للقطاعات التى تتعرض للاحمال كتلك المتواجده داخل الانشاءات المعدنيه في اماكن مجهزة و بعيده عن التيارات الهوائيه ومشاكل التجهيزات المكانيه .

4- نوصى باجراء ابحاث متعلقة بأثر التجهيزات المكانيه علي جودة خطوط اللحام .

مصادر البحث :

مصادر عربيه :

- الصباغ ، احمد سالم هندسة لحام المعادن الطبعه الثانيه القاهره 1998
- عاشور ، محمد نجيب و محمد ، فوزى احمد تكنولوجيا اللحام قطاع الكتب المصرى 2018
- شافعى ، محمود احمد الفحص البصرى للملحومات الهيئه العربيه للطاقة الذريه تونس 2011
- حسين ، مهدى صالح عيوب اللحام وطرق الكشف عنها القاهره صفحت 22
- شعبان ، حسن ابراهيم و عاشور ، جمال محمد التيارات الدواميه مستوى اول الهيئه العربيه للطاقة الذريه تونس 2014
- مهنة لحام المعادن يات لحلول التعليم مصلحة الكفايه الانتاجيه مصر 2020
- حسين ، عباس خماس و جبار ، محمد مهدى دراسة تاثير اللحام علي خواص الشد والصلاده للفولاذ الكربونى العدد 23 المجلد 28 مجلة الهندسه والتكنولوجيا 2010
- تقنية اللحام الاداره العامه لتصميم وتطوير المناهج السعوديه طبعة 1429 هجريه
- غربي ، فاطمة الزهرة دراسة مقارنه بين مؤسسه عموميه ومؤسسه خاصة جامعة حسين بن بو علي 2008
- جاسم ، امجد رعد و فهد ، نسرين داخل وآخرون تاثير السرعه والتيار علي عيوب اللحام للفولاز منخفض الكربون مجلة جامعة بابل المجلد 26 العدد 2 2018
- كريمه ، سلطان محمد طرق تحسين جودة المنتوج الصافى واثره في تخفيض التكاليف كلية الاقتصاد الجزائر 2007

مصادر اجنبيه :

♦ **Nisith R. Mandal** ship construction and welding Indian Institute of Technology Kharagpur, West Bengal 2017

♦ **Larry Jeffus** welding and metal fabri cation Printed in the USA 2017 Professional & Career Group

♦ **HAIHONG PAN and ZAIJUN PANG** A new image recognition and classification method combining Transfer Learning Algorithm and MobileNet model for welding defects ، Department of Computer Science and Engineering, University of Connecticut, Storrs 2018