ورشة اللحام (Welding)

1. اللحام (Welding):

اللحام هو عملية وصل أو ربط المعادن بالحرارة أو الضغط أو باستخدامهما معا. يكون هذا الربط من النوع الثابت، أي لا يمكن فك الأجزاء الملحومة دون الأضرار بها، قد يستخدم في عملية اللحام معدن مليء (Filler Metal) يكون من معدن اللحام أو مماثل له في خصائصه اللحامية.

تتم عملية اللحام برفع درجة حرارة الأجزاء المطلوب لحامها إلى درجة حرارة الانصهار (Melting Temperature) في حالة لحام الانصهار (Fusion Welding) ثم يترك ليتجمد فيشكل الجزء المتجمد منطقة ربط قوية بين الأجزاء الملحومة .أما في لحام الضغط (Pressure Welding) فيتم رفع درجة الحرارة إلى أن تصبح الأجزاء بحالة عجينة ويسلط الضغط على منطقة اللحام أثناء تجمدها .وقد يتم استخدام مواد مساعدة في عمليات اللحام تسمى مساعدات الصهر (Fluxes) تختلف باختلاف المعادن الملحومة وطرق اللحام المستخدمة .

وفي جميع أنواع اللحام يجب مراعاة الأمور:

1.ان تكون منطقة اللحام نظيفة وخالية من الاكاسيد أو أية شوائب تدخل وصلة اللحام.

2. ان يتم رفع درجة حرارة الأجزاء المراد لحامها) في حالة لحام الضغط (إلى الحد الذي يكفي لتطاوع الضغط المسلط عليها وعدم الوصول إلى درجة الانصهار

الشكل رقم (1) يبين عملية لحام.

الشكل (1) عملية لحام

2. أنواع اللحام (Types of Welding):

1.لحام الانصهار :(Fusion Welding) ويشمل مجموعة من طرق اللحام التي تتم دون استخدام الضغط منها اللحام الغازي والكهربائي والمونة والقصدير والثرميت
2.لحام الضغط :(Pressure Welding) ويشمل اللحام بالدرفلة واللحام بالتفجير.
3.اللحام بالضغط والحرارة: ويشمل اللحام الومضي والاحتكاكي.

الشكل رقم (2) يبين أحد طرق اللحام بالانصهار

الشكل (2): احد طرق اللحام بالانصهار

3. استخدامات اللحام (Uses of Welding):

يستخدم اللحام في كثير من الاعمال مثل:
1 .عمليا تصنيعية (تصنيع الانابيب، تصنيع ابدان السيارات.)
2.عمليات التجميع) ربط الاجزاء المختلفة باللحام مثل المسقفات والجسور الحديدية)
3.عمليات الصيانة الاصلاحية) لحام الاجزاء المكسورة او المتشققة ،تكسية الاجزاء المتآكلة)
4.عمليات القطع قطع الالواح ،قطع الانابيب ،ازالة اعمدة الصب والمغذيات في المسبوكات.
5.عمليات التسخين في عمليات التجميع.
6.عمليات المعالجة الحرارية) تسخين الجزء وتبريده بشكل فجائي)

الشكل (3) يبين استخدام اللحام في صناعة الانابيب.

الشكل (3) استخدام اللحام في صناعة الانابيب.

4. انواع وصلات اللحام Types of Weld Joint:

هناك عدة أنواع لوصلات اللحام :

1.التوصيل التناكبي(تقابلي Butt Joint)) هذه التوصيلات من الأشكال الرئيسية لتوصيلات اللحام وفيها يوضح طرفا الجزئيين الملحومين أحداهما مقابل الأخر بحيث يكون سطح الجزئيين الملحومين سطحا واحدا . واعتمادا على سمك الأجزاء الملحومة فانه يتم تجهيز أطرافها بحيث يتم تصاهرها بشكل تام والحصول على وصلات لحام متينة.

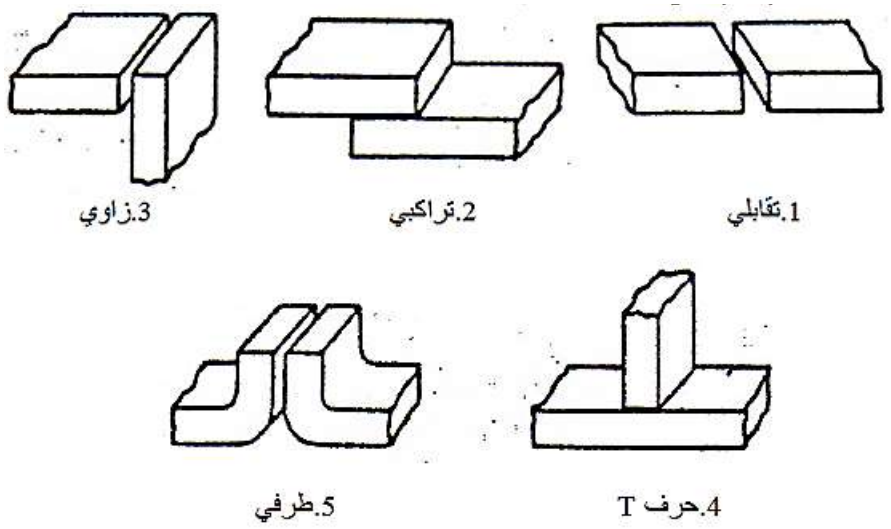
2.التوصيل التراكبي: Lap Joint في هذا النوع من لتوصيلات يغطي سطحا الجزئين الملحومين أحداهما الأخر بشكل جزئي ولبعد معين يسمى الشفة.(Lap)

3.التوصيل الزاوي: Corner Joint وفيه يتم وصل الجزئين المراد لحامهما عند طرفيهما بحيث يكون بينهما زاوية معينة، وقد يتم اللحام دون تجهيز أطراف الأجزاء الملحومة أو قد يتم تجهيزها وحسب سمك الأجزاء المستخدمة.

4.التوصيل على شكل Tee Joint (T) :في هذا النوع يتم لحام طرف احد الجزئين المراد لحامهما بسطح الجزء الأخر، وفي هذه الوصلات قد يتم اللحام من جهة واحدة أو من جهتين وفي بعض الأحيان يتم تجهيز طرف الجزء القائم من جهة واحدة أو من الجهتين حسب سمك الأجزاء الملحومة.

5.التوصيل الطرفي Edge Joint :تشبه وصلة اللحام التراكبية غير ان اللحام هنا لا يكون زاويا باللحام حشوة.

يبين الشكل (4) انواع وصلات اللحام



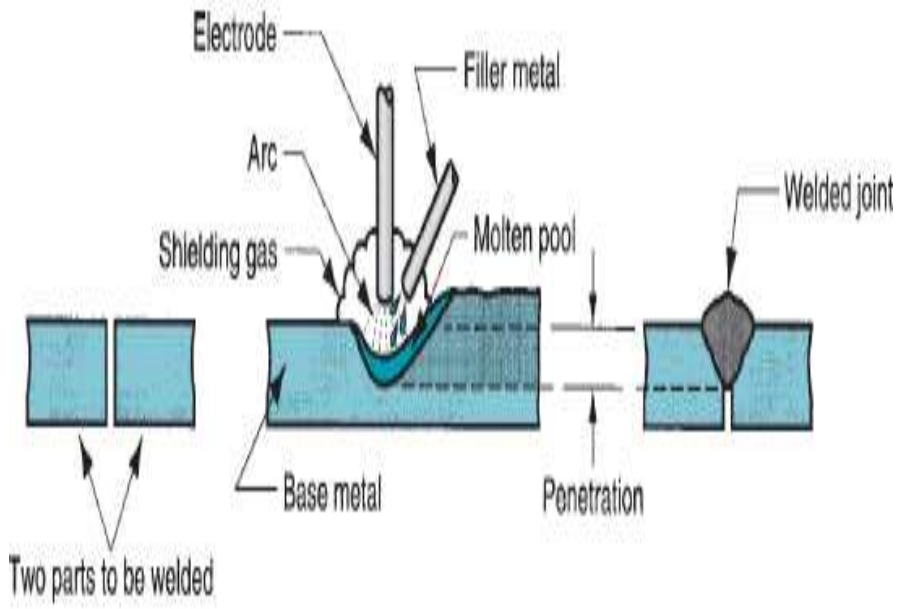
الشكل رقم (4) انواع وصلات اللحام

5. اللحام بالقوس الكهربائي Electric arc welding:

طريقة اللحام هذه هي إحدى طرق اللحام بالصهر وفيها يتم صهر منطقة اللحام نتيجة الحرارة العالية المتولدة من القوس الكهربائي الذي يحدث بين قطب اللحام الالكترود (Electrod) والشغلة (Work piece) الجاري لحامها، تصل درجة الحرارة في القوس الكهربائي إلى حوالي (5500) درجة مئوية وتتكون في حوض المعدن المنصهر على سطح القطعة الجاري لحامها حفرة بسبب ضغط تيار غازات القوس تسمى نقرة اللحام (بركة اللحام).

تعتمد نظرية لحام القوس الكهربائي على توصيل القطعة والتي تمثل المعدن الاساسي كقطب موجب والالكترود كقطب سالب ،وعند ملامسة القطعة بالالكترود يحدث اغلاق للدائرة الكهربائية وترتفع درجة حرارة مقدمة الالكترود وتنبعث منها الكترونات تتجه للقطب الموجب)المعدن الاساسي (وتصطدم بذرات الغاز في منطقة عمود القوس وتأينها مما يساعد على استمرار التفريغ الكهربائي وانتاج حرارة عالية ،ويستمر عند ابعاد الالكترود قليلا عن القطعة اغلاق الدائرة الكهربائية عبر حدوث تفريغ كهرائي هو انطلاق للالكترونات واصطدامها بسرعة عالية جدا بالقطعة مما يسبب ارتفاع حرارتها حتى تنصهر. بعد ذلك ينتقل المعدن على هيئة ايونات من الالكترود ويمتزج مع مصهور الحوض، لذلك يجب المحافظة على بعد صغير ثابت بين الالكترود والقطعة حتى لا يتوقف التفريغ الكهربائي. وللمساعدة على استقرار القوس الكهربائي، يجف توفر غازات متأينة) سالبة او موجبة (في منطقة عمود القوس، وكذلك تواجد الصهيرة) البودرة (المغطية للقطب او المغمورة مقدمته بها وكذلك وجود غازات خاملة تضمن توفر الغازات المتأينة.

الشكل (5) يبين عملية اللحام بالقوس الكهربائي.



الشكل (5) يبين عملية اللحام بالقوس الكهربائي

1.5.مزايا لحام القوس الكهربائي Advantage of welding:

1.لحام كل المعادن الهندسية بسبب توفر الحرارة العالية.
2.جودة عالية للحام بسبب الحماية بالمساحيق او الغازات الخاملة.
3.اللحام بسرعة كبيرة مما يضمن انتاجية كبيرة بسبب حرارته العالية.
4.. نتيجة الحرارة العالية وسرعة اللحام ينعدم الافراط في تسخين موضع اللحام.
5.تقليل مساحة المنطقة المجاورة لحوض اللحام والتي يتعرض معدنها لتغيير خصائصه الميكانيكية الى الاسوأ نتيجة الحرارة العالية بسبب تركز القوس.
6.يمكن تنفيذه اليا بسهولة.
7.يمكن تعلم مهاراته بسرعة.

6. لحام المونة والقصدير Soldering and Brazin

تتميز طرق وصل المعادن هذه بأنها تتم بصهر السبائك المستخدمة بالوصل وانسيابها الحر ضمن مدى درجات حرارة اقل بكثير من درجة حرارة التجمد لمعدني القطعتين المراد وصلهما على الرغم من حدوث بعض الذوبان لمادة الشغلة في السبيكة المستخدمة، وتستخدم هذه الطرق عند وصل المعادن غير المتماثلة وفي الحالات التي لا يراد فيها تسخين عالي للقطع الموصلة حيث يتم وصل الصلب والنحاس والبرونز بعدة طرق منها:

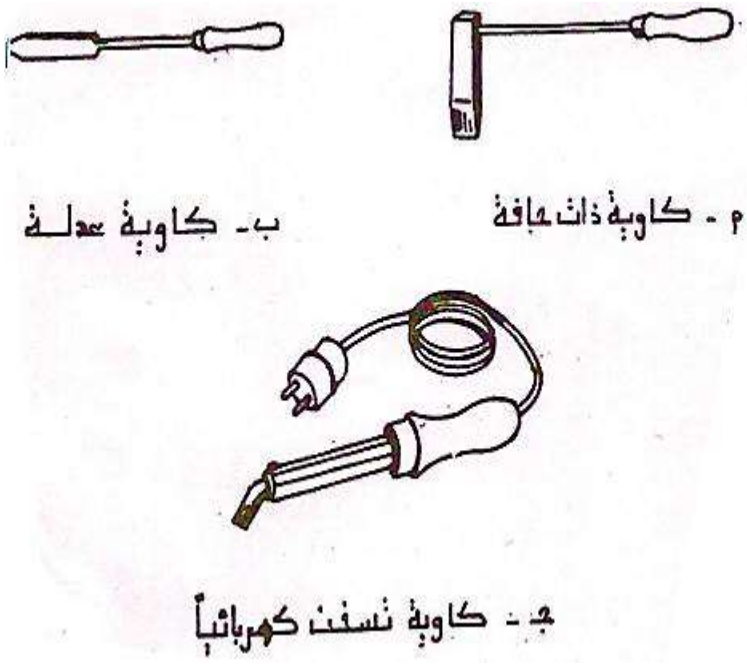
1. وصل المونة (Brazing):

تستخدم سبائك النحاس في هذه الطريقة) سبائك النحاس والزنك (وتستخدم أحيانا سبائك الألمنيوم. وتكون درجة حرارة انصهار السبائك المستخدمة اعلي من مثيلتها في وصل السمكرة ويحدث الترابط في هذه الوصلة بانتشار مادة السبيكة في المواد الموصلة أو بذوبان بعض مكونات السبيكة بالمادة المراد وصلها) المعدن الأساسي) .

2.وصل السمكرة (Soldering) أو وصل القصدير:

في هذا النوع تستخدم سبيكة من القصدير والرصاص بنسبة مختلفة قد تكون بنسبة % 50 لكل منهما وتكون درجة انصهار هذه السبيكة عند درجة حرارة 22 درجة مئوية وتتجمد في 8 درجة مئوية وتكون في الحالة العجينية بين هاتين الدرجتين، يتم الوصل بهذه الطريقة بصهر معدن السبيكة وذلك باستخدام كاوية خاصة (Soldering Iron) تصنع عادة من النحاس بإشكال مختلفة كما مبين في الشكل (6) يتم تسخين الكاويات بوساطة التيار الكهربائي أو اللهب المباشر ويوضع معدن السبيكة المنصهر على

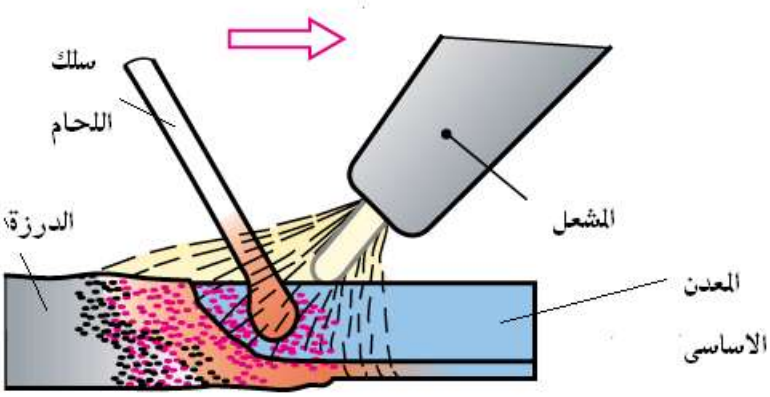
منطقة الوصل ليتم تبليل (Wet) أو تعرق سطحي قطعتي الشغل كما يجب تنظيف منطقة الوصل جيدا وإزالة الاكاسيد منها وتستخدم مساعدات صهر (Fluxes) لهذا الغرض إضافة إلى تأثيرها بصهر السبيكة.



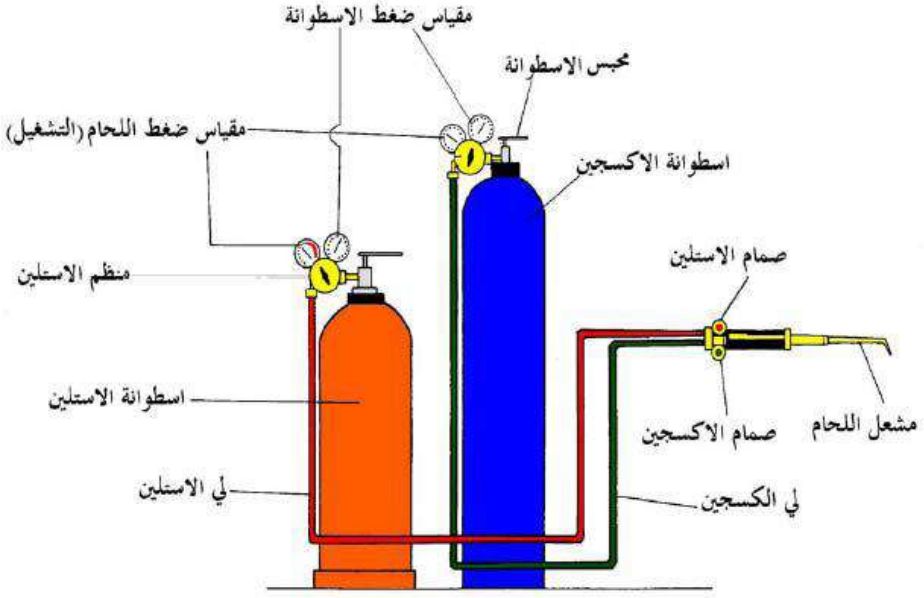
الشكل رقم (5) بعض اشكال كاويات لحام السمكرة

7. لحام الاوكسي – استيلين Oxy – Acetylene Welding

يستخدم هذا اللحام بصورة خاصة بسبب بعض المزايا فيه وهي:
1.يمكن استخدامه بلحام جميع المعادن والسبائك.
2.معدات اللحام فيه رخيصة نسبيا ولا تحتاج إلى صيانة معقدة.
3.تستخدم لقطع المعادن باستخدام نفس المعدات التي تستخدم عند اللحام.
وفي هذا اللحام يستخدم غاز الاستيلين إضافة إلى غاز الأوكسجين ويتم تجهيزها إلى ورش اللحام بواسطة قناني خاصة، وخلطها عند اللحام من خلال المعدات المستخدمة لإنتاج الشعلة(Flame) الاوكسي استيلينية.
يبين الشكل رقم (6) فكرة ومعدات لحام الاوكسي – استيلين.



أ. فكرة اللحام بالغاز



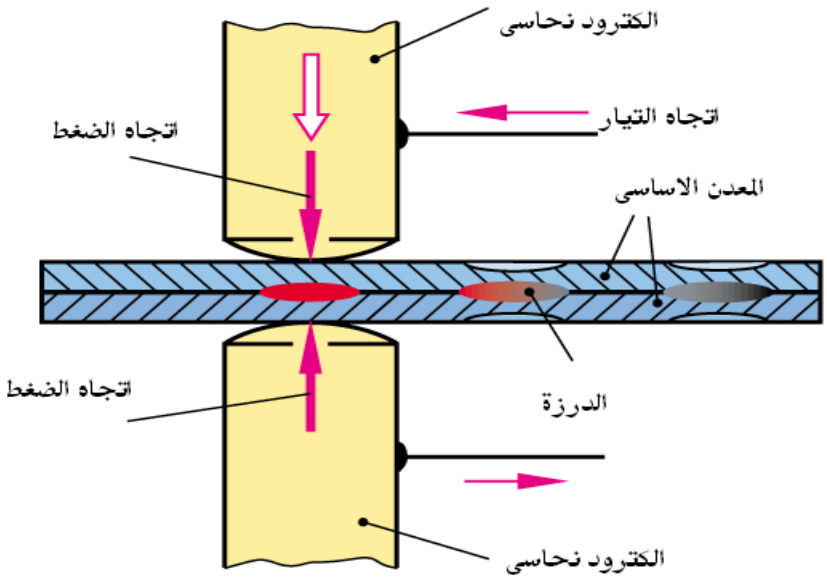
ب.معدات اللحام بالغاز

الشكل (6) فكرة ومعدات لحام الاوكسي – استيلين.

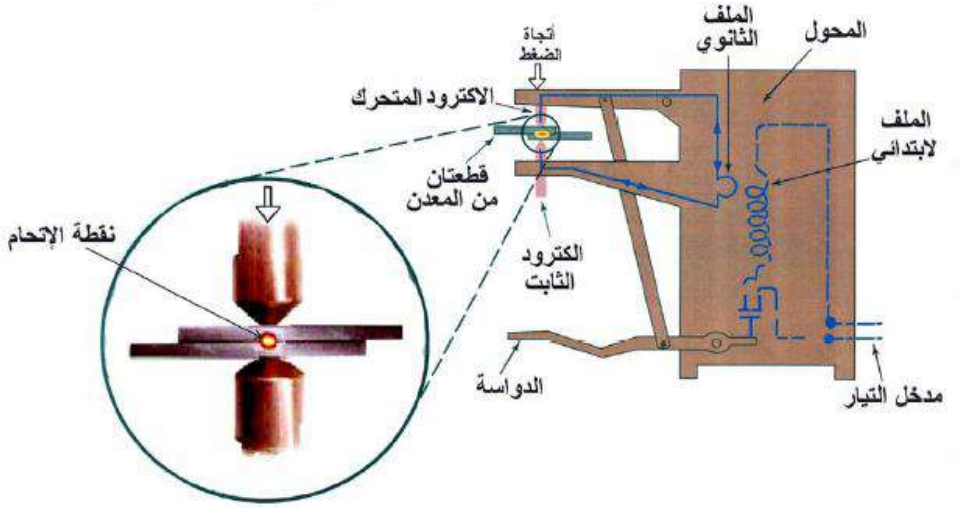
8. لحام النقطة ولحام الضغط(Spot Welding)

تنتج الحرارة فيه عبر المقاومة الكهربائية للثغرة بين الجزئين المتلامسين في منطقة التلاحم، ويستخدم فرق جهد من 4 الى 25 فولت وتيار عالي من 100 الى 65000 امبير، ويستخدم في لحام هياكل من الصفيح ولحام الصفائح الرقيقة جدا ولحام القطع الدائرية او المربعة المقطع تناكبيا. تعتمد فكرة هذا النوع من اللحام على ضغط القطعتين المراد لحامها بالالكترودين النحاسيين، حيث يمر التيار الكهربائي المستمر خلال المعدن الاساسي ويلاقي أكبر مقاومة من الهواء الموجود عند الحد الفاصل بين القطعتين والناتج من عدم التصاقهما تماما، وينتج عن ذلك تولد حرارة عالية تؤدي لصهر المعدن ثم يتم في نفس اللحظة فصل التيار الكهربائي ثم يضغط بالالكترودين في اتجاهين متضادين مما يؤدي لحدوث تلاحم في المنطقة المنصهرة، ويتم اختيار شدة التيار وزمن مروره ومقدار الضغط بناء على نوع مادة المعدن الاساسي وسمكة.

الشكل رقم (7) الذي يوضح فكرة ومعدات لحام النقطة.



أ. فكرة لحام النقطة



ب. معدات لحام النقطة

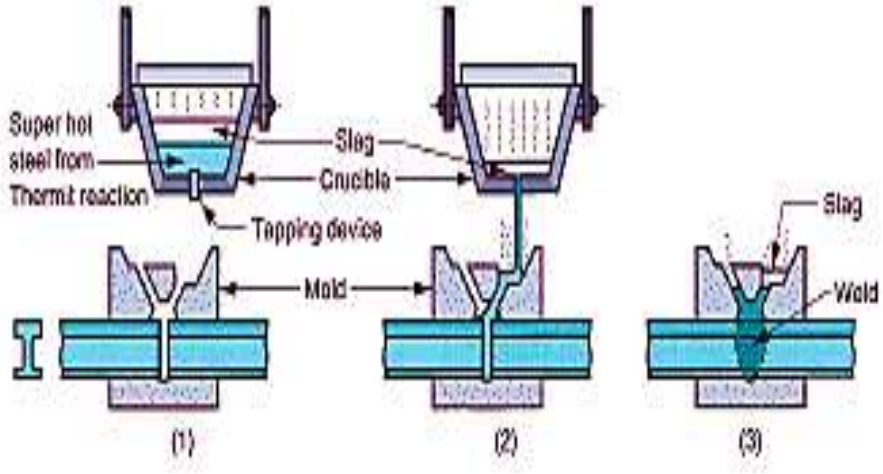
الشكل رقم (7) فكرة ومعدات لحام النقطة

9. لحام الثرميت Thermit Welding

أن الحرارة اللازمة للصهر في هذا اللحام تكون ناتجة من التفاعل الكيماوي بين الألمنيوم واوكسيد الحديد وكالاتي

$$8AL + 3Fe_3O_4 \rightarrow 9Fe + 4AL_2O_3 + \text{حرارة}$$

حيث يخلط مسحوق الألمنيوم مع مجروش اوكسيد الحديد (Fe3O4) بنسبة (3:1) وزنا في بودقة أو وعاء مبطن بمادة حرارية، ويسخن جزء من هذا الخليط حتى درجة حرارة (1150) درجة مئوية ليبدأ التفاعل ويستمر ذاتيا. وتكون درجة الحرارة التي يمكن الحصول عليها فعليا من هذا التفاعل بحدود (2500) درجة مئوية، وهذه الدرجة الحرارية تكفي لصهر الصلب ونزوله من أسفل البودقة إلى القالب الرملي الذي يتم تجهيزه مسبقا. يستعمل اللحام الثرميتي في لحام المقاطع السميكة كأطراف وقضبان السكك الحديدية وأبدان القاطرات والهياكل البحرية، ويمتاز هذا اللحام بنوعية وخواص ميكانيكية جيدة جدا ويعود ذلك إلى نقاء معدن الثرميت. يبين الشكل (9) خطوات اللحام بالثرميت.



الشكل (9) مخطط يوضح خطوات اللحام بالثرميت

(1. مرحلة تجهيز القالب 2. مرحلة الصب 3. مرحلة التصلب وتكون ربطة اللحام)

10. طرق اللحام الحديثة Modern welding methods:

1. اللحام بأشعة الليزر (Laser Welding):

يتم الحصول على الطاقة الحرارية اللازمة لإتمام اللحام بهذه الطريقة من خلال أشعة الليزر، حيث يتم تركيز الضوء تركيزا قويا في منطقة معينة، فينتج عن ذلك تولد حرارة عالية جدا بتلك المنطقة تسبب انصهار المعدن فيتم اللحام، حيث تصل درجة الحرارة المتولدة إلى (10000) درجة مئوية. والليزر المستخدم في عمليات اللحام تطلق فيه الطاقة على شكل نبضات (Pulses) متقطعة وليس على صورة شعاع مستمر. ويستخدم هذا النوع من اللحام في مجال الصناعات الالكترونية بالدرجة الأساسية أو في اللحامات الصغيرة في بعض الأغراض الخاصة.

2. اللحام بحزمة الالكترونات (Electron Beam Welding):

الحرارة المستخدمة بصهر أطراف الأجزاء الملحومة بهذه الطريقة مصدرها حزمة كثيفة من الالكترونات ذات سرعة فائقة تبعث من ملف حلزوني تحت صهر عالي

وتمر خلال قطب الانود(المصعد) الاسطواني ثم تركز بوساطة ملف التركيز. تصل درجة الحرارة في نقطة تركيز الالكترونات إلى (10000) درجة مئوية ولذلك فانه يمكن بهذه الطريقة لحام الأجزاء ذات السمك الكبير بسهولة.

3. اللحام بالموجات فوق الصوتية (Ultrasonic Welding):

في هذا اللحام يتم أحداث طاقة اهتزازية عالية التردد عند منطقة اللحام في مستوى مواز لسطح الوصلة ، فينتج عن هذه الاهتزازات تكسير طبقة الاكاسيد بين سطحي الالتحام وانزلاق السطحين مع بعضهما مما يتسبب في حدوث تغلغل وتداخل جزيئات السطحين المراد لحامهما وتشكيل وصلة لحام قوية ونظيفة .يمكن الحصول على طاقة الاهتزاز العالية التردد باستخدام جهاز يستخدم فيه مصدر تردد عالي (High Frequency) للحصول على التردد العالي الذي يتم نقله وتحويله بوساطة جهاز ناقل ومحول للطاقة (Transducer) الى راس مجس متذبذب (Sonotrode) ليعطي الحركة التذبذبية الموازية لسطح اللحام ، ثم يثبت ويضغط جزء الشغلة بين ذراع الضغط والسندان (Anvil) ليشكل وصلة تراكبية عند اجراء اللحام .

4.لحام الانفجار (Explosive Welding):

يحدث هذا اللحام بين سطحي القطعتين المراد لحامهما بوساطة اصطدام احدى القطعتين بالأخرى بسرعة جدا ناتجة عن دفع مواد متفجرة لها ، حيث توضع القطعة الاولى على سندان والقطعة الثانية تميل عن الاولى بزاوية صغيرة ، وتلف القطعة العليا بمواد من المطاط او البلاستك لحمايتها من تأثيرات المواد المتفجرة (Metals Explosive) التي عليها وعند التفجير الذي يبدا باشعال الفتيل (Detonator) ، تندفع القطعة العليا وتصطدم بالأولى بسرعة عالية تصل الى (30 -0 150 متر/ثانية(مما يجعل جزء المادة المحصورة في منطقة التصادم يتصرف وكانه مادة مائلة (Fluid) ذات لزوجة (Viscosity) منخفضة مسببا تشابكا ميكانيكيا اضافة الى اتصال المعدن بين السطحين.