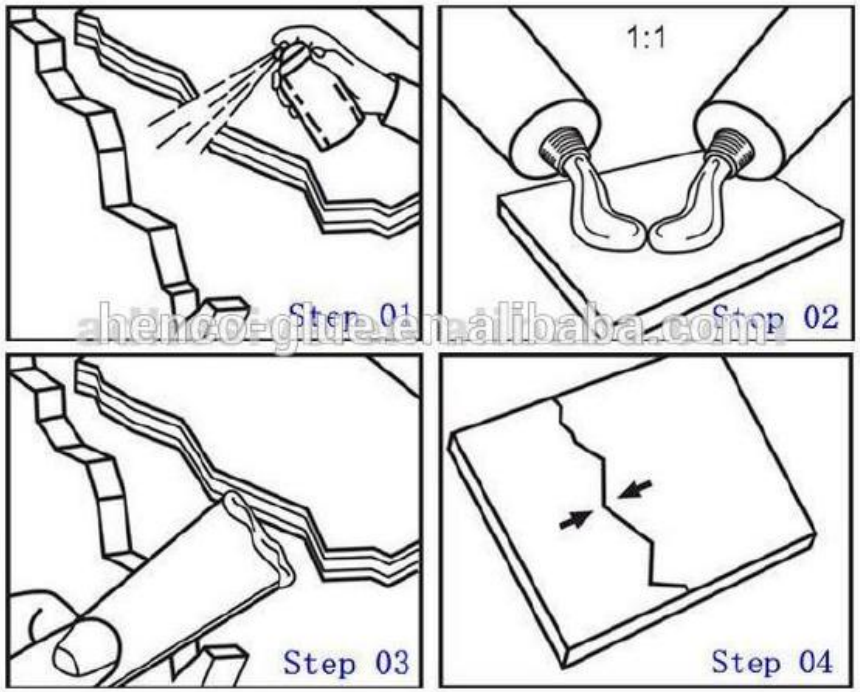
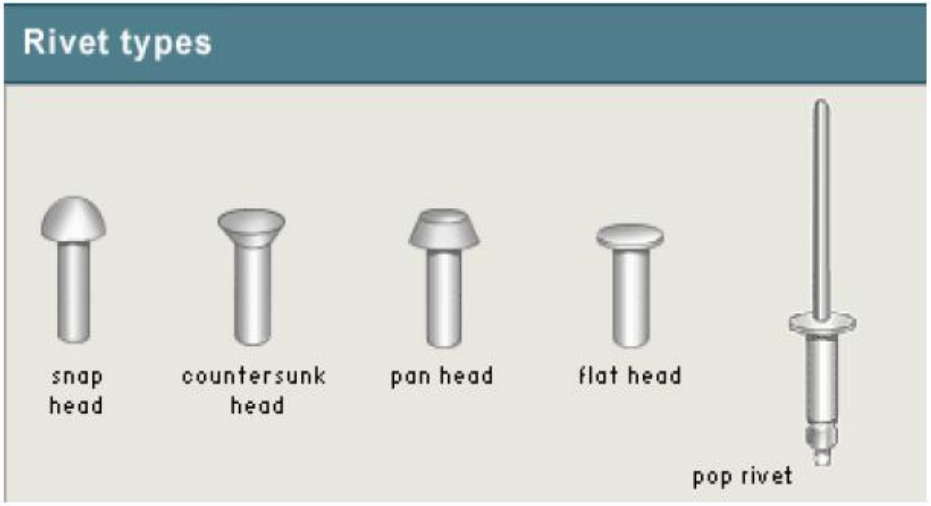
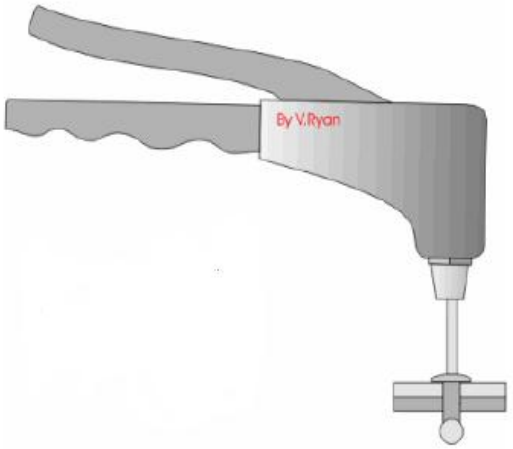
طرق ربط (وصل) المعـــــادن

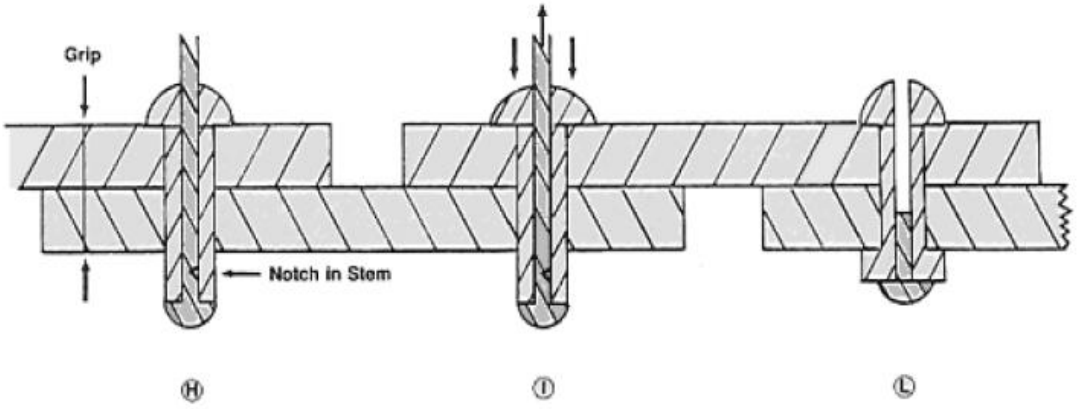
- **اللصق:** وهي عملية وصل قطعتين من المعدن بواسطة مادة لاصقة بتسخين بسيط أو بدون تسخين.
- تمتاز لواصق الراتنجات الإصطناعية مثل الأبوكسيدات وراتنجات البوليستر بقدرة عالية على الإلتصاق بجميع المعادن.
- يستخدم اللصق في تركيب الأسقف والنوافذ وأجزاء السيارات والطائرات وفي وصل الأنابيب.



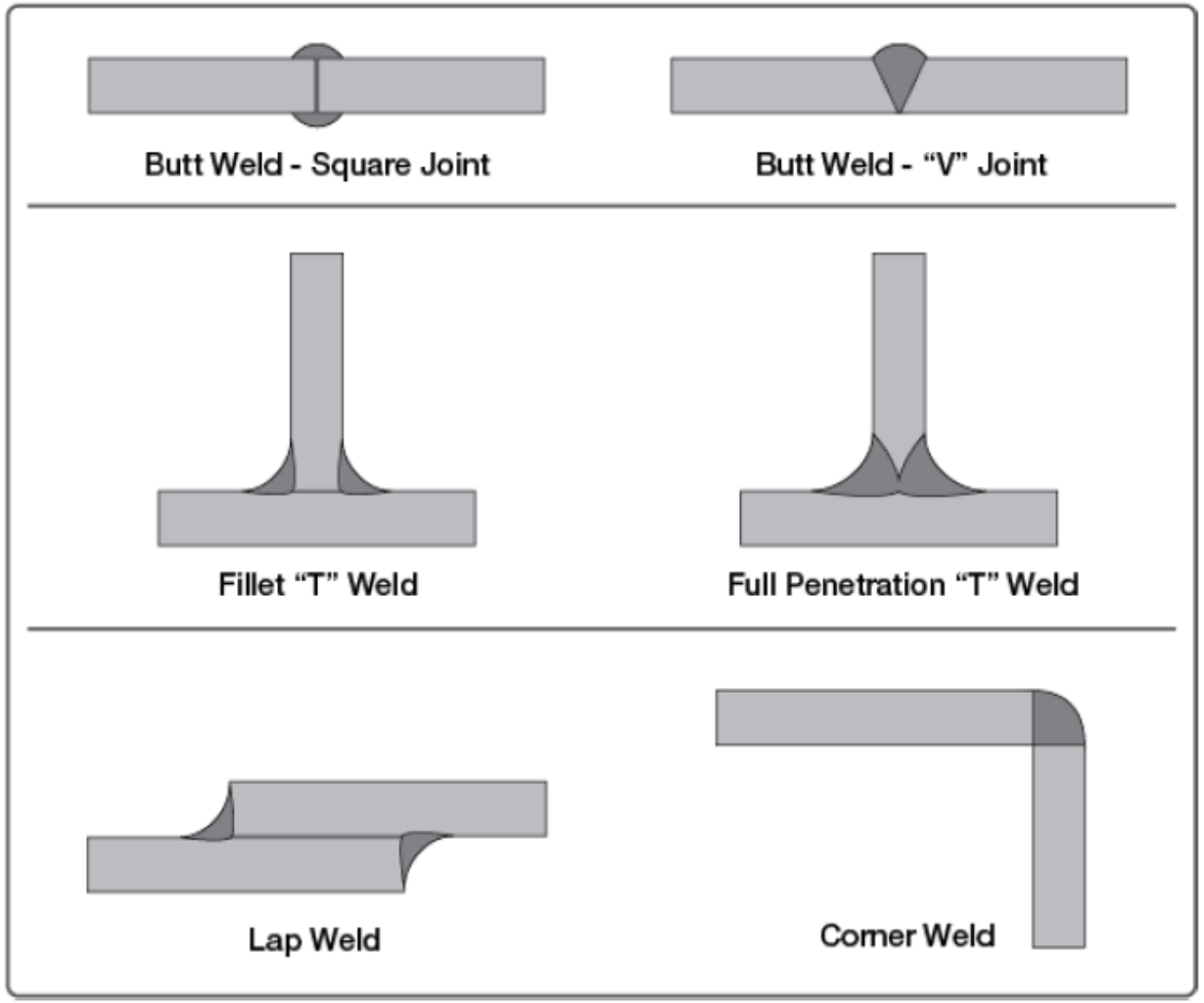
- **الربط الميكانيكي:** حيث يتم وصل قطع المعدن بواسطة مسمار (لولب) وصمولة، أو عن طريق البرشمة حيث يتم ربط المعادن ببعضها بواسطة مسامير خاصة تسمى براشيم عن طريق إدخال البرشام في ثقب ملائم نافذ بين الجزئين المراد ربطهما ثم طرقه ليكوّن الرآس الأخر للبرشام.







- **اللحـام:** وهي عملية وصل الأجزاء المعدنية ببعضها بإستخدام الحرارة أو الضغط أو كليهما وينتج عن ذلك وصلة قوية تشابه خواصها خواص الأجزاء المكونة لها.



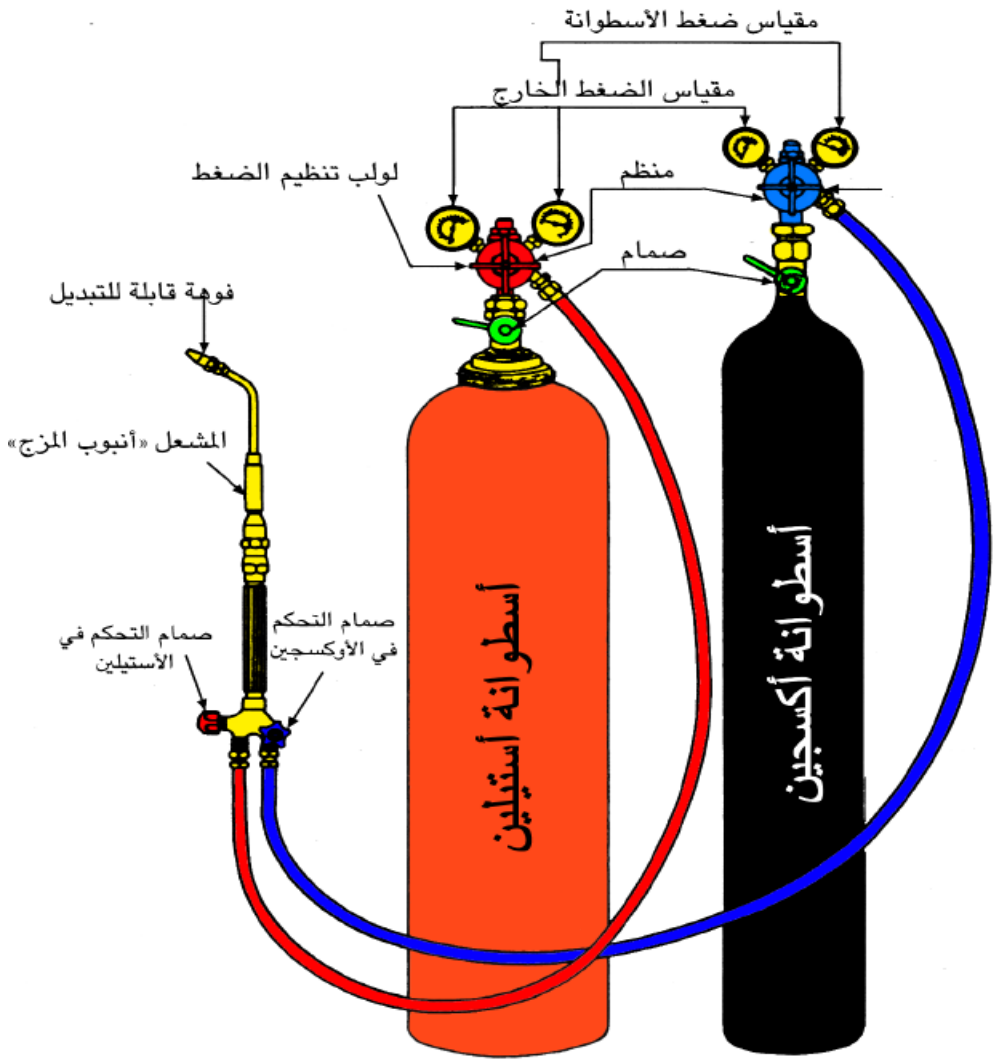
العوامل الأساسية في إختيار طريقة الربط

1) شكل وصلة الربط.
2) كمية المنتج وحجمه.
3) نوع المعدن المستخدم.
4) أقتصاديات طريقة الربط.
5) الغرض الذي يصنع منه المنتج.

لحام الأكسي أسيتيلين (او اللحام الغازي)
Oxyacetylene Welding (Gas Welding)

المعدات الأساسية

a. أسطوانات الغاز



- **أسطوانة الأسيتيلين:** تصنع من الصلب المسحوب سعتها حوالي 8.7 م^3 وتطلى بالون الأحمر

- **أسطوانة الأكسجين:** تصنع من الصلب المسحوب سعتها حوالي 9.7 م^3 وتطلى بالون الأسود

b. منظمات ضغط الغاز

منظم غاز الأستيلين

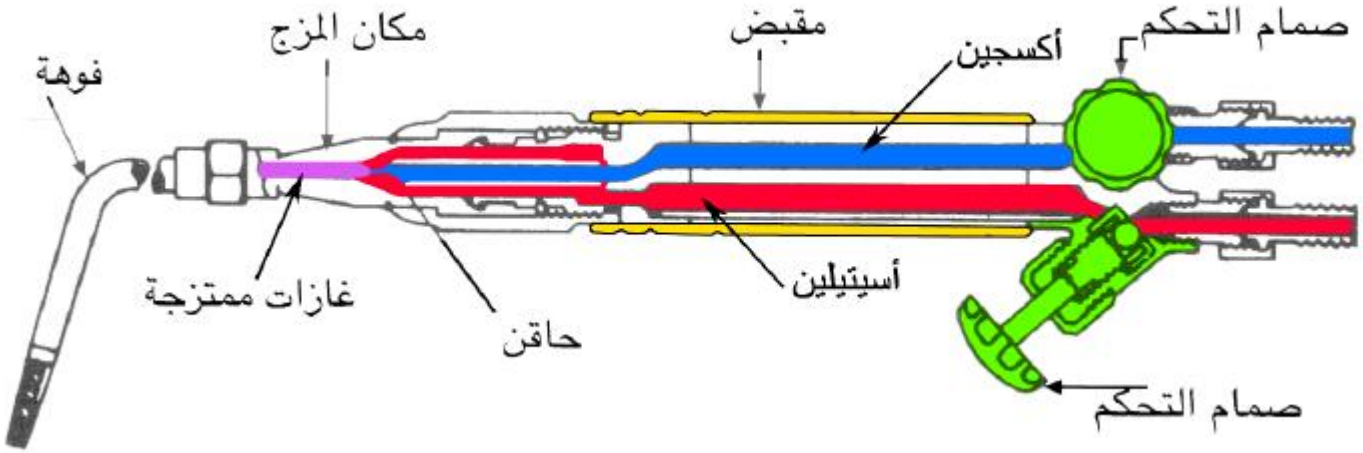
منظم غاز الأكسجين

c. خراطيم الغاز

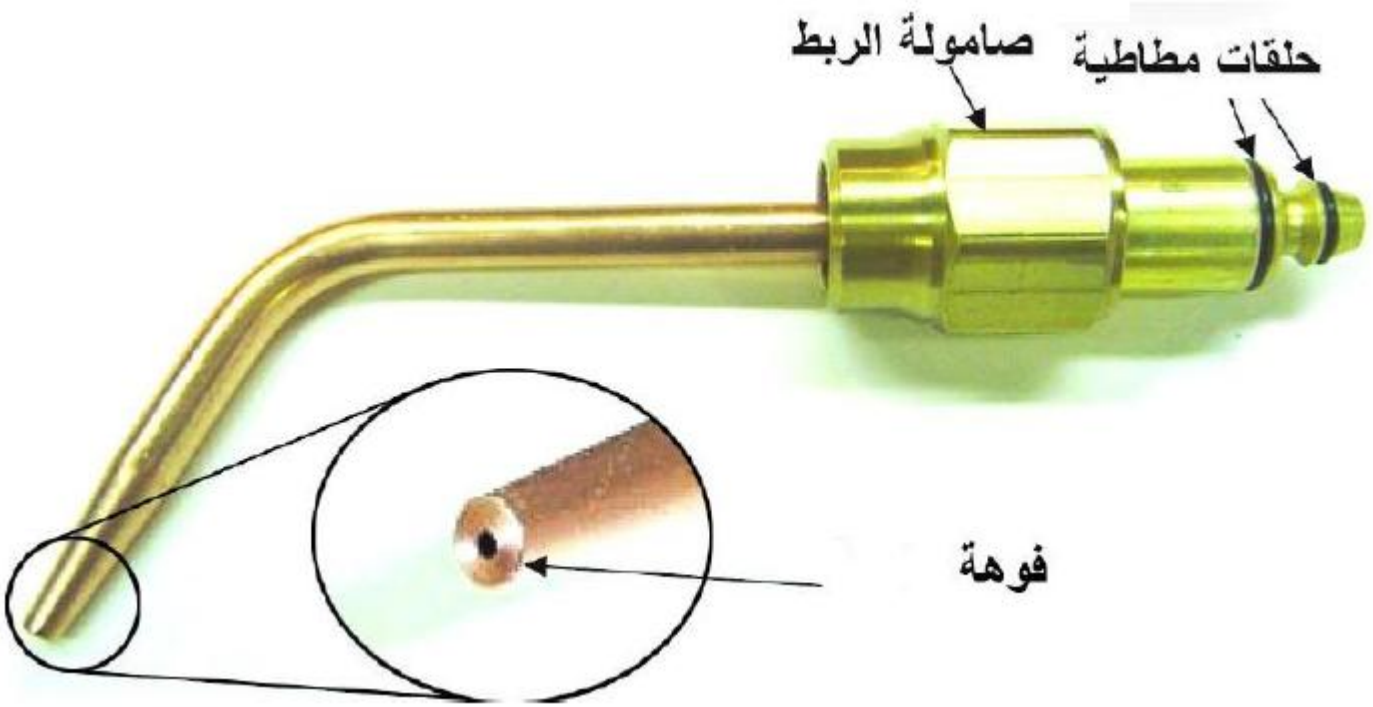
- تصنع خراطيم نقل الغاز من المطاط المكون من عدة طبقات والمدعم بنسيج خيوط القطن والبلاستيك. يتراوح طولها بين 5 – 20 م وبقطر يتراوح بين 4 – 11 مم

e. مشعل اللحام

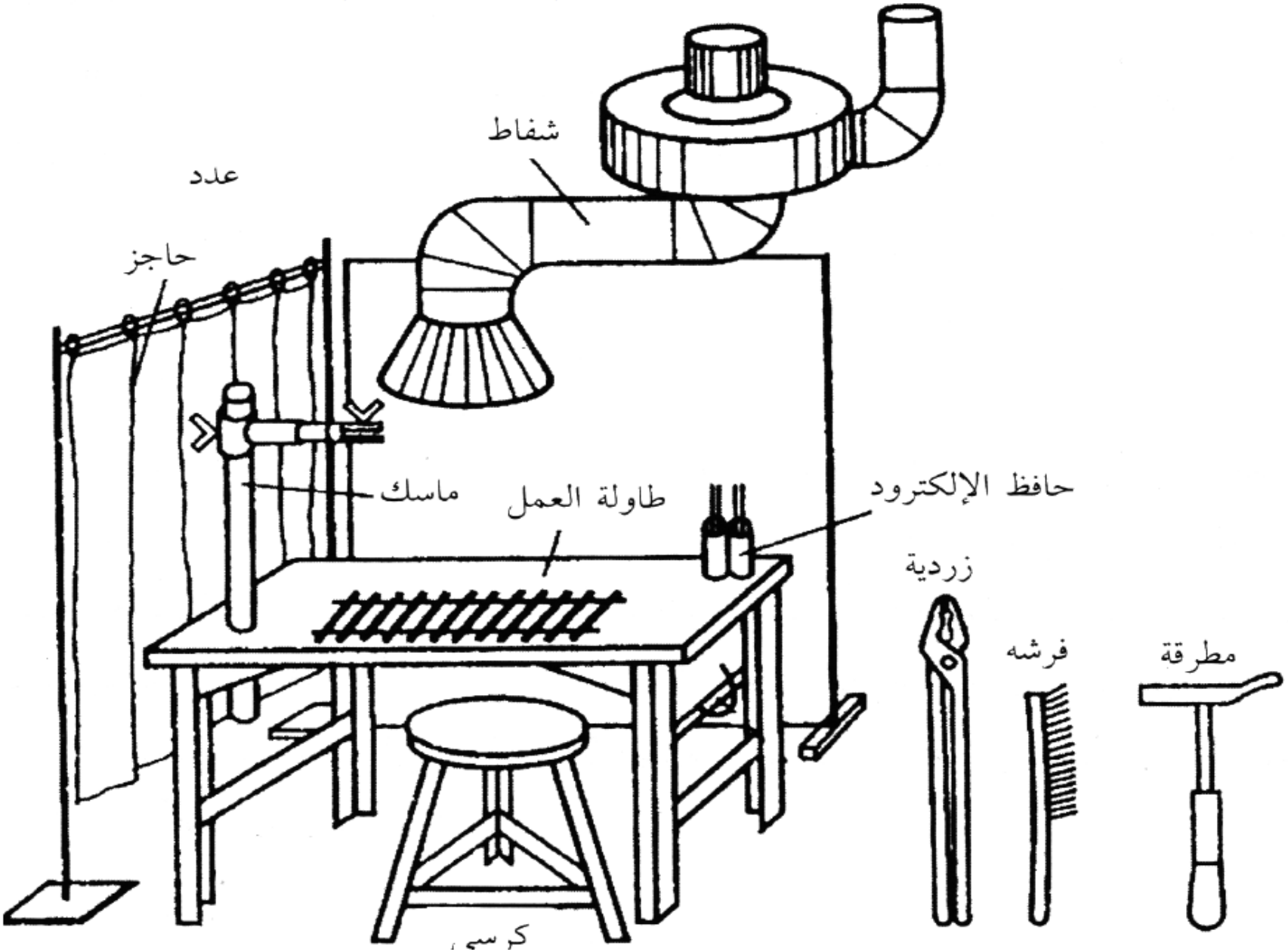
- عبارة عن جهاز يقوم بخلط غازي الأكسجين والأسيتيلين القادمين من الأسطوانتين قبل إحتراقهما.
- يقوم أيضاً بالتحكم في نسبة الخلط بواسطة صمامين.



يجهز المشعل بفوهة تكون إما ثابتة أو قابلة للتغيير بحيث يتناسب حجمها مع سمك المعدن المطلوب لحامه والذي يتراوح بين 1 مم إلى 25 مم.



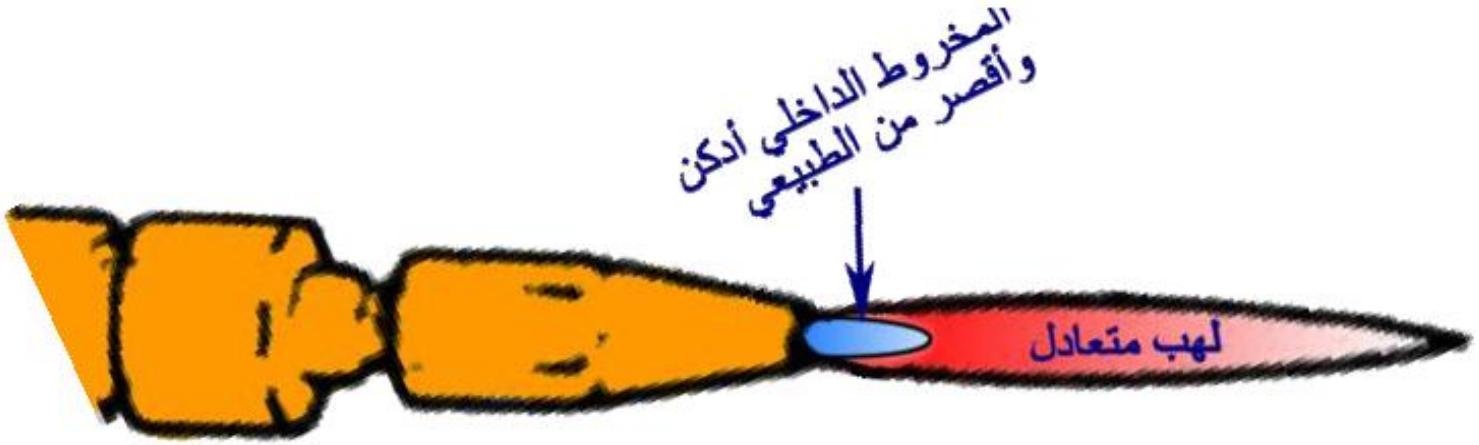
مكان اللحام الملائم



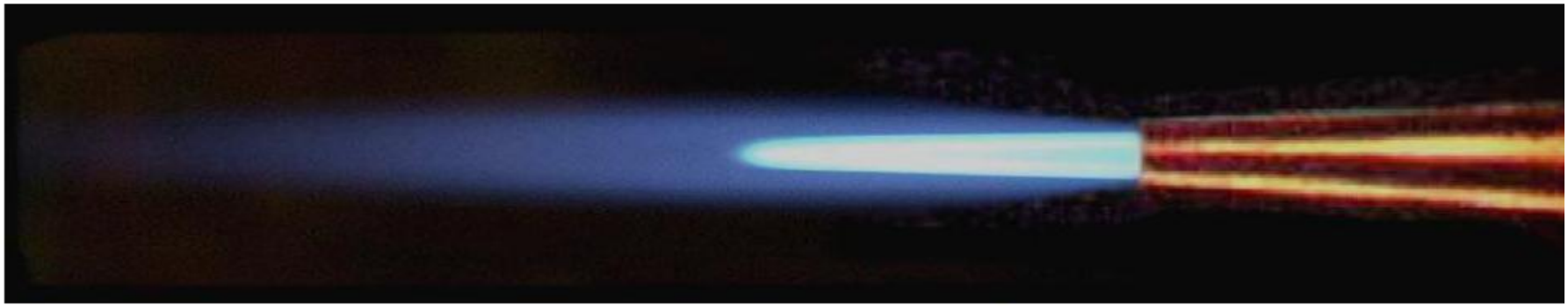
أنواع اللهب

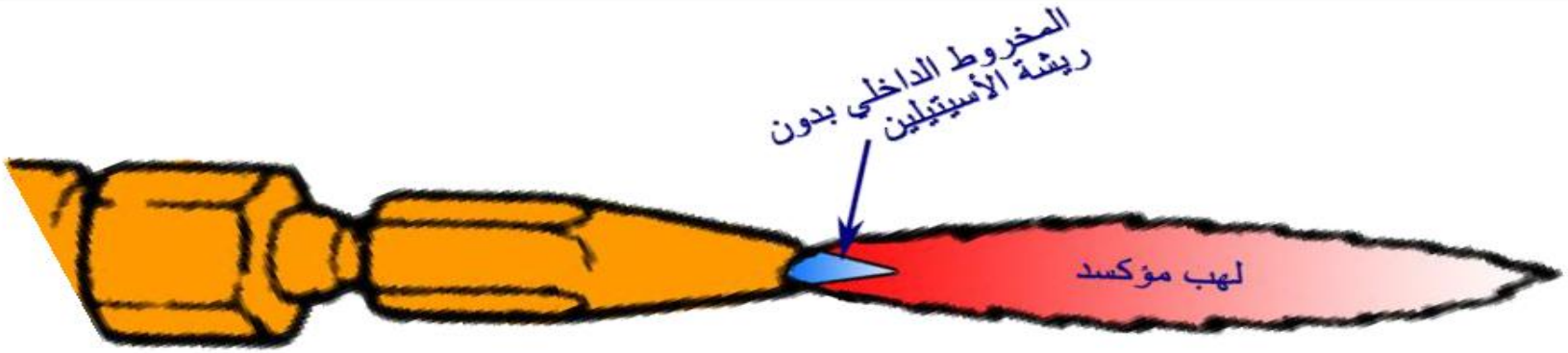
يمكن الحصول على ثلاثة أنواع من اللهب وذلك بواسطة التحكم في كمية الأكسجين وكمية الأسيتيلين المتدفق إلى المشعل، كالتالي:

اللهب المتعادل: يتكون عندما تكون كمية الأكسجين تساوي كمية الأستلين. تصل درجة الحرارة فيه إلى 3200 ºم. ويستخدم في لحام الصلب الطري والنحاس والألمونيوم والصلب المقاوم للصدأ.



اللهب المؤكسد: يتكون عندما تكون كمية الأكسجين أكبر من كمية الأستيلين ويتكون لهب يصدر عنه صوت وبمخروط داخلي حاد . يستخدم في لحام النحاس الأصفر والبرونز **ولا يستعمل في لحام الصلب**.

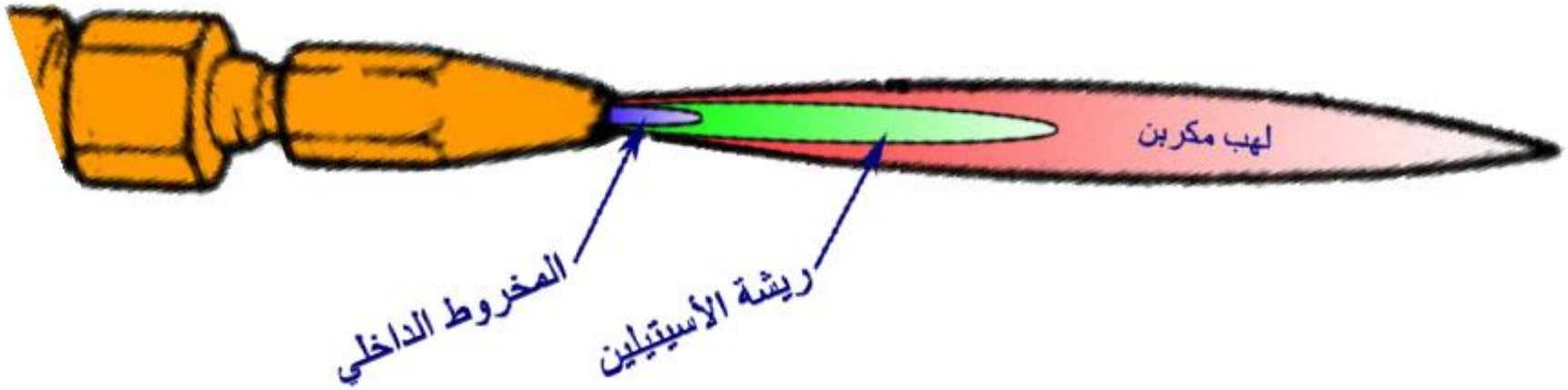




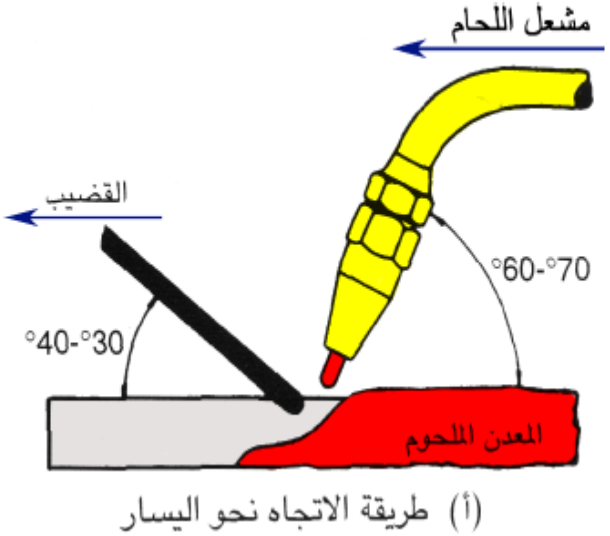
اللهب المكربن: يتكون عندما تكون كمية الاكسجين أقل بكثير من كمية الأستلين.

لذا يستخدم هذا اللهب لتقسية الأسطح ويعرف هذا النوع من اللهب بثلاثة مناطق لهب

ويستخدم في لحام الحديد الزهر والصلب عالي نسبة الكربون وكافة المواد الصلدة



تحديد إتجاه اللحام

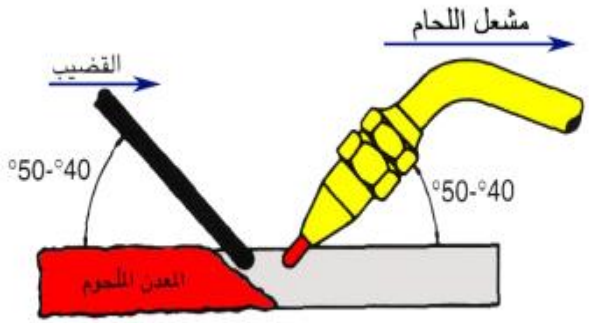


(أ) طريقة الاتجاه نحو اليسار

اللحام إلى اليسار: وفيه يسبق سلك اللحام لهب اللحام وينفخ اللهب بركة اللحام المنصهرة إلى الأمام.

يستخدم اللحام إلى اليسار في لحام الألواح المعدنية الرقيقة والتي يصل سمكها إلى 0.6 مم.

- **اللحام إلى اليمين:** وفيه يسبق اللهب سلك اللحام وبذلك لا ينفخ اللهب بركة اللحام المنصهرة إلى الأمام، ويتم تسخين المادة جيداً أمام منطقة اللحام.



(ب) طريقة الاتجاه نحو اليمين

- يستخدم اللحام إلى اليمين في لحام الألواح المعدنية التي يزيد سمكها عن 3 مم.

أنواع الوصلات اللحامية

1) **الوصلة اللحامية التناكبية Butt Welds:** توضع الصفائح التي ستلحم بالمستوى نفسه وتحضر حواف هذه الصفائح حسب سمكها وطريقة اللحام المتبعة.

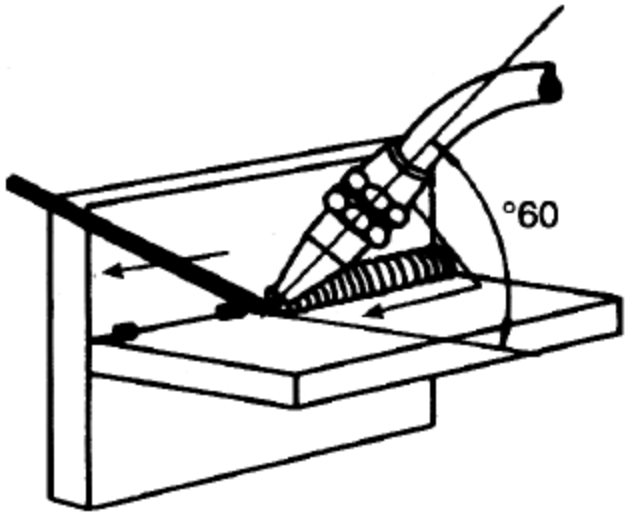
✓ يوجد ثلاثة أنواع شائعة للوصلات اللحامية التناكبية:

a) الوصلة التناكبية البسيطة.
b) وصلة V المفردة.
c) وصلة V المزدوجة.

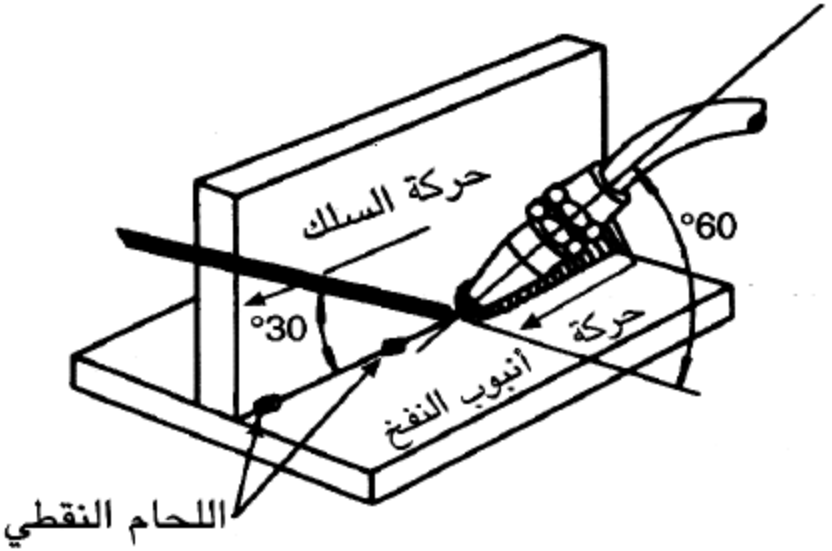
الوصلات اللحامية التناكبية

أ) الوصلة التناكبية البسيطة ب) وصلة V مفردة ج) وصلة V مزدوجة

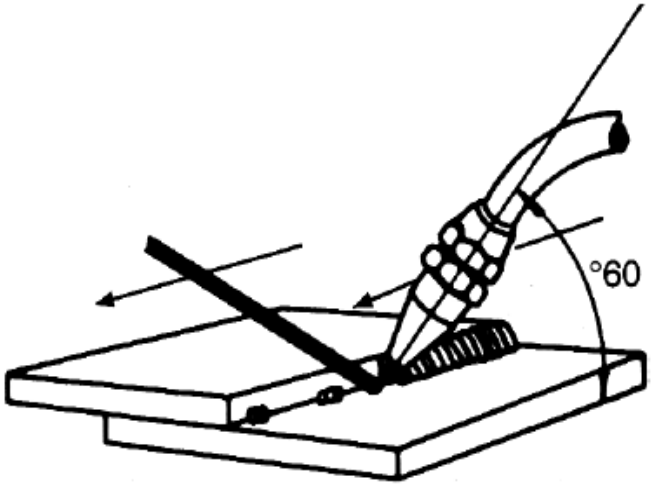
2) **اللحام الزاوي Fillet Welds:** لاتكون الصفائح المراد لحامها بالمستوى نفسه، وتكون الوصلة ذات أشكال مختلفة عديدة. ويستعمل هذا النوع من اللحام في أعمال البناء.



ب) لحام أفقي

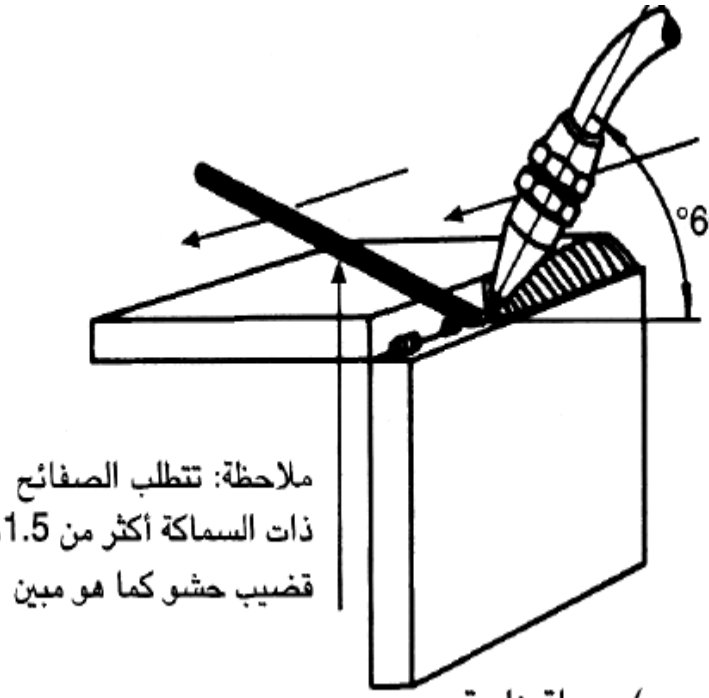


أ) اللحام المنبسط أو باتجاه الأسفل



هـ) لحام تراكبي

3) **اللحام التراكبي Lap Welds:** تلحم الصفائح المتراكبة بواسطة التراكب. هذا النوع ليس قوياً مثل اللحام التناكبي.



و) وصلة زاوية

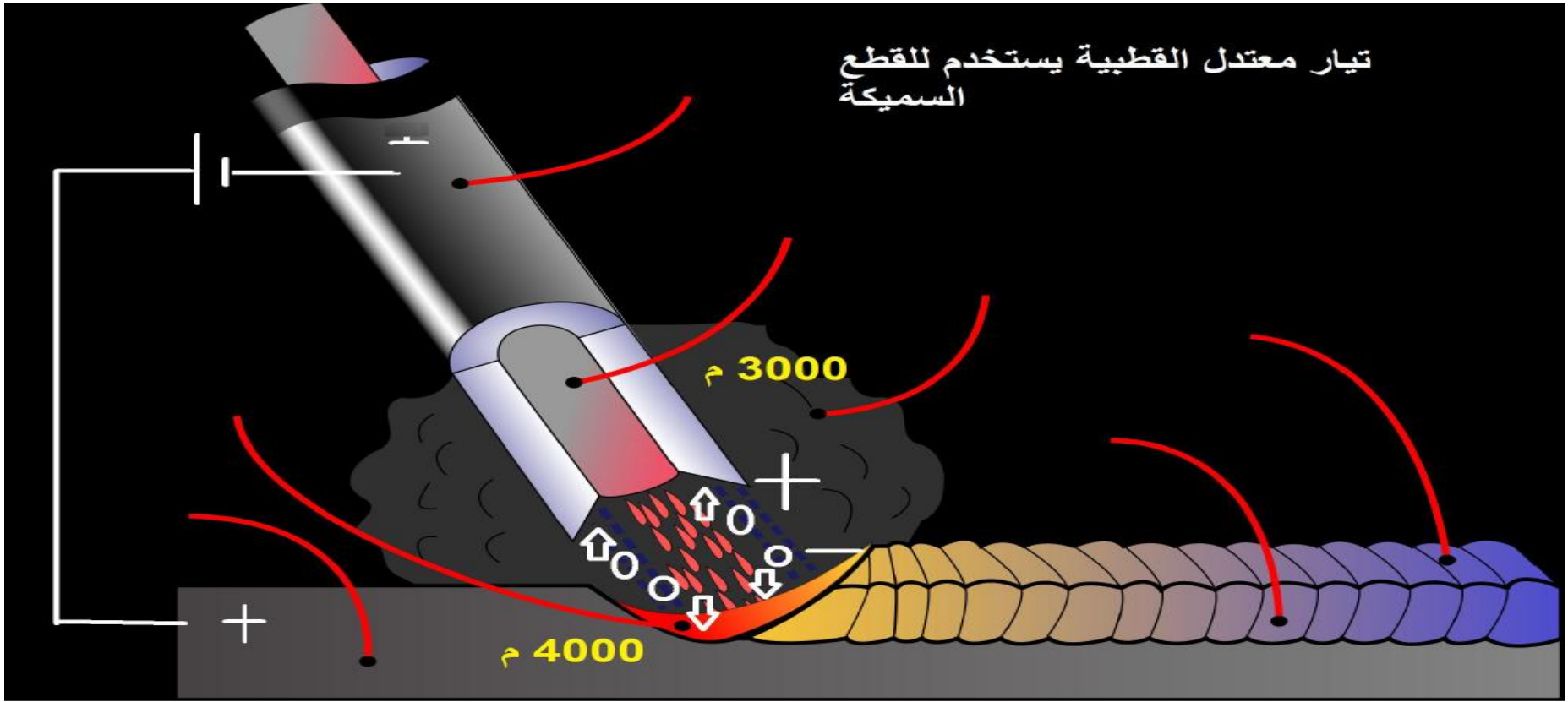
4) **اللحام الزاوية Corner Welds:** يستعمل في صنع أو إصلاح منتجات عديدة. توضع الصفائح كما في الشكل ويحافظ على وضعها باللحام النقطي. ثم تلحم الحواف بدون إستعمال قضيب الحشو. وإذا أردنا زيادة القوة فيستعمل قضيب الحشو.

عيوب اللحام بالأوكسي أسيتيلين

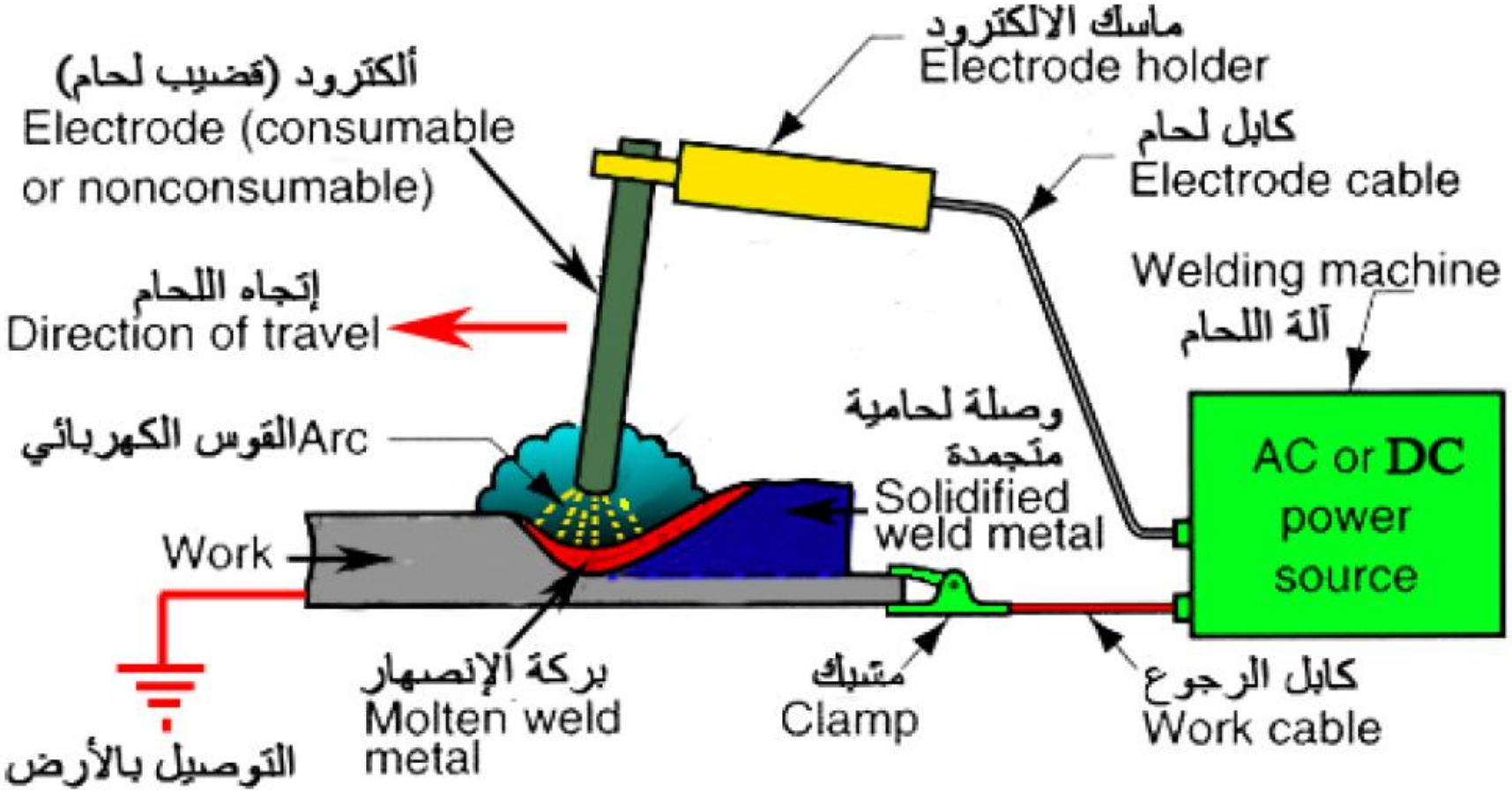
1) عدم حدوث نفاذ صحيح للحام.
2) فقدان الصهر أو نقصه.
3) فقدان التقوية أو نقصها.
4) عدم إكتمال لحام المقطع.
5) وجود ثقوب في اللحام.
6) الأكسدة أو الكربنة الزائدة.
7) التشوه.
8) إحتراق المعدن بسبب إستعمال فوهة كبيرة بشكل زائد.

لحام القوس الكهربائي اليدوي
Electric-Arc Welding

- يعتبر اللحام بالقوس الكهربائي من طرق اللحام الحديثة وتعتمد على مبداء القوس الكهربائى.
- يعرف القوس الكهربائي بأنه مرور التيار الكهربائي خلال مسافة قصيرة من الغاز أو الهواء، ويرافقه حرارة شديدة ووهج ساطع.



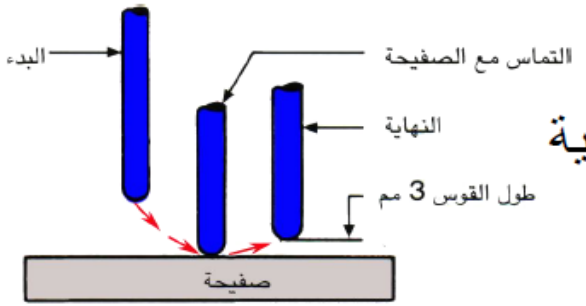
معدات اللحام بالقوس الكهربائي



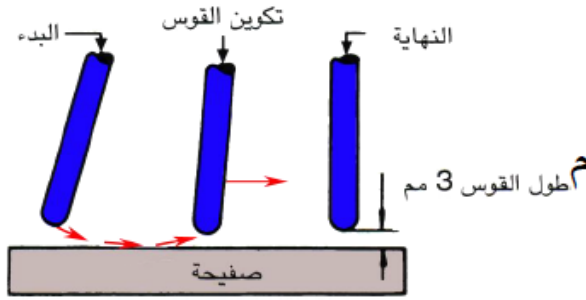
1) مصدر للتيار متردد أو مستمر.
2) حامل (ماسك) اللالكترود.
3) الكترودات لحام بأقطار ومواد مختلفة.
4) موصلان (سلكان) مرنان لنقل التيار الكهربائي من مصدره إلى مكان اللحام، حيث يوصل الأول إلى ماسك القطب والثاني إلى طاولة اللحام أو الشغلة.

إحداث القوس الكهربائي

بعد تثبيت الألكترود في ماسكه وتوصيله بمصدر تيار كهربي وتحديد شدة التيار الصحيحة المناسبة لقطر قطب اللحام المستعمل، يتم أحداث القوس بأحد الطرق التالية:



1) **طريقة حركة النقر:** حيث يقرب القطب من المشغولة المعدنية ثم يسحب مباشرة مسافة مسافة 3 – 5 مم وهذه المسافة مساوية لقطر جوف القطب.

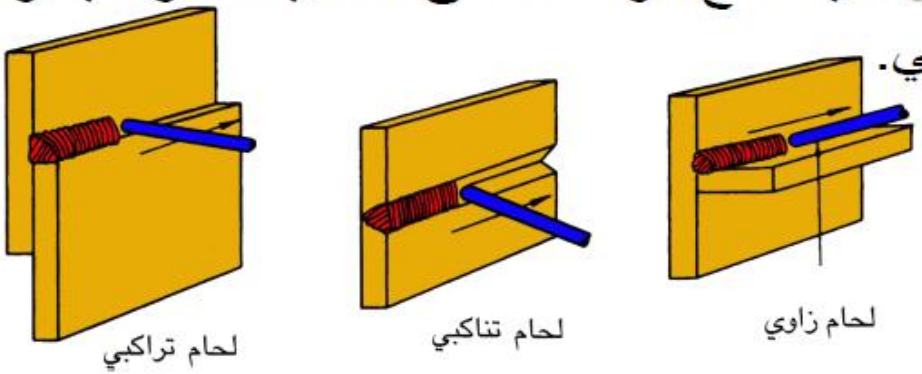


2) **طريقة الخدش:** حيث يميل القطب بزاوية ثم يحرك بحركة دائرية خفيفة مثل قدح عود الثقاب. يرفع بعدها قضيب اللحام مسافة تساوي قطره وإلا فسيلتصق بالمشغولة المعدنية.

وضعية اللحام بالقوس الكهربي

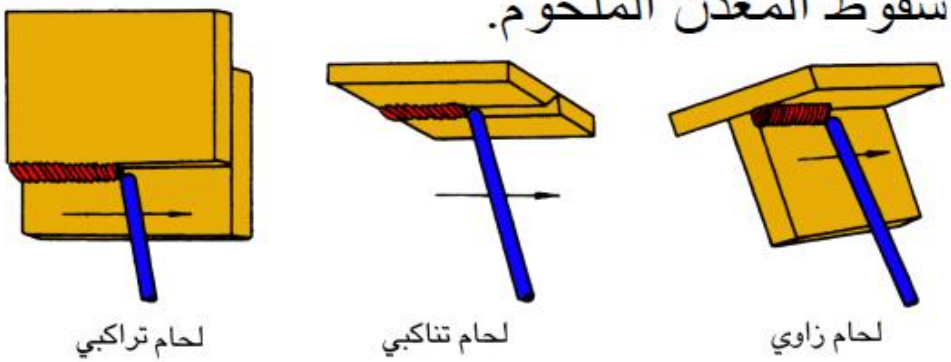
1) **الوضعية المنبسطة أو بإتجاه الأسفل:** تكون عملية اللحام سهلة لأن الجاذبية تساعد في نقل المعدن من القطب إلى القطعة ونحصل على تغلغل أفضل وتنفذ العملية بسرعة أكبر وبجهد أقل.

2) **الوضعية الأفقية:** حيث تقع الوصلة على الصفيحة الرأسية وتكون المادة اللحامية في المستوى الأفقي.



3) **الوضعية الرأسية:** حيث تكون الصفيحة والمادة اللحامية في المستوى الرأسي.

3) **الوضعية ما فوق الرأس:** تعتبر عملية صعبة فهي تنجز بوضعية ضد قوى الجاذبية مما قد تسبب في سقوط المعدن الملحوم.



لحام المقاومة الكهربائية

- يعتمد لحام المقاومة الكهربائية على الضغط ودرجة الحرارة لربط أجزاء المعدن.
- فعند مرور تيار كهربائي في سلك فإن درجة حرارته ترتفع بفعل مقاومته لمرور التيار.
- تعتمد كمية الحرارة المتولدة على مقدار التيار المار، والزمن الذي يستغرقه مرور التيار، ومقدار مقاومة السلك وفق المعادلة التالية:

$$Q = I^2 R t$$

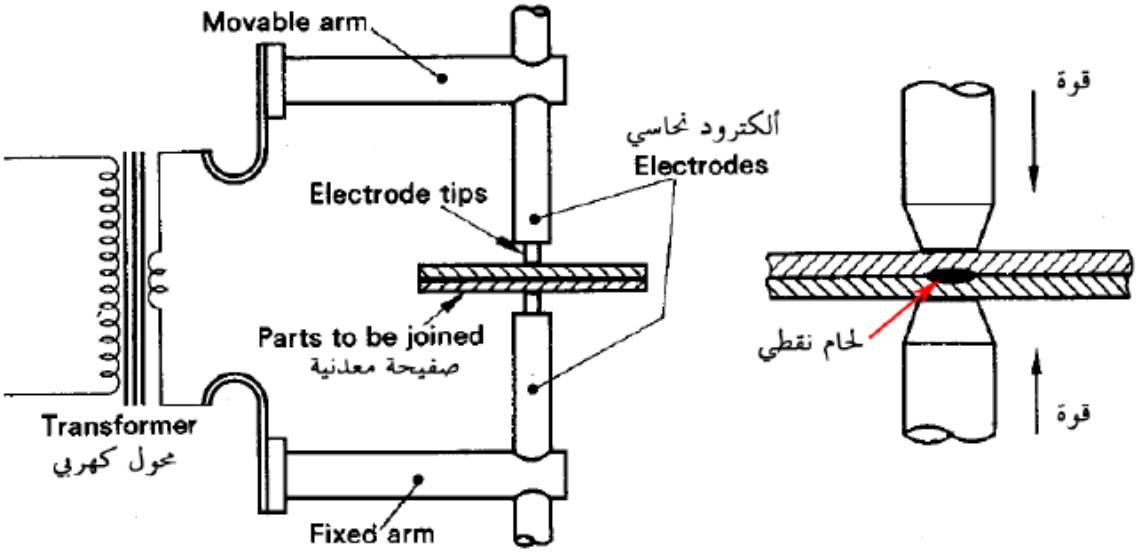
Q – كمية الحرارة المتولدة (جول)　　R – مقاومة السلك (أوم)

I – مقدار التيار المار (أمبير)　　t – زمن مرور التيار في السلك (ثانية)

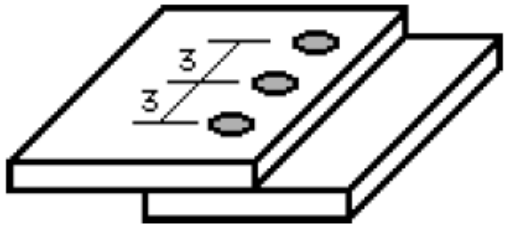
تتم عملية اللحام نتيجة المقاومة العالية عند سطحي تلامس الوصلة، حيث يمر تيار عالي الشدة ومنخفض الجهد في فترة قصيرة. وفي هذا الأسلوب من اللحام لا يحتاج إلى معدن حشو.

يمتاز لحام المقاومة بالسرعة كما أنه أقتصادي مما يجعله مناسباً لصناعات عديدة مثل صناعة الطائرات والسيارات.

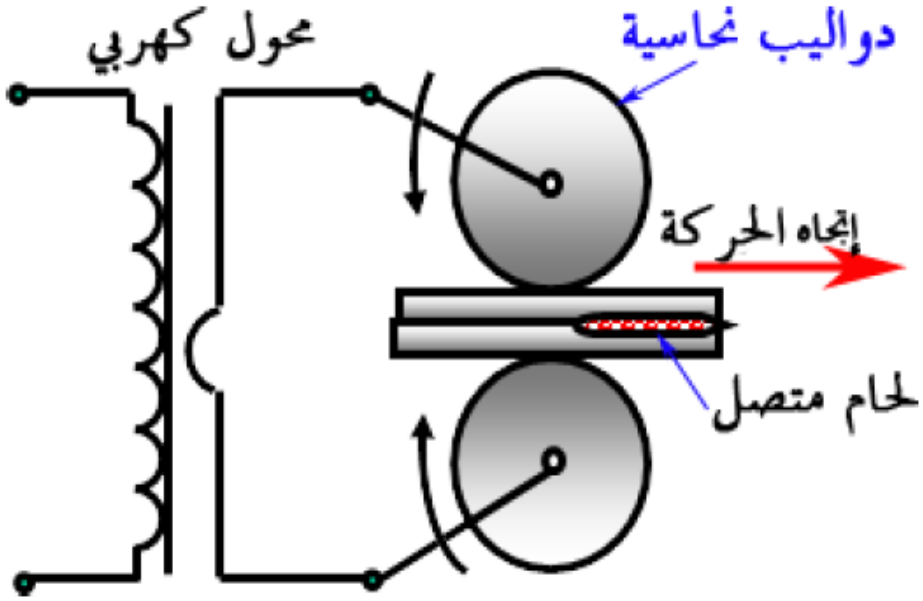
Spot Weldingاللحـام النقطي



- يحدث إنصهار موضعي نتيجة الحرارة المتولدة من مقاومة مرور التيار الكهربائي للقطعتين المراد ربطهما والمضغوطين بواسطة الكترودين نحاسيين. ويستمر إنصهار المعدنين إلى حين قطع التيار الكهربائي.
- بهذه الطريقة يتم عمل مجموعة نقاط لحام في مواضع منتظمة قد تكون متتالية أو متوازية.



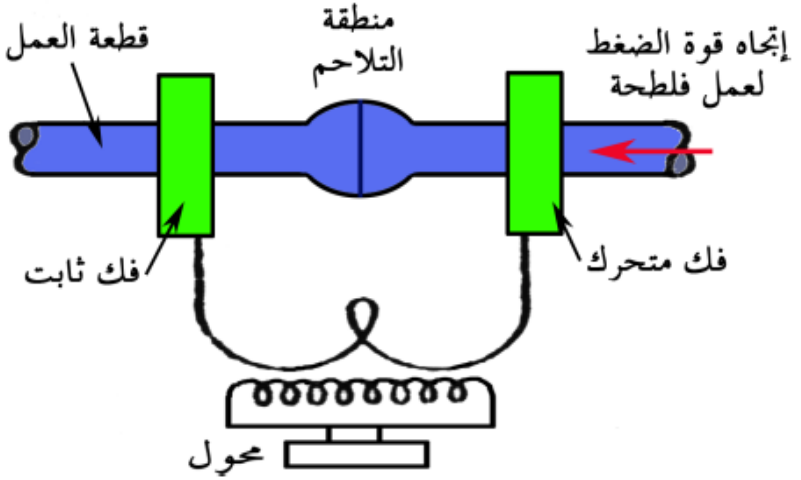
اللحام التدريزي (لحام الخط)
Seam Welding



- في اللحام التدريزي تستعمل ألكترودات قرصية دوارة تمر بينهما الأجزاء المطلوب لحامها، بينما يمر التيار الكهربي خلالها في الوقت الذي تقوم فيه هذه الأقطاب بالضغط على قطعة العمل.
- ينتج عن ذلك لحام متصل يتكون من درزات متصلة من الحام النقطي.
- يستعمل هذا الأسلوب في لحام الأنابيب والخزانات.

لحام المقاومة التناكبي

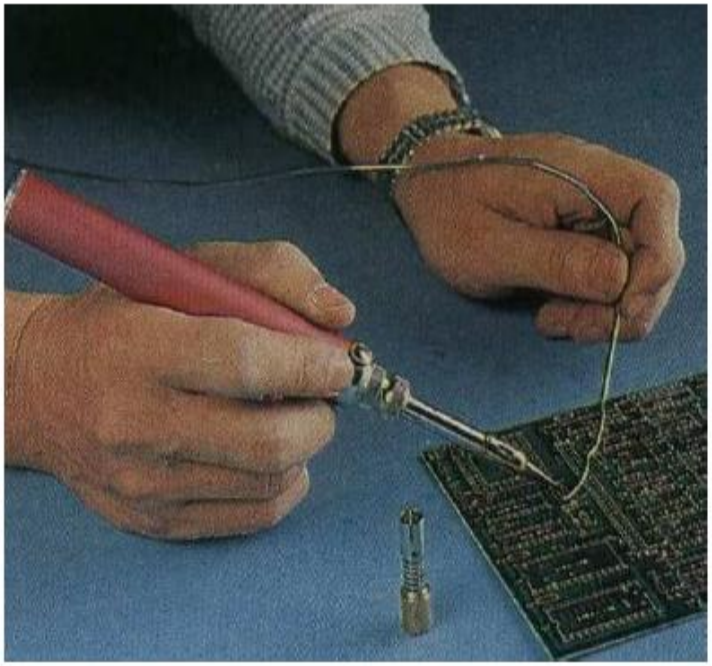
Resistance Butt Welding



1) تربط قطعة العمل في فكوك من النحاس مع توصيل التيار الكهربي إلى موضع اللحام والضغط.
2) عند وصول درجة الحرارة المناسبة يفصل التيار الكهربي ويزداد الضغط، فينشأ إنتفاخ (فلطحة) عند موضع اللحام.

يستخدم اللحام المقاومة التناكبي في لحام النحاس والألومنيوم والصلب.

a) لحام القصدير Soldering



- يتم إستخدام سبائك لا تزيد درجة أنصهارها على 440 ºم حتى تكون عملية الربط سريعة وأقتصادية.
- يستخدم عادة سبيكة من الرصاص والقصدير التي تنصهر عند 220ºم.
- يكون مصدر الحرارة المطلوب للحام عن طريق كاوية اللحام التي تسخن الكهرباء أو بالتسخين بلهب الغاز أو الأفران أو المقاومة الكهربائية.
- تتغلغل حشوة اللحام المصهورة داخل الفراغ بين المعدنين بواسطة الخاصية الشعرية.
- مستعملة على نطاق واسع في صناعةِ الإلكترونيات.

b) لحام المونة Brazing

- هي عملية ربط يتم فيها وضع معدن الحشو على أو بين السطوح المراد وصلها.
- ترفع درجة الحرارة حتى ينصهر معدن الحشو دون ان ينصهر المعدن الأساسي.
- تستخدم سبائك النحاس أو سبائك الفضة أو سبائك الألومنيوم كسبائك لحام.
- تتراوح درجة حرارة صهر معدن الحشو بين 400º حتى 1300ºم.
- مصدر الحرارة المطلوبة للحام يتم بإستخدام لهب الأكي أسيتيلين.
- تتغلغل حشوة اللحام المصهورة داخل الفراغ بين المعدنين بواسطة الخاصية الشعرية.
- يستعمل هذا النوع من اللحام في وصل معدنين مختلفين مثل الفولاذ والألومنيوم الذان لا يمكن وصلهما بالطرق الأخرى.
- تستخدم كذلك عندما تتعرض الوصلات الملحومة إلى إجهادات عالية.