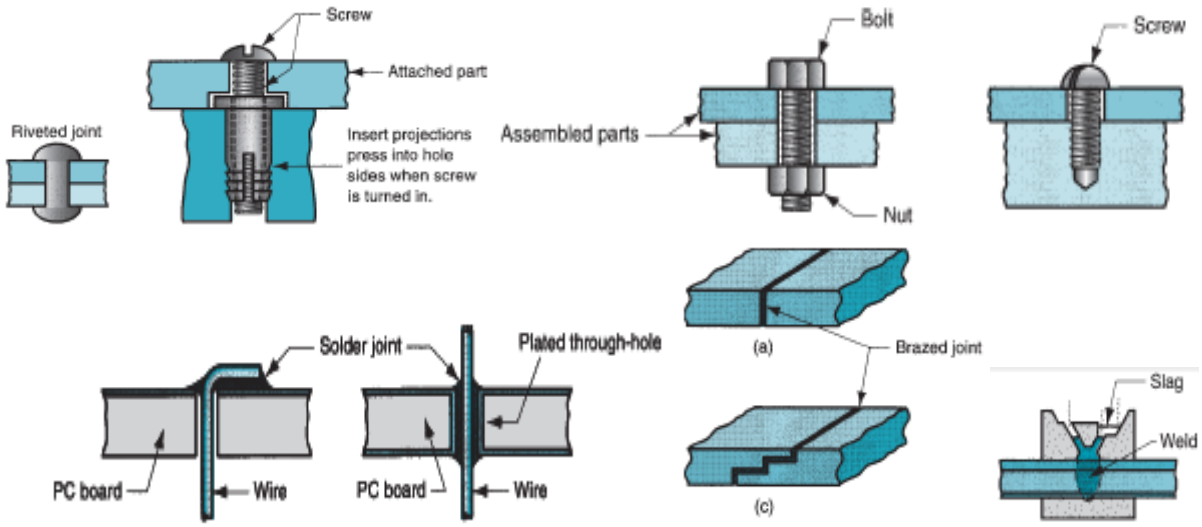
1.7 وصل المعادن Metal connection

ان المنتج النهائي لا يتم الحصول عليه بعملية تصنيعية واحدة ،بل تتم عليه عادة عدة عمليات تصنيعية.
فالمنتج النهائي في اكثر الاحيان يتكون من عدة اجزاء وهذه الاجزاء تجمع او توصل مع بعضها بأحد الطرق المتداولة لوصل المعادن .يبين الشكل (7-1) اجزاء معدنية تم وصلها بطرق وصل المعادن المختلفة .



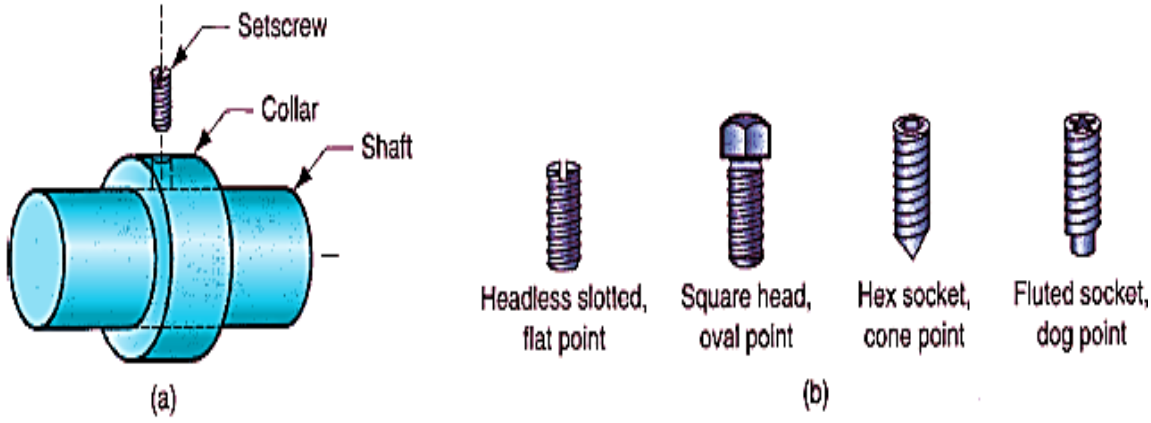
شكل (7-1)
اجزاء معدنية تم وصلها بطرق وصل المعادن

2.7 طرق وصل المعادن

في الاعمال الهندسية بشكل عام ،توجد مجموعة شائعة من طرق ربط الاجزاء المعدنية مع بعضها ،من هذه الطرق :

1.2.7وصل المعادن باللوالب (البراغي)

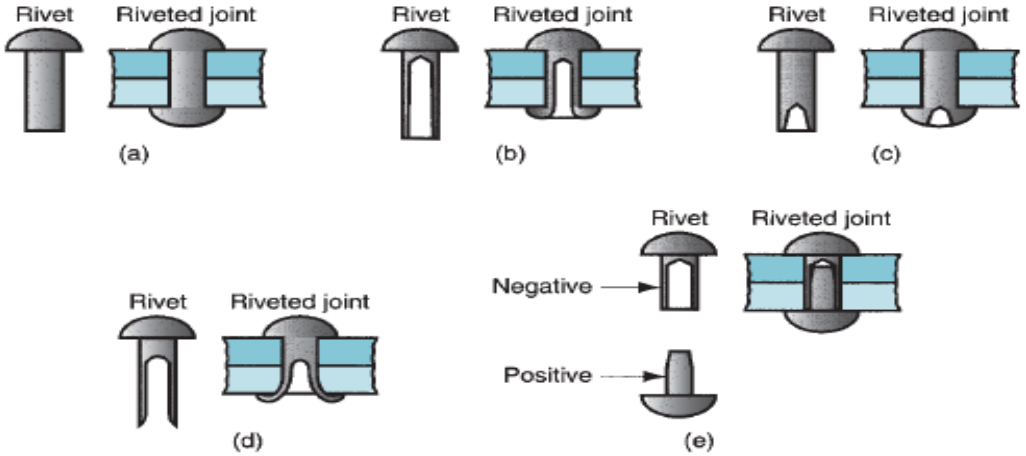
تستعمل هذه الطريقة لوصل الاجزاء المعرضة للتصليح والاستبدال المتكرر ،اثناء الاستعمال الطويل للمنتج ،لذا فان وصل هذه الاجزاء يكون بشكل غير دائمي ،وتختلف انواع البراغي المستعملة في هذه الطريقة ولكن جميعها يستعمل لغاية واحدة وهي وصل المعادن بصورة مؤقتة .
الشكل (7-2) يبين مجموعة مختلفة من البراغي المستخدمة في وصل المعادن وكيفية الربط .



شكل (7-2)
مجموعة من البراغي المستخدمة في وصل المعادن وكيفية الربط

2.2.7 وصل المعادن بالبرشمة

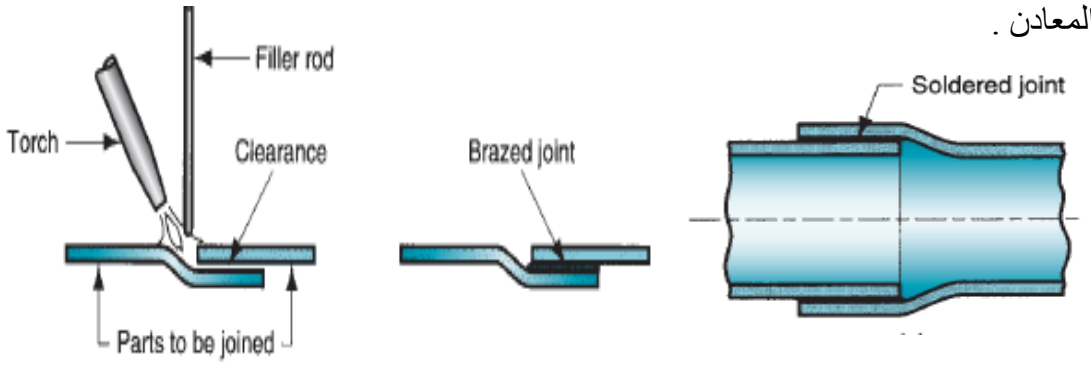
وصل المعادن بالبرشمة Riveted Joint، تعتبر من الطرق التي تستعمل لوصل المعادن بصورة دائميه ،وتستعمل لوصل الصفائح المعدنية الرقيقة ،وخاصة في بناء هياكل وسائل النقل المختلفة ،والبرشمة تشابه عملية وصل الاخشاب بالمسامير ،حيث يتم مسك المسامير بواسطة الاحتكاك عليها من قبل الخشب ولكن في المعادن هذا غير ممكن عند وصلها بمسامير البرشام ،لذلك تشكل رؤوس لهذه المسامير .
يبين الشكل(7-3) عمليات مختلفة لوصل المعادن بالبرشمة .



شكل (7-3)
عمليات مختلفة لوصل المعادن بالبرشمة

3.2.7 وصل المعادن بالسمكرة وبالمونة

الوصل بالسمكرة Soldering او بالمونة (لحام المساحيق) Brazing تشبه طريقة وصل الاخشاب بواسطة الغراء ،وفي هذه العمليات توضع طبقة رقيقه من معدن او سبيكة مصهورة بين السطحين المراد وصلهما ،وعند تجمد هذه المادة المعدنية تتم عملية الوصل ،ويشترط ان تكون درجة انصهار المادة المعدنية المضافة اقل من درجة انصهار الاجزاء المعدنية المطلوب وصلها بإحدى هذه الطرق .لا يوجد حد فاصل بين الوصل بالسمكرة او الوصل بالمونة ،ولكن تم الاتفاق على اعتبار الوصل بالسمكرة مختصا بوصل المعادن بواسطة سبائك درجة انصهارها اقل من $430C^{O}$ ،واذا زادت درجة انصهار السبائك المضافة عن هذه الدرجة اعتبر الوصل بالمونة ،وهو يعطي خواص ميكانيكية افضل من وصل السمكرة لحصول تسابك جزئي بين مادة الوصل والاجزاء التي تم وصلها .الشكل (7-4) يبين هذه الطريقة في وصل المعادن .



شكل (7-4)
وصل المعادن بالسمكرة وبالمونة

4.2.7اللحام

اللحام Welding من اهم الطرق الشائعة لوصل المعادن ،وتقسم العمليات المستعملة في اللحام الى :

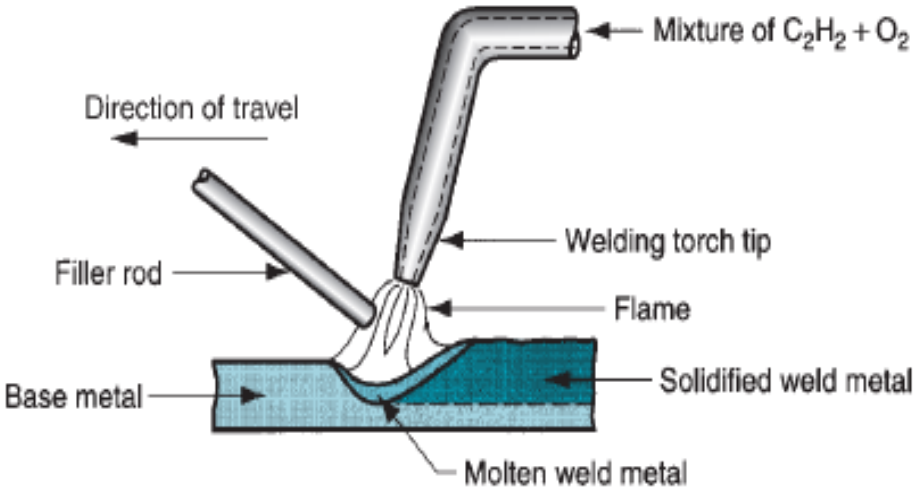
1.لحام الحدادة

في اللحام الحدادي Forge Welding يتم تسخين المعدن المراد وصله الى درجة اقل من درجة الانصهار ومن ثم تسليط ضغط ليتم اللحام .ففي بداية هذه العملية يتم تشكيل وتنظيف نهايتي القطعتين المطلوب لحامها ،ثم يسخنان بصورة منتظمة الى درجة حرارة معينة في فرن مناسب ،وتضاف مواد مساعدة مثل رمل السيلكا او البوركس وذلك لإزالة الاكاسيد ،وبعد التسخين تسحب القطعتان من الفرن ثم توضع الاجزاء المراد لحامها بسرعة الواحدة فوق الاخرى كما في شكل (7-5) وتطرقان يدويا او اليا حتى يتم لحامها ،معظم السلاسل المستعملة في الاغراض المختلفة يتم وصلها بهذه الطريقة .

شكل (7-5)
لحام الحدادة

2.اللحام الغازي

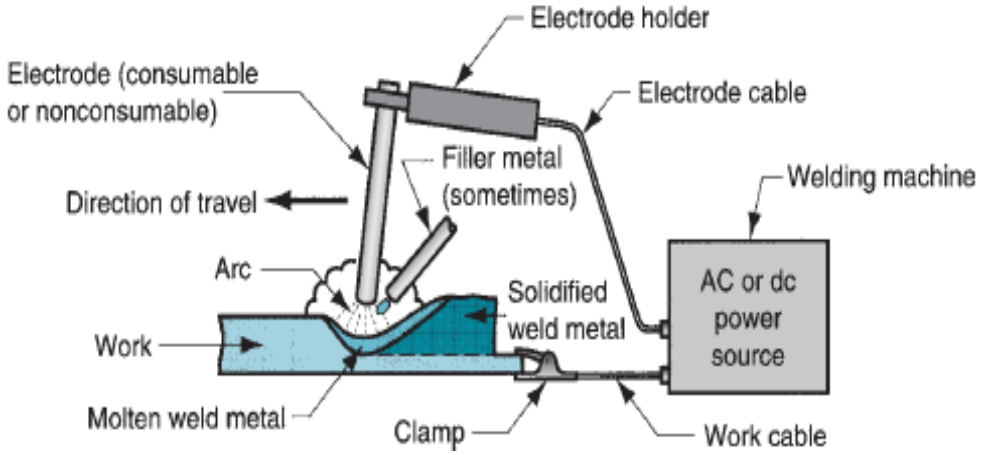
يعتمد اللحام الغازي Gas Weldingعلى صهر المعدن في المنطقة المراد وصلها ،بالحرارة المتولدة من حرق الغازات كالاستيلين بواسطة الاوكسجين في مشعل خاص لتوليد درجة حرارة عالية تصل الى $3000C^{o}$ ،وعند توليد مثل هذه الدرجة تنصهر القطعتين في المنطقة المطلوب لحامها ،فتكون بذلك فاصلة صغيرة بين القطعتين في المنطقة المصهورة ،ولتغطية او ملئ هذه الفاصلة يستعمل معدن مناسب يسمى بمعدن الاضافة ينصهر عند تعرضه لحرارة اللهب ،كما تضاف المواد المساعدة ايضا لصهر الاكاسيد ولتكوين طبقة تعمل على حماية المنطقة المصهورة من الهواء .يبين الشكل (7-6) هذا النوع من اللحام .



شكل (7-6)
اللحام الغازي

3.لحام القوس الكهربائي

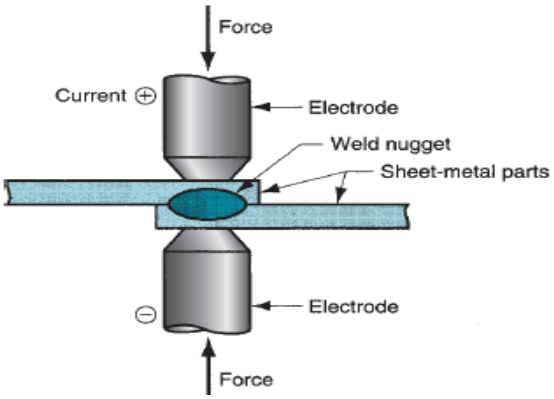
لحام القوس الكهربائي Arc Welding يعتمد على الحرارة المتولدة من التفريغ الكهربائي بين قطبين للوصول بالمعدن الى حالة السيولة الكاملة ،وقد تكون القطعة المراد لحامها جزء من الدائرة الكهربائية .
وهناك عدة طرق معروفة لاستعمالات القوس الكهربائي في اللحام ولكنها تختلف في طريقة عزل وصلة اللحام عن الجو المحيط بها .ان درجة حرارة القوس عند اللحام تبلغ $3000C^{o}$ وهذه الحرارة العالية تصهر القطعتين في المنطقة الجاري لحامها ،وكما في اللحام الغازي يضاف معدن الاضافة على شكل قضيب اسطواني وفي هذه الحالة يكون القطب الكهربائي مصنوع من مادة كالكاربون او التنكستين ويسمى بالقطب الكهربائي العديم الاستهلاك حيث لا يستهلك اثناء اللحام ،اما بالنسبة للقطب الكهربائي القابل للاستهلاك فيصنع من معدن الاضافة وفي هذه الحالة يزود منطقة اللحام بالحرارة اللازمة للصهر بالإضافة الى معدن لملئ الفاصلة المتكونة بين القطعتين المراد لحامها وهذا القطب يستهلك عند اللحام وتسمى العملية لحام القوس الكهربائي المغلف . يبين الشكل (7-7) لحام القوس الكهربائي .



شكل (7-7)
لحام القوس الكهربائي

4.لحام المقاومة الكهربائية

في لحام المقاومة الكهربائية Resistance Welding يتم صهر المعدن في المنطقة المراد وصلها ومن ثم تسليط ضغط ،اذ توضع القطعتان المراد لحامها بين قطبين كهربائيين متقابلين ويحرك احد القطبين بالاتجاه الاخر ليتم تسليط ضغط معين على القطعتين المطلوب لحامها ومن ثم يسري تيار كهربائي منخفض الفولتية وعالي الشدة خلال هذين القطبين فيتولد بذلك ارتفاع سريع في درجة الحرارة في منطقة تماس القطعتين مما يؤدي الى انصهارها جزئيا .وعند هذه المرحلة يوقف مرور التيار الكهربائي مع بقاء الضغط مسلط على القطعتين الى ان تتجمد المنطقة المصهورة وبذلك يتم اللحام .يبين الشكل (7-8) لحام النقطة وهو احد طرق لحام المقاومة.

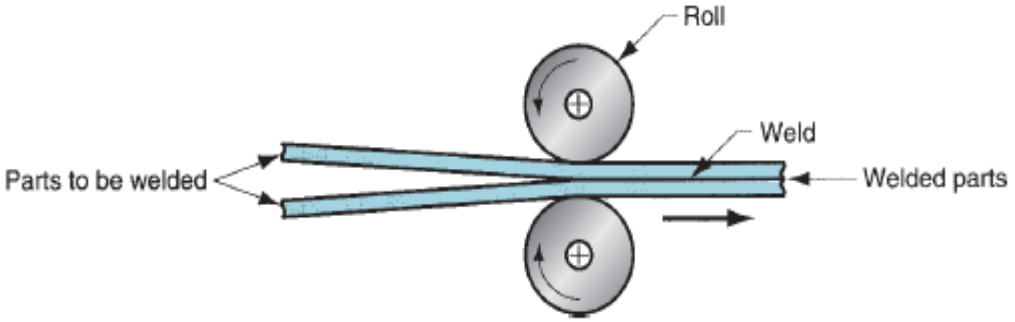


شكل(7-8)
لحام النقطة

5.اللحام البارد

يسمى هذا النوع من اللحام باللحام البارد Cold Welding وذلك لان وصل المعدن يتم بتسليط ضغط فقط وبدرجة حرارة الغرفة ، وتستعمل هذه الطريقة لوصل المعادن غير الحديدية وسبائكها والتي تتمتع بمطيلية عالية وهي تحتاج الى سطوح خالية من الزيوت والاكاسيد وضغط مسلط عالي توفره مكابس خاصة .

يبين الشكل (7-9) هذا الاسلوب في اللحام .



شكل(7-9)
اللحام البارد

اسئلة الفصل السابع

س1/عدد طرق وصل المعادن ؟
س2/قارن بين وصل المعادن بواسطة البراغي او البرشمة مستعينا بالرسم ؟
س3/عدد اهم استعمالات الطرق التالية :
أ. وصل المعادن بواسطة البراغي
ب. وصل المعادن بواسطة البرشام
جـ. وصل المعادن بالمونة
د. وصل المعادن بالسمكرة
س4/ما الفرق بين وصل المعادن بالسمكرة وبالمونة ؟
س5/عدد اهم عمليات اللحام واشرح واحدة منها مستعينا بالرسم؟
س6/ما المقصود باللحام البارد ؟وماهي خواص المعادن التي يتم لحامها بهذه الطريقة ؟

مع تمنياتنا بالنجاح
قسم الهندسة الميكانيكية
مدرس المادة /أ. عبد فارس العزاوي / موبايل 07703947587
العام الدراسي 2022/2023