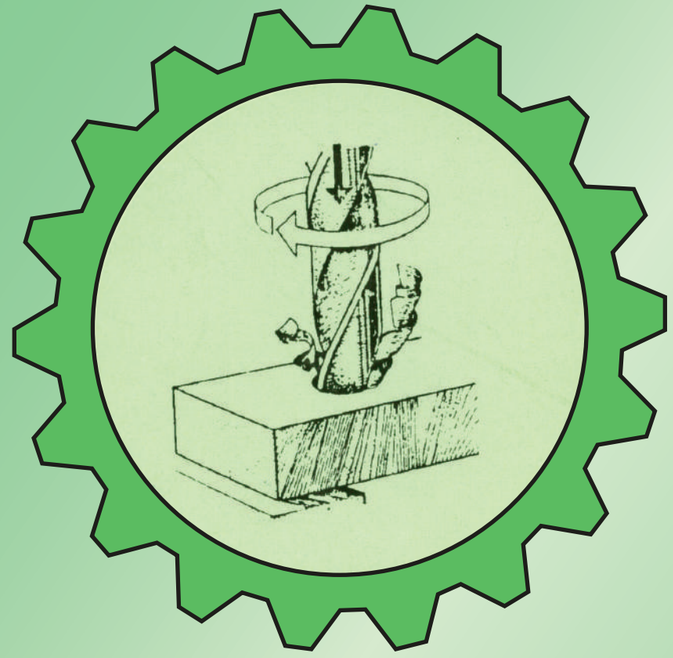
المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

علم الصناعة

الميكانيكا العامة

الصف الثاني عشر



الفرع الصناعي

علم الصناعة

الميكانيكا العامة

الصف الثاني عشر (الفرع الصناعي)

١٤٤٠ هـ / ٢٠١٩م

مطبعة حلاوة
Halawa
Printing Press

إدارة المناهج والكتب المدرسية

علم الصناعة
الميكانيكا العامة

الصف الثاني عشر

(الفرع الصناعي)

تأليف

م. هشام أحمد رواشدة
م. أحمد شديد حويطات
م. نور الدين الناظر
م. سليمان حسن حمدان
م. محمد علي خضر
يوسف أبو الرب

الناشر
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

يسر إدارة المناهج والكتب المدرسية استقبال ملاحظاتكم وآرائكم على هذا الدليل على العناوين الآتية:
هاتف: ٨-٥/٤٦١٧٣٠٤، فاكس: ٤٦٣٧٥٦٩، ص.ب: ١٩٣٠ الرمز البريدي: ١١١١٨
أو بوساطة البريد الإلكتروني: Humanities.Division@moe.gov.jo

قررت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية، بموجب قرار مجلس التربية والتعليم رقم ٩٤/٩٦ تاريخ ٢٦/٦/٩٦، اعتباراً من العام الدراسي ١٩٩٦ / ١٩٩٧م.

جميع الحقوق محفوظة لوزارة التربية والتعليم

عمان - الأردن - ص . ب . (١٩٣٠)

لجنة التوجيه والإشراف على التأليف	
المهندس أحمد مصطفى حسن / رئيساً	المهندس مصطفى محمد عبيد
الدكتور نادر سعيد السنتريسي	المهندس يوسف محمود أبو هاشم / مقرراً

التحرير العلمي : م . يوسف محمود أبو هاشم

التحرير اللغوي : عمر عبدالله الفجّاويّ

التحرير الفني : لينا (محمد وفا) نبهان

التصميم : فايدة أبو شرخ

الإنتاج : سليمان أحمد الخلايلة

دقق الطباعة وراجعها : م. حمد عزات أحمرو

الطبعة الأولى **١٤١٧هـ/ ١٩٩٦ م**

أعيدت طباعته **٢٠١٣ م - ٢٠١٩ م**

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
مقدمة	١
الفصل الدراسي الأول	
الوحدة الأولى: خراطة السلبات الداخلية والخارجية	٣
أولاً : مواصفات السلبات ورموزها	٣
ثانياً : طرق خراطة السلبات	٥
ثالثاً : طريقة خراطة السلبات بوساطة أدوات الثقب والتكملة	١١
رابعاً : ادوات قياس السلبات	١٢
الوحدة الثانية: ملحقات النسخ على المخرطة	١٧
أولاً : مفهوم عملية النسخ وأغراضها	١٧
ثانياً : ملحقات النسخ المستخدمة على المخرطة	١٨
الوحدة الثالثة: قطع اللولب مفرد الباب آلياً	٢٥
أولاً : أغراض اللوالب وأنواعها ومواصفاتها	٢٥
ثانياً : خطوات تجهيز المخرطة لقطع اللولب	٣٢
ثالثاً : معيار اللولبة واستخداماته	٣٣
الوحدة الرابعة: قطع اللوالب متعددة الأبواب	٣٥
أولاً : رموز اللوالب متعددة الأبواب ومواصفاتها	٣٥
ثانياً : قطع اللوالب متعددة الأبواب	٣٦
ثالثاً : طرق فحص اللوالب متعددة الأبواب وقياسها	٣٩
الوحدة الخامسة: لحام المعادن الحديدية بالقوس الكهربائي في الوضعين الأفقي والعمودي	٤٣
أولاً : اللحام في الوضع الأفقي	٤٣
ثانياً : اللحام في الوضع العمودي	٤٧
ثالثاً : ترتيب خطوط اللحام في الوصلات التي تستدعي أكثر من خط واحد	٥١
الوحدة السادسة: لحام المعادن الحديدية بلهب الأوكسي استيلين في الأوضاع الأفقي والعمودي وفوق الرأس	٥٧
أولاً : خصائص اللحام بلهب الأوكسي استيلين في أوضاع اللحام الأفقي والعمود وفوق الرأس	٥٧
ثانياً : زوايا ميل مشعل وسلك اللحام وحركتهما في الأوضاع الأفقي والعمودي وفوق الرأس	٦٠

الموضوع	الصفحة

الفصل الدراسي الثاني

الوحدة السابعة: تجهيز المكشطة النطاحة ٦٥

أولاً : المكشطة النطاحة ٦٥

ثانياً : استخدامات المكشطة النطاحة ٦٧

الوحدة الثامنة: كشط السطوح المنبسطة والزاوية ٧٣

أولاً : أدوات القطع المستخدمة على المكشطة ٧٣

ثانياً : خطوات كشط السطوح المنبسطة والزاوية ٧٧

الوحدة التاسعة: لحام المعادن الحديدية بالقوس الكهربائي في وضع فوق الرأس ٨٣

أولاً : اللحام بالقوس الكهربائي في وضع فوق الرأس ٨٣

ثانياً : زوايا ميل الألكترود وحركته ٨٥

الوحدة العاشرة: قص المعادن الحديدية بالقوس الكهربائي ٨٩

أولاً : مفهوم القص بالقوس الكهربائي ومعداته ٨٩

ثانياً : طرائق القص بالقوس الكهربائي ٩٢

الوحدة الحادية عشرة: قص المعادن الحديدية بالأوكسي أستيلين ١٠٣

أولاً : مفهوم القص بالأوكسي أستيلين ١٠٣

ثانياً : معدات القص بالأوكسي أستيلين ١٠٦

ثالثاً : عمليات القص المختلفة وعيوب خطوط القص ١١٥

الوحدة الثانية عشرة: لحام حديد الزهر بالقوس الكهربائي والأوكسي أستيلين ١٢٥

أولاً : أنواع حديد الزهر خصائصه ١٢٥

ثانياً : تجهيز حديد الزهر للحام ١٣١

ثالثاً : لحام حديد الزهر بالقوس الكهربائي ١٣٦

رابعاً : لحام حديد الزهر بالأوكسي أستيلين ١٤١

خامساً : فحص وصلات اللحام ١٤٤

قائمة المصطلحات ١٤٦

قائمة المراجع ١٥٢

منهاجي
متعة التعليم الهادف

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمـــة

يأتي إعداد هذا الكتاب المدرسي للمستويين الثالث والرابع في تخصص الميكانيكا العامة، لتوفير المادة النظرية الفنية بين يدي طلاب هذا التخصص، ولكي يستعين به معلمو المادة على تنفيذ المنهاج المقرر وتحقيق أهدافه المرجوة. وتنبع أهمية هذا الكتاب من الوحدات التخصصية التي يتضمنها، وما تحتوي عليه من مفاهيم ومعلومات فنية يحتاج إليها الطالب لأداء المهارات العملية في مجال تشغيل المعادن من خراطة وكشط، وفي مجال لحام المعادن وقصّها بالقوس الكهربائي والأوكسي أسَتيلين، وهما مجالا العمل الرئيسان اللذان يحتاج طالب الميكانيكا العامة إلى إتقانهما لدخول سوق العمل ضمن تخصصه بكفاية واقتدار، بعد أن حصل في للمستويين الأول والثاني على القاعدة العريضة من المفاهيم الفنية والمهارات العملية الأساسية اللازمة لهذا التخصص.

وقد اشتمل هذا الكتاب على اثنتي عشر وحدة، تعالج كل منها موضوعاً محدداً معالجة تفصيلية، وقد روعي الربط بين الوحدات ذات العلاقة وتقديم المادة النظرية بطريقة بنائية متسلسلة، واحتوت موضوعات الكتاب المختلفة على الأشكال والرسوم التوضيحية اللازمة التي تساعد الطالب على سرعة استيعاب هذه الموضوعات، كما تم الاهتمام بإرشادات الأمن والسلامة التي يحتاج الطالب إلى معرفتها والإلمام بها، لاتقاء مخاطر التعامل مع الآلات وظروف العمل المختلفة.

وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

المؤلفـون

الفصل الدراسي الأول

الوحدة الأولى

خراطة السلبات الداخلية والخارجية

تعرفت في الوحدات السابقة الخراطة المتوازية الخارجية والداخلية، وستتعرف في هذه الوحدة شكلاً آخر من أشكال الخراطة هو خراطة السلبات الداخلية والخارجية.

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تصبح قادراً على أن :

- تميز مواصفات السلبات وتقرأ رموزها.
- تتعرف طرق خراطة السلبات الداخلية والخارجية.
- تحدد طرق قياس السلبات.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

أولاً مواصفات السلبات ورموزها

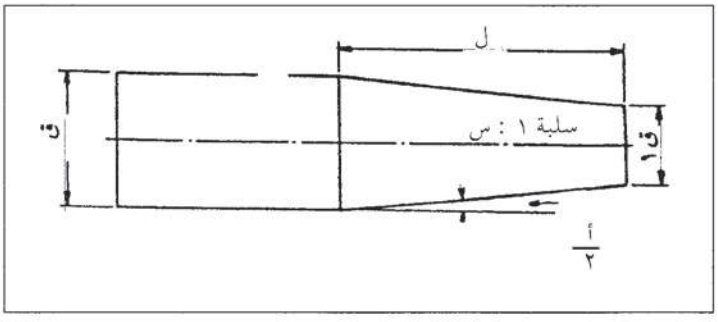
عندما تجري زيادة أو نقص منتظم، على قطر قطعة عمل أسطوانية في أثناء الخراطة، فإنك في النهاية سوف تحصل على سلبة، فالسلبة هي: زيادة أو نقص منتظم في قطر سطح أسطواني، ويمكنك تمييز نوعين من السلبات؛ خارجية وداخلية.

١ – عناصر السلبات ورموزها

السلبات مجسمات مخروطية كما في الشكل (١ – ١) وفيما يأتي بعض رموز السلبات ومفاهيمها:

أ – **القطر الأكبر** : أكبر قطر للسلبة ويمثل، قطر القاعدة السفلى للمخروط، ويرمز له بالرمز (ق).

ب – **القطر الأصغر** : أصغر قطر للسلبة، ويمثل قطر القاعدة العلوية للمخروط، ويرمز له بالرمز (ق١).



الشكل (١ – ١) : مفاهيم السلبة الأساسية.

ج – **طول السلبة** : البعد بين القاعدتين السفلية والعلوية، أو رأس المخروط، ويرمز له بالرمز (ل) .

د – **زاوية السلبة** : الزاوية المحصورة بين ضلعي السلبة، ويرمز لها بالرمز (أ) .

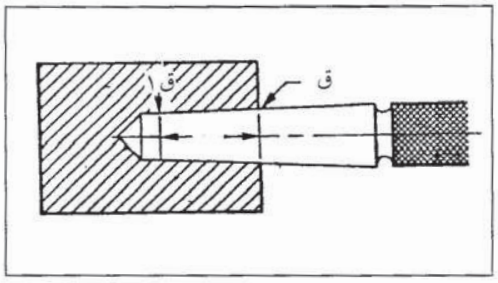
هـ – **نسبة السلبة (المخروط)** : النسبة بين قطر القاعدة (القطر الأكبر) وطول السلبة، ويرمز لها بالرمز (١ : س) .

٢ – أغراض السلبات ومواصفاتها

تقوم السلبات بدور كبير في الصناعات الميكانيكية، انظر إلى المخرطة وحاول تمييز بعض السلبات التي تراها، ستجد أن هناك الكثير من السلبات المستخدمة في المخرطة وملحقاتها مثل سلبة أسطوانة الغراب المتحرك وسلبة العمود الرئيس وسلبة السنبك، ومما يزيد من استخدام السلبات قدرتها على مركزة القطع الميكانيكية مع بعضها بسهولة، وتثبيتها بشكل جيد، وقابليتها للفك بسرعة.

ويوجد نوعان من السلبات من حيث الاستخدام الأول: سلبات الاستخدام الخاص؛ وهي سلبات تصمم بمواصفات خاصة حسب عمل السلبة، أما النوع الثاني، فهو سلبات الاستخدام العام، وهذا النوع له مواصفات وقياسات محددة، تنظمها جداول خاصة حسب كل نوع من أنواعها، ومن أهمها سلبات مورس.

تعد سلبات مورس من أكثر أنواع سلبات الاستخدام العام انتشاراً، وستجد العديد منها في مشغلك، مثل سلبات ريش الثقب، وأدوات التكملة. ومما يميز هذا النوع من السلبات قدرتها على التثبيت الجيد بين أجزائها ولتحديد هذه السلبات، تعطى أرقاماً لكل قياس تتراوح من صفر ولغاية سبعة، ويبين الجدول (١ – ١) بعض الأمثلة على قياسات هذا النوع من السلبات حسب الرسم التوضيحي المبين في الشكل (١ – ٢) .



الشكل (١ – ٢) : الرسم التوضيحي للسلبة.

الجدول (١ – ١) : أمثلة على قياسات السلبات.

رقم السلبة	القطر الصغير (ق١) مم	طول السلبة (ل) مم	القطر الكبير (ق) مم	نسبة السلبة لكل مم
١	٠,٩	٤,٩	١,١٦	٠,٢٣
٣	١,٩	٧,٨	٢,٢	٠,٢٨
٧	٦,٧٣٧	٢٤,٥	٨	٠,٣٢

ثانياً | طرق خراطة السلبات

يمكنك إنتاج السلبات بعدة طرق على المخرطة، ويعتمد اختيار الطريقة المناسبة لخراطة السلبة على مواصفاتها الفنية مثل طول السلبة وزاويتها، كما يعتمد على الكمية المطلوبة.

ومن أهم طرق خراطة السلبات ما يأتي :

١ - خراطة السلبات بتدوير الراسمة

يمكنك بهذه الطريقة خراطة السلبات القصيرة الخارجية والداخلية التي تقل زاويتها عن (٢٠°)، ويجب حساب مقدار تدوير الراسمة قبل البدء بخراطة السلبة بهذه الطريقة، وكما يجب عليك ملاحظة نوع التدريج الموجود على راسمة المخرطة الموجودة في مشغلك، إذ يوجد نوعان من التدريجات، وتختلف طريقة حساب مقدار التدوير لكل نوع من التدريجات، وهي كما يأتي :

أ - التدريج بالمليمترات : احسب مقدار تدوير الراسمة حسب المعادلة الآتية :

$$م = \frac{(ق - ق١)}{٤ ل} \times ص$$

إذ : م : مقدار تدوير الراسمة (مم).

ق : قطر السلبة الأكبر (مم).

ق١ : قطر السلبة الأصغر (مم).

ل : طول السلبة (مم).

ص : قطر قاعدة الراسمة (مم).

مثال (١)

احسب مقدار تدوير راسمة مخرطة لخراطة سلبة قطرها الأكبر ٤٥مم، وقطرها الأصغر ٣٥مم، وطولها ٢٥٠مم، إذا كان قطر راسمة المخرطة ٣٠٠ مم.

الحل

مقدار تدوير الراسمة : $م = \frac{(ق - ق١)}{٤ ل} \times ص$

$$= \frac{٣٥ - ٤٥}{٢٥٠ \times ٤} \times ٣٠٠ = ٣ مم$$

ب - تدريج الراسمة بالدرجات : عليك في هذه الحالة حساب ظل زاوية ميل الراسمة حسب المعادلة التالية:

$$\text{ظا} \frac{\text{أ}}{٢} = \frac{\text{ق} - \text{ق}١}{٢\ \text{ل}}$$

حيث

أ : زاوية السلبة، أما ($\frac{\text{أ}}{٢}$) فهي زاوية ميل الراسمة.

ق : قطر السلبة الأكبر (مم).

ق١ : قطر السلبة الأصغر (مم).

ل : طول السلبة (مم).

مثال (٢)

احسب زاوية ميل الراسمة لخراطة سلبة قطرها الأكبر ٥٠مم، وقطرها الأصغر ٣٠مم، وطولها ٧١مم.

الحل

$$\text{ظا} \frac{\text{أ}}{٢} = \frac{\text{ق} - \text{ق}١}{٢\ \text{ل}}$$

$$= \frac{٣٠ - ٥٠}{٧١ \times ٢} = ١٤٠٥٤\text{ر}.$$

ابحث في جداول الظلال عن الزاوية التي ظلها ١٤٠٥٤ر٠، تجد أنها ٨°.

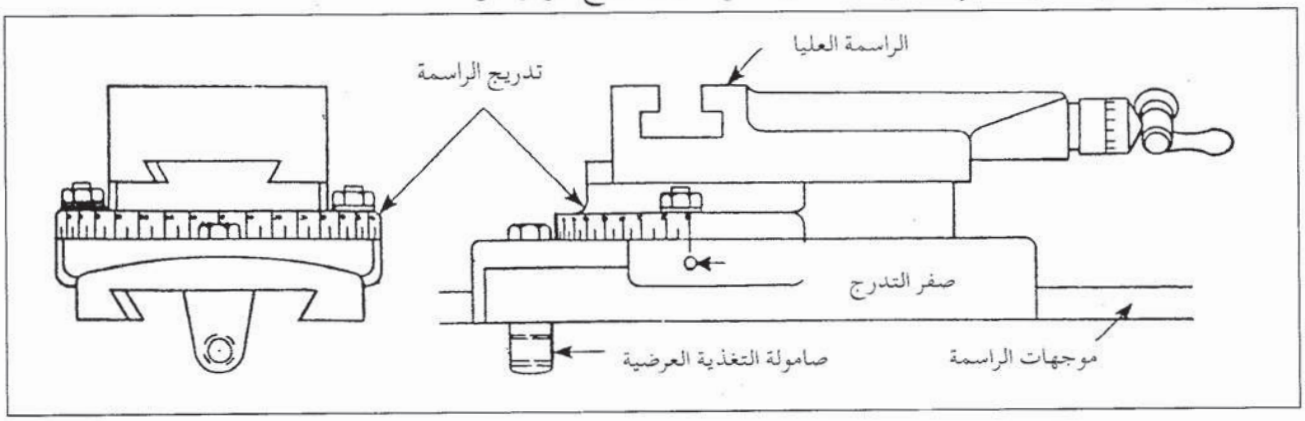
وعند خراطة إحدى السلبات بهذه الطريقة، تتبع الخطوات الآتية:

حساب مقدار تدوير الراسمة.

تدوير الراسمة بمقدار الزاوية المطلوبة كما في الشكل (١ - ٣).

التأكد من أن أداة القطع يمكنها أن تتحرك على طول السلبة.

تنفيذ عملية الخراطة، إذ تكون التغذية عن طريق ذراع مرفق الراسمة.



الشكل (١ - ٣) : تدوير الراسمة العليا لخراطة السلبات.

٢ – خراطة السلبات بإزاحة الغراب المتحرك

باستخدام هذه الطريقة، يمكنك خراطة السلبات الطويلة ذات الأقطار الصغيرة، على ألا تتعدى الإزاحة ٢٪ من طول قطعة العمل، كما لا يمكنك استخدام هذه الطريقة لخراطة السلبات الداخلية، إذ يتم عند استخدام هذه الطريقة ربط قطعة العمل بين ذنبتين (مركزين).

وعند اتباعك هذه الطريقة لخراطة السلبات، يجب عليك أولاً حساب مقدار إزاحة الغراب المتحرك الذي يحسب بوساطة المعادلة الآتية:

$$ع = \frac{ق - ق_١}{٢ل} \times ل_١$$

إذ ع : مقدار إزاحة الغراب المتحرك (مم).

ق : قطر السلبة الأكبر (مم).

ق١ : قطر السلبة الأصغر (مم).

ل : طول السلبة (مم).

ل : المسافة بين الذنبتين أو الطول الكلي لقطعة العمل (مم).

مثـال (٣)

احسب مقدار إزاحة الغراب المتحرك لخراطة سلبة قطرها الأكبر ٥٠مم، وقطرها الأصغر ٤٠مم، وطولها ٢٥٠مم، إذا كان الطول الكلي لقطعة العمل ٣٠٠مم.

الحـل

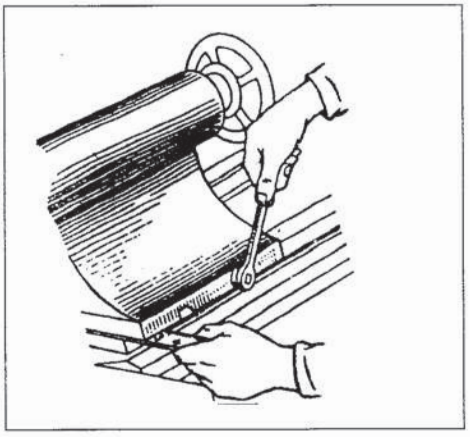
مقدار إزاحة الغراب المتحرك $ع = \frac{ق - ق_١}{٢ل} \times ل_١$

$$= \frac{٥٠ - ٤٠}{٢٥٠ \times ٢} \times ٣٠٠ = ٦ \text{ مم}$$

وعندما تريد خراطة سلبة بطريقة إزاحة الغراب المتحرك، تتبع الخطوات الآتية:

أ – حساب مقدار إزاحة الغراب المتحرك كما تعلمت سابقاً.

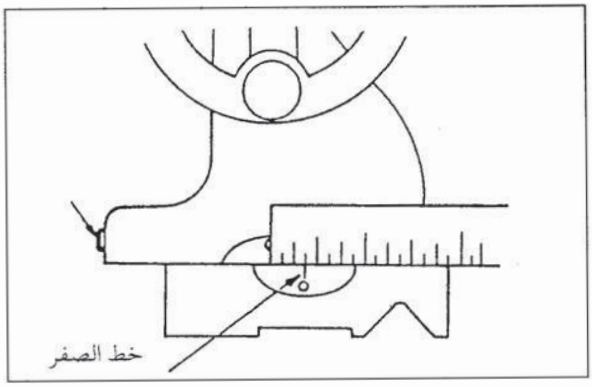
– تحرير قاعدة الغراب المتحرك ثم تحريكه المسافة المطلوبة، عن طريق لولب الإزاحة الجانبية كما في الشكل (١ – ٤).



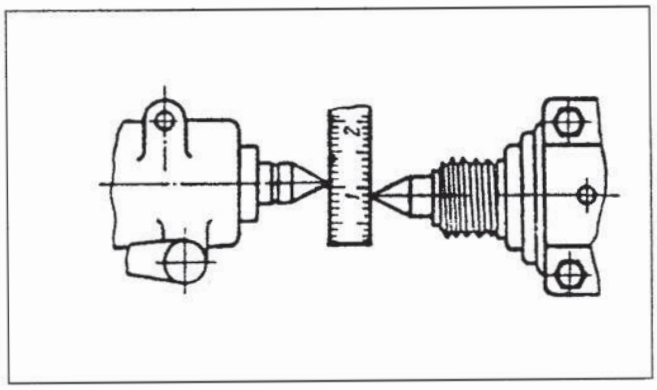
الشكل (١ – ٤) : تحريك قاعدة الغراب.

منهاجي
منصة التعليم الهادف

- استخدام المسطرة في التأكد من مقدار الإزاحة التي تم إجراؤها كما في الشكل (١ – ٥)
- تثبيت قاعدة الغراب، وتقريب الذنبتين من بعضهما كما في الشكل (١ – ٦)، ثم التأكد من مقدار الإزاحة باستخدام المسطرة.

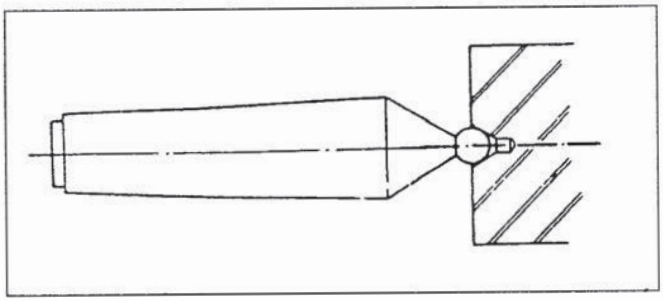


الشكل (١ – ٥) : قياس المسافة التي تحركها الغراب بوساطة المسطرة.



الشكل (١ – ٦) : قياس مقدار الإزاحة عند الذنبتين.

- تثبيت قطعة العمل بين الذنبتين وتستخدم في هذه الحالة ذنبة كروية لتجنب تآكل الذنبات وثقوب المركزه تآكلاً غير منتظم كما في الشكل (١ – ٧).



الشكل (١ – ٧) : ذنبة كروية.

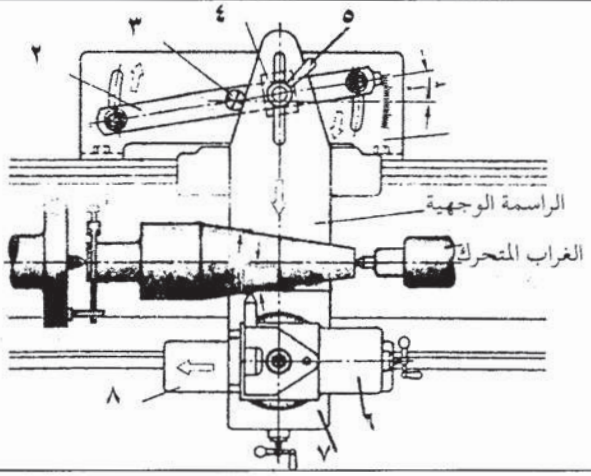
نشاط (١-١) : السلبات

ابحث عن قطع ميكانيكية تحتوي على سلبة أو أكثر. احسب مقدار زاوية كل سلبة منها وطولها.

٣ – خراطة السلبات بوساطة جهاز خراطة السلبات (المسطرة الموجهة)

تستخدم هذه الطريقة لخراطة السلبات التي لا تزيد زاوية ميلها عن ١٢° وخاصة الطويلة منها، وتمتاز هذه الطريقة بسهولة التركيب والضبط ودقة المنتج، وإمكانية خراطة السطوح المخروطية الداخلية والخارجية، ويتكون جهاز خراطة السلبات (المسطرة الموجهة) من الأجزاء الأساسية

كمـا في الشكل (١ – ٨).



١ – قاعدة الجهاز.
٢ – المسطرة الموجهة.
٣ – محور دوران.
٤ – المنزلق.
٥ – صمولة تثبيت.
٦ – راسمة المخرطة.
٧ – راسمة المسطرة.
٨ – عربة الفرش

الشكل (١ – ٨): جهاز خراطة السلبات.

أ – **خطوات تركيب المسطرة الموجهة على المخرطة**: عندما تريد تركيب المسطرة الموجهة على المخرطة، تتبع الخطوات الآتية:

– تحريك العربة إلى منتصف المسافة تقريباً بين الغراب ورأس المخرطة.
– تحرير العربة، عن طريق نزع اللولب أو الصامولة المثبتة لصامولة التغذية العرضية.
– تثبيت قاعدة المسطرة على فرش المخرطة في المكان المخصص لذلك.
– تحريك المنزلق باليد حتى يصبح في مواجهة الشق المخصص لتثبيته.
– تحريك المنزلق مع الراسمة الكبرى باستخدام اللولب أو صمولة المخصصة، وبذلك، تكون المسطرة جاهزة للتشغيل بعد تثبيت زاوية الإمالة المطلوبة.

ب – **حساب زاوية ميل المسطرة**: يمكنك حساب ظل زاوية ميل المسطرة باستخدام المعادلة الآتية:

ظل أ / ٢ = (ق–ق١) / ٢ل.

حيث أ – زاوية السلبة بالدرجات وتساوي (٥°).

ق – القطر الأكبر للسلبة (مم).

ق١ – القطر الأصغر للسلبة (مم).

ل – طول السلبة (مم).

ومن جداول الظلال، يمكنك استخراج زاوية الميل للسلبة.

مثال (٤)

احسب زاوية ميل سلبة، طولها ٢٥٠ مم، وقطرها الأكبر ٤٠٠مم، وقطرها الأصغر ٣٥٠مم.

الحل: بتطبيق المعادلة:

$$\text{ظا}\ \frac{أ}{٢} = \frac{ق - ق١}{٢ ل}$$

$$= \frac{٣٥٠ - ٤٠٠}{٢٥٠ \times ٢} = ١ر.$$

ومن جداول الظلال، يتم استخراج الزاوية التي تساوي ٦٠° تقريباً.

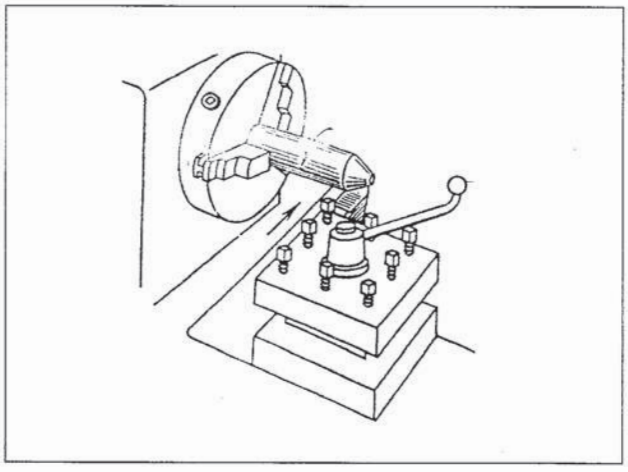
ج - **خطوات خراطة السلبات**: وتتمثل الخطوات الرئيسة لخراطة السلبات باستخدام هذا الجهاز فيما يأتي:

- تثبيت قطعة العمل بين المركزين.
- إمالة المسطرة الموجهة على زاوية الميل المطلوبة، بعد حساب مقدارها بإحدى الطريقتين اللتين تم شرحهما سابقاً.

عند إعطاء الراسمة تغذية طولية يتزحزح المنزلق على طول المسطرة الموجهة، وبما أن الرأس المنزلق مثبت مع المنزلقات العريضة للراسمة، فانها سوف تتحرك مع القلم تحركاً موازياً للمسطرة الموجهة المثبتة بزاوية الميل المطلوبة، وهكذا تتم خراطة السلبات.

٤ - خراطة السلبات بوساطة الأقلام العريضة

تستخدم الأقلام العريضة في عمليات خراطة السلبات القصيرة جداً التي لا يزيد طولها على (٢٠)مم، مثل مجسمات الأكتاف واللوالب، وتكون زاوية ميل الحد القاطع مساوية لزاوية السلبة، والتغذية طولية أو عرضية كما في الشكل (١-٩). والأقلام العريضة إما مستقيمة أو شمالية أو يمينية حسب اتجاه السلبة المراد خراطتها، وتركب الأقلام العريضة كما في الأقلام العادية عندما تريد استخدامها، مع مراعاة الضبط الدقيق لارتفاعها، كما يجب أن يكون مقدار التغذية قليلاً جداً وخاصة في المراحل الأخيرة لعملية الخراطة.



الشكل (١-٩): خراطة السلبات بوساطة الأقلام العريضة.

أسئلة

١- ما المقصود بالمصطلحات الآتية مستعيناً بالرسم؟
زاوية السلبة - طول السلبة - القطر الأكبر - القطر الأصغر.

٢- قطعة عمل، طولها ٥٠٠مم، يراد خراطة سلبة عليها، طولها ٢٥٠مم، وقطرها الأكبر ٤٠٠مم، وقطرها الأصغر ٣٥٠مم، بالطرق الآتية:

أ – إمالة الراسمة

ب – إزاحة الغراب

ج – المسطرة الموجهة.

احسب:

أ – زاوية ميل الراسمة.

ب – مقدار إزاحة الغراب المتحرك.

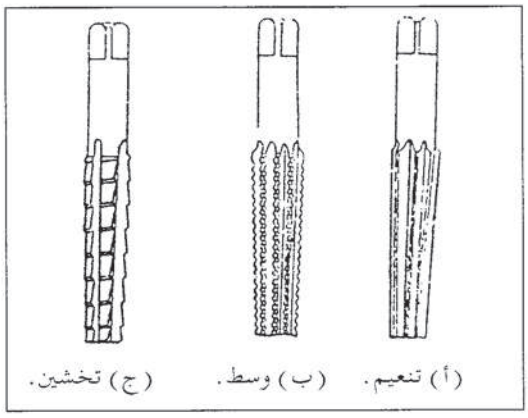
ج – مقدار زاوية ميل مسطرة جهاز خراطة السلبات.

ثالثاً طريقة خراطة السلبات بوساطة أدوات الثقب والتكملة

تستخدم هذه الطريقة في تنفيذ السلبات ذات الاستخدام العام عموماً، وتكون بزاوية مساوية لزاوية أداة التكملة، وتستخدم ريش الثقب العادية في تنفيذ الثقوب التي هي الخطوة الأولى لعمل السلبة، ويمكنك إجراء الثقب آلياً على المثقب القائم، أو استخدام المخرطة في عملية الثقب كما تعلمت سابقاً.

أما أدوات التكملة المستخدمة في خراطة السلبات، فهي مخصصة لتنفيذ أنواع السلبات ذات الاستخدام العام مثل سلبات مورس حسب نوع التشغيل، وهناك ثلاثة أنواع من أدوات التكملة، هي كما في شكل (١–١٠). أدوات تنعيم، ووسط، وتخشين.

وتصنع أدوات التكملة من فولاذ السرعات العالية أو عالي الكربون وتكون حدود القطع في أدوات التكملة المخصصة للسلبات تكون مستقيمة على الأغلب.

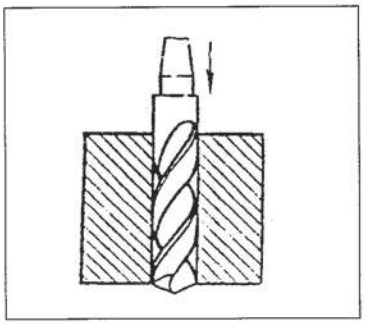


الشكل (١–١٠): أنواع أدوات تكملة السلبات.

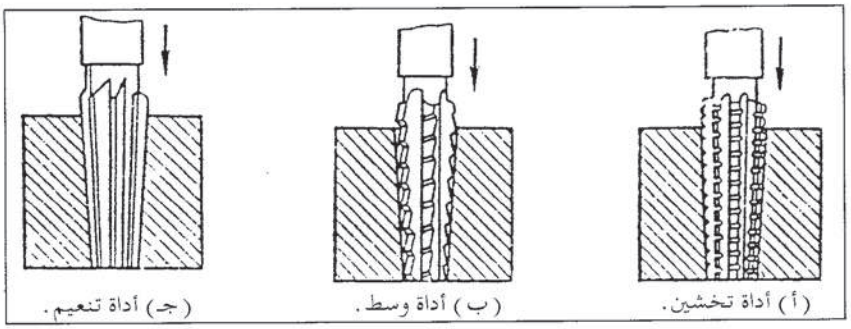
وتتبع الخطوات الآتية: عند تنفيذ السلبات بوساطة أدوات الثقب والتكملة.

- تحديد مركز الثقب (السلبة) باستخدام السنبك.
- استخدام ريش المركزة أولاً في حالة العمل على المخرطة.
- التدرج في توسعة الثقب، باستخدام ريش الثقب المناسبة، بحيث تكون آخر ريشة ثقب تساوي القطر الأصغر للسلبة أو أصغر منه قليلاً؛ كما في الشكل (١–١١).

- إجراء عملية التكملة بالتسلسل، على أن تستخدم أولاً أداة التخشين، ثم الوسط، ثم التنعيم كما في الشكل (١-١٢).



الشكل (١-١١): إجراء عملية الثقب والتوسعة.



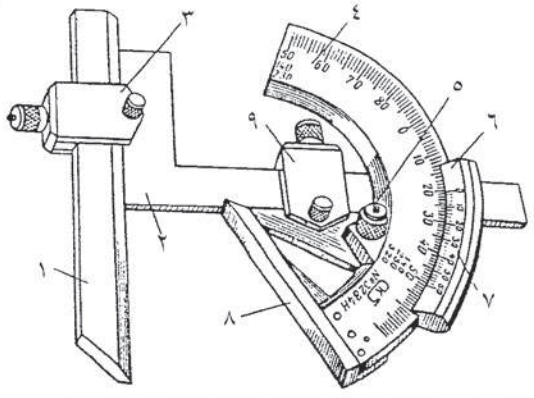
الشكل (١-١٢): تكملة الثقوب الأسطوانية للحصول على السلبات.

رابعاً أدوات قياس السلبات

يمكنك قياس عناصر السلبات الرئيسة، مثل طول السلبة والقطر الأكبر والقطر الأصغر، باستخدام أدوات القياس مثل: الورنية والميكروميتر، كما تعلمت في الوحدة الأولى، ولقياس زاوية السلبة يمكنك اختيار إحدى طرق قياس زاوية السلبة الآتية:

١ - مقياس الزوايا العام

يمكنك تمييز الأجزاء الرئيسة الآتية لمقياس الزوايا العام كما في الشكل (١-١٣):



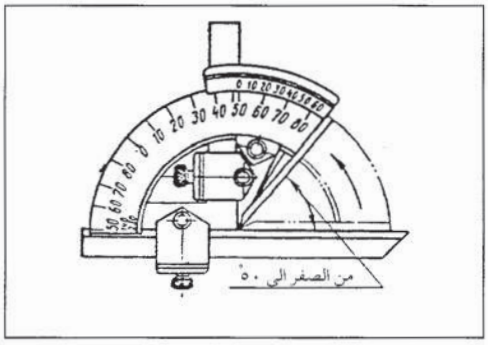
الشكل (١-١٣): أجزاء مقياس الزوايا العام.

تبلغ دقة القياس (٢َ) دقيقتين وتعدّ دقة جيدة للأغراض الإنتاجية. ويمكنك استخدام مقياس الزوايا العام لقياس الزوايا من صفر ولغاية ٣٢٠ْ ضمن أربعة مجالات قياس، وهي: (صفرْ - ٥٠ْ) ثم

(٥٠°–١٤٠°) ثم (١٤٠°–٢٣٠°) ثم (٢٣٠°–٣٢٠°) وعند إجراء القياس ضمن أي مجال، يجب اتباع الخطوات الآتية:

أ – **قياس الزوايا ضمن المجال (صفر–٥٠°)**: عند إجراء القياسات للزوايا التي تنحصر ضمن المجال (صفر–٥٠°)، يجب اتباع الخطوات الآتية:

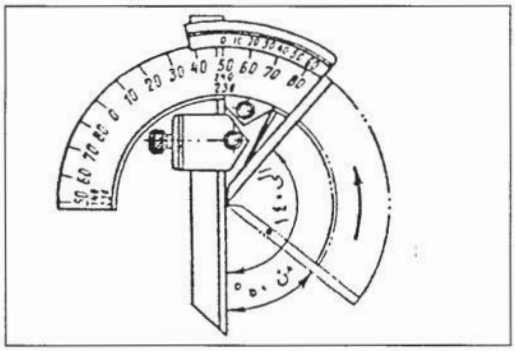
- حصر الزاوية (السلبة) بين المسطرة وقائم القياس على أن يتم إسناد القطر الأصغر على قائم الزاوية كما في الشكل (١–١٤).
- تكون قراءة الورنية هي قراءة الزاوية المطلوب قياسها.



الشكل (١–١٤): قراءة مقياس الزوايا العام مجال (٠°–٥٠°).

ب – **قياس الزوايا ضمن المجال (٥٠°–١٤٠°)**: يمكنك إجراء قياس الزوايا ضمن هذا المجال، باتباع الخطوات الآتية:

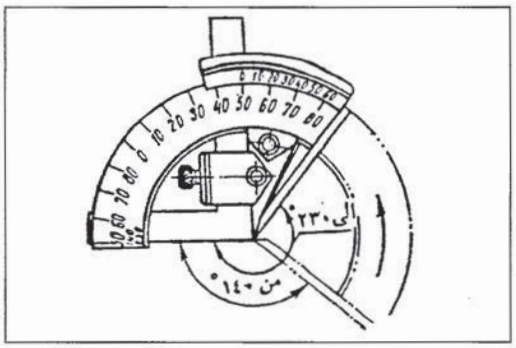
- نزع الزاوية وتركيب المسطرة مكانها فيصبح مقياس الزوايا كما في الشكل (١–١٥).
- حصر الزاوية بين المسطرة وقائم القياس.
- قراءة الزاوية على الورنية، وهي مقدار الزاوية المطلوب قياسها.



الشكل (١–١٥): قراءة مقياس الزوايا العام مجال (٥٠° – ١٤٠°).

ج – **قياس الزوايا ضمن المجال (١٤٠°–٢٣٠°)**: يمكنك إجراء قياس الزوايا ضمن هذا المجال باتباعك الخطوات الآتية.

- نزع المسطرة.
- حصر الزاوية المطلوب قياسها بين قائم الزاوية وقائم القياس، كما في الشكل (١–١٦).
- قراءة الزاوية التي تشير لها الورنية، فتكون هي الزاوية المطلوب قياسها.

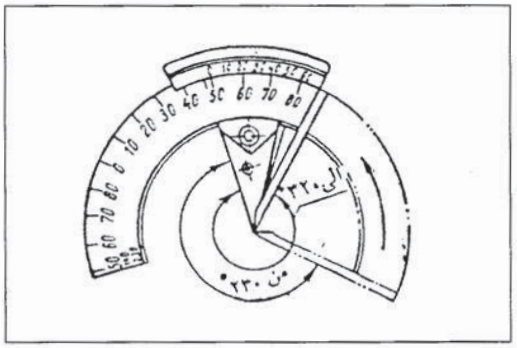


الشكل (١–١٦): قراءة مقياس الزوايا العام مجال (١٤٠°–٢٣٠°).

د - **قياس الزوايا ضمن المجال (٢٣٠°-٣٢٠°)** : يمكنك إجراء قياس الزوايا ضمن هذا المجال باتباعك الخطوات الآتية :

- نزع المسطرة ثم الزاوية .
- حصر الزاوية المطلوب قياسها بين قائم الورنية وقائم القياس، كما في الشكل (١-١٧) .

قراءة الورنية، فتكون القراءة هي مقدار الزاوية المطلوب قياسها .



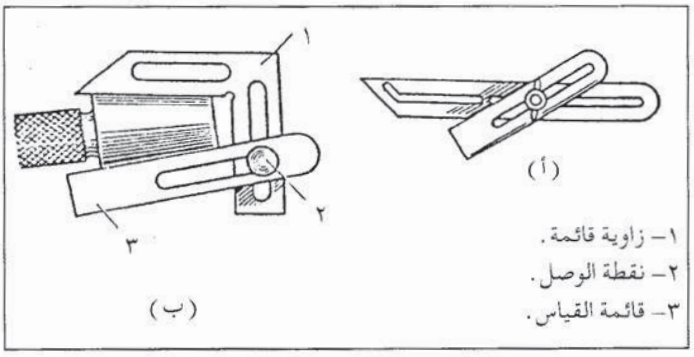
الشكل (١-١٧) : قراءة مقياس الزوايا العام مجال (٢٣٠°-٣٢٠°) .

٢ - قوالب القياس ذات الزوايا

يمكنك نقل زوايا السلبات أيضاً بوساطة قوالب القياس ذات الزوايا، وهي على شكلين، الأول يتكون من ذراعين مستقيمين قابلين للحركة عند نقطة الوصل بينهما كما في الشكل (١-١٨أ)، ويستخدم هذا النوع لقياس زوايا المخروط الكامل .

أما النوع الآخر، فهو كما في الشكل (١-١٨ب)، ويتكون من زاوية قائمة وقائم قياس، وهما قابلان للحركة عند نقطة الوصل (٢) .

وتقاس الزوايا باستخدام قوالب القياس ذات الزوايا باتباع الخطوات الآتية :



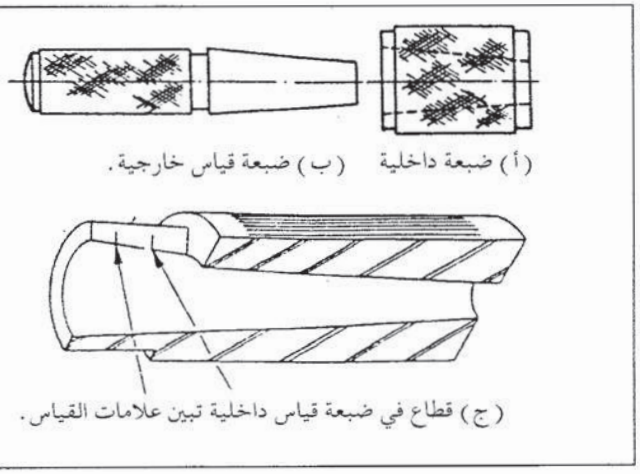
١- زاوية قائمة .
٢- نقطة الوصل .
٣- قائمة القياس .

الشكل (١-١٨) : قوالب القياس ذات الزوايا .

- فك لولب الوصل بين الزاوية وقائم القياس كما في الشكل (١-١٨ب) .
- حصر السلبة المراد قياسها بين قائم الزواية وقائم القياس ثم شد لولب الوصل .
- استخدام المنقلة لقراءة الزاوية التي تم نقلها بعد إخراج السلبة .

٣ - ضبعات القياس

يمكنك قياس زاوية السلبة بدقة عالية وبسرعة، باستخدام ضبعات القياس، وهي كما في الشكل (١-١٩)، وتستخدم لقياس السلبات الداخلية والخارجية، ويتم إجراء القياس بإدخال السلبة المراد قياسها إذا كانت خارجية داخل ضبعة القياس، أما إذا كانت داخلية، فيتم إدخال ضبعة القياس داخلها، مع ملاحظة العلامات فإذا كانت نهاية السلبة تقع بين العلامات على ضبعة القياس، فإن السلبة ضمن المواصفات المطلوبة.



الشكل (١-١٩): ضبعات قياس السلبات.

أسئلــة الوحــدة

١- تستخدم السلبات في مجالات متعددة، اذكر ثلاثاً منها.

٢- عرف عناصر السلبات الأساسية موضحاً ذلك بالرسم.

٣- يراد عمل سلبة، نسبة ميلها ١ : ١٠، وطولها ١٢٠مم، وقطرها الأصغر ٢٤مم، احسب مقدار القطر الأكبر.

٤- احسب زاوية سلبة، قطرها الأكبر ٥٠مم، وقطرها الأصغر ٣٠مم، وطولها ٧١مم.

٥- يراد عمل سلبة، بإزاحة الغراب المتحرك فإذا كان البعد بين مركزي الربط على المخرطة ٣٠٠مم، وطول السلبة ٢٥٠مم، وقطرها الأصغر ٤٠مم، وقطرها الأكبر ٥٠مم، احسب مقدار إزاحة الغراب المتحرك.

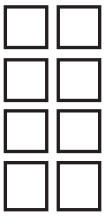
٦- عدد طرق قياس زاوية السلبة.

٧- لماذا تستخدم طريقة خراطة السلبات باستخدام أدوات الثقب والتكملة في تنفيذ السلبات ذات الاستخدام العام؟

٨- عدد خطوات تنفيذ السلبات بوساطة أدوات الثقب والتكملة.

٩- كيف يمكنك قياس الزوايا (٤٥ْ، ٨٢ْ، ٢١٠ْ، ٢٣٢ْ)؟.

منهاجي
متعة التعليم الهادف



الوحدة الثانية

ملحقات النسخ على المخرطة

تعرفت في الوحدات السابقة أجزاء المخرطة وأنواع الخراطة الأسطوانية، خاصة الخراطة المتوازية، لكنك قد تحتاج إلى تشكيل بعض السطوح غير المتوازية، ولتحقيق ذلك، تحتاج إلى بعض التجهيزات أو الملحقات الإضافية، لتستخدمها على المخرطة، ستتعرفها في هذه الوحدة.

ويتوقع منك بعد دراستها أن تصبح قادراً على أن :

- تحدد مفهوم النسخ على المخرطة وأغراضه.
- تميز أنواع ملحقات النسخ على المخرطة واستخداماتها.
- تتعرف خطوات تركيب ملحقات النسخ وتشغيلها.

أولاً مفهوم عملية النسخ وأغراضها

عندما تريد أن تصنع قطعة عمل ذات سطوح غير متوازية، وبمواصفات وقياسات محددة على المخرطة فإنك بحاجة إلى استخدام عمليات النسخ.

١ - مفهوم عملية النسخ

تتمثل عملية النسخ في إنتاج قطع عمل مماثلة ومشابهة من حيث الشكل والقياسات لقطعة عمل نموذجية، وتتم هذه العملية بالتحكم بحركتي التغذية (الطولية والعرضية) وغالباً العرضية وذلك باستخدام عناصر ميكانيكية تحرك أداة القطع في مسار محدد، وتنقسم هذه العناصر إلى نوعين هما:

- عامة، مثل المساطر والحدبات (الكامات).
- خاصة، مثل الأدلة والنماذج.

٢ – أغراض عملية النسخ

تهدف ملحقات النسخ إلى تطوير استخدامات المخرطة وتوسيعها، لتحقيق الاحتياجات المختلفة للصناعات، وتحقق ملحقات النسخ على المخرطة الأغراض الآتية:

أ – إمكانية تصنيع مشغولات لم تكن عملية خراطتها سهلة مثل الأقواس والسلبات.

ب – تخفيض كلفة الإنتاج عن طريق تقليل الزمن اللازم لتصنيع قطعة العمل وعدم الحاجة إلى فنيين ذوي مهارات عالية.

ج – زيادة إنتاجية الآلة عن طريق زيادة عدد القطع المنتجة في وحدة الزمن.

ثانياً ملحقات النسخ المستخدمة على المخرطة

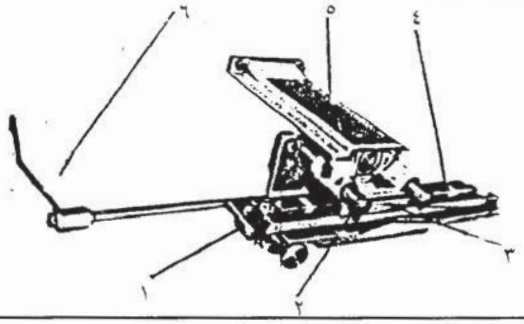
تستخدم مجموعة من ملحقات النسخ على المخرطة إذ يقوم كل من هذه الملحقات بالمساعدة في أداء مجموعة من الأعمال المتشابهة. ومن هذه الملحقات ما يأتي:

١ – المسطرة الموجهة

وقد تم استعراضها بالتفصيل في الوحدة الخامسة عشرة كجهاز لخراطة السلبات الداخلية والخارجية.

٢ – المسطرة المتداخلة

تعدّ المسطرة المتداخلة تطويراً للمسطرة الموجهة، وتتكون كما في الشكل (٢–١) من:



١ – قاعدة المسطرة.
٢ – موجهات.
٣ – المنزلق.
٤ – المسطرة.
٥ – راسمة المسطرة.
٦ – ذراع تثبيت.

الشكل (٢ – ١) : جهاز المسطرة المتداخلة.

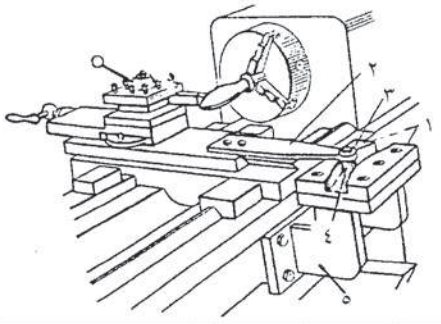
وتتميز المسطرة المتداخلة من المسطرة الموجهة، في أنها ليست بحاجة إلى تحرير صمولة التغذية عن طريق نزع اللولب الذي يثبتها عند تركيب المسطرة المتداخلة، وبذلك، يمكن أن تبقى المسطرة

المتداخلة مركبة على المخرطة تركيباً مستمراً.

وتتشابه المسطرة المتداخلة والمسطرة الموجهة في عملية فكها وتركيبها، وطريقة عملها وحساب زاوية ميلانها.

٣ - دليل (شبلونة) التشغيل

باستخدام دليل (شبلونة) التشغيل، يمكنك خراطة أشكال مختلفة وبالمواصفات المطلوبة نفسها. ويتكون جهاز دليل التشغيل من الأجزاء الآتية كما في الشكل (٢-٢).



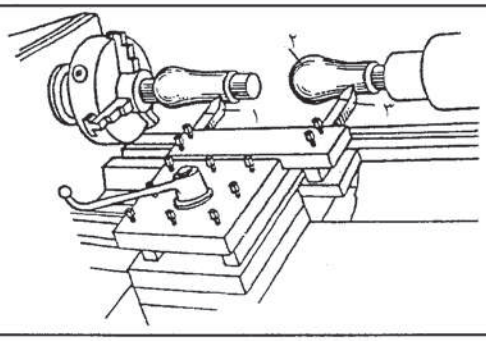
١ - دليل التشغيل.
٢ - راسمة الجهاز.
٣ - لولب تثبيت العجلة.
٤ - عجلة.
٥ - قاعدة الجهاز.

الشكل (٢ - ٢) : أجزاء جهاز دليل التشغيل.

وتتمثل طريقة عمل الجهاز في أن عجلة دليل التشغيل المركب على المخرطة والموصولة بوساطة راسمة الجهاز مع راسمة المخرطة، تتحكم بالتغذية العرضية لراسمة المخرطة(لأداة القطع) اعتماداً على شكل ومقاسات دليل التشغيل، أي أن أداة القطع تتبع حركة العجلة حسب المجرى الموجودة فيه.

٤ - نموذج (نبطية) النسخ

يبين الشكل (٢-٣) نوعاً من نموذج النسخ، وأجزائه الرئيسة:



١ - أداة القطع.
٢ - نموذج النسخ.
٣ - مجس.

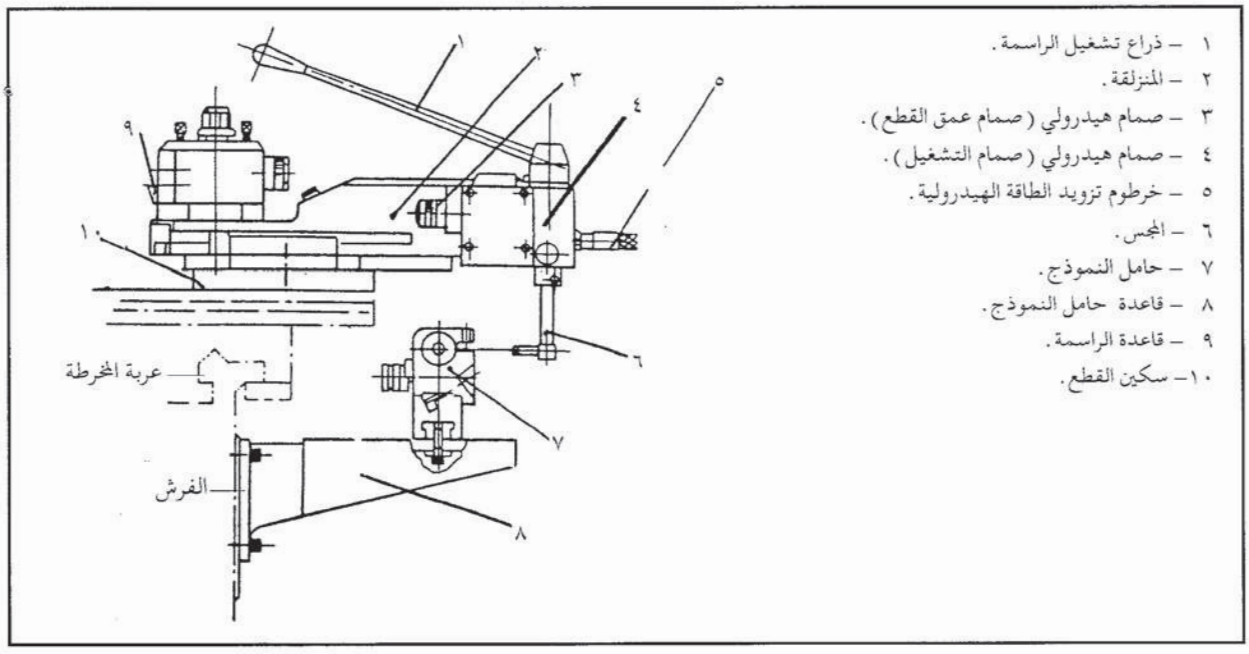
الشكل (٢ - ٣) : نموذج النسخ.

وتتمثل طريقة عمله في أن المجس المثبت في الراسم يلامس سطح نموذج النسخ المركب في الذيل ملامسة دائمة. وبفضل هذا التلامس، فإن أداة القطع تشكل على سطح قطعة العمل سطحاً يطابق وجه نموذج النسخ. ويجب أن تقع قمتا المجس وأداة القطع على خط ارتفاع الذنبتين تماماً، وأن يكونا ذا شكل واحد، للحصول على قطعة عمل صحيحة.

٥ - الراسمة الهيدرولية الناسخة

تعدّ الراسمة الهيدرولية الناسخة من الملحقات الحديثة التي تركب على المخارط، وتمتاز بامكانية تركيبها بوصفها وحدة متكاملة، ولمساعدتها على خراطة الأشكال والنماذج المعقدة.

أ - **أجزاء الراسمة الهيدرولية وطريقة عملها:** تتكون الراسمة الهيدرولية من الأجزاء الرئيسة الآتية كما في الشكل (٢-٤):



الشكل (٢ - ٤) : أجزاء الراسمة الهيدرولية.

وتقوم طريقة عمل الراسمة الهيدرولية على التحكم بالتغذية العرضية، فعند تحريك ذراع التشغيل، فإن المنزلقة تتحرك إلى الأمام باتجاه قطعة العمل، وعند ملامسة المجس للنموذج فإن المنزلقة تتوقف عن الحركة، ثم يقدم صمام عمق القطع المنزلقة مسافة تساوي عمق القطع، حيث تدخل أداة القطع في قطعة العمل، وعن طريق التغذية الطولية الآلية أو اليدوية، تزيل أداة القطع المعدن عن قطعة العمل المراد تصنيعها.

وتستخدم الراسمة الهيدرولية الناسخة لتشغيل السطوح غير المنتظمة وخاصة غير الموازية

للتغذية الطولية مثل الأقواس، والمنحنيات وعجلات الدرفلة والتشكيل.

وتلاحظ أن الراسمة الهيدرولية لا تحتاج إلى تحريك التغذية العرضية، لذا، يمكنك استخدام المخرطة للأعمال العادية في أثناء تركيب الراسمة الهيدرولية عليها.

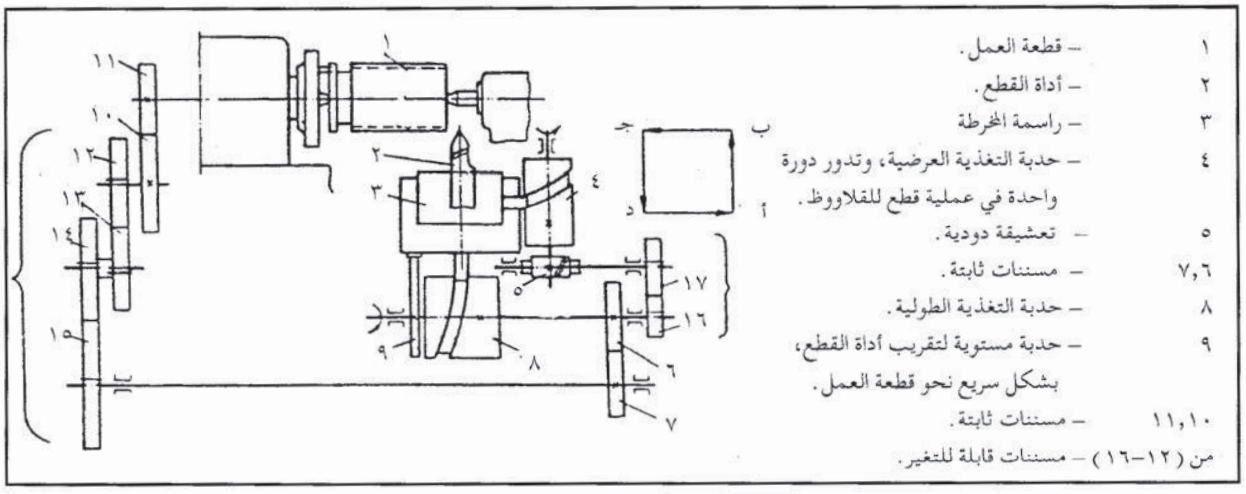
ب – خطوات تركيب الراسمة الهيدرولية: عند تركيب الراسمة الهيدرولية تتبع الخطوات الآتية:

- تركيب الراسمة في مكانها المخصص على سطح العربة.
- تركيب حامل النماذج في مكانه المخصص على فرش المخرطة.
- تركيب النموذج على حامل النماذج.
- تركيب قطعة العمل على رأس المخرطة.
- تحريك العربة عند بداية التشغيل (الجزء المستقيم).

٦ – جهاز قطع القلاووظ الآلي (الناسخ)

يعمل هذا الجهاز على زيادة الإنتاجية في عملية قطع القلاووظات، وذلك بالتحكم في التغذية الطولية والعرضية لحركة أداة القطع وراسمة المخرطة.

أ – **الأجزاء الرئيسة**: يبين الشكل (٢–٥) الأجزاء الرئيسة لهذا الجهاز.



الشكل (٢ – ٥): جهاز قطع القلاووظ الآلي.

ب – **طريقة العمل**: تتمثل طريقة عمل الجهاز في أن أداة القطع والراسمة يقومان في أثناء عملية قطع القلاووظ بحركات آلية متتابعة في كل شوط كما في الشكل (٢–٥)، وهي:

- الاقتراب السريع لأداة القطع نحو قطعة العمل، وتتم هذه الحركة بوساطة الحدبة المستوية.
- تحديد عمق القطع في الاتجاه العرضي (أ–ب) بوساطة الحدبة رقم (٤).

- الحركة الطولية للأداة في الاتجاه (ب–جـ) بوساطة الحدبة رقم (٨) ذات الزاوية الصغيرة.

وتدور حدبة التغذية الطولية دورة واحدة خلال شوط واحد لأداة القطع، وتتكون من مجريين، الأول : يكون بزاوية، صغيرة، ويستخدم لتحريك الراسمة طولياً في أثناء عملية القطع، والثاني يكون بزاوية كبيرة، ويستخدم لتحريك الراسمة طولياً بالاتجاه العكسي وتحريكاً سريعاً (شوط رجوع الراسمة).

- الابتعاد عن قطعة العمل في الاتجاه (جـ–د).
- الابتعاد الطولي لأداة القطع سريعاً (د–أ) إلى الوضع الأول، وتتم هذه الحركة بوساطة الحدبة رقم (٨) ذات الزاوية الكبيرة.

ج – **تركيب جهاز قطع القلاووظ الآلي** : اتبع الخطوات الآتية عند تركيب جهاز قطع القلاووظ الآلي، وهي :

- ركب حامل أدوات القطع الخاص في مكانه المخصص.
- ركب حوامل الحدبات في أماكنها.
- ركب المسننات المطلوبة في أماكنها المخصصة.

أسئلــة الوحــدة

١ – ما العناصر الميكانيكية المستخدمة في عملية النسخ؟

٢ – ما أهم أغراض عملية النسخ؟ ولماذا؟

٣ – يراد عمل سلبة قطرها الأكبر ٤٤٩ مم، وقطرها الأصغر ٣٨٩مم، وطولها ٥٠٠م، احسب زاوية ميل المسطرة الموجهة لتنفيذ السلبة بوساطتها.

٤ – قارن بين جهاز دليل (شبلونة) التشغيل وجهاز الراسمة الهيدرولية من حيث الاستخدام.

٥ – عدّد مكونات الراسمة الهيدرولية.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الوحدة الثالثة

قطـع اللولب مفرد الباب آلياً

تعدّ اللوالب من أهم وسائل ربط الأجزاء الميكانيكية القابلة للفك، كما أن تعدد استخداماتها يزيد في سعة انتشارها، وعندما تنظر إلى أية آلة أو عدة، فإنك غالباً ما تشاهد نهايات اللوالب المستخدمة فيها، رغم أن اللوالب تتشابه في شكلها العام للجزء المقلوظ إلا أنها تختلف من حيث أنظمة القلوظة (اللولبة) والقياسات وأشكال النهايات.

ويتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تصبح قادراً على أن:

- تميز أنواع اللوالب ومواصفاتها وخصائصها وأغراضها.
- تتعرف أدوات قطع اللوالب.
- تحدد طرق قطع اللوالب الداخلية والخارجية.

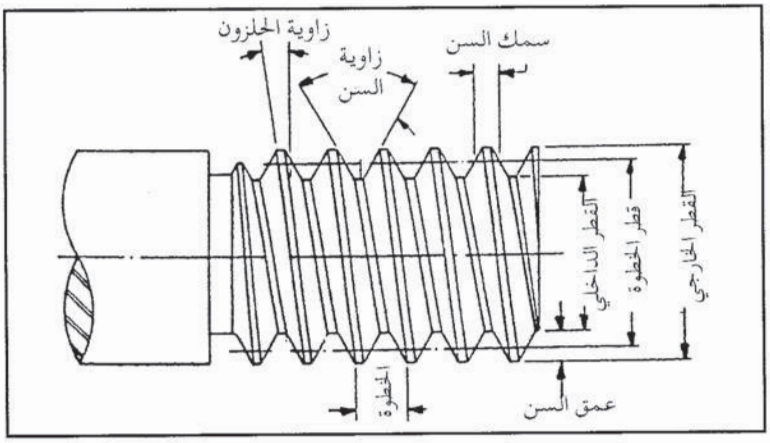
أولاً | أغراض اللوالب وأنواعها ومواصفاتها

تنتشر اللوالب انتشاراً واسعاً في الصناعات المختلفة، إذ إن لها أغراضاً متعددة تؤديها في هذه الصناعات، وفيما يأتي أهمها:

- لتجميع الأجزاء والقطع المختلفة، مثل اللوالب والصواميل المثلثة.
- لنقل الحركة والقدرة، مثل الرافعة الميكانيكية.
- للمعايرة والضبط، مثل لولب الراسمة والميكروميتر.
- للضغط والتثبيت، مثل لوالب المرابط والملزمة.

١ - المفاهيم الأساسية للولب

عندما تنظر إلى الجزء الملولب فإنك ترى خطاً لولبياً (حلزونياً)، يدور حول محور اللولب، ويمثل هذا الخط قمة السن أو قاعه، فإذا حاولت المقارنة بين لولبين، فستجد أن هناك بعض الاختلافات التي يمكنك أن تميزها بالنظر، وقد تكون هذه الاختلافات في أحد المفاهيم الأساسية الآتية كما في الشكل (٣-١).



الشكل (٣ – ١) : المفاهيم الأساسية لأسنان اللوالب .

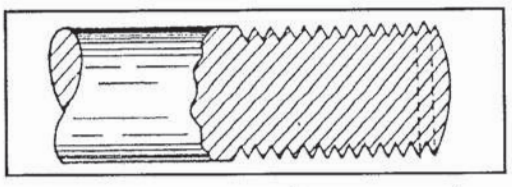
- الخطوطة (خ) : تمثل البعد بين نقطتين متناظرتين واقعتين على قاعين أو قمتين متتاليتين، وتقاس في اتجاه مواز لمحور اللولب .
- القطر الخارجي (ق) : هو البعد بين أبعد نقطتين خارجيتين للولب، مقيسة في اتجاه عمودي على محور اللولب .
- القطر الداخلي (ق١) : هو البعد بين أقرب نقطتين داخليتين للولب، مقيسة في اتجاه عمودي على محور اللولب .
- عمق اللولب (ع) : يثل البعد بين القطر الخارجي وجذر اللولب الداخلي المتداخل معه .
- اتجاه اللولب : ويمثله اتجاه دوران الخط الحلزوني حول محور اللولب فعندما يدور الخط الحلزوني متعامداً باتجاه اليمين، يسمى اللولب يميناً، أما عندما يدور الخط الحلزوني متعامداً باتجاه الشمال، يسمى اللولب شمالياً .
- زاوية الحلزون أو زاوية الخطوة : تمثل الزاوية التي يتصاعد فيها الخط الحلزوني .
- زاوية السن (أ) : هي الزاوية المحصورة بين جانبي السن القطري مقيسة بالدرجات .

٢ – أشكال أسنان اللوالب ومواصفاتها

تتوافر أشكال وقياسات ومواصفات متعددة لأسنان اللوالب، ويمكن تصنيفها حسب شكلها إلى ما يأتي :

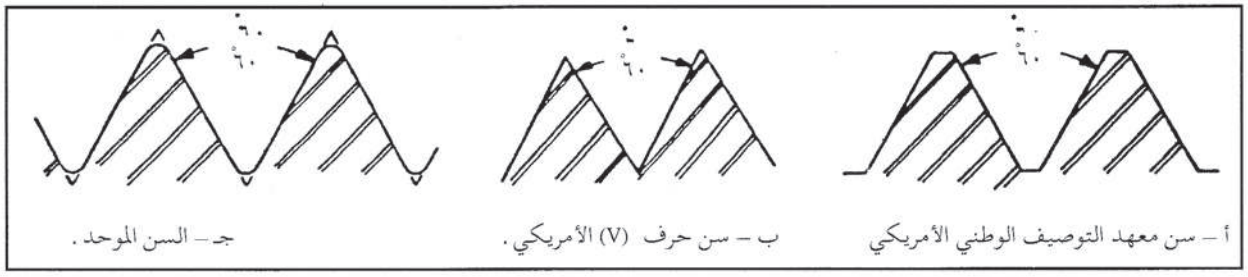
أ – **الأسنان المثلثة الشكل** : عندما تقطع الجزء المسنن للولب طولياً، فإنك سترى مجموعة من المثلثات المتتالية، كما هو مبين في الشكل (٣–٢) و (٣–٣) .

حيث تختلف مواصفات هذه المثلثات وقياساتها التي تمثل مقطع الخط الحلزوني للسن حسب نظام القلوظة، فإذا نظرت إلى الشكل (٣–٣أ) الذي يمثل سناً وصفه معهد التوصيف



الشكل (٣ – ٢) : شكل مقطع السن (السن المثلث) .

الوطني الأمريكي (ANSI) ويمثل الشكل (٣-٣ب) سناً مثلث الشكل (V) الأمريكي؛ ويمثل الشكل (٣-٣جـ) سناً مثلثاً يستخدم في الولايات المتحدة وكندا وبريطانيا (Unified Screw thread) ويسمى السن الموحد.



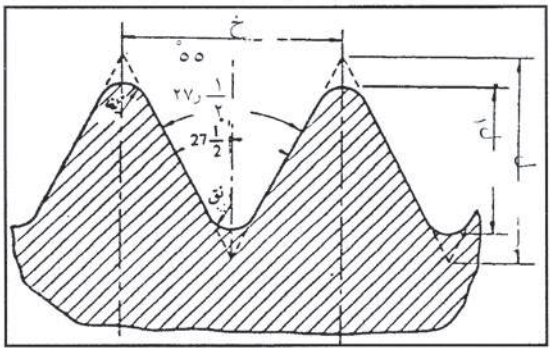
أ – سن معهد التوصيف الوطني الأمريكي ب – سن حرف (V) الأمريكي. جـ – السن الموحد.

الشكل (٣ – ٣) : أنواع الأسنان واللوالب التي زاوية السن فيها ٦٠°.

وستجد أن في كل نوع من هذه الأسنان المثلثة اختلافاً في مواصفات السن المثلث، ومن أهم أنظمة القلوظة للسن المثلث ما يأتي:

١ ٠ لولب وايتورث Whitworth: وصف هذا النوع من اللوالب المثلثة البريطاني السير جوزيف وايتورث عام ١٨٤١م، وبعد عشرين عاماً من توصيفه، تمت الموافقة عليه واعتماده رسمياً في بريطانيا بعد إدخال بعض التغييرات على مواصفاته الأصلية.

ويظهر هذا النوع من اللولب كما في الشكل (٣-٤)، ويمكنك ملاحظة أن الخط الحلزوني ذو مقطع مثلث الشكل مقوس عند الرأس والجذر، وزاوية رأس المثلث وجذره تساويان ٥٥°، وتقاس خطوة اللولب بعدد الأسنان في البوصة الواحدة.



الشكل (٣ – ٤) : مواصفات لولب وايتورث.

ومن القياسات اللازمة لمقطع اللولب ما يأتي:

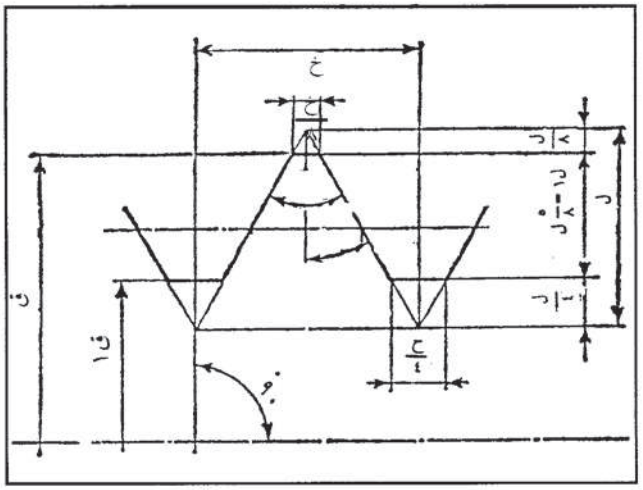
- ارتفاع (عمق) السن الكلي (ل) = ٠,٩٧٠٤ × خ.
- نصف قطر القوس (نق) = ٠,١٣٧ × خ.
- ارتفاع (عمق) السن بعد الأقواس (ل١) = ٠,٦٤٠٣ × خ.

ولقد تم تعريفه في وحدة سابقة (قطع اللوالب يدوياً).

حيث (خ) هي خطوات اللولب، وتساوي ١ / عدد الأسنان.

٢ ٠ اللوالب المترية: أوصت منظمة التوصيف الدولية (ISO) دول العالم عام ١٩٤٩ بإقرار اللوالب المترية واستخدامها بعد تحديد قياساتها ومواصفاتها الفنية، وقد تم تقسيم الأسنان المستخدمة لهذه اللوالب ضمن ثلاث مجموعات هي:

- مجموعة الأسنان الخشنة : وتستخدم في اللوالب لأغراض الربط والتثبيت والاستخدامات العامة.
- مجموعة الأسنان المتوسطة : وتستخدم في اللوالب المعدة لربط الأجزاء الميكانيكية في الآلات والمعدات، لولبة أجزاء الآلات.
- مجموعة الأسنان الناعمة: وتستخدم في الآلات الدقيقة. الشكل (٣-٥) مواصفات السن المتري وقياساته إذ يمكنك ملاحظة شكل مقطع الخط الحلزوني المثلث المشطوف عند رأس المثلث، أما عند الجذر، فهناك شطفة تساوي ضعف الشطفة الخارجية. وأما زاوية رأسي المثلث، فتساوي ٦٠°.



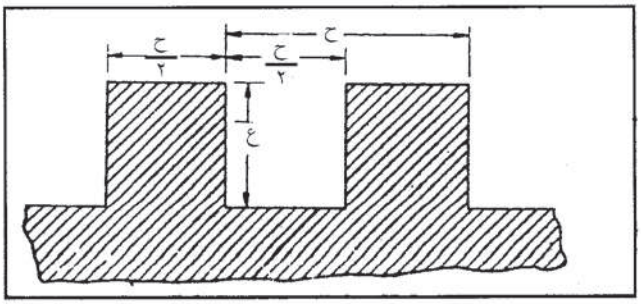
الشكل (٣ - ٥) : مواصفات السن المتري (ISO).

وفيما يأتي القياسات اللازمة لقطع اللولب :

- ارتفاع (عمق) السن الكلي (ل) = ٠ر٨٦٦ × خ.
- ارتفاع (عمق) السن بعد الشطفة (ل١) = ٠ر٦٤٩٥ × خ.
- نصف قطر قوس قاع السن (نق) = ٠ر١٠٨٢ × خ.

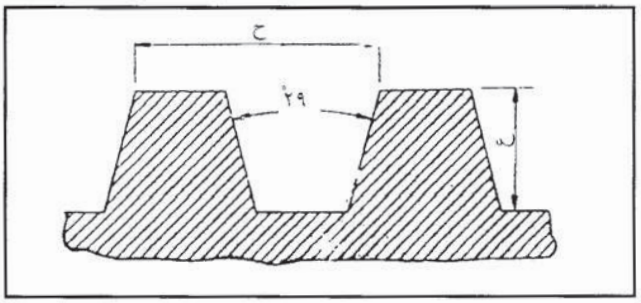
ب - السن المربع : هو أول سن تم تصنيعه، وأطلق عليه هذا الاسم، لأن سمك السن وعرضه متساويان، أي أن مقطع الخط الحلزوني للسن يكون مربعاً كما في الشكل (٣-٦).

ولا يزال السن المربع مستخدماً إذ يتميز بتحمله الجهود (الإجهادات) العالية، ولا يمكن تصنيعه بمواصفات دقيقة إلا بوساطة المخرطة. وهذا اللولب غير مقنن.



الشكل (٣ - ٦) : السن المربع.

ج – **السن الأكم**: صمم السن الأكم ليكون تطوراً للسن المربع لنقل العزوم الكبيرة، إذ يمكن تشكيله بعدة طرق بوساطة المخرطة أو الفريزا والشكل (٣-٧) يبين قياسات السن الأكم ومواصفاته.



الشكل (٣ – ٧) : السن الأكم.

نشاط (٢-١) : اللوالب والصواميل

اجمع عدداً من اللوالب متماثلة في القطر الخارجي مع صواميلها، وبدل الصواميل بينها، ثم حاول تركيبها على اللوالب، ماذا تلاحظ؟ اكتب تفسيراً لذلك، واستشر معلمك.

الأسئلة

١ – وضح مع الرسم كلاً من المفاهيم الآتية للوالب.

أ – الخطوة.

ب – القطر الخارجي.

ج – القطر الداخلي.

د – اتجاه اللولب.

هـ – زاوية السن.

٢ – عدد أشكال اللوالب موضحاً بالرسم مواصفات كل منها.

٣ – درجة التلاؤم للوالب

عند قطع لولب ما، لا يمكن أن تكون قياساته الناتجة مطابقة لما هو محدداً على الرسم الهندسي التنفيذي، وهناك مقادير من التجاوزات في القياسات المسموح بها مثبتة في جداول خاصة بأنظمة القلوظة (اللولبة).

وعندما تقوم بتعشيق لولب داخلي وآخر خارجي، فإنك تلاحظ أحيانا أن أحدهما يمكن أن يتحرك عند تثبيت الآخر حركة محورية أو قطرية، وأن مقدار هذه الحركة هو ما نعنيه بدرجة التلاؤم. فعند قطع لولب خارجي ذي مقدار كبير من التجاوزات المسموح بها وآخر داخلي من الدرجة نفسها فإن مقدار الحركة النسبية بينهما يكون كبيراً، فنقول أن هذه التعشيقة ذات درجة تلاؤم منخفضة، وعندما يكون مقدار الحركة صغيراً جداً، نقول أن درجة التلاؤم عالية.

وتقطع اللوالب ضمن ثلاث مجموعات من درجات الدقة، وهي درجة قيم التجاوزات (الانحرافات) المسموح بها تبعاً لقياسات اللولب.

الجدول (٣-١) : يبين درجات التلاؤم للوالب .

درجة الدقة	درجة التلاؤم	
	اللولب الخارجي	اللولب الداخلي
العالية Fine	4h	5H
المتوسطة medium	6g	6G
المنخفضة coarse	8g	7H

٤ - اللوالب في الرسم الهندسي

الرسم الهندسي وسيلة التفاهم بين المصمم والمنفذ الذي يقوم بتنفيذ الأعمال حسب الرسوم المرسلة إليه، لذا يجب أن يتضمن الرسم الهندسي كافة، المعلومات والمواصفات والقياسات اللازمة لتنفيذ العمل بدقة .

وربما اتضح لك أهمية المعلومات اللازمة لتنفيذ لولب معين، مثل نوع اللولبة، وطول اللولب والمفاهيم الخاصة به مثل (خطوته، وأقطاره، وعمق السن . . .) ودرجة تلاؤمه، لذلك، تم وضع ترميز خاص باللوالب يعتمد على نوع اللولب ستتعرفه فيما يأتي :

أ - **اللولب المتري** : يتكون رمز اللولب المتري من خمس خانات، تم تخصيص كل منها لتحديد معلومة ما عن اللولب، وهي كما في الشكل الآتي :

م		١٢	X	١	-	٦ هـ / 6H		يمين
نظام اللولبة		القطر الخارجي		الخطوة		درجة التلاؤم		اتجاه الخط الحلزوني
متري		١	X	٠ر٥		منخفضة	-	يمين
		٤		٠ر٧٥		٤ هـ/ ٥ هـ		
		٥		١		متوسطة ٦جـ/ ٦هـ		شمال
		٦		١ر٢٥		عالية ٨جـ/ ٧هـ		

منهاجي
متعة التعليم الهادف

مثال (١)

اقرأ الرمز الآتي للولب؟

م ١٢×٥ر١–٧جـ يمين

الحـل

يعني الرمز لولباً متريا قطره الخارجي ١٢مم، وخطوته ٥ر١مم، ودرجة تلاؤمه ٧جـ، وهو ذو لولبة يمينية.

ب – اللوالب الإنشية : يختلف ترتيب الخانات في اللوالب الإنشية عنها في اللوالب المترية، وهي كما في الشكل الآتي:

١/١٢ً	–	١٨	N	UNE	–	٣ هـ	–	شمال

القطر الأسمي		الخطوة عدد الأسنان / البوصة	المجموعة	نظام اللولب		درجة التلاؤم		اتجاه الخط الحلزوني
٠ ٠ ١/١٤ً ١/١٢ً ٠ ٠ ٠ ٠ ٠	–	٠ ٤ ٥ ٦ ٠ ٠ ٢١ ٢٤ ٠	N – ناعم و – وسط خ – خشن	وايتورث (٣) النظام الموحد (UNE)	–	٤ هـ/ ٥ هـ ٦جـ/ ٦هـ ٨جـ/ ٧هـ	–	شمال يمين

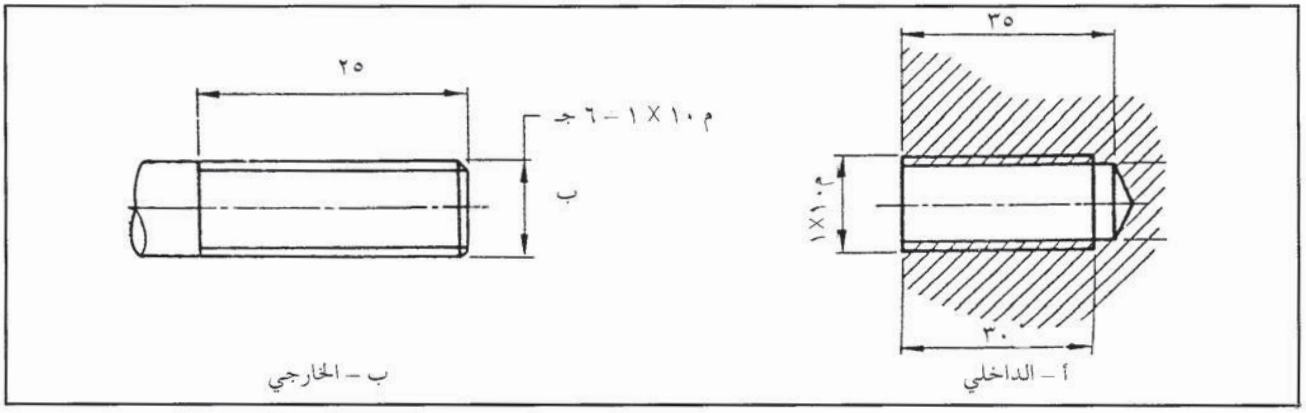
مثال (٢)

اقرأ رمز اللولب (٥ر١ً–١٨–ن موحد– ٣ جـ– شمالي).

الحـل

يعني الرمز أن اللولب وايتورث (إنشي)، قطره الخارجي ٥ر١ً، وخطوته ١٨سناً في كل بوصة، وهو ناعم ونوعه موحد، ودرجة تلاؤمه ٣ جـ، واتجاه الخط الحلزوني شمالي.

تظهر الرموز على الرسم كما في الشكل (٣–٨)، ويظهر طول السن.



الشكل (٣ – ٨) : اللوالب في الرسم الهندسي.

الأسئلـة

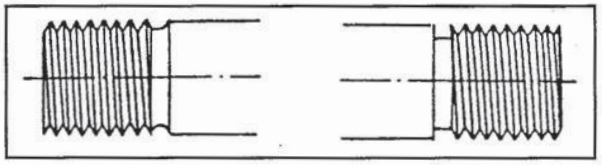
١ – اقرأ رمز اللولب (م٣٦X٥ر٢–٨جـ يمين)

٢ – ارسم لولباً ووضح عليه رمزه.

ثانياً خطوات تجهيز المخرطة لقطع اللولب

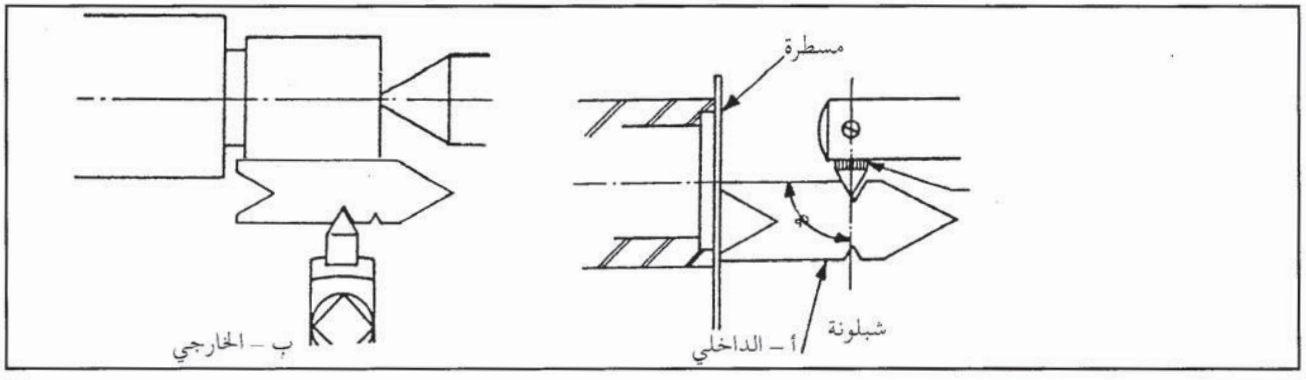
عند إجراء عملية اللولبة تجهز المخرطة تبعاً للخطوات الآتية:

١ – تجهيز قطعة العمل على القطر المطلوب، ثم تحديد طول اللولب، ويفضل قطع مجرى عند نهاية اللولب، كما في الشكل (٣–٩) ، إذ يمكن أن يكون المجرى متوازياً أو مقوساً.



الشكل (٣ – ٩) : أنواع مجاري نهاية اللولب.

٢ – تجهيز سكين الخراطة الخاصة بقطع اللولب، ثم ضبطها بدقة نحو محور قطعة العمل كما في الشكل (٣–١٠)، وضبط زاوية السكين بالنسبة لقطعة العمل.



الشكل (٣ – ١٠) : ضبط سكين قطع اللوالب.

٣ – اختيار سرعة دوران رأس المخرطة المناسبة، ثم ضبط الخطوة المطلوبة. وبذلك تكون المخرطة جاهزة للتشغيل.

الأسئلة

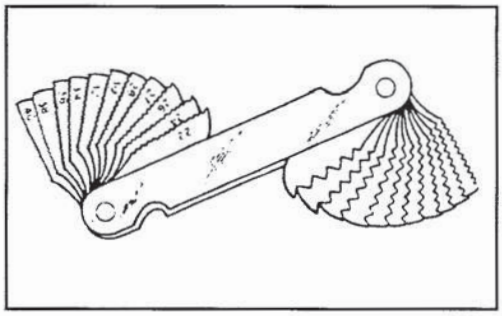
١ – لماذا يفضل عمل مجرى عند نهاية طول اللولب؟

٢ – علل استخدام الشبلونة لضبط حرف أداة القطع.

ثالثاً | معيار اللولبة واستخداماته

عندما تريد قطع لولب، لا يمكنك الاستغناء عن معيار اللولبة، لأنه يتميز من وسائل قياس اللولبة الأخرى ببساطته وسهولة استعماله ودقته، وبخاصة عند استخدامه للوالب الخارجية.

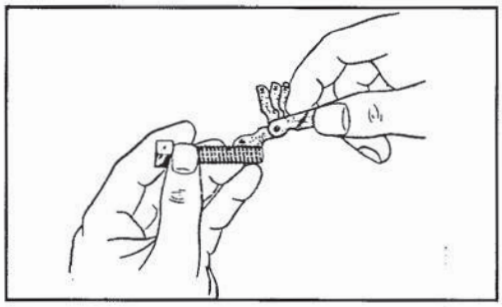
ويتكون معيار اللولبة من مجموعة من الصفائح المعدنية، كل صفيحة منها مقطوعة على شكل يشابه طرف مقطع اللولب المخصص له، وهي كما تظهر في الشكل (٣–١١).



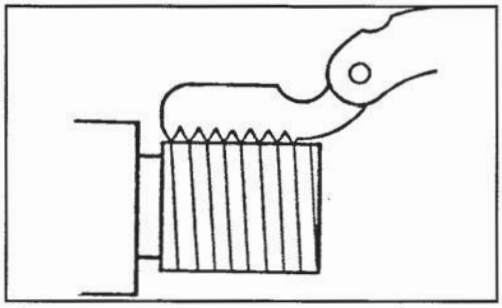
الشكل (٣ – ١١) : معيار اللولبة.

فإذا نظرت إلى إحداها فستجد أنه يتكون من مجموعة من المثلثات المتتالية، كما في مقطع الولب الطولي.

وتخصص كل صفيحة منه للتحقق من دقة قياسات لولب معين، وتكون خطوته محفورة على الصفيحة نفسها كما ترى في شكل (٣–١١)، ويمكنك استخدام الصفيحة بكل سهولة ويسر، فما عليك سوى اختيار الصفيحة المطلوبة، ثم وضعها على اللولب المطلوب التحقق منه وضعاً طولياً وموازياً لمحوره كما في الشكل (٣–١٢). ثم انظر إلى خط الانطباق، فعندما لا تنطبق الصفيحة تماماً، فعليك اختيار صفيحة أخرى ، ثم إعادة التحقق من انطباق الصفيحة تماماً مع اللولب، وعند عدم نفاذ الضوء من خط الانطباق بين الصفيحة واللولب، فإن اللولب يكون مقطوعاً حسب المواصفات بدقة عالية، كما يمكنك استخدام معيار اللولبة في بداية قطع اللولب، حيث تقوم بملامسة أداة القطع لقطعة العمل إلى الحد الذي تترك معه أثراً خفيفاً على قطعة العمل، ثم إجراء القطع الأول وباستخدام معيار اللولبة، يمكنك التأكد من اختيارك الصحيح لخطوة اللولب كما في الشكل (٣–١٣).



الشكل (٣ – ١٢) : استخدام معيار اللولبة.



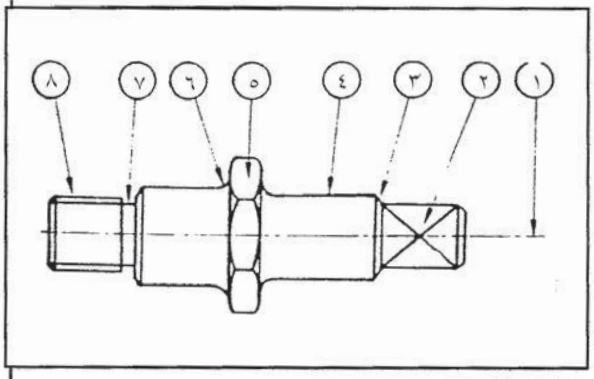
الشكل (٣ – ١٣) : قياس خطوة اللولب في أثناء التشغيل.

أسئلــة الوحــدة

١ – ارسم لولب سن مثلث، موضحاً عليه المفاهيم الأساسية للولب.

٢ – ارسم سناً مربعاً وآخر أكمأ، ثم قارن بينهما من حيث المواصفات والاستخدام.

٣ – علل انتشار استخدام السن الأكم أكثر من السن المربع.



٤ – حــدد الرقم الذي يشــيــر إلى الجــزء الملولب في الرسم المجاور.

٥ – ماذا يعني الرمز (م٨×١–٧شمالاً)؟
اكتب ذلك بالكلمات.

٦ – هل تستطيع استخدام مبين اللولبة المتري للوالب الإنشية؟ ولماذا؟

الوحدة الرابعة

قطع اللوالب متعددة الأبواب

تعرفت في الوحدة السابقة مفاهيم اللوالب ذات الباب الواحد وأنواعها، وهي اللوالب التي تحتوي على خط حلزوني واحد، غير أن هناك لوالب تحتوي على خطين حلزونيين أو أكثر، ويسمى هذا النوع من اللوالب باللوالب متعددة الأبواب، وتستخدم عند الحاجة إلى السرعة في إدخال اللولب في الصمولة أو إخراجه، أي عند الحاجة إلى تقدم محوري كبير، وخاصة في عمليات الفتح والإغلاق، مثل بعض أنواع الملازم، وتستخدم في اللوالب المثلثة والمربعة وشبه المنحرفة.

ويتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تصبح قادراً على أن:

- تتعرف رموز اللوالب متعددة الأبواب ومواصفاتها.
- تحدد خطوات عملية اللولبة للوالب متعددة الأبواب.
- تحدد طرق فحص اللوالب متعددة الأبواب.

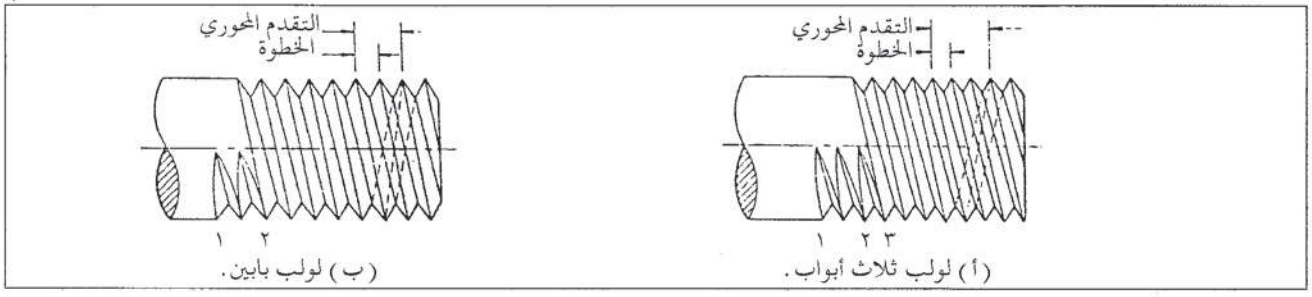
أولاً رموز اللوالب متعددة الأبواب ومواصفاتها

تمتاز اللوالب متعددة الأبواب بالعديد من المميزات التي تختلف عن اللوالب وحيدة الباب، وهذه الميزات هي:

١ - مواصفات اللوالب متعددة الأبواب

لتحديد مواصفات اللوالب متعددة الأبواب، يجب عليك تعرف المفاهيم الأساسية الآتية:

أ - **الخطوة (خ)**: هي البعد بين أي قمتين متتاليتين، دون النظر إلى أي من الخطوط الحلزونية كما في الشكل (٤-١).



الشكل (٤-١): المفاهيم الأساسية للوالب متعددة الأبواب.

ب – **عدد الأبواب (ن)** : وهو عدد الخطوط الحلزونية أو عدد بدايات اللوالب.

ج – **التقدم المحوري (م)** : هو البعد بين نقطتين متتاليتين متناظرتين للولب مقيس باتجاه مواز لمحور اللولب، أو المسافة التي تقطعها صمولة مثبتة على اللولب في أثناء دورانها دورة واحدة كاملة، والتقدم المحوري يساوي حاصل ضرب الخطوة في عدد الأبواب :

م = خ X ن

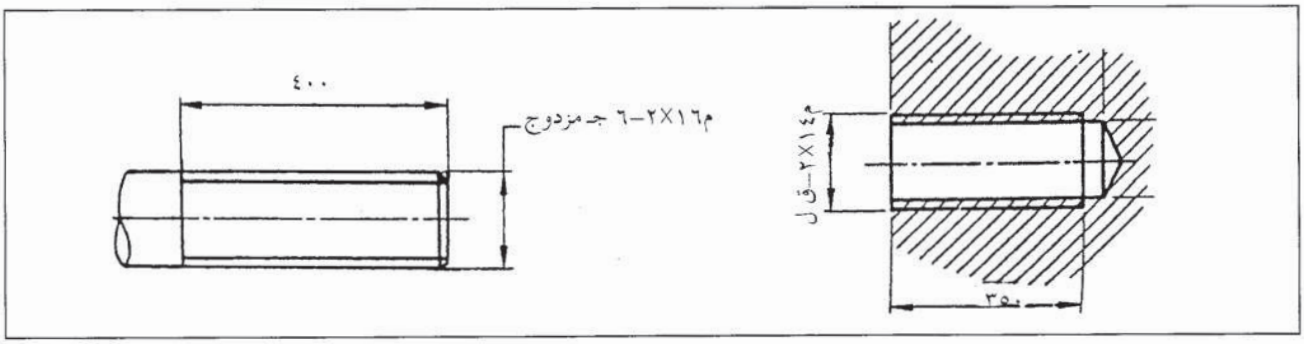
نشـــاط (٤–١) : اللوالب متعددة الأبواب

ابحث في مشغلك عن لوالب متعددة الأبواب، وحدد المفاهيم الرئيسة لها، وسجلها على دفترك، ثم استشر معلمك عند الحاجة.

٢ – تمثيل اللوالب متعددة الأبواب في الرسم التنفيذي

تعلمت في الوحدة السابقة رموز اللوالب المفردة الباب، إذ تضمن الرمز كافة المعلومات اللازمة لتنفيذ اللولب، وكما تعلمت تمثيل اللوالب في الرسم الهندسي، ولا تختلف اللوالب المتعددة الأبواب من حيث كتابة الرمز كثيراً عن اللوالب مفردة الباب، فبعد درجة التلاؤم يكتب عدد الأبواب للولب.

أما من حيث التمثيل بالرسم التنفيذي، فيرسم اللولب متعدد الأبواب مثل اللولب وحيد الباب، كما في الشكل (٤–٢).



الشكل (٤ – ٢) : تمثيل اللوالب متعددة الأبواب في الرسم الهندسي التنفيذي.

ثانياً قطع اللوالب متعددة الأبواب

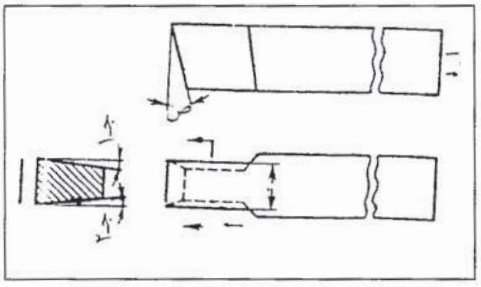
تعدّ قطع اللوالب متعددة الأبواب من أكثر عمليات الخراطة حاجة إلى الدقة، وعليك مراعاة الخطوات الآتية عند قطع اللوالب متعددة الأبواب:

١ – اختيار أداة القطع

يجب أن تكون زوايا أداة القطع مطابقة للمواصفات الآتية:

- زاوية الجرف وتساوي صفراً.
- زاوية الخلوص الأمامية (ص) وتساوي من (٦°–٨°).

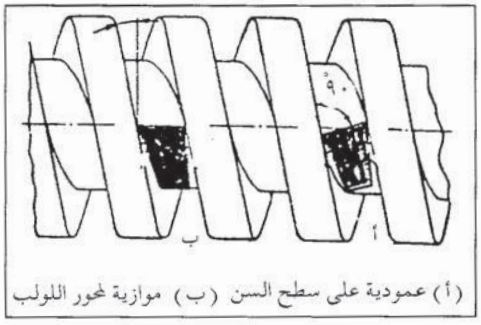
كلما زادت زوايا الخلوص الجانبية (جـ١ ،جـ٢)زادت زاوية صعود اللولب، وتكون (٢°–٣°) كما في الشكل (٤–٣) وكذلك قياسات أداة القطع يجب أن تكون مطابقة لمقاس اللولب.



الشكل (٤ – ٣) : شكل أداة قطع اللوالب متعددة الأبواب.

٢ – تثبيت أداة القطع

يمكنك تمييز طريقتين لوضع أداة القطع وتثبيتها: الطريقة الأولى: يكون فيها سطح أداة القطع العلوي عمودياً على السطح الداخلي للولب. أما الطريقة الثانية: فيكون سطح الأداة موازياً لمحور اللولب كما في الشكل (٤–٤).



(أ) عمودية على سطح السن (ب) موازية لمحور اللولب

الشكل (٤ – ٤) : وضع أداة القطع بالنسبة لمحور اللولب وسنه.

٣ – حساب مقدار حركة التروس الخلفية لبدء فتح الباب الثاني

بعد أن تنجز الباب الأول، عليك حساب مقدار تحريك التروس الخلفية، أو ترويد قطعة العمل بمقدار ناتج المعادلة الآتية:

عدد أسنان المحور الرئيس الواجب تدويرها = عدد أسنان ترس المحور الرئيس/عدد الأبواب. وبعد إنجاز الباب الثاني، يتم تدوير التروس الخلفية بالمقدار نفسه. حتى إنهاء الأبواب كافة.

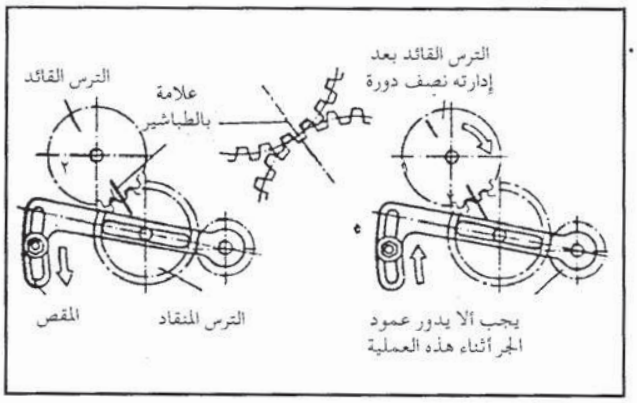
٤ – طرق قطع اللوالب متعددة الأبواب

يمكنك قطع اللولب متعددة الأبواب بالطرق الاتية:

أ – **طريقة التروس الخلفية**: يمكنك أيضاً استخدام طريقة التروس الخلفية في إنجاز الباب الثاني

للولب، وذلك باتباعك الخطوات الآتية:

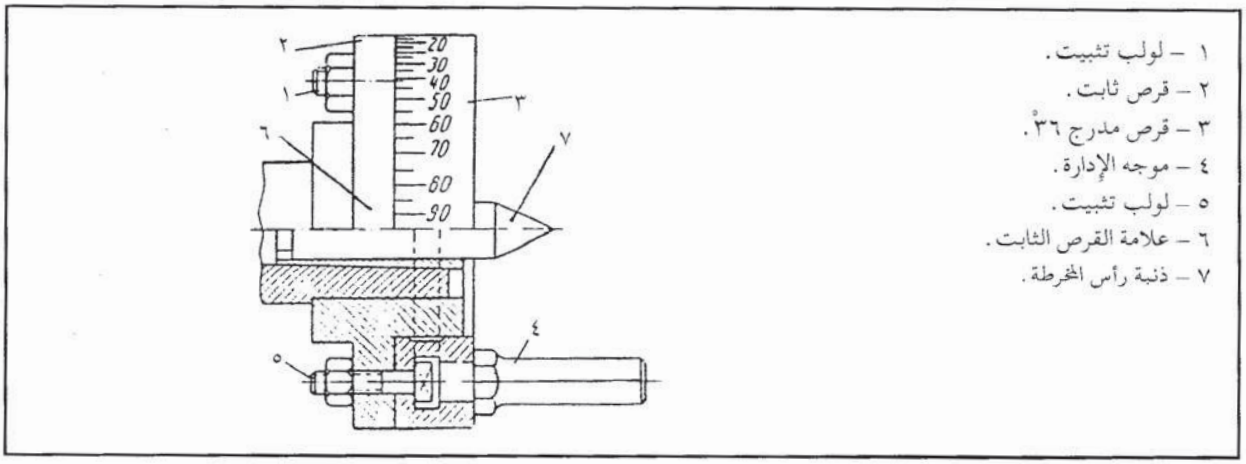
- تثبيت ذراع تعشيق صمولة وعمود الجر.
- رسم بالطباشير خطاً مستقيماً على ترس محور الإدارة، والترس الوسيط، ثم تعليم نقطة تعشيق الترس الوسيط، وترس عمود الجر كما في الشكل (٤–٥).
- تحديد عدد الأسنان المراد تدوريها على ترس الإدارة، كما في الشكل (٤–٥) العلامة رقم ٢.



الشكل (٤ – ٥) : طريقة تدوير التروس الخلفية.

- فتح صمولة الجر بوساطة ذراعها أو صامولة الترس الوسيط، ثم المباعدة بينهما على أن يصبح ترس المحور الترس الرئيس (ترس الإدارة) حر الحركة.
- تدوير المحور الرئيس بحيث تصبح العلامة (٢) بموازاة نقطة العلام على الترس الوسيط مع تثبيت ترس عمّود الجر.
- تعشيق صمولة الجر بوساطة ذراعها.
- ربط الترس الوسيط جيداً، وبذلك، تصبح المخرطة جاهزة لقطع الباب الثاني.

ب – طريقة استخدام وحدة التقسيم : يمكنك التمييز بين نوعين من وحدات التقسيم لقطع اللوالب المتعددة الأبواب، الأول يركب مكان الظرف على رأس المخرطة، كما في الشكل (٤–٦):



الشكل (٤ – ٦) : وحدة تقسيم اللوالب متعددة الأبواب.

عند استخدام وحدة التقسيم، عليك اتباع الخطوات الآتية:

- تدوير القرص المدرج، بحيث يكون الصفر على القرص المدرج يوازي علامة القرص الثابت.

- قطع الباب الأول، ثم حساب مقدار التدوير المطلوب للقرص الأمامي حسب المعادلة الآتية:
عدد الدرجات المطلوب تدويرها = ٣٦٠° / عدد الأبواب.
- فك صواميل اللوالب (٥,١) الشكل (٤-٥)، ثم تدوير القرص المدرج بعدد الدرجات التي تم حسابها في الخطوة السابقة، ثم إعادة شدها، وبذلك، تكون قطعة العمل قد دارت بالمقدار المطلوب لإنجاز الباب الثاني.

ج - **طريقة تحريك أداة القطع** : تحريك أداة القطع من أسهل طرق قطع اللوالب متعددة الأبواب في حالة الإنتاج المفرد وأسرعها إلا أنها بحاجة إلى دقة كبيرة، وعند استخدامك هذه الطريقة، عليك اتباع الخطوات الآتية:
- قطع الباب الأول ثم إعادة أداة القطع إلى مكانها الأصلي.
- تحريك أداة القطع باستخدام الراسمة العليا والمسطرة أو مبين القياس.
- قطع الباب التالي.

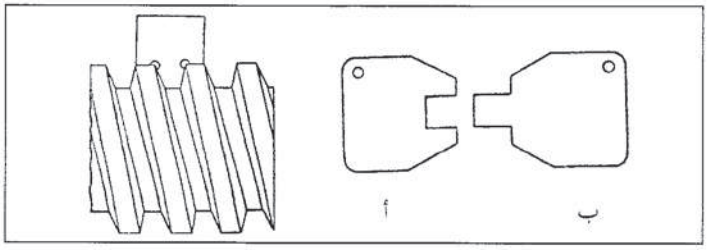
ثالثاً | طرق فحص اللوالب متعددة الأبواب وقياسها

تستخدم لأغراض المختبرات طرق فحص وقياس ذات درجات عالية من الدقة، مثل الطرق الضوئية والنيوماتية، أما لأغراض الورش الميكانيكية، فتستخدم الطرق الميكانيكية البسيطة التي تكون درجات الدقة فيها متوسطة أو مقبولة للأغراض الإنتاجية، ومن هذه الطرق:

١ - طرق فحص اللوالب متعددة الأبواب

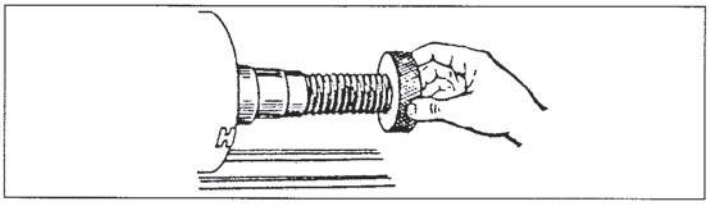
يمكنك أن تستخدم في فحص اللوالب الأدوات الاتية:

أ - **قوالب القياس** : يمكنك فحص المجرى وقياسات السن، كما في الشكل (٤-٧).



الشكل (٤ - ٧) : قوالب القياس للوالب متعددة الأبواب.

ب - **ضبعات القياس** : يمكنك بوساطتها فحص كافة قياسات الأسنان متعددة الأبواب كما في الشكل (٤-٨).

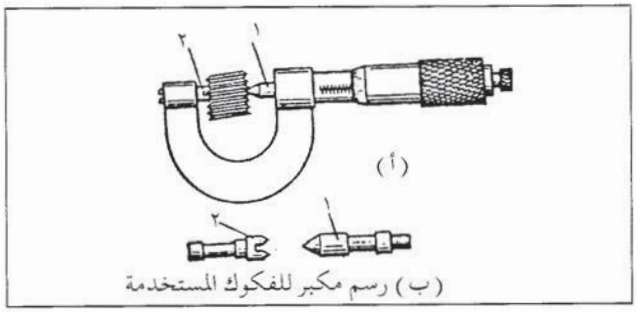


الشكل (٤ - ٨) : ضبعات القياس.

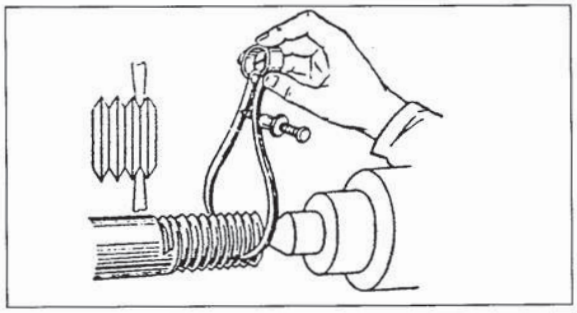
٢ – طرق قياس اللوالب متعددة الأبواب

يمكنك التأكد من خطوة القطرين الخارجي والداخلي وعمق السن من عمليات القياس، ونظراً لاختلاف عمليات القياس بين اللولبين الداخلي والخارجي سنتناول كلاً منهما على حدة.

أ – **اللوالب الخارجية** : قياس قطر اللولب الداخلي : يقاس القطر الداخلي للسن باستخدام الميكروميتر المخصص لها. كما في الشكل (٤–٩)، أو باستخدام فرجار خارجي كما في الشكل (٤–١٠).

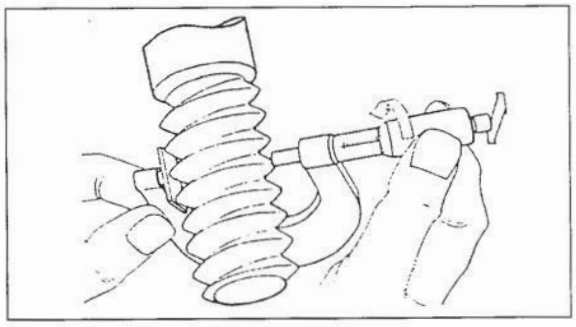


الشكل (٤ – ٩) : ميكرومتر قياس الأقطار الداخلية للوالب.



الشكل (٤ – ١٠) : نقل قياس القطر الداخلي للولب بوساطة الفرجار.

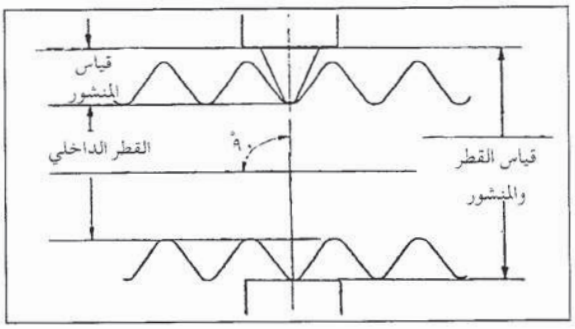
– قياس قطر اللوالب الخارجية: يمكنك قياس القطر للوالب الخارجية مباشرة باستخدام الورنية أو الميكروميتر، الذي قد يزود بفكوك عريضة، كما في الشكل (٤–١١).



الشكل (٤ – ١١) : قياس القطر الخارجي للولب باستخدام الميكروميتر.

– قياس عمق السن : يستخدم منشور القياس الذي يوضع في المجرى بين أسنان اللولب، ثم تتم عملية القياس باستخدام الورنية أو الميكروميتر كما في الشكل (٤–١٢). إذ يتم حساب عمق السن كما يلي:

عمق السن = القطر الخارجي – (القياس على المنشور – ارتفاع المنشور).

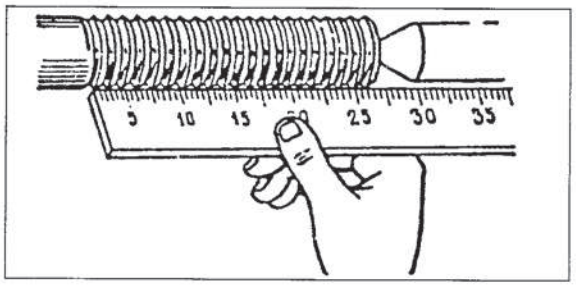


الشكل (٤ – ١٢) : قياس القطر الداخلي للولب خارجي بوساطة منشور القياس.

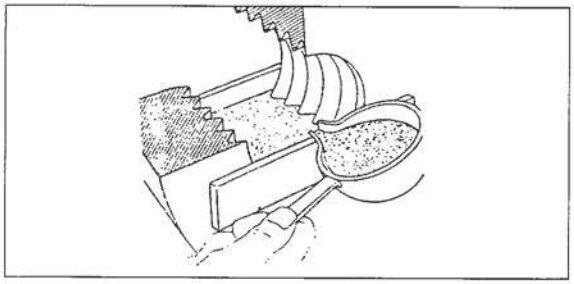
- قياس طول السن : يمكنك قاس طول السن بوساطة المسطرة كما في الشكل (٤-١٣).

ب - قياس اللوالب الداخلية: تستخدم لهذا الغرض بودرة البلاستر مع الشمع، إذ تصهر وتصب داخل اللولب كما في الشكل (٤-١٤)، وبعد جفافها وإخراجها من اللولب الداخلي فتظهر كما في الشكل (٤-١٥)، ويمكن قياسها كما في اللوالب الخارجية.

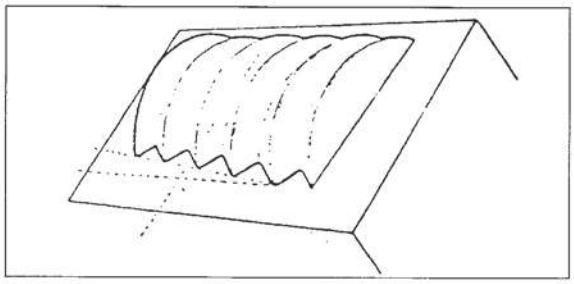
ولأغراض الورش وخاصة اللوالب غير الدقيقة، يتم استخدام صمولة لفحص اللولب الخارجي، ويمكنك استخدام لولب لفحص اللوالب الداخلية.



الشكل (٤- ١٣) : قياس طول السن بوساطة المسطرة.



الشكل (٤- ١٤) : صب خليط البودرة في اللولب الداخلي.



الشكل (٤- ١٥) : شكل البودرة بعد إخراجها من اللولب.

أسئلــة الوحــدة

١ – ما المقصود بالمفاهيم الآتية الخاصة باللولب متعدد الأبواب؟
– الخطوة – التقدم المحوري – عدد الأبواب.

٢ – ماذا يعني لك الرمز (م١٢×٢–٦هـ مزدوج)؟

٣ – يتأثر اختيار أداة القطع الخاصة بقطع اللوالب متعددة الأبواب بعدة عوامل حددها.

٤ – اذكر خطوات قطع اللوالب متعددة الأبواب بطريقة تحريك التروس الخلفية؟

٥ – عندما تريد قطع لولب ثلاثة أبواب، طوله ١٦٠مم، ورمزه ١٦×٢–٦جـ، مثلثاً، فما مقدار تحريك أداة القطع لقطع الباب الثاني وقطع الباب الثالث؟

٦ – يراد قطع لولب عدد أبوابه (٣) عن طريق حركة تدوير التروس الخلفية احسب عدد الأسنان الواجب تدويرها بعد إنجاز كل باب، ثم عدد خطوات العمل.

الوحدة الخامسة	لحام المعادن الحديدية بالقوس الكهربائي في الوضعين الأفقي والعمودي

درست سابقاً أربعة أوضاع رئيسة في اللحام، وقد تعرفت تقنيات اللحام في الوضع الأرضي، وستدرس في هذه الوحدة تقنيات اللحام بالقوس الكهربائي في الوضعين الأفقي والعمودي.

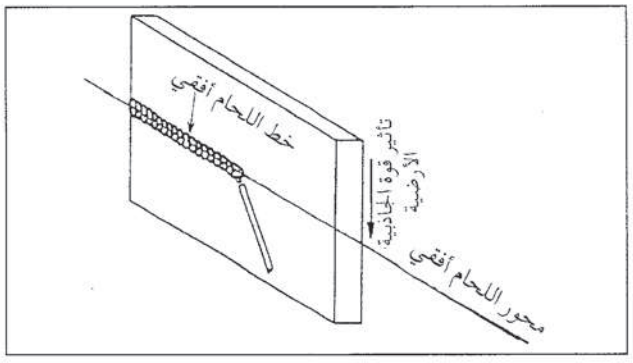
فما مفهوم اللحام في هذين الوضعين؟ وما الوصلات المستخدمة؟ وما زوايا ميل وحركة الألكترود؟ هذا ما سيتم تناوله في هذه الوحدة.

ويتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تصبح قادراً على أن:

- تصف عملية اللحام في الوضع الأفقي
- تحدد زوايا ميل الألكترود وحركته في لحام الوصلات المختلفة في الوضع الأفقي.
- تصف عملية اللحام في الوضع العمودي.
- تحدد زوايا ميل الألكترود وحركته في لحام الوصلات المختلفة في الوضع العمودي
- تبين طريقة ترتيب خطوط اللحام في الوصلات المتعددة الخطوط.

أولاً | اللحام في الوضع الأفقي

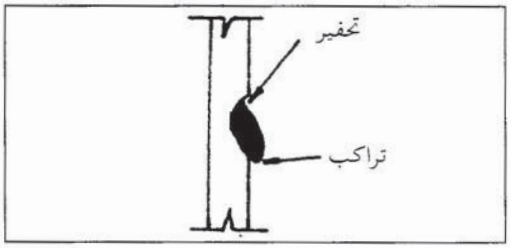
اللحام في الوضع الأفقي هو الذي تكون فيه قطعة العمل موازية للمستوى الرأسي، ويكون محور خط اللحام أفقياً (موازياً للمستوى الأفقي) تقريباً كما يبين الشكل (٥-١).



الشكل (٥ - ١) : اللحام في الوضع الأفقي.

وتنجم صعوبة اللحام في هذا الوضع عن تأثير قوة الجاذبيةالأرضية التي تحاول سحب معدن اللحام المنصهر للأسفل وتجمده على السطح تحت خط اللحام، وهذا يؤدي إلى حدوث عيبي

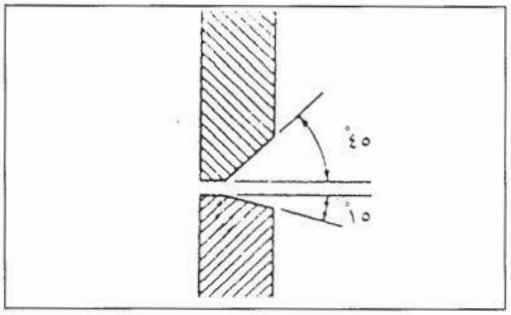
التحفير والتراكب، كما يبين الشكل (٥–٢)، ويتم التغلب على هذه الصعوبة باستخدم قوس لحام قصير وزوايا ميل صحيحة لإلكترود اللحام.



الشكل (٥ – ٢) : انسياب معدن اللحام للأسفل في الوضع الأفقي.

١ – وصلات اللحام (Welding Joints)

تستخدم وصلات اللحام نفسها التي سبق شرحها في لحام الوضع الأرضي، ويعتمد تجهيز أطراف قطع وصلات اللحام اعتماداً أساسياً على سمك المعدن المراد لحامه، وتتميز الوصلة التناكبية ذات الشطفة حرف(V) بطريقة تحضير حوافها، إذ تشطف القطعة العلوية بزاوية ٤٥°. وتشطف القطعة السفلية بزاوية (١٥°) لكي تكون كتفاً يترسب عليه معدن اللحام، كما يبين الشكل (٥–٣).



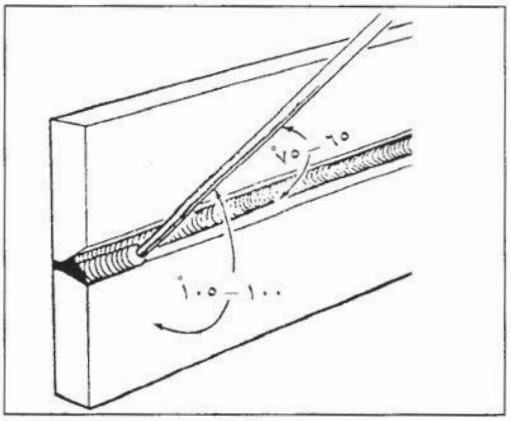
الشكل (٥ – ٣) : تحضير وصلة لحام تناكبية بشطفة حرف (V) للحام في الوضع الأفقي.

٢ – زوايا ميل الكترود اللحام وحركته

تختلف زوايا ميل ألكترود اللحام وحركته حسب نوع وصلة اللحام وعدد خطوطه، وستتعرف فيما يأتي لحام الوصلات المختلفة في الوضع الأفقي.

أ – الوصلة التناكبية المشطوفة Grooved Butt Joint

تعتمد زوايا ميل الألكترود وحركته على طريقة تحضير الوصلة التناكبية وعلى ترتيب خط اللحام، ففي حال الوصلة التناكبية بشطفة حرف (V) مفردة، يتم توجيه الألكترود بحيث يصنع زا وية (٨٠°–٨٥°) مع القطعة السفلية عند لحام الخط الأول، أما الخط الثاني فيوجه الألكترود بحيث يصنع زاوية (١٠٠°–١٠٥°)، كما يبين الشكل (٥–٤)، ويعاد توجيه الألكترود بحيث يصنع زاوية (٧٥°–٨٠°) مع القطعة السفلية عند لحام الخط الثالث، كما

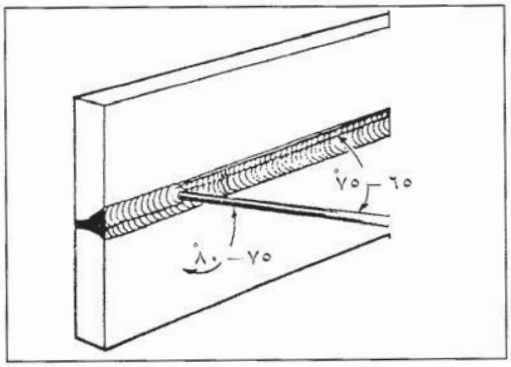


الشكل (٥ – ٤) : زوايا ميل الألكترود عند لحام الخط الثاني لوصلة تناكبية بشطفة حرف(V).

يبين الشكل (٥–٥) . أما بالنسبة لزاوية ميل الألكترود مع اتجاه خط اللحام، فتكون (٦٥°–٧٥°) للخطوط كافة .

ويتم تحريك الألكترود حركة مستقيمة فقط عند لحام الخط الأول، أما عند لحام الخطين: الثاني والثالث، فتستخدم حركة تموجية (عرضية) بسيطة .

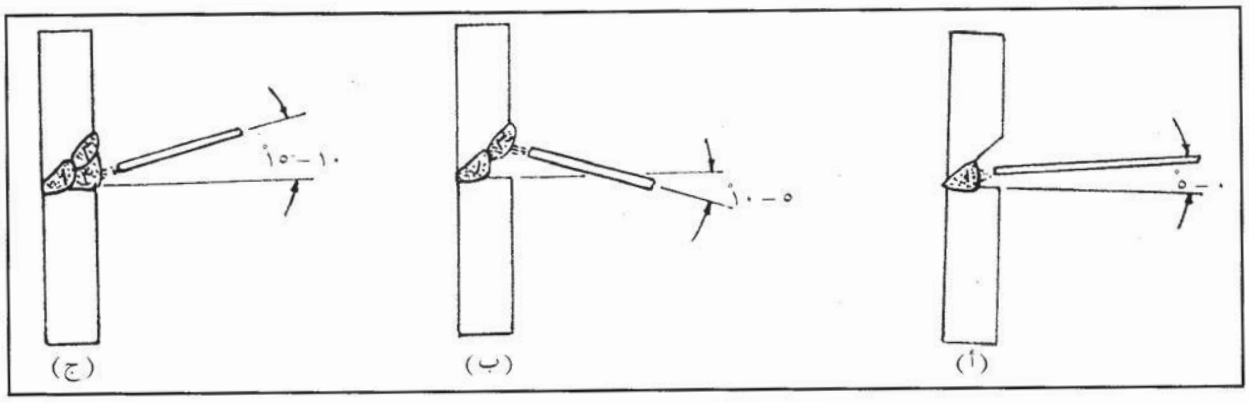
وعند لحام وصلة بشطفة مفردة، يتم توجيه الألكترود للحام الخطوط الثلاثة كما هو مبين في الشكل (٥–٦) .



الشكل (٥ – ٥) : لحام الخط الثالث .

سؤال :

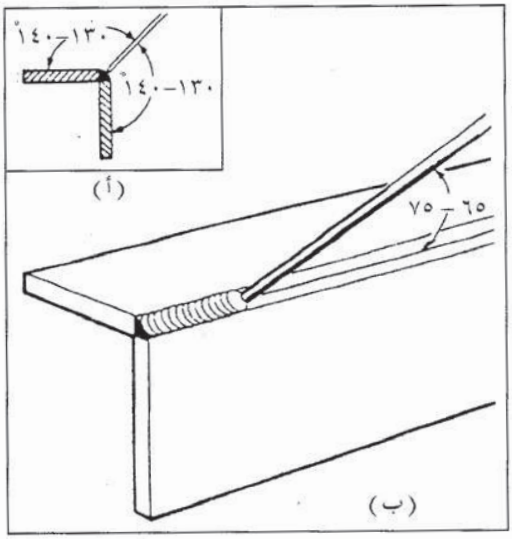
قارن بين تتابع خطوط اللحام الثلاثة في الوصلتين . فماذا تلاحظ؟



الشكل (٥ – ٦) : زوايا ميل الألكترود عند لحام شطفة منفردة في الوضع الأفقي .

ب – الوصلة الركنية (الزاوية) Corner Joint :

ويدعى وضع اللحام لهذه الوصلة والوصلات الأخرى التي يكون فيها لحاماً زاوياً أيضاً بالوضع المركب، إذ أنه مشترك بين الوضعين، الأرضي والأفقي، وعند لحام هذه الوصلة، يوجه الألكترود، بحيث يصنع زاوية (١٣٠°–١٤٠°) مع كلتا القطعتين كما يبين الشكل (٥–٧أ)، أي أنه ينصف الزاوية بينهما وتكون الزاوية بين الألكترود واتجاه خط اللحام



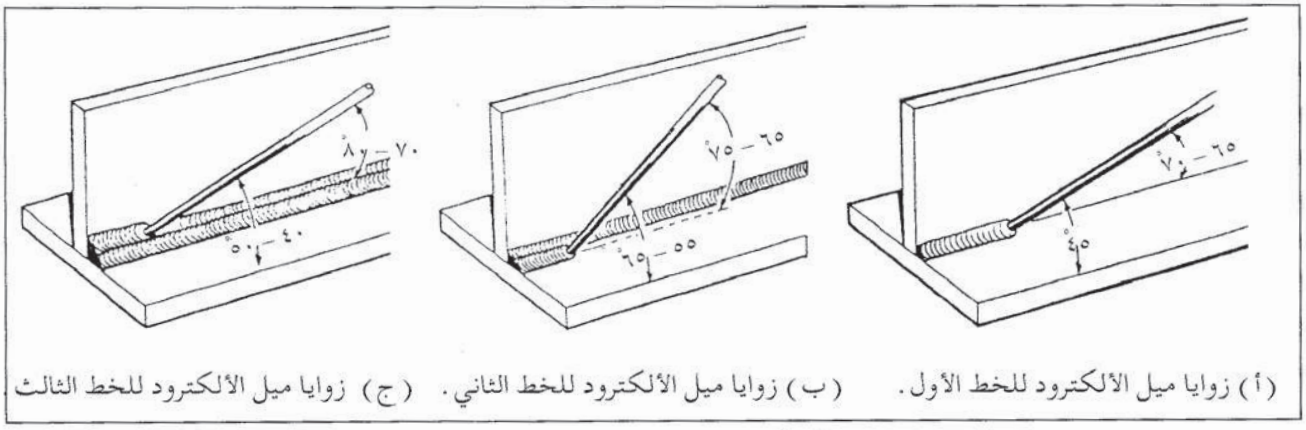
الشكل (٥ – ٧) : زوايا ميل الألكترود عند لحام وصلة زاوية .

(٦٥°-٧٥°) كما يبين الشكل (٥-٧ب)، ويتم تحريك الألكترود حركة مستقيمة بدون تمويج عند لحام هذه الوصلة.

ج - وصلة T T - joint :

- يتم تثبيت القطع، بحيث تكون إحداها رأسية على منتصف الأخرى ، ويشكل مقطع الوصلة T، ويمكن لحام هذه الوصلة بخط واحد، أو عدة خطوط، ويعتمد ذلك على سمك المعدن المراد لحامه، ومن المهم جداً أن يكون طول ضلع اللحام (عرض اللحام) على كلتا القطعتين متساوياً.

وتختلف زوايا ميل ألكترود اللحام في لحام الخط الأول عن الخط الثاني والخط الثالث ويبين الشكل (٥-٨أ،ب،جـ) زوايا ميل ألكترود اللحام للخطوط الأول والثاني والثالث، أما حركة الألكترود فهي في الخط الأول حركة مستقيمة وفي الخط الثاني والثالث، حركة تموجية عرضية بسيطة.



(أ) زوايا ميل الألكترود للخط الأول. (ب) زوايا ميل الألكترود للخط الثاني. (ج) زوايا ميل الألكترود للخط الثالث

الشكل (٥ - ٨): لحام وصلة T .

د - الوصلة التراكيبية الانطباقية Lab joint : تستخدم زوايا ميل الألكترود وحركته نفسها لخطوط اللحام المختلفة، كما في حالة لحام وصلة الـ T .

سؤال :

ارسم وصلة تراكبية، وبين زوايا ميل الألكترود وحركته لخط اللحام ، علماً بأن سمك معدن الوصلة ٤ مم.

الأسئلـــة :

١ – وضح المقصود باللحام في الوضع الأفقي مستعيناً على ذلك بالرسم؟

٢ – كيف يمكن تجنب حدوث عيبي التحفير والتراكب عند اللحام في الوضع الأفقي؟

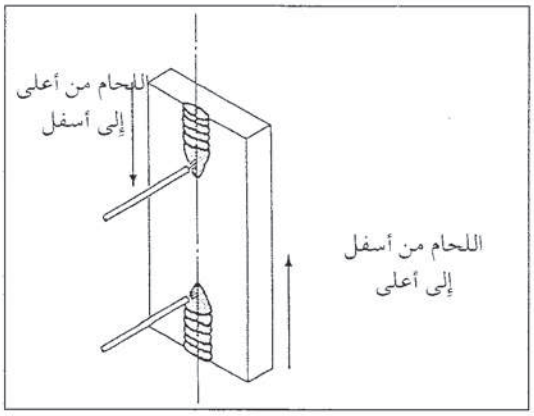
٣ – تشطف حواف قطع الوصلة التناكبية لأغراض اللحام في الوضع الأفقي بزوايا خاصة، وضح هذه الزوايا بالرسم، مع بيان سبب الشطف بهذه الطريقة .

٤ – قارن بين زوايا ميل الألكترود عند لحام الخطين الأول والثاني لوصلة تناكبية في الوضع الأفقي، علماً بأن الوصلة ذات شطفة مفردة.

٥ – بين بالرسم زوايا ميل الألكترود عند لحام وصلة ركنية في الوضع الأفقي.

ثانياً اللحام في الوضع العمودي (Vertieal Position)

تكون قطعة العمل في هذا الوضع موازية للمستوى الرأسي، ويكون محور خط اللحام موازياً للمستوى الرأسي، ويمكن في هذا الوضع أن تتم عملية اللحام من أسفل إلى أعلى، أو من أعلى إلى أسفل، كما يبين الشكل (٥–٩).



الشكل (٥ – ٩) : اللحام في الوضع العمودي.

وكما هي الحال في اللحام في الوضع الأفقي، فإن قوة الجاذبية الأرضية تؤثر في معدن اللحام المنصهر (بركة الصهر) وتحاول جذبها للأسفل، ويتم التحكم ببركة الصهر وتفادي تأثير الجاذبية الأرضية باختيار تيار لحام قليل، بهدف تخفيض سرعة الانصهار واستخدام زوايا ميل مناسبة للألكترود في أثناء عملية اللحام.

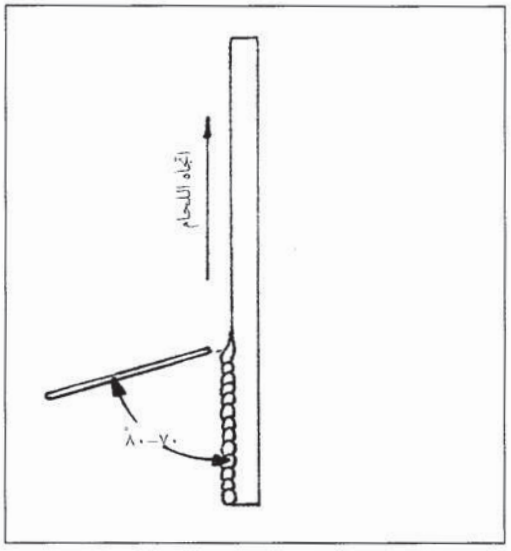
١ – وصلات اللحام

تستخدم وصلات اللحام نفسها التي درستها، في الصف الأول الثانوي، لأغراض اللحام في الوضع العمودي.

٢ - طرائق لحام الوضع العمودي

تستخدم طريقتان للحام الوصلات في الوضع العمودي، هما اللحام من أسفل إلى أعلى، ويدعى أيضا اللحام التصاعدي، واللحام من أعلى إلى أسفل، ويدعى اللحام التنازلي.

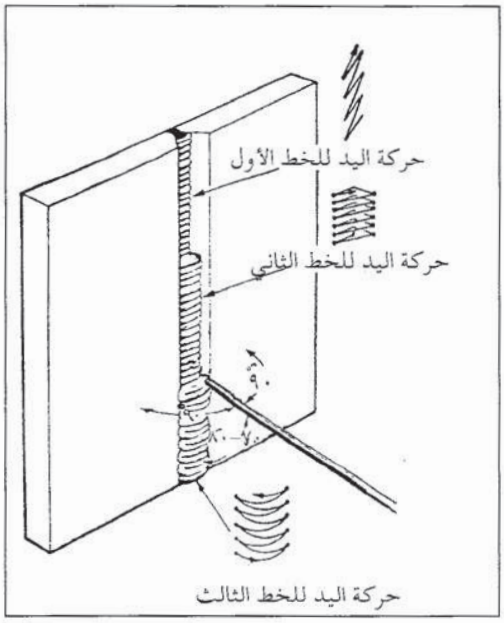
أ - **اللحام من أسفل إلى أعلى** : يبدأ اللحام بهذه الطريقة من أسفل خط الوصل باتجاه الأعلى، وتتراوح زاوية ميل الألكترود من (٧٠°-٨٠°) عن اتجاه خط اللحام، كما هو مبين في الشكل (٥-١٠)، وتتيح طريقة اللحام من أسفل إلى أعلى استخدام سرعة لحام أبطأ من طريقة اللحام من أعلى إلى أسفل، مع استخدام ألكترودات بأقطار أكبر، وشدة تيار لحام أعلى، وهذا يؤدي إلى تغلغل أفضل للحام، لذا، تستخدم هذه الطريقة للحام القطع التي يزيد سمكها على ٦مم.



الشكل (٥ - ١٠) : اللحام العمودي من أسفل إلى أعلى.

وتختلف زوايا ميل الألكترود وحركته في أثناء اللحام من أسفل إلى أعلى حسب نوع الوصلة وترتيب خط اللحام، وسيتم فيما يأتي بيان زوايا ميل ألكترود اللحام وحركته لبعض وصلات اللحام الرئيسة:

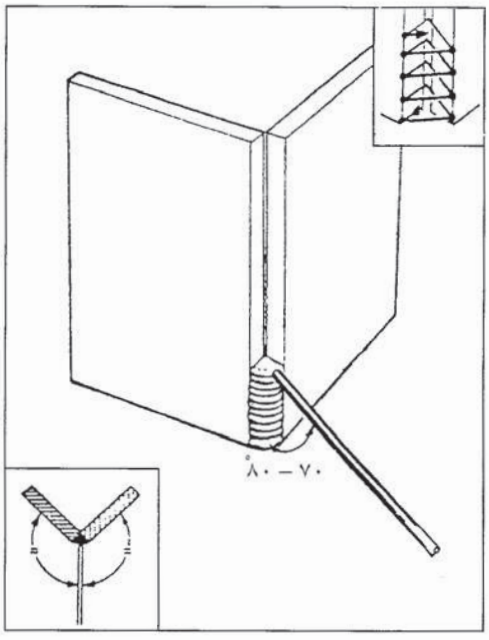
١ . لحام وصلة تناكبية بشطفة حرف v مفردة يبين الشكل (٥-١١) لحام وصلة تناكبية لقطع من الحديد بسمك١٢مم، تحتاج إلى ثلاثة خطوط لحام لتعبئة الوصلة، ويستخدم للحام الخط الأول حركة سوطية أقرب للمستقيمة وتعطي خط لحام ضيقاً ويدعى خط لحام الجذر، أما خط اللحام الثاني ويدعى خط لحام التعبئة، فيتم فيه



الشكل (٥ - ١١) : لحام وصلة تناكبية (عدة خطوط)في الوضع العمودي بطريقة اللحام من أسفل إلى أعلى.

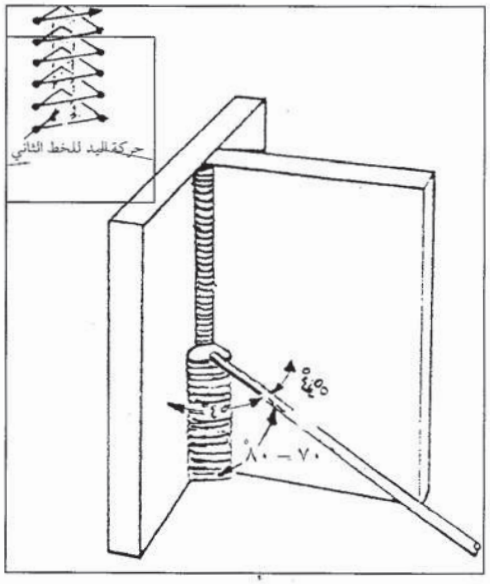
تحريك الألكترود حركة مثلثية تعطي خط لحام أعرض من خط لحام الجذر، وفي خط اللحام الثالث، ويدعى خط لحام التعبئة، يتم تحريك الألكترود حركة هلالية تعطي خط لحام عريضاً لتغطية عرض الوصلة كله. أما بالنسبة لزوايا ميل الألكترود، فتكون من (٧٠°-٨٠°) عن اتجاه خط اللحام، و(٩٠°) عن كلتا قطعتي الوصلة.

٢. لحام وصلة ركنية (زاوية): يحرك الألكترود في هذه الوصلة حركة مثلثية مغلقة لتعبئة خط الوصل، ويميل بزاوية (٧٠°-٨٠°) عن اتجاه خط اللحام، وينصف الزاوية الخارجية ما بين قطعتي الوصلة، كما هو مبين في الشكل (٥-١٢).



الشكل (٥- ١٢): لحام وصلة ركنية من أسفل إلى أعلى.

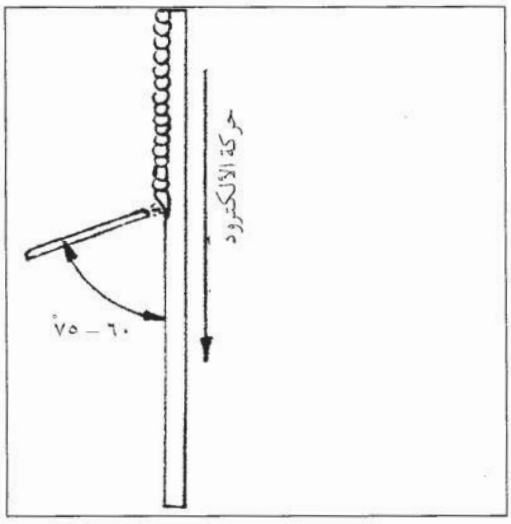
٣. لحام وصلة T: عندما يتطلب لحام مثل هذه الوصلة ترسيب عدة خطوط، يتم لحام الخط الأول والذي يدعى لحام خط الجذر، بتحريك الألكترود حركة سوطية لإنتاج خط لحام ضيق، أما الخط الثاني، فتستخدم للحامه حركة ألكترود مثلثية مغلقة لإنتاج خط لحام أعرض من خط لحام الجذر، وإذا تطلبت الوصلة خط لحام ثالثا فيمكن استخدام الحركة المثلثية المغلقة نفسها للألكترود، مع زيادة عرض قاعدة المثلث. أما بالنسبة لزوايا ميل الألكترود في أثناء عملية اللحام، فتكون كما هي مبينة في الشكل (٥-١٣).



الشكل (٥- ١٣): لحام وصلة T من أسفل إلى أعلى.

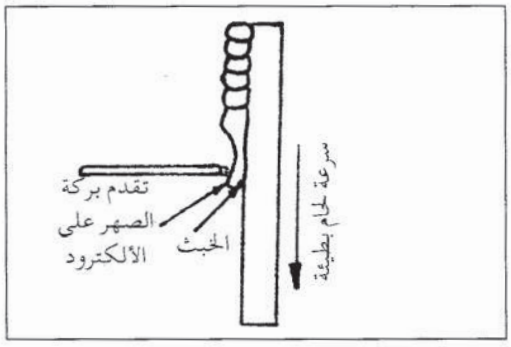
٤. لحام الوصلة التراكبية: يستخدم الأسلوب المتبع في لحام وصلة T نفسه مع ضرورة الانتباه على عدم صهر حافة القطعة العلوية من الوصلة، وذلك بإمالة الألكترود قليلاً نحو القطعة السفلية من الوصلة، واتباع حركة عرضية بأقل ما يمكن للألكترود في خط لحام التغطية.

ب – اللحام من أعلى إلى أسفل: يبدأ اللحام بهذه الطريقة من أعلى خط الوصل باتجاه الأسفل، وتتراوح زاوية ميل ألكترود اللحام من (٦٠°–٧٥°) عن اتجاه خط اللحام، كما هو مبين في الشكل (٥–١٤)، وبما أن معدن بركة الصهر يميل إلي الانسياب للأسفل مع خط الوصل، فإن سرعة لحام أعلى من تلك المستخدمة في اللحام من أسفل إلى أعلى تستخدم مع ضرورة مراعاة عدم تجاوز سرعة اللحام للحد اللازم لإحداث التغلغل المطلوب والمناسب.



الشكل (٥ – ١٤) : اللحام العمودي من أعلى إلى أسفل.

ويؤدي استخدام سرعة لحام وزوايا ميل ألكترود غير مناسبة، إلى حرق الوصلة الملحومة وتثقيبها، أو إلى انسياب الخبث أمام بركة الصهر، وانحباسه داخل معدن اللحام، ويبين الشكل (٥–١٥) ما يحدث عند استخدام سرعة لحام بطيئة وزاوية ميل كبيرة للألكترود في أثناء اللحام من أعلى إلى أسفل.



الشكل (٥ – ١٥) : اللحام العمودي من أعلى إلى أسفل.

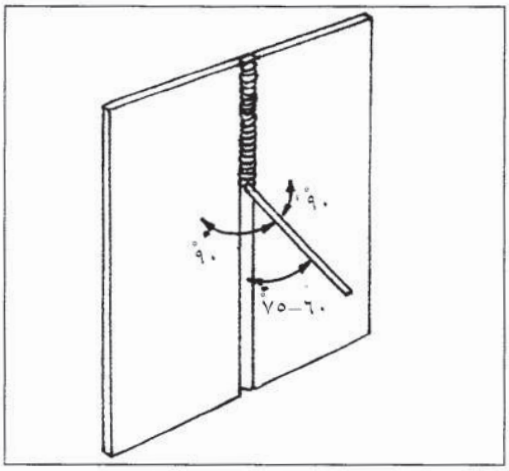
ولتجنب حدوث مثل هذه العيوب في اللحام من أعلى إلى أسفل يتبع ما يأتي:

١. استخدام ألكترودات بقطر أصغر.
٢. اختيار أقل شدة تيار ممكنة للألكترود المستخدم.
٣. توجيه الألكترود بزاوية مناسبة لدفع المعدن المصهور إلى الأعلى داخل بركة الصهر.
٤. استخدام سرعة لحام مناسبة، بحيث يحافظ الألكترود على تقدمه أمام بركة الصهر والخبث.

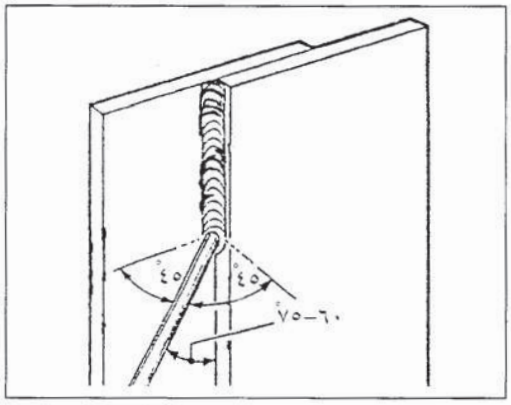
ومما سبق، يتبين أنّ طريقة اللحام من أعلى إلى أسفل أكثر ملاءمة للحام السموك المنخفضة، إذ يمكن استخدام سرعة لحام عالية مع تحقيق التغلغل اللازم.

وتستخدم هذه الطريقة للحام السموك التي تقل عن ٦مم، لذلك فغالباً ما يستخدم خط لحام واحد فقط للحام الوصلات من أعلى إلى أسفل، وتكون حركة الأكترود حركة مستقيمة وسريعة، لتجنب انحباس الخبث في خط اللحام، أما زوايا ميل الألكترود في أثناء عملية

اللحام، فتعتمد على نوع الوصلة الملحومة، ويبين الشكل (٥-١٦) والشكل (٥-١٧) زوايا ميل الألكترود في لحام وصلة تناكبية قائمة مفتوحة ووصلة انطباقية.



الشكل (٥ - ١٦) : زوايا ميل الألكترود في اللحام من أعلى إلى أسفل لوصلة تناكبية قائمة مفتوحة



الشكل (٥ - ١٧) : زوايا ميل ألكترود اللحام لوصلة انطباقية

نشـــاط (٥-١) : طرائق لحام خزانات المياه

زر إحدى ورش اللحام وتشكيل المعادن في المنطقة المجاورة التي يتم فيها إنتاج خزانات المياه ، وأعد لوحة توضيحية لمراحل التنفيذ مع بيان سمك الصاج المستخدم والوصلات وأوضاع طرائق اللحام المستخدمة في تصنيع الخزانات مع الرسومات التوضيحية اللازمة، وقدمها لمعلمك ليتم تعليقها في غرفة الصف أو المشغل.

ثالثاً ترتيب خطوط اللحام في الوصلات التي تستدعي أكثر من خط واحد

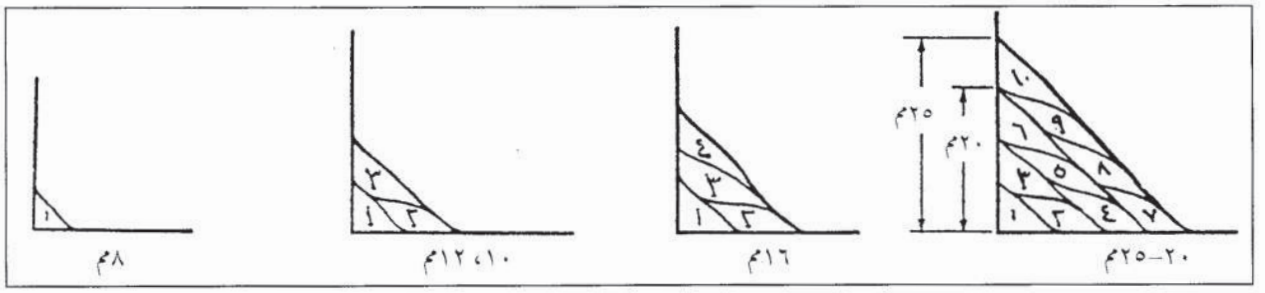
يعتمد عدد خطوط لحام الوصلات على سمك معدن قطع العمل المكونة لهذه الوصلات فكلما زاد سمك المعدن، زاد عدد خطوط اللحام اللازمة لتعبئة هذه الوصلات، ويتم لحام الخطوط اللازمة لتعبئة وصلات اللحام وفق ترتيب معين، ولهذا الترتيب أهمية كبيرة بالنسبة لمتانة وصلات اللحام الناتجة، وتقليل التشوهات التي يمكن أن تحدث في القطع الملحومة، ويعتمد اختبار ترتيب خطوط اللحام على العوامل الآتية:

- وضع اللحام
- نوع وصلة اللحام
- أبعاد وصلة اللحام وطريقة تحضيرها

١ - ترتيب خطوط اللحام في الوضع الأفقي

وستدرس فيما يأتي ترتيب خطوط اللحام في الوضع الأفقي لوصلات لحام مختلفة

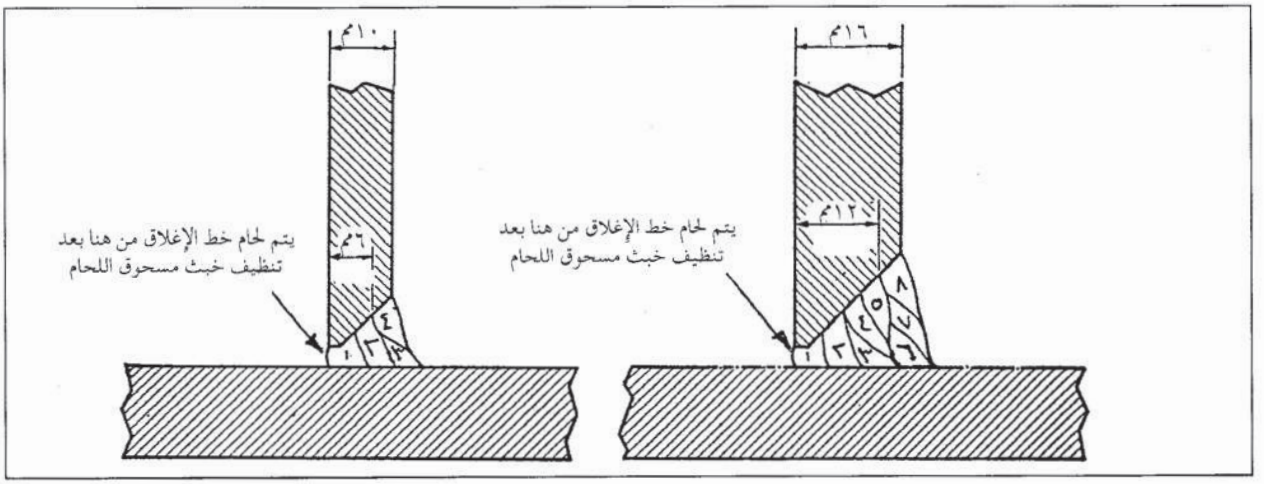
أ - **وصلات (T، ركنية، انطباقية (تراكيبية))**: ويكون مقطع اللحام في هذه الوصلات كلها مثلثي الشكل، ويتشابه ترتيب خطوط اللحام فيها، ويبين الشكل (٥-١٨) ترتيب خطوط اللحام لسموك مختلفة من معدن اللحام.



الشكل (٥ - ١٨) : ترتيب خطوط اللحام لوصلات (T، ركنية، انطباقية) لسموك مختلفة من المعدن.

ويراعى في مثل هذه الوصلات أن يكون طول كلا ساقي اللحام متساوياً على قطعتي الوصلة إلا إذا كان سمك القطعتين المكونتين للوصلة مختلفاً، فيكون طول ساق اللحام على القطعة الأسمك أطول.

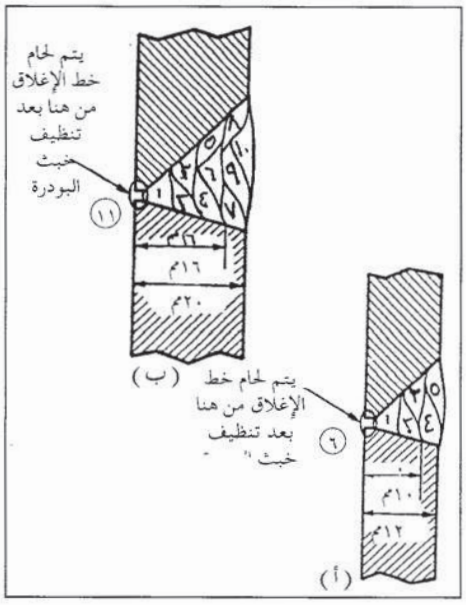
ويتم في حالات خاصة في لحام وصلة الـ(T) شطف الساق على زاوية (٤٥°)، كما هو مبين في الشكل (٥-١٩)، إذا كان من السهل الوصول للحام خط الجذر (خط الإغلاق) من الجهة المقابلة بقصد تقوية الوصلة، خاصة إذا كانت عرضة للإجهادات والاهتزازات.



الشكل (٥ - ١٩) : تتابع خطوط اللحام في وصلة T مشطوفة لسمكين مختلفين.

ب – وصلة تناكبية مشطوفة V : يبين الشكل (٥–٢٠) ترتيب خطوط اللحام في حال لحام وصلتي تناكبيتين سمك إحداهما ١٢مم وسمك الثانية ٢٠مم.

ويتم تنظيف مكان خط الجذر من خلف القطعة (بعد الانتهاء من لحام الخطوط كلها) جيداً، ثم لحام خط الإغلاق. وقد تم شطف القطعة العلوية بزاوية (٤٥°)، والسفلية بزاوية (١٥°) في كلتا الوصلتين.

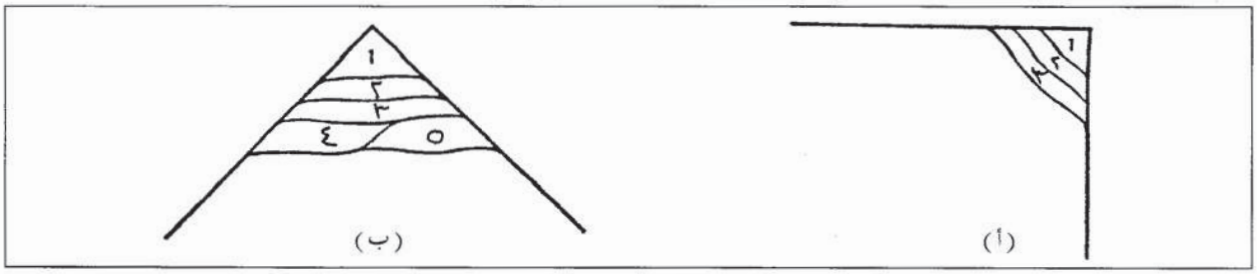


الشكل (٥– ٢٠) : ترتيب خطوط اللحام في وصلة تناكبية مشطوفة لسمكين مختلفين.

٢ – ترتيب الخطوط في الوضع العمودي

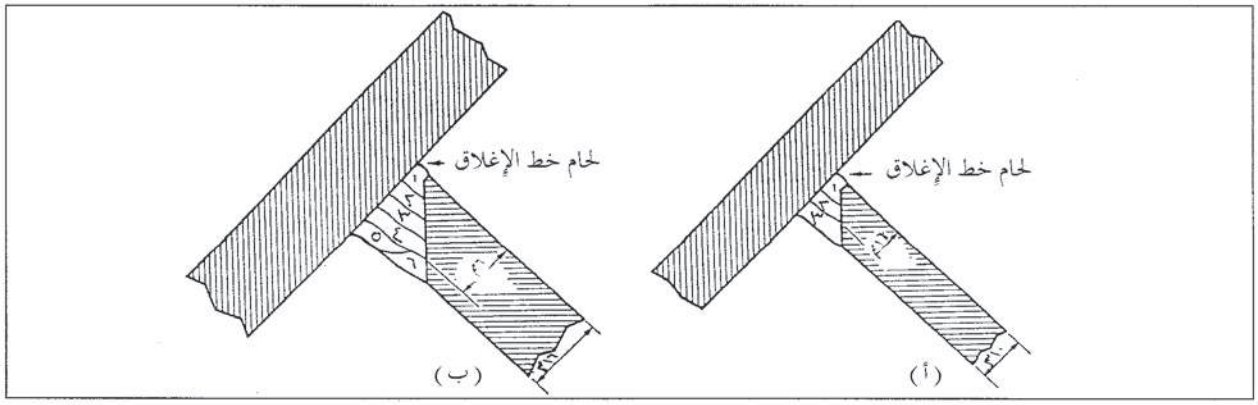
يعتمد ترتيب خطوط اللحام على نوع الوصلة وطريقة تحضيرها وسمك القطع الملحومة وستتعرف فيما يأتي ترتيب خطوط اللحام لوصلات مختلفة في اللحام في الوضع العمودي.

أ – وصلة (T)، وصلة ركنية، وصلة انطباقية (تراكبية) : كما هي الحال في الوضع الأفقي، فإن ترتيب خطوط اللحام في الوضع العمودي للوصلات الثلاث متشابهة، ويبين الشكل (٥–٢١أ،ب) ترتيب الخطوط لوصلتين بسمكين مختلفين، إذ يبين الشكل (٥–٢١أ) ترتيب الخطوط لقطع عمل بسمك من (٦–١٢)مم، والشكل (٥–٢١ب) لقطع عمل بسمك (٢٠–٢٥)مم ويجب الانتباه على أن طول ساقي اللحام متساوٍ على كلتا القطعتين.



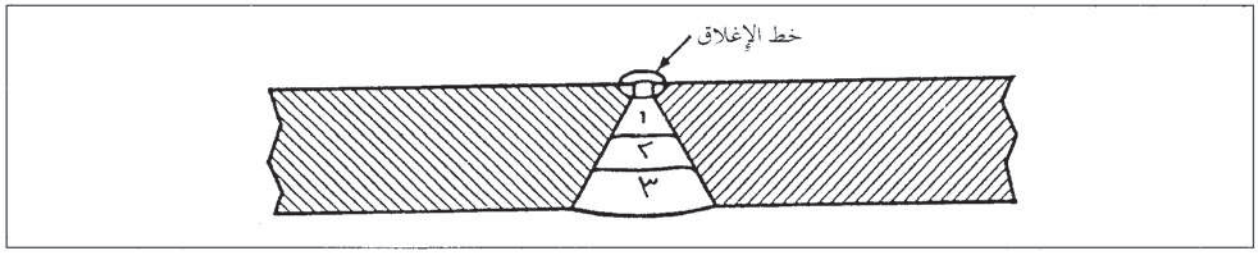
الشكل (٥ – ٢١) : مقطع أفقي يبين تتابع خطوط اللحام في الوضع العمودي لسمكين مختلفين.

ويتم في بعض الحالات شطف القطعة (الساق) شطفة V في وصلة T، كما يبين الشكل (٥–٢٢)، ويتم لحام خط إغلاق بعد إنهاء الخطوط كلها.



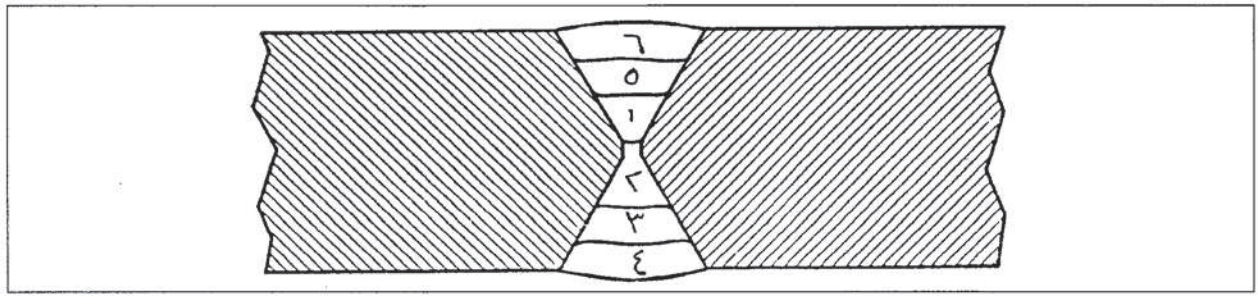
الشكل (٥ – ٢٢) : مقطع أفقي، يبين تتابع خطوط اللحام في الوضع العمودي لوصلة T مشطوفة لسمكين مختلفين. (زاوية الشطف للساق ٤٥°).

ب – وصلة تناكبية مشطوفة V (مفردة) : يبين الشكل (٥–٢٣) ترتيب خطوط اللحام في حال لحام وصلة تناكبية شطفة V مفردة.



الشكل (٥ – ٢٣) : مقطع أفقي يبين ترتيب خطوط اللحام في الوضع العمودي لوصلة تناكبية (V) مفردة. (زاوية الشطفة الكلية ٦٠°).

ويمكن لحام هذه الوصلة لمعادن لا يزيد سمكها على ١٦مم، وإذا زاد سمك المعدن على ذلك، فيجب استعمال وصلة تناكبية شطفة V مزدوجة، لتقليل تشوه القطعة المراد لحامها، ويبين الشكل (٥–٢٤) هذه الوصلة وترتيب خطوط اللحام عليها.



الشكل (٥ – ٢٤) : مقطع أفقي يبين ترتيب خطوط اللحام في الوضع العمودي لوصلة تناكبية (V) مزدوجة (زاوية الشطفة الكلية ٦٠° لكلتا الجهتين).

أسئلـــة الوحـــدة

١ – وضح المقصود باللحام في الوضع العمودي مستعينا بالرسم.

٢ – علل ما يأتي :

أ – استخدام طريقة اللحام من أعلى إلى أسفل للحام المعادن قليلة السمك.

ب – استخدام طريقة اللحام من أسفل إلى أعلى للحام المعادن السميكة.

٣ – بين بالرسم أسلوب حركة الألكترود / حركة اليد عند لحام كلٍ من الخطوط الآتية :

في الوصلة التناكبية بشطفة V مفردة في الوضع العمودي لمعدن سمكه ١٢مم :

أ – خط لحام الجذر.

ب – خط لحام التعبئة.

ج – خط لحام التغطية.

٤ – ما العيب الذي يمكن أن ينتج من استخدام سرعة لحام بطيئة في طريقة اللحام من أعلى إلى أسفل في اللحام العمودي؟

٥ – اذكر أربعة إجراءات يُنصح اتباعها، للتغلب على صعوبة اللحام من أعلى إلي أسفل، وتجنب حدوث بعض عيوب خط اللحام.

٦ – أذكر ثلاثة عوامل تؤثر في طريقة ترتيب خطوط اللحام في وصلات اللحام المتعددة الخطوط.

٧ – ارسم مقطعاً ووضح عليه تسلسل اللحام المتكون من عدة خطوط للوصلات الآتية :

أ – وصلة تطابقية، سمك معدنها ١٢ مم في الوضع الأفقي.

ب – وصلة تناكبية بشطفة V مفردة، في الوضع الأفقي، سمك المعدن ١٢مم.

ج – وصلة تناكبية بشطفة V مزدوجة في الوضع العمودي.

٨ – ما الهدف من لحام الإغلاق؟ وما ترتيبه بالنسبة لخطوط اللحام للوصلة؟.

الوحدة السادسة	لحام المعادن الحديدية بلهب الأوكسي أستيلين في الأوضاع: الأفقي والعمودي وفوق الرأس.

درست سابقاً اللحام بلهب الأوكسي أستيلين في الوضع الأرضي، وكما هي الحال في اللحام بالقوس الكهربائي، فإن اللحام بلهب الأوكسي أستلين يستخدم أيضاً في أوضاع أخرى غير الوضع الأرضي، وهي: الأفقي والعمودي وفوق الرأس، ويتطلب اللحام بلهب الأوكسي أستيلين في هذه الأوضاع مهارة وكفاية لعامل اللحام إذ أنه أكثر صعوبة من اللحام بالوضع الأرضي.

ولإتقان اللحام بلهب الأوكسي أستيلين في الأوضاع: الأفقي والعمودي وفوق الرأس، يجب أن تتعرف خصائص اللحام بلهب الأوكسي أستيلين في هذه الأوضاع، والتقنيات المستخدمة في اللحام، وهذا ما ستتعرفه في هذه الوحدة.

ويتوقع منك بعد دراستها أن تصبح قادراً على أن:

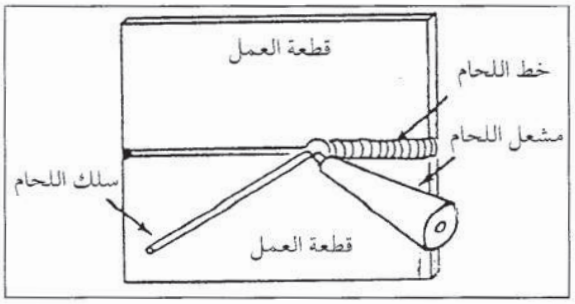
- تحدد خصائص اللحام بلهب الأوكسي أستيلين في الأوضاع الأفقي والعمودي وفوق الرأس.
- توضح زوايا ميل مشعل وسلك اللحام وحركتهما في الأوضاع الأفقي والعمودي وفوق الرأس.

أولاً | خصائص اللحام بلهب الأوكسي أستيلين في أوضاع اللحام: الأفقي والعمودي وفوق الرأس

يفضل أن تتم عملية اللحام بلهب الأوكسي أستيلين في الوضع الأرضي ما أمكن ذلك، لسهولة اللحام لهذا الوضع وإمكانية الحصول على خطوط لحام أكثر دقة وجودة، إلا أن هناك وصلات لحام تضطر إلى تنفيذها في أوضاع أخرى غير الأرضي، كالأفقي والعمودي وفوق الرأس، ويلاحظ استخدام اللحا م في هذه الأوضاع بخاصة في أعمال الصيانة وتجليس أجسام السيارات والأثاث المعدني، ولحام الأنابيب ذات الأقطار الصغيرة عند إنشاء المصانع، وفي أعمال التكييف والتبريد وغيرها من الاستخدامات.

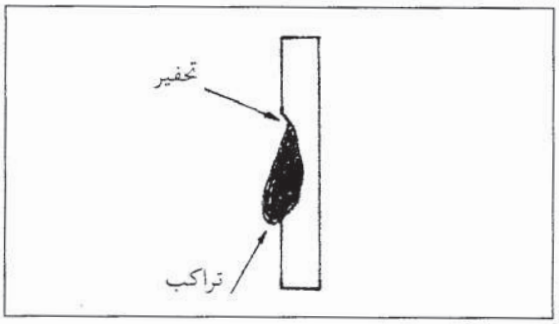
١ - أوضاع اللحام الأفقي والعمودي وفوق الرأس

أ - **الوضع الأفقي**: تكون قطعة العمل في هذا الوضع موازية للمستوى الرأسي، ويكون خط اللحام موازياً للمستوى الأفقي، كما هو مبين في الشكل (٦-١)، وتؤثر قوة الجاذبية الأرضية في بركة الصهر المتكونة، وتحاول جذبها



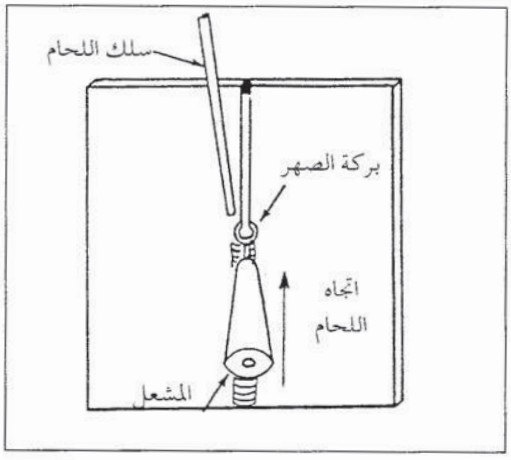
الشكل (٦ - ١): اللحام في الوضع الأفقي بلهب الأوكسي أستيلين.

للأسفل، وإذا كانت بركة الصهر كبيرة، فيصعب التحكم بها، وهذا يؤدي إلى انسيابها للأسفل، وحدوث تحفير وتراكب في خط اللحام، كما هو مبين في الشكل (٦-٢).

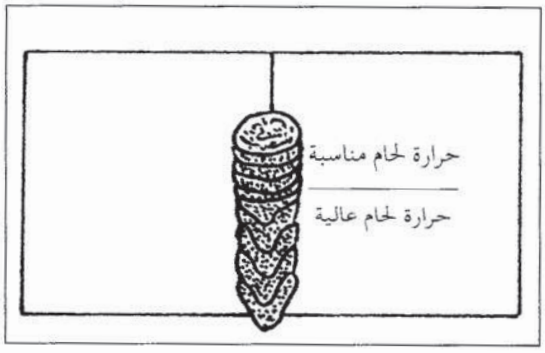


الشكل (٦ - ٢) : انسياب اللحام للأسفل في الوضع الأفقي الناتج من استخدام بركة صهر كبيرة.

ب - **الوضع العمودي**: تكون قطعة العمل في هذا الوضع موازية للمستوى الرأسي، ومحور خط اللحام أيضا موازياً للمستوى الرأسي كما يبين الشكل (٦-٣)، وكما هي الحال في الوضع الأفقي، فإنّ قوة الجاذبية الأرضية تؤثر في بركة الصهر، وتحاول جذبها للأسفل، فإذا كانت الحرارة زائدة وبركة الصهر كبيرة، فإنهما يؤديان إلى انسياب درزات اللحام فوق بعضها، كما يبين الجزء السفلي من خط اللحام في الشكل (٦-٤)، أما إذا كانت بركة الصهر مناسبة، فيبدو اللحام كما في الجزء العلوي من الشكل نفسه.

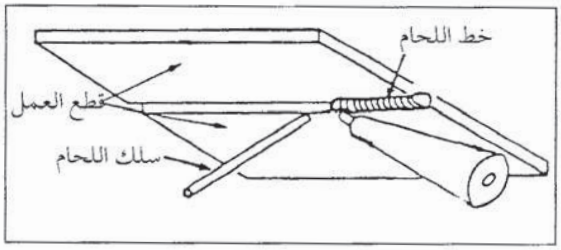


الشكل (٦ - ٣) : اللحام في الوضع العمودي.



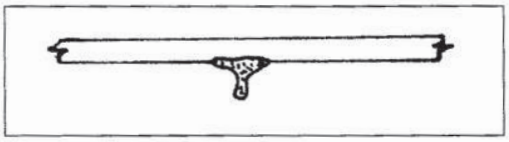
الشكل (٦ - ٤) : تراكب درزات اللحام بسبب الحرارة العالية في الجزء السفلي لخط اللحام.

ج - **وضع فوق الرأس** : تكون قطعة العمل في هذا الوضع موازية للمستوى الأفقي، وفوق مستوى رأس عامل اللحام، ويكون خط اللحام في الجزء السفلي من قطعة العمل، كما يبين الشكل (٦-٥)، ويظهر تأثير قوة الجاذبية الأرضية في هذا الوضع ظهوراً أكبر منه في حالتي اللحام في الوضعين: الأفقي والعمودي، لذا، فهو أكثر صعوبة من الوضعين المذكورين، ويحتاج عامل اللحام إلى مهارة عالية للتحكم ببركة الصهر ومنع سقوطها،



الشكل (٦ - ٥) : اللحام في وضع الرأس.

ومما يساعد بركة الصهر المتكونة على الثبات على سطح قطعة اللحام خاصية التوتر السطحي (surface tension) بالطريقة التي تثبت فيها نقطة ماء على السطح السفلي لقطعة زجاجية، ويمكن التحكم ببركة الصهر ما دامت صغيرة، أما إذا كبرت، فيؤدي ذلك إلى انسيابها للأسفل، كما يبين الشكل (٦-٦)، وقد يؤدي إلى تساقطها، ويمكن لقطرات اللحام أن تتساقط أيضا من سلك اللحام إذا تم صهره خارج بركة الصهر.



الشكل (٦ - ٦) : انسياب بركة الصهر للأسفل نتيجة استخدام حرارة عالية وبركة صهر كبيرة.

ونظرا لإمكانية تساقط قطرات المعدن المنصهر في هذا الوضع والتعرض للحروق، فيجب ارتداء ملابس السلامة المناسبة، هل يمكنك ذكرها؟

يجب الوقوف جانباً عند اللحام وليس تحت خط اللحام مباشرة لتجنب الشرر المتطاير المباشر.

سؤال : كيف يمكن تقليل تأثير الجاذبية الأرضية في اللحام في وضع فوق الرأس؟

٢ - التحكم ببركة الصهر

درست سابقاً أن الصعوبة الرئيسة في أوضاع اللحام : الأفقي والعمودي وفوق الرأس ناتجة من تأثير الجاذبية الأرضية، فإذا كانت بركة الصهر عالية السيولة، فإنها تتشكل قطرات كرويةً من المعدن المنصهر تنساب للأسفل أو تسقط بفعل الجاذبية الأرضية، ولتجنب هذه الحالة، يجب المحافظة على بركة الصهر صغيرة ولزجة (قليلة السيولة) نوعاً ما بتقليل كمية حرارة اللحام المؤثرة، ويتم ذلك بمراعاة ما يأتي :

أ - استخدام طريقة اللحام التقدمية (من اليمين إلى اليسار) التي يكون فيها اللهب موجهاً نحو الجزء غير الملحوم من خط اللحام، وهذا يقلل الحرارة المؤثرة في بركة الصهر.

ب - توجيه مشعل اللهب بزوايا ميل مناسبة حسب الوصلة والوضع، بحيث يدفع الضغط المتولد عن اللهب بركة الصهر داخل خط الوصل.

ج - تحريك مشعل اللهب حركة هلالية أو شبه دائرية، تمنع تركيز اللهب في بركة الصهر في نقطة معينة على خط اللحام، وتسمح بتبادل الانصهار والتجمد في خط اللحام.

د - صهر معدن سلك اللحام داخل بركة الصهر، وليس بفعل حرارة لهب المشعل.

هـ - استخدام سرعة لحام عالية، لتشكيل بركة صهر صغيرة قابلة للتجمد السريع.

أسئلـة :

١ – عدد ملابس السلامة الواجب استخدامها في أثناء اللحام بالأوكسي أستلين في وضع فوق الرأس.

٢ – ما السبب الرئيس لصعوبة اللحام بالأوكسي أستيلين في أوضاع اللحام: الأفقي والعمودي وفوق الرأس؟

٣ – ما العيوب التي يمكن أن تظهر في حال استخدام بركة صهر كبيرة في اللحام في الوضع الأفقي؟ بيّن ذلك بالرسم.

٤ – ما تأثير حرارة اللحام الزائدة على خط اللحام الناتج في الوضع العمودي؟

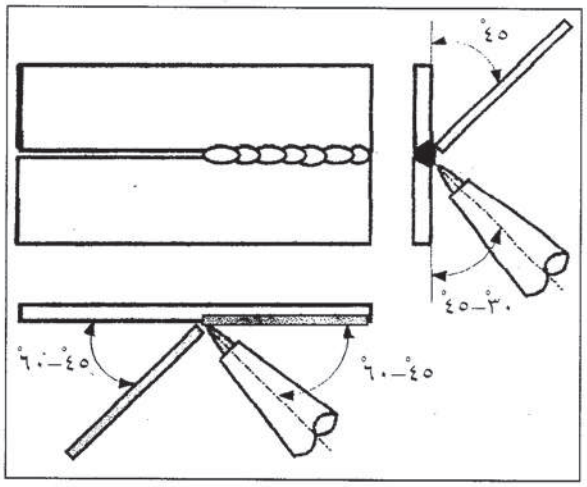
٥ – يواجه عامل اللحام بالأوكسي أستيلين مشكلة التحكم ببركة الصهر في أوضاع اللحام: الأفقي والعمودي وفوق الرأس، ما النصائح التي يمكنك تقديمها له للتغلب على هذه المشكلة؟

ثانياً | زوايا ميل مشعل وسلك اللحام وحركتهما في الأوضاع اللحام: الأفقي والعمودي وفوق الرأس

تعتمد زوايا ميل مشعل وسلك اللحام وحركتهما على وضع اللحام ونوع الوصلة المراد لحامها، وقد درست سابقاً أنّه لتوجيه مشعل وسلك اللحام وحركتهما أهمية في التحكم ببركة الصهر في أوضاع اللحام: الأفقي والعمودي وفوق الرأس، وسوف تدرس فيما يأتي زوايا ميل مشعل وسلك اللحام وحركتهما لبعض وصلات اللحام في الأوضاع المختلفة.

١ – الوضع الأفقي

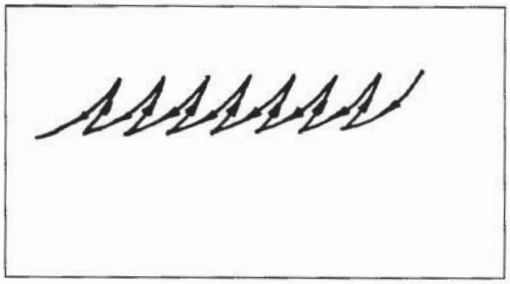
أ – **الوصلة التناكبية القائمة المفتوحة** : يوجه مشعل اللحام من أسفل خط اللحام كي يؤثر ضغط اللهب في بركة الصهر ويدفعها داخل خط الوصل، لمعاكسة تأثير الجاذبية الأرضية، ومنع انسياب معدن اللحام المنصهر وتدليه أو تساقطه، أما سلك اللحام فينغمس من الأعلى في بركة الصهر، وهذا يساعد على توزيع معدن الإضافة المنصهر بالتساوي على الوصلة، ويبين الشكل (٦–٧) زوايا ميل مشعل اللحام وسلكه في أثناء عملية اللحام في



الشكل (٦ – ٧) : زوايا ميل مشعل اللحام وسلكه لوصلة تناكبيه في الوضع الأفقي.

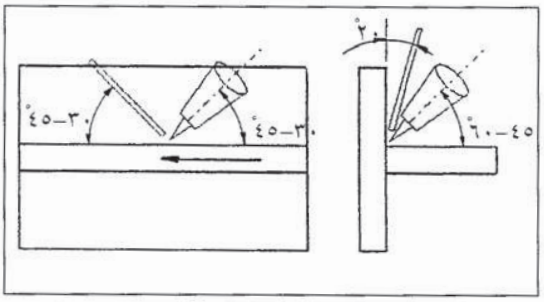
الوضع الأفقي.

وتستخدم حركة هلالية مائلة لمشعل اللحام كما يبين الشكل (٦-٨)، وتساعد هذه الحركة على أن يشكل الجزء السفلي من اللحام مسنداً يرتكز عليه معدن اللحام الذي سيليه، أما سلك اللحام، فيتم غمسه في بركة الصهر غمساً ترددياً مع تقدم خط اللحام.



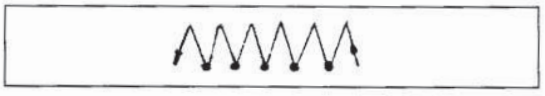
الشكل (٦ - ٨) : حركة مشعل اللحام لوصلة تناكبية في الوضع الأفقي.

ب - الوصلة التعامدية (وصلة T) : يوجه مشعل اللحام وسلكه كما هو مبين في الشكل (٦-٩)، ويلاحظ أن توجيه مشعل اللحام يركز الحرارة الناتجة من اللهب على القطعة الأفقية، لتجنب حدوث تحفير في القطعة العمودية، كما أن سلك اللحام يضاف من أعلى من جهة القطعة العلوية، لتعبئة أي تحفير يمكن أن يحدث.



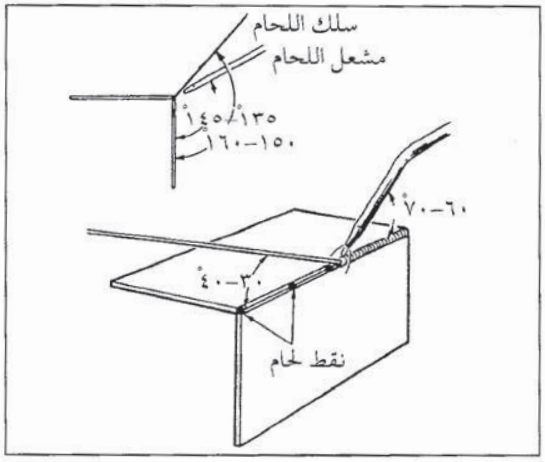
الشكل (٦ - ٩) : زوايا ميل مشعل اللحام وسلكه في وصلة تعامدية (تي) في الوضع الأفقي.

أما حركة مشعل اللحام، فتكون متعرجة، مع توقف عند القطعة الأفقية كما هو مبين في الشكل (٦-١٠)، وتكون حركة السلك حركة ترددية.



الشكل (٦ - ١٠) : حركة متعرجة لمشعل اللحام.

ج - وصلة زاوية خارجية : تكون زوايا مشعل اللحام وسلكه كما هو مبين في الشكل (٦-١١)، أما حركة مشعل اللحام، فتكون حركة مستقيمة للسموك أقل من ٥مم، ومتعرجة للسموك الكبرى، ويتم إضافة سلك اللحام إلى بركة الصهر إضافة ترددية.



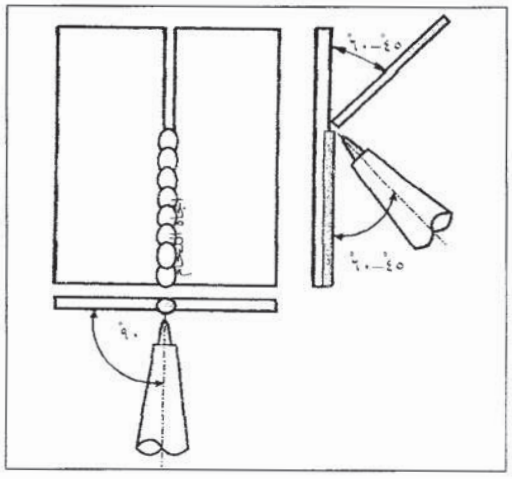
الشكل (٦ - ١١) : زوايا ميل مشعل اللحام وسلكه لوصلة زاوية خارجية في الوضع الأفقي.

٢ - الوضع العمودي

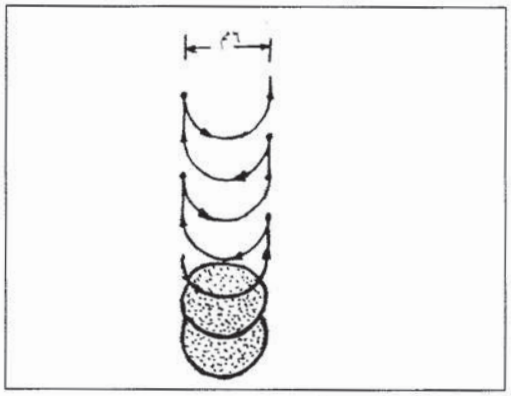
أ - **وصلة تناكبية قائمة مفتوحة**: يكون اتجاه اللحام من أسفل الوصلة باتجاه الأعلى، ويتم توجيه مشعل اللحام وسلكه كما هو مبين في الشكل (٦-١٢)، إذ يكون مشعل اللحام من الأسفل، ويميل بزاوية ٤٥-٦٠° عن خط اللحام و ٩٠° عن كلتا القطعتين، ويتم تغذية سلك الإضافة من الأعلى، ويميل بزاوية ٤٥-٦٠° عن خط اللحام، ويساعد توجيه مشعل اللحام بهذا الشكل على دفع المعدن المنصهر للأعلى على طول خط الوصل بوساطة الضغط الناتج عن اللهب.

ويتم تحريك مشعل القوس بحركة شبه دائرية مع توقف عند الجانبين، وتشكل كل درزة لحام مسند للحام المترسب اللاحق كما يبين الشكل (٦-١٣)، ويتم إضافة معدن سلك للحام إضافة ترددية إلى بركة الصهر.

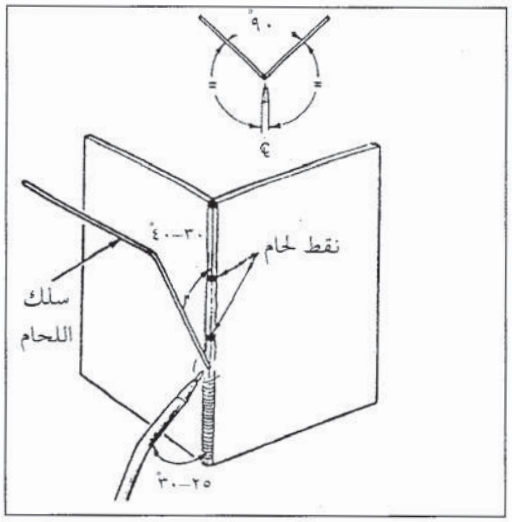
ب - **وصلة زاوية خارجية**: يبين الشكل (٦-١٤) وضع مشعل اللحام وسلكه وزواياهما، في حالة وصلة الزاوية الخارجية في الوضع العمودي لقطع ذات سمك ١,٦مم، ويزداد مقدار ميل المشعل بزيادة سمك المعدن. أما حركة مشعل اللحام، فتكون مستقيمة للسمك القليل وشبه دائرية للسمك الأعلى، ويتم غمس سلك اللحام في بركة الصهر من أعلى غمساً ترددياً.



الشكل (٦ - ١٢) : زوايا ميل مشعل اللحام وسلكه للوصلة التناكبية في الوضع العمودي.

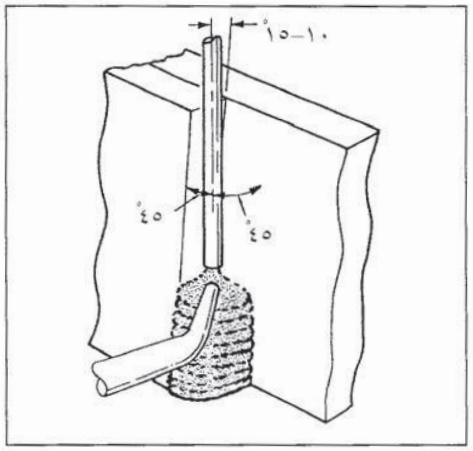


الشكل (٦- ١٣) : حركة مشعل القوس في اللحام العمودي.



الشكل (٦ - ١٤) : زوايا ميل مشعل اللحام وسلكه لوصلة زاوية خارجية.

ج - **وصلة تراكبية (انطباقية)** : يوجه مشعل اللحام من الأسفل بزاوية تميل ٤٥° عن خط اللحام، و٤٥° أيضا عن كلتا قطعتي العمل، أما سلك اللحام، فيتم تغذيته إلى بركة الصهر من الأعلى ويميل بزاوية ٤٥° عن كلتا القطعتين وبزاوية من (١٠-١٥°) عن اتجاه خط اللحام، كما يبين الشكل (٦-١٥). ويتم تحريك المشعل حركة شبه دائرية، مع تغذية السلك تغذية ترددية إلى بركة الصهر.

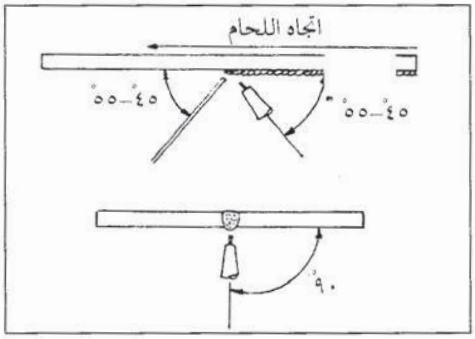


الشكل (٦ - ١٥) : زوايا ميل مشعل اللحام وسلكه في وصلة تراكبية في وضع عمودي.

٣ - وضع فوق الرأس

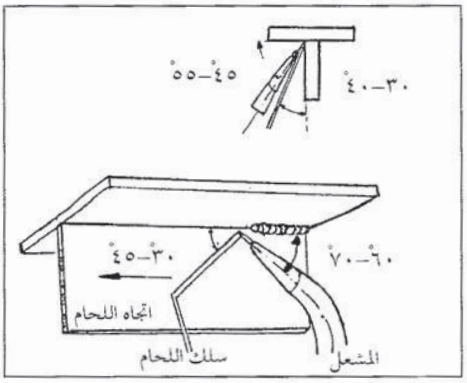
أ - **وصلة تناكبية قائمة مفتوحة**: يوجه مشعل اللحام بحيث يميل بزاوية (٤٥-٥٥°) عن اتجاه خط اللحام، و٩٠° عن كلتا القطعتين، أما سلك اللحام، فيميل بزاوية (٤٥-٥٥°) عن خط اللحام كما يبين الشكل (٦-١٦).

وتستخدم الحركة شبه الدائرية لمشعل اللحام مع تغذية ترددية لسلك اللحام.



الشكل (٦- ١٦) : زوايا ميل مشعل وسلك اللحام في وضع فوق الرأس لوصلة تناكبية قائمة مفتوحة.

ب - **وصلة تعامدية (وصلة T)** : يبين الشكل (٦-١٧) زوايا ميل مشعل اللحام وسلكه أما حركة المشعل فتكون شبه دائرية، مع تغذية ترددية لسلك اللحام.



الشكل (٦ - ١٧) : زوايا ميل مشعل اللحام وسلكه في وصلة T في وضع فوق الرأس.

نشاط (٦ - ١) : عيوب وصلات اللحام

افحص مجموعة من الوصلات الملحومة بالأوكسي أستيلين في أوضاع اللحام المختلفة: (أرضي، عمودي أفقي، وفوق الرأس) سواء أكانت هذه الوصلات ضمن منشآت معدنية ملحومة أم من التمارين العملية المنفذة في مشغل اللحام في مدرستك، واكتب تقريراً يتضمن مقارنة بين هذه الوصلات، من حيث مظهر درزات اللحام الخارجية وشكلها، وعيوب انخفاض التغلغل والتحفير والتراكب، وناقشه مع زملائك.

١ – ارسم شكل حركة مشعل اللحام المستخدمة للحام الوصلة التناكبية في الوضع الأفقي، وبين أهميتها.

٢ – بين كيف يتم تجنب حدوث عيب التحفير في القطعة العمودية عند لحام وصلة تعامدية (وصلةT) في الوضع الأفقي.

٣ – بين مستعيناً بالرسم زوايا ميل مشعل اللحام وسلكه لوصلة تناكبية في الوضع العمودي.

٤ – ما نوع حركة مشعل اللحام المستخدمة في لحام ما يأتي؟

أ – وصلة تناكبية في الوضع الأفقي.

ب – وصلة تعامدية (وصلةT) في الوضع الأفقي.

ج – وصلة تناكبية في وضع فوق الرأس.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الفصل الدراسي الثاني

الوحدة السابعة	تجهيز المكشطة النطاحة

تعدّ المكشطة من آلات التشغيل المهمة، في صناعة القوالب إذ تتوافر لها العديد من الاستخدامات، وتتميز بسهولة تجهيزها وتشغيلها وعدم حاجتها للمراقبة الحثيثة في أثناء التشغيل.

ويتوقع منك بعد دراستك لهذه الوحدة أن تصبح قادراً على أن:

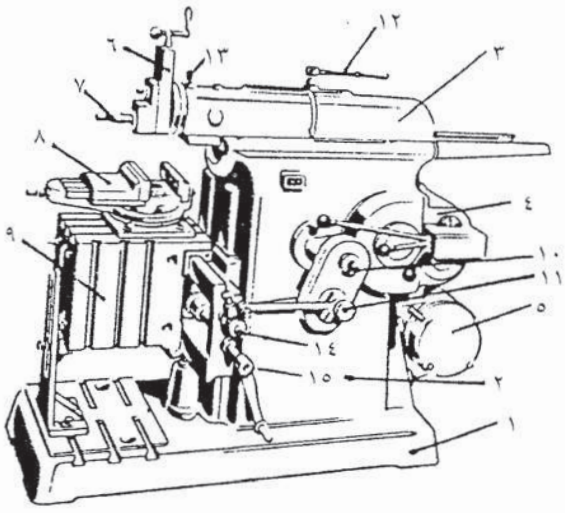
- تميز أجراء المكشطة واستخداماتها.
- تتعرف خطوات تجهيز المكشطة.

أولاً المكشطة النطاحة

تتميز المكشطة من المخرطة بحركة أداة القطع، ففي المكشطة تتحرك سكين الكشط حركة مستقيمة، ترددية، تنطلق من نقطة البداية فتمر على سطح المعدن مزيلة طبقة منه، ويسمى هذا مشوار القطع، ثم تعود ثانية إلي نقطة البداية، ويسمى مشوار العودة، والمشواران معاً يسميان شوطاً، ويمكنك تمييز نوعين من المكاشط: فمنها العمودية التي تتحرك سكين الكشط فيها عمودياً على طاولة الآلة، والمكاشط الأفقية، إذ تتحرك سكين الكشط أفقياً مع سطح طاولة الآلة. كما يمكنك تمييز نوعين من المكاشط الأفقية، حسب أسلوب تحريك النطاحة، وهي المكشطة ذات المحور المرفقي، والمكشطة الهيدرولية إذ تتحرك النطاحة في هذا النوع بوساطة الطاقة الهيدرولية، وستتعرف في هذه الوحدة المكشطة ذات المحور المرفقي:

١ - أجزاء المكشطة النطاحة ذات المحور المرفقي

تتكون المكشطة النطاحة ذات المحور المرفقي من الأجزاء الرئيسة الآتية والمبينة في الشكل (٧-١).



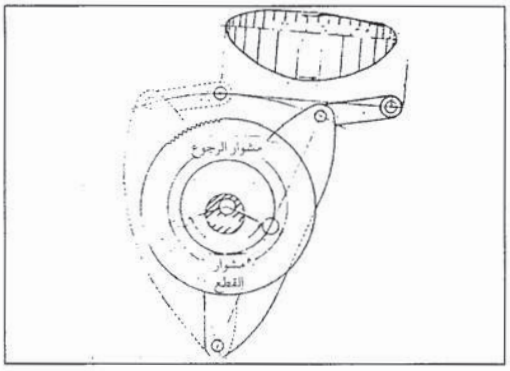
١ – قاعدة الآلة.
٢ – جسم الآلة.
٣ – النطاحة.
٤ – صندوق السرعات.
٥ – المحرك الكهربائي.
٦ – الراسمة.
٧ – مربط أداة القطع.
٨ – الملزمة.
٩ – طاولة الآلة.
١٠ – رافعة تحديد موقع النطاحة.
١١ – آلية التغذية العرضية.
١٢ – رافعة تثبيت طول الشوط.
١٣ – رافعة تحديد طول الشوط.
١٤ – آلية التغذية العرضية.
١٥ – آلية التغذية العمودية.

الشكل (٧ – ١) : أجزاء المكشطة النطاحة.

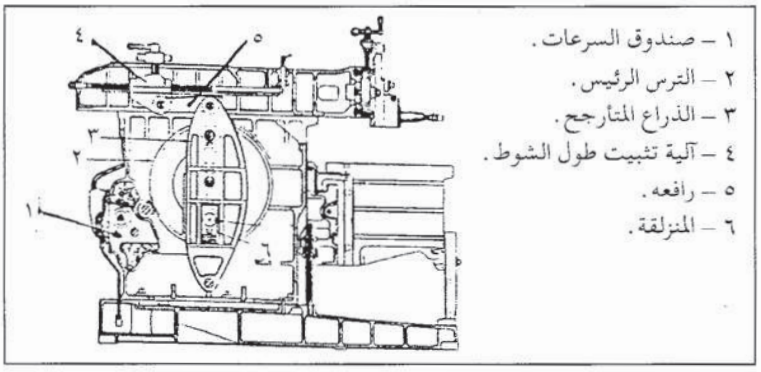
٢ – مبدأ عمل المكشطة النطاحة

عند تشغيل المحرك الكهربائي للمكشطة، تنتقل الحركة الدورانية إلى صندوق السرعات عبر القابض ثم إلى الترس الرئيس كما في الشكل (٧–٢) المثبت إلى مركزه أحد أطراف عمود المرفق، أما الطرف الثاني، فمثبت إلى مركز المنزلقة المثبتة في مجرى الذراع المتأرجح، وعندما يدور الترس الرئيس، فإن عمود المرفق يدور وفقاً له، ويحرك الذراع المتأرجح عبر المنزلقة حركة بندولية عند طرفه الأعلى، فيحرك النطاحة حركة ترددية مستقيمة.

وتقطع المنزلقة في أثناء مشوار القطع مسافة أكبر من المسافة التي تقطعها في أثناء مشوار العودة وتدور المنزلقة (٣٦٠°) في الشوط الواحد منها (٢٢٠°) في مشوار القطع، و (١٤٠°) في مشوار العودة كما في الشكل (٧–٣)، لذلك فإن نسبة سرعة مشوار القطع إلى مشوار العودة هي (٣ : ٢).



الشكل (٧ – ٢) : آلية مبدأ عمل المكشطة النطاحة.



١ – صندوق السرعات.
٢ – الترس الرئيس.
٣ – الذراع المتأرجح.
٤ – آلية تثبيت طول الشوط.
٥ – رافعه.
٦ – المنزلقة.

الشكل (٧ – ٣) : آلية سرعة حركة النطاحة.

ثانياً | استخدامات المكشطة النطاحة

يمكنك أن تجد المكشطة النطاحة في الورش الصغيرة وفي مصانع القوالب لاستخداماتها المميزة، إذ من غير المفضل إجراء الأعمال التي يجب إجراؤها على المكشطة على آلة أخرى، إذ تستخدم عملية الكشط لتسوية السطوح والزوايا والأكتاف وتشكيلها، كما أن المكاشط تزود ببعض الملحقات مثل جهاز التقسيم والجهاز الناسخ لتوسيع استخداماته، فيمكنك بوساطة هذه الملحقات تشغيل السطوح غير المنتظمة.

وقبل أن تبدأ عملية الكشط، عليك القيام بعدة إجراءات حتى تصبح المكشطة جاهزة للتشغيل، هي:

١ - تحديد عناصر القطع

يجب عليك في البداية تحديد عناصر القطع مثل سرعة القطع، وعمق القطع والتغذية، وزمن القطع؛ ثم تتعرف القوى المؤثرة في عملية القطع، حتى تستطيع أن تؤدي العمل المطلوب بطريقة اقتصادية، أي دون الإضرار بأداة القطع أو بالآلة نفسها.

أ - **زمن القطع**: تعلمت أن الشوط في المكشطة يتكون من مشوار القطع ومشوار الرجوع، وأن نسبة سرعة مشوار القطع إلي مشوار الرجوع هي (٣ : ٢)، ويمكنك أيضاً كتابة هذه النسبة على الشكل $\frac{٣}{٥} : \frac{٢}{٥}$ الذي يمكن على أساسه حساب زمن القطع.

مثـال : مكشطة يستغرق شوطها ١٥ ثانية، إحسب زمن القطع وزمن مشوار الرجوع.

الحـل : $١٥ \times \frac{٣}{٥} = ٩$ ثوانٍ يستغرق مشوار القطع.

$١٥ \times \frac{٢}{٥} = ٦$ ثوانٍ يستغرق مشوار الرجوع.

ب - **سرعة القطع**: يمكنك حساب سرعة القطع آخذاً بالاعتبار نسبة سرعة مشوار القطع إلى مشوار الرجوع على الشكل:

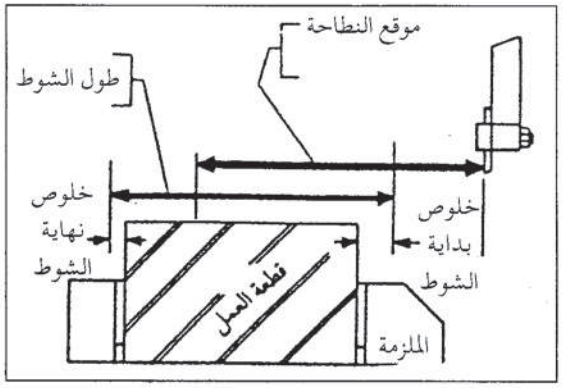
$$\text{سرعة القطع س } \left(\frac{م}{د}\right) = \frac{\text{عدد الأشواط (ن) } \times \text{ طول الشوط (ل) (م)}}{١٠٠٠ \times \frac{٣}{٥}} \quad م / د$$

يمكنك استخراج سرعة القطع من الجدول أما طول الشوط، فهو معروف، ويمكنك حسابه بسهولة، لذا، يجب عليك معرفة عدد الأشواط في الدقيقة لتحقيق السرعة المطلوبة، ومن المعادلة السابقة

فإن: $س = ن \times ل \times \frac{٥}{٣} \times \frac{١}{١٠٠٠}$ ∴ تكون $س = ن \times ل \times \frac{١}{٦٠٠}$

ومنها: $ن = \frac{س \times ٦٠٠}{ل}$ شوط / دقيقة.

ج - **طول الشوط**: يمكنك تحديد طول الشوط أو مشوار القطع بطول السطح الذي تريد قطعه، بالإضافة إلى مسافة ما تتجاوز به أداة القطع السطح المراد تشغيله وتقسم هذه المسافة إلى جزأين الأول قبل الدخول في عملية القطع مقدارها (١٠-١٥)مم، والثاني المسافة التي تقطعها أداة القطع حتى تخرج من نهاية السطح المراد تشغيله ومقدارها (٧-١٠)مم، كما في الشكل (٧-٤)، فيكون طول الشوط كما يأتي:



الشكل (٧ - ٤) : تحديد طول شوط النطاحة.

طول الشوط = طول قطعة العمل (ع)+ خلوص بداية الشوط (خ)+ خلوص نهاية الشوط (خ١)

أو: ل = ع + خ + خ١

= ع + ٧ مم + ١٣مم

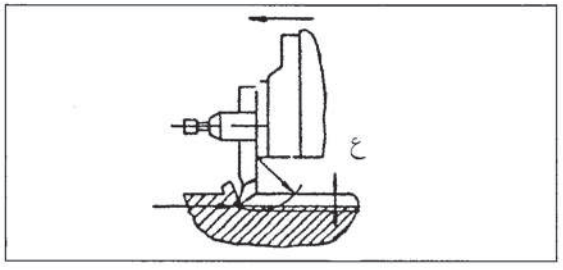
= ع + ٢٠مم.

د - **مقدار التغذية**: يمكنك تحديد مقدار التغذية حسب نوع الكشط المطلوب، ففي حالة الكشط الخشن، تحدد على أساس السرعة في الإنتاج شرط عدم الأضرار بالآلة، أو بأداة القطع أما في حالة كشط التنعيم فيجب اختيار تغذية صغيرة للحصول على سطح ناعم، والجدول (٧-١) يبين نعومة السطح الذي يمكن الحصول عليها مقروناً بمقدار التغذية.

الجدول (٧ - ١) : العلاقة بين نعومة السطح ومقدار التغذية

نعومة السطح	التغذية	
	سرعة القطع (٣ - ٧٠) م/د	سرعة قطع أكبر من ٧٠ م/د
٦ر٣ - ١٢ر٥	٠ر٣ - ٠ر٧	٠ر٤٥ - ٠ر٧
٣ر٢ - ٦ر٣	٠ر١٧ - ٠ر٢٥	٠ر٢٣ - ٠ر٥٤
١ر٦ - ٣ر٢	٠ر١١ - ٠ر٢٥	٠ر١١ - ٠ر٣٨

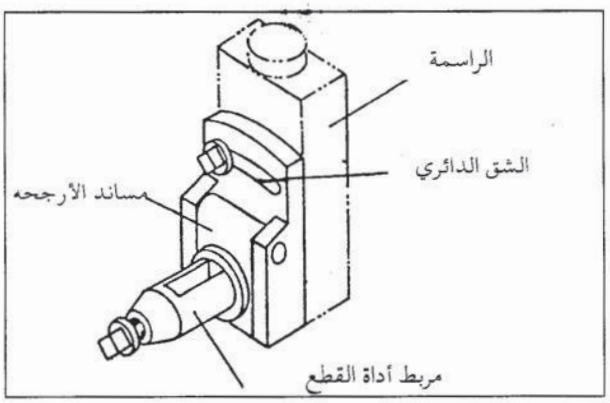
هـ - **عمق القطع**: عمق القطع هو مقدار سمك المعدن المزال بعد شوط القطع، ويقاس عمودياً على سطح المعدن، وهو مقدار (ع) كما في الشكل (٧-٥). ويؤثر عمق القطع سلبياً على مقاومة الآلة وأداة القطع ونعومة السطح.



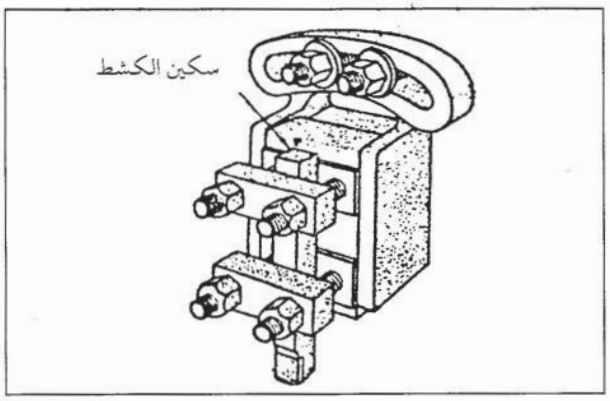
الشكل (٧ - ٥) : عمق القطع في أثناء عملية الكشط.

٢ - طرق تركيب سكين الكشط

يمكنك تمييز طريقتين لربط سكاكين الكشط على المكاشط الأولى بوساطة المربط الدائري ذي الشق كما في الشكل (٧-٦)، إذ يتم إدخال سكين الكشط داخل الشق ثم تشد بوساطة اللولب عند طرف المربط، والثانية بوساطة ربط السكين بقطع معدنية ثم شدها بوساطة اللوالب كما في الشكل (٧-٧).

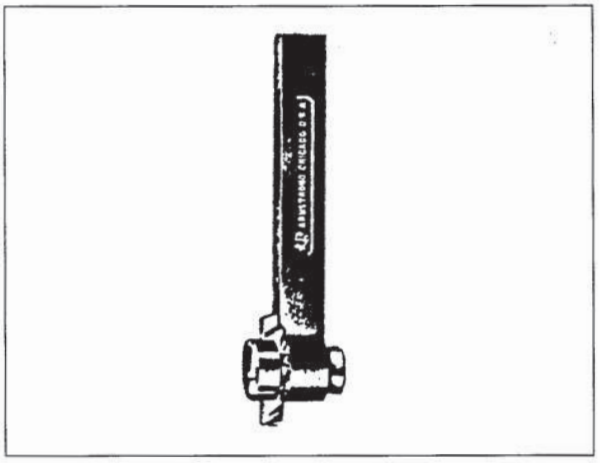


الشكل (٧ - ٦) : مربط سكين الكشط ذي الشق.

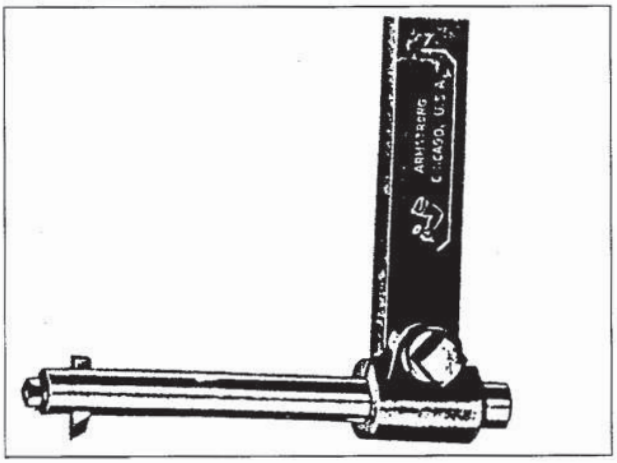


الشكل (٧ - ٧) : مربط سكين كشط.

يمكنك تركيب الأداة مباشرة في المربط كما في الشكل (٧-٦) بوساطة حامل، ويوجد نوعان من الحوامل هما: حامل كشط خارجي كما في الشكل (٧-٨)، وحامل كشط داخلي كما في الشكل (٧-٩).



الشكل (٧ - ٨) : حامل سكين كشط خارجي.



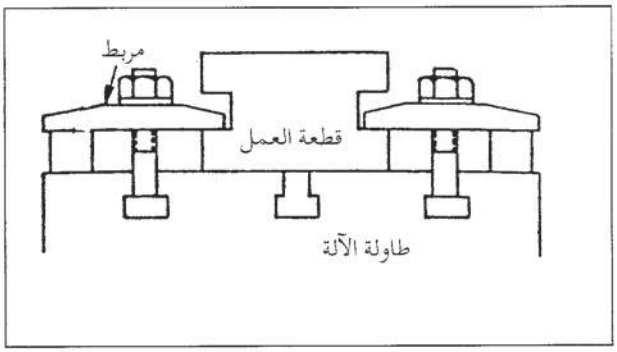
الشكل (٧ - ٩) : حامل سكين كشط داخلي.

٣ - طرائق تركيب قطع العمل

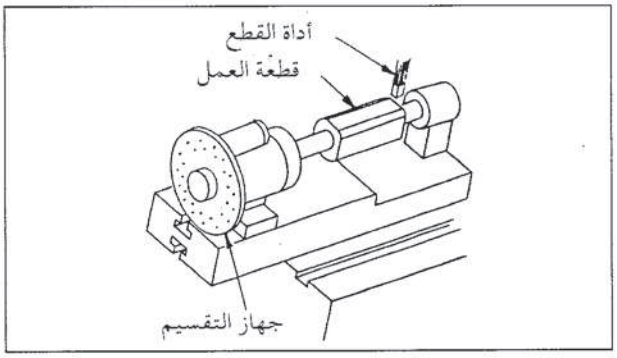
يجب عليك تركيب قطع العمل وربطها ربطاً جيداً للمحافظة على سلامة الآلة وأداة القطع وللحفاظ على دقة قطعة العمل، ويمكنك تركيب قطعة العمل بثلاث طرق، هي:

أ - **مباشرة على طاولة الآلة**، ثم ربطها بوساطة المرابط المخصصة لذلك، كما في الشكل (٧-١٠).

ب - **بوساطة جهاز التقسيم** الذي يستخدم لتشكيل عدة سطوح على زوايا معينة، كما في الشكل (٧-١١).

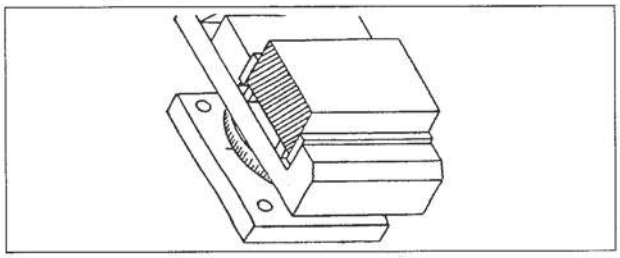


الشكل (٧ - ١٠) : ربط قطعة العمل مباشرة على طاولة الآلة.



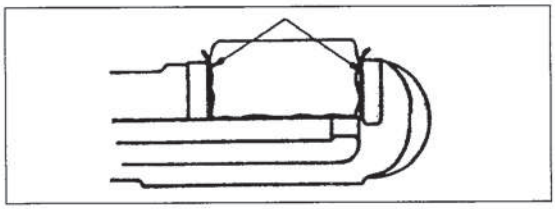
الشكل (٧ - ١١) : ربط قطعة العمل بواسطة جهاز التقسيم.

ج - **بوساطة الملزمة** وهي أكثر طرق الربط شيوعاً، وقد تكون الملازم قابلة للتدوير كما في الشكل (٧-١٢)، كما توجد ملازم بلولبين لتثبيت قطع العمل المسلوبة كما في الشكل (٧-١٣)، وعند تركيب قطع عمل ذات نتوءات، أو غير مستوية السطوح يجب عليك استخدام ورق زجاج عند فكي الملزمة، أو قضبان من معدن خفيف مثل النحاس أو الألومنيوم كما افي الشكل (٧-١٤) للمحافظة علي فكي الملزمة.



الشكل (٧ - ١٢) : ملزمة قابلة للتدوير.

الشكل (٧ - ١٣) : ملزمة بلولبين.



الشكل (٧ - ١٤) : تثبيت قطعة عمل غير منتظمة السطوح بوساطة الملزمة.

أسئلة الوحـدة

١ – اذكر أنواع المكاشط من حيث حركة سكين الكشط.

٢ – اذكر أربعة أجزاء رئيسة للمكشطة.

٣ – اشرح مبدأ عمل المكشطة.

٤ – اذكر ثلاثة استخدامات للمكشطة.

٥ – اذا طلب منك كشط سطح طوله ٢٠٠مم، وعرضه ٢٥٠مم، كشط تخشين بعمق ٤مم، فحدد عوامل القطع الآتية:

سرعة القطع – سرعة المكشطة – عمق القطع – التغذية – طول الشوط.

٦ – قطعة عمل طولها ٣٠٠مم، احسب طول شوط المكشطة اللازم لتشغيل سطحها.

٧ – اذكر طرق تركيب سكاكين الكشط على المكشطة.

٨ – اذكر خطوات تجهيز المكشطة.

الوحدة الثامنة	كشط السطوح المنبسطة والزاوية

تعلمت في الوحدة السابقة خطوات تجهيز المكشطة للعمل، وسوف تتعلم في هذه الوحدة خطوات إجراء عمليات الكشط المختلفة.

ويتوقع منك بعد دراستك لهذه الوحدة أن تصبح قادراً على أن:

- تميز أدوات القطع المستخدمة على المكشطة النطاحة
- تحدد خطوات كشط السطوح المنبسطة والأفقية والعمودية والزاوية.

أولاً أدوات القطع المستخدمة على المكشطة

تشبه أدوات القطع المستخدمة على المكشطة تلك المستخدمة على المخرطة، فهي ذات حد قطع واحد، ويمكن أن تكون سكين كاملة أو لقمة تركب بوساطة حامل.

١ - تصنيف أدوات القطع

تصنف أدوات القطع حسب:

أ - **معدنها**: وتصنع أدوات القطع من المعادن الآتية:

١ ـ فولاذ عالي الكربون: وتستخدم أدوات القطع المصنعة من الفولاذ عالي الكربون في تشكيل السطوح عندما تكون قطع العمل من المعادن الخفيفة.

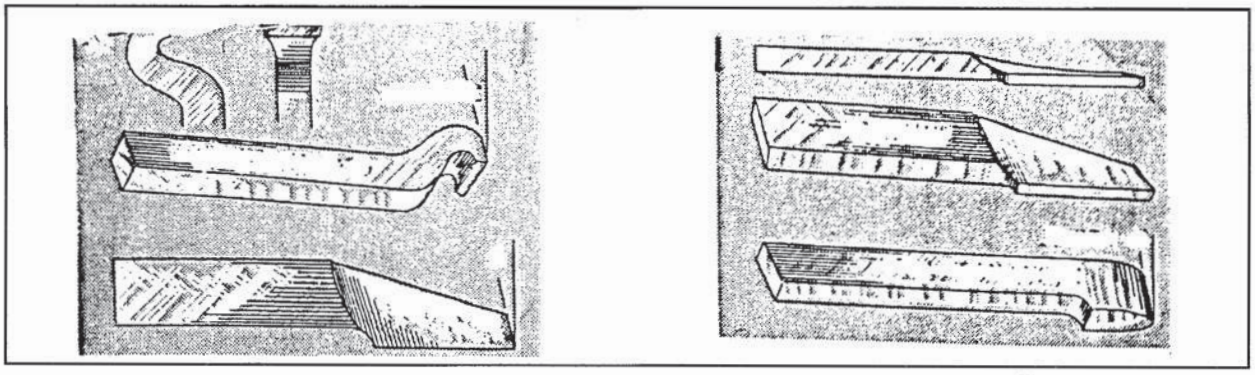
٢ ـ فولاذ السرعات العالية: تستخدم عندما يكون معدن قطعة العمل من الفولاذ الكربوني أو حديد الزهر.

٣ ـ المعدن القاسي الفيديا (الكربيدات): وتصنع على شكل قطع صغيرة، تثبت على طرف الأداة وتستخدم عندما يكون معدن قطعة العمل من الفولاذ السبائكي أو مصلداً سطحياً.

٤ ـ الماس الصناعي: وهو من أكثر المعادن صلادة، ويستخدم عندما يكون معدن قطعة العمل من الفولاذ السبائكي أو الفولاذ المصلد ويصنع على شكل قطع صغيرة كما في حالة الفيديا ويثبت على طرف أداة القطع.

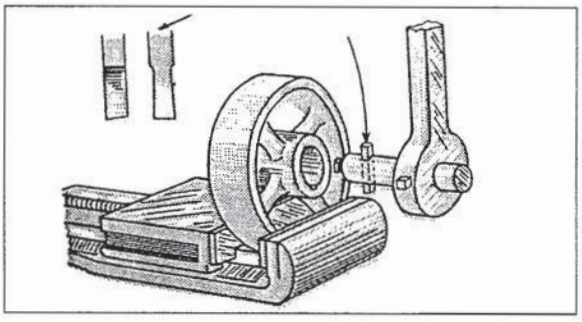
ب - **حسب استخدامها** : يمكنك تمييز نوعين حسب طريقة الاستخدام، هما :

١ . سكاكين الكشط الخارجي : ويمكن أن تكون سكاكين كاملة أو لقماً تركب بوساطة حوامل تختلف حسب العمل المطلوب فمنها ما هو مخصص لكشط السطوح المستوية الأفقية، ومنها ما هو مخصص للسطوح العمودية أو لفتح المجاري كما في الشكل (٨-١) .



الشكل (٨ - ١) : سكاكين الكشط الخارجي .

٢ . سكاكين الكشط الداخلي : تكون غالباً لقماً من فولاذ السرعات العالية أو الفيديا مجهزة حسب القطع المطلوب، وتركب على المكشطة بوساطة حامل للكشط الداخلي كما في الشكل (٨-٢) .



الشكل (٨ - ٢) : سكاكين الكشط الداخلي .

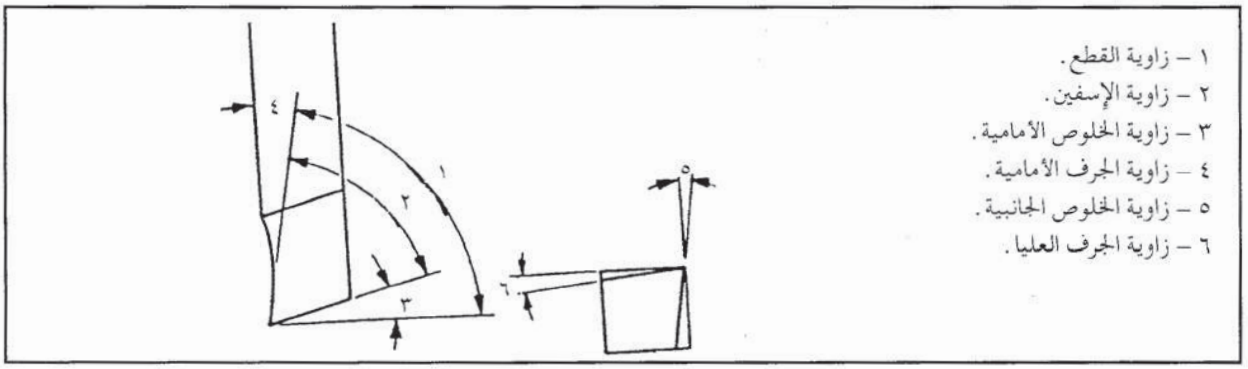
ج - **حسب نعومة السطح** : يمكنك تمييز نوعين من السكاكين حسب نعومة السطح ويختلفان من حيث زوايا تجليخ السكين، هما :

١ . سكين تنعيم : وتخصص لقطع (إزالة) كمية قليلة من المعدن في كل شوط، وتركب بعد سكين التخشين .

٢ . سكين تخشين : تركب في بداية التشغيل، لإزالة كمية كبيرة من من المعدن في كل شوط .

٢ - زوايا قطع سكاكين الكشط

تجهيز أدوات القطع يعني تجليخ هذه الأدوات، بهدف ضبط حوافها وزواياها، لكي تصبح مناسبة للعمل المطلوب إنجازه، ويبين الشكل (٨-٣) زوايا أداة القطع :



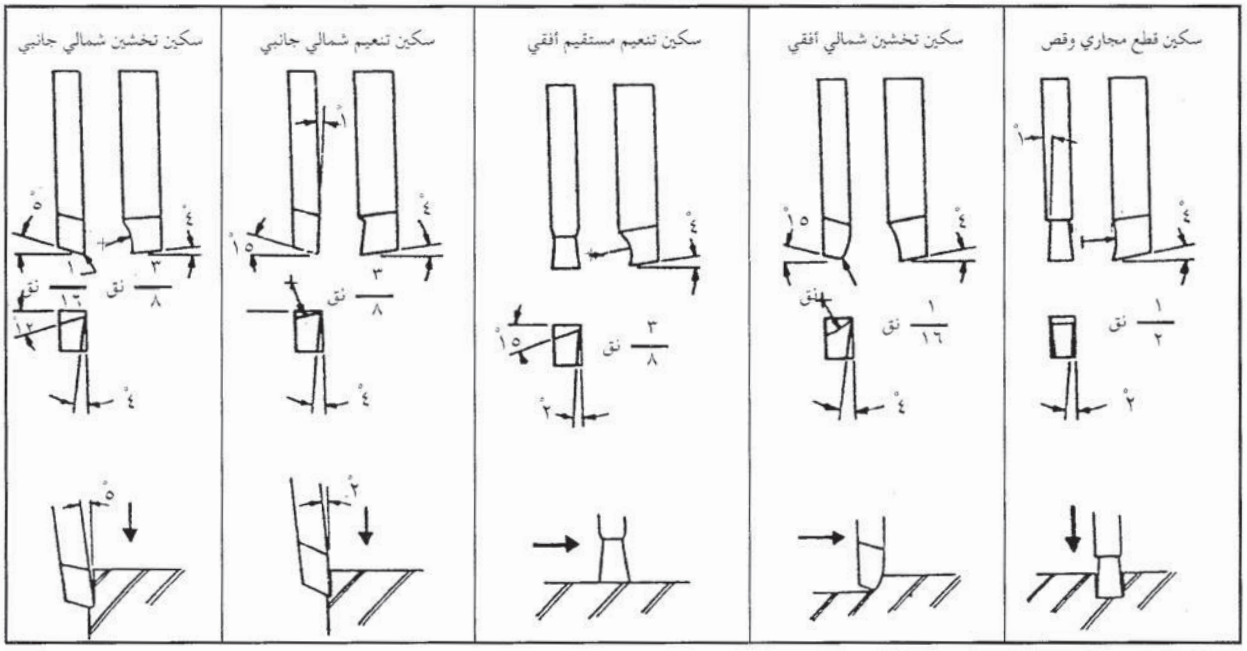
الشكل (٨ – ١) : زوايا سكاكين الكشط.

تتأثر عملية القطع بزوايا الأداة من حيث ما يأتي :

أ – تتعرض السكين إلى عزم ثني وانحناء، وتؤدي زيادة العزم إلى اهتزاز السكين في أثناء القطع وإلي عدم دقة القطع.

ب – زيادة الحرارة الناشئة عن عملية القطع بسبب زيادة الاحتكاك.

ج – شكل الرايش وحجمه.



الشكل (٨ – ٤) : أنواع سكاكين الكشط.

الأسئلة :

١ – عدد المعادن التي تصنع منها أدوات القطع.

٢ – عدد أنواع أدوات القطع المستخدمة على المكشطة من حيث نعومة السطح الناتج بعد التشغيل.

٣ – وضح تأثيرات زوايا القطع غير الملائمة لعملية الكشط.

٣ – أثر عمق القطع على عملية الكشط

تعلمت سابقاً أنّ عمق القطع هو سمك المعدن الذي تتم إزالته في شوط واحد. ويضبط بوساطة ذراع راسمة رأس المكشطة العمودية، وزيادة عمق القطع يؤثر في عملية الكشط على النحو الآتي:

أ – زيادة الإجهادات التي تتعرض لها الآلة وأداة القطع.

ب – درجة نعومة السطح الذي يتم تشغيله، فكلما زاد عمق القطع، زادت خشونة السطح بعد التشغيل.

ج – عمر أداة القطع نتيجة تعرض حدود القطع للاحتكاك الشديد.

د – زيادة درجة الحرارة في منطقة القطع، نتيجة الضغط والاحتكاك.

هـ – زيادة مقاومة قوة القطع وخاصة في بداية القطع (بداية دخول أداة القطع في المعدن) التي قد تصل إلى حد كافٍ لكسر أداة القطع.

٤ – خطوات التشغيل السليم والمأمون للمكشطة

عند تشغيلك للمكشطة، يجب اتباع الخطوات الآتية:

أ – تأكد من أنك تعرف جيداً تشغيل الآلة.

ب – ركب أداة القطع، ثم ثبتها جيداً.

ج – اضبط رأس المكشطة على الزاوية الصحيحة.

د – اضبط طول الشوط المطلوب.

هـ – اضبط موقع النطاحة حسب موقع قطعة العمل.

و – اضبط ارتفاع قطعة العمل بالنسبة لأداة القطع.

ز – اضبط بداية السطح المراد تشغيله بالنسبة لقطعة العمل.

ح – اضبط عمق القطع المطلوب.

ط – تأكد من عدم وجود أية عوائق أمام حركة النطاحة.

ي – شغل الآلة وراقبها جيداً.

ك – أزل الرايش عند الحاجة باستخدام فرشاة خاصة.

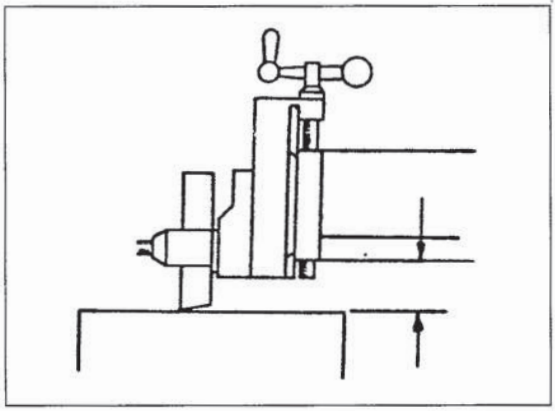
ثانياً | خطوات كشط السطوح المنبسطة والزاوية

هناك نوعان من عمليات كشط السطوح المنبسطة طبقاً لوضعيها الأفقي أو العمودي على النحو الآتي:

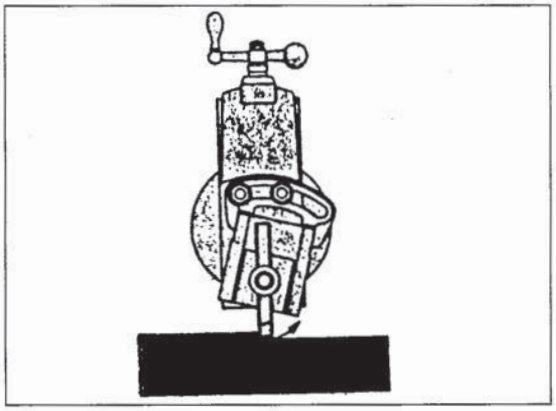
١ - خطوات كشط السطوح الأفقية

يقصد بالسطوح الأفقية السطوح الموازية لسطح طاولة المكشطة قبل عملية التشغيل، وعندما تريد كشط مثل هذه السطوح، عليك اتباع الخطوات الآتية:

- التأكد من نظافة سطوح قطعة العمل من الزيوت أو لشحوم، وعدم وجود الرايش أو الشوائب الناتجة من عملية السكب، وعند وجودها يجب إزالتها بوساطة التجليخ أو البرد.
- تنظيف أدوات ربط قطعة العمل (المرابط، الملزمة، جهاز التقسيم) ثم تأكد من نظافة طاولة المكشطة.
- ربط قطعة العمل بالطريقة المناسبة ربطاً جيداً.
- اختيار أداة القطع المناسبة لنوع القطع ومعدن قطعة العمل وتثبيتها مع مراعاة أن يكون بروز أداة القطع مناسباً كما في الشكل (٨-٥).



الشكل (٨ - ٥) : بروز سكين الكشط من الحامل.



الشكل (٨ - ٦) : تمييل مربط السكين.

- تمييل مربط رأس المكشطة قليلاً بعيداً عن السطح المراد تشغيله، لتجنيب الحد القاطع الاحتكاك بقطعة العمل في أثناء مشوار الرجوع كما في الشكل (٨-٦) على أن تبقى أداة القطع عمودية على سطح قطعة العمل.
- تحريك طاولة الآلة حتى يصبح السطح المراد تشغيله في موازاة الحد القاطع للسكين.
- اختيار سرعة القطع المناسبة ثم حساب عدد الأشواط، وتحديد عوامل القطع الأخرى مثل التغذية وعمق القطع.

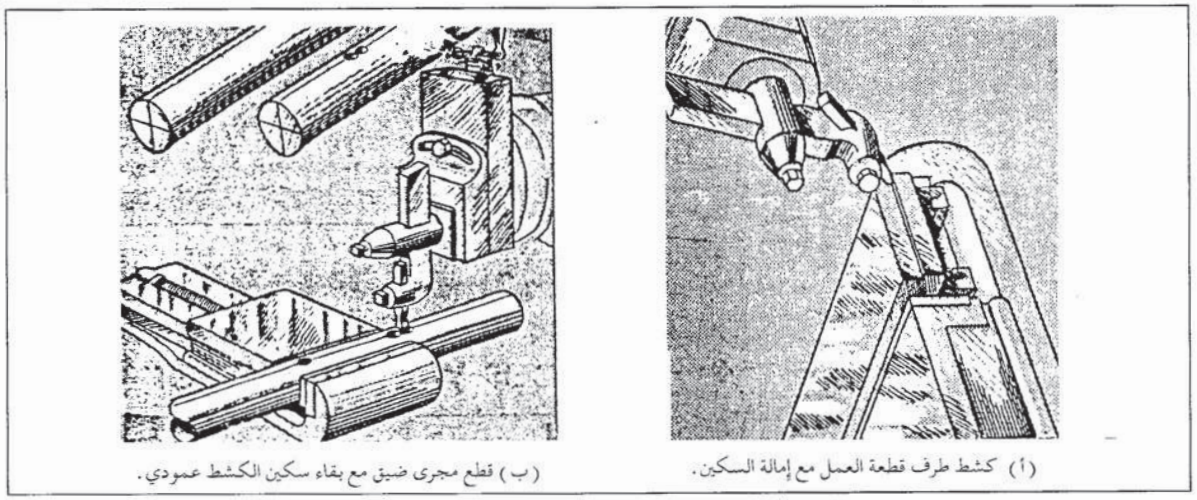
- حساب طول الشوط المناسب ثم ضبطه.
- ضبط مكان النطاحة بالنسبة لقطعة العمل.
- إبعاد أداة القطع عن بداية حافة السطح المراد تشغيله أفقياً مسافة ٥ر١مم بتحريك طاولة الآلة.
- ضبط عمق القطع عن طريق ذراع الراسمة العامودية ببطء وحذر.
- تشغيل الآلة عن طريق ذراع القابض.
- بدء التغذية الأفقية اليدوية التدريجية عند نهاية مشوار الرجوع، وإيقاف الآلة بعد أربعة أشواط أو خمسة، وتفحص قطعة العمل. ثم إعادة ضبط الآلة إذا كان ذلك ضرورياً.
- إعادة تشغيل الآلة ثم توصيل التغذية الآلية، وفصل التغذية وإيقاف الآلة عند خروج السكين من الطرف الآخر للسطح.

٣ - خطوات كشط السطوح العمودية

يقصد بالسطوح العمودية: السطوح العمودية عى طاولة العمل، إذ يستخدم الكشط العمودي عادة عند كشط مجرى قطع العمل أو كتفها أو طرفها، وعندما تريد كشط السطوح العمودية، عليك اتباع الخطوات الآتية:

- تخطيط قطعة العمل وتحديد السطح المطلوب إزالته.
- التأكد من نظافة سطوح قطعة العمل، ثم تثبيتها جيداً بالطريقة المناسبة.
- رفع حامل أداة القطع إلي الحد المناسب والمأمون.
- اختيار أداة القطع للعمل المطلوب ثم تثبيتها في مربط الأداة بوساطة الحامل.

تمييل مربط السكين بزاوية (١٥°-٢٠°). أما في حالة قطع المجاري الضيقة، فيجب أن يبقى سكين الكشط عمودياً كما في الشكل (٨-٧).



(أ) كشط طرف قطعة العمل مع إمالة السكين.

(ب) قطع مجرى ضيق مع بقاء سكين الكشط عمودي.

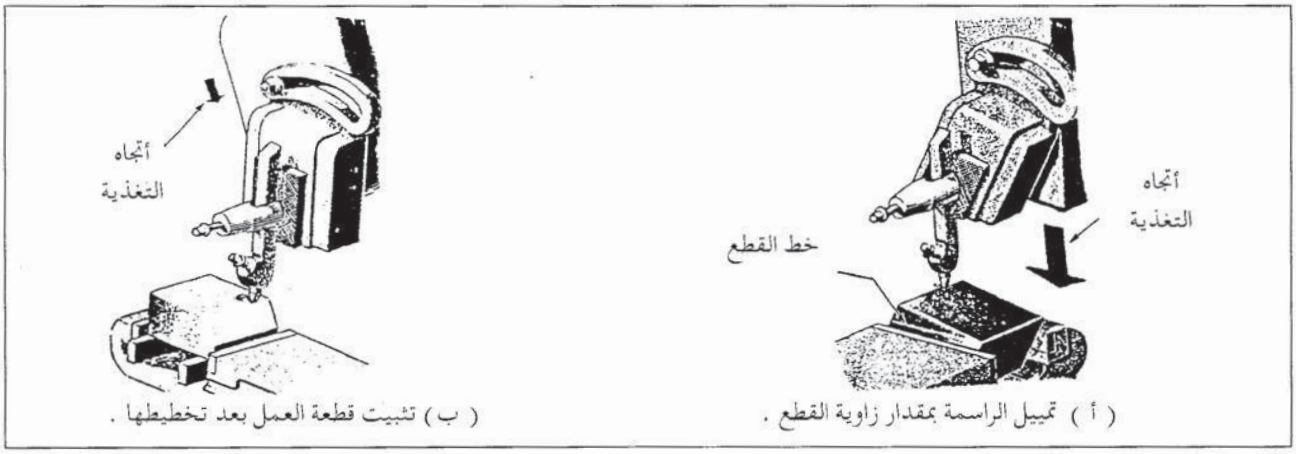
الشكل (٨ - ٧) : قطع السطوح العمودية.

- تحريك طاولة العمل عمودياً بحيث يصبح السطح المراد قطعه موازياً لحركة القطع.
- حساب طول الشوط ثم ضبطه.
- ضبط وضع القطع بتقديم النطاحة بوساطة الذراع المخصص لذلك، حتى تصبح السكين على بعد ٧مم من حافة سطح قطعة العمل المراد قطعه.
- ضبط عمق القطع على ما يقارب (٠ر٠٥)مم.
- تقريب قطعة العمل من أداة القطع، ثم ضبط موازاتها.
- اختيار سرعة القطع المناسبة، ثم حساب عدد الأشواط المناسبة.
- تشغيل الآلة، ثم إيقافها بعد أول قطع.
- تفحص مكان القطع، ثم إجراء الضبط اللازم، إذا كان ذلك ضرورياً.
- تنزيل أداة القطع بوساطة ذراع التغذية العمودية مسافة ١ر٠مم، ثم تشغيل الآلة.
- تكرار الخطوة السابقة حتى نهاية عمق القطع.

٤ - خطوات كشط السطوح الزاوية

تشكل السطوح الزاوية إما زاوية حادة أو منفرجة مع طاولة العمل، وقد تكون بشكل كتف على سطح قطعة العمل، أو بشكل حافة، لذا عندما تريد كشط سطح زاوية، عليك اتباع الخطوات الآتية:

- تخطيط قطعة العمل، وتحديد السطح وسمك المعدن المطلوب إزالته.
- تنظيف قطعة العمل ثم تثبيتها على الملزمة أو طاولة العمل، على أن يكون السطح المراد إزالته أفقياً أو عمودياً كما في الشكل (٨-٨/أ،ب)، وتمييل الراسمة بمقدار زاوية ميل السطح المراد تشغيله.



(أ) تمييل الراسمة بمقدار زاوية القطع.

(ب) تثبيت قطعة العمل بعد تخطيطها.

الشكل (٨ - ٨): تثبيت قطعة العمل.

- ضبط أداة القطع بمقدار ميل زاوية السطح المراد تشغيله.
- تمييل مربط الأداة بعيداً عن السطح المراد تشغيله بمقدار (١٥°-٢٠°).
- إتباع خطوات الكشط للسطوح الأفقية أو العمودية السابقة حسب وضع السطح المراد تشغيله.

٥ - خطوات خدمة الكشط

بعد أن تنهي عملك على المكشطة، وللحفاظ على سلامتك وسلامة زملائك وسلامة وجاهزية الآلة، يجب عليك اتباع الخطوات الآتية:

أ - تنظيف الآلة جيداً من الرايش، بوساطة فرشاة مناسبة، ثم تنظيف محيط العمل.

ب - تجفيف الآلة ومحيط العمل من الزيوت المنسكبة في أثناء التشغيل.

جـ - فك أداة القطع وأدوات ربط قطع العمل وتنظيفها جيداً ثم مسحها بوساطة قطعة قماش مبللة بالزيت وحفظها في مكانها المخصص.

د - تزييت المجاري والواجهات بوساطة المزيتة.

هـ - تفقد زيوت صندوق السرعات، وخزان زيت التشحيم المركزي، وإضافة الكمية المناسبة إذا كان ذلك ضرورياً.

و - مسح بوساطة قطعة قماش مبللة بالزيت أو بوساطة الزيت المضغوط (Spray) السطوح المعدنية (غير المدهونة).

أسئلة الوحـدة

١ – عدد خمسة أجزاء للمكشطة.

٢ – أي الأعمال على المكشطة يجب عدم إمالة حامل أداة القطع عند إدائها.

٣ – عدد المعادن التي تصنع منها أدوات القطع المستخدمة على المكشطة.

٤ – عدد زوايا أدوات القطع المستخدمة على المكشطة وارسمها.

٥ – علل إمالة حامل السكين باتجاه معاكس للسطح المراد كشطه.

٦ – احسب عدد الأشواط اللازمة لكشط سطح من الفولاذ طوله ٨٩مم، بسرعة قطع مقدارها ٢ر١٥(م/د).

٧ – عدد خطوات كشط السطوح العمودية.

٨ – اذكر خطوات كشط السطوح الزاوية.

٩ – عدد خطوات خدمة المكشطة.

الوحدة التاسعـة	لحام المعادن الحديدية بالقوس الكهربائي في وضع فوق الرأس.

درست سابقاً اللحام في الأوضاع: الأرضي والأفقي والعمودي، وستدرس في هذه الوحدة الوضع الرئيس الرابع من أوضاع اللحام بالقوس الكهربائي، وهو اللحام في وضع فوق الرأس، إذ يعد هذا الوضع أكثر أوضاع اللحام صعوبة، ويتطلب إتقانه مهارات عالية لعامل اللحام، وباتقانك للحام في هذا الوضع، تكون قد سيطرت على أوضاع اللحام، ويمكنك القيام بمعظم الواجبات المطلوبة من عامل اللحام في ميادين العمل، وهذا ما يهيء لك فرص عمل كثيرة بشروط جيدة عند التحاقك بسوق العمل.

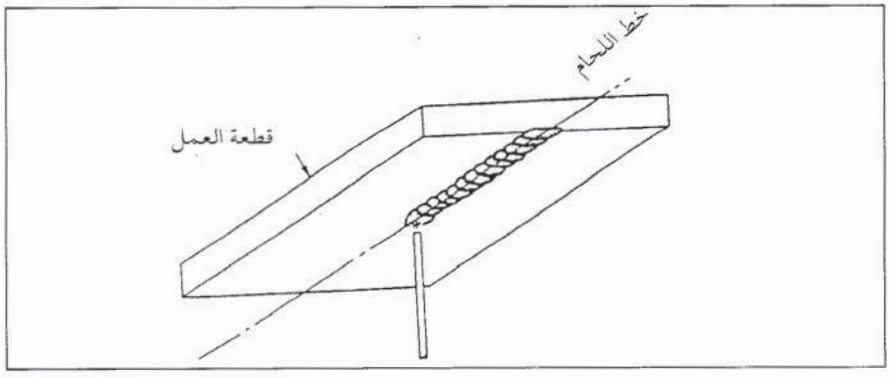
فما المقصود باللحام في وضع فوق الرأس؟ وما خصائصه؟ وكيف يمكن التغلب على صعوباته؟ هذا ما ستعرفه في هذه الوحدة.

ويتوقع منك بعد دراستها أن تصبح قادراً على أن:

- تحدد خصائص اللحام بالقوس الكهربائي في وضع فوق الرأس.
- تبين العوامل المؤثرة في التحكم في بركة الصهر في اللحام بالقوس الكهربائي في وضع فوق الرأس.
- تحدد زوايا ميل الألكترود وحركته في اللحام بالقوس الكهربائي في وضع فوق الرأس.

أولاً | اللحام بالقوس الكهربائي في وضع فوق الرأس

يعرف وضع لحام فوق الرأس بأنه الوضع الذي تكون فيه قطعة العمل في مستوى أعلى من مستوى رأس عامل اللحام، وفي وضع أفقي، أي موازٍ للمستوى الأرضي ويكون خط اللحام في الجهة السفلى من قطعة العمل كما يبين الشكل (٩-١).



الشكل (٩ - ١) : اللحام في وضع فوق الرأس.

ونظراً لصعوبة اللحام في وضع فوق الرأس، والعيوب التي يمكن أن تظهر في الوصلات الملحومة فإن استخداماته تقتصر على الحالات التي لا يمكن فيها تحريك قطعة العمل ولحامها في أوضاع اللحام الأخرى،

ويتركز اللحام في وضع فوق الرأس في أعمال الصيانة، وفي أعمال اللحام للمنشآت المعدنية الثابتة، وفي لحام خطوط الأنابيب.

وتنشأ صعوبة اللحام في هذا الوضع عن عاملين رئيسين، هما:

١ - الوضع غير المريح لعامل اللحام

واضطراره لرفع يديه، والنظر للأعلى في أثناء عملية اللحام، وتعرضه للشرر المتساقط على أجزاء جسمه، وبخاصة الرأس والوجه.

ولتخفيف هذه الصعوبة، يراعى ما يأتي:

أ - عدم الوقوف تحت خط اللحام مباشرة لتجنب التيار المباشر للشرر الناتج من اللحام.

ب - التقيد الدقيق بارتداء ملابس الحماية الشخصية في أثناء عملية اللحام، كما يبين الشكل (٩-٢) والتأكد من عدم وجود جيوب أو ثنيات في هذه الملابس يمكن أن يتساقط فيها الشرر.

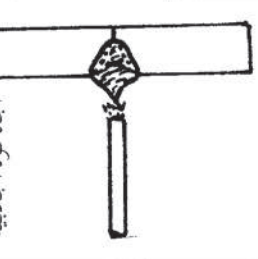
١ - خوذة اللحام.
٢ - كبل اللحام.
٣ - جاكيت جلد بأكمام.
٤ - مريول جلد.
٥ - كفوف جلد.
٦ - مقبض اللحام.
٧ - الكترود اللحام.

الشكل (٩ - ٢) : ملابس الحماية الشخصية في أثناء عملية اللحام.

ج - حمل الكبل على الكتف، كما يبين الشكل (٩-٢)، مع تدلي جزء منه أمام عامل اللحام، وذلك لتخفيف وزن الجزء المؤثر على يده، وهذا ما يسمح له بحرية الحركة وعدم التعب السريع، وعند اللحام في الأماكن المرتفعة، يربط كبل اللحام على أحد عناصر الإنشاء الثابتة، لأن سقوطه المفاجئ قد يتسبب في سقوط عامل اللحام الذي يمسك في مقبض اللحام.

٢ - تأثير قوة الجاذبية الأرضية على بركة الصهر الصهر

وجذبها للمعدن المنصهر، وهذا قد يؤدي إلى انسيابه للأسفل وعدم تحقيق التغلغل المطلوب كما يبين الشكل (٩-٣)، إضافة إلى إمكانية تساقط المعدن المنصهر، وظهور عيوب في خط اللحام الناتج، كانحباس الخبث والمسامات الغازية.



الشكل (٩ - ٣) : تأثير الجاذبية الأرضية لحام فوق الرأس.

ويمكن التغلب على صعوبة اللحام في وضع فوق الرأس والناتجة من الجاذبية الأرضية، بالمحافظة على بركة الصهر صغيرة نسبياً، ويتم ذلك بما يأتي:

أ – استخدام ألكترود لحام بقطر صغير، وتستخدم عادة أقطار ٢٫٥، ٣,٢٥ وبحد أقصى ٤مم.

ب – معايرة شدة التيار وفق أقل قيمة ممكنة مناسبة لقطر الألكترود المستخدم لتخفيف معدل الانصهار.

ج – المحافظة علي طول قوس لحام قصير.

د – توجيه ألكترود اللحام بزوايا ميل مناسبة، كي تعاكس قوة قوس اللحام المتولد تأثير الجاذبية الأرضية.

هـ – استخدام ألكترودات اللحام المناسبة لوضع فوق الرأس، وتستخدم عادة ألكترودات E6010 وE6011، وهي مناسبة لأوضاع اللحام كلها. وتمتاز بسرعة تجمدها، وتعطي اللحام تغلغلاً جيداً.

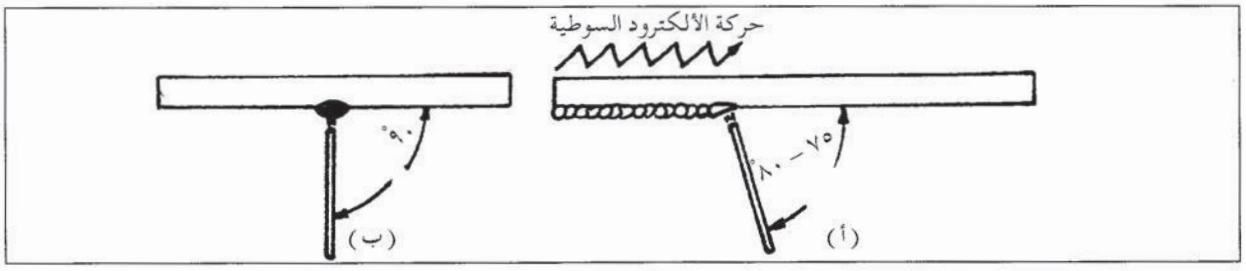
و – استخدام القطبية المعكوسة التي يكون فيها ألكترود اللحام موصولاً مع القطب الموجب، وتكون قطعة العمل موصولة مع القطب السالب في آلة اللحام ذات التيار المستمر، وهذا ما يؤدي إلى تركيز الحرارة المتولدة على إلكترود اللحام، إذ من المعروف أن $\frac{٢}{٣}$ كمية الحرارة تكونان عند القطب الموجب، ويؤدي هذا التوزيع للحرارة إلى إحداث تغلغل جيد في المعدن الملحوم مع بركة صهر صغيرة وسريعة التجمد.

ثانياً | زوايا ميل الألكترود وحركته

تختلف زوايا ميل الألكترود وحركته في وضع لحام فوق الرأس حسب نوع الوصلة الملحومة وترتيب خط اللحام في حالة الوصلة متعددة خطوط اللحام، ونستعرض فيما يأتي زوايا ميل الألكترود وحركته في وصلاتٍ وخطوط لحام مختلفة.

١ – لحام سطحي

في حالة خط اللحام السطحي، يميل ألكترود اللحام بزاوية (٧٥–٨٠°) باتجاه خط اللحام، ويشكل زاوية قائمة مع سطح قطعة العمل كما يبين الشكل (٩–٤)، أما حركة الألكترود، فتكون حركة سوطية كما هو مبين في الشكل نفسه.



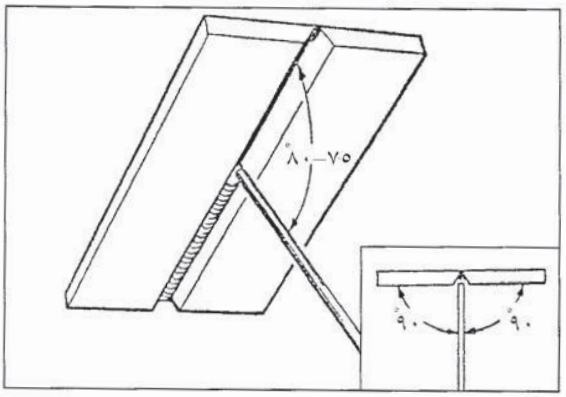
الشكل (٩ – ٤) : زوايا ميل الألكترود وحركته في خط اللحام السطحي.

٢ - لحام وصلة تناكبية بشطفة (V) مفردة

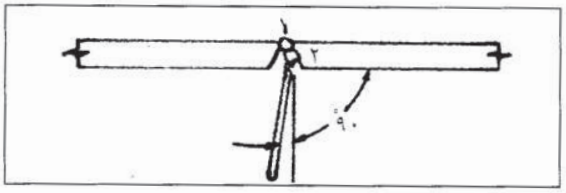
عند لحام الخط الأول (خط الجذر) تكون زاوية ميل الألكترود (٧٥-٨٠°) باتجاه خط اللحام، و٩٠° درجة مع سطح قطعة العمل كما يبين الشكل (٩-٥).

أما في لحام الخط الثاني (خط تعبئة)، فيتم استخدام زاوية ميل الألكترود (٧٥-٨٠°) نفسها باتجاه خط اللحام، مع إمالة الألكترود نحو سطح الشطف لإحدى القطعتين، بحيث يشكل مع القطعة زاوية تزيد على ٩٠° درجة بقليل، لتركيز الحرارة على السطح المشطوف أكثر من تركيزها على خط لحام الجذر كما هو مبين في الشكل (٩-٦) وتستمر عملية لحام الخطوط مع إمالة الألكترود حسب موضع الخط، إلى أن تتم تعبئة الوصلة.

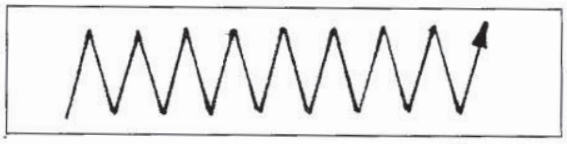
أما حركة الألكترود فتكون حركة مستقيمة سوطية لخطوط لحام الجذروالتعبئة وأما خط لحام التغطية، فتستخدم فيه حركة تموجية مستقيمة عرضية كما يبين الشكل (٩-٧).



الشكل (٩-٥): زوايا ميل الألكترود في لحام خط الجذر لوصلة تناكبية.

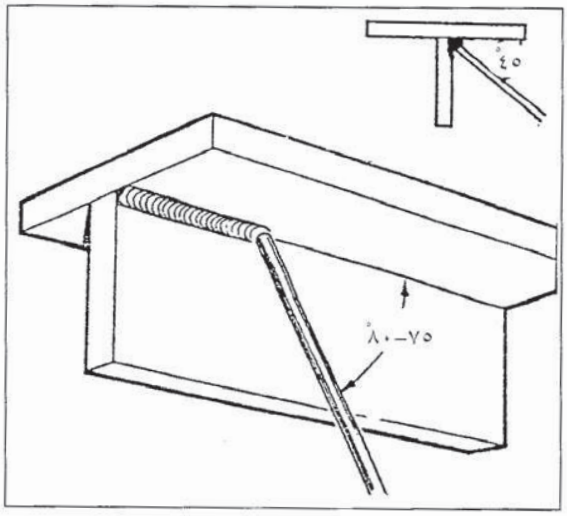


الشكل (٩-٦): لحام لخط الثاني (التعبئة) في الوصلة التناكية


الشكل (٩-٧): حركة تموجيه مستقيمة.

٣ - لحام وصلة T

في وضع لحام فوق الرأس لوصلة T تكون إحدى القطعتين أفقية والأخرى عمودية، ويتم لحام خط الجذر بتوجيه إلكترود اللحام بزاوية (٧٥-٨٠°) باتجاه خط اللحام، وبزاوية (٤٥°) عن كلتا قطعتي وصلة اللحام كما يبين الشكل (٩-٨). أما لحام الخط الثاني (خط تعبئة) فيرسب على القطعة العمودية أسفل خط الجذر، مع توجيه ألكترود اللحام ليميل بزاوية (٧٥-٨٠°) عن اتجاه خط اللحام كما في لحام خط الجذر، ويشكل زاوية (٥٠-٥٦°) مع القطعة العمودية

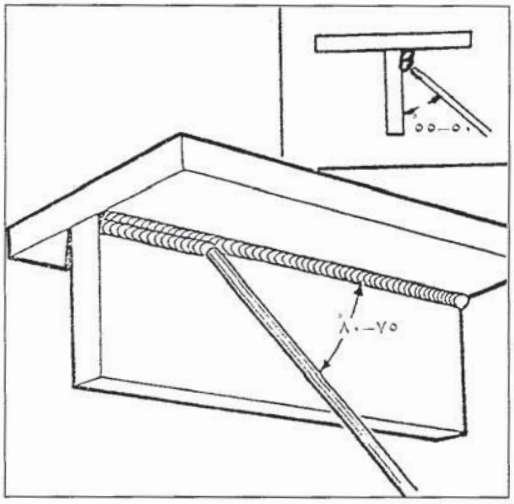


الشكل (٩ - ٨) : زوايا ميل الألكترود في لحام وصلة T في وضع فوق الرأس / الخط الأول (خط الجذر).

أسفل خط اللحام كما يبين الشكل (٩-٩)، وهذا يساعد على تركيز حرارة القوس على القطعة العمودية.

ويرسب خط اللحام الثالث فوق خط الجذر على القطعة الأفقية بتوجيه الألكترود ليصنع زاوية ميلان عن اتجاه خط اللحام (٧٥-٨٠°)، وزاوية (٣٥-٤٠°) عن القطعة العمودية، وهذا يساعد على تركيز حرارة القوس باتجاه القطعة العمودية.

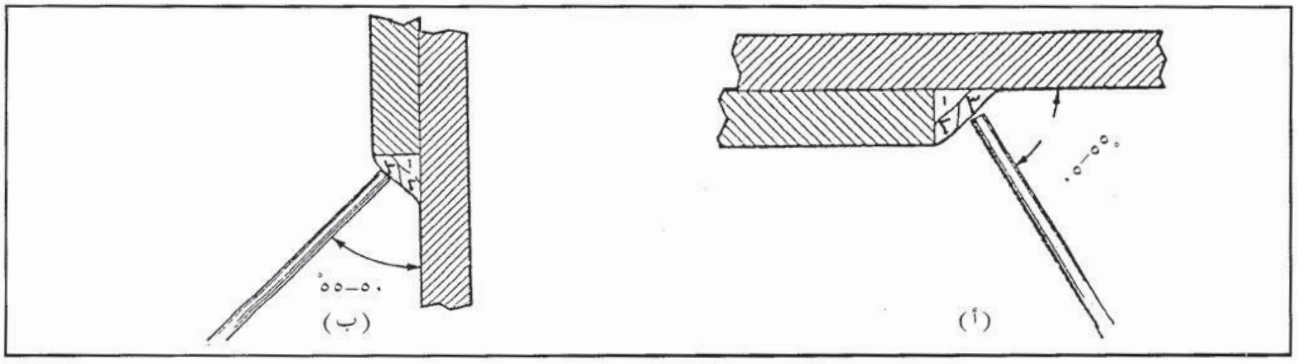
وتستخدم حركة ألكترود مستقيمة سوطية أو تموجية (ترددية) قليلة العرض للحام خط الجذر وخطوط التعبئة، أما إذا لزم خط للتغطية، فتستخدم له حركة ألكترود تموجية عريضة.



الشكل (٩- ٩) : زوايا ميل الألكترود عند لحام الخط الثاني.

٤ - لحام وصلة انطباقية (تراكبية)

لا تختلف عملية لحام هذه الوصلة عن لحام وصلة T، ولكن يوجد وضعان للقطعتين المشكلتين لوصلة T، أن تكون القطعتان في وضع عمودي أو في وضع أفقي، ولا تختلف زوايا ميل الألكترود في الحالتين، إلا أنه يجب تعديل زاوية ميل الألكترود عند ترسيب خط اللحام القريب من الحافة لتجنب صهرها، ويبين الشكل (٩-١٠ /أ،ب) زاوية ميل ألكترود اللحام عند لحام الخط الثالث في هذه الوصلة.



الشكل (٩ - ١٠) : لحام الخط الثالث في وصلة انطباقية في وضع فوق الرأس.

نشـــاط (٩ - ١) : عيوب وصلات اللحام بالقوس الكهربائي

افحص مجموعة من الوصلات الملحومة بالقوس الكهربائي في أوضاع اللحام المختلفة (أرضي، أفقي، عمودي، فوق الرأس) سواء أكانت هذه الوصلات ضمن منشآت معدنية ملحومة، أم من التمارين المنفذة في مشغل اللحام في مدرستك، واكتب تقريراً يتضمن مقارنة بين هذه الوصلات من حيث مظهر درزات اللحام الخارجية وشكلها، وعيوب انخفاض التغلغل والتحفير والتراكب وناقشه مع زملائك.

أسئلة الوحـدة

١ – ما المقصود باللحام في وضع فوق الرأس؟

٢ – ما أسباب صعوبة اللحام في وضع فوق الرأس؟

٣ – كيف يمكن تخفيف وزن الكبل المؤثر في يد عامل اللحام لتجب التعب السريع في أثناء عملية اللحام في وضع فوق الرأس؟

٤ – عند إجراء اللحام في وضع فوق الرأس، يقف العامل إلى أحد جانبي خط اللحام في وضع فوق الرأس. لماذا؟

٥ – اذكر خمسة من العوامل التي تمكن عامل اللحام من التحكم ببركة الصهر في أثناء عملية اللحام في وضع فوق الرأس.

٦ – اذكر نوعين من الألكترودات المستخدمة في لحام وضع فوق الرأس، وبين خصائصهما.

٧ – تستخدم القطبية المعكوسة في اللحام في وضع فوق الرأس. علل ذلك.

٨ – بين مع الرسم زوايا ميل الإلكترود وحركته في خط لحام سطحي في وضع فوق الرأس.

٩ – بين مع الرسم زوايا ميل ألكترود اللحام بالنسبة لإحدى القطعتين عند لحام وصلة T في وضع فوق الرأس، مستخدماً المسقط الجانبي للوصلة.

١٠ – للوصلة الانطباقية، (التراكبية) وضعان في اللحام فوق الرأس. ارسمهما.

الوحدة العاشرة

قص المعادن الحديدية بالقوس الكهربائي

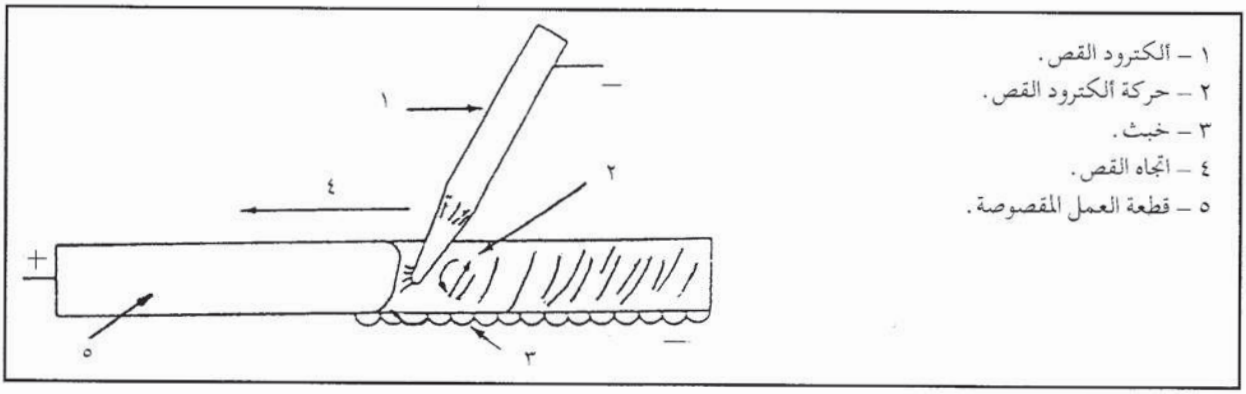
درست سابقا أهمية القوس الكهربائي، ودوره في توليد الحرارة اللازمة للحام، ووصل القطع المعدنية معاً، وذلك بتسخين أطراف هذه القطع وصهرهما مع معدن الملء (ألكترود اللحام) واندماجها معاً لتشكل بعد تجمدها خط لحام متيناً، له خصائص مشابهة أو أفضل من معدن الأساس، ولكن ، هل هذا هو الاستخدام الوحيد للقوس الكهربائي في مجال تصنيع المعادن وتشكيلها؟ أم أن هناك استخداماً آخر؟ إن هناك استخداماً آخر مهماً للقوس الكهربائي هو في مجال قص المعادن، وهو كما تعلم مجال مهم بالنسبة للصناعات المعدنية، فما مفهوم القص بالقوس الكهربائي؟ وكيف يختلف عن اللحام بالقوس الكهربائي؟ وما المعدات المستخدمة والطرائق المتبعة في القص بالقوس الكهربائي؟ هذا ما ستعرفه في هذه الوحدة.

ويتوقع منك بعد دراستها أن تصبح قادراً على أن:

- توضح مفهوم القص بالقوس الكهربائي.
- تحدد المعدات المستخدمة في القص بالقوس الكهربائي.
- تصف الطرائق المتبعة في القص بالقوس الكهربائي.

أولاً مفهوم القص بالقوس الكهربائي ومعداته

يعتمد مبدأ القص بالقوس الكهربائي على استخدام الحرارة العالية الناتجة من القوس الكهربائي المتشكل بين طرف إلكترود القص وقطعة العمل، كما في الشكل (١٠-١) لصهر المعدن المراد قصه وإزالة المعدن المنصهر من منطقة القص بفعل الجاذبية الأرضية، أو باستخدام تيار من الهواء المضغوط الذي يدفع المعدن المصهور بعيداً عن خط القص، ويتضح هذا المبدأ من حقيقة أن حرارة القوس تصل إلى ٥٥٠٠°س، وتبلغ درجات حرارة انصهار المعادن أقل من ذلك بكثير، إذ تصل بالنسبة للفولاذ مثلاً إلى ١٣١٥°س فقط، ويمكن القول: إن عملية القص بالقوس الكهربائي هي عملية صهر للمعدن المراد قصه، ويتطلب القوس الكهربائي اللازم لعملية القص استخدام تيار كهربائي بشدة أعلى من تلك المستخدمة لإجراء عمليا ت اللحام.



الشكل (١٠ – ١) : القص بالقوس الكهربائي.

١ – ميزات القص بالقوس الكهربائي واستخداماته

تمتاز عملية القص بالقوس الكهربائي بسرعة الإنجاز، وانخفاض الكلفة، إلا أن خط القص الناتج لا يكون دقيقاً ومنتظماً بشكل كافٍ، ويمكن استخدام هذه الطريقة لقص الفولاذ، وحديد السكب، والفولاذ الذي لا يصدأ (ستينلس ستيل)، والفولاذ المنخفض السبائكية، وسبائك الألومنيوم، والمغنيسيوم، والنحاس، والنيكل.

ويمكن أن تكون عملية القص بالقوس الكهربائي يدوية أو آلية أو شبه آلية، وتستخدم لإجراء عمليات مختلفة تشمل ما يأتي:

أ – القص النافذ: لفصل جزء من قطعة العمل، أو لتقسيمها لعدة أجزاء.

ب – الجرف: ويستخدم لتحضير حواف قطع العمل لبعض أنواع وصلات اللحام، مثل الوصلة التناكبية بشطفة V، أو لإزالة جزء من اللحام به تشقق أو أي عيب لحام آخر.

ج – القص السطحي: يستخدم لقطع طبقة رقيقة من سطح قطعة العمل أو لإزالة التقوية الزائدة لخط اللحام.

د – الشطف المائل: ويستخدم لتحضير حواف قطعة العمل لوصلة شطفة (V).

هـ – الثقب: ويستخدم لعمل ثقوب صغيرة أو كبيرة في قطعة العمل.

نشاط (١٠ – ١) : مواصفات خط القص بالقوس الكهربائي

تفحص بعض الأجزاء المقصوصة بوساطة القوس الكهربائي في مشاغل المدرسة أو في المواقع المجاورة، واكتب ملحوظاتك عن خط القص الناتج، واعرض هذه الملحوظات أمام زملائك.

٢ – معدات القص بالقوس الكهربائي

يمكن استخدام المعدات نفسها المستعملة في اللحام بالقوس الكهربائي التي درستها سابقاً لأغراض القص بالقوس الكهربائي.

هل تتذكر هذه المعدات؟ أذكرها.

ويراعى عند اختيار آلات اللحام أن تكون ذات قدرات عالية، إذ أن التيارات اللازمة للقص تكون أعلى من التيارات اللازمة للحام المعادن ذات السموك نفسها، وإضافة لهذه التجهيزات الرئيسة، توجد تجهيزات أخرى محدودة للقص بالقوس الكهربائي مع استخدام الهواء المضغوط وتشمل مصدراً للهواء، ومقبضاً خاصاً للألكترود ، وسيتم شرح هذه التجهيزات لاحقا" . ويتم توصيل مكونات دارة القص بالقوس الكهربائي كما في حالة اللحام بالقوس الكهربائي، وتستخدم معدات وأدوات السلامة والوقاية الشخصية وملابس العمل المناسبة، كما في حالة اللحا م بالقوس الكهربائي . أما الألكترودات المستخدمة في عمليات القص، فتستخدم الأنواع الآتية :

أ - **الألكترودات المعدنية**: تتوافر ألكترودات معدنية مصممة خصيصاً للقص بالقوس الكهربائي، وتميز هذه الألكترودات بغلافها السميك الخاص، الذي يعمل على زيادة قوة القطع للقوس الكهربائي، ونفث المعدن المصهور بعيداً عن خط القطع، وتتوافر الألكترودات بأقطار٤ر٢ ، ٢ر٣، ٤، ٨ر٤، ٤ر٦مم وبطول ٣٥٠مم، ويمكن أيضاً استخدام الألكترودات نفسها المستعملة في اللحام بالقوس الكهربائي، لإجراء عمليات القص مثل E6010 و E6011 .

ب - **ألكترودات القص الكربونية**: يمكن أن تكون هذه الألكترودات من الكربون فقط، أو من الكربون المغطى بطبقة من النحاس، وستدرس هنا كلا النوعين:

١ . ألكترودات الكربون المكشوفة: وتستخدم مع التيار المستمر بقطبية مستقيمة، ومن أهم عيوبها ارتفاع درجة حرارتها، بسبب مقاومتها لمرور التيار الكهربائي، ونتيجة لتسخين سطحها، فإنها تتأكسد تدريجياً، ويتناقص بذلك قطر الألكترود، لذا، فإن هذه الأنواع تستخدم استخداماً محدوداً نظراً لسرعة استهلاكها، وعدم استقرار القوس الناتج عنها.

٢ . ألكترودات الكربون المغطاة بطبقة نحاسية: تؤدي الطبقة النحاسية على سطح الألكترود الكربوني إلى ما يأتي:

أ . زيادة متانة الألكترود.

ب . تخفيض معدل أكسدة جسم الألكترود.

ج . تخفيض درجة حرارة الألكترود.

وبذلك يمكن التغلب على مشكلة ارتفاع درجة حرارة وتأكسد الألكترود الكربوني المكشوف.

ويتوافر هذا النوع من الألكترودات حسب نوع تيار القص المستخدم:

أ . ألكترودات تستخدم مع التيار المستمر: وتعد من أكثر أنواع الألكترودات الكربونية شيوعاً، وتتميز بانخفاض معدل استهلاكها النسبي، وثبات القوس المتولد عن استخدامها، وانتظام خط القص الناتج.

وتتوافر هذه الألكترودات بمقطع دائري، وبأقطار تتراوح بين (٤-١٩)مم كما أنها تتوافر بمقطع مبسط.

ب . ألكترودات تستخدم مع التيار المتناوب: وتتوافر مثل هذه الألكترودات بأقطار تتراوح بين (٨ر٤-٧ر١٢)مم، ويتم اختيار الألكترود المناسب لعملية القص من حيث النوع والقطر وفقاً لما يأتي:

- نوع آلة اللحام المتوافرة.
- نوع المعدن المراد قصه.
- سمك المعدن المراد قصه.

نشاط (١٠ - ٢) : أنواع ألكترودات القص

زر أحد محلات بيع تجهيزات اللحام واطلع على أنواع الكترودات القص بالقوس الكهربائي ومقاساتها وأسعارها، واكتب تقريراً عن ذلك وأعرضه على زملائك.

أسئلة :

١ – القص بالقوس الكهربائي عملية صهر، ناقش هذه العبارة.

٢ – اذكر خمسة من أنواع المعادن والسبائك التي يمكن قصها بوساطة القوس الكهربائي.

٣ – يستعمل القص بالقوس الكهربائي لإجراء عدة عمليات، اذكر هذه العمليات مع تحديد استخدام كل منها.

٤ – ما المعدات المستخدمة للقص بالقوس الكهربائي؟

٥ – اذكر أنواع الألكترودات المستخدمة للقص بالقوس الكهربائي.

٦ – تستخدم ألكترودات الكربون المكشوفة استخداماً محدوداً في عمليات القص بالقوس الكهربائي، لماذا؟

٧ – ما نوع التيار الذي يستخدم مع ألكترودات القص الكربونية المكشوفة؟

٨ – ما فوائد الطبقة النحاسية في ألكترودات القص الكربونية؟

٩ – تعدّ لألكترودات الكربونية المغطاة بطبقة نحاسية، والمستخدمة مع التيار المستمر الأكثر شيوعا واستخداماً في عمليات القص بالقوس الكهربائي، لماذا؟

١٠ – ما العوامل التي تؤثر في اختيار نوع الألكترود وقطره المناسب لعملية قص محددة ؟

ثانياً طرائق القص بالقوس الكهربائي

توجد طرائق عدة للقص بوساطة القوس الكهربائي حسب نوع الألكترود المستخدم، وطريقة إزاحة المعدن المصهور من مكان القص، وهذه الطرائق هي:

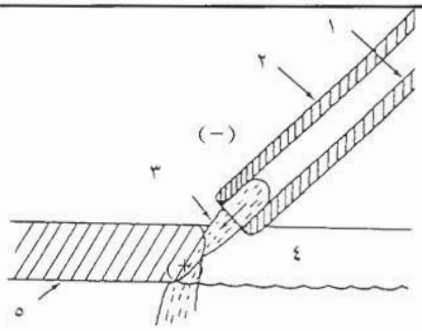
- القص بالقوس الكهربائي بوساطة ألكترود معدني.

- القص بالقوس الكهربائي بوساطة ألكترود كربوني .
- القص بالقوس الكهربائي والهواء المضغوط .

وسوف تتعرف كل من هذه الطرائق بالتفصيل :

١ – القص بالقوس الكهربائي بوساطة ألكترود معدني

عند استخدام الألكترود المعدني المصمم خصيصاً للقص، فإنه يتدفق تيار عالي السرعة من الغاز والجزيئات المتشكلة من القلب المعدني وطبقة الغلاف، وينتج ذلك من التجويف العميق الذي يحدث في طرف الألكترود، الذي يعمل فوهةً نفاثة كما في الشكل (١٠–٢)، تعمل على تدفق الغاز الناتج من الغلاف والجزيئات المعدنية، الناتجة من القلب الحديدي بسرعة عالية .



١ – القلب المعدني .
٢ – غلاف الألكترود .
٣ – تيار القوس والغاز المتدفق من غلاف الألكترود .
٤ – سطح القص .
٥ – قطعة العمل .

الشكل (١٠ – ٢) : القص بوساطة ألكترود معدني .

ويحدث هذا التجويف نتيجة لخاصية احتراق غلاف الألكترود وتنجزه بمعدل أبطأ من انصهار معدن القلب الحديدي .

ويتم اختيار قطر الألكترود المناسب لعملية القص حسب سمك المعدن المراد قصه، ويبين الجدول (١٠–١) قياسات الألكترودات وشدة تيار القص التقريبية لقص سموك مختلفة من المعدن، وذلك عند استخدام ألكترودات قص خاصة .

جدول (١٠ – ١) : العلاقة بين قطر الألكترود وشدة التيار لقص سموك مختلفة من المعدن، باستخدام ألكترودات خاصة للقص .

سمك المعدن	قطر الألكترود	شدة التيار المتناوب (أمبير)	شدة التيار المستمر قطبيه مستقيمة (أمبير)
لغاية ٣ مم	٤ر٢مم	٤٠ – ١٥٠	٧٥ – ١١٥
٣ – ٢٥مم	٢ر٣مم	١٢٥ – ٣٠٠	١١٥ – ١٥٠
١٩ – ٥٠مم	٤مم	٢٥٠ – ٣٧٥	١٧٠ – ٥٠٠
٢٥ – ٧٥مم	٨ر٤مم	٣٠٠ – ٤٥٠	–
أكثر من ٧٥ مم	٤ر٦مم	٤٠٠ – ٦٥٠	–

عند قص الفولاذ الطري، يمكن استخدام ألكترودات اللحام مثل E6010 و E6011 مع مراعاة استخدام تيار أعلى لعمليات القص، ويبين الجدول (١٠-٢) أقطار الألكترودات وقيم شدة التيار التقريبية لقص سموك مختلفة باستخدام ألكترودات لحام الفولاذ الطري العادية

جدول (١٠-٢) : العلاقة بين قطر الألكترود وشدة التيار لقص سموك مختلفة من الفولاذ الطري باستخدام الكترودات لحام E6010 و E6011 .

سمك المعدن	قطر الألكترود	شدة التيار (أمبير)
لغاية ٣ مم	٢ر٤مم	١٠٠ - ١٦٠
٣ - ٢٥مم	٣ر٢مم	١٦٠ - ٣٥٠
١٩ - ٥٠مم	٤مم	٢٥٠ - ٤٠٠
٢٥ - ٧٥مم	٤ر٨مم	٣٥٠ - ٥٠٠
أكثر من ٧٥مم	٦ر٤مم	٤٠٠ - ٦٥٠

ولتحسين خاصية التجويف الداخلي في نهاية الألكترود عند استخدام ألكترودات لحام الفولاذ الطري للقص، يتم معايرة شدة التيار لقيم أعلى من تلك المستخدمة عادة مع مقاس قطر الألكترود، كما تتبع طريقة أخرى لهذه الغاية، تتمثل بغمر الألكترود بالماء لمدة تزيد على (١٠) دقائق قبل استعمالها مباشرة، إذ تؤدي الرطوبة في غلاف الألكترود إلى تأخر احتراق مادة الغلاف عن انصهار القلب الحديدي وتبخرها، أو بالتالي حدوث التجويف في نهاية الألكترود، وهذا يؤدي إلى تكون ما يشبه فوهة النفث، التي تزيد سرعة تدفق الغاز وجزيئات المعدن، ويجب التحذير في هذا المجال من عدم استخدام هذه الألكترودات لعمليات اللحام، إذ إن الهيدروجين الموجود في الرطوبة يؤدي إلى قصافة (هشاشية) معدن اللحام المترسب وحدوث تشققات فيه .

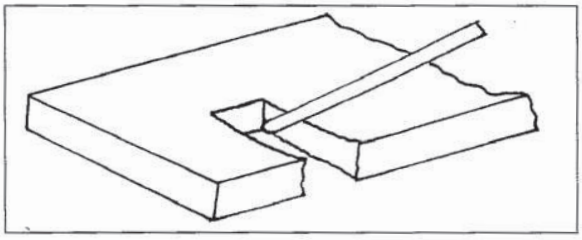
ويراعى تثبيت قطع العمل المراد قصها بالقوس الكهربائي، في وضع يسمح بانسياب المعدن المنصهر الناتج من عملية القص، ويستخدم القص بالقوس الكهربائي بإلكترود معدني لإجراء عمليات قص مختلفة، وتعتمد حركة الألكترود وزوايا ميله في أثناء عملية القص على عدة عوامل، منها :

- سمك القطعة المراد قصها .
- شكل قطعة العمل .
- قياسات خط القص المطلوب .
- نوع القص المطلوب (قص نافذ، جرف، ثقب، شطف) .

وستدرس فيما يأتي بعض عمليات القص، مع التركيز على حركة الألكترود وزوايا ميله :

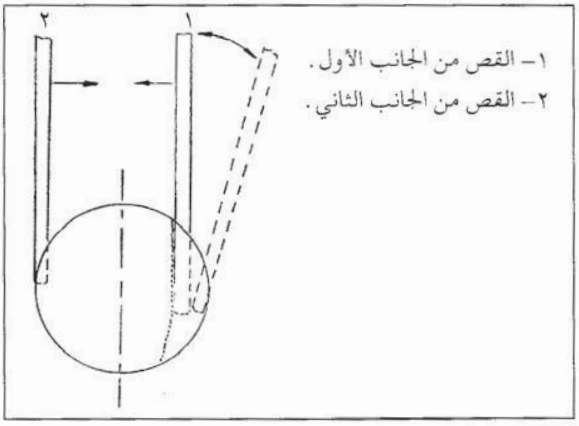
أ - **قص قطع من الصاج** : يتم وضع قطعة العمل في الوضع الأرضي، وإذا كان سمكها أقل من قطر ألكترود القص، فيتم القص بتحريك الألكترود بخط مستقيم فقط، ويمكن

استخدام دليل للقص للحصول على خط قص مستقيم، أما إذا كان سمك قطعة العمل أكبر من قطر الألكترود، كما في الشكل (١٠-٣)، فيتم تحريك ألكترود القص للأعلى ثم للأسفل عبر سمك المعدن الذي يتم قصه، وذلك لدفع المعدن المنصهر.



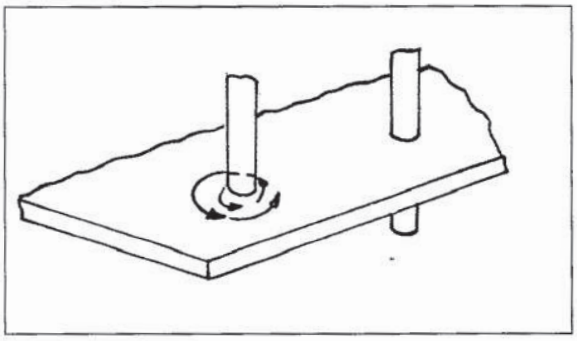
الشكل (١٠ - ٣) : قص قطع عمل سميكة.

ب - **قص قضيب ذي مقطع دائري**: بعد وضع القضيب في وضع أفقي، يبدأ القص من الجزء الخارجي، ويكون الألكترود في وضع عمودي، ومع تقدم القص للأسفل، تتم إمالة الألكترود لقص الجزء السفلي من معدن القضيب كما في الشكل (١٠-٤)، وتستمر عملية القص مع تقدم الألكترود نحو خط المركز، وحينئذ، يتم نقل الألكترود لبدء القص من الجانب الثاني.



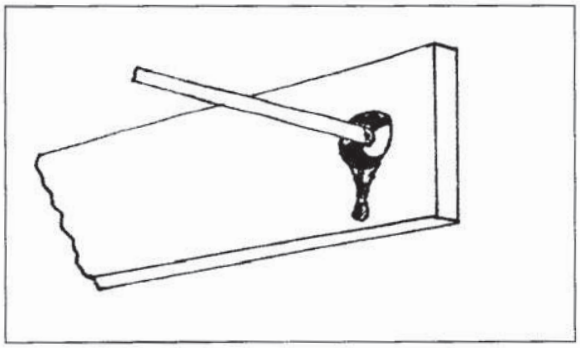
الشكل (١٠ - ٤) : قص قضيب دائري المقطع.

ج - **الثقب**: في حال السموك الصغيرة، (أقل من ٦ مم)، وعندما يراد عمل ثقوب صغيرة، تثبت القطعة في الوضع الأرضي، ويتم توجيه الألكترود عمودياً فوق مركز الثقب المطلوب مع تحريكه حركة دورانية،إلى أن يبدأ المعدن الذوبان، ثم يبدأ دفع الألكترود للأسفل مع الاستمرار في الحركة الدورانية لاختراق قطعة العمل، وإحداث الثقب المطلوب كما في الشكل (١٠-٥).



الشكل (١٠ - ٥) : ثقب سموك أقل من ٦مم.

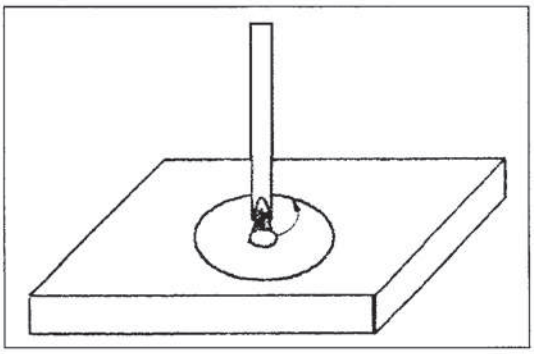
وللحصول على ثقب منتظم، يمكن دفع قطعة حديد دائرية المقطع أو برغي بالقطر المطلوب داخل الثقب، والمعدن ما زال ساخناً. ولثقب قطع سميكة تزيد على (٦)مم، يمكن تثبيت القطعة في وضع عمودي كما في الشكل (١٠-٦)، وهذا ما يسمح للمعدن المنصهر بالانسياب خارج



الشكل (١٠ - ٦) : ثقب سموك تزيد على ٦مم.

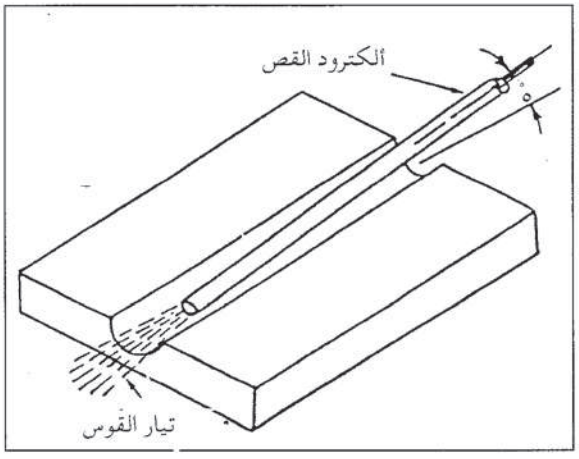
الثقب، ويمكن إزالة المعدن المصهور عن سطح قطعة العمل بسهولة، بوساطة القوس الكهربائي، أو بوساطة الأزميل.

ولعمل ثقوب كبيرة، يتم تعليم الدائرة المراد ثقبها، ثم تبدأ عملية الثقب، بإحداث ثقب صغير في مركز الدائرة، ويحرك ألكترود القص باتجاه محيط الدائرة الذي تم تعليمه، كما في الشكل (١٠-٧).

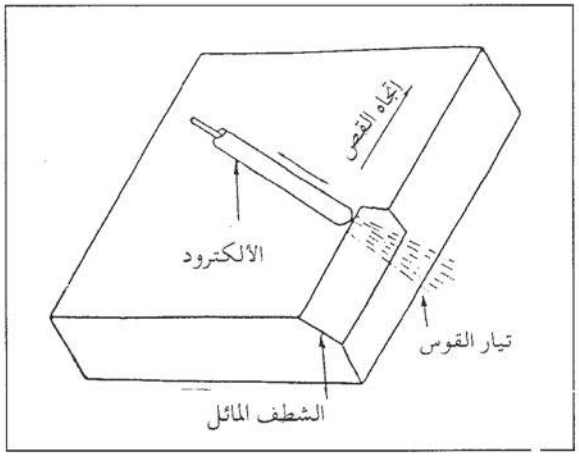


الشكل (١٠ -٧) : قص دائرة كبيرة بالقوس الكهربائي.

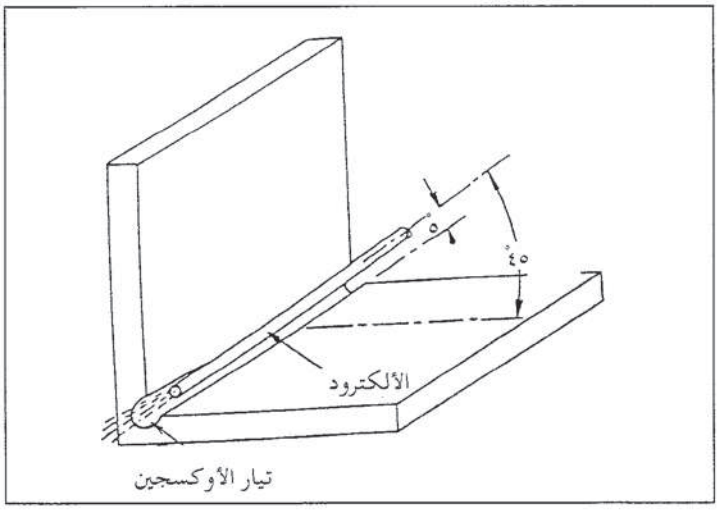
وتبين الأشكال (١٠-٨)، (١٠-٩)،(١٠-١٠) زوايا ميل الألكترود وحركته في عمليات قص أخرى.



الشكل (١٠ -٨) : جرف مجرى سطحي بالقص بالقوس الكهربائي.



الشكل (١٠ -٩) : الشطف المائل بوساطة القوس الكهربائي.



الشكل (١٠ -١٠) : جرف لحام زاوي بوساطة القوس الكهربائي.

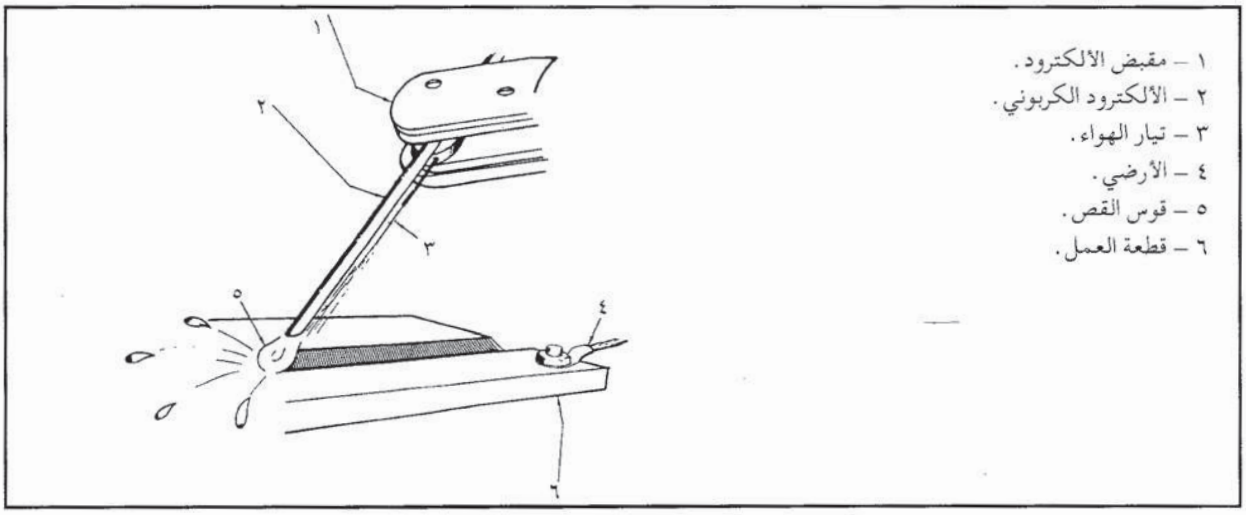
٢ - القص بالقوس الكهربائي بوساطة ألكترود كربوني

ينتج من القص بوساطة ألكترود كربوني خط قص نظيفاً، نتيجة لعدم إضافة مواد غريبة إلى القوس، ويتم القص عادة باستخدام تيار يزيد بمقدار (٢٥-٥٠) أمبير على التيار اللازم للحام المعدن نفسه المراد قصه.

ويتم تحضير رأس الألكترود الكربوني، بحيث يكون مدبباً، ويثبت في مقبض الألكترود، على أن لا يزيد طول الجزء البارز منه من المقبض على ١٥٠مم، إذ إن زيادة طول الجزء البارز تؤدي إلى زيادة مقاومة الألكترود الكهربائية، وارتفاع درجة حرارته، وتأكسد سطحه ونقصان قطره وإذا لوحظ تآكل سطح الألكترود، وتناقص قطره بمعدل سريع، فيمكن تخفيض طول الجزء البارز من الألكترود بعد المقبض، بحيث يصل إلى ١٠٠مم فقط، ويستخدم القص بوساطة الألكترود الكربوني للحالات نفسها التي يستخدم فيها القص بوساطة ألكترود معدني، التي سبق شرحها.

٣ - القص بالقوس الكهربائي والهواء المضغوط

يستخدم في طريقة القص هذه تيار من الهواء المضغوط، يوجه بوساطة رأس المقبض ومن خلف الألكترود إلى بركة الصهر الناتجة من القوس الكهربائي المتشكل بين الألكترود وقطعة العمل، وذلك لإزاحة المعدن المنصهر من خط القص كما في الشكل (١٠-١١).



الشكل (١٠ - ١١) : القص بالقوس الكهربائي والهواء المضغوط.

وتتميز هذه الطريقة مقارنة بالقص بدون استخدام تيار هواء بما يأتي:

- إمكانية القص بفاعلية في أي وضع (أرضي، أفقي، عمودي، فوق الرأس)، لأن الهواء المضغوط يدفع المعدن المصهور بعيداً دون الاعتماد كلياً على الجاذبية الأرضية، في إزاحة المعدن المنصهر.

- سرعة عالية لعملية القطع .
- دقة جيدة لخط القص .
- قلة التشوه في قطعة العمل أو انعدامه .

يستخدم في القص بالقوس الكهربائي والهواء المضغوط ألكترود معدني أو كربوني، إذ يمكن استخدام أي نوع من الألكترودات المعدنية لهذا الغرض، ويختار قطر الألكترود أكبر قليلا من المستخدم للحام سمك المعدن نفسه، المراد قصه، إلا أن استخدام الألكترود الكربوني أكثر شيوعاً في عمليات القص بالقوس الكهربائي، لأنه لا يضيف مواد غريبة لخط القص كتلك الناتجة من انصهار معدن الألكترود وغلافه، في حالة القص بالألكترود المعدني، كما أن خط القص الناتج من قوس الألكترود الكربوني يكون أكثر دقة وانتظاماً، لذا سيتم التركيز على استخدام الألكترود الكربوني في القص بالقوس الكهربائي والهواء المضغوط في الفقرات اللاحقة، ويمكن استخدام آلات لحام تيار متناوب أو مستمر، لتوليد القوس وإجراء عمليات القص بالقوس الكهربائي والهواء المضغوط باستخدام ألكترود كربوني، ويبين الجدول (١٠-٣) شدة التيار المستخدم حسب نوع الألكترود وقطره.

جدول (١٠-٣): مجال شدة التيار المستخدم في القص حسب قطر الألكترود ونوعه.

قطر الألكترود (مم)	ألكترود كربوني مع تيار مستمر (قطبيه معكوسة)	ألكترود كربوني مع تيار متناوب (أمبير)
٤	٩٠ – ١٥٠	– –
٤ر٨	١٥٠ – ٢٠٠	١٥٠ – ٢٠٠
٦ر٤	٢٠٠ – ٤٠٠	٢٠٠ – ٣٠٠
٧ر٩	٢٥٠ – ٤٥٠	– –
٩ر٥	٣٥٠ – ٦٠٠	٣٠٠ – ٥٠٠
١٢ر٧	٦٠٠ – ١٠٠٠	٤٠٠ – ٦٠٠
١٥ر٩	٨٠٠ – ١٢٠٠	– –
١٩ر١	١٢٠٠ – ١٦٠٠	– –
٢٥ر٤	١٨٠٠ – ٢٢٠٠	– –

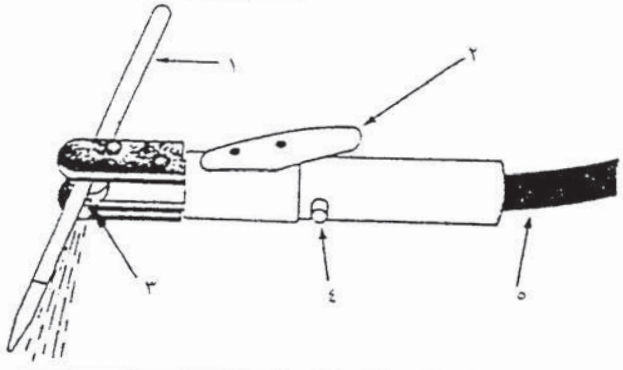
أما ضغط الهواء المستخدم في عمليات القص فيعتمد على قطر الألكترود المستخدم، إذ لغاية قطر ألكترود ٤ر٦مم يستخدم ضغط هواء ٨ر٢بار وللأقطار التي تزيد على ذلك يستخدم ضغط هواء مقداره ٦ر٥ بار.

أ – **التجهيزات الإضافية للقص بالقوس الكهربائي والهواء المضغوط** : إضافة لما ذكر من تجهيزات للقص بالقوس الكهربائي في (ثانياً) من هذه الوحدة تستخدم التجهيزات الآتية للقص بالقوس الكهربائي والهواء المضغوط :

١ . مقبض خاص للألكترود .

٢ . مصدر للهواء المضغوط مع خرطوم الهواء .

ويحتوي مقبض الألكترود المبين في الشكل (١٠–١٢) على ممر خاص للهواء المضغوط، ويتم التحكم بمرور الهواء بوساطة صمام خاص يسمح أو يوقف تدفق الهواء إلى فوهة خاصة عند رأس المقبض حيث يثبت الألكترود ، وتوجه هذه الفوهة تيار الهواء نحو منطقة القوس، ويتم توصيل مقبض الألكترود بمصدر الهواء المضغوط وآلة اللحام، عبر خرطوم للهواء وكبل كهربائي عند الجزء الخلفي من المقبض .



١ – الألكترود .
٢ – رافعة تحريك فك تثبيت الألكترود .
٣ – فوهة تيار الهواء .
٤ – مفتاح بدء التشغيل .
٥ – خرطوم الهواء وكبل التيار الكهربائي .

الشكل (١٠ – ١٢) : مقبض ألكترود القص بالقوس الكهربائي والهواء المضغوط .

أما الهواء المضغوط فيتم تزويده عادة بوساطة ضاغطة هواء خلال خرطوم خاص يتصل بمقبض الألكترود، ويراعى أن تكون كمية الهواء كافية، وأن تحوي الحد الأدنى من الرطوبة، ويتم التحكم بضغط الهواء عن طريق منظم خاص .

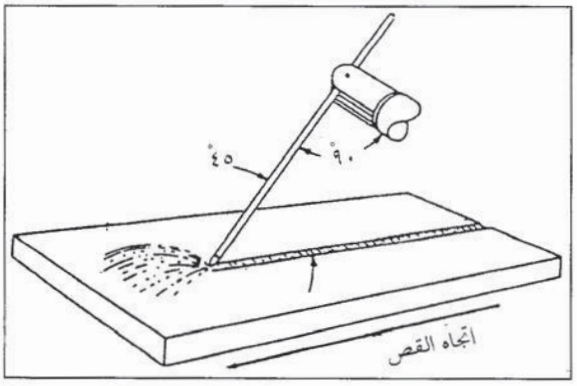
ويمكن أيضاً استخدام أسطوانات خاصة للهواء المضغوط لأعمال القص، وبخاصة للأعمال المتنقلة والصغيرة نسبياً .

ب – زوايا ميل الألكترود وحركته في أثناء عملية القص بالقوس الكهربائي والهواء المضغوط :

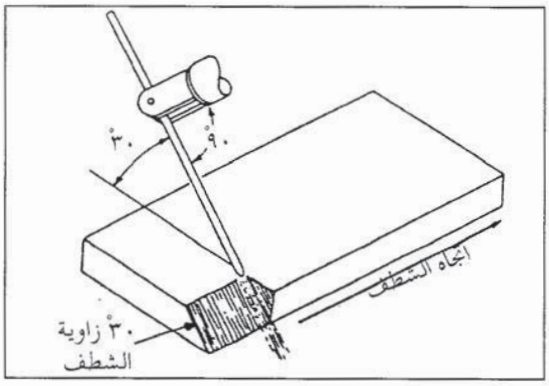
تعتمد زوايا ميل الألكترود وحركته في أثناء عملية القص على العوامل الآتية :

١ . نوع القص المطلوب : قص نافذ، جرف، شطف مائل، قص سطحي، إذ يحتاج قص الجرف إلى زاوية ميل للألكترود أقل من زاوية ميله في حالة القص النافذ، كما أن سرعة حركة الألكترود تكون أبطأ، ويبين الشكل (١٠–١٣) زاوية ميل ألكترود القص في أثناء عملية

جرف، أما في الشطف المائل فتعتمد على زاوية ميل ألكترود القص على زاوية الشطفة المطلوبة، كما يبين الشكل (١٠-١٤).



الشكل (١٠ - ١٣) : الجرف بالقوس الكهربائي والهواء المضغوط.



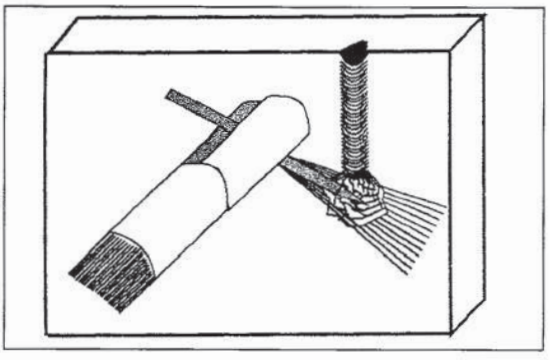
الشكل (١٠ - ١٤) : الشطف بالقوس الكهربائي والهواء المضغوط.

وفي حالة القص السطحي، تكون زاوية ميل ألكترود القص أقل ما يمكن عن سطح قطعة العمل، ويتم تحريك الألكترود تحريكاً عرضياً لقص شريحة صغيرة من المعدن السطحي.

٢. أبعاد خط القص المطلوب: للحصول على خط قص عميق وضيق، يجب زيادة ميلان زاوية الألكترود على قطعة العمل، بحيث تصبح عمودية تقريباً، مع إبطاء حركة ألكترود القص، ويمكن الحصول على خط قص عريض وسطحي، إذا كانت زاوية ميل ألكترود القص بالنسبة لقطعة العمل صغيرة، وسرعة حركة الألكترود عالية.

ويمكن الحصول على خط أعرض من قطر الألكترود بنحو ٣م، إذا استخدمت زاوية ميل للألكترود تساوي ٤٥°، ويمكن زيادة عرض خط القص بتحريك ألكترود القص عرضياً.

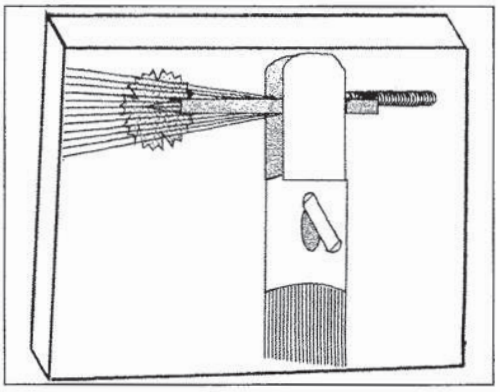
٣. وضع القص: في حالة القص في الوضع العمودي، يتم تحريك الألكترود من الأعلى للأسفل، بحيث تساعد الجاذبية الأرضية مع تيار الهواء المضغوط على أزالة المعدن المنصهر، كما في الشكل (١٠-١٥).



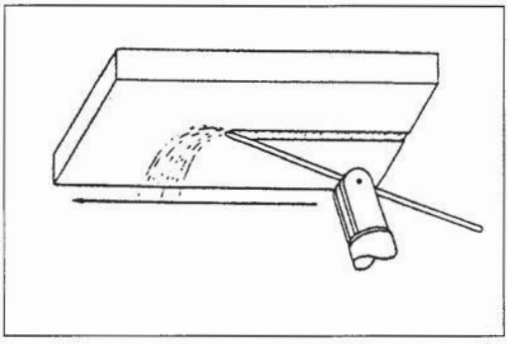
الشكل (١٠ - ١٥) : القص (جرف) في الوضع العمودي.

أما في الوضع الأفقي، فيمكن تحريك الألكترود من اليمين لليسار، كما في الشكل (١٠-١٦)، ويمكن القص من اليسار إلى اليمين، على أن يراعى في أي من الحالتين أن يكون تيار الهواء خلف ألكترود القص.

وعند القص في وضع فوق الرأس، تكون زاوية ميل الألكترود أقل ما يمكن، الشكل (١٠-١٧)، لإبعاد الشرر الناتج من عملية القص بعيداً عن عامل القص.



الشكل (١٠ - ١٦) : القص في وضع أفقي.



الشكل (١٠-١٧) : القص في وضع فوق الرأس.

ج - **متطلبات السلامة في عمليات القص بالقوس الكهربائي** : ينتج من عملية القص بالقوس الكهربائي كميات كبيرة من الشرر ورذاذ المعدن المصهور المتطاير، إضافة إلى الإشعاعات الضارة التي تنتج من القوس الكهربائي، ولتجنب المخاطر التي يمكن أن تنجم عن عمليات القص بالقوس الكهربائي، يجب اتباع متطلبات السلامة الآتية :

١ . ارتداء ملابس السلامة المصنوعة من الجلد، لحماية أجزاء الجسم المختلفة وتغطيتها، وتجنب تعرضها للشرر ورذاذ المعدن المتطاير ويراعى عدم احتواء هذه الملابس على جيوب أو كفات، يمكن أن تلتقط الشرر أو ذرات المعدن المتطاير، ويجب استخدام حذاء سلامة مناسب.

٢ . استخدام وجه لحام ذي زجاج معتم، بدرجة تعتيم حتى (١٢) عند استخدام تيار قص حتى (٥٠٠) أمبير، وبدرجة تعتيم (١٤) إذا زادت شدة تيار القص على (٥٠٠)أمبير.

٣ . إزالة المواد القابلة للاشتعال من منطقة القص، ويمكن تغطية أرضية منطقة القص بالرمل، لتسهيل عملية إزالة مخلفات القص.

٤ . استخدام نظام تهوية جيد في منطقة القص، إذ إن عملية القص تنتج كميات كبيرة من الغازات والأبخرة.

٥ . استخدام سدادات خاصة للأذن للحماية من الضجيج الناجم عن عملية القص.

٦ . استخدام الهواء المضغوط فقط لعملية القص، وعدم استخدام الأكسجين المضغوط.

نشاط (١٠ - ٣) : طرائق أخرى للقص

راجع مكتبة مدرستك، وابحث في كتب اللحام وتشكيل المعادن عن طرائق أخرى لقص المعادن، واكتب تقريراً يبين هذه الطرائق ومبدأ عمل كل منها.

أسئلة الوحـدة

١ – توجـد ثلاث طرائق للقص بالقـوس الكهـربائي حـسب نـوع الألكتـرود وطريقـة إزاحـة المعـدن المصهور، أذكرها.

٢ – ما الفرق بين عملية القص بألكترود معدني والقص بألكترود كربوني؟

٣ – بين أثر التجويف في نهاية ألكترود القص المعدني الذي يحدث في أثناء عملية القص بالقوس الكهربائي، وما سبب حدوثه؟

٤ – وضح العلاقة بين قطر ألكترود القص وسمك المعدن المراد قصه، وشدة التيار اللازم لعملية القص.

٥ – كيف يمكن تحسين خاصية التجويف الداخلي في نهاية الألكترود، عند استخدام ألكترودات لحام الفولاذ الطري لإجراء عمليات القص؟

٦ – بين الفرق في حركة الألكترود عند قص صاج سميك وصاج قليل السمك.

٧ – يراعى أن يكون طول الجزء البارز من الألكترود الكربوني بعد المقبض (١٥٠)مم فقط، لماذا؟

٨ – يمكن استخدام طريقة القص بالقوس الكهربائي والهواء المضغوط، لإجراء عمليات القص في الأوضاع كلها، عَلل ذلك.

٩ – أذكر ميزات استخدام طريقة القص بالقوس الكهربائي والهواء المضغوط، مقارنة بالقص بدون استخدام تيار هوائي.

١٠ – يحتاج القص بالقوس الكهربائي والهواء المضغوط إلى تجهيزات إضافية، اذكر هذه التجهيزات، مع شرح مختصر عن كل منها.

١١ – تختلف زاوية ميل ألكترود القص بين عمليتي القص النافذ (الفصل) والجرف، وضح ذلك.

١٢ – تعتمد مقاسات خط القص الناتج على أربعة عوامل، اذكرها مع تحديد علاقة كل منها بأبعاد الخط الناتج.

١٣ – يصاحب عمليات القص بالقوس الكهربائي بعض المخاطر، أذكر المتطلبات اللازمة لتجنب نتائج هذه المخاطر.

الوحدة الحادية عشرة

قص المعادن الحديدية بالأوكسي أستيلين

درست سابقاً أهمية الحرارة الناتجة من احتراق غازي الأوكسجين والأستيلين في عمليات وصل المعادن ولحامها، وكما هي الحال بالنسبة لاستخدام القوس الكهربائي في عمليات قص المعادن بالإضافة إلى اللحام، فإن للأوكسي أستيلين استخداماً آخر غير اللحام، هو قص المعادن، ويعدّ القص بالأوكسي أستيلين من طرائق القص المستخدمة بفاعلية في مجال الصناعات والإنشاءات المعدنية، نظراً لما تمتاز به من بساطة تجهيزاتها، ورخص ثمنها، وسهولة نقلها من مكان لآخر، ومرونة الاستخدام وسرعة الأداء وغير ذلك من المزايا.

فما مبدأ القص بالأوكسي أستيلين؟ وما التجهيزات اللازمة له؟ وما عمليات القص التي يمكن إجراؤها بوساطة الأوكسي أستيلين؟

هذا ما ستتعرفه في هذه الوحدة.

ويتوقع منك بعد دراستها أن تصبح قادراً على أن:

- توضح مفهوم القص بالأوكسي أستيلين.
- تحدد المعدات المستخدمة للقص بالأوكسي أستيلين.
- تتعرف عمليات القص بالأوكسي أستيلين.
- تحدد العوامل المؤثرة في جودة خط القص، وتأثير كل منها.

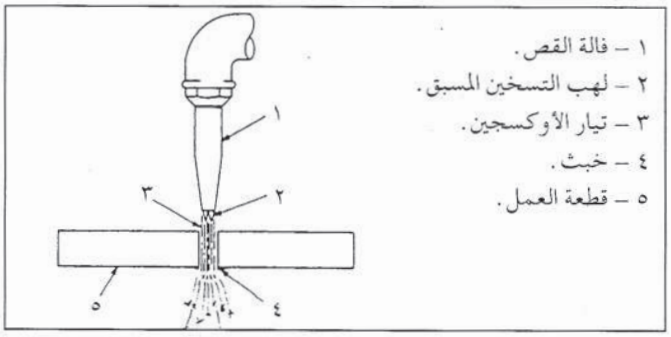
أولاً مفهوم القص بالأوكسي أستيلين

درست سابقاً بأن القص بالقوس الكهربائي ما هو إلا عملية صهر للمعدن المراد قصه، بفعل الحرارة العالية الناتجة من القوس الكهربائي، المتولد بين طرف ألكترود القص وقطعة العمل، والسؤال الذي قد يتبادر لك في بداية دراستك لهذه الوحدة هو: هل عملية القص بالأوكسي أستيلين التي يستخدم فيها اللهب مصدر حرارة للتسخين هي أيضاً عملية صهر؟ سوف تجد الإجابة عن هذا السؤال فيما يأتي:

١ - مبدأ عملية القص بالأوكسي أستيلين

يعتمد القص بالأوكسي أستيلين على حقيقة أن المعادن الحديدية قابلة للأكسدة بسهولة، فعند تعرض الفولاذ الطري مثلاً لظروف جوية متباينة، يحدث الصدأ وهو اتحاد الأوكسجين الموجود في

الهواء مع المعدن، فيؤدي إلى تغير طبيعة المعدن، وأحيانا إلى تآكله، وتكون هذه العملية في الطبيعة بطيئة نسبياً، ولكن إذا تم تسخين المعدن وتبريده، فتتكون على سطحه طبقة سميكة من الصدأ تدل على أن عملية الأكسدةتتسارع باضطراد في حال التعرض للحرارة. وعند تسخين قطعة من الفولاذ لدرجة الإحمرار، ويتم اسقاطها في وعاء من الأوكسجين، فإنه تحدث عملية احتراق، ويتحول المعدن إلى أكسيد الحديد، وهو خبث.

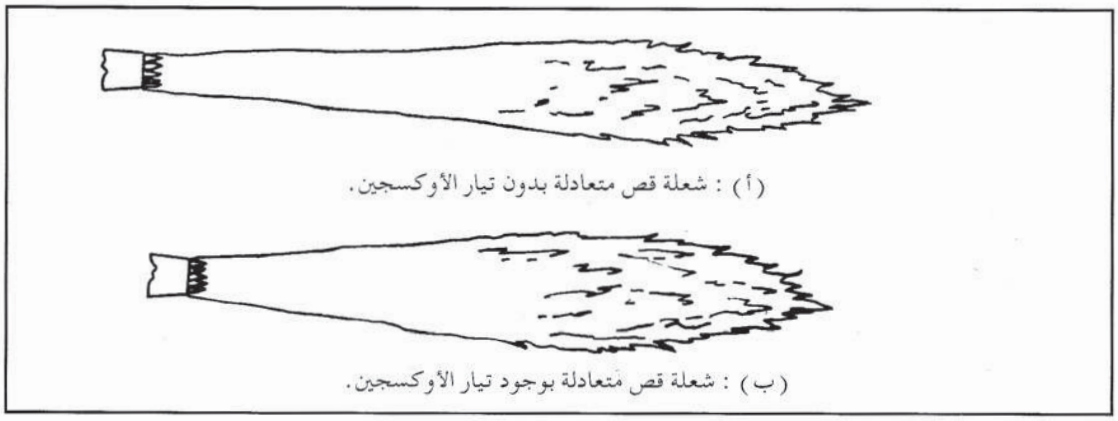


الشكل (١١ – ١) : القص بالأوكسي أستيلين.

وفي عملية القص بالأوكسي أستيلين، تم تسخين منطقة القص باستخدام لهب التسخين المسبق الناتج من احتراق الأستيلين مع الأوكسجين بوساطة مشعل خاص للقص إلى درجة الإحمرار، التي تبلغ للفولاذ (٨٧١–٩٧٢°س)، ويتم توجيه تيار من الأوكسجين النقي إلى البقعة التي تم تسخينها، وهذا يؤدي إلى تسارع عملية أكسدة المعدن إلى حد احتراقه، وحدوث قص فيه كما في الشكل (١١–١).

٢ – معايرة الشعلة (اللهب) المستخدمة للقص بالأوكسي أستيلين

اختيار نوع الشعلة المناسبة لعملية القص عامل مهم للحصول على خط قص جيد، ويعتمد إختيار نوع الشعلة المناسبة على نوع المعدن المراد قصه وسمكه، ويستخدم لقص معظم أنواع الفولاذ الشعلة المتعادلة، ويتم معايرة شعلة التسخين المسبق بداية بدون تيار الأوكسجين، للحصول على شعلة متعادلة كما في الشكل (١١–٢أ) وتعاد المعايرة ثانية بوجود تيار الأوكسجين كما في الشكل (١١–٢ب)، لضمان الحصول على شعلة متعادلة في أثناء عملية القص الفعلية، ويفيد ذلك في أن شعلة التسخين المسبق قبل إطلاق تيار الأوكسجين تكون مؤكسدة قليلاً، وبالتالي تكون حرارتها أعلى، وهذا يساعد على سرعة تسخين المعدن قبل إطلاق تيار الأوكسجين، الذي يعيد الشعلة إلى حالتها المتعادلة، وبالتالي، لا يتأكسد وجه قطعة العمل في أثناء عملية القص.


(أ) : شعلة قص متعادلة بدون تيار الأوكسجين.

(ب) : شعلة قص متعادلة بوجود تيار الأوكسجين.

الشكل (١١ – ٢) : شعلة التسخين.

٣ - مزايا القص بالأوكسي أستيلين

تمتاز عملية القص بالأوكسي أستيلين بما يأتي:

أ - سرعة القص إذ تعدّ من أسرع الطرائق المستخدمة في قص الفولاذ الطري.

ب - دقة خط القص الناتج وانتظامه نسبياً.

ج - إمكانية قص سموك عالية جداً من الفولاذ.

د - سهولة حمل معدات القص بالأوكسي أستيلين، وإمكانية نقلها للقص في أماكن مختلفة.

هـ - إمكانية استخدام معدات القص تحت الماء بوجود بعض التجهيزات الإضافية الخاصة.

و - إمكانية استخدامها للقص الآلي إضافة لليدوي.

وينتج من احتراق المعدن حرارة إضافية تؤدي إلى تسخين وزيادة تأكسد، وبالتالي احتراق المعدن المجاور، وبذلك تتابع العملية حال بدئها، ولتيار الأوكسجين المتدفق إضافة إلى أكسدة المعدن الساخن وحرقه عمل آخر هو طرد المعدن غير المكتمل التأكسد من منطقة القص.

مما سبق يتبين، أن عملية القص بالأوكسي أستيلين ليست مجرد عملية صهر، بل هي تفاعل كيمائي بين المعدن المراد قصه والأوكسجين، وهذا هو الاختلاف الرئيس بين عمليتي القص بالقوس الكهربائي، والقص بالأوكسي أستيلين.

٤ - قابلية المعادن للقص بالأوكسي أستيلين

تعتمد قابلية المعادن للقص بالأوكسي أستيلين على توفر الحديد في المعدن، وعلى نسبة الكربون والعناصر السبائكية فيه، فيمكن قص الفولاذ المنخفض السبائكية والمنخفض الكربون بسهولة ودقة عالية، لاحتواء هذه المعادن على الحديد الكافي لحدوث عملية الأكسدة، التي تنتج أكاسيد ذات درجة انصهار أقل من درجة انصهار الفولاذ نفسه، وهذا يسهل عملية صهرها وطردها من مكان القص.

أما السبائك الفولاذية المقاومة للصدأ، مثل الفولاذ الذي لايصدأ (الستينلس ستيل)، فهي صعبة القص بوساطة الأوكسي أستيلين، لاحتوائها على عناصر سبائكية مقاومة للأكسدة، تمنع استمرار تفاعلات الأكسدة، بتشكيلها أكاسيد سطحية قاسية ذات درجات انصهار أعلى من درجة انصهار المعدن نفسه، ولا يمكن صهرها وطردها بسهولة من خط القص. أما حديد السكب الذي يحوي نسبة تزيد على ٢٪ من الكربون، فيعدّ صعب القص، إذ إن نسبة الكربون العالية تقاوم حدوث الأكسدة، وترفع درجة حرارة انصهار المعدن.

ولا يمكن قص المعادن غير الحديدية بوساطة الأوكسي أستيلين، لعدم احتوائها على الحديد.

نشاط (١١ - ١) : مقارنة بين القص بالقوس الكهربائي والأوكسي أستيلين

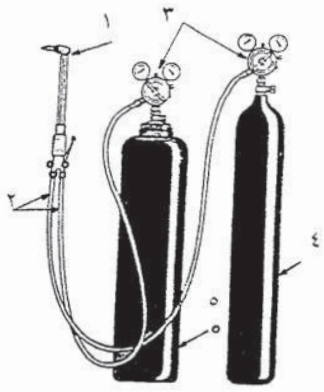
تفحص خطوط قص ناتجة من استخدام القوس الكهربائي وأخرى من القص بالأوكسي أستيلين واكتب مقارنة بينهما.

ثانياً | معدات القص بالأوكسي أستيلين

تتكون معدات القص بالأوكسي أستيلين من المعدات الأساسية والمعدات والأدوات المساعدة.

١ - معدات القص الأساسية

تتكون هذه المعدات من الأجزاء المبينة في الشكل (١١-٣).



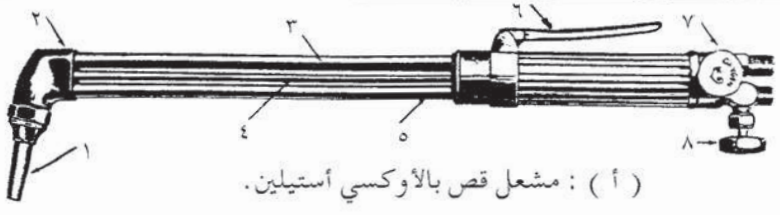
١- مشعل القص.
٢- خرطوما الأوكسجين والأستيلين.
٣- المنظمات.
٤- أسطوانة الأوكسجين.
٥- أسطوانة الأستيلين.

الشكل (١١ - ٣) : معدات القص بالأوكسي أستيلين.

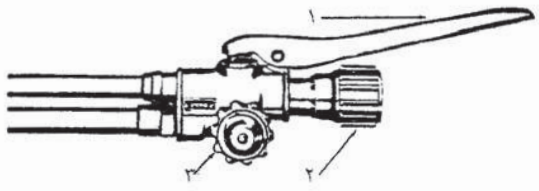
قارن بين هذه المعدات والمعدات المستخدمة في لحام الأوكسي أستيلين التي درستها سابقاً فماذا تلاحظ؟

لا شك في أنك ستلاحظ بأن الاختلاف الوحيد هو في استخدام مشعل خاص للقص بدلاً من مشعل اللحام، لذا، سيتم فقط في الفقرة الآتية شرح مشعل القص بالأوكسي أستيلين، ويقوم مشعل القص بالأوكسي أستيلين، كما في حالة اللحام، بمزج غازي الأستيلين والأوكسجين حسب نسبة المزج المناسبة، للحصول على اللهب المطلوب، إلا أنه يختلف عن مشعل اللحام في احتوائه على ممر ثالث لغاز الأوكسجين النقي اللازم لعملية القص، وتستخدم فالات خاصة لعمليات القص.

وتتوافر مشاعل خاصة للقص كما في الشكل (١١-٤أ) ويتم وصلها مباشرة بخرطومي الأستيلين والأوكسجين، كما تتوافر وصلات خاصة للقص، ويمكن تركيبها على جسم مشعل اللحام العادي بعد فك فالة اللحام، شكل (١١-٤ب).



(أ) : مشعل قص بالأوكسي أستيلين.



(ب) :وصلة قص أوكسي أستيلين.

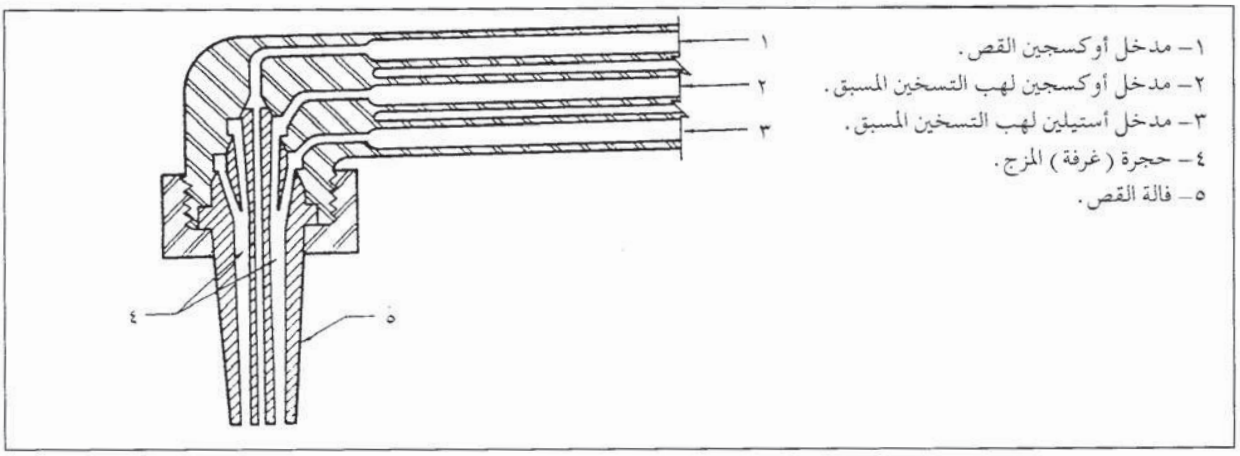
١- فالة القص.
٢- رأس المشعل.
٣- أنبوب أوكسجين القص.
٤- أنبوب أوكسجين لهب التسخين المسبق.
٥- أنبوب الأستيلين.
٦- رافعة صمام أوكسجين القص.
٧- صمام أوكسجين لهب التسخين المسبق.

١- رافعة (ذراع) صمام أوكسجين القص.
٢- توصيلة لمشعل لحام الأوكسي أستيلين.
٣- صمام أوكسجين لهب التسخين المسبق.

الشكل (١١ - ٤) : مشعل قص بالأوكسي أستيلين

ويتم في مشعل القص مزج غازي الأوكسجين والأستيلين لتكوين لهب التسخين المسبق ذي درجة الحرارة العالية، ويجب أن يكون هذا المزج كاملاً قبل خروج المزيج من فالة القص لتكوين اللهب، وكما في حالة مشعل اللحام، توجد طريقتان لمزج الغازين، بوساطة حجرة للمزج أو حجرة للحقن.

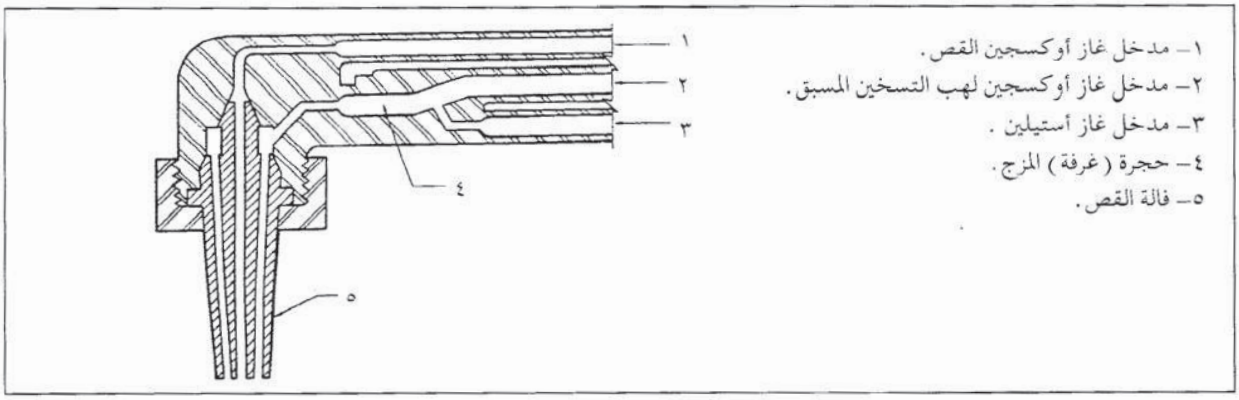
وفي مشاعل القص ذات حجرة المزج، تكون هذه الحجرة في جسم المشعل أو في الفالة نفسها كما في الشكل (١١–٥)، ويدعى هذا النوع من المشاعل، المشاعل المتساوية الضغط، إذ يدخل غاز الأوكسجين والأستيلين إلى غرفة المزج عند ضغط متساوٍ ويتم المزج بشكل كامل نتيجة لاضطراب التدفق للغازين داخل حجرة المزج، بسبب اتساعها مقارنة مع قناتي (ممري) دخول الغازين.



١– مدخل أوكسجين القص.
٢– مدخل أوكسجين لهب التسخين المسبق.
٣– مدخل أستيلين لهب التسخين المسبق.
٤– حجرة (غرفة) المزج.
٥– فالة القص.

الشكل (١١ – ٥) : مشعل قص متساوي الضغط، ذو حجرة مزج في فالة القص.

وفي حالة المشاعل ذات حجرة الحقن، التي تدعى المشاعل المنخفضة الضغط أو النوع الحاقن، فيتم مزج الغازين بدخول الأوكسجين ذي الضغط المرتفع إلى حجرة المزج، ويسحب معه الأستيلين ذي الضغط المنخفض، والذي قد يصل لغاية ٢٦ر٠بار ليمتزج معه امتزاجا كاملاً قبل خروجه من فالة القص كما في الشكل (١١–٦)، ويمكن استخدام هذا النوع من المشاعل مع غازي الأوكسجين والأستيلين، سواء أكان ضغط الأستيلين منخفض أم مساوياً لضغط الأوكسجين.



١– مدخل غاز أوكسجين القص.
٢– مدخل غاز أوكسجين لهب التسخين المسبق.
٣– مدخل غاز أستيلين .
٤– حجرة (غرفة) المزج.
٥– فالة القص.

الشكل (١١ – ٦) : مشعل قص منخفض الضغط، (نوع حاقن).

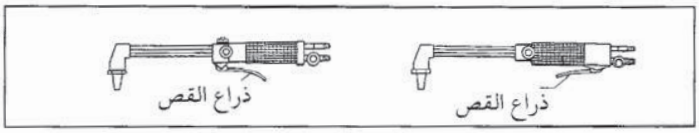
وتحتوي مشاعل القص بالأوكسي أستيلين على ما يأتي :

أ – صمام التحكم بتدفق غاز الأستيلين.

ب – صمام التحكم بتدفق غاز الأوكسجين.

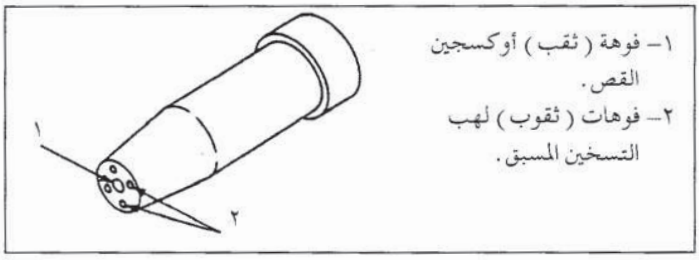
ج – رافعة التحكم بتيار أوكسجين القص.

ويمكن بالنسبة لرافعة (ذراع) لتحكم بتيار أوكسجين القص أن تكون في مقدمة جسم المشعل أو مؤخرته، كما يبين الشكل (١١–٧).



الشكل (١١ – ٧) : موقع رافعة (ذراع) التحكم بأوكسجين القص في مقدمة جسم المشعل أو مؤخرته.

ويحتوي مشعل القص في مقدمته على فالة خاصة للقص، وتحوي كما يبين الشكل (١١–٨) فوهة مركزية واسعة لأوكسجين القص، ويحيط بها عدة فوهات صغيرة للهب التسخين المسبق، وتصنع معظم الفالات من سبائك النحاس، وتتباين في تصاميمها حسب استخداماتها وغازات الاحتراق المستخدمة معها، والشركات الصانعة لها.



الشكل (١١ – ٨) : فالة القص.

ويعتمد اختيار فالة القص بالأوكسي أستيلين على سمك المعدن المراد قصه، ونوع القص المطلوب، وترتبط مقاسات الفالات بمقاسات فوهات أوكسجين القص، وفوهات غاز لهب التسخين المسبق، ويمكن الاستدلال بالجدول (١١–١) لاختيار مقاس الفالة المناسب حسب سمك المعدن المراد قصه، ويبين الجدول ضغط غازي الأوكسجين والأستيلين لقص سموك مختلفة من المعدن.

جدول (١١-١) : مقاس فالات القص، وضغط غاز الأوكسجين وغاز الأستيلين في عمليات قص سموك مختلفة.

سمك المعدن (مم)	مقاس الثقب المركزي (مم)	ضغط غاز الأوكسجين (بار)	ضغط غاز الأستيلين (بار)
٣	٠ر٦	١ر٤	٠ر٢١
٥	٠ر٨	١ر٤	٠ر٢١
٦ر٥	١	٢ر١	٠ر٢٨
٩ر٥	١	٢ر٥	٠ر٢٨
١٢ر٥	١ر٢	٢ر٥	٠ر٢٨
١٦	١ر٢	٢ر٨١	٠ر٢٨
١٩	١ر٤	٢ر٥٣	٠ر٢٨
٢٥ر٥	١ر٤	٢ر٨٨	٠ر٢٨
٣٢	١ر٤	٣ر٥٨	٠ر٢٨
٣٨	١ر٧	٢ر٩٥	٠ر٣٥
٥١	١ر٧	٣ر٣	٠ر٣٥
٦٣ر٥	٢	٢ر٦٧	٠ر٣٥
٧٦	٢	٣ر٠٩	٠ر٣٥
١٠١ر٥	٢	٣ر٨	٠ر٣٥
١٢٧	٢ر٤	٣ر٩٣	٠ر٤٢
١٥٢ر٥	٢ر٤	٤ر٧١	٠ر٤٢
٢٠٣	٢ر٤	٥ر٤٨	٠ر٤٢
٢٥٤	٢ر٩	٥ر٨٣	٠ر٤٢

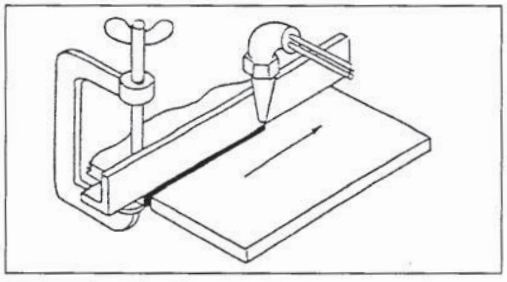
ولكل شركة صانعة نظام خاص للترقيم، للدلالة على مقاسات فالات القص المختلفة، ولا يمكن شرح هذه الأنظمة كلها إلا أنها تعتمد على مقاس فوهة أوكسجين القص، والذي يساوي قطر المثقاب (ريشة الثقب) الذي استخدم لثقب الفوهة، ويعدّ الجدول (١١-١) دليلاً عاماً لاختبار مقاس الفالة، وضغط غاز الأوكسجين والأستيلين وإجراء عملية القص لسمك معين للمعدن، إلا أنه يجب الرجوع إلى تعليمات الشركة الصانعة وأدلتها، للحصول على نتائج أفضل وأكثر دقة.

٢ - معدات وأدوات القص المساعدة

يواجه عامل القص صعوبة في ضبط حركة مشعل القص ضبطاً منتظماً في أثناء عملية القص اليدوي، لذا، تستخدم معدات وأدوات مساعدة عديدةللحصول على خط قص ناعم ومنتظم في عمليات القص المختلفة، وتكون هذه المعدات والأدوات أدلة للقص تساعد على انتظام حركة المشعل في أثناء عملية القص، أو أجهزة آلية للقص تنظم سرعة المشعل وحركته، وسيتم فيما يأتي شرح هذه المعدات والأدوات:

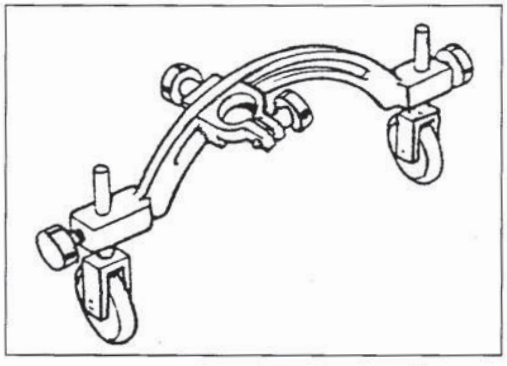
أ - **أدلة القص الميكانيكية**: توجد أنواع مختلفة من الأدوات المساعدة، التي تستخدم أدلة قص ميكانيكية، ومع أن هذه الأدلة لا تتحكم بسرعة القص، فإنها تضبط موضع مشعل القص، للحصول على خط قص دقيق ومنتظم بالأبعاد المطلوبة، أما سرعة القص، فتعتمد اعتماداً كبيراً على مهارة عامل القص. ومن أهم أدلة القص الميكانيكية:

١. دليل القص المستقيم: وهو زاوية حديدية، تربط بمحاذاة خط القص المطلوب على قطعة العمل، بوساطة مربط كما في الشكل (١١-٩)، ويتم زلق مشعل القص وهو مستند على الزاوية والفالة عمودية على خط القص المطلوب.



الشكل (١١ - ٩) : دليل قص مستقيم.

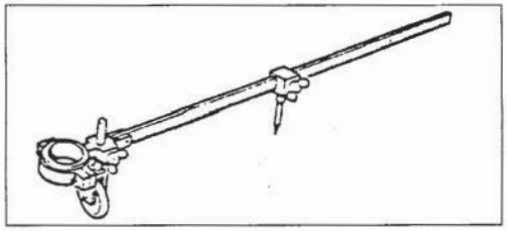
٢. دليل (وصلة) القص المائل (الشطف): ويدعى أيضاً حامل المشعل، وهو مربط يتحرك في مجرى قوسي ذي عجلتين كما في الشكل (١١-١٠) لإعطاء زاوية الميل المطلوبة، وتثبت فالة مشعل القص في المربط في وضع مائل حسب زاوية الشطفة المطلوبة، ويمكن استخدام هذا الحامل أيضاً للقص المستقيم القائم بتثبيت فالة المشعل، بحيث تكون عمودية على قطعة العمل.



الشكل (١١ - ١٠) : دليل القص المائل (الشطف).

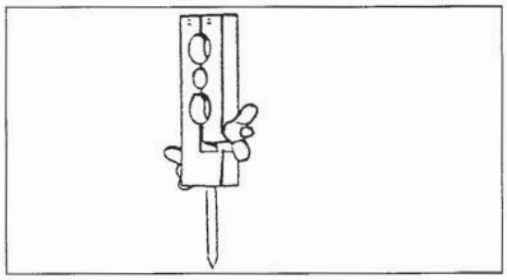
٣. دليل قص الدوائر (الفرجار): وهو قضيب مدرج مع مسمار ارتكاز وعجلة، لتسهيل

حركة المشعل ومربط (حلقة) تثبيت فالة المشعل كما في الشكل (١١-١١)، ويمكن التحكم بنصف قطر الدائرة المراد قصها بزلق مسمار الارتكاز على طول القضيب المدرج، وتتم عملية القص بتحريك رأس المشعل، مع ثبات مسمار الارتكاز في مركز دائرة القص.



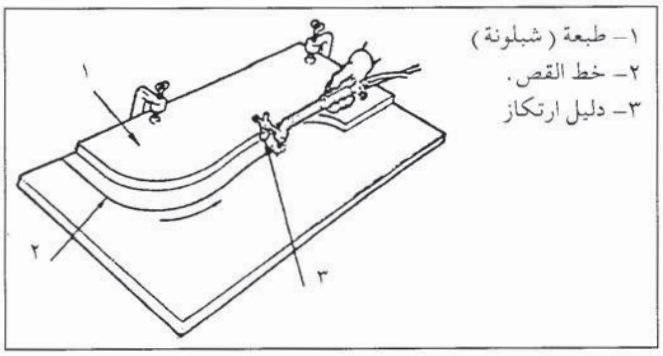
الشكل (١١-١١) : دليل قص الدوائر الكبيرة.

ولقص الدوائر الصغيرة، يمكن استخدام الدليل المبين في الشكل (١١-١٢) إذ يربط جسم المشعل داخل الثقوب الثلاث، ويتم تحريك المشعل مع تثبيت نقطة الارتكاز لقص الدائرة المطلوبة.



الشكل (١١-١٢) : دليل قص الدوائر الصغيرة.

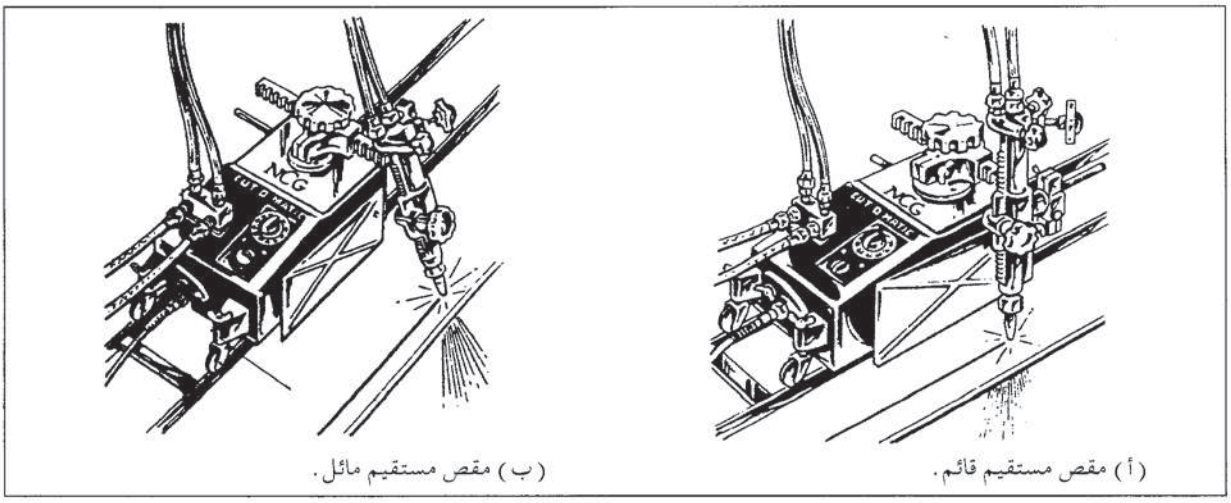
٤. طبعة (شبلونة) القص : وتستخدم لقص الخطوط المنحنية، إذ يكون شكل الطبعة (الشبلونة) مماثلاً لشكل الخط المراد قصه، وتثبت (الشبلونة) على سطح القطعة المراد قصها، ويزلق مشعل القص على حافة الشبلونة كما في الشكل (١١-١٣).



الشكل (١١-١٣) : طبعة (شبلونة) القص.

ب - عربة (دليل) القص الآلي بالأوكسي أستيلين : تستخدم آلة للقص بالأوكسي أستيلين تتحرك بوساطة محرك كهربائي يتضمن سرعات مختلفة، ويمكن بوساطتها الحصول على سرعة قص ثابتة لمشعل القص، الذي يكون مثبتاً عى جانب الآلة، ويمكن ضبط زاوية ميل المشعل وارتفاعه، بالنسبة لقطعة العمل، وبذلك، يمكن الحصول على خط قص أكثر نعومة ودقة منه في حالة القص اليدوي أو باستخدام أدلة القص الميكانيكية.

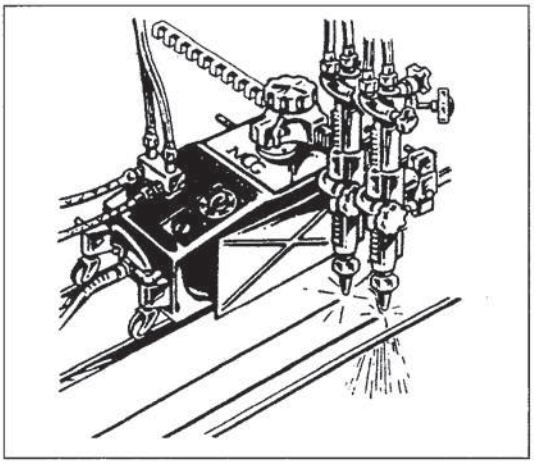
ولآلة القص (٤) عجلات، يتلقى إحداها فقط الحركة من المحرك الكهربائي عبر مسننات تخفيض، وتستخدم سكة خاصة دليلاً لحركة الآلة في حالة القص المستقيم، سواء منه القائم أو المائل، كما في الشكل (١١-١٤).



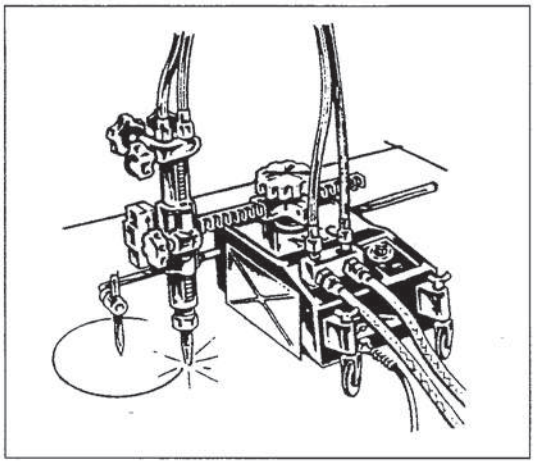
(أ) مقص مستقيم قائم.　　(ب) مقص مستقيم مائل.

الشكل (١١ – ١٤) : استخدام آلة القص للقص المستقيم.

ويمكن في بعض آلات القص استخدام مشعلي قص، لقص شرائح طولية كما في الشكل (١١–١٥)، ولعمليات قص الدوائر أو الأقواس، يستخدم دليلاً لحركة آلة القص ذراع طوله يساوي نصف قطر دائرة القص، ورأسه محور ارتكاز كما في الشكل (١١–١٦).



الشكل (١١ – ١٥) : استخدام مشعلين مع آلة القص، لقص شرائح طولية.



الشكل (١١ – ١٦) : استخدام آلة القص، لقص الدوائر.

وتحتوي لوحة التحكم بحركة آلة القص على ما يأتي:

١. مفتاح تشغيل وإيقاف.

٢. مفتاح للسرعات المختلفة.

٣. مفتاح للتحكم باتجاه حركة عربة القص (أمام وخلف).

٣ – المحافظة على أدوات القص وتخزينها

يجب العناية بنظافة مشعل القص وفالاته وعدم تعرضها للضربات والخدوش، لضمان عدم تسرب الغاز من وصلات المشعل، والتدفق الجيد والمنتظم للغاز في الممرات الخاصة في المشعل والفالة، لتكوين لهب ذي شكل منتظم.

وفيما يأتي بعض الأمور الواجب مراعاتها للمحافظة على مشعل القص وفالاته:

أ – عدم ترك المشعل على سطح طاولة العمل أو على سطح الأسطوانات، بل تعليقه على حوامل خاصة على الجدران، تجنباً لتعرضه للخدوش والكدمات.

ب – تنظيف ثقوب الفالات عند اتساخها، باستخدام أدوات التنظيف الخاصة، واختيار قطر الأداة المناسب لقطر الفوهة، إذ إن التنظيف بأداة أكبر من قطر الفوهة يؤدي إلى توسعها، وفي حال عدم توافر أدوات التنظيف الخاصة، يمكن تنظيف رأس الفالة بفركه على سطح خشبي.

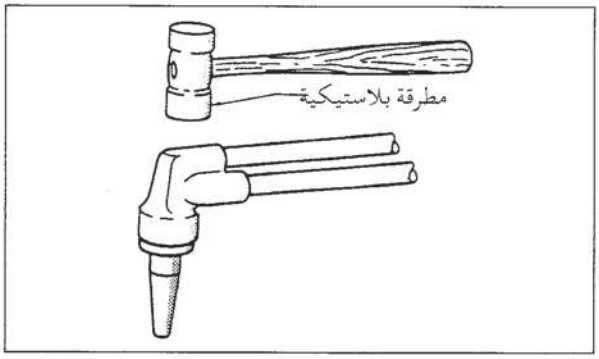
ج – تسوية وجه الفالة، في حال حدوث تشوه بسيط باستخدام المبرد، الذي يكون عادة ضمن أدوات تنظيف الفالات، أما إذا كان رأس الفالة متآكلاً تآكلا كبيراً، فيجب استبدال الفالة.

د – سلامة سطح الاتصال وإحكامه بين فالة القص وجسم المشعل، واستخدام الطريقة الصحيحة لربطهما معاً، بما يضمن عدم تسرب الغاز أو اختلاط غاز أوكسجين القص بغاز أوكسجين لهب التسخين المسبق، ويتم ذلك باستخدم مفتاح شد في حالة أن سطح الاتصال بين الفالة وجسم المشعل هو معدن على معدن، أما إذا كان هناك حشوات (كاسكيتات) من الفايبر للفالة كما في الشكل (١١–١٧)، فلا يستخدم مفتاح الشد إذ إن ذلك قد يتلف هذه الحشوات.

الشكل (١١ – ١٧) : فالة قص مع حشوات.

ويستخدم محلول الماء والصابون للكشف عن التسرب ويمكن إصلاح سطح الاتصال في جسم المشعل، بوساطة رايمرات خاصة، أو تغيير الحشوات في حال حدوث تسرب.

هـ – عدم الطرق على مقدمة الفالة بقصد فكها عن جسم المشعل إذا علقت به، بل ويمكن الطرق على خلف رأس المشعل، كما في الشكل (١١–١٨).



الشكل (١١– ١٨): الطرق على خلف رأس المشعل.

و – تخزين فالات القص في ثقوب خاصة على لوحات خشبية أو من الألمنيوم، ذلك للحفاظ عليها من التعرض للخدش.

نشاط (١١ – ٢): مشاعل القص

زر مشغل اللحام في المدرسة، واكتب تقريراً عن أنواع مشاعل القص وفالاته وأدوات القص المساعدة المتوافرة.

الأسئلة:

١ – القص بالأوكسي أستيلين هو تفاعل كيماوي. ناقش هذه العبارة.

٢ – لتيار الأوكسجين وظيفتان في عملية القص بالأوكسي أستيلين، أذكرهما.

٣ – علل ما يأتي :

– سهولة قص الفولاذ المنخفض السبائكية والمنخفض الكربون.

– صعوبة قص الفولاذ المقاوم للصدأ (الستينلس ستيل) بوساطة الأوكسي أستيلين.

٤ – أذكر خمس مميزات للقص بوساطة الأوكسي أستيلين .

٥ – ما الفرق بين القص بالأوكسي أستيلين والقص بالقوس الكهربائي، من حيث مبدأ العمل؟

٦ – ما الفرق بين معدات اللحام بالأوكسي أستيلين والقص بالأوكسي أستيلين؟

٧ – يوجد نوعان من مشاعل القص: المشعل المتساوي الضغط والمشعل الحاقن. بين الفرق بينهما.

٨ – في فالة القص بالأوكسي أستيلين فوهة مركزية ومجموعة فوهات محيطية. بين الغرض من كل منها.

٩ – أذكر أربعة أنواع من أدلة القص الميكانيكية، وبين استعمال كل منها.

١٠ – يمكن بوساطة عربة القص الآلية الحصول على خط قص أكثر دقة وانتظاماً من القص اليدوي، لماذا؟

١١ – تستخدم عربة القص الآلية لإجراء عمليات قص مختلفة. اذكر أربعاً منها.

١٢ – أذكر خمساً من النقاط الواجب مراعاتها للمحافظة على مشاعل القص وفالاته بوضع جيد.

ثالثاً | عمليات القص المختلفة وعيوب خطوط القص

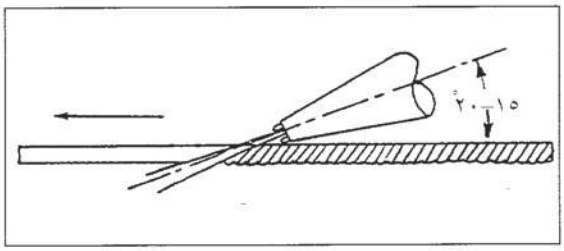
بعد أن تعرفت مفهوم عملية القص بالأوكسي أستيلين والمعدات والأدوات المستخدمة لذلك، لا بد لك من تعرف عمليات القص المختلفة التي يمكن تنفيذها بوساطة الأوكسي أستيلين وأنواع العيوب التي يمكن أن تظهر في خطوط القص الناتجة ومسبباتها.

١ - عمليات القص

يستخدم الأوكسي أستيلين لإجراء عمليات قص مختلفة تتلخص فما يأتي:

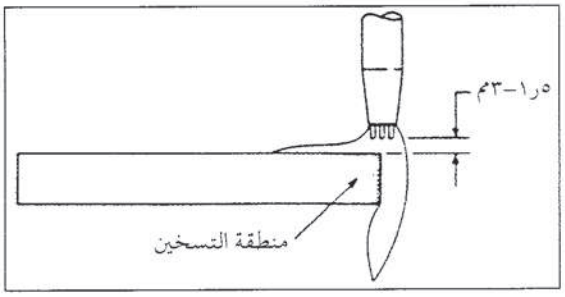
أ - **القص المستقيم** : يوجد نوعان من القص المستقيم : القص المستقيم القائم والقص المستقيم المائل (الشطف).

١ . القص المستقيم القائم: يستخدم القص المستقيم القائم لفصل القطع إلى أجزاء، وتعتمد زوايا ميل المشعل وحركته على سمك القطع المراد قصها، ففي حالة السموك الصغيرة (٣)مم أو أقل، وبعد اختيار فالة قص صغيرة، تتناسب وسمك المعدن المراد قصه، يوجه مشعل القص بحيث يميل بزاوية (١٥-٢٠°) كما في الشكل (١١-١٩)، ويساعد ميلان المشعل على تسخين المعدن أمام موقع القص بوساطة لهب التسخين المسبق، وهذا يسهل إجراء عملية القص، ولا توجد حاجة لتحريك المشعل غير الحركة المستقيمة في قص السموك الصغيرة.



الشكل (١١- ١٩) : قص الفولاذ قليل السمك.

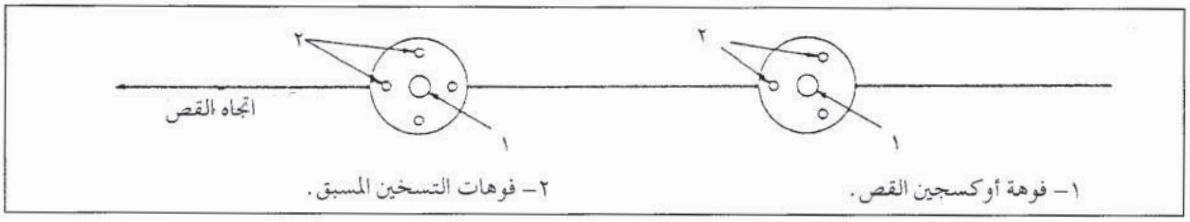
لقص السموك التي تزيد على ٣مم، توجه فالة المشعل توجيهاً عمودياً على سطح القطع المراد قصها كما في الشكل (١١-٢٠)، ويتم البدء من طرف قطعة العمل، ويكون البعد بين طرف مخروط لهب التسخين المسبق الداخلي وسطح قطعة العمل ٥ر١-٣مم.



الشكل (١١- ٢٠) : قص فولاذ سميك.

ويراعى في القص القائم أن يكون وضع فالة القص، بحيث توجه إحدى شعلات لهب

التسخين المسبق أمام خط القص كما في الشكل (١١-٢١)، لتسخين المعدن أمام القص، وزيادة سرعة عملية القص وتحسينها.

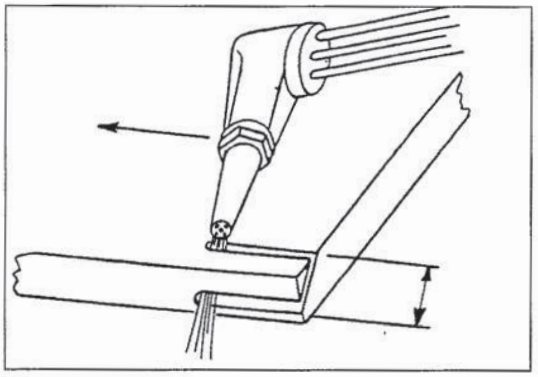


الشكل (١١ - ٢١) : وضع فوهات لهب التسخين المسبق في حالة القص المستقيم القائم.

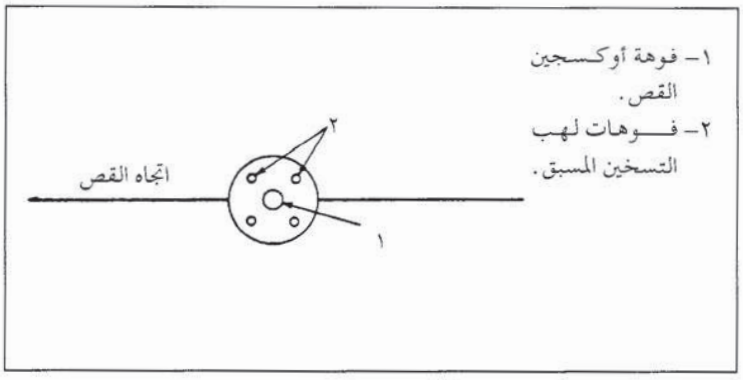
في حالة استخدام فالة قص، تحتوي على (٦) ثقوب للهب التسخين المسبق، فإن إحدى شعلات اللهب ستكون أمام خط القص، بغض النظر عن وضع الفالة.

وقد تحتاج بعض السموك الكبيرة جداً إلى حركة تذبذبية للمشعل لزيادة عرض خط القص.

٢ . القص المستقيم المائل (الشطف) : يستعمل القص المستقيم المائل لعمليات الشطف، لتحضير حواف القطع وعمل الوصلات الملحومة، ويوجه مشعل القص حسب زاوية الشطف المطلوبة كما في الشكل (١١-٢٢)، أما فالة القص، فتثبت بحيث تكون ثقوب التسخين المسبق موجهة كما في الشكل (١١-٢٣) بالنسبة لخط القص.



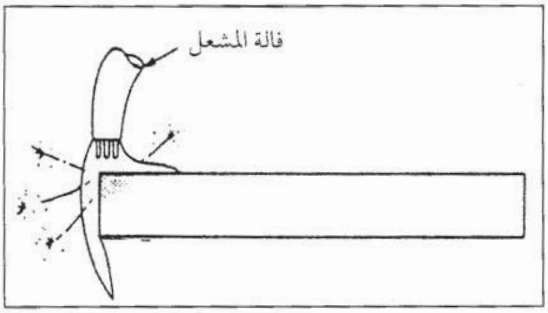
الشكل (١١ - ٢٢) : الشطف بالأوكسي أستيلين.



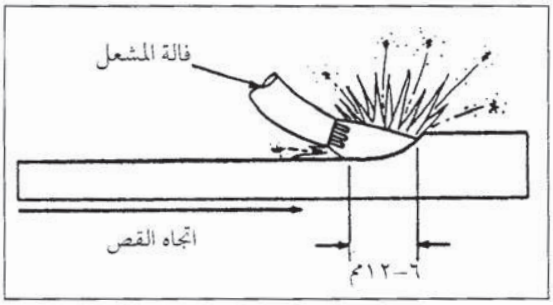
الشكل (١١ - ٢٣) : وضع فوهات فالة القص في حالة القص المائل (الشطف).

ب - الجرف : يستخدم لتحضير شطفة J أوU على حواف قطع لعمل وصلات اللحام، أو لإزالة بعض أجزاء معابة (بها عيب لحام) من خط اللحام، أو لعمل مجرى على سطح قطعة العمل.

وتستخدم فالات خاصة لعمليات الجرف، ويوجه المشعل عمودياً على خط الجرف في بداية عملية القص كما في الشكل (١١-٢٤)، وعند بدء القص، يتم إمالة المشعل بزاوية بالنسبة لقطعة العمل، لإعطاء نفثة أوكسجين طويلة نسبياً عند ضغط منخفض، الشكل (١١-٢٥).



الشكل (١١ - ٢٤) : توجيه المشعل عمودياً في بداية عملية الجرف.

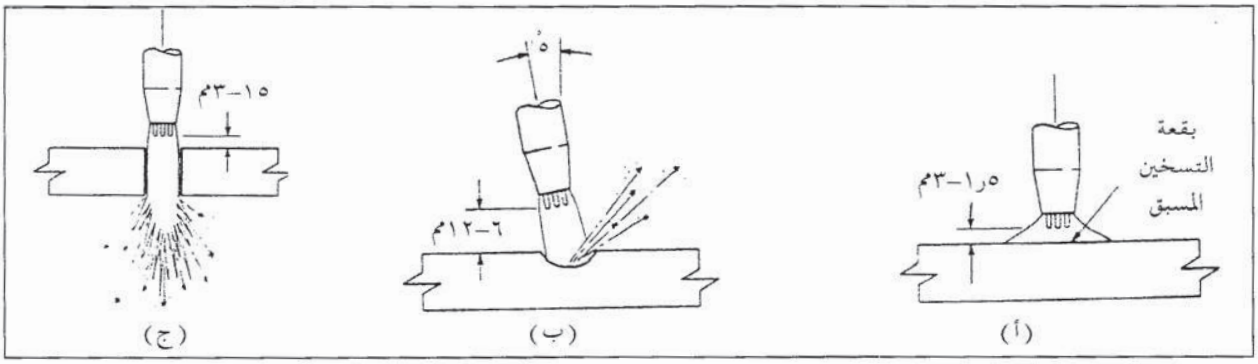


الشكل (١١ - ٢٥) : إمالة المشعل بزاوية بالنسبة قطعة العمل بعد بدء القص.

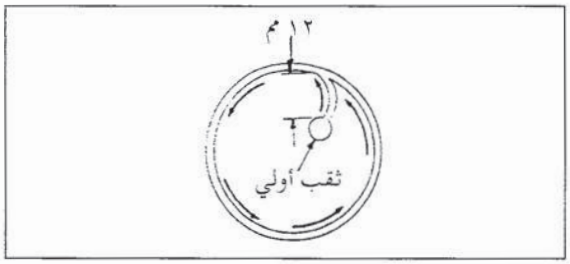
وتؤثر زاوية ميل وسرعة القص في شكل خط القص الناتج ومواصفاته، إذ إن زيادة زاوية ميل مشعل القص بالنسبة لقطعة العمل، تزيد في عمق خط القطع الناتج، وقد تؤدي إلى قطع نافذ، أما نقص زاوية الميل، فيؤدي إلى ضحالة عمق المجرى الناتج، وتوقف عملية القص أحياناً.

أما سرعة القص البطيئة، فتزيد في عمق خط الجرف وعرضه، وتؤدي السرعة العالية إلى انخفاض عمق خط الجرف الناتج وعرضه.

ج - **الثقب وقص الدوائر** : يستعمل القص بالأوكسي أستيلين لعمل الثقوب غير الدقيقة، اللازمة لعمليات الربط بالبراغي أو التباشيم أو اللحام المسماري أو المشقبي، ويتم توجيه المشعل توجيهاً عمودياً فوق موقع الثقب المطلوب، الشكل (١١-٢٦أ)، إلى أن يسخن المعدن إلى درجة الاحمرار، ثم يرفع المشعل للأعلى قليلاً مع إمالته جانباً، وإطلاق تيار الأوكسجين تدريجياً لحرق المعدن وطرده جانباً من منطقة الثقب كما في الشكل (١١-٢٦ب)، تجنباً لتلوث رأس الفالة بالمعدن المصهور، وإغلاق فوهاتها (ثقوبها)، وعند حدوث ثقب في المعدن، يعاد توجيه المشعل عمودياً فوق الثقب كما في الشكل (١١-٢٦جـ) لإكمال عملية الثقب.



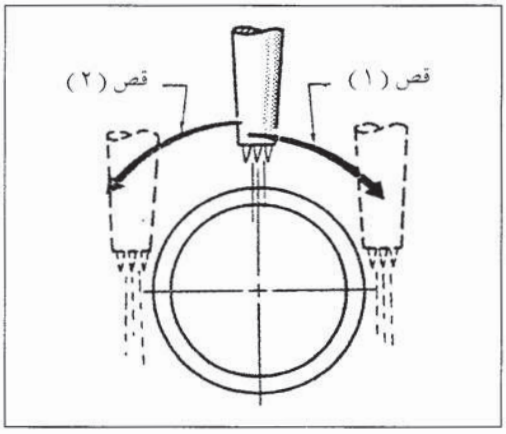
الشكل (١١ - ٢٦) : عملية الثقب بالأوكسي أستيلين.



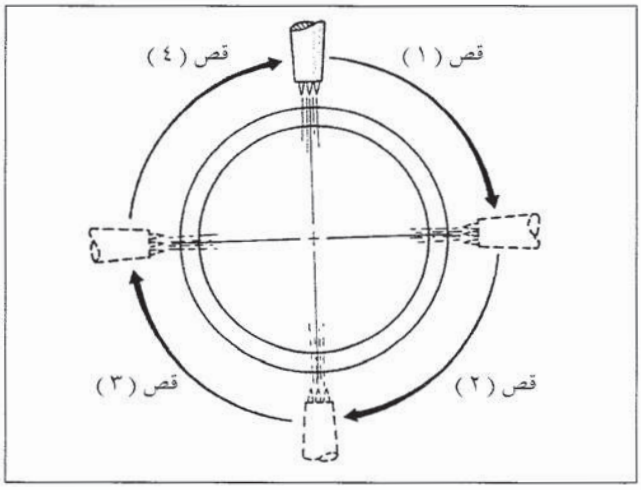
الشكل (١١ – ٢٧) : قص الدوائر الكبيرة.

ولقص دائرة كبيرة، يمكن عمل الثقب أولاً في وسط الدائرة، ثم تحريك مشعل القص على محيط الدائرة المطلوب قصها كما في الشكل (١١–٢٧)، ويفضل قص الدوائر بوساطة دليل قص الدوائر أو عربة القص الآلية.

د – **قص الأنابيب** : تعتمد طريقة قص الأنابيب يدوياً بوساطة الأوكسي أستيلين على قطر الأنبوب المراد قصه، فعند قص الأنابيب ذات الأقطار الصغيرة (أقل من ٧٥مم)، يحافظ على توجيه المشعل بشكل قائم، ويتم تحريكه من مركز الأنبوب باتجاه كل طرف كما في الشكل (١١–٢٨)، أما في حالة الأقطار الكبيرة، فيتم توجيه المشعل دوماً باتجاه مركز الأنبوب وتحريكه حول المحيط، كما في الشكل (١١–٢٩).



الشكل (١١ – ٢٨) : قص الأنابيب ذات الأقطار الصغيرة (أقل من ٧٥مم) بالأوكسي أستيلين.

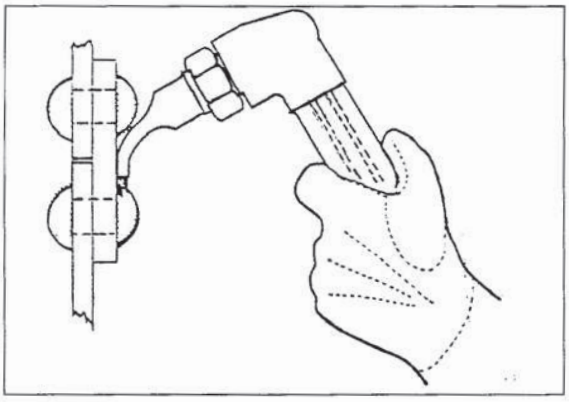


الشكل (١١ – ٢٩) : قص الأنابيب ذات الأقطار الكبيرة بالأوكسي أستيلين.

ويستخدم القص بالأوكسي أستيلين استخداماً كبيراً لشطف أطراف الأنابيب وإجراء عمليات وصلها باللحام، ويمكن أن يتم ذلك يدوياً، أو بوساطة جهاز خاص يتم ربطه حول الأنبوب وإدارته في أثناء عملية الشطف حول قطر الأنبوب كله.

هـ – **إزالة التباشيم** : يستخدم القص بالأوكسي أستيلين عند فك الهياكل المعدنية الكبيرة المربوطة (الموصولة) بوساطة التباشيم، وتصنع عادة فالات خاصة لعمليات إزالة التباشيم، ويجب اختيار مقاس الفالة المناسبة لأن الفالة الكبيرة تؤذي المعدن عند إزالة التبشيمة، أما الفالة الصغيرة فتؤدي إلى بطء عملية القص. وتتم إزالة (قص) التبشيمة بتوجيه مشعل القص،

بحيث يكون تيار أوكسجين القص موازياً لسطح قطعة العمل كما في الشكل (١١-٣٠).



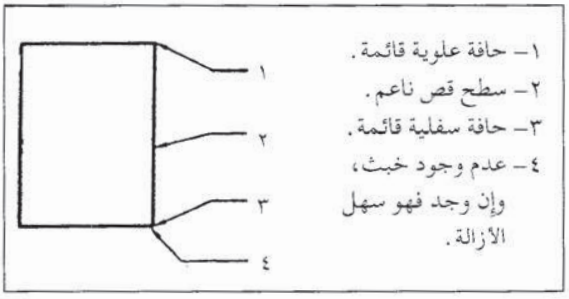
الشكل (١١ - ٣٠) : إزالة التباشيم بوساطة القص بالأوكسي أستيلين.

نشاط (١١ - ٣) : مجالات استخدام القص بالأوكسي أستلين

زر إحدى ورش اللحام وتشكيل المعادن في المنطقة المجاورة، واطلع على مجالات استخدام القص بالأوكسي أستيلين، واكتب ملحوظاتك بهذا الخصوص وناقشها مع زملائك في الصف.

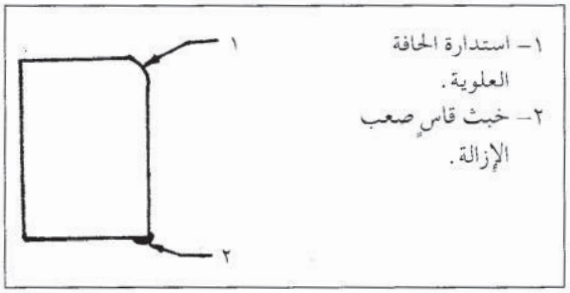
٢ - عيوب القص ومسبباتها

تظهر عيوب القص بالأوكسي أستيلين على سطحي القص في القطعة المقصوصة، ويكون خط القص الناتج جيداً إذا كان سطح القص مستوياً وناعماً وخالياً من التعرجات، وحوافه العلوية والسفلية قائمة كما يبين الشكل (١١-٣١) مع عدم تكون خبث (أكاسيد) على سطح القص تؤثر عدة عوامل في خط القص الناتج وخلوه من العيوب، وهذه العوامل هي:



الشكل (١١ - ٣١) : سطح القص الجيد.

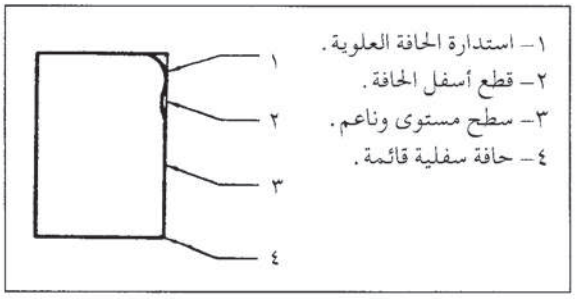
أ - **شدة لهب التسخين المسبق**: تعتمد شدة لهب التسخين المسبق على مقاس الفالة وعدد فوهات (ثقوب) التسخين المسبق، على سطح القص الناتج، فزيادة كمية اللهب المؤثرة تؤدي إلى صهر الحافة العلوية لخط القص واستدارتها، ويترسب خبث قاسٍ تصعب إزالته عند الحافة السفلية الشكل (١١-٣٢).



الشكل (١١ - ٣٢) : تأثير زيادة شدة لهبة التسخين المسبق على سطح القص الناتج.

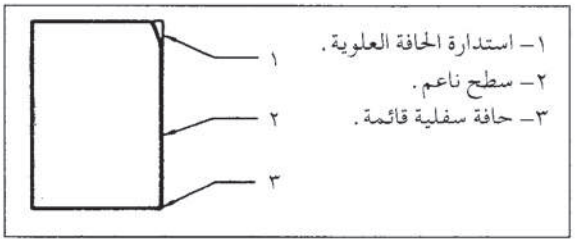
وإذا كان لهب التسخين المسبق أقل من اللازم، فيترتب على ذلك ضرورة تخفيض سرعة القص، الذي ينتج منه عيوب أخرى سيتم شرحها لاحقاً.

ب - بعد لهب التسخين المسبق من سطح قطعة العمل وقربه: يتم رفع مشعل القص أحياناً وإبعاده عن قطعة العمل بهدف تقليل الآثار السلبية الناتجة من شدة لهب التسخين المسبق، إلا أن ذلك يؤدي إلى استدارة حافة القص العلوية وحدوث قطع خفيف تحت الحافة كما يبين الشكل (١١-٣٣)، أما بقية سطح القص، فيكون ناعماً، وتكون الحافة السفلية للسطح قائمة.



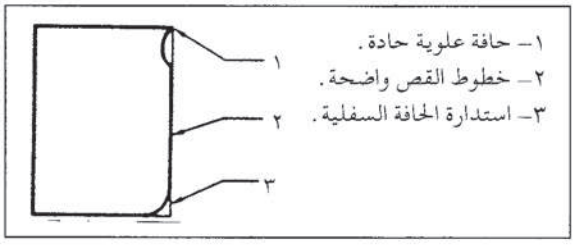
الشكل (١١ - ٣٣) : تأثير الأرتفاع الزائد للهب التسخين المسبق.

وفي حال تقريب لهب التسخين المسبق من قطعة العمل، فإن ذلك يؤدي إلى انصهار الحافة العلوية واستدارتها فقط أما بقية السطح، فتكون جيدة كما في الشكل (١١-٣٤).



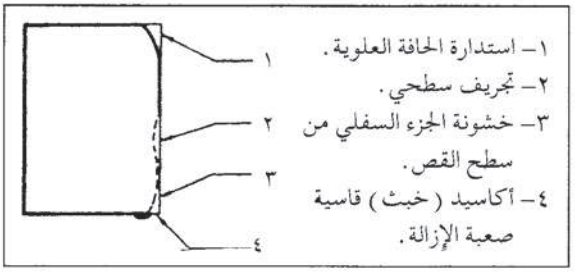
الشكل (١١ - ٣٤) : تأثير قرب لهب التسخين المسبق من قطعة العمل على سطح القص.

ج - سرعة حركة مشعل القص: قد تؤدي السرعة العالية جداً لحركة مشعل القص إلى عدم كفاية الوقت لتيار الأوكسجين للتأثير في سطح المعدن المقصوص، وعدم اكتمال عملية القص، وينتج من السرعة العالية لمشعل القص تشكل حافة علوية حادة لسطح القص مع استدارة الحافة السفلية كما في الشكل (١١-٣٥).



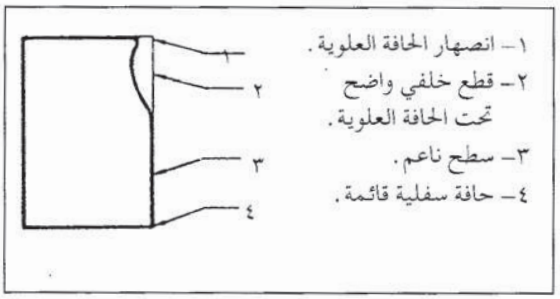
الشكل (١١ - ٣٥) : تأثير السرعة العالية لمشعل القص على سطح القص.

أما بطء السرعة، فيؤدي إلى استدارة الحافة العلوية، وحدوث تجريف في سطح القص، مع استدارة الحافة السفلية، وتشكل خبث (أكاسيد) قاسٍ عند حافة سطح القص السفلية يصعب إزالته، الشكل (١١-٣٦).



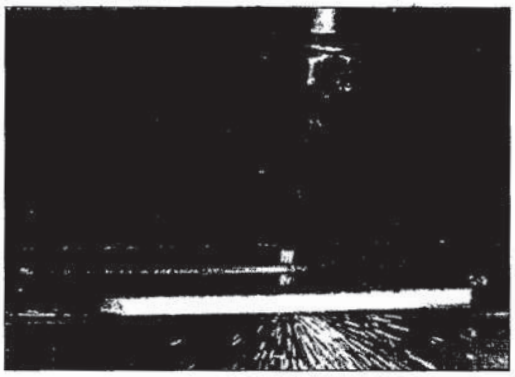
الشكل (١١ - ٣٦) : تأثير السرعة البطيئة لمشعل القص في سطح القص.

د – **ضغط تيار أوكسجين القص**: ينتج من المعايرة العالية لضغط الأوكسجين تمدد تيار أوكسجين القص عند خروجه من فوهة الفالة، وهذا يؤدي إلى صهر الحافة العلوية، وتوسيع خط القص في الجزء العلوي من سطح القص كما في الشكل (١١–٣٧)، أما إذا كان ضغط تيار أوكسجين القص منخفضاً، فقد يؤدي ذلك إلى عدم اكتمال القص.

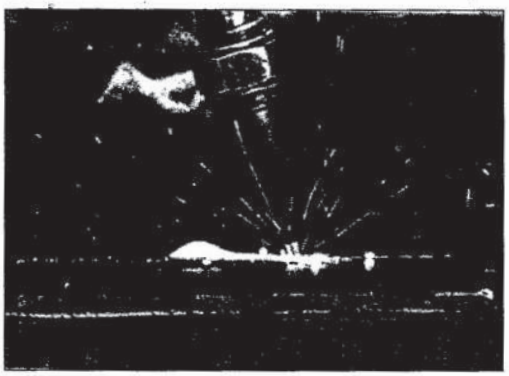


الشكل (١١ – ٣٧) : تأثير ارتفاع ضغط الأوكسجين في سطح القص.

ويستدل على القص الجيد من الصوت المنتظم الناتج من القص ومن ملاحظة تطاير الشرر تطايراً منتظماً من أسفل خط القص كما في الشكل (١١–٣٨)، أما إذا كانت عملية القص تسير سيراً غير سليم، فينحبس الخبث في أعلى سطح القص ويتطاير الشرر باتجاه الأعلى، نظراً لعدم اكتمال القص.



الشكل (١١ – ٣٨) : عملية قص جيدة.



الشكل (١١– ٣٩) : عملية قص غير صحيحة.

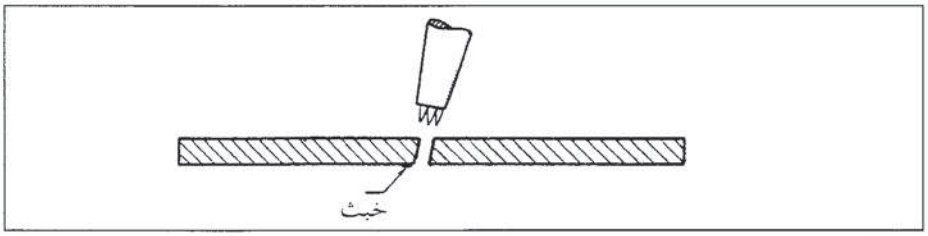
وقد تبين لك أن من العيوب التي يمكن أن تحدث في عملية القص هو تكون الخبث على الجزء السفلي من سطح القص، وهناك نوعان من الخبث المتشكل:

- الخبث الطري.
- الخبث القاسي.

ويكون النوع الطري اسفنجياً (مسامياً) وهشاً قابلاً للإزالة بسهولة، ويحتوي على كمية بسيطة من الحديد غير المتأكسد، ويمكن ملاحظة مثل هذا النوع حتى في خطوط القص الجيدة.

أما خبث النوع القاسي فتصل نسبة الحديد غير المتأكسد فيه إلى ٣٠–٤٠٪، ويكون هذا النوع ملتصقاً بقوة بالسطح السفلي لخط القص، ويحتاج إلى جهد كبير لإزالته بوساطة التجليخ أو الأزملة، وكلما زادت نسبة الحديد غير المتأكسد في الخبث، تزداد صعوبة إزالته، ويلاحظ هذا النوع من الخبث في عمليات القص غير السليمة، وقد سبق ذكر بعض العوامل التي تؤدي إلى تكوين الخبث.

ويمكن منع تكون الخبث على أحد جانبي القص، بإمالة مشعل القص بزاوية ٢-٣° باتجاه القطعة المراد التخلص منها. ويترتب على ذلك الحصول على سطح قص خالٍ من الخبث في الجزء المراد استخدامه، ويتشكل الخبث فقط على الجزء الآخر كما في الشكل (١١-٤٠). وينتج من إمالة مشعل القص للتخلص من الخبث أن يكون القص الناتج غير قائم بدقة كافية، لذا، تستخدم هذه الطريقة فقط في السموك القليلة أما في السموك الكبيرة، فإنها تؤدي إلى الحصول على خط قص مائل.



الشكل (١١ - ٤٠) : إمالة مشعل القص لمنع تكون الخبث على القطعة المراد استخدامها.

نشاط (١١ - ٤) : عيوب القص بالأوكسي أستيلين

تفحص بعض القطع التي تمَّ قصها بوساطة الأوكسي أستيلين، واكتب تقريراً بالعيوب التي لاحظتها مع تحديد الأسباب، واعرض التقرير أمام زملائك للمناقشة.

٣ - إحتياطات السلامة ومتطلباتها في القص بالأوكسي أستيلين

تراعى احتياطات السلامة اللازمة ومتطلباتها لعمليات اللحام بالأوكسي أستيلين، التي سبق شرحها في الوحدة الثامنة عشرة (تجهيز وتشغيل معدات اللحام بالأوكسي أستيلين) في العام الماضي، مع التركيز على الاحتياطات والمتطلبات الآتية. تجنباً للمخاطر التي يمكن أن تنجم عن الكميات الكبيرة للشرر (رذاذ المعدن المنصهر) المتطاير، الناتجة من عمليات القص بالأوكسي أستيلين:

أ - أن تكون أرضية موقع القص من الخرسانة، أو أية مادة أخرى مقاومة للإشتعال.

ب - استخدام طاولات عمل أو أي أثاث آخر ضروري للقص، بحيث يكون مصنوعا من المعدن، أو أي مادة أخرى مقاومة للإشتعال.

ج - خلو موقع العمل (القص) من أي مادة قابلة للاشتعال.

د - ارتداء عامل القص لملابس العمل المصنوعة من الجلد، والخالية من الكفات والجيوب، بحيث يتم تغطية أجزاء الجسم كلها، واستخدام النظارات الواقية للعينين.

هـ - توفير مطافئ حريق في متناول اليد لاستخدامها عند الحاجة.

و - عدم إجراء عمليات القص على الأوعية المغلقة، قبل التأكد من خلوها من المواد القابلة للإشتعال، وتفريغها تفريغاً كاملاً وعمل فتحات للتنفيس، ويتم عادة تنظيف الأوعية المغلقة بالبخار، لضمان عدم تبقي مواد قابلة للاشتعال داخلها، وتملأ الأوعية بالماء إلى مستوى ينخفض قليلاً عن خط القص.

أسئلة الوحـدة

١ – يستخدم القص بالأوكسي أستيلين، لإجراء عمليات قص مختلفة– أذكر خمساً من هذه العمليات.

٢ – بين الفرق في زاوية ميل مشعل القص في حالة القص المستقيم القائم لقطع عمل سميكة، وأخرى قليلة السمك.

٣ – يوجد وضع معين لفوهات لهب التسخين المسبق لحالتي القص المستقيم القائم والقص المستقيم المائل، بين بالرسم وضع الفالة المناسب لكليهما إذا كان عدد فوهات التسخين المسبق (٤).

٤ – تؤثر زاوية ميل مشعل القص وسرعته في شكل خط القص الناتج في عملية الجرف ومواصفاته، وضح ذلك.

٥ – يختلف أسلوب قص الأنابيب حسب أقطارها، بين بالرسم طريقة قص الأنابيب ذات الأقطار الصغيرة أقل من (٧٥)مم، والأنابيب ذات الأقطار الكبيرة.

٦ – تعدّ عملية القص ناجحة، إذا اتصف سطح القص بمواصفات محددة، اذكرها.

٧ – من العوامل التي تؤثر في جودة خط القص الناتج، سرعة حركة مشعل القص، وضح تأثير هذا العامل في سطح خط القص الناتج، مستعيناً بالرسم.

٨ – اذكر العوامل الأخرى التي تؤثر في جودة خط القص الناتج، مبيناً تأثير كل منها في سطح القص.

٩ – يوجد نوعان من الخبث يمكن ملاحظتها في عمليات القص، اذكر هذين النوعين وخصائصهما.

١٠ – أذكر (٦) من احتياطات السلامة ومتطلباتها الواجب مراعاتها في القص بالأوكسي أستيلين.

الوحدة الثانية عشرة

لحام حديد الزهر بالقوس الكهربائي والأوكسي أستيلين.

يستخدم حديد الزهر (Cast Iron) استخداماً واسعاً في الصناعه، إذ يدخل في العديد من الصناعات، كصناعة أجزاء السيارات والآلات الزراعية، كأجسام المحركات وأعمدة المرافق، وصناديق السرعات، وأغلفة المسننات التفاضلية، ومجمعات غاز العادم، وفي صناعة الأنابيب ومكملاتها، وأجسام الصمامات وأغلفة المضخات، وفي العديد من قواعد الآلات والمعدات الصناعية المختلفة وأجزائها وأجسامها.

ويتطلب تصنيع منتجات حديد الزهر وصيانتها استخدام أعمال اللحام، لوصل القطع أو معالجة الكسور التي تنتج من هشاشته وعدم تحمله للصدمات، ويتطلب لحامه بنجاح أساليب ومهارات خاصة، نظراً لخواصه الميكانيكية والفيزيائية، التي تجعل عملية لحامه أكثر صعوبة من لحام الفولاذ.

فما حديد الزهر؟ وما أنواعه وخصائصه؟ وما الطرائق المتبعه في لحامه؟ هذا ما ستتعرفه في هذه الوحدة.

ويتوقع منك بعد دراستها أن تصبح قادراً على أن:

- تحدد أنواع حديد الزهر وخصائص كل نوع وقابليته للحام.
- توضح أسلوب تجهيز حديد الزهر للحام.
- تبين طرائق لحام حديد الزهر بالقوس الكهربائي.
- تبين طرائق لحام حديد الزهر بالأوكسي أستيلين.

أولاً أنواع حديد الزهر وخصائصه

يتكون حديد الزهر في معظمه من عنصر الحديد، الذي تتراوح نسبته بين (٩١-٩٤)٪، وتتكون النسبة المتبقية من عناصر مختلفة تشمل الكربون والسيليكون والمنغنيز والكبريت والفسفور، وتتراوح نسبة الكربون في حديد الزهر بين (٢-٤)٪ وهذا ما يميزه من أنواع الفولاذ المختلفة، التي لا تزيد نسبة الكربون فيها على (٢ر١)٪.

ولكي تقوم بلحام حديد الزهر بكفاية، لا بد من تعرف أنواعه وخصائصه وبخاصة قابلية الأنواع المختلفة للحام.

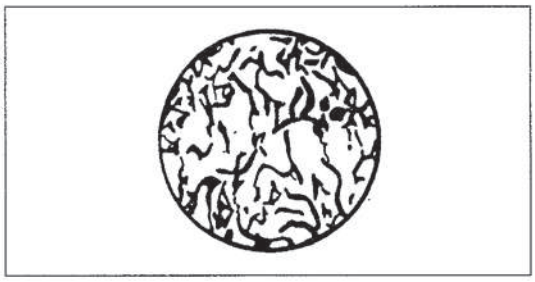
ويوجد أنواع مختلفة من حديد الزهر، ولكل منها خصائصه ومواصفاته، إلا أن حديد الزهر بأنواعه المختلفة هو معدن قاس، بسبب نسبة الكربون العالية فيه، وهو غير قابل للتشكيل بالطرق أو الدرفلة أو السحب أو الثني عند أي درجة حرارة، غير أن معظم أنواعه ذات قابلية جيدة للتشغيل، بوساطة آلات

القطع المختلفة (المخرطة، المكشطة، المثقاب... الخ) كما أنه يمتاز بخاصية السيولة وسهولة التدفق عند صهره، مع محافظته على حالته السائلة لفترة طويلة في أثناء عملية تبريده.

١ - أنواع حديد الزهر

توجد خمسة أنواع رئيسة لحديد الزهر تختلف في خصائصها وقابليتها للحام، وهذه الأنواع هي:

أ - **حديد الزهر الرمادي Grey Cast Iron**: يتم الحصول على حديد الزهر الرمادي عن طريق التبريد البطيء لشحنة حديد الزهر المصهور الناتجة من الفرن العالي، وهذا يسمح للكربون بالانفصال على شكل قشور جرافيتية حرة موزعة في كامل البنية، كما يبين الشكل (١٢-١).



الشكل (١٢ - ١): بنية حديد الزهر الرمادي.

وبالإضافة لعنصر الكربون، يحتوي حديد الزهر الرمادي على ما يأتي:

- السيليكون: ويساعد على تشكيل الجرافيت الحر، في أثناء عملية التبريد، وقد تصل نسبته إلى ٣٪.
- الفسفور: ويساعد على زيادة خاصية السيولة في حديد الزهر، وقد تصل نسبته إلى ٥ر١٪.
- الكبريت: ويعد من الشوائب في حديد الزهر، إذ إن زيادته تؤثر في خصائص حديد الزهر، لذا، يجب ألا تزيد نسبته على ١٪ فقط.
- المنغنيز: ويزيد في قوة حديد الزهر، إذ يتحد مع الكبريت غير المرغوب فيه، وتبلغ نسبته ٥ر١٪.

ويتصف حديد الزهر الرمادي بالخصائص الآتية:

١. الهشاشية (القصافة) Brittleness.

٢. تحمل إجهادات ضغط عالية تعادل (٣-٤) مرات إجهادات الشد التي يتحملها.

٣. سهولة تشكيله بالصب حسب الشكل المطلوب.

٤. سهولة تشغيله، بوساطة آلات التشغيل المختلفة (خراطة، كشطة، تفريز، ثقب..).

٥. مقاومة عالية للمواد الكيميائية والماء والغاز والبخار، لذا، فهو يستخدم في صناعة الأنابيب ومكملاتها والصمامات.

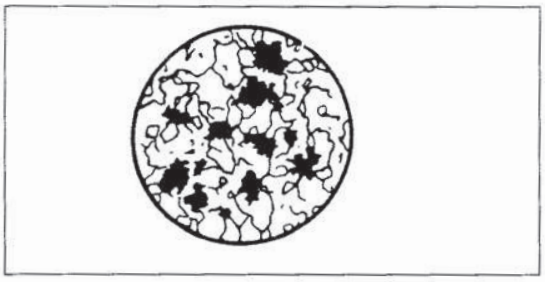
٦. مقاومة جيدة للاهتراء الاحتكاكي، ناتجه من الجرافيت الحر الذي يعمل بوصفه مادة تزييت

مؤقتة تخلف بعد تآكلها جيوباً دقيقة، يتجمع فيها زيت تشحيم الآلة عند تزييتها، لذا، يستخدم حديد الزهر الرمادي في صناعة أجزاء الآلات، التي تحتوي على مزالق يصعب الوصول إليها وتزييتها تزييتاً مستمراً.

٧. موصلية جيدة للحرارة، وإجهادات شد تتراوح لأصنافه المختلفة بين ١٠×٧٠٣° – ١٠×٢٨١٢° نيوتن/متر مربع لذا، فهو يستخدم في صناعة رؤوس المحركات وبعض أجزاء نظام الفرامل والقابض في السيارة.

٨. قابلية مناسبة للحام.

ب – حديد الزهر الطروق Malleable Cast Iron : يتم الحصول على حديد الزهر الطروق بالمعالجة الحرارية بوساطة التخمير (Annealing) لنوع آخر من حديد الزهر هو حديد الزهر الأبيض، وتحسن عملية التخمير مطيلية حديد الزهر ومقاومته للصدمات، وتزيد في قوة شدة، إذ تصل بين (٢٨١٢ × ١٠° – ٣٥١٥ × ١٠°) نيوتن/متر مربع، ويتم بالمعالجة الحرارية إطلاق الكربون من الحديد، على شكل تجمعات جرافيت حر كما في الشكل (١٢–٢).



الشكل (١٢ – ٢) : بنية حديد الزهر الطروق.

يتصف حديد الزهر الطروق بالخصائص الآتية:

١. أكثر قوة ومتانة ومطيلية ومقاومة للصدمات من حديد الزهر الرمادي.

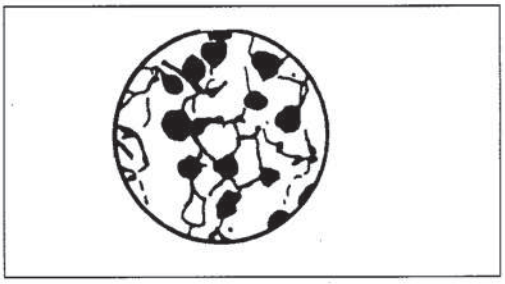
٢. ذو خصائص تشغيل جيده على آلات التشغيل (الخراطة، التفريز..).

٣. قابلية جيدة للصب حسب الشكل المطلوب.

٤. قابل للحام، على ألاّ تزيد درجة حرارة تسخينه على الدرجة الحرجة (٧٥٠°س) في أثناء عملية اللحام، إذ يفقده ذلك الخصائص المكتسبة لحديد الزهر الطروق، ويعيد إليه خصائص حديد الزهر الأبيض، لذا، يتم لحام حديد الزهر الطروق بالأوكسي أستيلين، نظراً لانخفاض درجة الحرارة المؤثرة في المعدن مقارنة باللحام بالقوس الكهربائي.

ويستخدم حديد الزهر الطروق نظراً لخصائصه المذكورة في صناعة أجزاء الآلات الزراعية، وبعض العدد اليدوية، وقطع وصل الأنابيب والصمامات وأعمدة المرفق وأذرع التوصيل وأعمدة نقل الحركة في السيارات.

ج – **حديد الزهر العقدي (الكروي) No-dualar (spheriodal) Cast Iron** : يتم الحصول على حديد الزهر العقدي، بإضافة عنصر المغنيسيوم إلى مصهور حديد الزهر، وهذا يؤدي إلى تجمع الجرافيت الحر على شكل كروي أو عقدي، كما يبين الشكل (١٦–٣)، فيكسبه خصائص ميكانيكية جيدة، ويمتاز حديد الزهر العقدي بالخصائص الآتية:



الشكل (١٢ – ٣) : بنية حديد الزهر العقدي (الكروي).

١. مقاومة جيدة للصدأ والتآكل.

٢. مطيلية عالية نسبياً.

٣. تحمل أفضل للصدمات.

٤. قوة شد عالية، تتراوح قوة الشد لحديد الزهر العقدي بين (١٠×٤٢١٨^{٥} – ١٠×٨٤٣٦^{٥}) نيوتن/ متر مربع.

٥. قابلية جيدة للصب حسب الأشكال المطلوبة.

٦. قابلية جيدة للحام بالقوس الكهربائي، شريطة إجراء عمليات تسخين مسبقة ولاحقة لعمليات اللحام، للمحافظة على الخواص المكتسبة لحديد الزهر العقدي.

وبذلك، فإن حديد الزهر العقدي يجمع تقريباً بين خصائص الفولاذ من حيث القوة والمتانة والمطيلية وخصائص حديد الزهر، من حيث سهولة السكب والتشكيل، لذا فهو يستخدم في صناعات متعددة، مثل صناعة الأنابيب ووصلاتها، وصناعة السيارات (أجسام المحركات، أعمدة المرافق، أذرع التوصيل، مجمعات غاز العادم، مضخات الماء، مسننات التوقيت، صناديق السرعة، وصناديق التوجيه). وفي صناعة العديد من أجزاء الآلات الزراعية، مثل المحاور الأمامية ومعدات التوجيه والتعليق وسكك المحاريث وغيرها.

د – **حديد الزهر الأبيض White Cast Iron** : يتم الحصول على حديد الزهر الأبيض بالتبريد السريع لشحنة الحديد المصهور من الفرن العالي، وهذا لا يتيح للكربون الانفصال انفصالاً حراً، وبقاءه ضمن مركب كربيد الحديد، وينتج من ذلك الخصائص غير المرغوبة لحديد الزهر الأبيض المبينة فيما يأتي:

١. قساوة وهشاشية عالية.

٢. صعوبة تشغيلية على آلات التشغيل (الخراطة، التفريز، الكشط..).

٣. صعوبة لحامه أو استحالته.

لذا، فإن حديد الزهر الأبيض يستخدم لأحد غرضين فقط:

١. معدن تغليف خارجي لأجزاء مصنوعة من حديد الزهر الرمادي، بسبب قساوته ومقاومته للتآكل.

٢. لتحضير حديد الزهر الطروق.

هـ – حديد الزهر السبائكي Alloy Cast Iron : يتم الحصول على حديد الزهر السبائكي، بإضافة بعض العناصر السبائكية لحديد الزهر الرمادي، مثل النيكل والنحاس الألومنيوم والتيتانيوم والڤناديوم والكروم والمولبيدنيوم، والمغنيسيوم، وبإضافة عنصر أو عنصرين من هذه العناصر يمكن تحسين قوة الشد وقابلية التشغيل ومقاومة إجهاد الكلل ومقاومة الصدأ.

وعند لحام حديد الزهر السبائكي، يجب مراعاة خصائص العنصر السبائكي المضاف عند اللحام، فعنصر الألومنيوم مثلاً يؤدي إلى تشكيل أكسيد الألومنيوم على السطح في عملية اللحام.

٢ – الكشف عن أنواع حديد الزهر

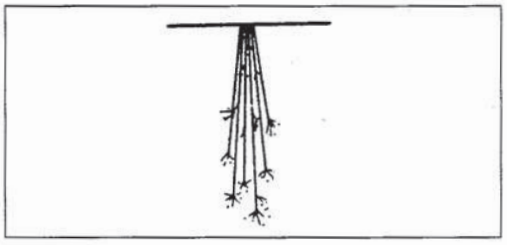
يتم الكشف عن حديد الزهر لتحديد نوعه بمراقبة ما يأتي:

أ – حجم الشرر وتياره الناتج من تجليخه بوساطة حجر الجلخ.

ب – قطع الرايش الناتجة من تشغيله بوساطة ألات التشغيل.

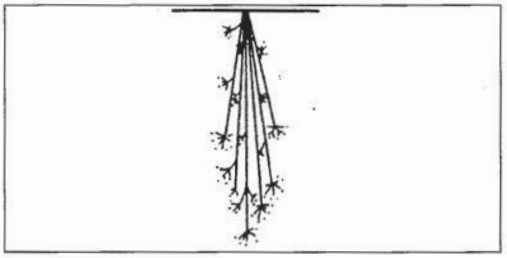
ج – مظهر السطح الناتج بعد التشغيل ومظهر مقطع الكسر.

فعند تجليخ حديد الزهر الأبيض، يكون حجم تيار الشرر الناتج صغيراً جداً، مع تكرار قليل لومضات الشرر التي تكون بحجم صغير كما يبين الشكل (١٢–٤)، ويكون لون خطوط الشرر أحمر في بداياتها، ثم يتحول إلى أصفر عند نهاياتها، أما الرايش الناتج من تشغيله، فيكون صغيراً ومكسراً علماً بأنه لا يتم عادة تشغيله، ويكون لون مقطع الكسر أبيضاً فضياً.



الشكل (١٢ – ٤) : تيار الشرر الناتج عن تجليخ حديد الزهر الأبيض.

وبالنسبة لحديد الزهر الرمادي، فيكون حجم تيار الشرر صغيراً مع عدد كبير من ومضات الشرر المتكررة الصغيرة الحجم كما يبين الشكل (١٢–٥)، ويكون لون خط الشرر أحمر في بدايته، ثم يتحول إلى أصفر في نهايته.

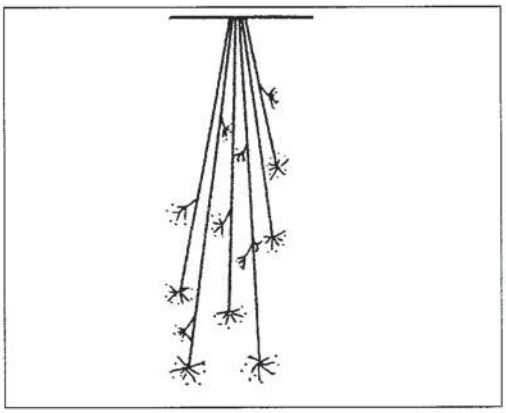


الشكل (١٢ – ٤) : تيار الشرر الناتج عن تجليخ حديد الزهر الرمادي.

وعند تشغيل حديد الزهر الرمادي بوساطة

آلات االتشغيل، فإن السطح الناتج يكون ناعماً نسبياً، ولونه رمادياً فاتحاً، ويكون مقاس الرايش الناتج عن التشغيل صغيراً نحو (١ر٤)مم، أما سطح مقطع حديد الزهر الرمادي، فيكون رمادياً معتماً.

أما بالنسبة لحديد الزهر الطروق، فإن حجم تيار الشرر الناتج من تجليخه يكون متوسط الحجم مع خطوط طويلة تنتهي بومضات عديدة ومتكررة صغير الحجم، كما يبين الشكل (١٢-٦)، ويكون لون خط الشرر أصفر.



الشكل (١٢ – ٦) : تيار الشرر الناتج عن جلخ حديد الزهر الطروق.

وعند تشغيله بوساطة آلات القطع، فإن السطح الناتج يكون رمادياً فاتحاً، وتكون جزيئات الرايش الناتجه أكثر طولاً ومطيلية وأقل قابلية للكسر، ويتراوح طولها بين (٥ر٦-٥ر٩)مم، أما سطح مقطع الكسر، فيكون رمادياً معتماً.

نشاط (١٢-١) : انواع حديد الزهر :

احصل على بعض المنتجات المصنوعة من حديد الزهر، وقم بالكشف عنها، مستخدما الطرق التي تمَّ شرحها في هذه الفقرة لتحديد نوعها، ثم أكتب تقريراً بملحوظاتك، واعرضه أمام زملائك في الصف.

الأسئلة :

١- ما الأختلاف الرئيس بين تركيب حديد الزهر والفولاذ؟

٢- اذكر أربعاً من الخواص التي يمتاز بها حديد الزهر بشكل عام.

٣- كيف يتم الحصول على كل من:

أ - حديد الزهر الرمادي؟

ب- حديد الزهر الطروق؟

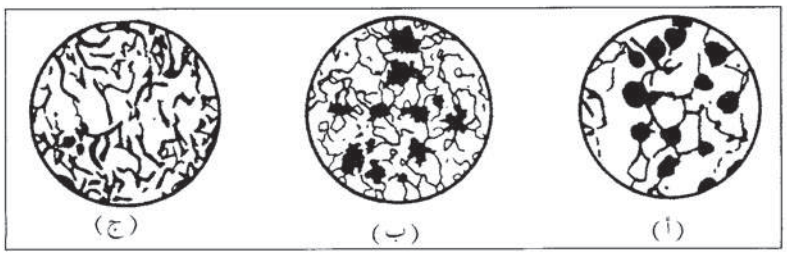
ج - حديد الزهر العقدي (الكروي)؟

٤- علل مقاومة حديد الزهر الرمادي للإهتراء.

٥- لماذا يفضل لحام حديد الزهر الطروق بالأوكسي أستيلين لا بالقوس الكهربائي؟

٦- تبين الأشكال الآتية بنية ثلاثة أنواع من حديد الزهر.

حدد مسمى كل نوع.



٧ – كيف يتم الحصول على حديد الزهر الأبيض؟ وما خصائصه؟ ومجالات استعماله؟

٨ – قارن بين خصائص الشرر الناتج من تجليخ حديد الزهر الأبيض وحديد الزهر الرمادي وحديد الزهر الطروق.

٩ – بين مدى قابلية أنواع حديد الزهر المختلفة للحام.

١٠ – ما المقصود بحديد الزهر السبائكي؟

ثانياً تجهيز حديد الزهر للحام

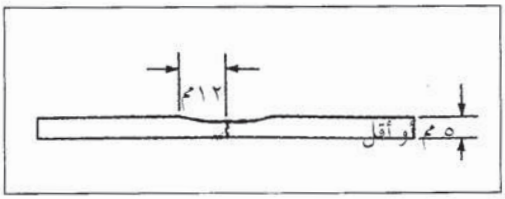
يجب تنظيف قطع حديد الزهر المراد تحضير وصلات اللحام منها تنظيفاً جيداً من الشوائب والمواد الغريبة العالقة بها كالصداء والزيوت والدهانات وغيرها كما هي الحال في أي عملية لحام أخرى، إذ إن وجود مثل هذه المواد يؤثر في جودة خط اللحام الناتج ومتانته، ويستخدم لعمليات التنظيف فراشي السلك المعدنية أو المذيبات الكيميائية أو البخار أو الحرق بلهبة الأوكسي أستيلين، أو غاز البوتان حسب نوع المواد العالقة.

١ – تحضير وصلات اللحام

يتم تحضير وصلات لحام حديد الزهر بطريقة مشابهة لوصلات الفولاذ، وتعتمد طريقة التحضير على ما يأتي:

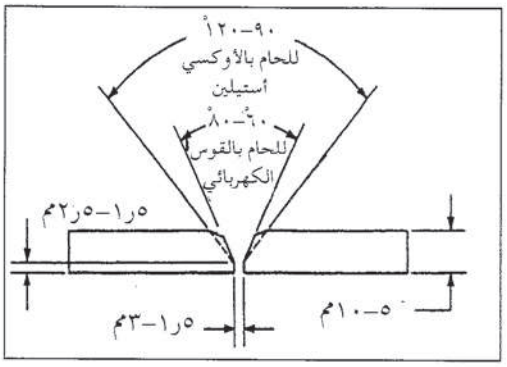
- سمك حديد الزهر.
- طريقة اللحام المتبعة (لحام بالقوس الكهربائي أو بالأوكسي أستيلين).

أ – تحضير وصلات قطع الزهر ذات السمك لغاية ٥ مم: يتم في هذه الحالة فقط تجليخ سطح حافتي القطع المراد وصلهما بمسافة (١٢) مم لكليهما، وذلك للتخلص من الطبقة السطحية القاسية نتيجة للشوائب التي تعلق بها عند صب المعدن في قالب الرمل، ويؤدي عدم إزالة هذه الطبقة إلى إعاقة انصهار المعدن، ثم توضع القطعتان متقابلتين، كما هو مبين في الشكل (١٢–٧) استعداداً لعملية اللحام.



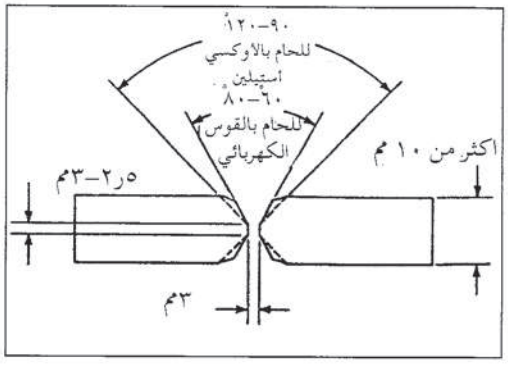
الشكل (١٢ – ٧) : وصلة قائمة دون شطف.

ب - تحضير وصلات قطع الزهر ذات السمك من (٥-١٠) مم: بعد تجليخ سطح حافتي القطعتين كما في الفقرة السابقة، تشطف الحافتان للقطعتين من جهة واحدة لكليهما، لتشكيل حرف (V) عند تقابلهما بزاوية تتراوح بين (٦٠°-٨٠°) للحام بالقوس الكهربائي، وبين (٩٠-١٢٠°) للحام بالأوكسي أستيلين، كما يبين الشكل (١٢-٨).



الشكل (١٢ - ٨) : وصلة (V) مفردة.

ج - تحضير وصلات قطع الزهر ذات السموك أكثر من (١٠) مم: يتم في هذه الحالة إجراء الشطف للقطعتين من الجانبين، لتشكيل شطفة (V) مزدوجة، كما يبين الشكل (١٢-٩).



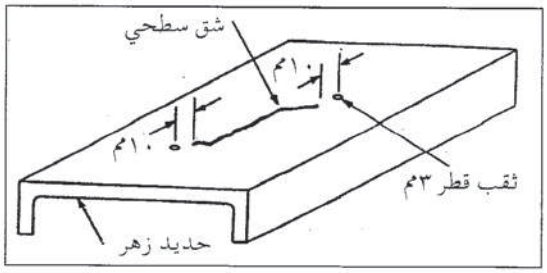
الشكل (١٢ -٩) : وصلة V (مزدوجة).

٢ - تحضير الشقوق لعملية اللحام

يتعرض حديد الزهر للتشقق في أثناء الاستعمال، نتيجة لخصائصه الميكانيكية والفيزيائية، وبخاصة عدم مقاومته للأحمال المفاجئة، ويمكن معالجة هذه الشقوق في بعض أنواع حديد الزهر بوساطة اللحام، ويعتمد نجاح عملية لحام الشقوق اعتماداً كبيراً على التحضير المناسب لها، ويراعى في تحضير الشقوق لعملية اللحام ما يأتي:

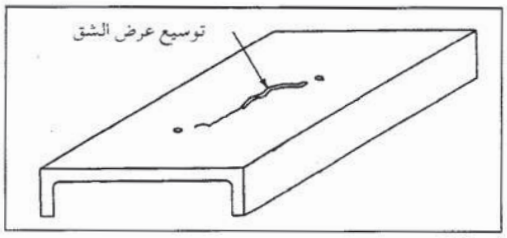
أ - **تحديد الطول الفعلي للشق:** تكون بعض الشقوق أو امتداداتها شعريةً دقيقةً، يصعب تحديدها بدقة كافية مباشرة، لذا، يمكن استخدام طبشور أبيض لمسح سطح قطعة حديد الزهر، ويحدد طول الشق الفعلي من ملاحظة خط الانقطاع في بودرة الطبشور، كما يمكن استخدام السوائل المخترقة الملونة المستخدمة في كشف عيوب اللحام، للكشف عن التشققات في حديد الزهر.

ب - عمل ثقبين على بعد (١) سم من نهايتي الشق: كما يبين الشكل (١٢-١٠)، وذلك لوقف استمرار امتداد الشق نتيجة التعرض للحرارة في أثناء عملية اللحام، ويكون قطر الثقب (٦) مم للسموك االقليلة، ويزداد بازدياد السمك.



الشكل (١٢ - ١٠) : عمل ثقبين على بعد ١٠سم من طرفي الشق.

ج - **توسيع عرض الشق كما يبين الشكل (١٢-١١)**: بعمق يصل إلى (٣-٥) مم، وذلك لترسيب خط اللحام داخل الشطفة، وتتم عملية الشطف باستخدام صاروخ الجلخ.

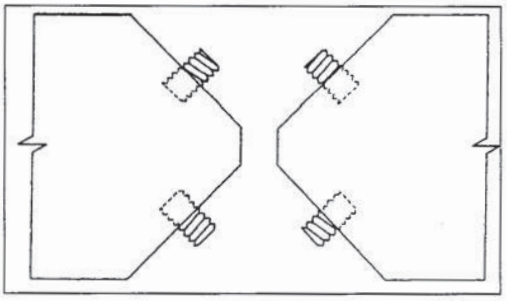


الشكل (١٢- ١١) : توسيع عرض الشق بالتجليخ.

٣ - تقوية وصلات لحام حديد الزهر

لتقوية وصلات حديد الزهر المعرضة لإجهادات عالية، تستخدم إحدى الطريقتين الموضحتين فيما يأتي:

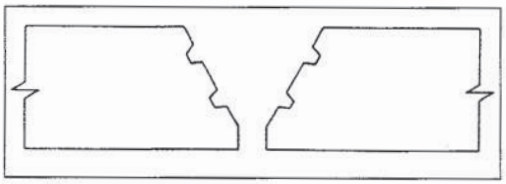
أ - **استخدام براغي تثبيت في السطوح المشطوفة من الوصلة** : كما يبين الشكل (١٢-١٢) وتستخدم هذه الطريقة لمقاطع حديد الزهر التي تزيد سموكها على (١٥) مم، ويتم تحديد قطر برغي التقوية حسب سمك المعدن الملحوم، كما يبين الجدول (١٢-١)، وتثبت هذه البراغي في ثقوب مقلوظة، تتراوح المسافة بين كل ثقبين متجاورين من (٣-٦) أمثال قطر البرغي، على ألا تزيد المساحة الكلية لمجموع البراغي المثبتة على ٢٥٪ من المساحة الكلية للمقطع المراد لحامه، ويراعى ألا يتجاوز طول الجزء الظاهر من البرغي فوق سطح حديد الزهر ٣ مم، والجزء داخل الثقب يساوي قطر البرغي.


الشكل (١٢- ١٢) : التقوية بالبراغي.

جدول (١٢-١): أقطار براغي التقوية حسب سمك حديد الزهر المراد لحامه

سمك حديد الزهر (مم)	قطر برغي التقوية (مم)
١٥	٦
٢٠	٨
٢٥	١٠
٣٠	١٢
٣٥	١٤
٥٠	١٦
٧٠	١٦
١٠٠	١٦

ب - تحزيز سطح الشطف للوصلة بوساطة حافة صاروخ الجلخ: كما هو مبين في الشكل (١٢-١٣)، وذلك لزيادة مساحة سطح الألتحام في الوصلة وزيادة قوتها.



الشكل (١٢ - ١٣) : حز سطح الشطف في قطعتي الزهر المكونتين للوصلة.

٤ - تسخين قطعة العمل قبل اللحام والطرق المستخدمة

يساعد تسخين قطعة العمل قبل اللحام (Preweld Heating) على تقليل إمكانية حدوث التشققات بتخفيض الفرق في درجة الحرارة بين منطقة اللحام والأجزاء الأخرى من قطعة العمل، كما أنه يسمح باستخدام سرعة لحام أعلى، ويجب أن تكون عملية التسخين منتظمة لأجزاء القطعة كلها المراد لحامها، وأن يحافظ على سخونتها في عملية اللحام.

وتختلف درجة حرارة التسخين المسبق حسب نوع حديد الزهر المراد لحامه، وطريقة اللحام المستخدمة أي بالقوس الكهربائي أو بالأوكسي أستيلين، ويبين الجدول رقم (١٢-٢) درجات حرارة التسخين المسبق لأنواع حديد الزهر للحام بالقوس الكهربائي وبالأوكسي أستيلين.

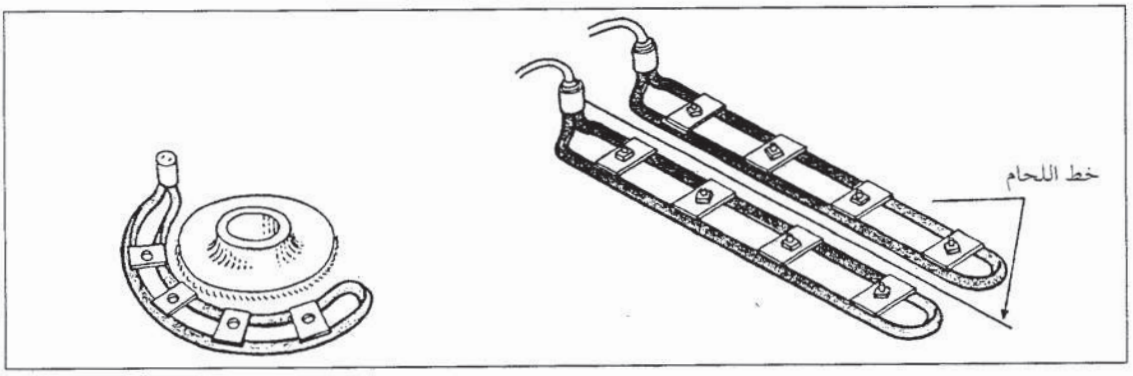
جدول (١٢-٢): درجات حرارة التسخين المسبق لحديد الزهر.

نوع حديد الزهر	معدل درجات الحرارة سْ	
	القوس الكهربائي	الأوكسي أستيلين
الزهر الرمادي	(٢١ْ - ٣١٥ْ)	(٤٢٥ْ - ٦٥٠ْ)
الزهر الطروق	(٢١ْ - ٣١٥ْ)	(٤٢٥ْ - ٦٥٠ْ)
الزهر العقدي	(٢١ْ - ٣١٥ْ)	(٢٠٥ْ - ٦٥٠ْ)

ويلاحظ من الجدول أن درجة حرارة التسخين المسبق في حالة اللحام بالأوكسي أستيلين أعلى منها في حالة اللحام بالقوس الكهربائي، ويعود السبب لكون المنطقة المتأثرة في الأوكسي أستيلين أكبر منها في القوس الكهربائي، وهذا يستوجب درجة حرارة تسخين مسبق أعلى لحديد الزهر.

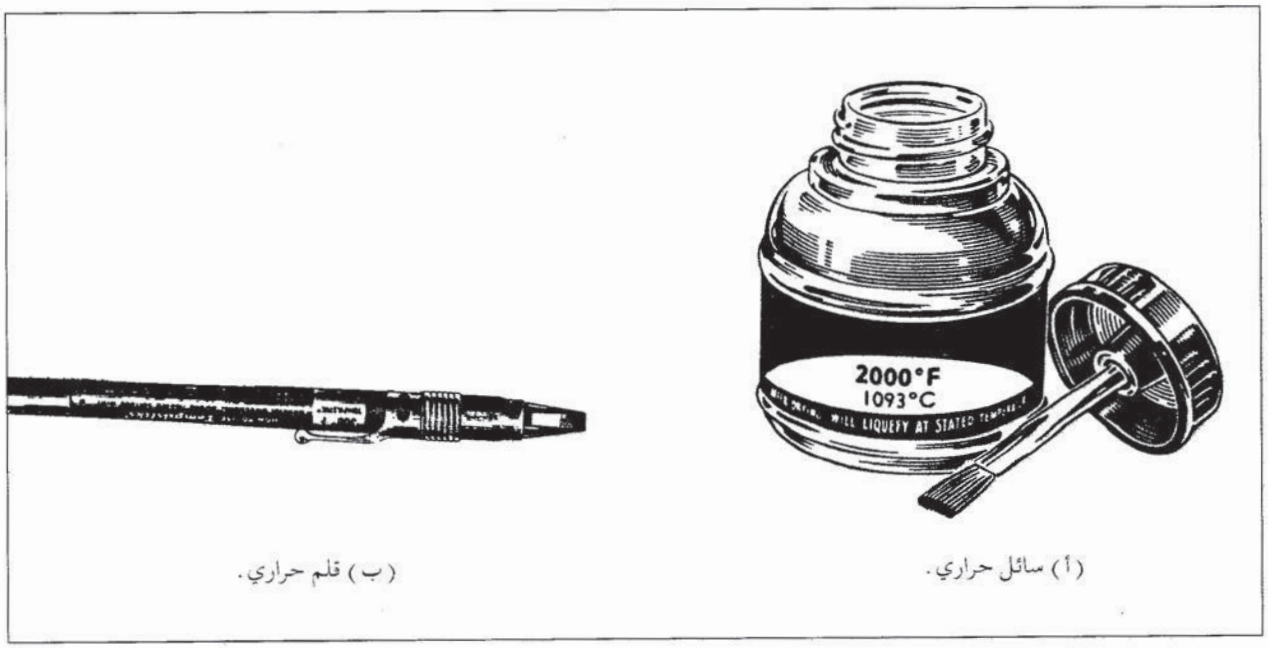
ويستخدم للتسخين المسبق طرائق مختلفة حسب حجم قطعة حديد الزهر المراد لحامها، بالنسبة للقطع الصغيرة، يمكن تسخينها داخل أفران خاصة، وفي هذه الحالة يمكن التحكم بدرجة حرارة تسخين قطعة العمل وتحديدها بدقة، بمفتاح ضبط درجة حرارة الفرن، أما القطع الكبيرة، فيتم

تسخينها بإحاطتها بمقاومات كهربائية مثل المبينة في الشكل (١٢-١٤) أو بالتسخين بلهبة الأوكسي أستيلين.



الشكل (١٢ - ١٤) : وحدات المقاومة الكهربائية للتسخين المسبق.

ويتم تحديد درجة حرارة قطعة العمل في أثناء عملية التسخين، بوساطة مزدوجة حرارية أو سوائل وأقلام حرارية خاصة، كالمبينة في الشكل (١٢-١٥)، إذ يدهن السائل على سطح حديد الزهر المراد تسخينه، وينصهر السائل عند وصول درجة حرارة قطعة العمل إلى الدرجة المبينة على زجاجة السائل، وكذلك الأمر بالنسبة للقلم الحراري الذي ينصهر أثره على سطح قطعة العمل عند وصول درجة حرارتها إلى الدرجة المبينة على القلم.



(أ) سائل حراري.

(ب) قلم حراري.

الشكل (١٢ - ١٥) : كواشف تحديد درجة الحرارة.

٥ - تبريد قطعة العمل في أثناء اللحام وبعده

يراعى عدم ارتفاع درجة حرارة حديد الزهر في أثناء اللحام ارتفاعاً كبيراً، لتجنب حدوث تشققات فيه، لذا، يتم التوقف بين خطوط اللحام لفترة كافية تسمح بانخفاض درجة حرارة قطعة العمل، وعدم تراكم الحرارة بسبب خطوط اللحام المتتابعة، ويلجأ أحياناً لطريقة اللحام المتقطع لهذه الغاية. أما بعد عملية اللحام، فيجب أن تتم عملية التبريد لقطعة العمل ببطء وبشكل تدريجي، ويتم ذلك بوضع قطعة العمل داخل فرن خاص يمكن التحكم بدرجة حرارته وتخفيضها ببطء حسب المطلوب، أو بإحاطة القطعة بمادة عازلة أو بدفنها في الرمل.

الأسئلة :

١- تعتمد طريقة تحضير وصلات لحام حديد الزهر على عاملين، اذكرهما.

٢- يقتضي تحضير وصلات لحام حديد الزهر تجليخ سطح كلتا حافتي قطعتي الوصل، وعلى بعد ١٢ مم من الحافة، لماذا؟

٣- اشرح مع الرسم طريقة تحضير شق في حديد الزهر لعملية اللحام.

٤- ما الهدف من تقوية وصلات لحام حديد الزهر وكيف يتم ذلك؟

٥- ما الهدف من عملية التسخين المسبق لقطع حديد الزهر المراد لحامها؟ وكيف يتم ذلك؟

٦- يتطلب التسخين المسبق لحديد الزهر لإجراء عملية اللحام بالأوكسي أستيلين درجة حرارة أعلى من التسخين للحام بالقوس الكهربائي، علل السبب.

٧- كيف يتم تحديد درجة حرارة قطعة العمل عند التسخين المسبق لها بوساطة الأوكسي أستيلين؟

٨- كيف يتم تبريد قطعة العمل في أثناء لحام حديد الزهر وبعده؟

ثالثاً | لحام حديد الزهر بالقوس الكهربائي

يعدّ اللحام بالقوس الكهربائي من الطرائق المهمة في لحام حديد الزهر، للحصول على وصلات قوية بمتانة عالية، ونظراً لخواص حديد الزهر الميكانيكية والفيزيائية واختلافه عن الفولاذ، تستخدم ألكترودات خاصة للحامه، كما أن هناك أساليب لحام يجب اتباعها عند لحام حديد الزهر بالقوس الكهربائي، للحصول على وصلات لحام ناجحة.

فما أنواع ألكترودات اللحام المستخدمة؟ وما أساليب اللحام المتبعة؟

وما النقاط الواجب مراعاتها عند لحام حديد الزهر؟

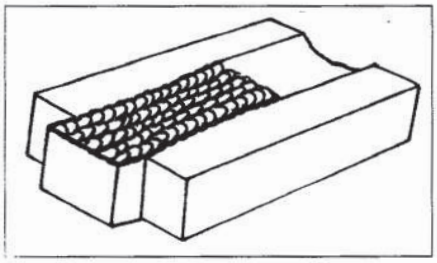
هذا ما ستدرسه في هذا الموضوع.

١ - ألكترودات اللحام

تصنف الألكترودات المستخدمة للحام حديد الزهر بالقوس الكهربائي إلى نوعين، هما :

- ألكترودات لحام قابل للتشغيل Machinable Electrodes .
- ألكترودات لحام غير قابل للتشغيل Non Machinable Electrodes .

أ - **ألكترودات لحام قابل للتشغيل** : إذ ينتج من استخدام الكترودات النوع الأول معدن لحام طري ومطيل قابل للتشغيل، لذا، تستخدم للحام الأجزاء المطلوب تشغيلها بعد اللحام، كما يبين الشكل (١٢-١٦).



الشكل (١٢ - ١٦) : قطعة حديد زهر ملحومة وتحتاج إلى تشغيل بعد اللحام.

ويضم هذا النوع الألكترودات الآتية :

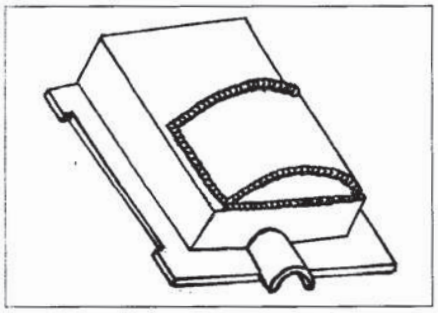
١ . ألكترودات نيكل : ويرمز لهذه الألكترودات حسب نظام ترميز جمعية اللحام الأميركية AWS، الذي يستند إلى التركيب الكيميائية للألكترودات بالرمز ENi-Cl، و (E) تعني الكترود، و (Ni) تعني نيكل و (Cl) تعني حديد زهر، وتتراوح نسبة النيكل في هذه الألكترودات من (٩٥-١٠٠)٪، ويكون اللحام المترسب من هذه الألكترودات طرياً وسهل التشغيل.

٢ . ألكترودات نيكل وحديد : ويرمز لها بالرمز ENiFe-Cl، إذ يتكون الألكترود من ٥٣٪ نيكل، و ٤٥٪ حديد (Fe)، ويكون معدن اللحام المترسب الناتج من هذا النوع من الألكترودات أكثر قوة شد ومطيلية من ENi-Cl .

٣ . ألكترودات نيكل ونحاس : ويرمز لها بالرمز ENiCu، وتتكون من ٥٥٪ نيكل، و ٤٠٪ نحاس، و٤٪ حديد، وتشابه خصائص هذه الألكترودات خصائص ألكترودات ENi-Cl، وENiFe-Cl .

٤ . ألكترودات حديد زهر : ويرمز لها بالرمز ECl، وهي ألكترودات من حديد الزهر، وينتج منها معدن لحام قابل للتشغيل، إذا تمّ تبريد معدن اللحام بطريقة صحيحة.

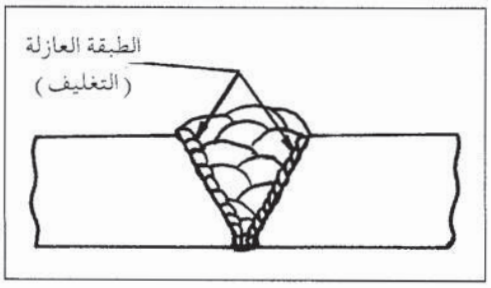
ب - **ألكترودات لحام غير قابل للتشغيل** : وهي ألكترودات ذات قلب معدني من الفولاذ مثل (E7018)، وينتج من هذه الألكترودات معدن لحام قاس جداً غير قابل للتشغيل، نظراً لامتصاصه كميات كبيرة من الكربون من معدن حديد الزهر الأساس، لذا، تستخدم هذه الألكترودات للحام الأجزاء الخارجية التي لا تحتاج لتشغيل، كما يبين الشكل (١٢-١٧)، مثل أجسام



الشكل (١٢- ١٧) : قطعة زهرملحومه ولا تحتاجإلى تشغيل بعد اللحام

الضواغط، صناديق نقل الحركة والمضخات، ومحركات الاحتراق الداخلي، وتمتاز هذه الألكترودات برخص كلفتها مقارنة بالألكترودات الأخرى المستخدمة في لحام حديد الزهر.

وللحصول على خط لحام قوي وقابل للتشغيل باستخدام الألكترودات الفولاذية، يمكن لحام سطوح الوصلة بطبقة تغليف، باستخدام ألكترودات ENiCl أو ENife-Cl، وثم تعبئة الوصلة بأسلاك E7018، كما هو مبين في الشكل (١٢-١٨)، وتعمل طبقة التغليف طبقة عزل تمنع معدن خطوط اللحام المترسبة من الألكترودات الفولاذية من امتصاص الكربون.



الشكل (١٢ - ١٨) : لحام طبقة تغليف عازلة بين معدن حديد الزهر واللحام، بألكترودات فولاذية.

٢ - أساليب لحام حديد الزهر

يستخدم للحام حديد الزهر أسلوبان، هما: اللحام على البارد، واللحام على الساخن، وسيتم فيما يأتي شرح هذين الأسلوبين.

أ - **اللحام على البارد**: يتم في هذه الحالة لحام حديد الزهر دون تسخينه، مع ضرورة المحافظة على فرق في درجة الحرارة بين وصلة اللحام والجو المحيط، يساوي ٥٠°س تقريباً في أثناء عملية اللحام، ويتم ذلك من خلال لحام الوصلة على فترات متقطعة بما يسمح لحديد الزهر أن يبرد خلال فترات التوقف، ويستخدم هذا الأسلوب للحام القطع ا لبسيطة التي يمكن لها أن تتمدد وتتقلص بحرية، ويؤدي استخدامه إلى تقليص مساحة المنطقة المتأثرة بالحرارة، والحد من تأثير عملية اللحام في تخفيض مطيلية حديد الزهر.

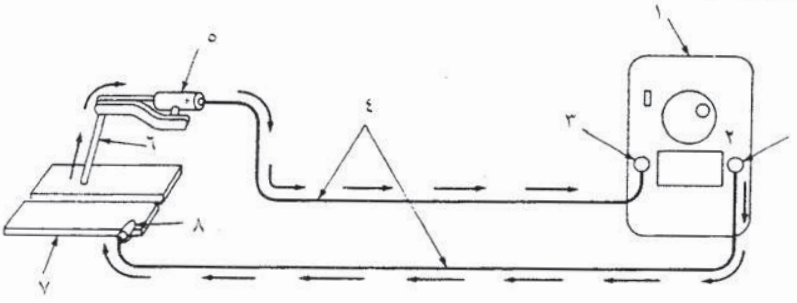
ب - **اللحام على الساخن**: تتم عملية اللحام بعد تسخين قطعة حديد الزهر المراد لحامها كما مرّ شرحه سابقاً، ويحافظ على درجة التسخين المسبق، في أثناء عملية اللحام، ثم يتم تبريد القطعة تدريجياً وببطء.

ج - **النقاط الواجب مراعاتها للحام حديد الزهر بالقوس الكهربائي** :

١. اختيار ألكترود لحام بأقل قطر ممكن، وذلك لتخفيض كمية الحرارة الناتجة من عملية اللحام، ونادراً ما تستخدم ألكترودات تزيد على (٣٫٢٥)مم للحام حديد الزهر.

٢. ضبط آلة اللحام على القيم الدنيا من مجال شدة التيار الموصى باستخدامه من الشركات الصانعة للألكترودات لحام حديد الزهر، وذلك لتخفيض كمية الحرارة الناتجة من اللحام، وتكون قيمة شدة التيار المستخدم للحام حديد الزهر أقل من شدة التيار المستخدم للحام الفولاذ.

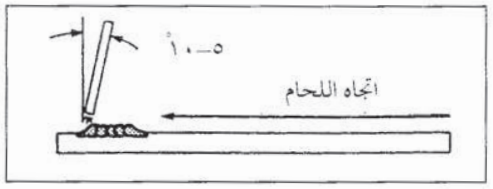
٣ . استخدام قطبية معكوسة (الألكترود موجب) في حالة اللحام بالتيار المستمر كما يبين الشكل (١٢-١٩)، فمن المعروف أن الحرارة المتولدة عند القطب السالب تكون أقل منها عند القطب الموجب، وبالتالي يمكن تخفيض كمية الحرارة المؤثرة في قطعة حديد الزهر، وعموما، يجب الرجوع إلى توصيات الشركة الصانعة بخصوص القطبية المناسبة لكل نوع من أنواع ألكترودات لحام حديد الزهر.



١- آلة اللحام.
٢- القطب السالب.
٣- القطب الموجب.
٤- كابلات اللحام.
٥- مقبض اللحام.
٦- الألكترود.
٧- قطعة العمل.
٨- مربط أرضي

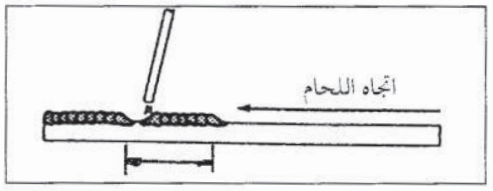
الشكل (١٢ - ١٩) : استخدام القطبية المعكوسة للحام، حديد الزهر.

٤ . استخدام طول قوس أطول قليلاً منه في حالة لحام الفولاذ، وذلك لتخفيض حرارة بركة الصهر، مع إمالة الألكترود بزاوية (٥-١٠°)، كما يبين الشكل (١٢-٢٠)، في أثناء عملية اللحام.



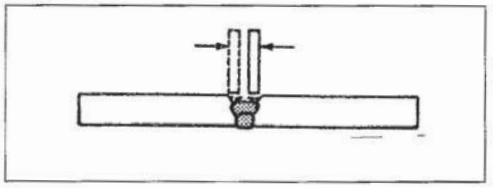
الشكل (١٢ - ٢٠) : إمالة الألكترود بزاوية (٥-١٠°).

٥ . استخدام أسلوب اللحام التتابعي العكسي، وذلك بلحام خطوط قصيرة (٥-٧)سم حسب سمك حديد الزهر، على أن ينتهي كل خط حيث بدأ الخط الذي سبقه، كما يبين الشكل (١٢-٢١)، مع ضرورة التوقف بين كل خطي لحام للتبريد، لتجنب ارتفاع درجة حرارة المعدن في أثناء عملية اللحام.



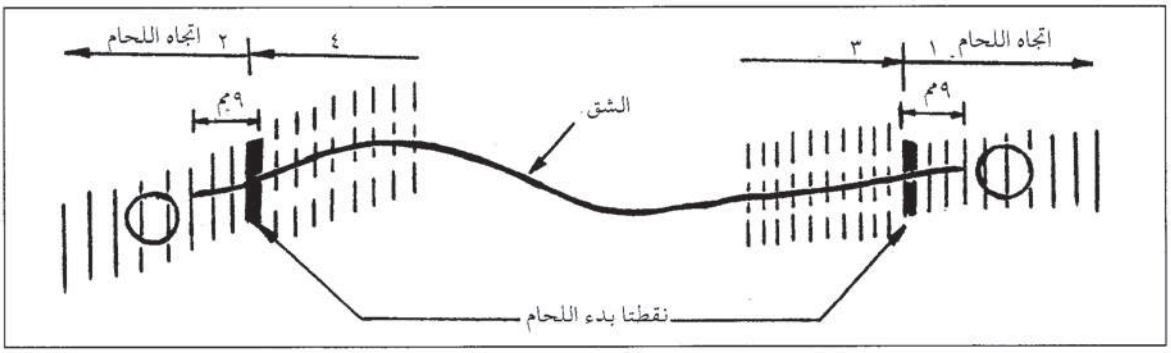
الشكل (١٢ - ٢١) : أسلوب اللحام التتابعي العكسي.

٦ . استخدام حركة عرضية خفيفة عندما يراد ترسيب أكثر من خط لحام في الوصلة، مع مراعاة ألا يزيد عرض خط اللحام على ثلاثة أمثال ألكترود اللحام، كما يبين الشكل (١٢-٢٢).



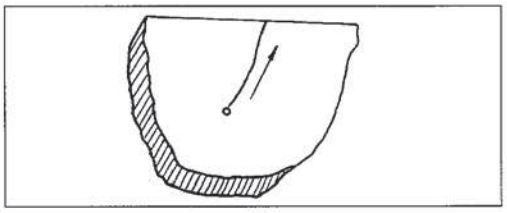
الشكل (١٢ - ٢٢) : الحركة العرضية لألكترود اللحام.

٧. عند لحام الشقوق، يبدأ اللحام على بعد (٩مم) قبل نهاية الشق باتجاه أحد الثقبين، حيث يلحم الثقب، ويستمر اللحام قليلاً للجهة الأخرى بعد الثقب، وتكرر العملية عند الثقب الأخر، ويستمر اللحام بطريقة اللحام التتابعي العكسي على طول الشق، كما يبين الشكل (١٢-٢٣).



الشكل (١٢ - ٢٣) : لحام الشقوق بطريقة اللحام التتابعي العكسي.

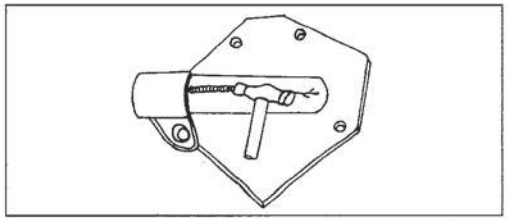
٨. بدء اللحام من الجزء المقيد من القطعة الملحومة باتجاه الجزء الحر، كما يبين الشكل (١٢-٢٤).



الشكل (١٢ - ٢٤) : اللحام من الجزء المقيد بإتجاه الجزء الحر.

٣ - التخلص من الإجهادات المتبقية (Residual Stresses) في حديد الزهر

يتولد في حديد الزهر بعد لحامه إجهادات تنتج من تقلصه بعد تبريده، تدعى الإجهادات المتبقية، وللتخلص من هذه الإجهادات يتبع ما يأتي:



الشكل (١٢ - ٢٥) : طرق خط اللحام للتخلص من الاجتهادات

أ - طرق خطوط اللحام في أثناء تبريدها بوساطة مطرقة كما يبين الشكل (١٢-٢٥)، ويراعى أن تكون هذه الطرقات خفيفة، وأن يتم الطرق فقط على خطوط اللحام المترسبة القابلة للتشغيل، وليس على كامل قطعة حديد الزهر.

ب - تسخين قطعة حديدالزهر الملحومة مباشرة بعد لحامها إلى درجة حرارة (٦٣٠-٦٥٠°)، والمحافظة عليها عند هذه الدرجة لنحو ساعة/٢٥مم من سمك المعدن الملحوم، ويتم تبريدها ببطء، بمعدل لا يزيد على ١٠°س/ساعة، وتستخدم هذه الطريقة للتخلص من الاجتهادات للقطع المنوي استخدامها تحت أحمال ضغط أو شد عالية.

الأسئلـة :

١ – تصنف ألكتـرودات لحـام حـديد الزهـر بالقـوس الكهـربائي إلى نوعين، سمّ هـذين النوعين ومـجـال استخدام كليهما. أعطِ مثالاً على كل نوع.

٢ – ينتج من لحام حديد الزهر بوساطة ألكترود لحام E7018 معدن لحام قاسٍ جداً، لماذا؟

٣ – ما المقصود بلحام التغليف لحديد الزهر؟ ولماذا يستخدم؟

٤ – اشرح باختصار:

أ – أسلوب لحام حديد الزهر على البارد.

ب – أسلوب لحام حديد الزهر على الساخن.

٥ – أذكر أربعاً من العوامل التي تؤدي إلى تخفيض الحرارة المؤثرة في حديد الزهر عند اللحام بالقوس الكهربائي.

٦ – ما نوع القطبية المستخدمة في لحام حديد الزهر بالقوس الكهربائي؟

٧ – ما المقصود بأسلوب اللحام التتابعي العكسي؟

٨ – اشرح باختصار طرائق التخلص من الإجهادات المتبقية بعد لحام حديد الزهر.

رابعاً لحام حديد الزهر بالأوكسي أستيلين

إضافة إلى اللحام بالقوس الكهربائي، فإن اللحام بالأوكسي أستيلين هو أيضا من الطرائق الشائعة في لحام حديد الزهر، وسوف تتعرف في هذا الموضوع أسلاك اللحام ومساعدات الصهر المستخدمة في لحام حديد الزهر بالأوكسي أستيلين ونوع اللهبة المستخدمة، وأسلوب إجراء عملية اللحام.

١ – أسلاك اللحام

توجد أنواع مختلفة من أسلاك اللحام المستخدمة في لحام حديد الزهر بوساطة شعلة (لهب) الأوكسي أستيلين، ونبين فيما يأتي بعض أهم هذه الأسلاك معرفة حسب نظام تصنيف جمعية اللحام الأمريكية (AWS) الذي يستند إلى التركيب الكيميائي لهذه الأسلاك.

أ – أسلاك حديد زهر، وتشمل:

١. RCI : وهو سلك لحام من حديد الزهر الرمادي، وينتج من استخدامه معدن لحام قابل للتشغيل بوساطة آلات االتشغيل.

٢. Rcl - A : وهو سلك لحام حديد الزهر الرمادي مع عناصر سبائكية، وينتج من استخدامه خطوط لحام ذات تركيب بلوري دقيق، بقوة شد عالية، ويمكن استخدامه مع سرعة لحام عالية.

٣. RCI-B : وهو سلك لحام من حديد الزهر العقدي، ويستخدم للحام حديد الزهر الرمادي والطروق والعقدي، وينتج معدن لحام مطيل وسهل التشغيل، وبلون يشابه لون معدن الأساس.

ب – أسلاك اللحام النحاسية، وتشمل الأسلاك الآتية:

١. RBCuZn-A وتحتوي على نحاس وخارصين و١٪ قصدير، ويساعد القصدير المضاف على رفع قوة الشد لمعدن اللحام المترسب وتحسين مقاومته للتآكل.

٢. RCuZn-B، وتحتوي على برونز ومنغنيز، ويساعد المنغنيز المضاف أيضاً على رفع قوة الشد لمعدن اللحام المترسب وتحسين مقاومته للتآكل.

٣. RCuZn-C وتحتوي على برونز وسيليكون، ويساعد السيليكون المضاف على تخفيض كمية الأبخرة المتصاعدة، والتحكم بعملية الأكسدة.

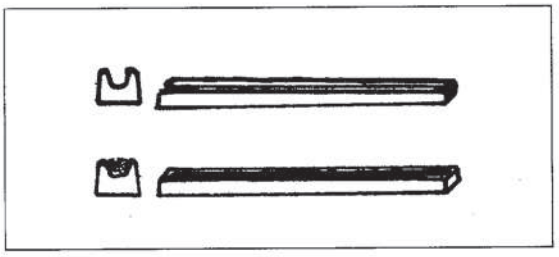
٤. RBCuZn-D ، وتحتوي على نيكل وبرونز، إضافة إلى السيليكون الذي يعطي معدن اللحام لونه الأبيض الفضي.

وتتوافر أسلاك لحام حديد الزهر بمقطع دائري أو مربع، وأكثرها شيوعاً ذو القطع (٣ر٢)مم وطول (٤٥٠)مم للمقطع الدائري وطول ضلع (٥ر٦)مم وبطول (٦٠٠)مم للمقطع المربع، ويراعى حفظ أسلاك اللحام وتخزينها في أماكن جافة لوقايتها من الصدأ.

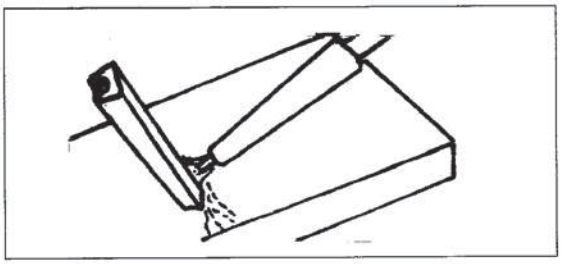
٢ – مساعدات الصهر Fluxes

يجب استخدام مساعد للصهر في لحام حديد الزهر بالأوكسي أستيلين، لكي يزيد في خاصية سيولة معدن حديد الزهر المصهور ومعدن سلك اللحام، ويعمل على طفو الشوائب والأكاسيد إلى سطح بركة الصهر في أثناء عملية اللحام، وتتوافر مساعدات صهر للأنواع المختلفة من حديد الزهر، ويتم اختيار النوع المناسب منها حسب توصيات الشركة الصانعة وتعليماتها، التي تكون عادة مكتوبة على وعاء مساعد الصهر.

ويكون مساعد الصهر على شكل مسحوق، ويجب أن يكون المسحوق جافاً ونظيفاً ودقيق الحبيبات، ويوضع مساعد الصهر على سلك اللحام وخط الوصل في حديد الزهر، ويراعى وضع كمية مناسبة منه، إذ إن الإفراط فيه يؤدي إلى ظهور مسامات في خط اللحام. ويمكن أن يوجد مساعد الصهر داخل مقطع سلك اللحام المربع، كما يبين الشكل (١٢–٢٦)، وفي هذه الحالة يوجه مشعل اللحام بحيث لا يلمس اللهب جانب السلك المحتوي على مساعد الصهر، كما يبين الشكل (١٢–٢٧).



الشكل (١٢ – ٢٦) : مساعد الصهر داخل مقطع سلك اللحام.



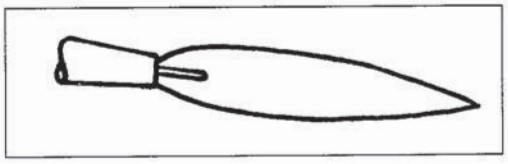
الشكل (١٢ – ٢٧) : توجيه مشعل اللحام خلف سلك اللحام الذي يحتوي على مساعد الصهر داخله.

نشاط (١٢-٢) : أسلاك لحام حديد الزهر ومساعدات الصهر المتوافرة في السوق

احصل من إحدى شركات / محال بيع تجهيزات اللحام ومواده، على معلومات او نشرات عن أسلاك لحام حديد الزهر المتوفره ومساعدات الصهر، واكتب تقريراً عن مواصفاتها وخصائصها واستخداماتها، واعرض الموضوع أمام زملائك في الصف.

٣ - نوع اللهبة المستخدمة

تستخدم للحام حديد الزهر بالأوكسي آستيلين اللهبة المتعادلة، كما يبين الشكل (١٢-٢٨)، كما يمكن استخدام لهبة ذات كربنة خفيفة.

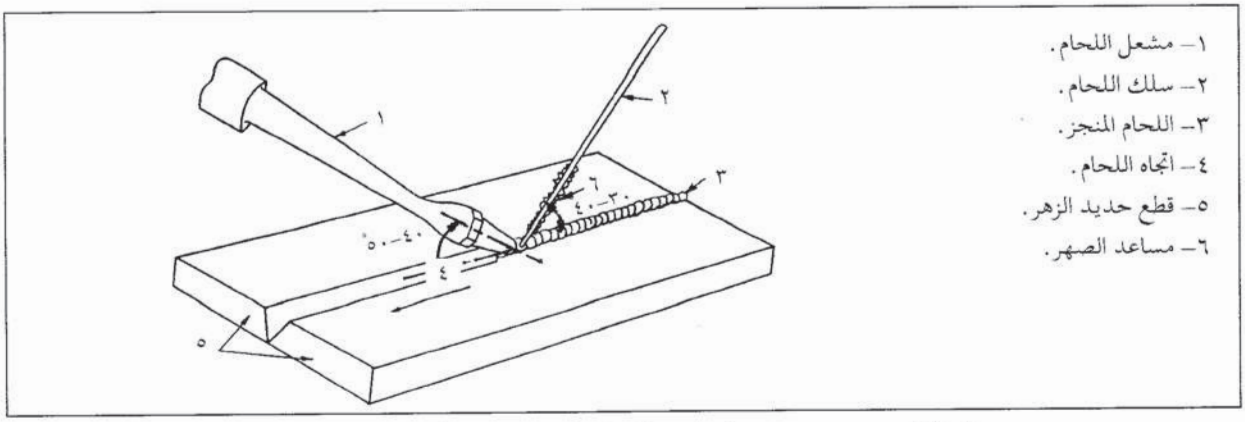


الشكل (١٢ - ٢٨) : لهبة متعادلة للحام حديد الزهر.

٤ - إجراء عملية اللحام

عند لحام وصلة شطفة (V)، تبدأ عملية لحام الزهر بالأوكسي أستيلين عند بداية خط اللحام، ويوجه مشعل اللحام، بحيث يكون مخروط اللهب الداخلي على بعد (٣-٦)مم عن معدن الأساس في خط الوصل، ويتم صهر طبقة رقيقة من جانبي الشطفة بما يكفي لعمل انصهار جيد مع معدن سلك اللحام، وعند تكون بركة الصهر، يقرب سلك اللحام داخل الغلاف الخارجي للهب، إلى أن يسخن ثم يغمس في مساعد الصهر، لتلتصق به طبقة من المسحوق، ويوضع طرفه المغطى بالمسحوق في بركة الصهر ويبدأ طرفه بالانصهار كمعدن إضافة لتعبئة منطقة الوصل، ويراعى عدم تكرار إخراج سلك اللحام من بركة الصهر في أثناء عملية اللحام لتجنب تعرض طرف السلك الساخن للأكسدة بفعل الهواء الجوي المحيط.

أ - **نظام حركة اليد في أثناء عملية لحام حديد الزهر** : يستخدم لحام حديد الزهر بالأوكسي أستيلين أسلوب اللحام التراجعي الذي يوجه فيه مشعل اللهب باتجاه الجزء المنجز من خط اللحام، ويكون السلك بين المشعل وخط اللحام، كما يبين الشكل (١٢-٢٩).



١- مشعل اللحام.
٢- سلك اللحام.
٣- اللحام المنجز.
٤- اتجاه اللحام.
٥- قطع حديد الزهر.
٦- مساعد الصهر.

الشكل (١٢ - ٢٩) : أسلوب اللحام التراجعي في لحام حديد الزهر.

وللتخلص من الغازات والأكاسيد المتكونة، وجعلها تطفو إلى السطح، يجب تحريك بركة الصهر، ويتم ذلك بوساطة سلك اللحام، ويمكن استخدام حركة جانبية خفيفة لمشعل اللحام وسلكه.

ب - زوايا ميل مشعل اللحام وسلكه: تقع فالة مشعل اللحام وسلكه في المستوى العمودي المار بخط الوصل، وتكون زاوية ميل فالة المشعل عن خط اللحام (٤٠-٥٠°)، وزاوية ميل سلك اللحام (٣٠-٤٠°)، كما هو مبين في الشكل السابق (١٢-٢٩).

خامساً | فحص وصلات اللحام

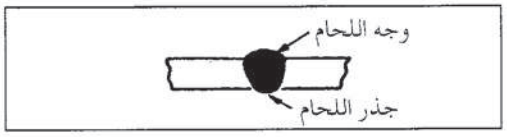
يجب أن يكون خط لحام حديد الزهر دقيقاً ومنتظماً، وبتحدب بسيط للتقوية مع نفاذ، كما يبين الشكل (١٦-٣٠)، ويجب أن يكون خالياً من العيوب كالتشققات والمسامات والبقع ذات الصلابة العالية.

ويتم فحص وصلات لحام حديد الزهر كما يأتي:

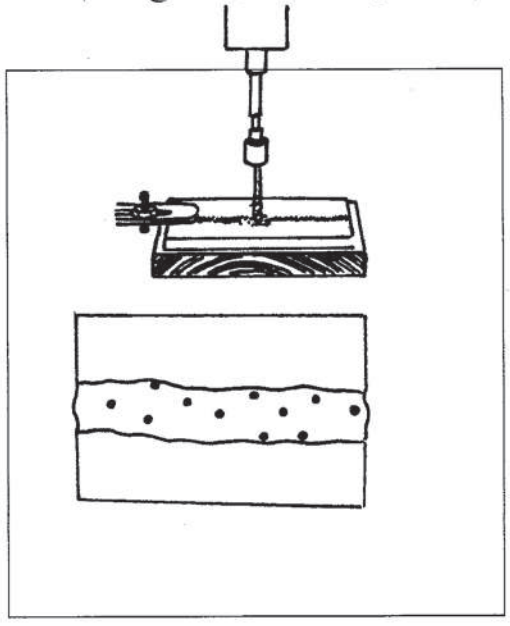
١ - فحص المظهر الخارجي من حيث انتظام خط اللحام وتقويته ونفاذه وخلوه من التشققات.

٢ - فحص الصلادة (Hardness) بإجراء عدة ثقوب بقطر ٦مم للثقب الواحد، وذلك على خط اللحام وعلى سطح الالتقاء بين خط اللحام ومعدن الأساس، كما يبين الشكل (١٦-٣١)، وإذا حدثت علمية الثقب بيسر، فيدل ذلك على أن خط اللحام جيد، وإذا صدر صوت صرير مرتفع عن عملية الثقب، أو توقف المثقاب عن الثقب وحدث تثلم فيه، فيدل ذلك على صلابة عالية لمعدن اللحام.

٣ - كسر وصلة اللحام على طول خط اللحام، وتدقيق مقطعه لملاحظة وجود مسامات غازية أو تشققات أو بقع قاسية.



الشكل (١٢ - ٣٠) : مقطع اللحام.


الشكل (١٢ - ٣١) : فحص مدى الصلابة بالثقب.

أسئلة الوحـدة

١ – يمكن تصنيف أسلاك لحام حديد الزهر بالأوكسي أستيلين حسب تركيبها الكيميائي إلى نوعين، أذكرهما، وأعط مثالاً على كليهما.

٢ – ما ا لمقصود بـ RCI-A ؟ وما خصائص خط اللحام الناتج من استخدامه؟

٣ – لماذا يستخدم مساعد الصهر في لحام حديد الزهر بالأوكسي أستيلين؟

٤ – ما تأثير زيادة كمية مساعد الصهر المستخدمة في عملية اللحام بالأوكسي أستيلين؟

٥ – أذكر الشروط الواجب توافرها في مساعد الصهر المستخدم في لحام حديد الزهر بالأوكسي أستيلين.

٦ – ما نوع اللهبة المستخدمة في لحام حديد الزهر بالأوكسي أستيلين؟

٧ – وضح بالرسم المبسط وضع وزوايا ميل مشعل اللحام وسلك اللحام واتجاه الحركة في أثناء لحام حديد الزهر بالأوكسي أستيلين.

٨ – كيف يتم التخلص من الغازات والأكاسيد في داخل بركة الصهر في أثناء لحام حديد الزهر بالأوكسي أستيلين؟

٩ – كيف يمكن فحص وصلات اللحام لحديد الزهر؟.

مسـرد المصطلحـات

Grinding machine	آلة جلخ
Welding machine	آلة لحام
Scraping Tools	أدوات الكشّط
Reamer	أداة تكملة (رايمر)
Fixed diameter reamer	أداة تكملة ثابتة القطر
Turning tool	أداة خراطة
Thread cutting tool	أداة لولبة
Centre height	ارتفاع المركز
Chiseling	أزملة
A cetylene cylinder	أسطوانة أستيلين
Alignment	استقامة
Grinding wheels	أقراص تجليخ
Cutting Electrode	إلكترود قص
Carbon Electrode	إلكترود كربوني
Aluminium	ألومنيوم
Sagging	انسياب للأسفل
Cutting oxygen	أوكسجين القص- -
Filings	بُرادة
Filling	بَرد
Draw filling	بَرْد السحب
Cross filing	بَرْد متصالب
Straight filling	بَرْد مستقيم
Riveting	برشمة
weld pool	بركة الصهر
Pulley	بكرة
Chemical corrosion	تآكل كيميائي
Swing	تأرجح
Oxidization	تأكسد
Grinding	تجليخ
Knurling	تحزيز

Tap	ذكر قلاووظ
Three jaw chuck	رأس ثلاثي
Four jaw chuck	رأس رباعي
Drill chuck	رأس مثقاب
Counpount rest	راسمة صغرى
Cross slide	راسمة كبرى
Chip (Swarf)	رايش
Drill	ريشة ثقب
Centre drill	ريشة مركزة
Angle	زاوية
Wedge Angle	زاوية اسفين
Rake Angle	زاوية جرف
Clearance Angle	زاوية خلوص
Cutting Angle	زاوية قطع
Tinted lenses	زجاج معتم للحام
Torch Angles	زوايا ميل المشعل
Alloy	سبيكة
Ear plug	سدادة أذن
Speed	سرعة
Cutting speed	سرعة قطع
Welding Rod	سلك لحام
Centre	سنبك
Dead centre	سنبك ثابت
Live centre	سنبك متحرك
Spark	شرر
Beveling	شطف مائل
Stroke	شوط
Filing stroke	شوط برد
Cutting stroke	شوط قطع
Return stroke	شوط الرجوع
Nut	صامولة
Split nut	صامولة مشقوقة

Rust	صدأ
Hardness	صلادة
Distrosion control	ضبط التشوه
Work bench	طاولة عمل
Weld spatter	طرطشة لحام
Stroke length	طول الشوط
Carriage	عربة
Cutting carriage	عربة قص
Depth of cut	عمق القطع
Lead screw	عمود المرشد
Head stock	غراب ثابت
Tail stock	غراب متحرك
Cutting nozzle	فالة قص
Severing	فصل (قص)
Severing	فولاذ
Alloy steel	فولاذ سبائكي
High speed steel	فولاذ سرعة عالية
Mild steel	فولاذ طري
Carbon steel	فولاذ كربوني
Voltage	فولطية
Weldability	قابلية اللحام
Arc Cutting	قص بالقوس
Flame Cutting	قص باللهب
Brittleness	قصافة (حشاشية)
Single Cut	قطع أحادي
Double Cut	قطع مزدوج
Curved Cut	قطع منحني
Straight Cut	قطع مستقيم
Mass	كتلة
Density	كثافة
Scraping	كشط
Hand scraping	كشط يدوي

Die stock	كف لولبة
Oxy Acetylene welding	لحام بالأوكسي أستيلين
Forehand welding	لحام تقدمي
Electrical Arc welding	لحام بالقوس الكهربائي
Back hand welding	لحام عكسي
Fillet weld	لحام مقطع زاوي
Vertical down welding	لحام من الأعلى للأسفل
Vertical up welding	لحام من الأسفل للأعلى
Ductility	لدونة
Threading die	لقمة لولبة
Split die	لقمة لولبة مشقوفة
Solid die	لقمة لولبة مصمتة
Neutralized flame	لهب متعادل
Carburizing flame	لهب مكربن
Threading	لولبة
External threading	لولبة خارجية
Internal threading (tapping)	لولبة داخلية
File	مبرد
Needle file	مبرد إبري
Knife file	مبرد سكيني
Three square file	مبرد مثلث
Square file	مبرد مربع
Round file	مبرد مستدير
Flate file	مبرد منبسط
Hand file	مبرد يدوي
Dial indicator	مبين قياس
Toughness	متانة
Drill	مثقاب
Drilling machine	مثقاب آلي
Hand electric drill	مثقاب كهربائي يدوي
Feed gear train	مجموعة تروس التغذية
Lathe	مخرطة

Chemical Compound	مركب كيميائي
Elasticity	مرونة
Linear expansion coefficient	معامل التمدد الطولي
Vise	ملزمة
Machine vise	ملزمة آلية
Bench vise	ملزمة طاولة
Thermocouple	مزدوجة حرارية
Flux	مساعد صهر
Cutting torch	مشعل قص
Welding torch	مشعل لحام
Equale pressure torch	مشعل متساوي الضغط
Ductility	مطيلية
Hammer	مطرقة
Ferrous-metals	معادن حديدية
Non ferrous-metals	معادن غير حديدية
Flame Adustment	معايرة اللهب
Molten metal	معدن منصهر
Micrometer	ميكروميتر
Legging	واقية ساق
Lap joint	وصلة انطباقية
Butt joint	وصلة تناكبية
Grooved butt joint	وصلة تناكبية مشطوفة
Corner joint	وصلة ركنية
T- joint	وصلة T
Flat position	وضع أرضي
Horizontal position	وضع أفقي
Vertical position	وضع عمودي
over head position	وضع فوق الرأس

قائمة المراجـــع

أولاً : المراجع العربية

١ – جون حنا، **ميكانيك المعادن**، ترجمة صباح ملا علي، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، الموصل ١٩٨٨

٢ – و.أ.ج. تشايمان، **تكنولوجيا الإنتاج وأعمال الورش**، ترجمة السيد مختار وشركاه، الدار العربية للنشر، بيروت ١٩٩٠

ثانياً : المراجع الأجنبية

1 - C. Thomos Olivo **Fundamentals of Machine Technology**, Breton Publishers, U.S.A. 1985

2 - Edward R. Funk **Hand Book of welding** PWS - Kent Publishing company Belmont, California 1985.

3 - Larry Jeffus, Hrol V. Johonson **welding - principles and Aplications**, second edition Delmar Publisher INC New York, 1984

4 - I. H. Griffin and others, **Basic Oxyacetlene welding** forth edition Delmar Publisher I.N.C. New York, 1984.

5 - Martine Cleeve **Screw Cutting in the Lathe**, Argus Book. London, U.K. 1989.

6 - W.Chapman, workshop Technology, part 2, Edward Arnold, U.K.,1989.

تـــم بحمـــد الله