إدارة المناهج والكتب المدرسية

اللحام وتشكيل المعادن

العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي

الفصل الدراسي الأول
الصف الثاني عشر

الفرع الصناعي

إعداد
وزارة التربية والتعليم
بالتعاون مع الوكالة الكورية للتنمية الدولية KOICA
والوكالة الألمانية للتعاون الدولي GIZ

الناشر

وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

يسرّ إدارة المناهج والكتب المدرسيّة استقبال ملحوظاتكم وآرائكم على هذا الكتاب على العناوين الآتية:
هاتف 8-4617304/5 فاكس:4637569 ص.ب (1930) الرّمز البريديّ:11118
أو على البريد الإلكترونيّ VocSubject.Division@ moe.gov.jo

قرّرت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (2020/25)، تاريخ 2020/5/4م، بدءًا من العام الدراسي 2022/2021م.

الحقوق جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم

عمان – الأردن / ص. ب 1930

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنيّة
(2021/7/4089)
ISBN:978-9957-84-979-5

اللجنة الضابطة لتأليف هذا الكتاب

د. محمد سلمان كنانة — د. أسامة كامل جرادات
د. زايد حسن عكور — م. حمد عزات أحمرو
د. زبيدة حسن أبو شويمة — م. عبد الناصر سعيد حماد
م. باسل محمود غضية — م. عبد المجيد حسين أبو هنية
بكر صالح عليان — م. حمّاد محمد أبو الرشتة

م. محمد عبد اللطيف أبو رحمة

التحرير العلمي: م. عبد الناصر سعيد حماد

التحرير اللغوي: ميسرة عبد الحليم صويص — التحرير الفني: أنس خليل الجرابعة
التصميم: عائد فؤاد سمور — الإنتاج: سليمان أحمد الخلايلة

دقق الطباعة: م. محمد عبد اللطيف أبورحمة
راجعها: م. ثامر سامي الحلايبة

الطبعة الأولى — 1442 هـ / 2021 م
(أعيدت طباعته) — 2022 م

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	6
المسوغات	8
النتاجات التعليمية المحورية	9
إرشادات للطلبة	10
قواعد السلامة والصحة المهنية	12
الوحدة الأولى: ربط المعادن	28
أولًا: ربط المعادن بالبراغي والصواميل	29
التمرين الأول: ربط وصلة تناكبية مزدوجة.	38
ثانيًا: الربط بالبراشم	40
التمرين الثاني: ربط وصلة تطابقية	50
التمرين الثالث: ربط وصلة تناكبية	52
ثالثًا: الثني والتداخل في الصاج.	55
التمرين الرابع: ربط وصلة ثنائية مستوية داخلية (تعشيقة).	63
التمرين الخامس: ربط وصلة ثنائية نوع (ربط متعامد).	65
التمرين السادس: ربط قطعتي صاج بالثني والتداخل، باستعمال وصلة تبكيل منزلقة (سحّاب).	67
التمرين السابع: ربط وصلة ثنائية مستوية داخلية (تعشيقة) باستعمال ثنّاية الصاج.	69
الوحدة الثانية: أنواع مختلفة من اللحام	71
أولًا: لحام المعادن بالقوس المعدني المحجوب بالغاز (ميج).	72
التمرين الأول: تجهيز محطة اللحام بالقوس المعدني المحجوب بالغاز(ميج).	92
التمرين الثاني: تجهيز وحدة تشغيل بكرة سلك اللحام .	94

الموضوع	الصفحة

التمرين الثالث: إشعال قوس اللحام؛ وتثبيت وصلات لحام بالتنقيط. 97

التمرين الرابع: لحام خطوط مستقيمة على قطعة من الفولاذ المنخفض الكربون. 99

التمرين الخامس: لحام خطوط تمويجية على قطعة من الفولاذ المنخفض الكربون. 101

التمرين السادس: لحام خطوط مستقيمة تركيبية متعدّدة على قطعة من الفولاذ الطري. 103

التمرين السابع: لحام وصلة تطابقية على قطع من الفولاذ الطري. 105

التمرين الثامن: لحام وصلة تناكبية مشطوفة على قطع من الفولاذ الطري. 107

التمرين التاسع: لحام وصلة حرف (T) على قطع من الفولاذ الطري ملحومة بخط واحد وثلاثة خطوط. 109

ثانيًا: لحام المعادن بقوس التنجستون المحجوب بالغاز (تيج). 113

التمرين العاشر: تجهيز محطة لحام قوس التنجستون وملحقاتها. 130

التمرين الحادي عشر: تركيب مقبض اللحام وتجهيز أقطاب التنجستون. 134

التمرين الثاني عشر: ضبط الغاز المستعمل والتيار وقطبية آلة اللحام وإشعال قوس اللحام، وصهر خط مستقيم. 137

التمرين الثالث عشر: لحام خطوط مستقيمة على قطعة من الفولاذ الطري، باستعمال سلك اللحام. 140

التمرين الرابع عشر: لحام وصلة تناكبية مغلقة على قطع من الفولاذ الطري، (لحام بالصهر). 144

التمرين الخامس عشر: لحام وصلة زاوية خارجية من الألمنيوم (لحام بالصهر). 148

التمرين السادس عشر: لحام وصلة حرف (T) من الفولاذ الطري لقطع سُمك (2) مم، باستعمال سلك لحام. 152

ثالثًا: لحام المقاومة الكهربائية. 156

التمرين السابع عشر: تجهيز آلة لحام النقطة وإجراء عملية اللحام. 169

التمرين الثامن عشر: تجهيز آلة لحام الدرزة وإجراء عملية اللحام. 171

الموضوع	الصفحة

التمرين التاسع عشر: تجهيز آلة اللحام الوميضي وإجراء عملية اللحام. 173

رابعًا: لحام الأنابيب 175

التمرين العشرون: تجهيز وصلة أنابيب لإجراء عملية اللحام. 186

التمرين الحادي والعشرون: لحام أنبوب مع فلنجة من الفولاذ الطري بالقوس الكهربائي في الوضع الأفقي. 189

التمرين الثاني والعشرون: لحام أنبوب مع أنبوب آخر بقطر (4) إنش لكليهما، قابل للتدويربالقوس الكهربائي في الوضع الأرضي بحيث يكون محور الدوران أفقيًّا. 191

التمرين الثالث والعشرون: لحام أنبوب مع أنبوب آخر بقطر (2)إنش، لكليهما وسُمك جدار (2)مم، بلهب الأوكسي أستلين. 194

مسرد المصطلحات 196

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيّدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين وبعد.

فتعدّ المهن الصناعية من أهم الركائز الداعمة للاقتصاد الوطني والتي يقاس بها تقدم الدول وتطورها، جاء تطوير منهاج اللحام وتشكيل المعادن بدعم من الوكالة الكورية للتنمية الدولية (KOICA)، والوكالة الألمانية للتعاون الدولي (GIZ)؛ ليواكب التغيير المتسارع والتطور التكنولوجي اللامتناهي، فأوكل تنفيذ هذا المنهاج لمركز هندسة العقول للتدريب والاستشارات لتنفيذه، بإشراف كادر متخصص من الخبراء والفنيين التابعين لوزارة التربية والتعليم الأردنية.

إن تخصص اللحام وتشكيل المعادن من التخصصات الأساسية التي تتداخل في الصناعات جميعها بأشكالها المختلفة مهما تطورت، فكان هذا التخصص من أولويات وزارة التربية والتعليم فأعطته الاهتمام الكبير والرعاية الكاملة، وعملت على تطوير المناهج لتتماشى مع حاجات سوق العمل، وإعداد جيل من الطلبة يتمتع بمهارات حياتية ومهنية، مبنية على أساس الكفايات، وحسب متطلّبات سوق العمل، إذ يرتكز إعداد هذا المنهاج على المعرفة العلمية والخبرات العملية، ودمج المعرفة النظرية في التطبيق العملي عن طريق استراتيجيات تعليمية وتدريبية حديثة، تعتمد في إعداد المنهاج على (المتدرّب) بوصفه محورًا للعملية التعلمية، فحرصنا على أن يتميز المتدرّبون بالبحث عن المعرفة وتحليلها ليتولّد لديهم معرفة جيدة، ويتواصلون مع الآخرين بطرائق متعدّدة بشكل لائق، ملتزمين بأخلاقيات العمل الجماعي، ويمارسون التفكير الناقد والإبداعي في حل المشكلات بصورة علمية، مستخدمين ذلك في اتخاذ القرارات.

ففي هذا المنهاج، تم تقسيم المهارات والكفايات النظرية والعملية إلى أربع مراحل فصلية، وحرصنا أن نمكّن المتدربين من امتلاك المهارات والكفايات الخاصة في كل مرحلة عند نهايتها، والتي بدورها تمكّنهم من إيجاد فرصة عمل تناسب المرحلة التي تم الانتهاء منها،

وتزداد فرص العمل بإكمال المراحل جميعها أو متطلّبات هذا التخصص، وقد قسّمت على الشكل الآتي:

تم تقسيم الفصل الأول إلى وحدتين دراسيتين، يتعرّف المتدرّب في الوحدة الأولى ربط المعادن، ويتدرّب في الوحدة الثانية على اللحام، وفي الوحدتين الثالثة والرابعة يُجهّز محطات اللحام بالأوكسي أستلين، ويُجري عمليات اللحام بالوضع الأرضي لمختلف أنواع الوصلات، وفي الوحدتين الخامسة والسادسة يتدرَّب على تشكيل المعادن.

وقد روعي في هذا الكتاب إدراج الكثير من الصور والرسوم التوضيحية والأشكال والجداول، والأنشطة والقضايا البحثية والزيارات الميدانية لتمكين الطالب من الحصول على المعرفة بطرائق مختلفة ومتنوّعة، كما تم إضافة ملحق المصطلحات الإنجليزية لتسهيل مهمة الدارسين والمهتمين وبخاصة في عمليات البحث.

لقد مرّ هذا الكتاب بعدة مراحل حتى أُنجز بالصورة التي بين أيديكم، بدأت بدراسة الاحتياجات وتحليلها، وتمثّلت بالمسح الميداني الذي تم عن طريق حصر الكفايات المهنية لتخصص اللحام وتشكيل المعادن، التي يحتاجها القطاعان العام والخاص، ثم وضع هذه الكفايات بما يُسمّى الإطار العام للتخصص، ووضع النتاجات العامة والخاصة، وتطوير الخطة الدراسية، ثم إعداد محتوى التعلم، وهو الكتاب بوصفه مرحلة أولى يتبعه دليل المعلم. وأخيرًا سيُعمل على حوسبة المنهاج.

الشكر الجزيل لكل من أسهم وشارك في إبراز هذه الكتاب، ليكون أحد مصادر المعرفة المتاحة للجميع، سواء أكان من العاملين في وزارة التربية والتعليم أم من القطاعين العام والخاص، ونخص بالذكر لجنة الإشراف على هذا الكتاب التي أدّت دورًا كبيرًا في إبراز سمات التطوير لتحقيق هدف إحداث التنمية الشاملة.

والله وليّ التوفيق

المسوغات

يُعدّ التعليم الثانوي الصناعي أحد فروع التعليم المهني، الذي تتبناه وزارة التربية والتعليم، لإعداد الكوادر المهنية المدربة الداعمة للاقتصاد الوطني الأردني. وتخصص اللحام وتشكيل المعادن من التخصصات الضرورية المهمة، التي تسعى إلى تطوير مهارات التفكير، وحل مشكلات الطلبة، وإغنائهم بالمعرفة النظرية والمهارات العملية والاتجاهات والقيم الإيجابية، ما يمكّنهم من إيجاد حلول مبتكرة للمشكلات التي تواجههم، واتخاذ القرار الصحيح بشأنها، عند مزاولتهم المهنة في الحياة العملية.

ويسعى هذا التخصص إلى غرس مبادئ العمل وقيمه واحترامها لدى الطلبة، وفقًا لتعاليم العقيدة الإسلامية وقيمها الإنسانية والأخلاق العربية، وإعداد الطلبة للعمل وتأمين الحياة الكريمة لهم، مسلّحين بكفايات مهنية، لتمكّنهم من مواجهة تحديات العصر.

ويُعدّ هذا التخصص رافدًا مهمًا للكوادر الفنية المؤهلة القادرة على التكيف مع المتطلبات الحالية والمستقبلية والاحتياجات المتغيرة، ما يؤثر إيجابًا في سوق العمل، ويسهم في إعداد طلبة قادرين على إدارة الوقت واستثماره، بما يحقّق رؤية وزارة التربية والتعليم وينفّذ أهدافها في مجال الاقتصاد المبني على المعرفة وتوظيفها واستثمارها؛ لتكون عونًا لهم في حياتهم العملية.

لذا، يجب أن يزوّد تخصص اللحام وتشكيل المعادن الطلبة بما يأتي:

1- مهارات تخصصية كافية لإجراء أعمال اللحام وتشكيل المعادن حسب معايير سوق العمل.

2- قدر كافٍ من المعارف والمهارات الأساسية في مجال اللحام وتشكيل المعادن.

3- مهارات العمل الأساسية وقيمه، التي تخلق اتجاهات جديدة في تقدير المهنة وأخلاقياتها والتأسّي بالأنبياء الذين كانوا يحترفون المهن المختلفة، والتعامل مع الآخرين بإيجابية.

4- مهارات واتجاهات تساعدهم على التعلم الذاتي، والتعلم مدى الحياة.

5- مهارات التفكير الإبداعي، التي تساعدهم على فهم ما يحيط بهم من تقنيات العصر في مجال اللحام وتشكيل المعادن، وكيفية التعامل معها.

النتاجات التعليمية المحورية

يتوقّع من الطالب بعد دراسته هذا التخصص، أن يكون قادرًا على:

- مراعاة مبادئ السلامة العامة، وتطبيق قوانينها وقواعدها المتعلّقة بالتخصص.
- تعرّف المعادن الرئيسة: فولاذ، ألمنيوم، حديد سكب، ونحاس.
- قياس الزوايا والأطوال، وتخطيط قطع العمل باستعمال أدوات وأجهزة القياس.
- قطع المعادن بالطرائق اليدوية والآلية المختلفة.
- لحام المعادن الحديدية وغير الحديدية بالقوس الكهربائي.
- لحام المعادن الحديدية وغير الحديدية بالأوكسي أستلين.
- تشكيل الصاج بالثني والدرفلة.
- قطع المعادن الحديدية وغير الحديدية بالقوس الكهربائي، وبلهب الأوكسي أستلين والبلازما.
- لحام المعادن الحديدية بلحام المقاومة الكهربائية.
- قراءة الرسومات والرموز المستعملة في اللحام وتفسيرها.
- تشخيص عيوب اللحام الخارجية، واتخاذ الإجراءات لتلافيها.
- لحام المعادن الحديدية بالقوس الكهربائية المحجوب بالغاز.
- لحام المعادن الحديدية وغير الحديدية بقوس التنجستون المحجوب بالغاز.
- ربط المعادن بوساطة طرائق الربط المختلفة.
- تشكيل المعادن الفولاذية وفق المخطّطات والرسوم التنفيذية.
- تشكيل الألمنيوم وفق المخطّطات المحددة والرسوم التنفيذية.
- إجراء الخدمة اللازمة والصيانة للمعدّات والتجهيزات المستعملة في اللحام وتشكيل المعادن.
- تحديد الكميات وحساب الكلفة لتشكيل المعادن.
- التزم بقيمة العمل التي تخلق اتجاهات جديدة في تقدير المهنة وأخلاقياتها، والتأسي بالأنبياء عليهم السلام الذين كانوا يحترفون المهن المختلفة.
- التعلم الذاتي، والتعلم مدى الحياة.
- استعمال التكنولوجيا الحديثة في البحث عن المعرفة، التي تخص مهنة اللحام وتشكيل المعادن.

إرشادات للطلبة

الكفاية التقنية Technical Competence

تركّز الكفاية التقنية على فكرة نقل المعرفة عن طريق عمل المشروع، وتنفيذ المشاريع بشكل عام، يعتمد على الخطوات الست الآتية:

إرشادات مهنية

يجب عليك العمل عن طريق أسلوب المشاريع في ست خطوات، كما يأتي:

1 - الحصول على المعلومات Informing

بناءً على تعريف المشروع، يجب أن يحصل المتدرّبون على صورة واضحة للحل النهائي بما في ذلك التفاصيل. ويتحقَّق ذلك عن طريق تحليل منهجي لوثائق المشروع وتوجيه الأسئلة إذا لزم الأمر.

ومن الأسئلة الممكنة في هذه المرحلة:

أولًا– ماذا يفترض أن أفعل؟

ثانيًا– هل فهمت المهمّة المطلوبة بشكل دقيق؟

2 - التخطيط Planning

يعني إعداد نفسك عقليًّا وتوقّع التنفيذ الفعلي، ويتطلّب التخطيط الكفاية في معالجة أمر المشروع وتنظيم خطواته.

والأسئلة الممكنة في هذه المرحلة:

أولًا– كيف يمكنك المضي قدمًا في تحقيق المهمّة المطلوبة؟

ثانيًا– ما المعلومات المطلوبة؟

ثالثًا– ما المساعدات المتاحة؟

3 - اتخاذ القرار Deciding

بعد مرحلة التخطيط، يُقرّر المتدرّبون الوسائل المساعدة الضرورية والمطلوبة، مثل: ما أوراق البيانات اللازمة لمعالجة مهمة المشاريع ؟ هل ستُنفّذ المهمّة المطلوبة بشكل فردي أم جماعي؟

ومن الأسئلة الممكنة في هذه المرحلة؟

أولًا– ما الأدوات والمستلزمات التي ستستعمل في التمرين؟

ثانيًا– هل استعملت مصادر المعلومات المتوافرة جميعها؟

ثالثًا– هل تم الأخذ بمتطلّبات السلامة؟

4 - التنفيذ Executing

تُنفّذ المهمّة بعد الأخذ بالخطوات السابقة، يجب أن يكون المتدرّبون قادرين على تنفيذ المهمّة المطلوبة من دون مساعدة تقريبًا. وبعد إنتاج الحل المكتوب، يُجرى فحص أو يُطعن بالنتائج التي جرى التوصل إليها.

ومن الأسئلة الممكنة في هذه المرحلة:

- هل اخترت التسلسل الصحيح لإنجاز المهمّة؟

5 - التدقيق Checking

يفحص المتدرّبون النتائج. ويمكن مقارنة النتيجة مع وثائق الشركة المصنّعة. ويجب التحقّق من القياسات لمعرفة ما إذا كانت القراءات واقعية.

ومن الأسئلة الممكنة في هذه المرحلة:

- هل أُنجزت أهداف المشروع؟
- هل اقتنع المدرّب والمعلّم بالنتائج؟

6 - التقييم Evaluation

في مرحلة التقييم النهائية، يجب استعمال المقارنة بين وثائق ترتيب المشروع والنتائج العملية من حيث الأداء والقيم بوصفها أساسًا لإجراء تقييم خارجي أو تقييم ذاتي، ويجب تحليل الأخطاء وأسبابها وإمكانية تجنبها في المشاريع المستقبلية، ويجب أن يتعلم المتدرب تقييم قوته وضعفه وتطوير معايير الجودة الموضوعية للتطبيق في طريقة عمله، التي ستؤدي في النهاية إلى الكفاية الشخصية، ويمكن الانتهاء من هذا التقييم في مناقشة تقنية.

قواعد السلامة والصحة المهنية

مقدمة عامة: السلامة والصحة المهنية

معلومات مهمّة

يؤدي توفير بيئة عمل آمنة من المخاطر إلى خفض عدد ساعات العمل المفقودة، نتيجة تغيّب العاملين عن العمل بسبب المرض أو الإصابة، وكذلك الحد من تكاليف العلاج والتأهيل والتعويض عن الأمراض والإصابات المهنية، ما يؤدّي إلى تحسين وزيادة مستوى الإنتاج، وتحافظ على العنصر المادي من التلف فتقلل بذلك من الخسائر المادية المباشرة. ومن الخسائر المادية غير المباشرة، ومن ثم، تزداد المرابح والمكاسب؛ لذا، تجد أن بيئة العمل التي تهتم بتطبيق أعلى درجات الجودة في مجال السلامة والصحة المهنية وحماية البيئة، تحافظ على سمعة طيبة وعلى مكاسب مهمة بسبب ذلك.

إدارة المخاطر

تعني قياس وتقييم المخاطر المحتملة في بيئة العمل؛ بهدف السيطرة عليها والحد منها ما أمكن أو منعها تمامًا، إذ تدار المخاطر وفقًا للخطوات الآتية مرتّبة حسب الأولوية:

1- **تحديد المخاطر**: عملية تحديد مصادر المخاطر المحتملة، وتحديد الأشخاص المحتمل تعرضهم لهذه المخاطر.

2- **تقييم المخاطر**: عملية تقدير شدة الخطر.

3- **تنفيذ إجراءات الوقاية** من المخاطر وفقًا للتقييم أعلاه، وبشكل عام توجد ستة إجراءات للتحكّم بالمخاطر مرتّبة حسب الأولوية:

أ - **الإزالة** : تعني أن أول إجراء يجب التفكير بتنفيذه، هو إزالة الخطر بشكل كامل ونهائي من بيئة العمل؛ إن أمكن ذلك.

ب- **الاستبدال**: تعني أنه في حالة عدم التمكّن من إزالة الخطر نهائيًا، يجب التفكير باستبداله ببديل آخر عديم الخطورة؛ إن أمكن ذلك.

جـ- **العزل**: تعني أنه في حال عدم التمكّن من إزالة مصدر الخطر أو استبداله، فإن الإجراء المناسب هو عزل الخطر بعوازل مناسبة تُقلّل أو تحد أو تمنع أضرار هذا الخطر.

د - **التصاميم التقنية والهندسية**: التصاميم التي تحد من مصادر الخطر أو تمنعها نهائيًا، فقد تكون واقيات عازلة للمعدّات الخطرة، أو عازلة لمصادر الخطر.

هـ - **الضوابط الإدارية**: القوانين والإرشادات والقرارات الإدارية، التي تحمي العاملين والأشخاص المتواجدين في بيئة العمل من التعرّض لمخاطر بيئة العمل.

و - **معدّات الوقاية الشخصية**: خط الدفاع الأخير لحماية الإنسان من مخاطر بيئة العمل، مثل واقيات العيون، وواقيات السمع والأيدي والأرجل، وملابس العمل.

إجراءات الوقاية من مخاطر العمل في مهنة تشكيل المعادن

وفي ما يأتي أهم إجراءات الوقاية من المخاطر المحتملة، في بيئة العمل في مجال تشكيل المعادن، إضافة إلى ما تعلّمته في الصفوف السابقة:

الأمراض الناجمة عن الحرارة (heat-related illness)، أو أمراض الحرارة (Heat illness): مجموعة من الاضطرابات المرضية التي تظهر نتيجة التعرّض لدرجات حرارة مرتفعة، وتشمل أمراضًا طفيفة مثل التشنج الحراري، والإغماء الحراري والإجهاد الحراري، بالإضافة إلى الحالات الأشد خطورة المعروفة باسم ضربة الحرارة، وتُعرف ضربة الحرارة بأنها ارتفاع في درجة حرارة الجسم يصل لأكثر من (40.6c̊) نتيجة تعرض الجسم لدرجة حرارة عالية، وضعف القدرة على تنظيم الحرارة، وتتسبّب الحرارة الزائدة للعامل الذي يتعرض لها باستمرار بتقلصات في عضلات اليدين والقدمين، ويصحبهما قيء وإنهاك.

التعرّض للحرارة الزائدة:

تؤدي الحرارة الزائدة إلى تعرّق العامل بشكل أكبر من الاعتيادي، وقد يؤدي ذلك إلى حدوث جفاف في الجلد وارتفاع درجة حرارة جسم الإنسان مسببة له الدوار، ثم الإغماء، ومن الأمثلة على أمراض الحرارة:

1- **الضربة الحرارية:** ارتفاع في درجة حرارة الجسم يصل إلى أكثر من (40.6c̊) نتيجة تعرّض الجسم لدرجة حرارة عالية وضعف القدرة على تنظيم الحرارة، وتحدث عندما لا يُسعف الشخص المصاب بالإعياء الحراري، ويتطلب الأمر هنا المراقبة والمعالجة الطبية؛ لأنها حالة إسعافيه؛ لذا، يجب نقل المصاب إلى أقرب مركز طبي.

ومن أعراضها: انعدام التعرّق، وارتفاع درجة الحرارة، ووجود هذيان واضطراب في الرؤية، واختلال في توازن المصاب، وقد يصاب الشخص بالإغماء، ويكون الجلد جافًّا وحارًّا، وارتفاع ضربات القلب، وانخفاض في ضغط الدم، ويصبح التنفس عميقًا وسريعًا. ما يجب عمله عند حدوث هذه الحالة كإسعاف أولي: خلع الملابس الثقيلة للمصاب وتغطية جسمه بمناشف مبللة، مع استعمال تيار هوائي، ولكن الإسعاف الأولي لا يكفي، ويجب نقل المصاب إلى أقرب مركز طبي متخصّص.

2- **الإجهاد الحراري**: يمكن أن يكون تمهيدًا لضربة الحرارة، ومن أعراضه التعرّق الشديد، وسرعة التنفس، وضعف النبض.

3- **الإعياء الحراري (الإغماء الحراري)**: عدم قدرة الجهاز الدوري وجهاز التحكّم الحراري على مجاراة الارتفاع في درجة حرارة الجسم، نتيجة الجهد البدني في الجوّ الحار.

أعراضه: ارتفاع ضربات القلب، وانخفاض كمية التعرّق، وانخفاض كمية اللعاب مع حدوث تعب شديد قد يصاحبه دوخة.

ما يجب عمله عند حدوث هذه الحالة: التوقّف عن ممارسة أي نشاط، ونقل المصاب إلى مكان ظليل وبارد، وتبريد الجسم عن طريق شرب السوائل، وترطيب الجسم وتوفير تهوية جيدة للمصاب، وفي حال عدم زوال الأعراض يُنقل المصاب إلى أقرب مركز طبي.

تنتقل الحرارة من مصادر الحرارة كالأفران إلى الأجسام الموجودة في حيّز العمل بثلاث طرائق هي: الإشعاع، والتماس، والحمل.

التعرّض للبرد الشديد:

التعرّض للبرد من (2 – 14) ساعة، قد يُصيب الشخص بتورم في أصابع القدم والأيدي والأذن والأجزاء السفلية من الساقين، وتظهر في صورة عقد حمراء مائلة للزرقة وبخاصة مع حدوث حكة شديدة عند التعرّض للتدفئة قد تدوم طويلًا (ساعتين على الأكثر) وتزول بعد تسخين الأصابع أو المنطقة المصابة تسخينًا جيدًا (60 ° على الأقل) وتعود الحالة مجددًا بالظهور بعد التعرّض للبرد الشديد، ويُسمّى هذا المرض كذلك تورم الأصابع الشتائي، لأنه يصيب بعض الأشخاص في فصل الشتاء وبخاصة حيث يكون البرد القارس (درجة الحرارة أقل من 10°)، ويكون علاج هذا المرض عن طريق أدوية تأخذ كل (4) أو (5) سنوات، وتؤخذ قبل عدة أشهر من فترة البرد القارس، ويمكن كذلك الوقاية منه بتفادي التعرّض للطقس البارد مدة طويلة أو تسخين المناطق المعرضة للإصابة بالمرض بما فيه الكفاية قبل ظهور التورم. ويشير معظم العلّماء والمختصين في هذا المجال إلى أن درجة الحرارة المثلى لصحة الإنسان تقع بين (18° – 25°) ، و عند تعرُّض الإنسان إلى انخفاض درجات الحرارة تحدث تغيرات في جسمه تستدعي إنتاج الحرارة من داخله لتعويض النقص بالحرارة، وإن استمر فقدان الحرارة لمدة أطول، وعجز الجسم عن تنظيم

وتعويض ذلك، يقل التدفّق الدموي للأعضاء كالأطراف وتنقبض الأوعية الدموية. وللبرد تأثير عام في الجسم وتأثير موضعي في المناطق المعرضة للبرد، فالتأثير الأول يُعبّر عنه بصدمة البرد أو انخفاض درجات حرارة الجسم إلى اقل من (35°)؛ لأن أن درجة الحرارة الطبيعية لجسم الإنسان هي (37°)، ويظهر على المصاب علامات الشحوب والقشعريرة بوصفها ردة فعل للجسم لتوليد طاقة إضافية، ويصاب بالتعب وصعوبة التنفس، و قد يضطرب الإحساس عند المصاب الذي تعرض للبرودة الزائدة فيشعر برغبة بخلع ملابسه بسبب إحساسه بحرارة على سطح جسمه وهذا الإحساس كاذب ويجب ألّا يُسمح له بذلك.

مخاطر العمل على السقّالات

تُستعمل السقّالات والسلالم النقالة اتنفيذ الأعمال المختلفة في الأماكن المرتفعة، ويجب اختيار السقّالة أو السلّم المناسب لبيئة العمل وارتفاع موقع العمل؛وذلك لتنفيذه بالشكل السليم من دون التعرض للمخاطر.

السقّالة منصة مرتفعة عن الأرض فوق دعامات قوية ومثبّتة بإحكام أو معلّقة بحبال قوية ومتينة، وتعزى مخاطر السقّالات في بيئة العمل إلى سقوط الأشياء على العاملين أو المارين أسفلها، أو سقوط العاملين عنها. وقد تؤدّي إساءة استعمال السقّالات إلى إصابات شديدة قد تصل في بعض الأحيان إلى الوفاة، وتقع حوادث السقّالات للأسباب الآتية:

1- عيوب في التصميم، مثل:

أ – قص في القوائم والدعامات أو سائل الربط والتثبيت، أو غياب حواجز الوقاية الجانبية أو حواجز القدم.

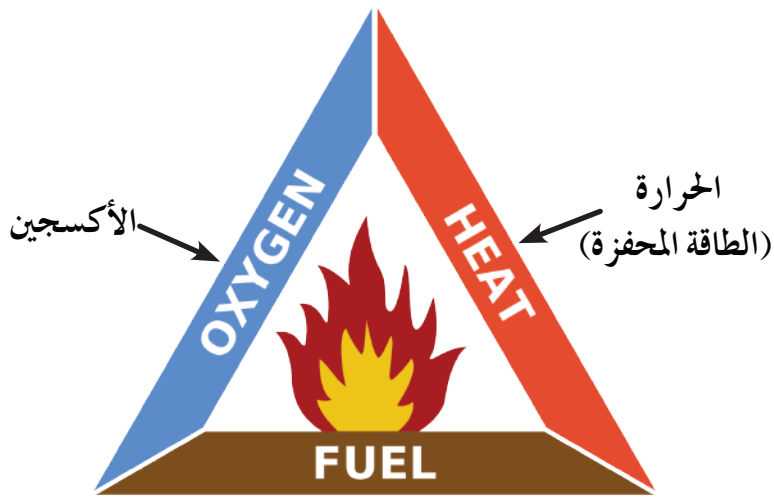
ب– نقص في عرض الألواح وعدم تثبيتها أو اتزانها.

جـ– نقص معدّات الوصول إلى السقّالات (الصعود والهبوط، والسلالم).

2- عيوب في مواد تصنيع السقّالة: استعمال أخشاب (فيها كسور أو شقوق أو عُقد)؛ لذا، يجب تفقد مكوّنات السقّالة والتأكّد من سلامتها قبل مباشرة العمل عليها.

مخاطر الحريق

تبدأ الحرائق عادة ضمن نطاق ضيق، ومعظمها ينشأ من مستصغر الشرر؛ بسبب إهمال في اتّباع طرائق الوقاية من الحرائق، ولكنها سرعان ما تنتشر إذا لم تُطفئ في الوقت المناسب مخلفة خسائر فادحة في الأرواح والمتاع والأموال والمنشآت؛ لذا، يجب اتخاذ التدابير الوقائية من مخاطر نشوب الحرائق لمنع حدوثها والقضاء على مسبباتها، وتعرّف عملية الاحتراق (نظرية الاشتعال) بأنها تلك الظاهرة الكيميائية التي تحدث نتيجة اتحاد المادة المشتعلة بوجود الأكسجين ودرجة حرارة كافية لبدء الاشتعال، حيث إن لكل مادة من المواد درجة حرارة بدأ اشتعال خاصة بها تُسمّى (نقطة الاشتعال)؛ لذا، يجب أن تتوافر (3) عناصر هي الوقود والحرارة والأكسجين معًا لبدء الاشتعال، وهو ما يُطلق عليه (مثلث الحريق)، ويُبيّن الشكل الآتي مثلث الحريق:



وقود (مواد قابلة للاحتراق)

1- **الوقود**: يتوافر الوقود بحالته الصلبة مثل: الخشب والورق والقماش وغيرها، أو بحالته السائلة وشبه السائلة، مثل: الشحوم بأنواعها جميعها، والزيوت والبنزين والكحول وغيرها، أو بحالته الغازية، مثل: غاز البوتان، وغاز الأستلين، وغاز الميثان، وغيرها ...

2- **الحرارة**: درجة الحرارة اللازمة لبدء الاشتعال ويسببها اللهب أو الاحتكاك أو أشعة الشمس أو الشرر أو التفاعلات الكيميائية.

3- **الأكسجين**: يتوافر الأكسجين في الهواء الجوي بنسبة (19-21٪).

تصنيف الحرائق

1- **حرائق النوع الأول(A)**: الحرائق التي تنشأ في المواد الصلبة التي تكون غالبًا ذات طبيعة عضوية (مركّبات الكربون) كالورق والخشب والأقمشة.

2- **حرائق النوع الثاني (B)**: تحدث بالسوائل أو المواد المنصهرة القابلة للاشتعال.

3- **حرائق النوع الثالث (C)**: حرائق الغازات القابلة للاشتعال، وتشمل الغازات البترولية المسالة كالبروبان والبيوتان، وتستعمل الرغاوى والمساحيق الكيميائية الجافة لمواجهة حرائق الغازات في حالة السيولة عند تسرّبها على الأرض، وتستعمل أيضًا رشّاشات المياه لأغراض تبريد عبوات الغاز.

4- **حرائق النوع الرابع (D)**: تحدث في المعادن، ولا تستعمل المياه لإطفائها؛ لعدم فاعليتها، كما أن استعمالها له مخاطر، ويُستعمل عادة مسحوق الجرافيت أو بودرة التلك أو الرمل الجاف أو أنواع أخرى من المساحيق الكيميائية الجافة؛ لإطفاء هذا النوع من الحرائق.

أنواع الطفّايات اليدوية

1- طفّاية الماء.

2- طفّاية الفوم (الرغوة).

3- طفّاية ثاني أكسيد الكربون.

4- طفّاية البودرة الجافة.

5- طفّاية الهالون.

6- طفّاية البودرة السائلة.

إجراءات الوقاية من مخاطر الحرائق

للوقاية من مخاطر الحرائق، لابد من توافر شروط محدّدة لهذا الغرض في تصميم المبنى، وتوافر شروط الوقاية من الحرائق في الأبواب والمداخل والمخارج ومخارج النجاة، والممرات والساحات، وإشارات إرشادية لمخرج النجاة، ووضع لافتات وإشارات للتحذير والإرشاد والمنع للوقاية من الحريق مثل إشارات ممنوع التدخين وغيرها، وتوفير خزان مياه موصول بشبكة مكافحة الحريق سعته ومواصفاته مطابقة لشروط السلامة، إضافة إلى التزم بشروط عمليات التخزين الآمنة للمواد القابلة للاشتعال، وتدريب العاملين في بيئة العمل على خطة الإخلاء، وعلى إجراءات مكافحة الحرائق، وكيفية استعمال أجهّزة الإطفاء والإنذار. ومن إجراءات الوقاية من مخاطر الحريق ما يأتي :

1- تزويد موقع العمل بنظام إنذار مبكر بنشوب حريق.

2- توفير خطة إخلاء جيدة، والتدريب الجيد على تنفيذها.

3- تخصيص منطقة آمنة للتجمّع في حال حدوث حريق، وممرات آمنة للوصول إلى منطقة التجمع وتوعية العاملين بذلك.

4- تجهيز مخطّط مخارج النجاة، وتوزيع نسخ منه في الممرات وقرب المداخل بشكل مرئي للجميع.

5- توفير التهوية الكافية في بعض الأماكن المحتمل وجود أبخرة أو غازات أو أتربة قابلة للاشتعال فيها، وبمواقع أدراج ومسالك الهروب عامة.

6- توافر طفّايات حريق يدوية موزّعة بشكل يغطي كامل مساحة الموقع.

7- توفير وسيلة سهلة لقطع التيار الكهربائي عند حصول أي طارئ يستدعي ذلك.

8- تخزين المواد القابلة للاشتعال بعيدًا عن مصادر النيران، وتوفير التهوية بالمخازن، عَبْر إيجاد مناطق فاصلة بين الأبنية وبين مخازن المواد القابلة للاشتعال.

9- توفير مرشّات ماء لمكافحة الحريق موزّعة على كامل الموقع تعمل تلقائيًّا عند حدوث حريق متصلة بنظام مكافحة الحريق الرئيس.

10- تزويد المبنى بنظام مكافحة الحريق مكوّن من: خزان مياه بحجم يتناسب مع المبنى، وشبكة أنابيب مكافحة الحريق تغطّي مرافق المبنى، بحيث تُغذّى الشبكة بالمياه من مصدرين مختلفين: أحدهما هو خزان مياه مكافحة الحريق في المبنى، والآخر من صهاريج الدفاع المدني لمكافحة الحرائق؛ إذ تُجهّز شبكة مكافحة الحريق بخط رئيس يصل إلى خارج المبنى -يكون مغلقًا في الحالة الطبيعية -ويُفتح من قِبَل رجال الدفاع المدني ووصل خراطيم صهاريج المياه به لضخ المياه عن طريقه إلى شبكة مكافحة الحريق المجهّزة مسبقًا في المبنى.

11- تزويد الخزان بمضخات احتياطية تعمل بالوقود السائل في حال انقطاع التيار الكهربائي، وتعطّل المضخات التي تعمل بالكهرباء.

12- توفير لوحات ولافتات مخارج الطوارئ ومواقع الطفّايات ومناطق التجمع في حال الإخلاء.

13- عدم إغلاق أبواب ومخارج النجاة وضمان سهولة فتحها من داخل المبنى، بحيث يكون اتجاه فتح أبواب النجاة من الداخل إلى الخارج وليس العكس.

14- عدم إغلاق الأبواب في أثناء العمل بالمفاتيح أو الأقفال.

15- ضمان خلو ممرات ومخارج النجاة من المعيقات.

16- استعمال زجاج مقاوم للنيران في النوافذ واستعمال ستائر معدنية.

17- أخذ الاحتياطات اللازمة لمنع انتشار الحريق بالمناور ومواقع الأدراج والمصاعد.

18- خطة إدارة الأزمات والإخلاء في حال حدوث حريق: حالات الطوارئ متعدّدة فمنها حالات حدوث الحريق، والكوارث الطبيعية كالزلازل، والتعرّض للقصف في أثناء الحروب؛ لذا، لا بد من التأكيد أن لكل حالة طوارئ من هذه الحالات خطة سلامة خاصة بها تختلف عن غيرها من حالات الطوارئ، ففي حال حدوث زلزال يمنع الإخلاء ويُنصح بالاحتماء أسفل الطاولات القريبة للوقاية من تساقط الأشياء، أمّا في حال حدوث حريق فإن سرعة الإخلاء والتصرف السليم أمران حاسمان ؛ لذا، فإن إعداد خطة لإدارة ومواجهة

الأزمات والحالات الطارئة، سواء بالاستعداد لها أم توقّعها أم التعامل معها إذا ما حدثت، من أهم الأمور الواجب على الإدارات جميعها في بيئات العمل المختلفة الاهتمام بها بشكل كبير، ووضعها على سلم أولويات العمل لضمان توفير الوقاية الشاملة للأفراد والممتلكات، بحيث تتضمّن الخطة تدريب العاملين، والمتواجدين باستمرار في بيئة العمل، مثل : الطلبة أو المتدربين على كيفية إخلاء تلك المباني من شاغليها في الحالات الطارئة واتخاذ الإجراءات اللازمة لتأمين سلامتهم، وكفالة الطمأنينة والاستقرار والأمن لهم، وسوف نستعرض في هذا البند عناصر خطة الإخلاء في حال حدوث حريق مجموعة في بيئة العمل.

عناصر خطة الإخلاء

تعتمد متطلّبات نجاح خطة مواجهة الأزمات والحالات الطارئة بشكل أساسي، على فريق إدارة الأزمات ومدى تدريبه، وعلى كيفية اكتشاف إشارات الإنذار بالأزمة واتخاذ الإجراءات الوقائية والمواجهة الفعلية واحتواء الضرر؛ إذ يجب أن تتضمّن خطة الإخلاء تحديد واجبات المدربين والمشرفين ورؤساء الأقسام والمدراء والحراس وفريق أدارة الأزمات والمتدربين؛ بحيث يجب أن يَعرف كل شخص في بيئة العمل واجباته وما يجب عليه أن يفعله تمامًا في حال حدوث حريق، وهي كما يأتي:

واجبات فريق إدارة الأزمات

يُشكّل فريق إدارة الأزمة من شاغلي المبنى أو المدرسة، ويُكلّف أعضائه بالواجبات الآتية :

1- التأكّد من توافر أجهّزة المكافحة الأولية أنواع الحرائق جميعها وأن تكون صالحة للاستعمال الفوري، وموزّعة بشكل مُنظّم قرب المداخل الرئيسة والفرعية وقُرب مخارج الطوارئ، وفي الممرات، وحيث تُخزّن المواد القابلة للاشتعال.

2- إرشاد المتواجدين والمتدربين إلى مسالك الهروب ومخارج الطوارئ ومناطق التجمع.

3- تقديم الإسعافات الأولية.

4- مكافحة الحرائق بالطفّايات المناسبة، ومساعدة فرق الإطفاء والإنقاذ ما أمكنهم ذلك.

5- على المدربين والمشرفين إحضار سجلات الحضور إلى نقطة التجمع، للتأكّد من عدم نسيان أحد في الموقع معرضًا لخطر الحريق.

6- رفع الروح المعنوية والتنبيه على الجميع بضرورة التحلي بالهدوء وعدم الارتباك.

7- قطع التيار الكهربائي عن المكان.

8- التأكّد من توافر الأدوية والأدوات الطبية اللازمة لعمليات الإسعافات الأولية.

9- التأكّد من توافر مخارج وأبواب الطوارئ الكافية، واللوحات الإرشادية التي تُسهّل عمليات الإخلاء وترشد شاغلي المبنى إلى مسالك الهروب ومخارج الطوارئ ونقاط التجمع؛ إذ يجب أن تحتوي الخطة على مخطّط لمخارج الطوارئ ومخطّط للموقع يُبيّن فيه مواقع الأبواب والشبابيك والممرات والأدراج، ويجب التفتيش على مسارات الإخلاء ومخارج الطوارئ، والتأكّد من أنها سالكة وتخلو من المعيقات.

10- تعليق نسخ من مخطّط مخارج الطوارئ بشكل مرئي في الممرات والطوابق والمداخل الرئيسة؛ ليتمكّن أي زائر إلى بيئة العمل من رؤية المخطّط وإخلاء الموقع عند اللزوم .

مخاطر الأمراض المهنية

الأمراض المهنية هي الأمراض التي يُصاب بها الشخص نتيجة لعمله أو مهنته، و يمكن للإصابة أن تكون ناتجة عن التعرّض لعوامل ضارة مختلفة، قد تكون كيميائية أوفيزيائية أو بيولوجية أو مسرطنة أو مشعّة (**radioactive**)، وباختلاف إصابة العمل التي تكون ناتجة بالعادة عن وقوع حادث لمرة واحدة، فإن المرض المهني يكون ناتجًا عن التعرّض الدائم والمتكرّر لمسبب الضرر على امتداد مدّة زمنية معينة، والطبيب المختص يمكنه تحديد المرض المهني. على سبيل المثال، يمكن إطلاق اسم (مرض مهني) على حالات التسمّم بالرصاص، والسحار السيليسي (**silicosis**)، وكذلك على داء (الأميانت)، فعند الإصابة بداء (الأميانت) مثلًا، يتعرّض المريض لمركّبات (الأميانت) (**asbestos**) التي تدخل إلى الشعب الهوائية، ما يؤدي للإصابة بالالتهاب الرئوي المزمن، كما أن استمرار التعرّض لهذه المركّبات مستقبلًا، قد يؤدي للإصابة بنوع معين من السرطان يصيب غشاء الرئتين. فالأمراض المهنية هي أمراض محدّدة ناتجة عن التأثير المباشر للعمليات الإنتاجية، وما تحدثه من تلوث لبيئة العمل، بما يصدر عنها من مخلّفات ومواد وغيرها من الآثار، وكذلك

نتيجة تأثير الظروف الطبيعية في بيئة العمل مثل: الضوضاء والاهتزازات والإشعاعات والحرارة والرطوبة... إلخ، وقد يُعرف المرض المهني بالمرض أو العجز الذي يُصاب به العامل نتيجة لتعرضه لظروف وبيئة العمل. وتُصنّف الأمراض المهنية حسب شدتها إلى صنفين هما: الأمراض المهنية الحادّة (**Acute**): وتظهر آثارها مباشرة فور التعرّض للمسبب في بيئة العمل، مثل: التعرّض لمادة (الأمونيا) بنسب أعلى من الحدود الآمنة، والأمراض المهنية المزمنة (**Chronic**)، وتظهر آثارها بعد مدّة طويلة من التعرّض للمسبب في بيئة العمل مثل التعرّض لمختلف أنواع الغبار بنسب أعلى من الحدود الآمنة، ولمدد طويلة، مثل شعور المصاب بعد سنوات من العمل بضيق نفس وأعراض ربو، وانسداد رئوي نتيجة لتليف الرئة.

أسباب الأمراض المهنية

يمكن إرجاع الأمراض المهنية في أسبابها إلى (3) مخاطر رئيسة، هي:

بيئة العمل

1- تأثّر العين من التعرّض المتكرّر للوهج والحرارة المرتفعة والضوء الشديد.
2- شدة الضوضاء وتأثيراتها الضارة على السمع (الصمم المهني).
3- الأعراض والأمراض الناتجة عن التعرّض لتغييرات الضغط الجوي (مرض القيسون).
4- التعرّض للمواد ذات النشاط الإشعاعي مثل الراديوم.
5- الاهتزازات الموضعية وتأثيراتها في العظام والمفاصل الصغرى لليدين.
6- الإشعاعات غير المؤيّنة مثل: الأشعة فوق البنفسجية، والأشعة تحت الحمراء.

المخاطر الكيماوية:

1- التسمّم بالمعادن الثقيلة ومضاعفاتها، مثل : الرصاص، الزئبق، الزرنيخ، الانتيمون، الكاديوم، البريليوم.
2- الأتربة التي تؤدي إلى ما يُسمّى بأمراض الغبار الرئوي (**pnumoconiosis**):

أ – أتربة غير عضوية تؤدي إلى تليفات بالرئتين، مثل:

1. **السليكوز (silicosis)** نتيجة التعرّض لأتربة السيلكا الحرة في بعض المهن، مثل عمال المناجم والمحاجر وصناعة الزجاج والبللور.

2. **الإسبستوس (asbestosis)** نتيجة التعرّض لألياف الإسبستوس (الحرير الصخري) في صناعة غلاف الفرامل والأنابيب الإسمنتية المختلطة بالإسبتوس والملابس الواقية من الحريق.
3. **التلكوز (Talcosis)** نتيجة التعرّض لأتربة بودرة التلك الصناعي في بعض صناعات الدهانات والكاوتشوك ،...

ب- أتربة عضوية: مرض البينوس **(Byssinosis)** نتيجة التعرّض لغبار القطن والكتان والجوت، إذ تؤدي إلى أعراض تشبه الربو الشعبي.

المخاطر الصحية الناتجة عن الغازات والأبخرة

وتنقسم هذه الغازات من حيث تأثيرها إلى:

1- غازات خانقة بسيطة: نتيجة تسرّبها تحل محل الهواء الجوي فتقل نسبة الأكسجين المستنشق فتؤدي إلى الاختناق، وعند التهوية واستنشاق الأكسجين تزول أعراض الاختناق، ومثال لهذه الغازات ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين والميثان والإيثان والأرغون.

2- غازات خانقة كيماوية، مثل: أول أكسيد الكربون والسيانور وكبريتيد الهيدروجين.

3- الغازات المهيجة، مثل: الأمونيا والكلور وثاني أكسيد الكبريت وفلوريد الهيدروجين وثاني أكسيد النيتروجين.

المخاطر الصحية الناتجة عن التعرّض للمذيبات العضوية

1- **التسمم بالبنزول (Benzol)** ومشتقاته جميعها: حيث يكون تأثيره الضار في نخاع العظم. ومن ثم، في مكوّنات الدم.

2- **المواد البترولية سواء أكانت السائلة أم الغازية:** يكون تأثيره الضار في الجلد والجهاز التنفسي والجهاز العصبي.

3- **التسمّم بالكحول والجليكول واكيتون بأنواعه المختلفة:** التسمّم بالكحول الميثيلي **(Methyl Alcohol)** يؤدي إلى تأثير ضار في الجهاز العصبي، وبخاصة العصب البصري ويؤدي إلى العمى في حالة التسمّم الشديد.

المخاطر البيولوجية (الحيوية)

الأمراض الناتجة عن التعرّض للميكروبات الحية، أو الملوّثات العضوية، أو الفايروسات، مثل:

1- أمراض الحميات المعدية.

2- الدرن (السل).

3- الجمرة الخبيثة.

4- أمراض الجهاز التنفسي.

للمخاطر البيولوجية تأثير قوي وخطير عند التعرّض لها، فهي تؤدّي إلى الوفاة أو الإصابة بالأمراض الخطيرة والمعدية، وتكمن المخاطر البيولوجية في التعرّض المهني للكائنات الدقيقة الحية المعدية، وإفرازاتها السامة والطفيليات.

أسباب الإصابة بالمخاطر البيولوجية

تنتقل الفيروسات والجراثيم عن طريق:

1- العدوى من المرضى.

2- الطعام أو المكان الملوّث.

3- مخاطر العمل الطبي: يتعرّض العاملون في مجال العمل الطبي للمخاطر البيولوجية عن طريق وخز الإبر والأدوات الحادة الملوّثة، والعدوى المباشرة عن طريق التنفّس.

4- مخاطر العمل العادي: يمكن أن يتعرّض العامل للتلوّث عن طريق: الوخز والجروح من أدوات العمل الحادة، التي عادة ما تكون ملوثة، والأكل في أماكن غير مخصصة وملوثة نتيجة العمل أو بأيدي ملوّثة.

5- العدوى في دورات المياه والمغاسل من عامل مريض استعملها، و لم تُنظّف بشكل جيد.

6- التلوّث من مصادر المياه والخزانات غير النظيفة المستعملة للشرب أو التنظيف.

طرائق الإصابة بالمخاطر البيولوجية

1- عن طريق الجهاز التنفّسي (تلوّث الهواء).

2- عن طريق المأكل والملبس (الطعام الفاسد واستعمال المياه الملوثة).

3- عن طريق الجلد (الحشرات الضارّة والميكروبات).

4- الأمراض التي تُسبّبها الأخطار البيولوجية (التينانوس، الملاريا، الأمراض الجلدية).

الوقاية من المخاطر البيولوجية

1- النظافة الشخصية المستمرة من حيث الملبس، ومكان العمل، ونظافة المعدّات والأدوات، ونظافة الطعام والشراب.

2- عدم استعمال أي مياه ملوثّة.

3- العمل على التطعيم ضد الأمراض المعدية والخطرة في مراكز الصحة، عند ظهور مرض أو إصابة في أماكن العمل.

4- إجازة العامل المصاب وعدم السماح له بالحضور إلى بيئة العمل حتى يتعافى تمامًا، وحجز المصاب بعيدًا عن زملائه وأهله وأصدقائه، إلى أن يتم الشفاء من هذه الأمراض.

5- ارتداء وقاية شخصية عند التعرّض لمصادر ملوّثة بالميكروبات والجراثيم، مثل: البدل والقفّازات والأحذية المطاطية العالية ونظّارات واقية للعين.

التخزين الآمن للعُدَد والأدوات والمواد و المعدّات

التخزين الآمن لمعدّات تشكيل المعادن، وأدواتها والعُدَد الخاصة بها، يضمن توافرها عند الحاجة إليها سليمة، وبأقل وقت وجهد ممكنين؛ فعند المقارنة بين وقت العمل الفعلي والوقت الضائع في البحث عن العُدَد والأدوات بسبب سوء التخزين، نجد أنه وقت كبير ومكلّف. وسوء التخزين للأدوات و العُدَد و المعدّات يعرّضها للتلف، وبعد إضاعة وقت كبير في البحث عنها قد تجدها بحالة مزرية ؛ لذا، من الضروري المحافظة على الأدوات والعُدَد والمواد والأجهزة بتخزينها بشكل لائق عند الانتهاء من استعمالها، ومهما احتاج الترتيب والتخزين المناسب من وقت فإنه لا يُعَدّ هدرًا، بينما الوقت الضائع في البحث عن الأدوات بسبب الإهمال في تنظيم أماكن تخزين الأدوات، هو أحد المشكلات التي تُربك العمل وتؤثّر في السلامة والصحة المهنية،

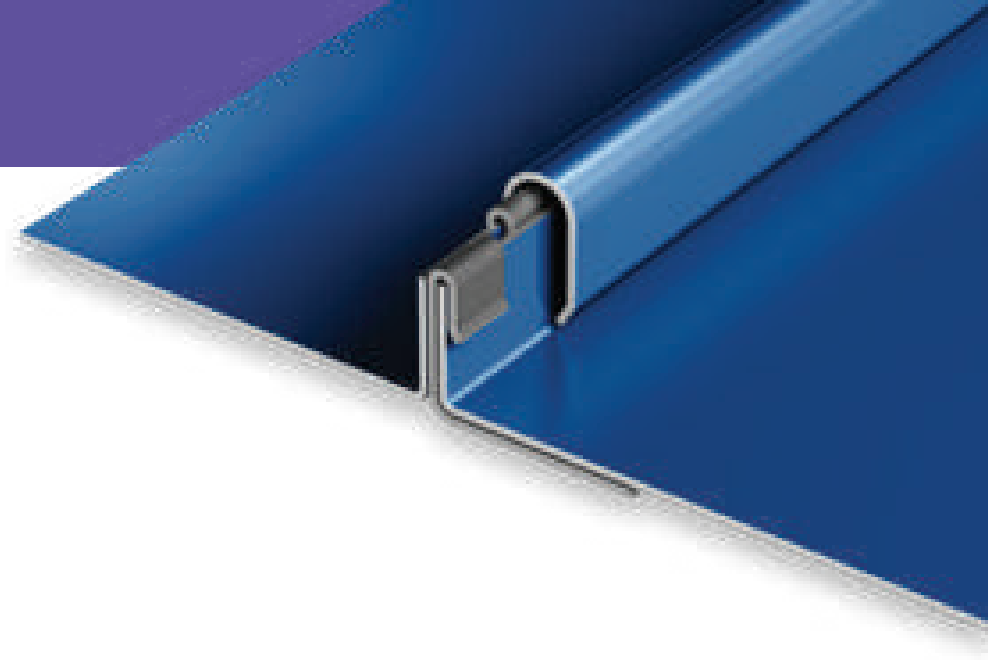
وتتسبب بالأذى للمتواجدين في ذلك الموقع؛ لذا، يمكنك المحافظة على الأدوات والعُدَد والمواد والأجهزة عن طريق الإجراءات الآتية:

1- تخزين الأدوات نظيفة وبشكل مُنظّم، يجعل البحث عنها عند الحاجة أمر يسير.

2- التخلّص من العُدَد والأدوات التالفة واستبدالها، والتأكّد من تمييز الأدوات التي تحتاج إعادة تعبئة مثل أسطوانات الأكسجين والأستلين وتخزينها بطريقة آمنة.

3- التحضير المبكر للأدوات اللازمة للعمل، والتأكّد من جاهزيتها، وإجراء الصيانة اللازمة للأدوات التي تحتاج إلى صيانة.

4- وضع العُدَد اللازمة للعمل مرئية ما أمكن مرتّبة على لوحة خاصة، كما هو مُبيّن في الشكل الآتي:



1 الوحدة الأولى

ربط المعادن

المحاور الفرعية:

أولًا: ربط المعادن بالبراغي والصواميل.

ثانيًا: الربط بالبراشم.

ثالثًا: الثني والتداخل في الصاج.

أولًا: ربط المعادن بالبراغي والصواميل.

نتاجات خاصة للعلوم الصناعية الخاصة

يتوقّع من الطالب أن يكون قادرًا على أن:

1- يتعرّف أهمية استعمال الربط البراغي والصواميل في التطبيقات المعدنية.

2- يتعرّف الأدوات و المعدّات المستعملة في الربط بالبراغي والصواميل.

3- يُصنّف أنواع البراغي والصواميل والحلقات (الروندلات).

4- يتعرّف أنواع الصواميل المستعملة في ربط المعادن بالبراغي والصواميل.

5- يتعرّف طريقة إخراج البراغي المكسورة.

6- يتعرّف استعمالات البراغي والصواميل في التركيبات والإنشاءات المعدنية.

تعدّ صناعة تشكيل الصفائح المعدنيّة من أكثر الصناعات انتشارًا في وقتنا الحاضر، فكان لابدّ من إيجاد طرائق ووسائل مختلفة ومناسبة لعمليات ربط هذه المشغولات مع بعضها، بحيث تتناسب عملية الربط المستعملة مع نوع المعدن، وسُمكه، ونوع المشغولة، والأحمال التي تتعرّض لها القطع المربوطة، وسيتم شرح في هذه الوحدة عن بعض أنواع الربط المستعملة في تشكيل المعادن.

يُعدّ التعاون صورة من الصور الحضارية للتعامل الإنساني في العالم، فهي تؤدي بالضرورة إلى منفعة المجتمع ككل والنهوض به نحو الأفضل، وقد دعت الديانات السماوية إليه، وحثّت على تطويره بين الأفراد، ومن هذه الديانات الدين الإسلامي، فلابد لك أن تتعاون مع زملائك ومعلمك داخل بيئتك المدرسية وخارجها.

أولاً:
ربط المعادن بالبراغي والصواميل.

انظر.. وتساءل

استكشف

اقرأ.. وتعلم

الإثراء.. والتوسع

القياس والتقويم

الخرائط المفاهيمية

النتاجات

يتوقّع من الطالب أن يكون قادرًا على أن:

1- يختار البراغي المناسبة من حيث الطول والقطر وشكل الرأس.

2 - يُجهّز الأدوات والمعدّات اللازمة للربط بالبراغي والصواميل.

3- يختار نوع الوصلة حسب طبيعة العمل:

أ-تطابقية. ب-تناكبية (مفردة، مزدوجة).

4- يربط قطعتين أو أكثر بالبراغي والصواميل.

5- يعتني بالأدوات و المعدّات المستعملة في العمل.

6- يُطبّق قواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز والربط.

تعليمات السلامة العامة:

- ☑ تأكّد من ربط الصواميل بشكل متعامد على سن البرغي، واحذر من تركيبها بشكل مائل.
- ☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق، وتأكّد من خلو منطقة العمل من أيّة مخاطر محتملة.

انظر.. وتساءل

1 – ما أنواع البراغي والصواميل؟
2 – بماذا يمكن أن نستعمل البراغي والصواميل؟ وما الفائدة منها؟
3 – ما طرائق ربط وفك البراغي والصواميل؟

استكشف

في أثناء تدربك داخل مشغل اللحام وتشكيل المعادن، لابد أنك فككت أجزاء من آلات أو معدّات، بوساطة براغي تثبيت خاصة لهذا الغرض، أو ربطت عدة أجزاء مع بعضها، بما يتناسب مع المشغولات بوساطة البراغي.

ابحث وشارك:

من مشاهدتك داخل مشغلك، ابحث أنت ومجموعة من زملائك عن مشغولات رُبطت بوساطة البراغي والصواميل، واكتب تقريرًا بذلك واعرضه على معلمك.

اقرأ.. وتعلم

ربط المعادن بالبراغي والصواميل.

- **أهمية استعمال الربط بالبراغي والصواميل في التطبيقات المعدنية.**

يتميز الربط بالبراغي والصواميل في التطبيقات المعدنية بإمكانية فكّها وربطها بسهولة ويسر، ومن هنا تكمن أهمية الربط بالبراغي والصواميل، فيمكن فكّ هذه القطع عند الحاجة لغايات الصيانة أو الإصلاح، أو استبدال قالب العمل للثنّاية على سبيل المثال.

تُربط المعادن عن طريق:

أ – **البراغي**: تُصنّف حسب شكل رؤوسها وشكل السن الخارجي لها وشق الرأس المحفور بها، ويكون شكل الرأس إمّا مخروطي وإمّا مسطح غاطس أو كروي أو مقبب أو مستوٍ، ويكون شكل السن الخارجي لها (ناعم أو خشن) حسب خطوة السن الخارجي لها، ويحدّد شكل الشق المحفور بالرأس نوع أداة الفك والتركيب لهذا البرغي ومنها: مصلّب، مشرنف، مربع، سداسي، نجمي بقفل أو من دون قفل.

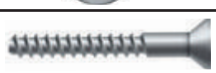
ب– **الصواميل**: تُصنّف الصامولة عدة تصنيفات، وأكثرها شيوعًا صامولة الشد وتُستعمل لربط الوصلات المعرضة لقوى شدّ أو ضغط كبير، والصامولة المقفلة وتُستعمل لأغراض ميكانيكية تُثبّت على محاور الحركة، حيث تُقفل بعد تثبيتها بكباشي خاصة بعد شدها بإحكام.

جـ– **الحلقات (الروندلات)**: تُصنّف الحلقات حسب طبيعة الاستعمال كمنع الاحتكاك بين القطع والتثبيت المحكم، أو الحلقات الزنبركية، وتستعمل للحيلولة دون ارتخاء البراغي وتحرك القطع المثبّتة وحلقات مانع تسرّب السوائل وتستعمل غالبًا على براغي تسكير مجاري الزيت أو (تنفيسة الروافع والضواغط الهيدرولية).

الأدوات والمعدّات المستعملة في ربط البراغي والصواميل:

تُحدّد أداة ربط البراغي أو تُفك على شكل رأسها أو الشق المحفور بها، وهذا يتطلب أدوات تمتاز بالقوة والمتانة، بما يتناسب مع شروط السلامة والصحة المهنية، ويُبيّن الجدول (1–1) أهم هذه الأدوات و المعدّات وأكثرها شيوعًا.

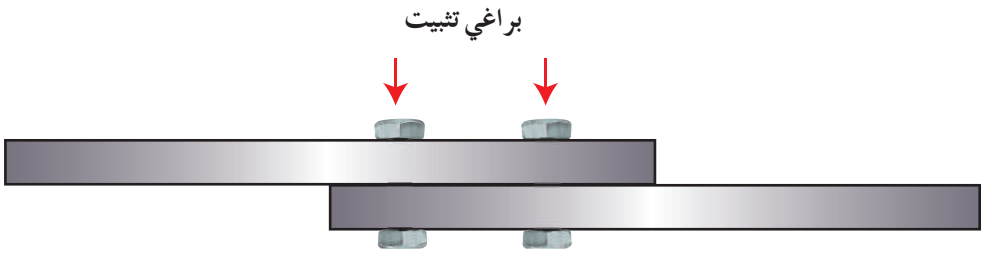
الجدول (1 – 1): أكثر الأدوات و المعدّات شيوعًا.

اسم الأداة	مفك مصلّب	مفك مستوٍ (عادي)	مفك (مفتاح) سداسي	مفتاح شق أو رنق
شكل أداة (الربط والفكّ)				
شكل البرغي				
مقطع رأس البرغي				

• **أنواع الوصلات المستعملة في ربط المعادن بالبراغي والصواميل:**

يوجد نوعان من الوصلات المستعملة في ربط المعادن بالبراغي والصواميل أو البراغي فقط، فيُختار نوع الوصلة حسب طريقة التركيب أو الغاية المرجوّة منها، وهي:

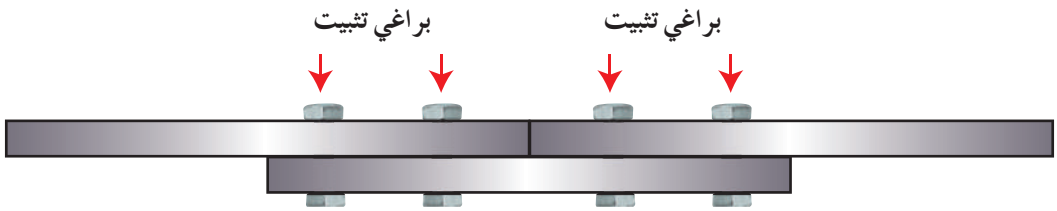
أ- **التطابقية:** وصلة تثبيت لقطعتي العمل، تربط بوساطة البراغي، حيث توضع نهاية أحد القطعتان فوق طرف القطعة الأخرى بمسافة كافية لعملية ثقب وتثبيت البراغي، كما هو مُبيّن في الشكل (1 – 1).



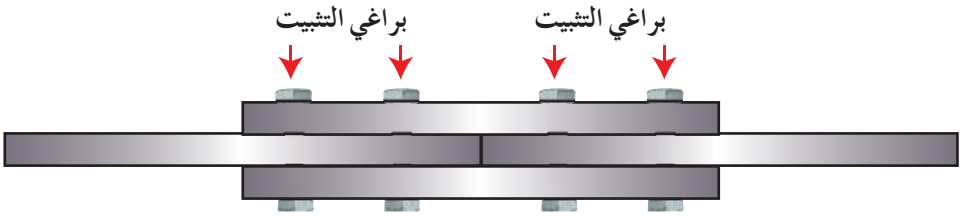
الشكل (1 – 1) وصلة تطابقية.

ب- **التناكبية:** يوضع في هذه الوصلة اللوحان المراد وصلهما، أحدهما بجانب الآخر شرط أن يكونا في المستوى نفسه، وتتم عملية الربط عن طريق لوح إضافي تُثبّت معًا، ويوجد نوعان من هذه الوصلات:

1. **الوصلة التناكبية المفردة:** يُستعمل فيها لوح واحد لتغطية القطعتان، ويتم تركيبه من الأعلى أو من الأسفل، كما هو مُبيّن في الشكل (1 – 2).
2. **الوصلة التناكبية المزدوجة:** يُستعمل فيها لوحان، ويركّب لوحًا في كلّ جهة، كما هو مُبيّن في الشكل (1 – 3).



الشكل (1 – 2): وصلة تناكبية مفردة.



الشكل (1 – 3) وصلة تناكبية مزدوجة.

- **استعمالات البراغي والصواميل في الإنشاءات المعدنية:**

تُستعمل البراغي والصواميل في إنشاء المباني بالشكل المعدني كما هو مبيّن في الشكل (1–4)، حيث يعتمد إنشاؤها على التثبيت والتركيب بوساطة البراغي والصواميل في أغلب أجزائها، فتتميز الإنشاءات المعدنية بسهولة الفك والتركيب عند الحاجة، وهذا لا يحدث إلّا إذا كان التركيب بوساطة البراغي والصواميل، وعن طريق البراغي والصواميل تستطيع فك الجسور والأعمدة المعدنية ونقلها إلى مكان آخر وتركيبها مرة أخرى، ما يوفّر الوقت والجهد والمال.

الشكل (1 – 4): استعمالات البراغي والصواميل في الإنشاءات المعدنية.

في بعض الأحيان، تُصبح إزالة البراغي أمرًا صعبًا، بسبب الصدأ الناتج عن العوامل الجوية أو الكيميائية أو غيرها، فقد يُكسر البرغي في أثناء الفك. ابحث عن طرائق بديلة، واكتب تقريرًا عن طريق خبراتك السابقة عن طرائق إزالة البراغي المكسورة وشاركها مع زملائك واعرضها على معلمك.

التقويم الذاتي (دليل تقييم الأداء)

الرقم	خطوات الأداء	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أختار البراغي المناسبة من حيث الطول والقطر وشكل الرأس.			
2	أُجهّز الأدوات والمعدّات اللازمة للربط بالبراغي والصواميل.			
3	أختار نوع الوصلة حسب طبيعة العمل، وأربطها بالبراغي والصواميل.			
4	أعتني بالأدوات والمعدّات المستعملة في العمل.			
5	أطبّق قواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز والربط.			

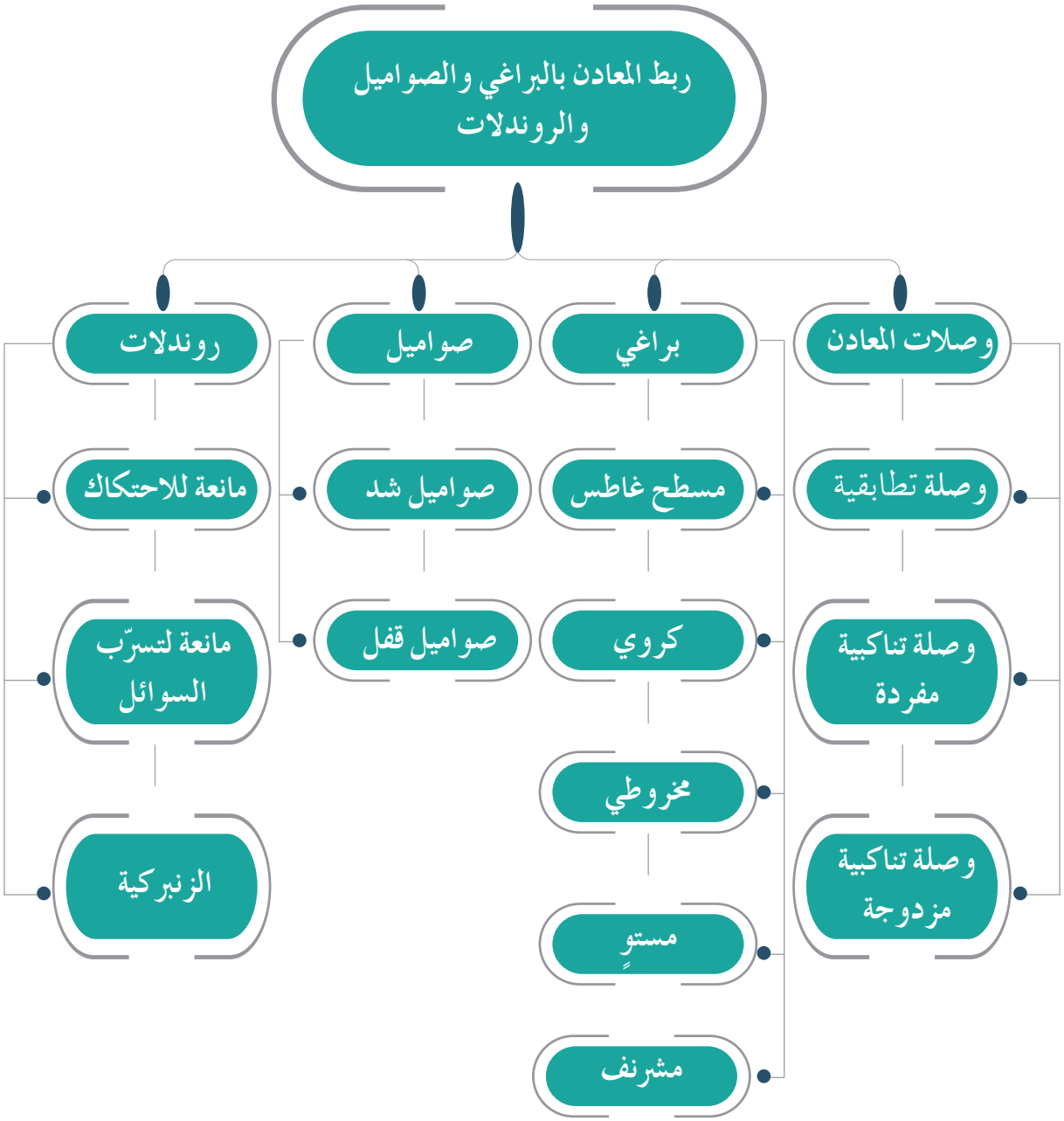
الأسئلة

1 – ما أهمية استعمال الربط بالبراغي والصواميل في التطبيقات المعدنية؟

2 – توجد وصلات مستعملة في ربط المعادن بالبراغي والصواميل اذكر وصلتين منها مع الرسم.

3 – علّل: تُستعمل البراغي والصواميل في التركيبات والإنشاءات المعدنية.

الخرائط المفاهيمية



التمارين العملية

التمرين الأول

ربط وصلة تناكبية مزدوجة.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تختار البراغي المناسبة من حيث الطول والقطر وشكل الرأس.
- تُجهّز الأدوات و المعدّات اللازمة للربط بالبراغي والصواميل.
- تختار نوع الوصلة حسب طبيعة العمل، وتربطها بالبراغي والصواميل.
- تعتني بالأدوات المستعملة في العمل.
- تُطبّق قواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز والربط.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1- معدّات السلامة والصحة المهنية.
2- مثقاب كهربائي.
3- أدوات ربط متنوّعة.
4- أدوات تخطيط وقياس.
5- ريشة ثقب (3-7)مم.

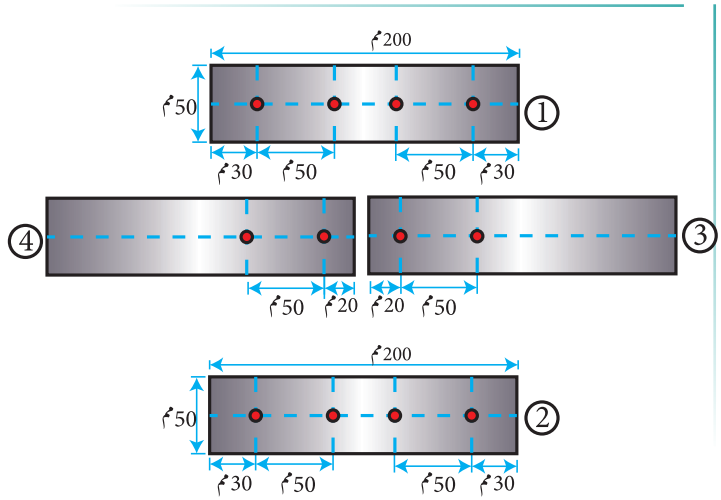
المواد الأولية

1- حديد مبسّط قياس (200×50×10)مم عدد (4) قطع.
2- براغي وصواميل متنوّعة الأشكال والأقطار.

خطوات الأداء

1- ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.
2- التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز والربط.
3- جهّز قطع العمل حسب القياس المطلوب.
4- خطّط قطع العمل بتحديد مراكز الثقوب حسب المخطّط، كما هو مُبيّن في الشكل(1).

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء

5- ثبّت قطع العمل على ملزمة المثقاب، واثقب القطع لبراغي (6)مم بريشة ثقب (3)مم، ثم الريشة بالقطر المطلوب، على أن يكون هذا الثقب نافذًا، كما في الشكل (2).

6- اجمع القطع معًا لوصلة تناكبية مزدوجة باستعمال براغي الربط ذات الرأس السداسي بقطر (6)مم وطول (40)مم وصواميل(6)مم، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

7- ضع الحلقة والصامولة، ثم اجمعها بالبراغي الراكبة على الوصلة، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

8- استعمل قياس المفتاح المناسب للبرغي، وراعِ أن يكون المفتاح مطابقًا تمامًا لرأس البرغي.

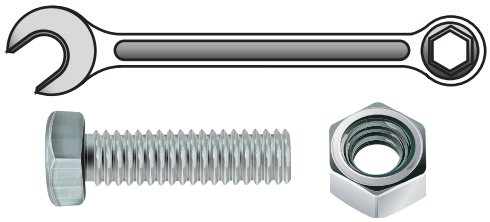
9- شِّد البراغي وابدأ من براغي الوسط ثم الأطراف، باستعمال مفتاح (شق).

10 - رتّب العُدَد والأدوات بعد الانتهاء من التمرين، ثم ضعها في مكانها الصحيح.

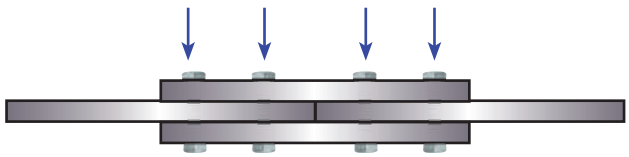
- أعد خطوات التمرين السابقة واربط وصلة تناكبية مفردة ووصلة تطابقية.

تنبيه: لا تستعمل العُدَد إلا للغرض الذي صُمّمت لأجله.

الرسم التوضيحي



الشكل (3).



وصلة تناكبية مزدوجة.

الشكل (4).

ثانيًا: الربط بالبراشم

الوحدة الأولى
1

انظر.. وتساءل

استكشف

اقرأ.. وتعلم

الإثراء.. والتوسع

القياس والتقويم

الخرائط المفاهيمية

النتاجات

يتوقّع من الطالب أن يكون قادرًا على أن:

1- يختار مسمار البرشام المناسب، من حيث الطول والقطر وشكل الرأس.
2- يُجهّز الأدوات والمعدّات اللازمة لإجراء عملية البرشمة.
3- يختار نوع وصلة البرشمة المناسبة.
4- يربط قطعتين أو أكثر؛ باستعمال البراشم عن طريق:
   - البرشمة المخفية.
   - البرشمة على البارد بالطرق.
5- يعتني بالأدوات و المعدّات المستعملة في البرشمة.
6- يُطبّق قواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز والبرشمة.

تعليمات السلامة العامة:

- ☑ أعد خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمّن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، ومراعاة شروط وقوانين السلامة والصحة المهنية.
- ☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق، وتأكّد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر محتملة.

ثانيًا: الربط بالبراشم.

نتاجات خاصة للعلوم الصناعية الخاصة

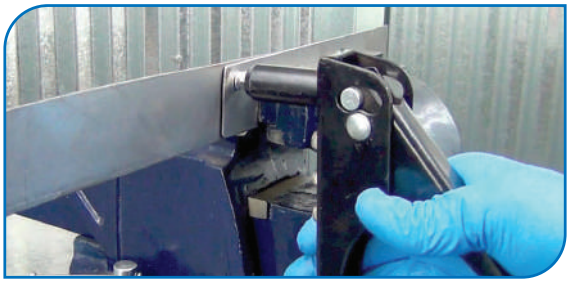
يتوقّع من الطالب أن يكون قادرًا على أن:

1- يتعرّف مفهوم البرشمة واستعمالاتها.
2- يُصنّف أنواع مسامير البرشام وأشكالها.
3- يتعرّف على الأدوات المستعملة في البرشمة.
4- يتعرّف أنواع وصلات مسامير البرشام، وترتيب مسامير البراشم وتوزيعها.
5- يُفسّر الرموز والمصطلحات الخاصة بالبرشمة حسب الأنظمة العالمية.
6- يتعرّف العلاقة بين أقطار مسامير البرشام والثقوب.
7- يُحدّد إجراءات البرشمة.
8- يتعرّف الأخطاء التي قد تظهر في البرشمة.
9- يتعرّف طرائق إزالة مسامير البرشام.

تعدّ البرشمة إحدى الطرائق المتّبعة لوصل قطعتين أو أكثر، أو وصل طرفي قطعة من المعدن، وقد كانت هذه العملية ومنذ العصور القديمة الطريقة الوحيدة لربط المعادن، وقد استعملت بشكل خاصّ في صناعة السفن، والجسور المعدنيّة، وغيرها.

- احرص على مناولة العُدَد والأدوات لزميلك باليد ولا تلقيها إليه. فهو حريص على سلامتك، فعامله بالمثل.

1- هل فكرت يومًا لماذا تُربط منتوجات الألمنيوم كالمطابخ مثلًا بمسامير براشم خاصة مجهّزة لهذا الغرض؟



2- ما أنواع مسامير البرشمة؟

3- ما الأدوات المستعملة في ربط منتوجات الألمنيوم؟

استكشف

ابحث في بيئتك المحيطة على منتوجات رُبطت باستعمال البراشم، واكتب تقريرًا بذلك واعرضه على معلمك، ثم شاركه مع زملائك.

الربط بالبراشم.

تستعمل البرشمة في ربط المعادن التي قد تحدث فيها تغيّرات غير مرغوب فيها؛ بسبب الحرارة العالية المتولّدة عن عملية اللحام، فتجدها في الأعمال الهندسية لربط المواد الخفيفة كالألمنيوم التي يصعب الحصول فيها على وصلات لحام جيدة.

- **مفهوم البرشمة واستعمالاتها**

هي إحدى طرائق ربط القطع المعدنيّة ووصلها بوساطة براشم خاصة، وتمتاز وصلة البرشمة بقوتها وثباتها، وتستعمل في أشغال المعادن كصناعة الأدوات المنزلية والشبابيك، وتجدها كذلك في تصنيع الطائرات والجسور المعدنية.

• **أنواع مسامير البرشمة واستعمالاتها**

توجد عدّة أنواع من مسامير البرشمة، صُنّعت وصُمّمت بما يتناسب مع وصلات الربط، كالقوّة والمظهر والتكلفة، ومن هذه المسامير:

أ- **مسامير البرشمة المصمتة:** تُصنّف مسامير البرشمة المصمتة حسب شكل رأسها والمعدن المصنوعة منها، ويُبيّن الجدول (1-2) أكثر هذه المسامير المصمتة شيوعًا.

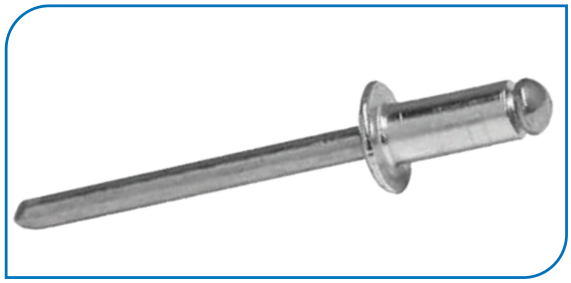
الجدول (1-2): مسامير البرشام المصمتة الأكثر شيوعًا.

اسم مسمار البرشمة	شكل مسمار البرشمة	طبيعة الاستعمال
مسامير البرشمة ذات الرأس الكروي		تُستعمل لربط الوصلات المعدنيّة التي بحاجة لقوى ضغط عالية.
مسامير البرشمة ذات الرأس المستوي (المبسط)		تُستعمل لربط الصفائح والألواح المعدنيّة، وخاصة المواد ذات القابلية العالية للتشكيل.
مسامير البرشمة ذات الرأس المخروطي		تُستعمل لربط المشغولات السميكة، التي تحتاج إلى قوّة عالية للربط.
مسامير البرشمة ذات الرأس الغاطس		تُستعمل للوصلات التي تكون بحاجة لإخفاء رأس البرشام؛ كي لا يتعارض مع أجزاء أخرى.

ب- **مسامير البرشمة الأنبوبية:** وتشبه إلى حد كبير مسمار البرشمة المبسط المصمت، ويتكوّن من قطعتين، يتم إدخال إحداهما بالأخرى باستعمال أداة خاصة أو بوساطة الطرق، وتُستعمل أداة ربط محورية في الأماكن ذات الحركة، كما هو مُبيّن في الشكل (1-5).

جـ- **مسامير البرشمة المخفية**: مسامير مجوّفة من الداخل مركّبة على سيقان الشدّ، والاستعمال الأكثر شيوعًا لها في تصنيع الأثاث المعدني، كما هو مُبيّن في الشكل (1-6).

الشكل (1-5): مسامير البرشمة الأنبوبية.



الشكل (1-6): مسامير البرشمة المخفية.

- **الأدوات المستعملة في البرشمة**

لإنجاز عملية البرشمة بأشكالها المختلفة، تستعمل عدّة أدوات وأجهزة ومنها:

أ - **قوالب البرشمة الخاصة بالبراشم المصمتة**: وتتكوّن من قالب السحب والتشكيل، والمساند، فتعمل قوالب السحب على ضغط القطع المراد ربطها، ويعمل قالب التشكيل على تشكيل جذع مسمار البرشام حسب القالب المطلوب بمساعدة المساند، فتوضع المساند كارتكاز لمسمار البرشام في عملية تشكيل رأس المسمار الثاني حسب القالب المطلوب، ومن هذه القوالب، كما هو مُبيّن في الشكل (1-7).

الشكل (1-7): قوالب البرشمة الخاصة بالبراشم المصمتة.

ب- **زرادية البرشمة**: أداة خاصة بمسامير البرشمة المخفية، حيث تُدخل ساق الشدّ لمسمار البرشام في الثقب المخصص ليُسحب ويُقطع، كما هو مُبيّن في الشكل (1-8).

الشكل (1-8): زراديّة البرشمة.

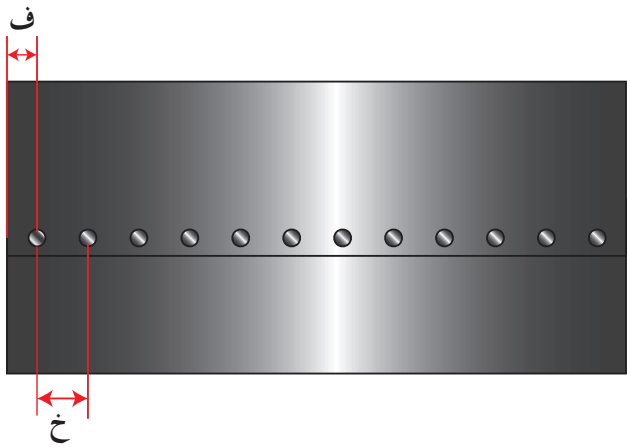
جـ- **مطرقة البرشمة الهوائية**: تعمل بضغط الهواء لتشكيل مسامير البرشام وتثبيتها، فهي تستعمل بكثرة في الورش الإنتاجية نظرًا لسهولة استعمالها وكفاءتها العالية.

د - **أجهزة البرشمة الهيدرولية**: منها ما يُحمل باليد ومنها مكابس هيدرولية كبيرة تستعمل في الوصلات ذات السماكات العالية كالجسور المعدنية.

• **أنواع وصلات مسامير البرشام، وترتيب المسامير وتوزيعها**

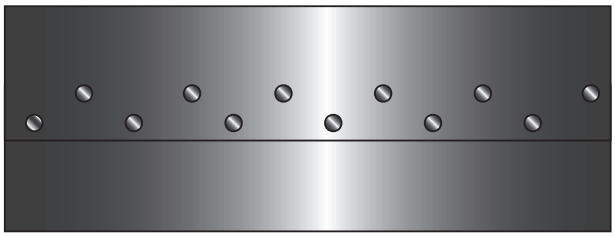
تعرّفنا في الدرس السابق الوصلات المستعملة في ربط المعادن بوساطة البراغي والصواميل، ويوجد نوعان من الوصلات المستعملة، التناكبية المفردة والمزدوجة، والانطباقية، وهي الوصلات نفسها التي تُربط بالبرشمة، وتُوّزع فيها مسامير البرشمة على الوصلة بالشكل الآتي:

أ - **وصلات ذات الصف الواحد**: يُستعمل في هذه الوصلة صف واحد من مسامير البرشام، وتُوّزع فيها مسامير البرشمة على الوصلة بشكل مستقيم، التي تكون المسافة بين مسماري البرشمة (خ) ثلاثة أمثال قطر المسمار على الأقل، ولا تزيد على ستة أمثال قطر المسمار حسب طبيعة عمل الوصلة، وتُسمّى (الخطوة)، أمّا المسافة بين حافة الوصلة ومسمار البرشام الأول (ف) فتساوي ضعف قطر المسمار على الأقل، ، كما هو مُبيّن في الشكل (1-9).



الشكل (1-9): وصلات ذات الصف الواحد.

ب- **وصلات ذات الصفّين**: وتُسمّى الوصلة المتعرجة، يُستعمل في هذه الوصلة صفّان من مسامير البرشام بشكل متعرج، كما هو مُبيّن في الشكل (1 – 10).



الشكل (1–10): وصلات ذات الصفّين.

- **الرموز والمصطلحات الخاصة بالبرشمة حسب الأنظمة العالمية**

وضعت المصطلحات الفنية والرموز الخاصة لمسامير البرشام، وذلك لتسهيل معرفة المواصفات التي تشمل نوع البراشم وحجمها وشكلها وطريقة استعمالها ومكان تركيبها، ومن أهم هذه المصطلحات والقياسات (المصطلحات القياسية الأمريكية)، التي توضح الشكل الحقيقي للبرشام، كما توضّح الرمز المستعمل في حال تركيبه في الورش أو مكان العمل (الإنشاء)، و(القياسات والموصفات الألمانية). وسنتعرّف أشكال هذه الرموز في الرسم الصناعي.

- **العلاقة بين أقطار مسامير البرشام والثقوب**

عند ربط الوصلات بمسامير البرشام، يجب أن يكون قطر الثقب أكبر من قطر مسمار البرشام بمقدار (0.5–1) مم، كي يُدخل مسمار البرشام بسهولة في الثقب؛ لذا، تتوافر مسامير البرشام بأقطار مختلفة، ويُختار القطر المناسب حسب تصميم الوصلة والقوّة المؤثّرة فيها.

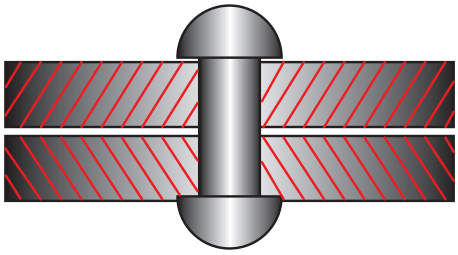
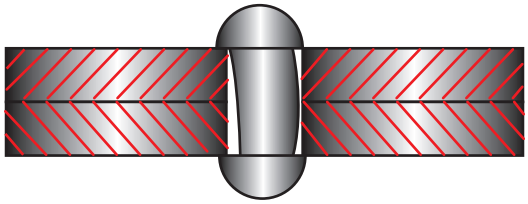
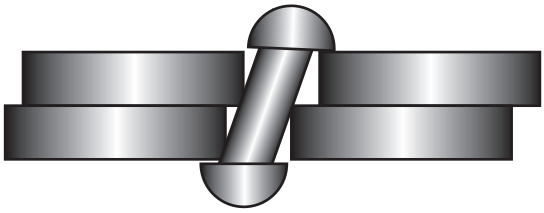
- **إجراءات عملية البرشمة**

تتم عملية البرشمة لجزأين من المعدن يراد توصيلهما تُسمّى الوصلة، فتُثقب الوصلة بوساطة المثقاب بثقب مناسب لقطر مسمار البرشام المراد تثبيته، وتثبيته إما عن طريق السحب باستعمال زرادية البرشمة المخفية، وإما عن طريق الطرق باستعمال قوالب التشكيل للتباشيم المصمتة، أو غيرها من المعدّات والأدوات الخاصة بعملية البرشمة حسب البرشام المطلوب.

- **الأخطاء التي قد تظهر في البرشمة**

توجد أخطاء قد تظهر في أثناء إجراء عملية البرشمة للوصلة، ما يؤدي إلى التقليل من قوّتها وإضعاف مسامير البرشام، ويُبيّن الجدول (1–3) أكثر هذه الأخطاء شيوعًا.

الجدول (1–3): الأخطاء التي قد تظهر في البرشمة.

الأخطاء التي قد تظهر في البرشمة	الرسم التوضيحي
عدم انطباق القطع المربوطة بعضها على بعض، ويعود السبب إلى عدم سحب مسمار البرشام بشكل كامل باستعمال قالب السحب، أو عدم تنظيف الوصلة قبل تجميعها.	
ثقب البرشمة غير ممتلئ، ويعود السبب إلى أن قطر ريشة الثقب أكبر بكثير من قطر مسمار البرشام.	
مسمار البرشام مائل، وذلك بسبب انحراف الثقوب عن المحور.	

- **طرائق إزالة مسامير البرشام:**

تُزال مسامير البرشمة بعدة طرائق منها:

أ– **عملية الجلخ**: يُجلخ في هذه العملية رأس مسمار البرشمة حتى يزول تمامًا، ثم يُطرد جذع مسمار البرشام باستعمال سنبك طرد، ويُستعمل سنبك بقطر أقل بقليل من قطر مسمار البرشام.

ب– **عملية الثقب**: تُستعمل هذه الطريقة لمسامير البرشام مغلقة النهاية والمخفية، فيُثقب مسمار البرشام من محوره بريشة ثقب مساوية لقطر مسمار البرشام ويُزال.

جـ– **عملية القطع بالإزميل**: يُقطع في هذه الطريقة رأس مسمار البرشام من إحدى طرفيه أو كلاهما ومن ثم، يُطرد مسمار البرشام باستعمال سنبك الطرد.

– لماذا لا يستحب في كثير من الأحيان استعمال عملية القطع بالإزميل في إزالة مسامير البرشام؟

ابحث عن طرائق أخرى تُزال مسامير البرشام ودوّنها في دفترك، واعرضها على معلمك وشارك بها زملاءك.

القياس والتقويم

★★★★★

التقويم الذاتي (دليل تقييم الأداء)

الرقم	خطوات الأداء	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أختار مسمار البرشام المناسب، من حيث الطول والقطر وشكل الرأس.			
2	أُجهّز الأدوات و المعدّات اللازمة لإجراء عملية البرشمة.			
3	أختار نوع وصلة البرشمة المناسبة.			
4	أربط قطعتين أو أكثر؛ باستعمال البراشم عن طريق: البرشمة المخفية والبرشمة على البارد بالطرق.			
5	أعتني بالأدوات المستعملة في البرشمة.			
6	أُطبّق قواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز والبرشمة			

الأسئلة

1– تُصنّف مسامير البرشمة المصمتة حسب شكل رأسها، اذكر اثنين منهما، وبم تُستعمل.

2– ما اسم الوصلات التي توزّع مسامير البرشمة على الوصلة بشكل مستقيم، والتي تكون المسافة بين مسمارين البرشمة ثلاثة أمثال قطر المسمار على الأقل؟

3– لماذا تُعدّ المصطلحات القياسية الأمريكية من أهم المصطلحات والقياسات؟

الخرائط المفاهيمية

التمارين العملية

التمرين الثاني

ربط وصلة تطابقية

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تربط وصلة تطابقية ذات الصف الواحد، باستعمال البرشمة المخفية.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.
2 – طاولة عمل.
3 – مثقاب كهربائي.
4 – أدوات ربط متنوّعة للبراشم.
5 – أدوات تخطيط وقياس.
6 – ملزمة تثبيت.
7 – ريش ثقب (4،5)م.

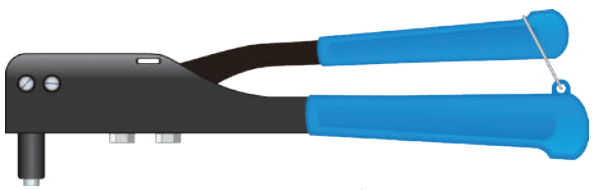
المواد الأولية

1 – صفيح (صاج) قياس (200×100×10)م، عدد (2) قطعتان.
2 – براشم (تباشيم) متنوّعة الأشكال والأقطار.

خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.
2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز والبرشمة.
3 – حضّر قطع العمل (الصاج) بالقياسات المطلوبة.
4 – جهّز أداة البرشمة المخفية، كما هو مُبيّن في الشكل (1) والمثقاب اليدوي.

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء

5 – خطّط قطع العمل حسب المخطّط، باستعمال أدوات القياس والتخطيط، كما هو مُبيّن في الشكل (2)، حيث (ف) تعني المسافة بين حافة الوصلة ومسمار البرشام الأول وتساوي ضعف قطر المسمار على الأقل، والرمز (خ) المسافة بين مسمارين البرشمة ويكون ثلاثة أمثال قطر المسمار على الأقل.

6 – اثقب قطع العمل حسب المخطّط، باستعمال ريشة ثقب أكبر من قطر مسمار البرشام بمقدار (0.5–1) مم.

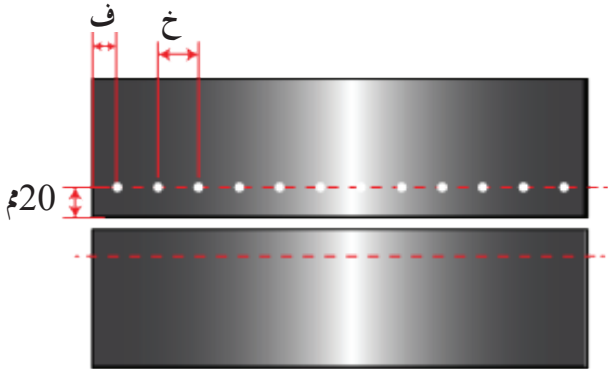
7 – اجمع قطعتي العمل بشكل تطابقي بعد تنظيفها من الرائش، وثبّت أطراف القطعتان بالبراغي المناسبة للثقب.

8 – أدخل مسامير البرشام في الثقوب المعدّة في القطعتين، وثبّتها ابتداءً من ثقوب المنتصف، باستعمال زرادية البرشمة المخفية، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

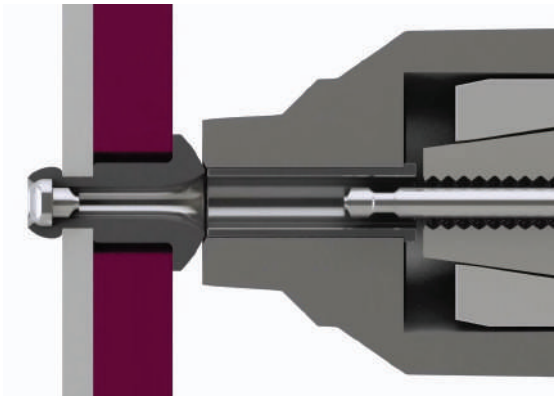
9 – ثبّت باقي البراشم في الثقوب حسب الترتيب الموجود في الشكل (4).

10 – نظّف مكان العمل فور الانتهاء من التمرين، واحفظ العُدَد والأدوات المستعملة في مكانها الصحيح.

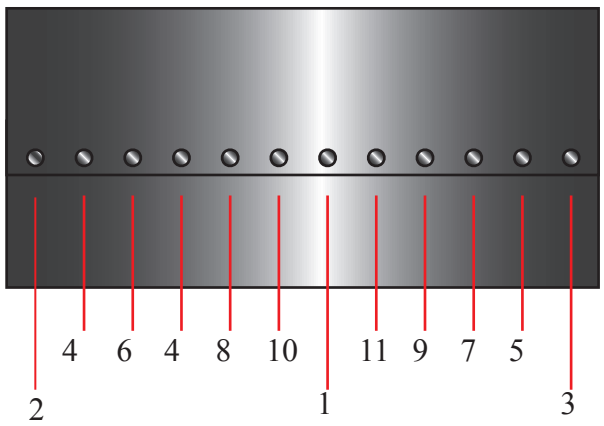
الرسم التوضيحي



الشكل (2).



الشكل (3).



الشكل (4).

التمارين العملية

التمرين الثالث

ربط وصلة تناكبية

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تربط وصلة تناكبية مزدوجة، باستعمال البرشمة على البارد بالطرق.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.
2 – طاولة عمل مجهّزة بملزمة تثبيت.
3 – مثقاب كهربائي.
4 – ملزمة تثبيت.
5 – أدوات ربط متنوّعة للبراشم.
6 – أدوات تخطيط وقياس.
7 – مطرقة.
8 – ريش ثقب متنوّعة.

المواد الأولية

1 – حديد (مبسّط) قياس (200×50×10)م، عدد (4) قطع.
2 – براشم (تباشيم) متنوّعة الأشكال والأقطار.

خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.
2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز والبرشمة.
3 – حضّر قطع العمل (المبسّط) بالقياسات المطلوبة.
4 – جهّز أدوات ومعدّات البرشمة على البارد.
5 – خطّط قطع العمل، باستعمال أدوات القياس والتخطيط، بحيث تكون أقلّ مسافة بين المسمارين (3–6) أمثال قطر المسمار، بسبب قوة الوصلة، والبداية والنهاية بين حافة قطعة العمل والمسمار تساوي ضعف قطر المسمار على الأقل.

الرسم التوضيحي

خطوات الأداء

6- اثقب قطع العمل التي حدّدتها حسب المخطّط، باستعمال ريشة ثقب أكبر من قطر مسمار البرشام بمقدار (0.5-1)مم.

7- اجمع قطع العمل بوصلة تناكبية بعد تنظيفها من الرائش، وثبّت أطراف القطعتان وألواح التغطية بالبراغي المناسبة للثقب، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

8- انزع براغي الوسط وأدخل مسامير البرشام في الثقوب المعدّة في القطعتان، وثبّتها ابتداء من ثقوب المنتصف، باستعمال قالب السحب، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

9- اطرق على جزع البرشام (الطرف الأسطواني) بطرقات معتدلة لتكويره.

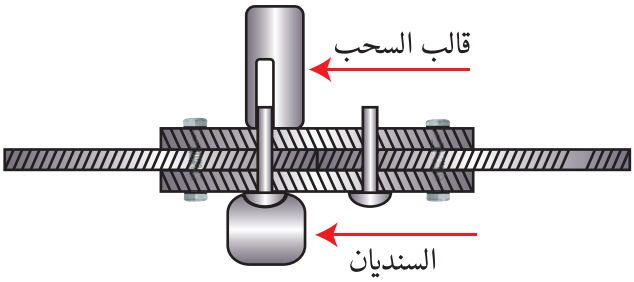
10- استعمل قالب التشكيل للمساعدة على تشكيل رأس البرشام على أن يُثبّت بشكل عمودي، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

11- كرّر الخطوات السابقة مع باقي البراشم حتى تحصل على الشكل النهائي للوصلة، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

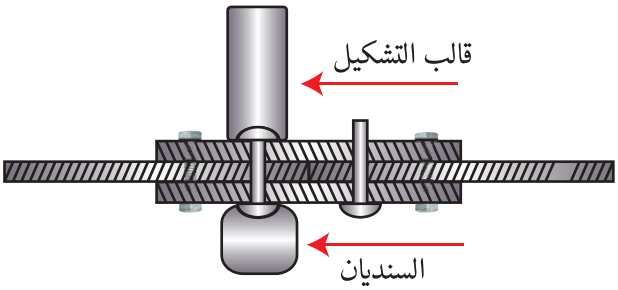
12- نظّف مكان العمل فور الانتهاء من التمرين، واحفظ العُدَد والأدوات المستعملة في مكانها الصحيح.

الرسم التوضيحي

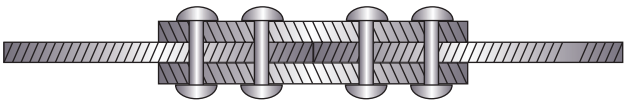
الشكل (1).



الشكل (2).



الشكل (3).



الشكل (4).

تمارين للممارسة

اطلب من معلمك قطع عمل من حديد المبسّط بالقياس المتوافر في مشغلك، واربط وصلة تناكبية مفردة باستعمال البرشمة على البارد بالطرق، ووصلة تطابقية ذات الصفين (المتعرجة).

تذكّر

حافظ على النظافة العامة والترتيب واتباع إرشادات السلامة المهنية في مكان العمل، كي تمنع الإصابات المحتملة وتلف المشغولات، باتباع ما يأتي:

1 – التزم بملابس العمل الخاصة لكل تمرين، ولا تتهاون في أي منها.
2 – شارك زملائك في المحافظة على النظافة والترتيب في مكان العمل.
3 – كن حذرًا في أثناء العمل عند استعمال معدّات وأدوات البرشمة، والتأكّد من جاهزية المطرقة وثباتها.
4 – لا تتهاون في العمل حتى في أبسط الأمور.
5 – أعد كل الأدوات إلى مكانها عند الانتهاء من استعمالها.
6 – التزم بالإرشادات المُبيّنة على العُدَد والأدوات عند الاستعمال.
7 – التزم باللوحات الإرشادية في المشغل.

الوحدة الأولى

1

انظر.. وتساءل

استكشف

اقرأ.. وتعلم

الإثراء والتوسّع

القياس والتقويم

الخرائط المفاهيمية

ثالثًا: الثني والتداخل في الصاج.

النتاجات

يتوقّع من الطالب أن يكون قادرًا على أن:

1- يختار أدوات الربط المناسبة المستعملة في عمليات التداخل.

2- يرسم نوع الوصلة المراد ثنيها بالتداخل.

3- يربط قطعتين من الصاج؛ باستعمال وصلة ثنائية (تعشيقة داخلية).

4- يربط قطعتين من الصاج؛ باستعمال وصلة ثنائية نوع (ربط متعامد).

5- يربط قطعتَي صاج بالثني والتداخل؛ بوساطة وصلة تبكيل منزلقة.

تعليمات السلامة العامة:

- ☑ أعد خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمّن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، ومراعاة شروط وقوانين السلامة والصحة المهنية.
- ☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق، وتأكّد من خلو منطقة العمل من أيّة مخاطر محتملة.

نتاجات خاصة للعلوم الصناعية الخاصة

يتوقّع من الطالب أن يكون قادرًا على أن:

1 – يتعرّف مفهوم الربط بالتداخل.

2 – يُحدّد مجالات استعمال ربط الصفائح الرقيقة بالتداخل.

3 – يفهم مبدأ عملية الربط بالتداخل والغرض منها.

4 – يذكر أنواع الوصلات المستعملة في ربط الصفائح.

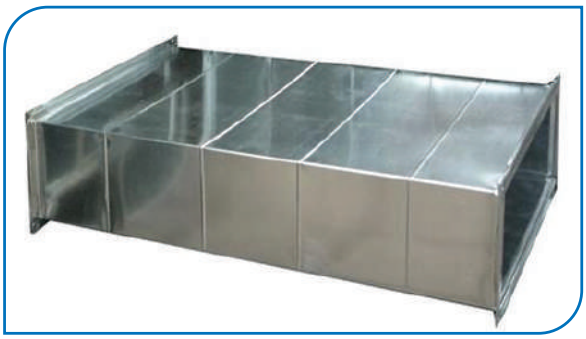
5 – يتعرّف أدوات الربط المستعملة في التداخل اليدوي.

6 – يُعدّد الخطوات الواجب اتباعها، لإنتاج وصلة تعشيقية داخلية؛ باستعمال آلة الثني الميكانيكية.

يُعدّ الربط بالثني والتداخل من طرائق الربط القديمة التي كانت وما زالت تُستعمل لربط الصفائح المعدنيّة الرقيقة بالطريقة الباردة، ومن دون استعمال الحرارة. وتُستعمل هذه العملية والمسماة التبكيل، لربط أطراف أقنية الهواء المستعملة في أنظمة التكييف، كما تُستعمل لربط أطراف المنتجات المصنوعة من الصاج المجلفن بوساطة ثني الأطراف وتركيبها بالتداخل بشكل محكم.

- لا تستعمل العُدَد والأدوات إلا للعمل الذي صُمّمت لأجله؛ فاستعمال العُدَد والأدوات بشكل غير صحيح قد يعرّضك أنت وزملاؤك للخطر.

انظر.. وتساءل



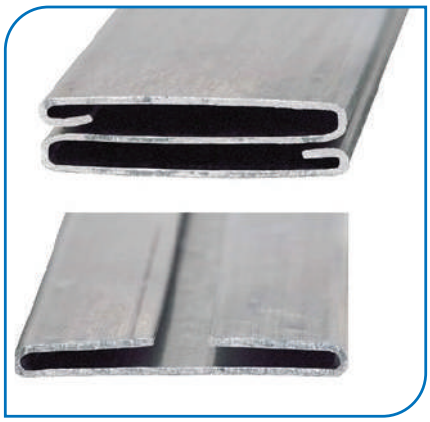
1 – هلْ فكرت يومًا كيف رُبط هذا المنتج (انظر الصورة) من دون اللجوء إلى لحامه أو برشمته.

2– ما الغاية من ربط هذا الشكل الهندسي والأشكال الأخرى بهذه الطريقة؟

3– ما الأدوات المستعملة في ربط المنتج؟

استكشف

ما الطرائق المستخدمة في ربط المعادن في ربط المعادن؟ وما أنواع وصلات الربط في الشكل الآتي؟



اقرأ.. وتعلم

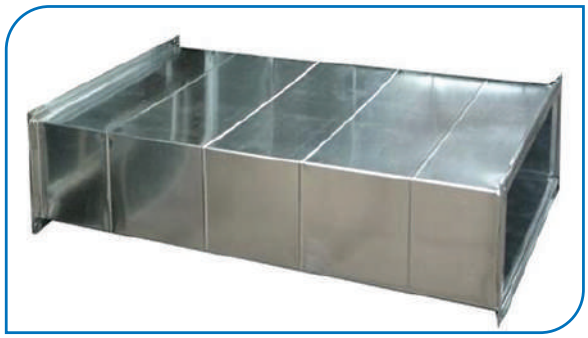
تُسمّى عملية الربط في الشكل السابق عملية التبكيل، وهي إحدى الطرائق الميكانيكية لوصل قطع الصفيح (الصاج) ذات السماكات المنخفضة القابلة للثني وربطها، التي يتراوح سُمكها بين (0.5مم – 2مم)، بينما تُوصل الصفائح ذات السموك المرتفعة بوساطة تقنيات الربط المختلفة، كاللحام وعمليات الربط بالبراغي والبرشمة.

• **مفهوم الربط بالتداخل:**

عملية تشابك أطراف (حواف) قطع العمل وتداخلها بأشكال خطافية، وباستعمال عملية الطرق لهذه الأطراف المتداخلة تصبح كأنها قطعة واحدة ومغلقة بإحكام، من دون اللجوء إلى استعمال الحرارة لها.

• **مجالات استعمال ربط الصفائح الرقيقة بالتداخل:**

تُستعمل هذه الطريقة بكثرة في ربط أطراف مجاري الهواء في أنظمة التكييف، كما هو مُبيّن في الشكل (1–11)، وفي أوعية المياه المستعملة في الزراعة، ومن استعمالاته أيضًا نجده في تصنيع بعض عوادم احتراق الوقود في المركبات، كما هو مُبيّن في الشكل (1–12).



الشكل (1–11): أقنية الهواء.

الشكل (1–12): عادم احتراق الوقود في المركبات.

• **مبدأ عملية التداخل بالصاج والغرض منها:**

تجري عملية التداخل بالصاج، عن طريق ربط أطراف المشغولة بعد ثنيها حسب الوصلة المخطّط لها مسبقًا بما يتناسب مع طبيعة المشغولة، إذ تُركّب بتداخل قطع الصاج مع بعضها بشكل محكم، فتمتاز هذه العملية بالمحافظة على طبقة الحماية التي تُغطّي بعض أنواع الصاج مثل الصاج (المجلفن)، بحيث لا تحترق كما يحدث لو رُبطت باستعمال الحرارة، أو ثُقبت باستعمال أدوات الثقب المختلفة لغاية الربط بالبراغي أو البراشم.

تُستعمل طريقة التبكيل عندما يراد التخلّص من خطر حواف الصفيح الحادّة، وربط قطع

الصاج المعزولة للحفاظ عليها من التشوهات الناتجة عن الثقب والحرارة، وتستعمل كذلك في بعض الأحيان في تقوية السطوح المعدنية الطويلة والمحافظة عليها من التشوهات فتحسّن مظهرها الخارجي.

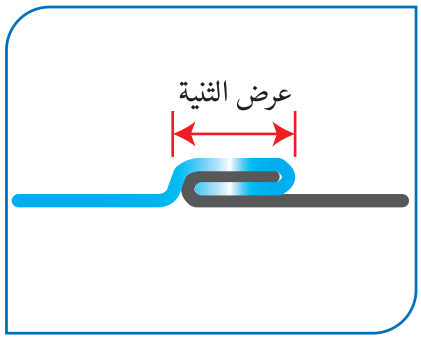
- **أنواع الوصلات المستعملة في ربط الصفائح (التبكيل):**

تختلف وصلات التبكيل حسب طبيعة المشغولة والغرض منها، ومن أكثر الوصلات شيوعًا واستعمالًا في عملية التبكيل ما يأتي:

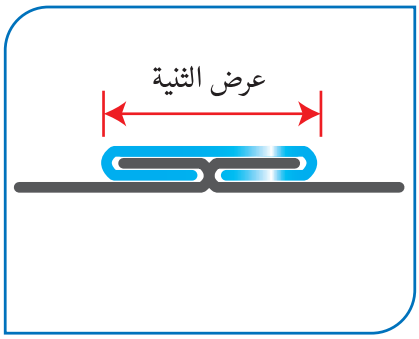
أ – **الوصلة المستوية (تعشيقة داخليّة) مزدوجة:** من الوصلات الأكثر انتشارًا، تكون عدد الثنيات في هذه الوصل اثنتين، تدخل إحداهما في الأخرى، إذ تُربط وتغلق بإحكام بوساطة قالب التبكيل (إزميل التبكيل)، إذ يجب أن يكون أكبر من عرض الثنية بنحو (2) مم تقريبًا، ويُبيّن الشكل (1–13) مقطعًا عرضيًّا للوصلة.

ب– **وصلة شريحة تغطية (سحّاب) مزدوجة:** تتكوّن هذه الوصلة من ثنية واحدة على كلّ طرف من أطراف الصاج، تُجمّع عن طريق وصلة خارجية تستعمل بوصفها غطاءً تربطهما معًا، كما هو مُبيّن في الشكل (1–14).

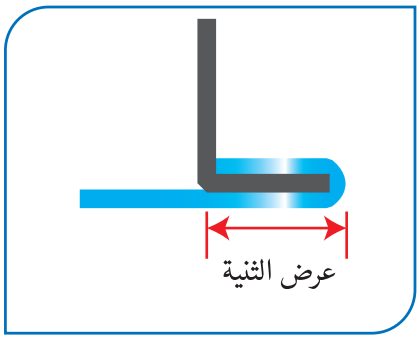
جـ– **وصلة قائمة (وصلة قاعدة) مفردة:** وتُسمّى في بعض الأحيان وصلة الربط المتعامد، وتستعمل هذه الوصلة في الحالات التي يكون سُمك الصاج أكثر من (1.5) مم، كما هو مُبيّن في الشكل (1–15).



الشكل (1–13): وصلة مستوية.



الشكل (1–14): وصلة سحّاب.



الشكل (1–15): وصلة قائمة.

• **أدوات الربط المستعملة في تداخل الصاج (التبكيل اليدوي):**

لا تحتاج عملية التبكيل اليدوي إلى آلات كبيرة في أغلب الأحيان؛ لأن سُمك المعادن (الصاج) المستعمل في هذه التقنية لا يزيد على (2) مم، وإنما تحتاج إلى أدوات و معدّات بسيطة ومنها:

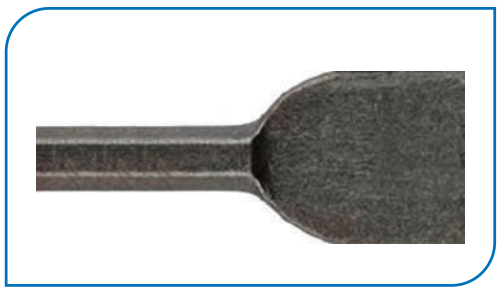
أ – **المطارق بأنواعها**: وتُستعمل في هذه التقنيّة عدّة أنواع من المطارق ومنها المعدنية والبلاستيكية والخشبية، إذ تُضبط وصلة التبكيل بالطرق.

ب– **مساند التبكيل**: توجد عدة أنواع من مساند التبكيل، وأكثرها شهرة السنديان، إذ يُعدّ من الأدوات المساعدة.

جـ – **قالب التبكيل**: يُستعمل قالب التبكيل في غلق الوصلة وتسويتها ومنعها من الإفلات، وتوجد بعدة أحجام حسب عرض الثنية، كما هو مُبيّن في الشكل (1–16).

الشكل (1–16): قالب التبكيل.

د – **إزميل الحرف**: توجد عدة أنواع من أزاميل الحرف (الإزميل العريض)، إذ يتراوح عرض النصل من (40–150)مم، وله استعمالات عدة، ومنها في غلق الوصلة وتسويتها ومنعها من الانفلات، كما هو مُبيّن في الشكل (1–17).



الشكل (1–17): إزميل الحرف.

هـ– **ثنّايات الصاج الميكانيكية**: يمكن بوساطة ثنّاية الصاج الميكانيكية أن نُجري عملية التبكيل.

ابحث عبر الإنترنت عن أشكال هندسية أو منتوجات جُمّعت بطريقة الثني والتداخل بالصاج (التبكيل)، واكتب تقريرًا بذلك وشاركه مع زملائك.

القياس والتقويم

التقويم الذاتي (دليل تقييم الأداء)

الرقم	خطوات الأداء	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أختار أدوات الربط المناسبة المستعملة في عمليات التداخل.			
2	أرسم نوع الوصلة المراد ثنيها بالتداخل.			
3	أربط قطعتين من الصاج، باستعمال وصلة ثنائية (تعشيقة داخلية).			
4	أربط قطعتين من الصاج باستعمال وصلة ثنائية نوع (ربط متعامد).			
5	أربط قطعتي صاج بالثني والتداخل، بوساطة وصلة تبكيل منزلقة.			
6	أُطبّق قواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات الثني.			

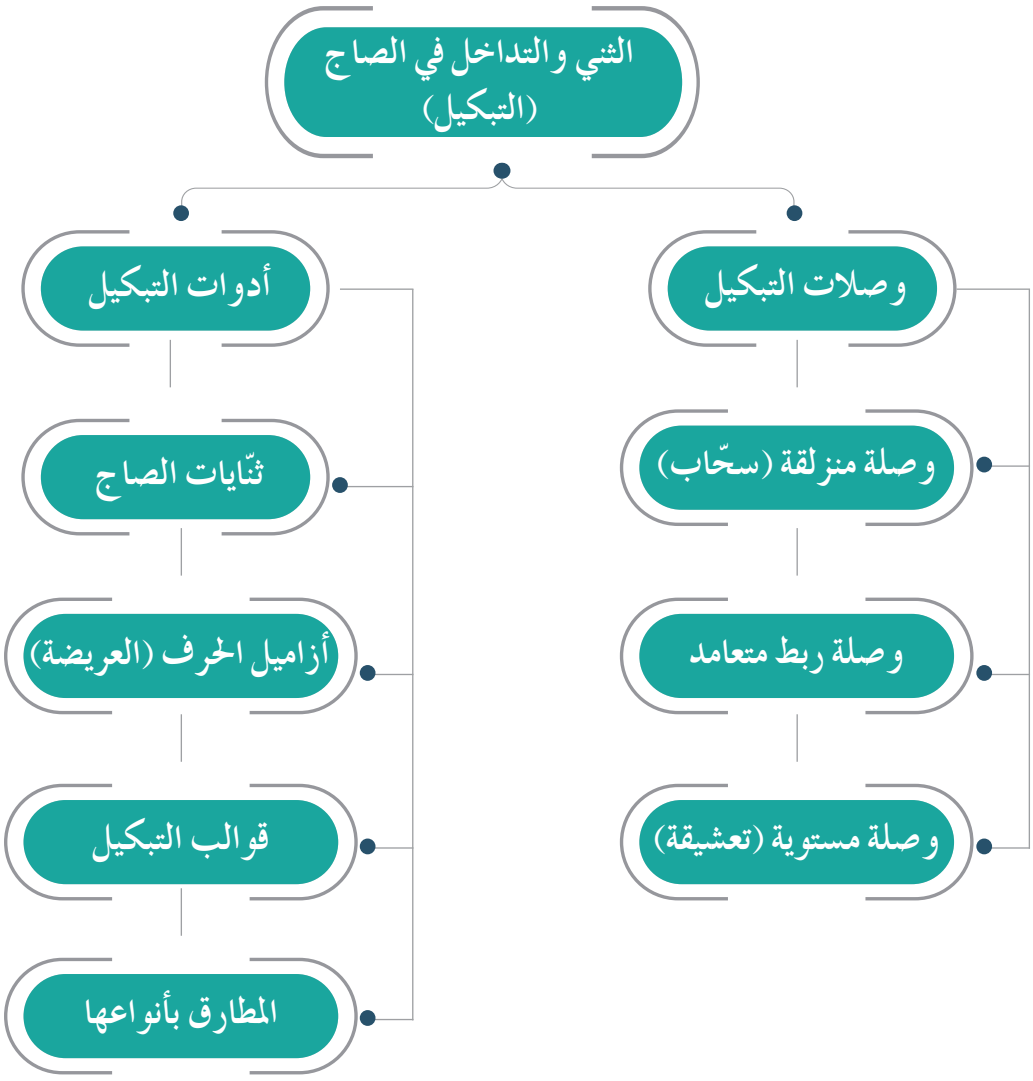
الأسئلة

1 – عرّف الربط بالثني والتداخل.

2 – ارسم الوصلات الرئيسة التي تستعمل في عملية ربط الصاج بالثني والتداخل (التبكيل).

3 – ما الأدوات المستعملة في ربط الصاج بالثني والتداخل (التبكيل)؟

الخرائط المفاهيمية



التمارين العملية

التمرين الرابع

ربط وصلة ثنائية مستوية داخلية (تعشيقة).

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تختار أدوات الربط المناسبة المستعملة في عمليات التداخل.
- ترسم نوع الوصلة المراد تنيها بالتداخل مستوية داخلية (تعشيقة).
- تربط قطعتين من الصاج، باستعمال وصلة مستوية ثنائية داخلية (تعشيقة).

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.
2 – طاولة عمل.
3 – قوالب تبكيل متنوّعة.
4 – مطارق متنوّعة.
5 – أدوات تخطيط وقياس.

المواد الأولية

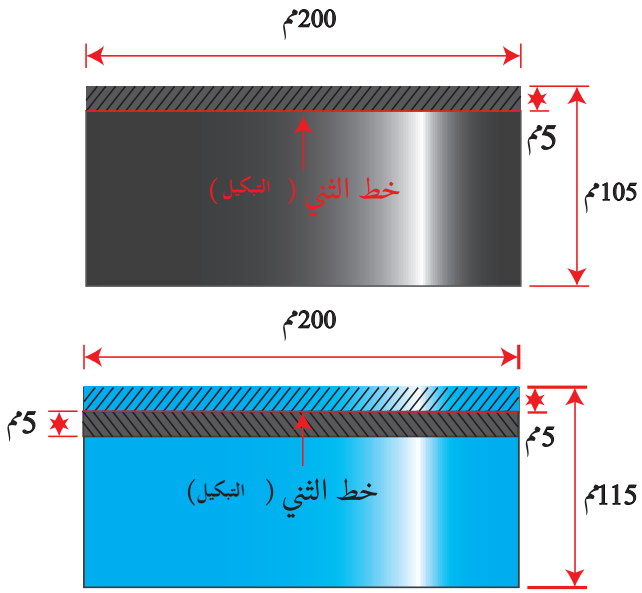
– حديد صاج قياس (200 ×115×1)م،
و(200 ×105×1)م.

خطوات الأداء

1 – ارسم المخطّط التنفيذي وشكل الوصلة المستوية (تعشيقة) على دفترك قبل الشروع بتنفيذ التمرين، تلافيًا للأخطاء المحتملة، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

2 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.

الرسم التوضيحي



خطوات الأداء

3 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات الربط بالتبكيل.

4 – حضّر قطع العمل (الصاج) بالقياسات المطلوبة.

5 – جهّز أدوات و معدّات التبكيل.

6 – أنقل المخطّط التنفيذي من دفترك على قطع العمل بدقة، باستعمال أدوات القياس والتخطيط، المُبيّنة في الشكل (1).

7 – تأكّد من خلو قطعة العمل من حواف أو نتوءات.

8 – اثنِ المسافة المشار إليها عند خط الثني الذي يبعد عن حافة قطع الصاج (5)مم، بمقدار زاوية ثني (10°) تقريبًا، ليصبح، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

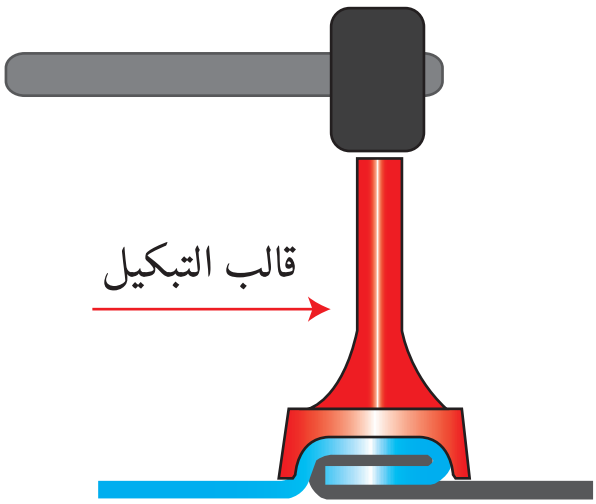
9 – اجمع القطعتين، بحيث تتداخل حواف الثني في القطعتين، وتحقّق من تطابقهما، كما هو مُبيّن في الشكل(3).

10 – اقفل الوصلة بوضع قالب التبكيل فوق الوصلة بشكل عمودي، و تأكّد من محاذاة حواف القالب مع حواف الوصلة، أجرِ عملية الطرق على قالب التبكيل باستعمال المطرقة حتى تُقفل تمامًا، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

الرسم التوضيحي

الشكل (2).

الشكل (3).



الشكل (4).

التمارين العملية

التمرين الخامس

ربط وصلة ثنائية نوع (ربط متعامد).

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تختار أدوات الربط المناسبة المستعملة في عمليات التداخل.
- ترسم نوع الوصلة المراد تنيها بالتداخل، وصلة ثنائية نوع (ربط متعامد).
- تربط قطعتين من الصاج، باستعمال وصلة ثنائية نوع (ربط متعامد).

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1- معدّات السلامة والصحة المهنية.
2- طاولة عمل.
3- قوالب تبكيل متنوّعة.
4- مطارق متنوّعة.
5- أدوات تخطيط وقياس.

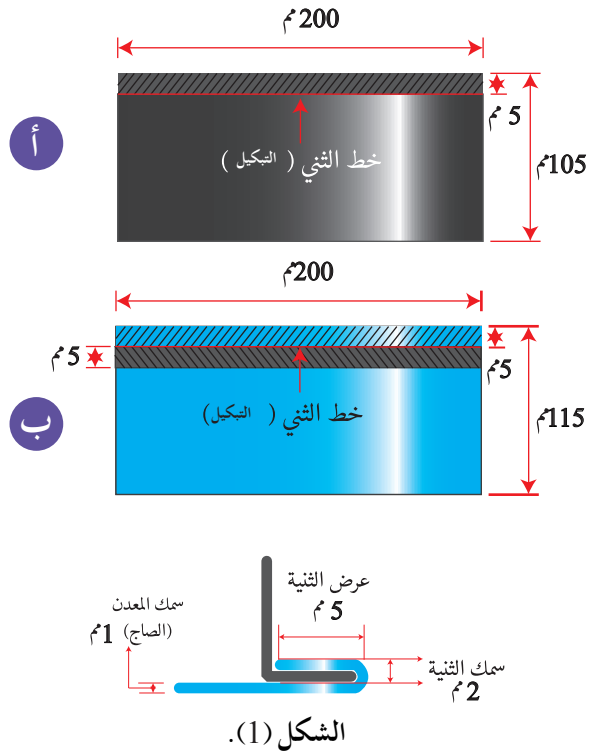
المواد الأولية

- حديدصاج قياس (200×115×1)م،
و(200×105×1)م.

خطوات الأداء

1- ارسم المخطّط التنفيذي وشكل الوصلة المستوية (تعشيقة) على دفترك قبل الشروع بتنفيذ التمرين، تلافيًا للأخطاء المحتملة، كما هو مُبيّن في الشكل (1).
2- ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.
3- التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات الربط بالتبكيل.
4- حضّر قطع العمل (الصاج) بالقياسات المطلوبة.

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء

5 – جهّز أدوات و معدّات التبكيل.

6 – انقل المخطّط التنفيذي من دفترك على قطع العمل بدقة، باستعمال أدوات القياس والتخطيط، المُبيّنة في الشكل (1).

7 – تأكّد من خلو قطعة العمل من حواف أو نتوءات.

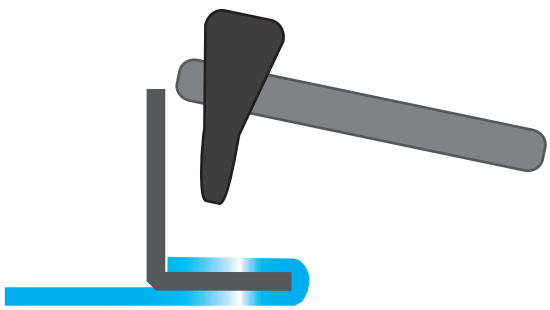
8 – اثنِ المسافة المشار إليها عند خط الثني الذي يبعد عن حافة قطع الصاج (5)مم، بمقدار زاوية ثني(10°) تقريبًا، ليصبح، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

9 – اجمع القطعتين، بحيث تتداخل حواف الثني في القطعتين وتحقّق من تطابقهما.

10 – اقفل الوصلة بوضع قالب التبكيل فوق الوصلة بشكل عمودي، و تأكّد من محاذاة حواف القالب مع حواف الوصلة، أجرِ عملية الطرق على قالب التبكيل باستعمال المطرقة حتى تُقفل تمامًا، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

الرسم التوضيحي

الشكل (2).



الشكل (3).

التمارين العملية

التمرين السادس

ربط قطعتي صاج بالثني والتداخل، باستعمال وصلة تبكيل منزلقة (سحّاب).

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تختار أدوات الربط المناسبة المستعملة في عمليات التداخل.
- ترسم نوع الوصلة المراد ثنيها بالتداخل، وصلة تبكيل منزلقة (سحّاب).
- تربط قطعتين من الصاج، باستعمال وصلة تبكيل منزلقة (سحّاب).

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.
2 – طاولة عمل.
3 – قوالب تبكيل متنوّعة.
4 – مطارق متنوّعة.
5 – أدوات تخطيط وقياس.

المواد الأولية

1 – حديد صاج قياس (200×105×1)م عدد (2).
2 – حديد (صاج) قياس (200×20×1)م.

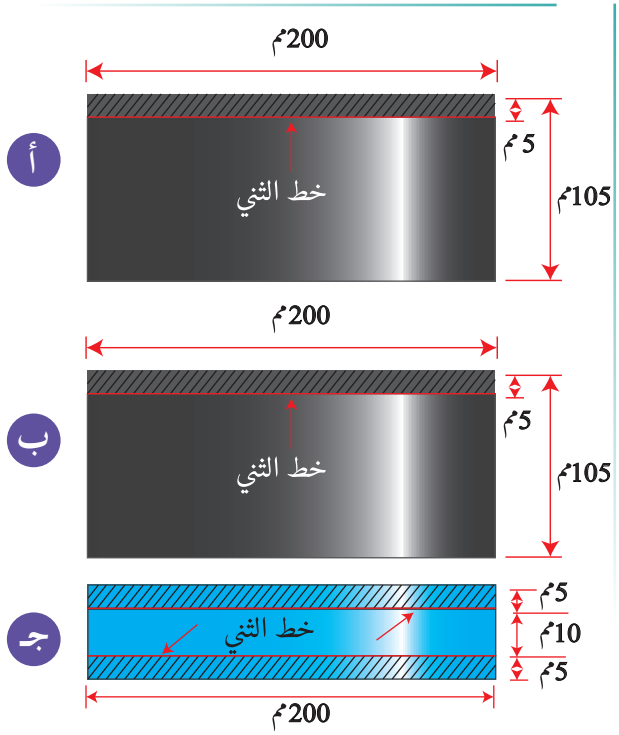
خطوات الأداء

1 – ارسم المخطّط التنفيذي وشكل الوصلة الثنائية نوع منزلقة (سحّاب) على دفترك، قبل الشروع بتنفيذ التمرين، تلافيًا للأخطاء المحتملة، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

2 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.

3 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات الربط بالتبكيل.

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء

4 – حضّر قطع العمل (الصاج) بالقياسات المطلوبة.

5 – جهّز أدوات و معدّات التبكيل.

6 – أنقل المخطّط التنفيذي من دفترك على قطع العمل بدقة، باستعمال أدوات القياس والتخطيط، المُبيّنة في الشكل (1).

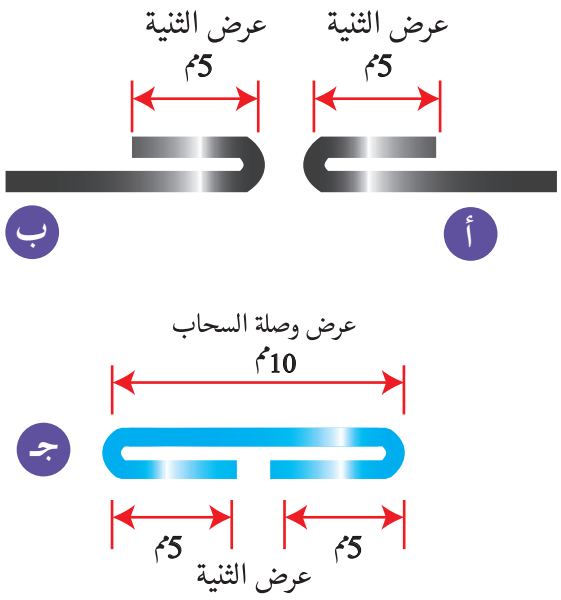
7 – تأكّد من خلو قطعة العمل من حواف أو نتوءات.

8 – اثنِ المسافة المشار إليها عند خط الثني في القطعة (أ،ب) الذي يبعد عن حافة قطع الصاج (5) مم، بمقدار زاوية ثني (10°) واثنِ القطعة (ج)، ليصبح، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

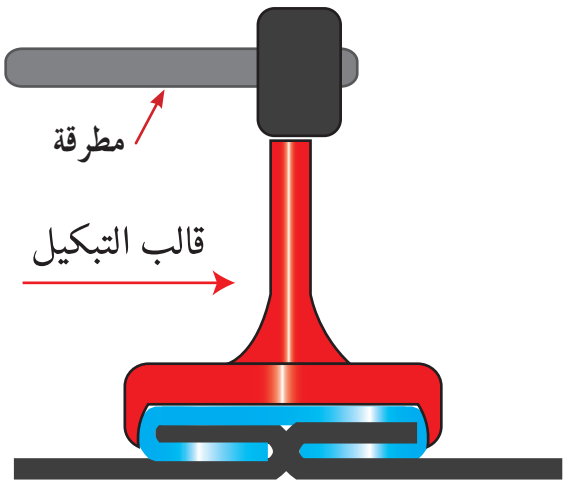
9 – اجمع القطع، بحيث تتداخل حواف الثني في القطع، وتحقّق من تطابقهما.

10 – اقفل الوصلة بوضع قالب التبكيل فوق الوصلة بشكل عمودي، وتأكّد من محاذاة حواف القالب مع حواف الوصلة، أجرِ عملية الطرق على قالب التبكيل باستعمال المطرقة حتى تُقفل تمامًا، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

الرسم التوضيحي



الشكل (2).



الشكل (3).

التمارين العملية
التمرين السابع

ربط وصلة ثنائية مستوية داخلية (تعشيقة) باستعمال ثنّاية الصاج.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تربط وصلة ثنائية مستوية داخلية (تعشيقة)، باستعمال ثنّاية الصاج الميكانيكية.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.
2 – طاولة عمل.
3 – قوالب تبكيل متنوّعة.
4 – مطارق متنوّعة.
5 – ثناية صاج.
6 – أدوات تخطيط وقياس.
7 – إزميل الحرف.
8 – ثنّاية الصاج.

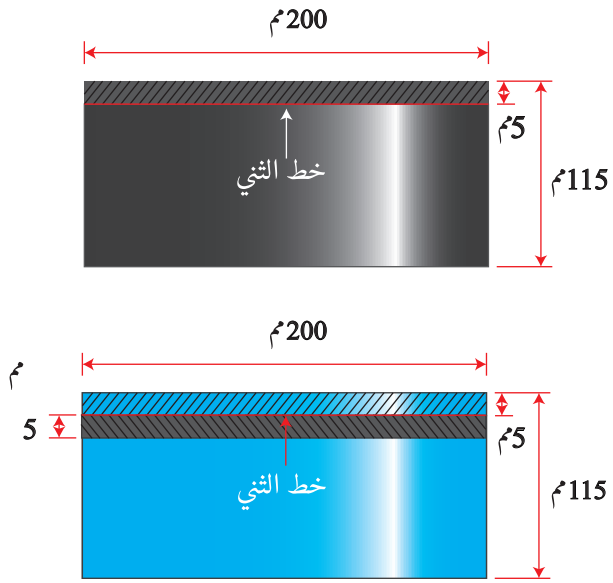
المواد الأولية

– حديد صاج قياس (200×115×1)م عدد (2).

خطوات الأداء

1 – ارسم المخطّط التنفيذي وشكل الوصلة المستوية (تعشيقة) على دفترك قبل الشروع بتنفيذ التمرين، تلافيًا للأخطاء المحتملة، كما هو مُبيّن في الشكل (1).
2 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.
3 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات الربط بالتبكيل.
4 – حضّر قطع العمل (الصاج) بالقياسات المطلوبة.
5 – جهّز أدوات و معدّات التبكيل وثناية الصاج.

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء

6 – أنقل المخطّط التنفيذي من دفترك على قطع العمل بدقة، باستعمال أدوات القياس والتخطيط، المُبيّنة في الشكل (1).

7 – تأكّد من خلو قطعة العمل من حواف أو نتوءات.

8 – اثنِ المسافة المشار إليها عند خط الثني المشار إليه في القطعتان، الذي يبعد عن حافة قطع الصاج (5) مم، باستعمال ثنّاية الصاج، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

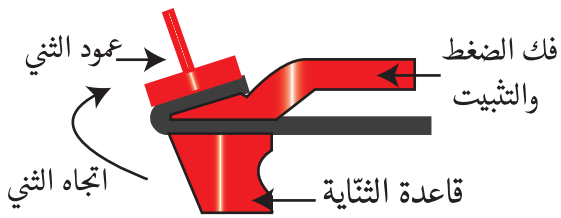
9 – اجمع القطعتين، بحيث تتداخل حواف الثني في القطعتين، وتحقّق من تطابقهما.

10 – ارفع فك الضغط والتثبيت للثنّاية وأدخل القطعتين معًا في وضعية التشابك (تعشيقة).

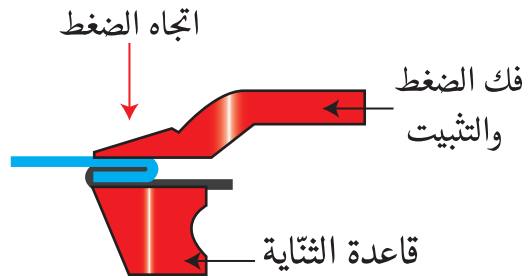
11 – أنزل فك الضغط والتثبيت على الوصلة حتى تُغلق الوصلة تمامًا، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

12 – استعمل إزميل الحرف في تسوية القطعتين بالطرق على حرف الوصلة وهي مربوطة على الثنّاية، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

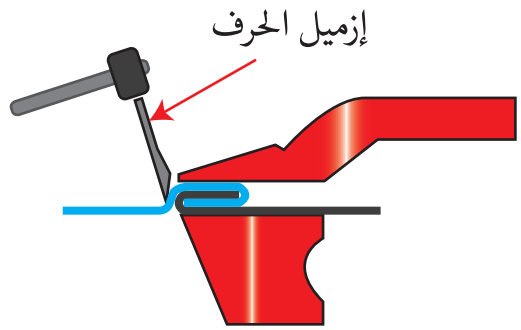
الرسم التوضيحي



الشكل (2).



الشكل (3).



الشكل (4).

2 الوحدة الثانية

أنواع مختلفة من اللحام

المحاور الفرعية:

أولًا: لحام المعادن بالقوس المعدني المحجوب بالغاز (ميج).

ثانيًا: لحام المعادن بقوس التنجستون المحجوب بالغاز (تيج).

ثالثًا: لحام المقاومة الكهربائية.

رابعًا: لحام الأنابيب.

أولًا: لحام المعادن بالقوس المعدني المحجوب بالغاز (ميج).

النتاجات

يتوقّع من الطالب أن يكون قادرًا على أن:

1 – يُجهّز محطة اللحام.

2 – يُجهّز وحدة تشغيل بكرة سلك اللحام.

3 – يضبط طول السلك البارز من فالة اللحام، ويضبطها.

4 – يضبط وضع مقبض اللحام واتجاهه.

5 – يُركّب أسطوانة الغاز، ويضبط ضغط الغاز.

6 – يُشعل قوس اللحام، ويثبّت الوصلات بالتنقيط.

7 – يلحم خطوطًا مستقيمة على قطعة فولاذ منخفض الكربون.

8 – يلحم خطوطًا تمويجية على قطعة فولاذ منخفض الكربون.

9 – يلحم وصلة تطابقية على قطع فولاذ منخفض الكربون.

10 – يلحم خطوطًا مستقيمة متعدّدة (تركيبي)، على قطعة فولاذ منخفض الكربون.

11 – يلحم وصلة تناكبية على قطع فولاذ منخفض الكربون.

12 – يلحم وصلة تناكبية مشطوفة.

13 – يلحم وصلة حرف (T)، خط واحد وثلاثة خطوط.

14 – يرتدي ملابس الوقاية اللازمة.

القياس والتقويم

تعليمات السلامة العامة:

- ☑ أعد خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمّن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة كافة شروط وقوانين السلامة والصحة المهنية.
- ☑ احذر من لمس الأجسام الساخنة، وتعامل مع آلات اللحام بحذر.
- ☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق، و تأكّد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر محتملة.

أولًا: لحام المعادن بالقوس المعدني المحجوب بالغاز (ميج).

نتاجات خاصة للعلوم الصناعية الخاصة

يتوقّع من الطالب أن يكون قادرًا على أن:

1 – يتعرّف مفهوم لحام القوس الكهربائي المحجوب بالغاز.

2 – يشرح طرائق انتقال المعدن المنصهر إلى قطعة العمل.

3 – يُسمّي أجزاء محطة لحام القوس الكهربائي المحجوب بالغاز.

4 – يذكر ميزات لحام القوس الكهربائي المحجوب بالغاز.

5 – يُسمّي الأجزاء الرئيسة لآلة اللحام ووظيفة كل جزء.

6 – يتعرّف غازات الحجب واستعمالاتها.

7 – يتعرّف أنواع ماكينات اللحام بالقوس الكهربائي المحجوب بالغاز.

8 – يُحدّد معدّات اللحام بالقوس الكهربائي المحجوب بالغاز.

9 – يُصنّف أسلاك اللحام المستعملة.

10 – يتعرّف مقبض (فرد) آلة اللحام وأجزاؤه.

11 – يتعرّف معايرة وضبط تدفّق الغاز.

12 – يذكر الاحتياطات التي يجب مراعاتها عند لحام المعادن بالقوس الكهربائي المحجوب بالغاز.

13 – يتعرّف العوامل المؤثّرة في عملية اللحام بالقوس الكهربائي المحجوب بالغاز.

14 – يُحدّد العيوب المحتملة في أثناء اللحام بالقوس الكهربائي المحجوب بالغاز وأسبابها وكيفية معالجتها.

15 – يفهم مبدأ اللحام الأوتوماتيكي بالقوس الكهربائي المحجوب بالغاز.

سنتعرّف في هذا الدرس نوعًا آخر من أنواع اللحام، والذي أصبح له دور مهمّ في عمليات التشكيل واللحام، لما له من دقة وجودة عالية في إنتاج وصلات اللحام المختلفة .

انظر.. وتساءل

1- هل يمكن للقوس الكهربائي المعدني (ميج) لحام المعادن غير الحديدية؟

2- كيف ينتقل المعدن (سلك معدن التعبئة) إلى قطعة العمل في أثناء عملية اللحام؟

3- ما الأجزاء الرئيسة لهذه الآلة؟

استكشف

تعرّفت في الدروس السابقة اللحام بالقوس الكهربائي، ما ميزاته وما عيوبه، وما أهم استخداماته وما الحاجة إلى نوع آخر من اللحام وهو اللحام بالقوس الكهربائي المعدني المحجوب بالغاز (ميج).

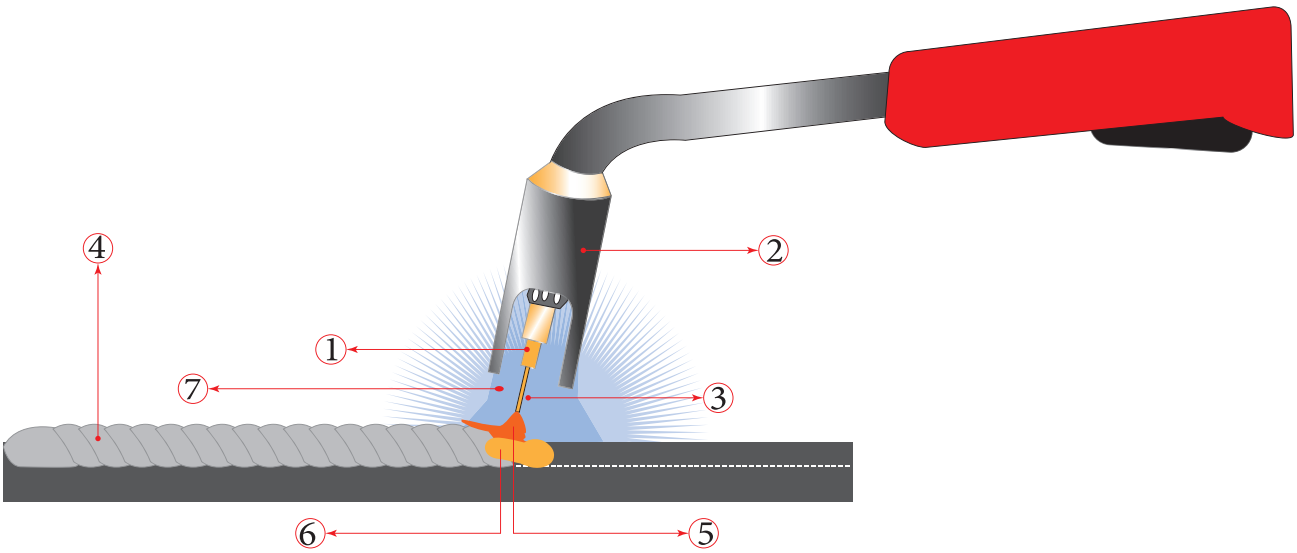
اقرأ.. وتعلم

مفهوم اللحام بالقوس الكهربائي المعدني (ميج)

يُعدّ اللحام بالقوس الكهربائي المعدني (ميج) (Metal Inert Gas (MIG) أحد عمليات اللحام بالقوس الكهربائي، إذ يُصهر المعدن عن طريق القوس الكهربائي الذي يتوّلد بين إلكترود اللحام (سلك اللحام المستهلك) وقطعة العمل، بوجود غاز حاجب لحوض الانصهار.

يتولّد القوس الكهربائي بوساطة تيار كهربائي مصدره آلة اللحام، لينتقل خلال مشعل اللحام إلى سلك اللحام الذين يُمثّل الإلكترود، ويُغذّى هذا السلك باستمرار في أثناء عملية اللحام؛ للمحافظة على استمرارية إشعال القوس الكهربائي المعدني، وتوفير معدن الإضافة، ما يؤدي إلى حماية بركة الانصهار من الغازات الموجودة في المحيط الجوي بوساطة غاز حاجب، إذ يتدفّق الغاز خلال مقبض اللحام من فوّهة التوجيه حول سلك اللحام ليحيط بالقوس الكهربائي المتولّد وبركة الانصهار.

يبين الشكل (2–1) مكونات اللحام بالقوس الكهربائي المحجوب بالغاز (ميج)



الشكل (2–1): آلية اللحام بالقوس الكهربائي المحجوب بالغاز (ميج).

1 – فالة التماس.

2 – فوّهة مشعل اللحام.

3 – سلك التغذية.

4 – خط اللحام.

5 – القوس الكهربائي.

6 – بركة الانصهار.

7 – غاز الحجب.

أجزاء محطة اللحام بالقوس الكهربائي المعدني (ميج)

تتكوّن محطة اللحام بالقوس المعدني من الأجزاء الموضحة في الشكل (2–2)

الشكل (2–2): أجزاء محطة اللحام بالقوس الكهربائي المعدني(ميج).

1 – مصدر الطاقة.

2 – عربة الجر.

3 – أسطوانة الغاز.

4 – مشعل اللحام.

5 – مُنظّم الغاز.

6 – وحدة تغذية سلك اللحام.

أنواع الآلات المستعملة في عملية اللحام بالقوس الكهربائي المحجوب

تُستعمل في لحام القوس المعدني (ميج) آلات لحام ذات التيار الكهربائي المباشر ذي القطبية المعكوسة ويُرمز له بـ (DC+) أو (DCEP)، ويُستعمل هذا الأسلوب في لحام المعادن ذات السُمك الكبير، إمّا القطبية المستقيمة، فيُرمز لها بـ (DC–) أو (DCEN)، وتُستعمل في حال كان المعدن المراد لحامه رقيقًا، ويمكن أن يكون المصدر الكهربائي آلة اللحام من نوع محول (Inverter)، أو آلة لحام من نوع موحّد التيار الكهربائي.

الأجزاء الرئيسة لآلة اللحام، ووظيفة كل جزء

تتكوّن آلة اللحام (مصدر الطاقة) من الأجزاء الآتية:

1 – **القلب المعدني**: الجزء الذي يحوّل الجهد الكهربائي الذي يدخل آلة اللحام وفق التيار المطلوب

2 – **لوح التحكّم**: لوحة تحتوي على مفاتيح كهربائية، تسمح بإيصال التيار الكهربائي إلى آلة اللحام من المصدر الكهربائي، أو فصله عن آلة اللحام.

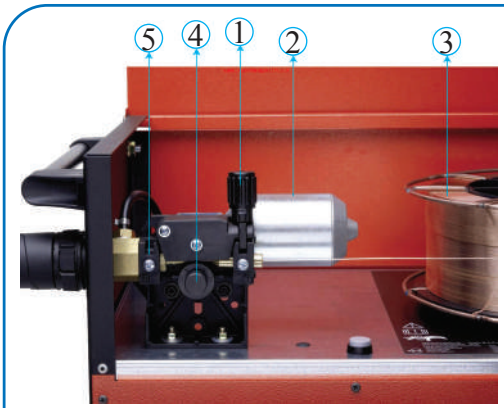
3 – **كيبل اللحام**: يتم عن طريق الكيبل توصيل التيار الكهربائي والغاز الحاجب وماء التبريد إلى مشعل اللحام، كما هو مُبيّن في الشكل (2–3).

4 – **مربط التأريض**: مربط يُثبّت بطاولة العمل ويوجد بعدة أشكال وأحجام، كما هو مُبيّن في الشكل (2–4).

الشكل (2–3): كيبل اللحام.

الشكل (2–4): مرابط التأريض.

5 – **وحدة تغذية أسلاك اللحام**: يُدفع بواسطتها سلك اللحام عن طريق كيبل اللحام إلى المشعل، ويوجد منها نوعان حسب تصميم الآلة، ويكون داخليًّا أو خارجيًّا، وتتكوّن هذه الوحدة من الأجزاء المُبيّنة في الشكل (2–5).



1 – مقبض ضبط الضغط على سلك اللحام.

2 – محرّك كهربائي.

3 – بكرة سلك اللحام.

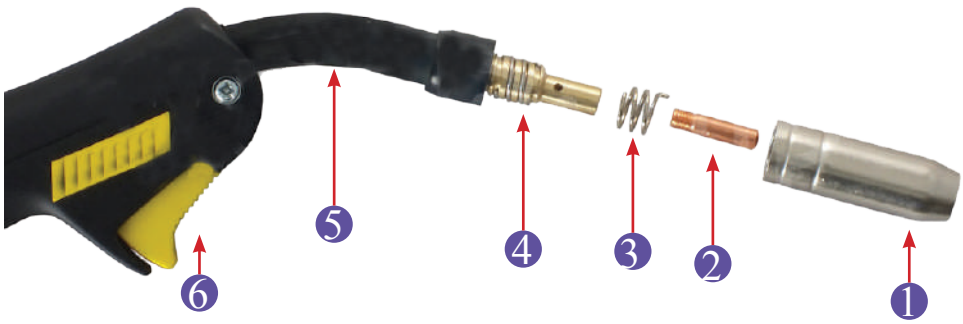
4 – بكرة تغذية سلك اللحام.

5 – مخرج سلك اللحام إلى الكيبل.

الشكل (2–5): وحدة تغذية أسلاك اللحام.

مشعل اللحام (فرد اللحام) وأجزاؤه

توجد عدة أنواع من مشاعل اللحام، المشعل الآلي واليدوي ونصف الآلي، ويُختصر عمل هذه المشاعل في إيصال التيار الكهربائي وسلك اللحام وغاز الحجب إلى منطقة اللحام، ويتكوّن المشعل من الأجزاء المُبيّنة في الشكل (2–6)



1 – فوّهة التوصيل المعزولة.
2 – أنبوب التماس.
3 – زنبرك ضاغط.
4 – ناشر الغاز.
5 – رقبة فرد اللحام.
6 – زناد المقبض.

الشكل (2–6): مشعل اللحام (فرد اللحام) وأجزاؤه.

ويمكن استعمال مقابض لحام حسب نظام التبريد؛ إذ تُستعمل مقابض ذات التبريد الهوائي لتيار (200) أمبير عند استعمال غاز الأرغون غازًا حاجبًا، ويرتفع هذا التيار لغاية (300) أمبير عند استعمال غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) نظرًا لخاصية تبريد هذا الغاز، أو استعمال مقابض ذات التبريد المائي عندما يرتفع التيار على (300) أمبير.

كما يمكن استعمال مقابض لحام بحسب نظام تغذية سلك اللحام، كالمقابض (فرد اللحام) التي تعمل بنظام التغذية بالسحب، إذ يزوّد هذا النوع بعجلات تغذية داخلية قريبة من فالة اللحام، ويُستعمل هذا النوع عن القيام بأعمال اللحام الخفيفة، إذ يكون قطر سلك اللحام صغيرًا ومصنوعًا من معدن طريّ، مثل الألمنيوم أو النحاس، وتُبرّد هذه المقابض(المشاعل) بالماء أو الهواء.

والمشاعل التي تعمل بنظام التغذية بالدفع، فتُغذّى في هذا النظام بتثبيت سلك اللحام في عجلات القيادة في وحدة التغذية نفسها، ثم إلى قناة مشعل اللحام، ويُستعمل هذا النوع من المشاعل في

لحام المعادن الحديدية، كما يمكن استعمال أسلاك لحام قاسية تحتوي على مسحوق (بودرة) في هذه المقابض (المشاعل)، ويُبرّد هذا النوع بالماء.

كما يوجد مشاعل تعمل بنظام التغذية المزدوج، الذي يتكون من النظامين السابقين، وتُبرّده بوساطة نظام تهوية توربيني.

من أجزاء مشعل اللحام الموضّحة في الشكل السابق:

1 – **فوّهة التوصيل المعزولة:** تُصنع من موادّ مقاومة للحرارة، وقطرها يتراوح بين (12–15) مم، ووظيفتها توجيه الغاز الحاجب نحو بركة اللحام.

2 – **أنبوب التماس:** يُصنع هذا الأنبوب من النحاس، وظيفته نقل التيار الكهربائي إلى سلك اللحام الذي يمر عن طريقه، فيكون قطر الثقب الذي يمر سلك اللحام عن طريقه أكبر بقليل من قطر السلك.

3 – **ناشر الغاز:** يعمل هذا الناشر على نشر الغاز الحاجب بالتساوي حول القوس الكهربائي وسلك التغذية وقطعة العمل.

غازات الحجب واستعمالاتها

يُستعمل في عملية اللحام بالقوس الكهربائي المعدني أنواع مختلفة من الغازات، تعزل منطقة اللحام عن الهواء الجوي المحيط؛ ليستقر القوس الكهربائي، وتمنع تأكسد اللحام وتلوثه، ومن هذه الغازات:

1 – **غاز ثاني أكسيد الكربون:** يُساعد غاز ثاني أكسيد الكربون الأكسجين على التحرّر في منطقة القوس الكهربائي وتسخين سلك اللحام وصهره، وزيادة ترحيله من الإلكترود إلى قطعة العمل، وهو غاز مركّب من الكربون وغاز الأكسجين، ويتميّز بقابليته للتحلّل والاتحاد؛ ما يجعله قادرًا على امتصاص الحرارة بدرجة كبيرة.

2 – **الغازات المخلوطة:** للغازات المخلوطة تأثير في عمق خط اللحام وعرضه، وهي غازات مركّبة من خليط تحسين جودة اللحام، ومنها:

أ- **الأرغون والأكسجين:** يُستعمل هذا الخليط بنسب مختلفة عند إجراء أعمال اللحام للمعادن الحديدية، مثل: الفولاذ المقاوم للصدأ (**Stainless-steel**)، والفولاذ الطري، وبعض أنواع الفولاذ السبائكي. ويُعبّأ هذا الخليط في أسطوانات تتراوح نسبة الأكسجين فيها بين (1% – 5%)، أمّا الباقي فيكون غاز أرغون، ويمكن استعمال هذا الخليط في عملية الحجب؛ لتلافي بعض العيوب التي تحدث عند استعمال الأرغون، مثل التحفير، إذ تسمح نسبة الأكسجين الموجودة في خليط الغاز بأكسدة مكان اللحام، ما يؤدي إلى زيادة درجة حرارة بقعة الانصهار، وزيادة كمية انتقال المعدن المنصهر خلال القوس الكهربائي.

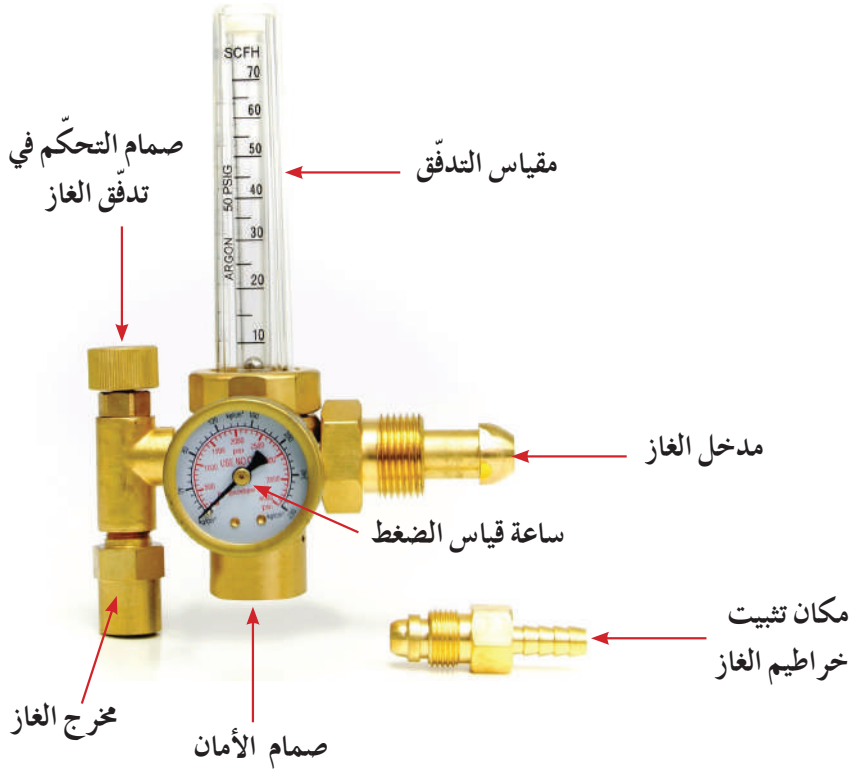
ب- **الأرغون وغاز ثاني أكسيد الكربون:** تتطلب بعض أعمال لحام الفولاذ الطري استعمال هذا الخليط؛ لأنّ غاز ثاني أكسيد الكربون وحده لا يفي بالغرض، ولا يُحقّق مواصفات القوس الكهربائي المطلوب؛ ولأنّ سطح اللحام يكون ملوّثًا بشرر اللحام؛ ما يتطلّب استعمال هذا الخليط، بنسبة (25%) من غاز ثاني أكسيد الكربون، على ألاّ تزيد هذه النسبة على (80%)، وذلك لخفض التكاليف. ويُستعمل خليط الأرغون وغاز ثاني أكسيد الكربون عند إجراء أعمال اللحام لمعدن الفولاذ الطري وبعض أنواع الفولاذ السبائكي، وفي بعض الأحيان الفولاذ المقاوم للصدأ.

جـ- **أرغون وهيليوم:** يُستعمل هذا الخليط للحصول على ميّزات كل من غاز الهيليوم وغاز الأرغون، على أن تكون نسبة الهيليوم إلى الأرغون بين (20% – 90%)، وتحدّد هذه النسبة حسب متطلّبات العمل. ويُعبّأ كل غاز في أسطوانة خاصة به، ثم توصل هذه الأسطوانات بعضها ببعض عن طريق وصلة على شكل حرف (**Y**) بعد جهازي التحكّم في التدفّق الخاص بكل غاز، وذلك من أجل التحكّم في نسبة كل غاز.

د- **غازات الأرغون والهيليوم وغاز ثاني أكسيد الكربون:** يُستعمل هذا الخليط بوصفه غازًا حاجبًا عند إجراء أعمال اللحام للفولاذ المقاوم للصدأ؛ للحصول على خط لحام ذي مواصفات خاصة؛ لذا، يُستعمل في لحام الأنابيب المصنّعة من الفولاذ المقاوم للصدأ.

معايرة وضبط تدفّق الغاز وضبطه

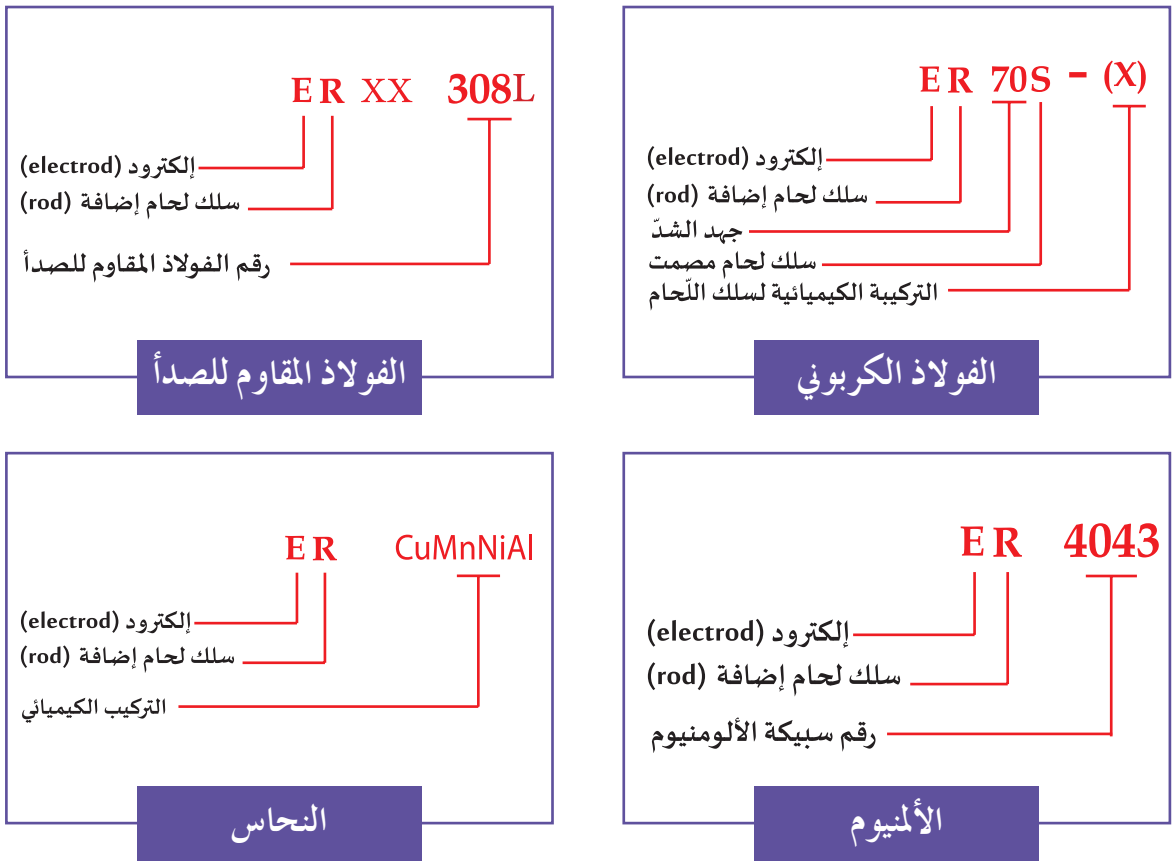
تستعمل عدة أشكال وأنواع مختلفة لتنظيم ضغط الغاز وضبطه، فيعتمد شكل المُنظّم نوعًا الغاز المستعمل في عملية اللحام، ومنها ذو المرحلة والمرحلتين لتنظيم غاز الحجب وضبط تدفّقه، ويُبيّن الشكل (2-7)، مُنظّمًا ذا مرحلة واحدة، يزوَّد جهاز التدفّق بأنبوب مدرّج لقياس تدفّق غاز الحجب، وساعة لقياس الضغط داخل الأسطوانة، ويزوّد المُنظّم ذو المرحلتين بساعتين لقياس الضغط، فالساعة الأقرب للأسطوانة تقيس الضغط داخل الأسطوانة، والساعة الثانية تقيس تدفّق الغاز باللتر في الدقيقة.



الشكل (2-7): أجزاء مُنظّم ضبط الغاز.

الأسلاك المستعملة في عمليات اللحام بالقوس الكهربائي المعدني

يُستعمل سلك اللحام لتوصيل التيار الكهربائي ولترسيب معدن اللحام، وتُختار أسلاك لحام مشابهة في تركيبها للمعادن الملحومة، التي تكون أسلاك اللحام دائرية المقطع ومصمتة تُلف على بكرات خاصة تتناسب مع حجم آلة اللحام، يتراوح قطرها بين (100 – 300) مم، تُطلى أسلاك اللحام بطبقة من النحاس لمقاومة الصدأ وتحسين خاصية التوصيل الكهربائي، وتتوافر أسلاك اللحام بأقطار مختلفة، تتراوح بين (0.5 – 3.2) مم، وقد صنّفت جمعية اللحام الأمريكية أسلاك اللحام المستعمل في القوس الكهربائي المعدني وميّزتها بأرقام وحروف ذات دلالات كما يأتي:



طرائق انتقال المعدن المنصهر إلى قطعة العمل

ينتقل المعدن المنصهر إلى قطعة العمل، عن طريق إشعال القوس الكهربائي ضمن محيط من الغاز بين قطعة العمل وتُسمّى (المهبط) وسلك اللحام ويُسمّى (المصعد)، لتكوين بركة الانصهار (المعدن المصهور) بإحدى الطرائق الآتية:

1 – **انتقال المعدن بالتذرير (الرش)**: كما هو موضّح في الشكل (2–8) حيث ينتقل المعدن على شكل دقائق صغيرة من طرف سلك اللحام خلال القوس الكهربائي إلى قطعة العمل على خط استقامة السلك نفسه وتكون هذه الدقائق أصغر أو مساوية لقطر السلك، حيث تحتاج هذه الطريقة لتيار عالي، فتستعمل لها آلات لحام تولّد تيارًا لغاية (400) أمبير وذات جهد دائرة مفتوحة من (25–50) فولت.

2 – **انتقال المعدن بقصر الدائرة**: ينتقل المعدن عن طريق تسخين طرف السلك وصهره، فيذوب ويستطيل باتجاه قطعة العمل، فيتلامس معها محدثًا قُصرًا بالدائرة، ما يؤدي إلى انطفاء القوس وارتفاع شدة التيار، فيرفع الحرارة المتولدة ويؤدي إلى اكتمال انصهار طرف السلك وانفصاله، ويُعاد إشعال القوس من جديد، إذ يبلغ عدد مرات قصر الدائرة الكهربائية من (صفر–200 مرة/ثانية)، وتحتاج هذه الطريقة إلى تيار منخفض نسبيًّا، فيمكن استعمال آلات لحام ذات شدة تيار (200) أمبير وجهد دائرة مفتوحة (15–30) فولت، كما هو مُبيّن في الشكل (2–9).

3 – **انتقال المعدن بالقطرات**: حيث يكون التيار المستعمل في هذا الأسلوب أقل من التيار المتحوّل الذي يتراوح مداه بين أقل تيار قادر على صهر السلك، وأول تيار يؤدي إلى بداية التذرير، فيكون انتقال معدن اللحام وترسّبه من سلك اللحام وقطعة العمل متوسطًا، كما هو موضّح في الشكل (2–10).

الانتقال بالتذرير (الرش)

الشكل (2–8)

الانتقال بقصر الدائرة

الشكل (2–9)

الانتقال بالقطرات

الشكل (2–10)

ميّزات اللحام بالقوس الكهربائي المحجوب بالغاز

يمتاز اللحام بالقوس الكهربائي المعدني بما يأتي:

1 – لا يتطلّب مهارة عالية للقيام بأعمال اللحام، ما يتيح سهولة اللحام في الأوضاع جميعها.

2 – سهولة التحكّم في القوس الكهربائي، وإمكانية استعمال تيار منخفض من أجل لحام المعادن ذات السُمك الصغير.

3 – الشرر الناتج المتطاير والناتج عن عملية اللحام قليل نسبيًّا.

4 – إمكانية لحام خطوط طويلة من دون انقطاع أو توقف، ما ينتج خطوط لحام متصلة على طول خط اللحام.

5 – انخفاض التأثيرات الحرارية بسبب سرعة اللحام؛ لذا، تقل التشوّهات.

الاحتياطات التي يجب مراعاتها عند اللحام بالقوس الكهربائي المحجوب بالغاز:

قبل الشروع في عملية اللحام بالقوس الكهربائي المحجوب الغاز، يجب التأكّد من الأمور الآتية:

1– سلامة الخراطيم الناقلة للغاز والماء والكوابل الكهربائية، وفحص جاهزيتها والتأكّد من تثبيتها.

2 – قطر سلك اللحام مناسب لقطر أنبوب التماس، وأن السلك مُركَّب بطريقة صحيحة.

3 – فتح مُنظّم الغاز الحاجب وضبط معدل تدفّقه.

4 – ضبط بروز السلك ومعدل تغذيته.

5 – التأكّد من ضبط الفولتية.

العوامل المؤثّرة في عملية اللحام بالقوس الكهربائي المحجوب:

توجد عوامل عدة يجب مراعاتها عند إجراء عمليات اللحام بالقوس الكهربائي المحجوب، ومن هذه العوامل:

1 – **قطر سلك اللحام:**

يُختار سلك اللحام حسب قطره بما يتناسب مع شدة التيار المستعمل للحام والجدول (2–1)، يُبيّن العلاقة بين قطر السلك وشدة التيار وسرعة اللحام:

جدول (2-1) العلاقة بين قطر السلك وشدة التيار وسرعة اللحام

قطر سلك اللحام (مم)	شدة التيار (أمبير)	سرعة سلك اللحام (م/الدقيقة)
0.6	100–40	5–2
0.8	150–40	6–3
1.0	280–100	12–3
1.2	350–120	18–4
1.6	450–150	24–4

2 – **الفولتية:**

عن طريق زيادة الفولتية أو نقصانها يمكن التحكّم بطول القوس الكهربائي والمحافظة على استقراره، فكلما زادت الفولتية يزداد عرض خط اللحام، وعند استعمال أسلوب اللحام بقصر الدائرة الكهربائية، وزيادة الفولتية تكون عملية انتقال معدن اللحام أسرع، وإذا كانت الفولتية منخفضة فهذا يتسبّب في إيقاف القوس الكهربائي، وإذا استعملنا هذا الأسلوب بقصر الدائرة الكهربائية في لحام الصفائح قليلة السمك؛ فإن سرعة اللحام تكون عالية، وفي العادة تُخفّض قيمة الفولتية إلى أدنى قيمة لها مع المحافظة على تردّد قصر الدائرة الكهربائية عاليًا، والمحافظة على استقرار القوس الكهربائي.

3 – **سرعة تغذية سلك اللحام وشدة التيار المستعمل:**

تُختار شدة التيار حسب سرعة اللحام وقطر سلك اللحام وسُمك قطعة العمل، مع التقيّد بتعليمات الجودة المعتمدة، والجدول السابق يُبيّن هذه العلاقة.

4– **سرعة اللحام:** تُحدّد السرعة حسب شطفة وصلة اللحام وعمق جذر اللحام المطلوب، إذ تتناسب سرعة اللحام طرديًّا مع شدة التيار المستعمل في اللحام، الذي وُضّح في الجدول السابق.

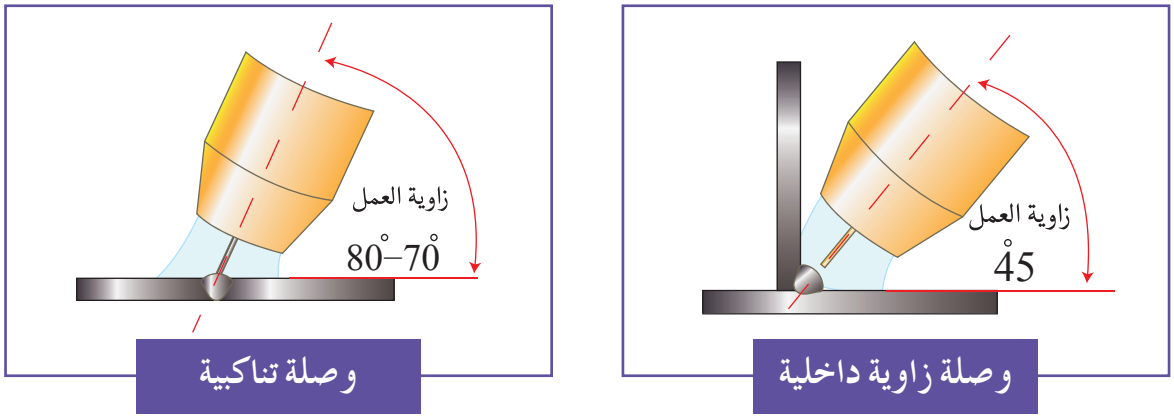
5- **معامل الحث الكهربائي**: أحد العوامل المؤثّرة في خط اللحام، فإذا أردنا قوسًا كهربائيًّا مركّزًا واضح المعالم، يُخفّض معامل الحث الكهربائي، وفي هذه الحالة يكون الشرر المتطاير كثيفًا، وفي حال كان معامل الحث الكهربائي عاليًا جدًّا؛ فإن القوس الكهربائي يكون غير مستقر، ويمكن أن ينطفئ، ويمكن لنا التحكّم فيه عن طريق المحثات الكهربائية التي تتحكم في مقدار التغير في شدة التيار الكهربائي، التي تكون هذه المحثات مثبّتة داخل آلة اللحام مع مصدر الطاقة أو منفصلة مع وحدة تحكّم خاصة بها، ولها مفاتيح على لوحة التحكّم الخارجية.

6- **بروز سلك اللحام**: من العوامل المؤثّرة في قيمة شدة تيار اللحام وشكل جذره، إذ إن الزيادة في البروز تقلّل شدة تيار اللحام، وتقلل من الحرارة المتولّدة؛ ما يقلّل من معدّل صهر معدن اللحام، ويُقلّل عمق تغلغله، فيجعل مظهر خط اللحام سيئًا ويصبح غير مقبول، ويُقاس بروز سلك اللحام من سطح قطعة العمل إلى مقدمة أنبوبة التماس، فإذا كانت المسافة قصيرة فإنها تُسبّب التصاق السلك في أنبوب التماس، وإذا كانت طويلة فإنها توقف القوس الكهربائي وخاصة عند بدء اللحام.

7- **اختيار غاز الحجب**: يُختار الغاز الحاجب حسب نوع المعدن المراد إجراء عملية اللحام له بالقوس الكهربائي المحجوب.

8- **كمية تدفّق الغاز الحاجب**: من الضروري أن تتناسب كمية تدفّق الغاز مع القوس الكهربائي، فعند استعمال تيار لحام منخفض يكون التدفّق (10) لترات لكل دقيقة، وعند استعمال تيار عالٍ يكون التدفّق (20) لترًا في الدقيقة، ويكون تدفّق الغاز أعلى من (20) لترًا في الدقيقة عند لحام معدن الألمنيوم والنحاس وسبائكهما.

9- **زاوية ميل مشعل اللحام**: عند استعمال زوايا غير صحيحة لمشعل اللحام ينتج عنه خلل في ترسّب معدن اللحام على المشغولة بصورة غير متساوية، ويُبيّن الشكل (2-11) زوايا الميل الصحيحة لإجراء أعمال اللحام لوصلة زاوية داخلية ووصلة تناكبية.

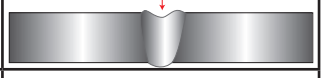
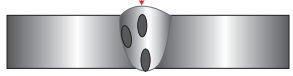


الشكل (2–11): زوايا الميل الصحيحة.

العيوب المحتملة عند إجراء عملية اللحام بالقوس الكهربائي المحجوب بالغاز، أسبابها وكيفية معالجتها

تحدث عيوب محتملة في أثناء إجراء عمليات اللحام بالقوس الكهربائي المحجوب بالغاز، ما أسبابها؟ وكيف تُعالج؟ سنتعرف بعض هذه العيوب في الجدول (2–2):

الجدول (2–2): العيوب المحتملة عند إجراء عملية اللحام بالقوس الكهربائي المحجوب بالغاز؛ أسبابها وكيفية معالجتها.

العيب	السبب	العلاج
قلة التغلغل	– سرعة في اللحام. – زاوية ميل غير صحيحة. – الفراغ بين قطع العمل غير كافٍ أو كبير.	– ضبط شدة تيار اللحام. – تخفيض سرعة اللحام. – ضبط الفراغ بين قطع العمل.
تحفير 	– سرعة اللحام عالية. – شدة تيار اللحام عالية جدًّا.	– تخفيض سرعة اللحام. – خفض شدة تيار اللحام.
قلة الانصهار 	– قوس كهربائي قصير. – شدة تيار اللحام منخفضة. – سرعة اللحام بطيئة.	– ضبط طول القوس الكهربائي. – زيادة شدة تيار اللحام. – زيادة سرعة اللحام.

مبدأ اللحام الأوتوماتيكي بالقوس الكهربائي المحجوب بالغاز

تنقسم الآلات الأوتوماتيكية المستعملة في لحام القوس الكهربائي المحجوب بالغاز إلى نوعين، اللحام بالقوس الكهربائي المعدني الآلي باستعمال وحدة تغذية مفردة، واستعمال وحدة تغذية مزدوجة، ويُجرى اللحام بالمزدوجة بتشغيل آلتي لحام واستعمال وحدتي تغذية ولفّتي سلك لحام، التي تكون سرعة اللحام الآلي في هذه الآلة أسرع من استعمال وحدة تغذية مفردة؛ لإمكانية تشغيلها لوحدتي تغذية، إذ يتشارك السلكان في المصدر الكهربائي نفسه، وفي مشعل اللحام والقوس الكهربائي وبركة الانصهار، فتُستعمل آلتا لحام تعملان بشكل منفصل حسب المدة في برنامج التشغيل، حيث يمكن أن تصل سرعة اللحام إلى (6)م/دقيقة بمعدل استهلاك لأسلاك اللحام (40)كغم / الساعة، ومن هذه الآلات (الروبوت)، كما هو مُبيّن في الشكل (2–12).

الشكل (2–12): إحدى أنواع الآلات الأوتوماتيكية، المستعملة في عمليات اللحام.

اذهب أنت ومجموعة من زملائك إلى مكتبة مدرستك، واختر كتابًا عن اللحام بالقوس الكهربائي المعدني (ميج)، واكتب تقريرًا عن كيفية تولّد الحرارة اللازمة لعملية اللحام بالقوس الكهربائي المعدني، واعرضه على معلمك.

التقويم الذاتي (دليل تقييم الأداء)

الرقم	خطوات الأداء	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أُجهّز محطة اللحام بالقوس المعدني بالغاز.			
2	أُجهّز وحدة تشغيل بكرة سلك اللحام.			
3	أضبط طول السلك البارز من فالة اللحام.			
4	أضبط وضع مقبض اللحام واتجاهه.			
5	أُركّب أسطوانة الغاز، وأضبط ضغط الغاز.			
6	أُشعل قوس اللحام، وأثبّت الوصلات بالتنقيط.			
7	ألحم خطوطًا مستقيمة على قطعة فولاذ منخفض الكربون.			
8	ألحم خطوطًا تمويجية على قطعة فولاذ منخفض الكربون.			
9	ألحم وصلة تطابقية على قطع فولاذ منخفض الكربون.			
10	ألحم خطوطًا مستقيمة متعدّدة (تركيبي)، على قطعة من الفولاذ الطري.			
11	ألحم وصلة تناكبية على قطع فولاذ منخفض الكربون.			
12	ألحم وصلة تناكبية مشطوفة.			
13	ألحم وصلة حرف (T)، خط واحد وثلاثة خطوط.			
14	أرتدي ملابس الوقاية اللازمة.			

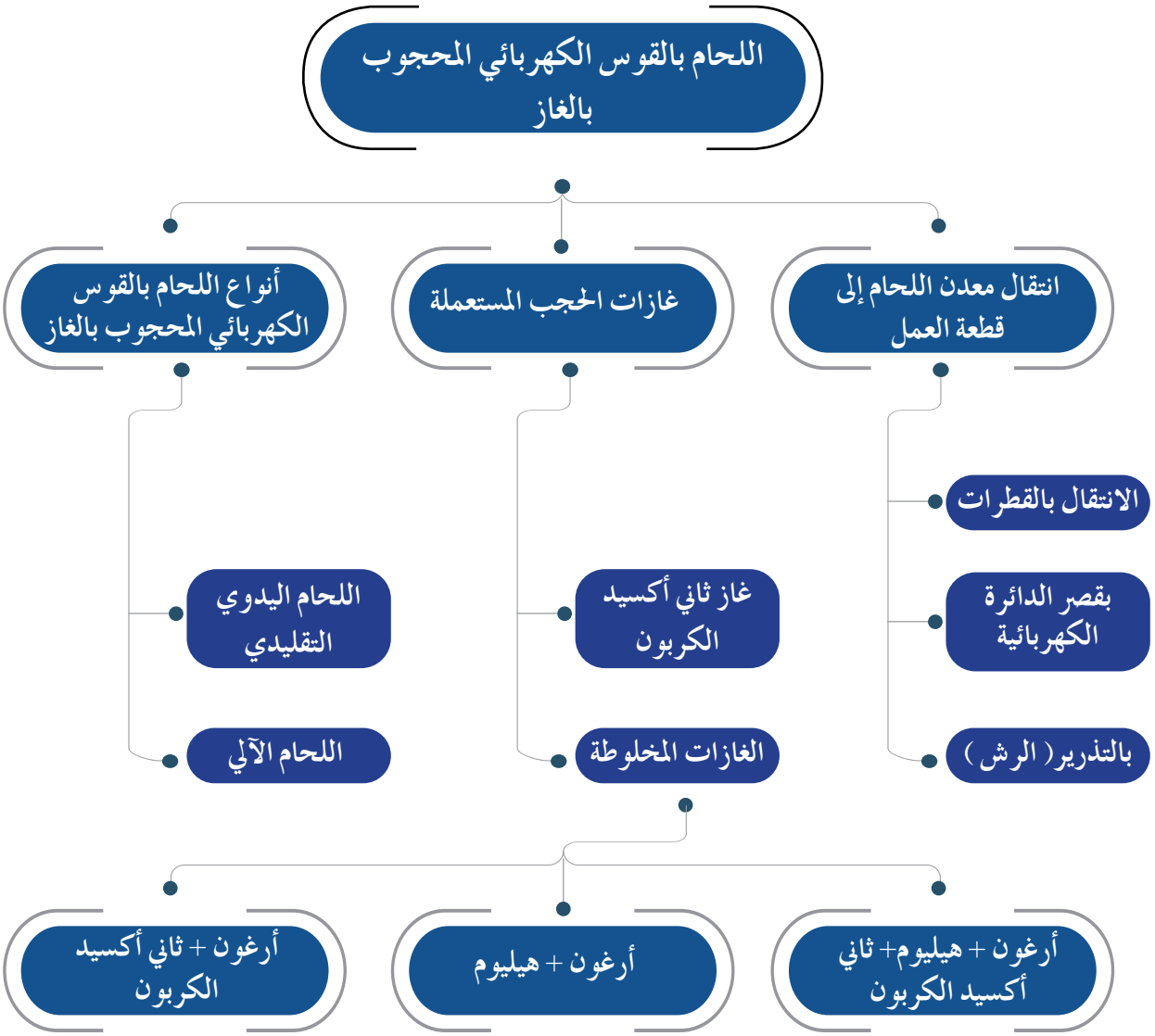
الأسئلة

1 – ما طرائق انتقال معدن اللحام إلى قطعة العمل؟

2 – يُهيّأ مكان العمل قبل الشروع بعمليات اللحام بعدة خطوات، اذكر ثلاثًا منها.

3 – عرِّف مفهوم اللحام بالقوس الكهربائي المعدني.

الخرائط المفاهيمية



التمارين العملية

التمرين الأول

تجهيز محطة اللحام بالقوس المعدني المحجوب بالغاز(ميج)

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تربط مُنظّم الضغط على أسطوانة الغاز.
- تربط الخراطيم الموصلة للغاز بالمُنظّم وآلة اللحام.
- تفحص الوصلات جميعها، وتتأكّد من جاهزيتها.
- تضبط تدفّق الغاز وضغطه.

متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.
2 – آلة لحام (ميج).
3 – أدوات ربط متنوّعة
4 – كيبل لحام وملحقاته.
5 – وحدة تغذية (سلك اللحام).

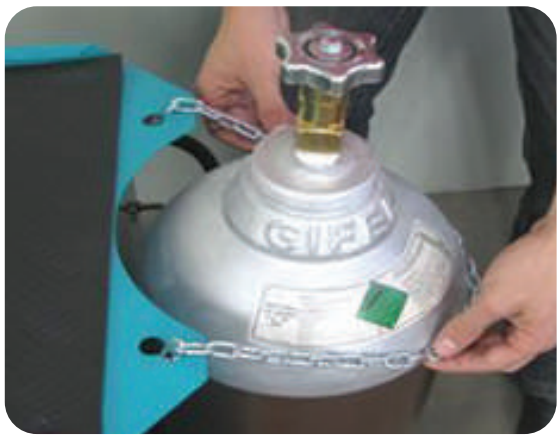
المواد الأولية

1 – لفة سلك لحام قطر (1) مم.
2 – براغي ربط متنوّعة مع حلقات وصواميل.

خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.
2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز والربط.
3 – ضع أسطوانة الغاز في مكانها الصحيح على عربة آلة اللحام، وثبّتها بمرابطها الخاصة أو بالجنازير كما هو مُبيّن في الشكل (1).

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء

4 – افتح صمام أسطوانة الغاز ربع دورة، ثم أغلقه؛ للتخلّص من الأوساخ والزيوت إن وجدت.

5 – ركّب المُنظّم على أسطوانة الغاز، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

6 – ثبّت المُنظّم جيدًا باستعمال مفتاح شدّ مناسب، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

7 – ركّب الخرطوم على مخرج الغاز من المُنظّم في المكان المخصص له، وتأكّد من شدّ المربط جيدًا، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

8 – ركّب خرطوم الغاز في المكان المخصص له على آلة اللحام، وثبّته بإحكام، كما هو مُبيّن في الشكل (5).

9 – تأكّد أن قراءة المنظّم الذي رُكّب على أسطوانة الغاز صفر.

10 – اضبط الضغط المطلوب عن طريق برغي الضبط على المُنظّم.

11 – تأكّد من أن معدل تدفّق الغاز بين (10–20) لتر/دقيقة حسب وصلة اللحام، أو تعليمات الشركة.

12 – افحص خطوط الغاز والوصلات وتأكّد من عدم وجود تسريب غاز فيها، باستعمال رغوة الصابون.

13 – تفقّد وصلات الكهرباء والكيبلات، وتأكّد من جاهزيتها قبل الشروع في تشغيل الآلة.

الرسم التوضيحي

الشكل (2).

الشكل (3).

الشكل (4).

الشكل (5).

التمارين العملية

التمرين الثاني

تجهيز وحدة تشغيل بكرة سلك اللحام.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تثبّت بكرة سلك اللحام في مكانها المخصص جيدًا.
- تضبط ضغط السلك الخارج من وحدة التغذية.
- تتفقّد تغذية السلك وتدفّق الغاز ومنافذه، وتتأكّد من جاهزيتها.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.
2 – آلة لحام (ميج).
3 – أدوات ربط متنوّعة
4 – كيبل لحام وملحقاته.
5 – وحدة تغذية (سلك اللحام).
6 – قطّاعة أسلاك.

المواد الأولية

1 – لفة سلك لحام قطر (1) مم.
2 – براغي ربط متنوّعة مع حلقات وصواميل.

خطوات الأداء

1– ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.
2– التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز والربط.
3 – قبل الشروع في عملية التجهيز، اقرأ كتيّب التعليمات للشركة الصانعة للآلة المتوافرة في مشغلك، وكيفية تركيب وحدة التغذية لها.
4 – افتح غطاء الجنب لوحدة التغذية، وتفقّد أجزاء وحدة التغذية، وتأكّد من جاهزيتها، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

الرسم التوضيحي

الشكل (1).

خطوات الأداء

5- فك برغي الربط الخاص ببكرة السلك الموجود على وحدة التغذية، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

6- ثبّت بكرة السلك في مكانها المخصص، وركّب البراغي الخاصة على محور دوران البكرة، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

7- حرّك عمود ضغط بكرة التغذية الخاص بالسلك عكس اتجاه عقارب الساعة، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

8- اقطع رأس السلك بعد تحديد بدايته على بكرة اللحام، باستعمال قطّاعة الأسلاك في حال كان مثنيًا.

9- دكّك سلك اللحام على وحدة التغذية في القنوات المخصصة لذلك، كما هو مُبيّن في الشكل (5).

10- اضبط عمود ضغط سلك التغذية حسب قطره عن طريق التدريج الخاص به.

11- تأكّد من جاهزية كيبل اللحام وقنوات الغاز وسلك اللحام، كما هو مُبيّن في الشكل (6).

12- ركّب الكيبل على آلة اللحام في المكان المخصص له، كما هو مُبين في الشكل (7).

الرسم التوضيحي

الشكل (2).

الشكل (3).

الشكل (4).

الشكل (5).

خطوات الأداء

13 – فُكّ الفوّهة المعزولة وأنبوب التماس لتسهيل خروج سلك اللحام.

14 – ضع مفتاح التبديل على وضع (MIG).

15 – شغّل آلة اللحام بالضغط على مفتاح تشغيل الآلة.

16 – اضغط على زر دفع السلك داخل كيبل اللحام، كما هو مُبيّن في الشكل (8).

17 – ركّب أنبوب التماس والفوّهة المعزولة على مشعل اللحام.

18 – اضبط سرعة خروج سلك اللحام عن طريق الضغط على زر الضبط الخاص بسرعة السلك، حسب وضع اللحام المراد لحامه.

19 – اضغط على زناد مشعل اللحام، وتأكّد من ضغط سلك اللحام باستعمال راحة اليد.

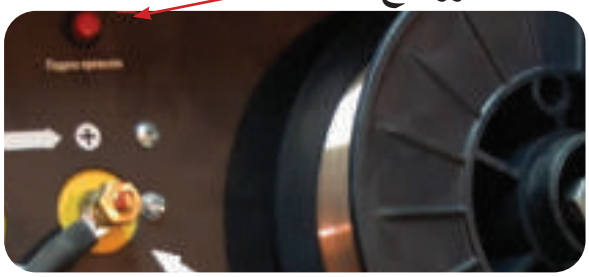
20 – اقطع السلك الزائد عن الفوّهة المعزولة، باستعمال قطّاعة الأسلاك، كما هو مُبيّن في الشكل (9).

21 – أغلق غطاء وحدة التغذية بعد التأكّد من سلامة الإجراءات المتّبعة في تجميع وحدة التشغيل.

الرسم التوضيحي

الشكل (6).

الشكل (7).



الشكل (8).

الشكل (9).

التمارين العملية

التمرين الثالث

إشعال قوس اللحام؛ وتثبيت وصلات لحام بالتنقيط.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تُجهّز قطع عمل حسب المخطّط.
- تُجهّز مشعل اللحام.
- تولّد القوس الكهربائي، وتثبّت وصلات مختلفة بالتنقيط.

متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.
2 – محطة لحام (ميج).
3 – قطّاعة أسلاك.
4 – فرشاة سلك.

المواد الأولية

1 – لفة سلك لحام قطر (1) مم.
2 – قطع من الحديد المطاوع مقطع مُبَسّط قياس(200×100×5)مم، عدد(2).

خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.
2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.
3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، ومن توافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.
4 – جهّز قطع العمل حسب القياسات المطلوبة وثبّت وصلة تناكبية على طاولة العمل في وضع أرضي، بعد تنظيفهما من الزيوت العالقة أو الرايش، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

الرسم التوضيحي

الشكل (1).

خطوات الأداء

5 – اقطع سلك اللحام النافذ من فوّهة مشعل باستعمال قطّاعة الأسلاك، وابقِ (15) مم بارز عن فوّهة مشعل اللحام، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

6 – اضبط قيم الفولتية وشدة التيار عن طريق لوحة التحكّم الخاصة بآلة اللحام.

7 – اضبط ضغط الغاز الحاجب حسب القيم والمتغيّرات، كسُمك المعادن الملحومة وقطر السلك وشدة التيار.

8 – قرّب فوّهة مشعل اللحام من قطعة العمل حتى يلامس السلك قطعة العمل.

9 – حافظ على مستوى اندفاع سلك اللحام بحدود (15) مم، وثبّت زاوية حركة اللحام بحيث تكون بين (75° – 90°)، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

10 – ولّد القوس الكهربائي بالضغط على زند مشعل اللحام، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

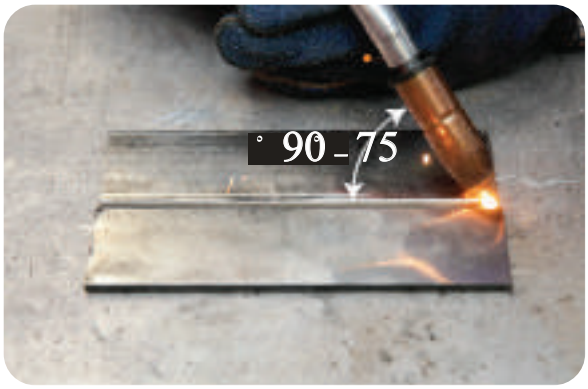
11 – ثبّت قطع العمل بالتنقيط، مع المحافظة على إمداد ثابت للسلك، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

12 – أطفئ القوس الكهربائي وفكّ فالة الغاز من مشعل اللحام ونظّفها، وأعد تركيبها.

13 – احتفظ بقطعة العمل؛ لاستعمالها في التمارين اللاحقة.

الرسم التوضيحي

الشكل (2).



الشكل (3).

الشكل (4).

التمارين العملية

التمرين الرابع

لحام خطوط مستقيمة على قطعة من الفولاذ المنخفض الكربون.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تُجهّز قطع عمل حسب المخطّط.
- تلحم خطوطًا مستقيمة على قطعة العمل، حسب المخطّط في الوضع الأرضي.

متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.
2 – محطة لحام (ميج).
3 – أدوات قياس وتخطيط
4 – قطّاعة أسلاك.
5 – فرشاة سلك.

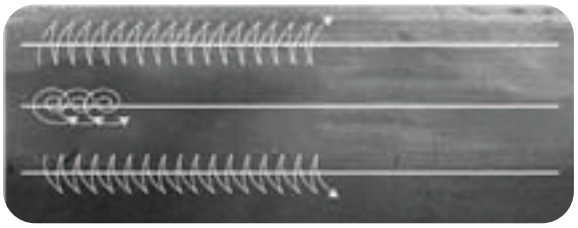
المواد الأولية

1 – لفة سلك لحام قطر (1) مم.
2 – قطع من الفولاذ المنخفض الكربون مقطع مُبَسّط قياس(200×100×5) مم.

خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.
2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.
3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، ومن توافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.
4 – جهّز قطعة العمل حسب القياسات المطلوبة، وخطّطها وثبّتها في وضع أرضي، بعد تنظيفها من الزيوت العالقة أو الرايش، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء

5 – ركّب أسلاك لحام على وحدة التغذية بقطر (1)مم، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

6 – اضبط فرق الجهد على (18–20) فولت وشدة التيار (130) أمبير، وتدفّق الغاز بين (14–16) لتر/دقيقة.

7 – ثبّت مقبض اللحام على قطعة العمل بزاوية عمل (90°)، ومن (10°–15°) زاوية الحركة، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

8 – ولّد القوس الكهربائي على طرف خط العلام الأول، ثم ابدأ عملية اللحام عند استقرار القوس الكهربائي.

9 – حافظ على مستوى اندفاع سلك اللحام بحدود (15) مم.

10 – الحِم خطًّا مستقيمًا، ونظّفه فور الانتهاء منه، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

11 – الحِم الخط الثاني بالخطوات السابقة نفسها، وكرّر الخطوات السابقة مع باقي الخطوط، كما هو مُبيّن في الشكل (5).

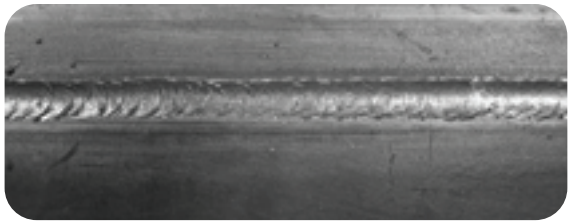
12 – أطفئ القوس الكهربائي عند الانتهاء من التمرين، وفكّ فالة الغاز من مشعل اللحام ونظّفها، وأعد تركيبها.

13 – رتّب مكان العمل جيدًا، وأعد ترتيب العُدَد والأدوات المستعملة واحفظها في مكانها الصحيح.

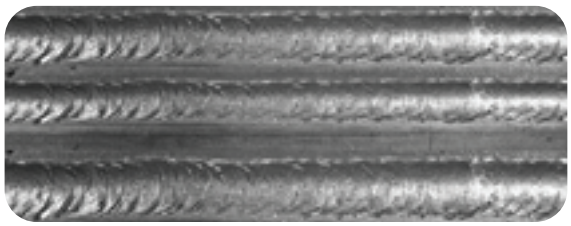
الرسم التوضيحي

الشكل (2).

الشكل (3).



الشكل (4).



الشكل (5).

التمارين العملية

التمرين الخامس

لحام خطوط تمويجية على قطعة من الفولاذ المنخفض الكربون.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تُجهّز قطع عمل حسب المخطّط.
- تلحم خطوطًا تمويجية على قطعة العمل حسب المخطّط في الوضع الأرضي.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.	1 – لفة سلك لحام قطر (1) مم.
2 – محطة لحام (ميج).	2 – قطع من الفولاذ المنخفض الكربون مقطع مُبَسّط قياس(200×100×5) مم.
3 – أدوات قياس وتخطيط	
4 – قطّاعة أسلاك.	
5 – فرشاة سلك.	

خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.

2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.

3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، ومن توافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.

4 – جهّز قطعة العمل حسب القياسات المطلوبة، وخطّطها وثبّتها في وضع أرضي، بعد تنظيفها من الزيوت العالقة أو الرايش، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

الرسم التوضيحي

الشكل (1).

خطوات الأداء

5 – ركّب أسلاك لحام على وحدة التغذية بقطر (1) مم.

6 – اضبط فرق الجهد على (18–20) فولت وشدة التيار (130) أمبير وتدفّق الغاز بين (14–16) لتر/دقيقة.

7 – ثبّت مقبض اللحام على قطعة العمل بزاوية عمل (90°)، ومن (10°–15°) زاوية الحركة، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

8 – ولّد القوس الكهربائي على طرف خط العلام، ثم ابدأ عملية اللحام عند استقرار القوس الكهربائي، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

9 – حافظ على مستوى اندفاع سلك اللحام بحدود (15) مم.

10 – ابدأ بلحام خطوط مستقيمة فوق خطوط العلام وحرّك مشعل اللحام حركة ترددية بسيطة وعند البدء بتغير اتجاه اللحام يجب المحافظة على زاوية اللحام مائلة باتجاه اللحام، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

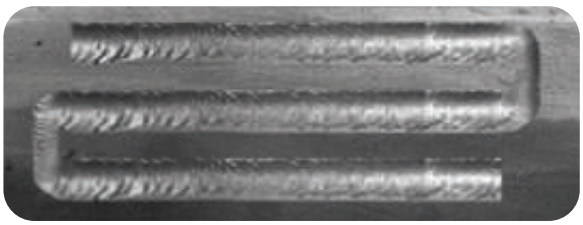
11 – أطفئ القوس الكهربائي عند الانتهاء من التمرين، وفكّ فالة الغاز من مشعل اللحام ونظّفها وأعد تركيبها.

12 – رتّب مكان العمل جيدًا، وأعد ترتيب العُدَد والأدوات المستعملة، واحفظها في مكانها الصحيح.

الرسم التوضيحي

الشكل (2).

الشكل (3).



الشكل (4).

التمارين العملية

التمرين السادس

لحام خطوط مستقيمة تركيبية متعدّدة على قطعة من الفولاذ الطري.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تُجهّز قطع عمل حسب المخطّط.
- تلحم خطوطًا مستقيمة تركيبية متعدّدة على قطعة العمل، حسب المخطّط في الوضع الأرضي.

متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.
2 – محطة لحام (ميج).
3 – أدوات قياس وتخطيط
4 – قطّاعة أسلاك.
5 – فرشاة سلك.

المواد الأولية

1 – لفة سلك لحام قطر (1) مم.
2 – قطع من الفولاذ المنخفض الكربون مقطع مُبَسّط قياس(200×100×5) مم.

خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.
2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.
3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، ومن توافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.
4 – جهّز قطعة العمل حسب القياسات المطلوبة، وخطّطها وثبّتها في وضع أرضي، بعد تنظيفهما من الزيوت العالقة أو الرايش، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

الرسم التوضيحي

الشكل (1).

خطوات الأداء

5 – ركّب أسلاك لحام على وحدة التغذية بقطر (1) مم.

6 – اضبط شدة التيار (120) أمبير، وتدفّق الغاز بين (14–16) لتر/دقيقة، والفولتية (18–20) فولت.

7 – ثبّت مقبض اللحام على قطعة العمل بزاوية عمل (90°)، ومن (10°–15°) زاوية الحركة، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

8 – ولّد القوس الكهربائي على طرف خط العلام، ثم ابدأ عملية اللحام عند استقرار القوس الكهربائي، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

9 – حافظ على مستوى اندفاع سلك اللحام بحدود (15) مم، وأن يكون متمركزًا على قمة حوض الانصهار.

10 – ابدأ بلحام خط مستقيم فوق خط العلام الأول وحرّك مشعل اللحام حركة ترددية بسيطة.

11 – نظّف خط اللحام الأول باستعمال فرشاة السلك، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

12 – الحم الخط الثاني بجانب الخط الأول، مع تكرار العملية لحين الانتهاء من الخطوط جميعها، كما هو مُبيّن في الشكل (5).

13 – أطفئ القوس الكهربائي عند الانتهاء من التمرين، وفكّ فالة الغاز من مشعل اللحام ونظّفها وأعد تركيبها.

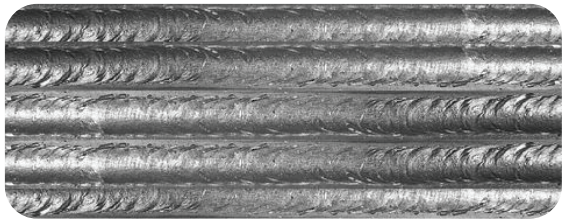
14 – رتّب مكان العمل جيدًا، وأعد ترتيب العُدَد والأدوات المستعملة واحفظها في مكانها الصحيح.

الرسم التوضيحي

الشكل (2).

الشكل (3).

الشكل (4).



الشكل (5).

التمارين العملية

التمرين السابع

لحام وصلة تطابقية على قطع من الفولاذ الطري.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تُجهّز قطع عمل حسب المخطّط.
- تلحم خطوطًا مستقيمة تركيبية متعدّدة على قطعة العمل، حسب المخطّط في الوضع الأرضي.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.
2 – محطة لحام (ميج).
3 – أدوات قياس وتخطيط
4 – قطّاعة أسلاك.
5 – فرشاة سلك.

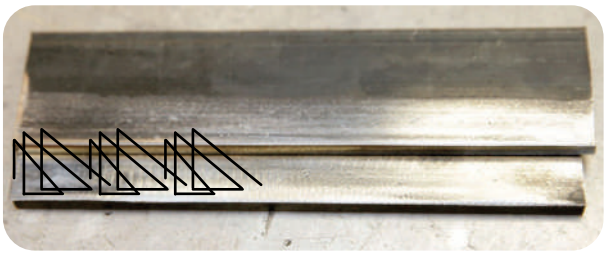
المواد الأولية

1 – لفة سلك لحام قطر (1) مم.
2 – قطع من الفولاذ المنخفض الكربون مقطع مُبَسّط قياس(200×100×5) مم.

خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.
2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.
3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، ومن توافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.
4 – جهّز قطعتَي العمل حسب القياسات المطلوبة، وثبّتهما في وضع أرضي، بعد تنظيفهما من الزيوت العالقة أو الرايش، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء

5 – ركّب أسلاك لحام على وحدة التغذية بقطر (1) مم.

6 – اضبط شدة التيار (160) أمبير، وتدفّق الغاز بين (14–16) لتر/دقيقة، والفولتية (20–23) فولت.

7 – ثبّت مقبض اللحام على قطعة العمل بزاوية عمل (45°)، ومن (70°–80°) زاوية الحركة، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

8 – ولّد القوس الكهربائي على طرف الوصلة، ثم ابدأ عملية التنقيط باللحام عند استقرار القوس الكهربائي، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

9 – حافظ على مستوى اندفاع سلك اللحام بحدود (15) مم، وأن يكون متمركزًا على قمة حوض الانصهار.

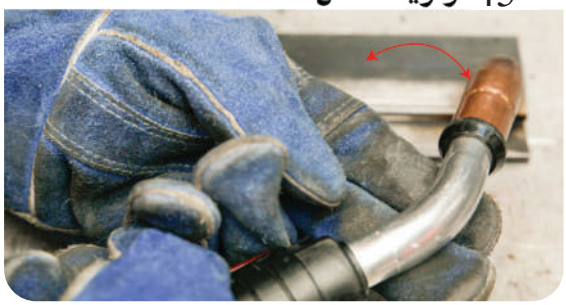
10 – ابدأ بلحام خط مستقيم مع تحريك مشعل اللحام حركة مثلثية بسيطة، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

11 – نظّف خط اللحام باستعمال فرشاة السلك، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

12 – أطفئ القوس الكهربائي عند الانتهاء من التمرين، وفكّ فالة الغاز من فرد اللحام ونظّفها، وأعد تركيبها.

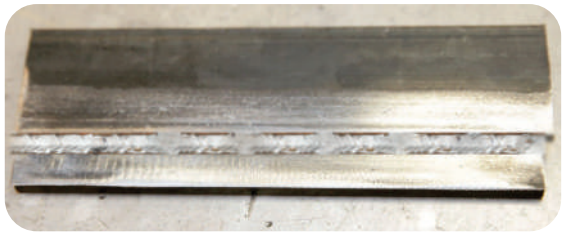
13 – رتّب مكان العمل جيدًا، وأعد ترتيب العُدَد والأدوات المستعملة واحفظها في مكانها الصحيح.

الرسم التوضيحي



الشكل (2).

الشكل (3).



الشكل (4).

التمارين العملية

التمرين الثامن

لحام وصلة تناكبية مشطوفة على قطع من الفولاذ الطري.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تُجهّز قطع عمل حسب المخطّط.
- تلحم وصلة تناكبية مشطوفة، حسب المخطّط في الوضع الأرضي.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – معدّات السلامة والصحة المهنية. 2 – محطة لحام (ميج). 3 – أدوات قياس وتخطيط 4 – قطّاعة أسلاك. 5 – فرشاة سلك.	1 – لفة سلك لحام قطر (1) مم. 2 – قطع من الفولاذ المنخفض الكربون مقطع مُبَسّط قياس(200×100×5) مم.

خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.

2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.

3 – قبل الشروع في عملية اللحام تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، ومن توافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.

4 – جهّز قطعتي العمل بشطفها حسب القياسات المطلوبة، وثبّتها في وضع أرضي، بعد تنظيفهما من الزيوت العالقة أو الرايش، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

الرسم التوضيحي

الشكل (1).

خطوات الأداء

5 – ركّب أسلاك لحام على وحدة التغذية بقطر (1) مم.

6 – اضبط شدة التيار (160) أمبير، وتدفّق الغاز بين (14–16) لتر/دقيقة، والفولتية (20–23) فولت.

7 – ثبّت مقبض اللحام على قطعة العمل بزاوية عمل (90°)، ومن (75°–80°) زاوية الحركة، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

8 – ولّد القوس الكهربائي على طرف الوصلة، ثم ابدأ عملية التنقيط باللحام عند استقرار القوس الكهربائي، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

9 – حافظ على مستوى اندفاع سلك اللحام بحدود (15)مم، وأن يكون متمركزًا على قمة حوض الانصهار.

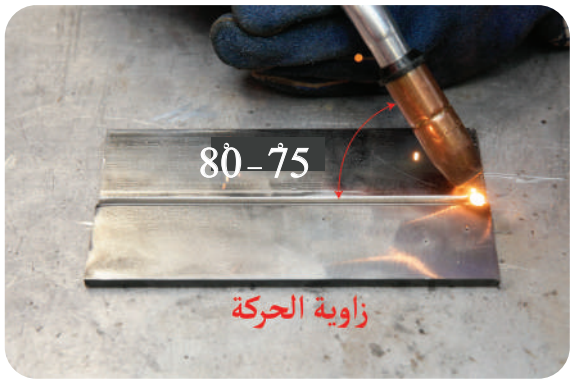
10 – ابدأ بلحام خط مستقيم مع تحريك مشعل اللحام حركة ترددية بسيطة.

11 – نظّف خط اللحام باستعمال فرشاة السلك، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

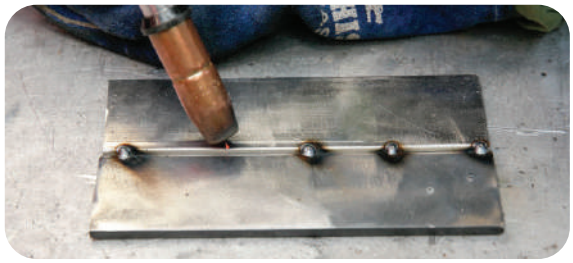
12 – أطفئ القوس الكهربائي عند الانتهاء من التمرين، وفكّ فالة الغاز من مشعل اللحام ونظّفها، وأعد تركيبها.

13 – رتّب مكان العمل جيدًا، وأعد ترتيب العُدَد والأدوات المستعملة، واحفظها في مكانها الصحيح.

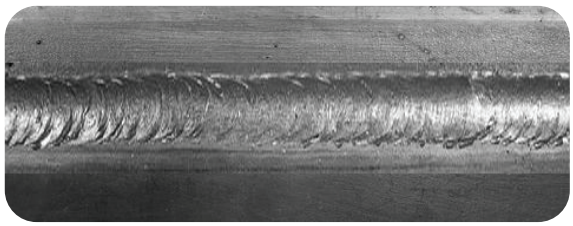
الرسم التوضيحي



الشكل (2).



الشكل (3).



الشكل (4).

التمارين العملية

التمرين التاسع

لحام وصلة حرف (T) على قطع من الفولاذ الطري ملحومة بخط واحد وثلاثة خطوط.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تُجهّز قطع عمل حسب المخطّط.
- تلحم وصلة حرف (T) خط واحد وثلاثة خطوط على قطع من الفولاذ الطري حسب المخطّط في الوضع الأرضي.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.
2 – محطة لحام (ميج).
3 – أدوات قياس وتخطيط
4 – قطّاعة أسلاك.
5 – فرشاة سلك.

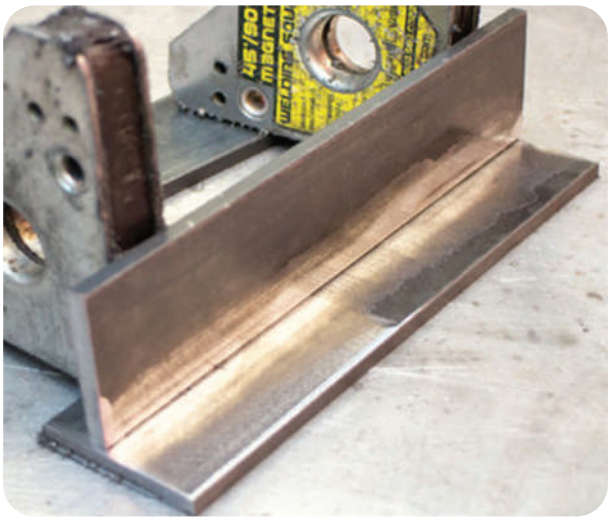
المواد الأولية

1 – لفة سلك لحام قطر (1) مم.
2 – قطع من الفولاذ المنخفض الكربون مقطع مُبَسّط قياس(200×100×5) مم.

خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.
2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.
3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، ومن توافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.
4 – جهّز قطعتَي العمل حسب القياسات المطلوبة، وثبّتهما في وضع أرضي، بعد تنظيفهما من الزيوت العالقة أو الرايش، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء

5- ركّب أسلاك لحام على وحدة التغذية بقطر (1) مم.

6- اضبط شدة التيار (150–170) أمبير، وتدفّق الغاز بين (14–16) لتر/دقيقة، والفولتية (20–23) فولت.

7- ثبّت مقبض اللحام على قطعة العمل بزاوية عمل (45°)، ومن (15°–10°) زاوية الحركة، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

8- ولّد القوس الكهربائي على طرف الوصلة، ثم ابدأ عملية التنقيط باللحام عند استقرار القوس الكهربائي، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

9- حافظ على مستوى اندفاع سلك اللحام بحدود (15) مم، وأن يكون متمركزًا على قمة حوض الانصهار.

10- ابدأ بلحام خط مستقيم مع تحريك مشعل اللحام حركة ترددية بسيطة، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

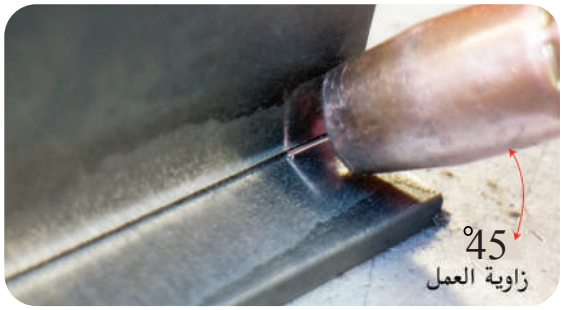
11- نظّف خط اللحام باستعمال فرشاة السلك.

12- أكمل لحام باقي الخطوط بالترتيب وبحركة يد مناسبة كما هو مُبيّن في الشكل (5).

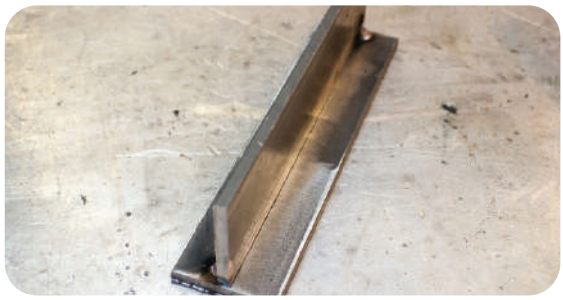
13- أطفئ القوس الكهربائي عند الانتهاء من التمرين، وفكّ فالة الغاز من مشعل اللحام ونظّفها وأعد تركيبها.

14- رتّب مكان العمل جيدًا، وأعد ترتيب العُدَد والأدوات المستعملة، واحفظها في مكانها الصحيح.

الرسم التوضيحي

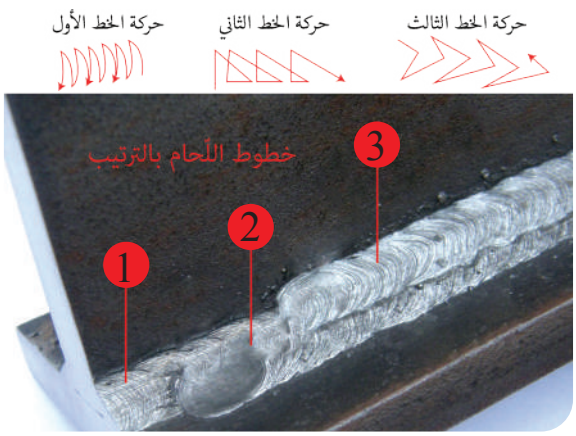


الشكل (2).



الشكل (3).

الشكل (4).



الشكل (5).

تمرين عملي للممارسة

لحام وصلة تناكبية مشطوفة على قطع من الفولاذ الطري.

خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.

2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.

3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، ومن توافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.

4 – جهّز قطعتَي العمل بشطفها حسب القياسات المطلوبة، وثبّتها في وضع أرضي، بعد تنظيفهما من الزيوت العالقة أو الرايش، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

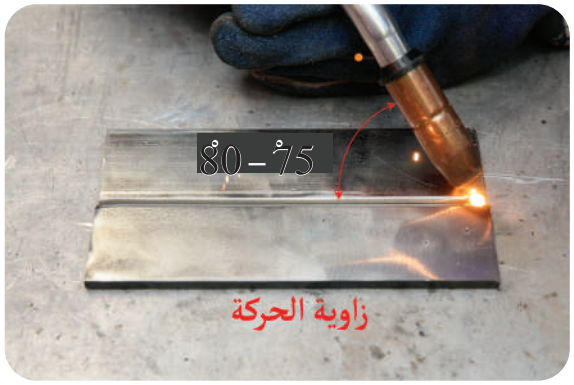
5 – ركّب أسلاك لحام على وحدة التغذية بقطر (1) مم.

6 – اضبط شدة التيار (160) أمبير، وتدفّق الغاز بين (14–16) لتر/دقيقة، والفولتية (20–23) فولت.

7 – ثبّت مقبض اللحام على قطعة العمل بزاوية عمل (90°)، ومن (80°–75°) زاوية الحركة، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

الرسم التوضيحي

الشكل (1).



الشكل (2).

خطوات الأداء

8 – ولّد القوس الكهربائي على طرف الوصلة، ثم ابدأ عملية التنقيط باللحام عند استقرار القوس الكهربائي، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

9 – حافظ على مستوى اندفاع سلك اللحام بحدود (15) مم، وأن يكـون متمركزًا على قمة حوض الانصهار.

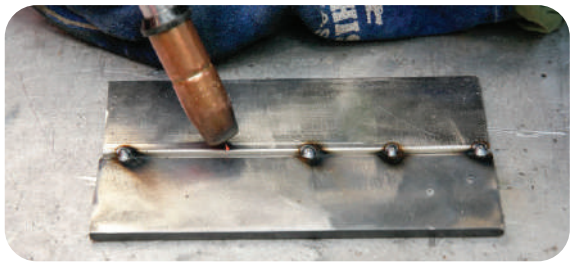
10 – ابدأ بلحام خط مستقيم مع تحريك مشعل اللحام حركة ترددية بسيطة.

11 – نظّف خط اللحام باستعمال فرشاة السلك، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

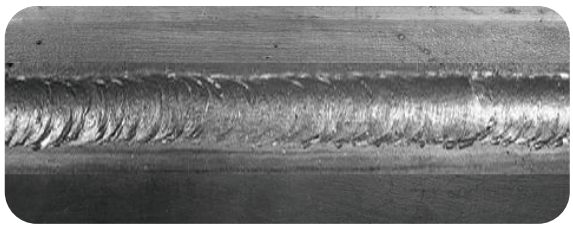
12 – أطفئ القوس الكهربائي عند الانتهاء من التمرين، وفكّ فالة الغاز من مشعل اللحام ونظّفها، وأعد تركيبها.

13 – رتّب مكان العمل جيدًا، وأعد ترتيب العُدَد والأدوات المستعملة واحفظها في مكانها الصحيح.

الرسم التوضيحي



الشكل (3).



الشكل (4).

ثانيًا: لحام المعادن بقوس التنجستون المحجوب بالغاز (تيج).

النتاجات

يتوقّع من الطالب أن يكون قادرًا على أن:

1 – يُجهّز محطة اللحام بقوس التنجستون.
2 – يُركب مقبض اللحام ويُجهّز أقطاب التنجستون.
3 – يضبط ضغط الغاز المستعمل.
4 – يضبط تيار وقطبية آلة اللحام.
5 – يُشعل قوس اللحام، ويصهر خطًا مستقيمًا من دون سلك لحام.
6 – يلحم خطوطا مستقيمة على قطعة من الفولاذ الطري، باستعمال سلك اللحام.
7 – يلحم وصلة تناكبية مغلقة على قطع من الفولاذ الطري، من دون سلك لحام.
8 – يلحم وصلةٍ زاوية خارجية من الألمنيوم من دون سلك لحام.
9 – يصهر خطًا مستقيمًا على قطعة من الألمنيوم سُمك (3) مم، من دون سلك لحام.
10 – يلحم وصلة حرف (T) من الفولاذ الطري لقطع سُمك (2) مم.
11 – يرتدي ملابس الوقاية الشخصية اللازمة عند لحام المعادن بقوس التنجستون المحجوب بالغاز.

تعليمات السلامة العامة:

- ☑ أعد خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمّن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط وقوانين السلامة والصحة المهنية.
- ☑ احذر من لمس الأجسام الساخنة، وتعامل مع أسطوانات الغاز بحذر.
- ☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق، و تأكّد من خلو منطقة العمل من أية مخاطر محتملة.

القياس والتقويم

نتاجات خاصة للعلوم الصناعية الخاصة

يتوقّع من الطالب أن يكون قادرًا على أن:

1 – يتعرّف أساسيات اللحام بقوس التنجستون المحجوب بالغاز ومبدأ عمله.

2 – يتعرّف الأجزاء الرئيسة لمحطة اللحام بقوس التنجستون المحجوب بالغاز.

3 – يتعرّف الأجزاء الرئيسة لمقبض آلة اللحام بقوس التنجستون وكيفية المحافظة عليه.

4 – يُميّز أقطاب التنجستون المستعملة في اللحام، وكيفية تحضيرها لأعمال اللحام.

5 – يُبيّن العوامل التي يجب مراعاتها عند اختيار سلك اللحام.

6 – يشرح كيفية معايرة تدفّق الغاز في أثناء لحام المعادن.

7 – يُحدّد أنواع الغازات الخاملة المستعملة في اللحام.

8 – يذكر ميزات لحام المعادن بقوس التنجستون المحجوب بالغاز.

9 – يُحدّد القطبية وتأثيرها في تغلغل اللحام في المعدن.

10 – يُحدّد الطريقة الصحيحة للحام وزاوية ميل سلك اللحام ومقبض اللحام.

11 – يُبيّن الطريقة الصحيحة لتحضير وصلات اللحام.

12 – يصف الطريقة الصحيحة لتثبيت القطع المعدنية على طاولة العمل.

13 – يتعرّف طرائق إشعال القوس.

14 – يتعرّف العلاقة بين نوع التيار والمعدن الملحوم.

15 – يذكر الاحتياطات التي يجب مراعاتها عند لحام المعادن بقوس التنجستون المحجوب بالغاز.

16 – يُعدّد العيوب المحتملة في أثناء لحام المعادن بقوس التنجستون وأسبابها وكيفية التغلب عليها.

17 – يفهم مبدأ اللحام الأوتوماتيكي بالقوس المعدني المحجوب بالغاز.

18 – يتعرّف أنواع ماكنات اللحام المستعملة في لحام المعادن بقوس التنجستون.

19 – يوضّح أهم مواصفات اللحام بقوس التنجستون.

20 – يوضّح طرائق تبريد اللحام.

انظر.. وتساءل

1 – هل يمكن لقوس التنجستون (تيج) لحام المعادن غير الحديدية؟

2 – ما أنواع الآلات المستعملة في عمليات اللحام بقوس التنجستون (تيج)؟

استكشف

في أغلب الأحيان تُلحم المعادن غير الحديدية كالألمنيوم والصفائح الرقيقة، بلحام (التيج) بسبب كفايته وفاعليته العاليتين، ابحث عبر الإنترنت عن الصناعات أو المنتوجات التي يدخل فيها لحام قوس التنجستون، واكتب تقريرًا بذلك وشاركه مع زملائك واعرضه على معلمك.

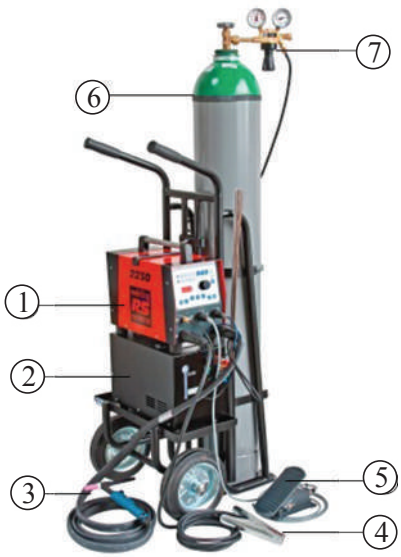
اقرأ.. وتعلم

أساسيات لحام التنجستون (Tungsten Inert Gas) (TIG)

يُستعمل هذا النوع من اللحام عند لحام المعادن مثل الفولاذ غير القابل للصدأ، والفولاذ ذي نسب الكربون المختلفة، والمعادن غير الحديدية مثل الألمنيوم والمغنيسيوم والنيكل والنحاس والتيتانيوم، باستعمال غازات الأرغون أوالهيليوم، أو خليط منهما، ليكون حاجزًا وواقيًا من الهواء عند إجراء عمليات اللحام لهذه المعادن، وبذلك نحصل على خطوط لحام عالية الجودة، حيث تُلحم هذه المعادن بوساطة آلات تعمل بالتيار المتناوب (AC) أو التيار المباشر(DC)، ويُختار التيار حسب نوع المعادن المشغولة.

الأجزاء الرئيسة لمحطة اللحام بقوس التنجستون المحجوب بالغاز

تتكوّن محطة لحام قوس التنجستون المحجوب بالغاز (تيج) من عدة أجزاء، ويوضح الشكل (2–13)، أهم هذه الأجزاء:



1 – آلة اللحام.
2 – وحدة التبريد.
3 – مشعل اللحام (مقبض فرد اللحام).
4 – مربط التأريض (الأرضي).
5 – دوّاسة التحكّم.
6 – أسطوانة غاز الحجب.
7 – منظّم غاز الحجب.

الشكل (2–13): الأجزاء الرئيسة لمحطة اللحام بقوس التنجستون المحجوب بالغاز.

أنواع آلات اللحام المستعملة في لحام المعادن بقوس التنجستون:

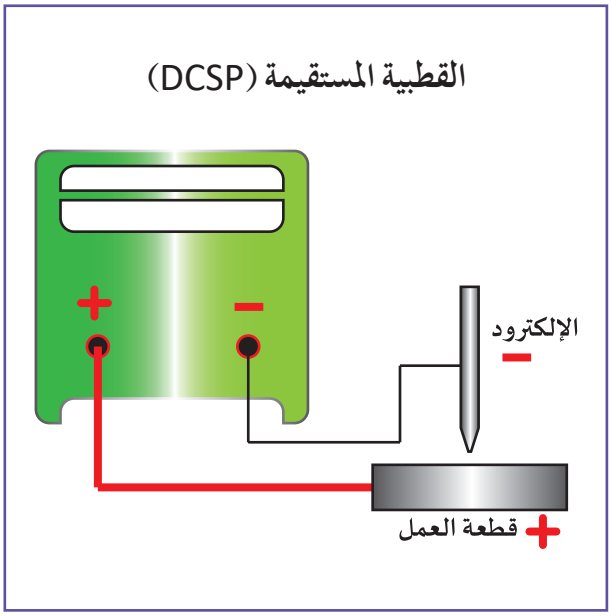
تستعمل في عملية اللحام (تيج) آلات لحام تمتاز ببساطة التركيب، التي تكون كما يأتي:

1 – آلة لحام ذات التيار المباشر:

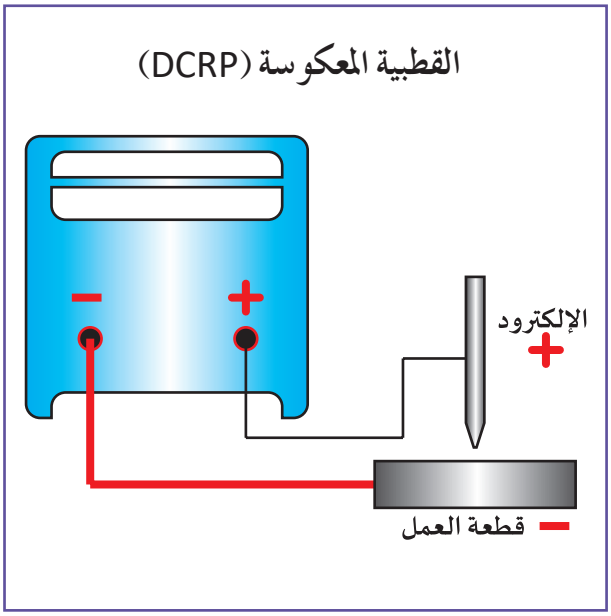
التيار المباشر فيها تدفّق ثابت للإلكترونات من منطقة ذات جهد عالٍ إلى أخرى ذات جهد منخفض، وتتدفّق الشحنة الكهربائية في الاتجاه نفسه، ويوجد نوعان منها:

أ – **القطبية المستقيمة (DCSP)**: ويكون الإلكترود على القطب السالب، وقطعة العمل على القطب الموجب، فتتمركز الحرارة على ثلثي قطعة العمل، وتنقسم شدة التيار لتكون (70٪) على قطعة العمل و(30٪) على الإلكترود، فيكون خط اللحام الناتج ذا تغلغل جيد وعرضه قليل، التي تكون الحرارة المركزة على الإلكترود قليلة. من ثمّ، فإنّه يمكن استعمال إلكترودات ذات أقطار قليلة، كما هو مُبيّن في الشكل (2–14).

ب- **القطبية المعكوسة (DCRP)**: ويكون الإلكترود على القطب الموجب، وقطعة العمل على القطب السالب، فتتمركز الحرارة على ثلثي الإلكترود، وتنقسم شدة التيار لتكون (70٪) على الإلكترود، و (30٪) على قطعة العمل ، فيكون خط اللحام الناتج عريضًا وذا تغلغل قليل، كما هو مُبيّن في الشكل (2-15).



الشكل (2-14): القطبية المستقيمة.



الشكل (2-15): القطبية المعكوسة.

2- آلة اللحام بالتيار المتناوب:

التيار في هذه الآلة يعكس اتجاهه على نحوٍ دوري، بشكل متذبذب في الذهاب والإياب على نحو (50-60) مرة في الثانية، حسب النظام الكهربائي المستعمل، وفي هذه الحالة تتوزع الحرارة على الإلكترود وقطعة العمل بالتساوي، فينتج خط لحام متوسط التغلغل والعرض.

فكّر

ناقش أنت وزملاؤك ومعلمك القطبية وتأثيرها في تغلغل اللحام.

مقبض آلة اللحام قوس التنجستون

هو أحد أهم أجزاء آلة اللحام، فهو أداة الإمساك بإلكترود اللحام والتحكّم في إيصال التيار والغاز الحاجب إلى منطقة اللحام، ومن أهم أجزائه الموضّحة في الشكل (2–15):

الشكل(2–16): مقبض آلة اللحام قوس التنجستون.

أنواع الغازات المستعملة في لحام قوس التنجستون:

يُستعمل في أثناء عملية اللحام غازات خاملة تعزل منطقة اللحام عن الهواء الجوي المحيط؛ وذلك لمنع أكسدة اللحام وتلوثه بالغازات المحيطة، مثل: الأكسجين والهيدروجين والنيتروجين. وتُخزَّن هذه الغازات في أسطوانات فولاذية خاصة ذات مقاييس عالمية، والأكثر استعمالًا منها يتسع لـ (6–8) م^3، ويتراوح الضغط داخلها بين (100–200) بار، ويبلغ طول الأسطوانة (94) سم، وقطرها (22) سم، ولها ألوان خاصة حسب المواصفات المعتمدة في كل بلد.

ويُستعمل في عملية العزل (الحجب) أنواع عدة منها:

1 – **الأرغون (Ar):**

هو غاز خامل عديم اللون والرائحة، يوجد في الهواء بنسبة أكبر من الغازات الأخرى، إذ إنّ كمية قليلة منه تعزل منطقة اللحام أكثر ما تعزله كمية كبيرة من الغازات الأخرى، ويمتاز بعدم قابليته للاشتعال أو الانفجار، ويُعدّ من الغازات غير السامة.

2- **غاز الهيليوم (He):**

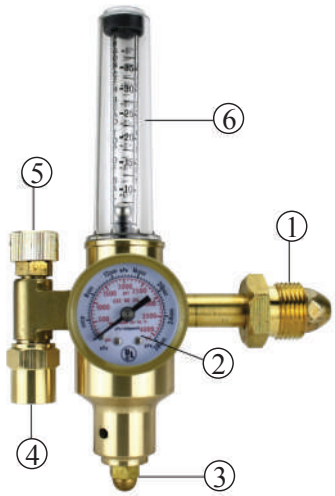
هو غاز خامل عديم اللون والرائحة وغير سام وأخف من الهواء، ويُعدّ أفضل من غاز الأرغون في توليد القوس الكهربائي، ويكون جذر اللحام أعمق، وسرعة اللحام أكبرا نظرًا إلى تولّد فولتية عالية للقوس الكهربائي عند التيار نفسه؛ لذا، يُستعمل غالبًا في لحام المعادن ذات السُمك الكبير والمعادن ذات الموصلية العالية للحرارة، وعند الحاجة إلى سرعات عالية لتنفيذ عمليات اللحام، لقدرته على توليد فولتية عالية للقوس الكهربائي. وبسبب كثافته المنخفضة، مقارنة بالهواء، فإنّه يتطلب تدفّقًا أعلى ما يحتاج إليه غاز الأرغون بـ (3) أضعاف تقريبًا للقيام بعملية الحجب.

3- **خليط غاز الأرغون والهيليوم:**

يُستعمل خليط غازي الأرغون والهيليوم عادة في لحام المعادن التي تحتاج إلى تسخين عالٍ للمعادن غير الحديدية، مثل: النحاس، والنيكل، والتيتانيوم، وغيرها.

معايرة تدفّق الغاز في أثناء لحام المعادن

يُعاير تدفّق الغاز في أثناء اللحام عن طريق مُنظّم الغاز الذي يتمتّع بدرجة عالية من الدقة والحساسية، إذ يُركّب على صمام أسطوانة الغاز، فتعمل على تنظيم الغاز وضبطه عن طريقه، فيوصل كمية مناسبة إلى بركة اللحام، ومن أهم أجزائه، كما هو مُبيّن في الشكل(2-17).



1- مدخل الغاز.
2- ساعة قياس ضغط الغاز داخل الأسطوانة.
3- صمام الأمان.
4- مخرج الغاز.
5- صمام التحكّم في تدفّق الغاز.
6- مقياس تدفّق الغاز.

الشكل (2-17): أجزاء مُنظّم تدفّق الغاز.

أقطاب التنجستون المستعملة في اللحام

تُصنع أقطاب التنجستون من مادة التنجستون أو أحد سبائكه، وهو من المعادن الصلبة، فهو لا ينصهر في أثناء عملية اللحام، وهذا يدل على أنه غير مُستهلَك، فيدوم مدة طويلة إذا استُعمل بشكلٍ صحيح، فتتوافر أقطاب التنجستون بأقطار مختلفة تتراوح بين (0.25 – 6.4) مم، وأطوال بين (75–610) مم، ومن ميّزاته أن درجة انصهاره مرتفعة، إذ تصل إلى (3422)° س، ويعتمد اختيار قطر قطب التنجستون وطوله على نوع المعدن الذي يراد لحامه، وسُمكه، ونوع التيار المتوافر، ومشعل اللحام وحجمه؛ لذا، تجدها بألوان وأشكال مختلفة، ويُوضح الجدول (2–3) أهم أنواع الأقطاب وخصائصها.

جدول (2–3): أقطاب التنجستون المستعملة في للحام

اللون	نوع سبيكة قطب التنجستون	ملاحظات
الأخضر	تنجستون نقي	يزوَّد بقوس جيّد وثابت للتيار المتناوب (AC).
رمادي	أكسيد السيريوم CeO_2	سهولة بدء القوس مع ثبات التيار مع طول عمر القطب.
أحمر والأصفر	أكسيد الثوريوم ThO_2	الأسهل في بدء القوس، ويتحمل تيارًا أعلى، وهو الأفضل في ثبات القوس، وذو مقاومة عالية للانصهار في بركة اللحام، صعوبة تشكيل نهاية كروية للتيار المتردد.
أزرق، ذهبي، أسود	أكسيد اللانثانوم LaO_3	يشبه الثوريوم، ويمكن استعماله بدلًا منه.
بني	أكسيد الزركونيوم ZrO_2	– مناسب جدًّا للتيار المتولد؛ لإمكانية تشكيل نهاية كروية. – سهولة بدء القوس مع ثبات التيار.

كما تُصنّف أقطاب التنجستون (الإلكترود) إلى ثلاثة أنواع رئيسة هي:

1 – **قطب تنجستون نقي**: تصل نسبة النقاء إلى (99.5%) تقريبًا، فيمتاز بتكلفته المنخفضة، وقدرته على تحمّل تيار منخفض إذا قورن بأقطاب أخرى.

2 – **قطب تنجستون ثوريوم**: يطلى أحد أطرافه باللون الأصفر، إذا كانت نسبة الثوريوم من (0.8%–1.2%)، إمّا إذا كانت نسبته تتراوح بين (1.7%–2.2%)، فيطلى أحد أطرافه باللون الأحمر.

3 – **قطب تنجستون زركونيوم**: يُطلى غالبًا أحد أطرافه باللون البني أو اللون الأبيض، ويُستعمل بصفة خاصة مع التيار المتناوب، ويمكن استعماله مع التيار المستمر، ويمتاز بقدرته الجيدة على إشعال القوس، ومقاومته لحدوث تلوث في خط اللحام.

ابحث وشارك

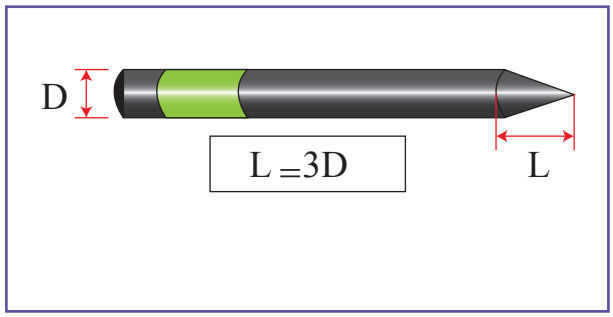
متى يُطلى أحد أطراف قطب التنجستون باللون الأزرق؟

تنبيه

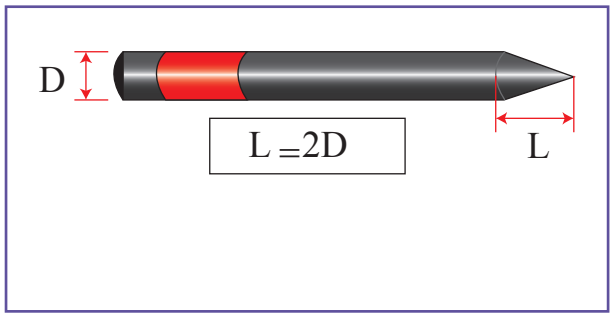
إن أقطاب التنجستون غالية الثمن؛ لذا، يجب معاملتها بحذر شديد وخاصة عند جلخ الرأس الأمامي لها، وتجهيزها لعملية اللحام.

يحضّر قطب التنجستون بجلخه بوساطة حجر الجلخ، فإذا كان قطره (2.4) مم، أو أقل، فإن الجزء المراد جلخه يجب أن يكون ثلاثة أضعاف قطره، كما هو مُبيّن في الشكل (2–18).

أمّا الأقطاب التي يزيد قطرها على (2.4) مم، فإنّ طول الجزء المراد جلخه يجب أن يكون ضعفي القطر، كما هو مُبيّن في الشكل (2–19). التي تكون عملية الجلخ باتجاه دوران حجر الجلخ، وليس على نحوٍ عمودي عليه، وذلك للحصول على رأس مخروطي منتظم.



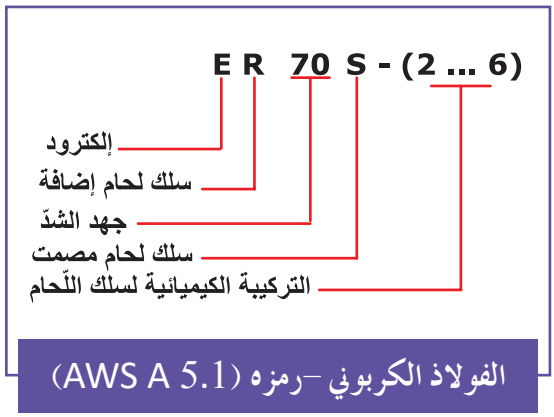
الشكل (2–18)

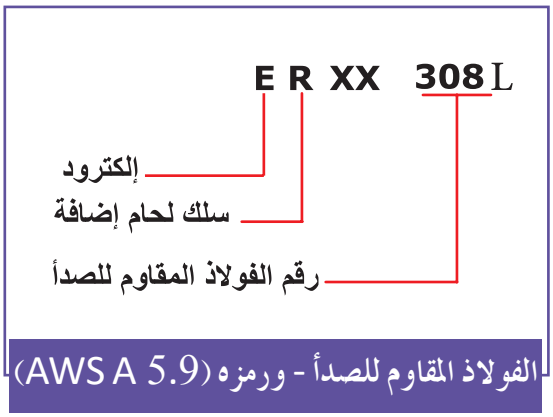


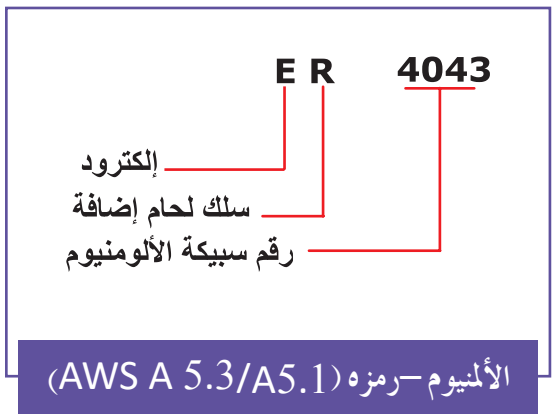
الشكل (2–19)

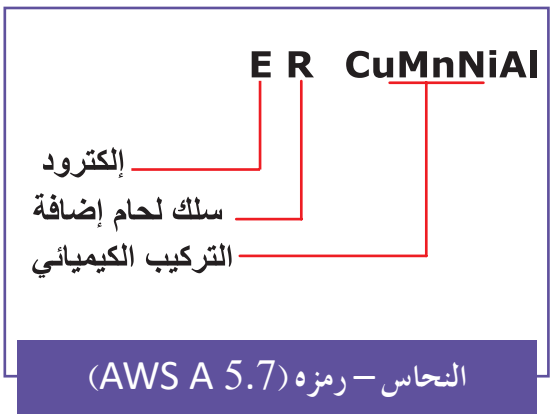
سلك اللحام والعوامل التي يجب مراعاتها عند اختياره

تتوافر أسلاك اللحام على شكل قضبان ذات أقطار وأطوال مختلفة تتراوح بين (0.65 – 4.8) مم، أو على شكل بكرات عند استعمالها في عمليات اللحام آليًّا أو شبه آلي، فيجب أن يكون السلك مناسبًا لنوع المعدن المراد لحامه، ويُختار قطر السلك بما يتناسب مع سُمك المعدن المراد لحامه أيضًا، وقد صنَّفت جمعية اللحام الأمريكية (AWS) أسلاك لحام التنجستون برموز وحروف وأرقام ذات دلالات فنية من حيث نوع المعدن المصنوع كما يأتي:









غالبًا ما تُستعمل هذه الأسلاك في لحام المعادن ذات السُمك المتوسّط والكبير، إمّا المعادن ذات السُمك القليل فيُصهر أطرافها من دون الحاجة لسلك اللحام، ومن الضروري استعمال أسلاك خاصة بلحام التنجستون؛ لاحتوائها على خصائص تناسب هذه العملية، مثل المواد المختزلة التي تقلل عملية الأكسدة، إذ يرعى قبل استعمال هذه الأسلاك تنظيفها من الشوائب أو المواد العالقة؛ لذا، يجب تخزينها في أماكن جافة ونظيفة.

ميّزات لحام المعادن بقوس التنجستون المحجوب بالغاز

يمتاز اللحام بقوس التنجستون المحجوب بالغاز بميّزات عدة مقارنة بالأنواع الأخرى، أهمها:

1 – إمكانية استعماله في عمليات لحام العديد من المعادن وسبائكها الحديدية وغير الحديدية.

2 – سهولة مراقبة عملية اللحام (سهولة الرؤية في أثناء عملية اللحام).

3 – عدم وجود دخان وشوائب أو شرر متطاير من مخرجات عملية اللحام؛ لأنه لا يوجد نواتج لعملية اللحام، ولا تستعمل المساحيق التي تؤدي إلى الاختلاط بالمعدن المنصهر.

4 – جودة المنتج؛ نظرًا إلى إمكانية التحكّم في بركة اللحام وفاعلية الغاز في حماية منطقة العمل.

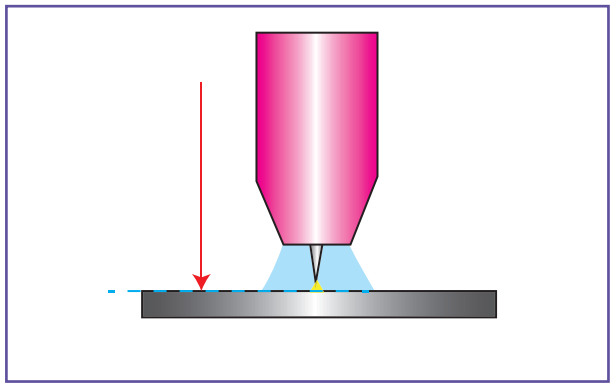
5 – قلّة التشوهات والإجهادات؛ بسبب إمكانية تركيز الحرارة في منطقة صغيرة.

6 – قلة الحاجة إلى عمليات التنظيف بسبب عدم وجود طبقة من البودرة على سلك اللحام وانعدام الرذاذ، وذلك بسبب حرارة انتقال المعدن عن طريق القوس.

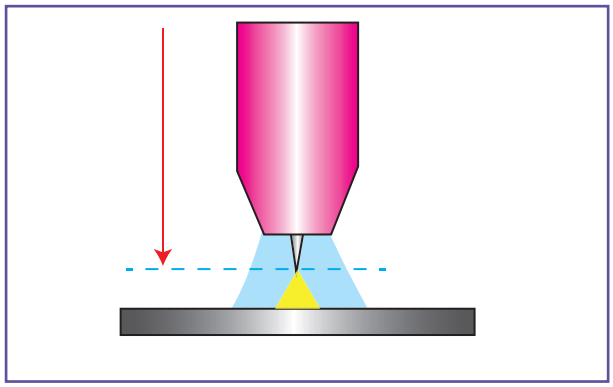
7 – تأثّر المنطقة الملحومة بالحرارة يكون قليلًا، ويكون المعدن متجانسًا من حيث التركيب.

طرائق إشعال قوس التنجستون

توجد طريقتان لإشعال قوس التنجستون، إذ يعتمد إشعال القوس على نوع الآلة المستعملة في عمليات اللحام والإضافات المتوافرة فيها، فإذا كانت الآلة ذات تردد منخفض يولّد القوس بملامسة القطب لقطعة العمل مدّة لا تزيد عن ثانيتين ثم يرفع مشعل اللحام قليلًا حتى يتولّد القوس، كما هو مُبيّن في الشكل (2–20)، وإذا تم اللحام بآلة ذات التيار المتناوب أو المباشر ذات التردد العالي، فيمكن إشعال القوس من دون ملامسة القطب لقطعة العمل، إذ يتولّد تلقائيًّا عند اقتراب القطب من قطعة العمل كما هو مُبيّن في الشكل (2–21).



الشكل (2–20)



الشكل (2–21)

الاحتياطات التي يجب مراعاتها عند إجراء عمليات اللحام بقوس التنجستون:

يجب أخذ التدابير الآتية والتأكّد من تنفيذها قبل الشروع في عمليات اللحام بقوس التنجستون وتلافيًا لوقوع خطر أو إصابات، يجب التأكد من تنفيذ التدابير الآتية:

1 – إبعاد آلات اللحام عن المواقع التي تكون عرضة لتسرّب الماء أو الرطوبة والغبار، عند تركيبها.

2 – ألا يقل بعد الآلات عن الجدار والنوافذ عن مسافة (30) سم في مكان العمل.

3 – التأكّد أن كيبل التأريض موصول بالأرض؛ فهذا مهم جدًّا لتشغيل الأجهزة الكهربائية بأمان، والحماية من الصدمة الكهربائية.

4 – ثني طرف سلك لحام التغذية في أثناء عملية اللحام؛ لتجنب خطر طرفه الحاد.

5 – وضع قطع أسلاك اللحام المتبقّية في وعاء خاص.

6 – ارتداء ملابس الوقاية الشخصية في أثناء العمل.

7 – التأكّد من صلاحية طفّايات الحريق وصندوق الإسعافات الأولية، وأن يكون قريبًا في منطقة اللحام.

طرائق اللحام وزوايا ميل السلك ومشعل اللحام

تتم عمليات اللحام بقوس التنجستون بإحدى الطرائق الآتية:

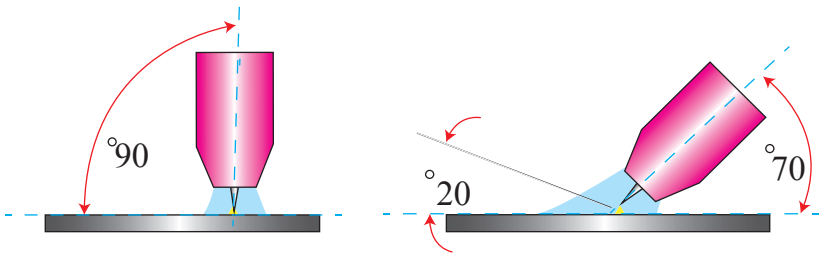
1 – **اللحام اليدوي**: تُستعمل هذه الطريقة في لحام المعادن والأشكال ذات الحجوم الصغيرة والمتوسطة، وعلى عامل اللحام الذي يُستعمل هذه الطريقة يجب أن يكون ذا مهارة عالية عند إجراء عمليات اللحام اليدوية.

2 – **اللحام شبه الآلي**: يمكن لعامل اللحام استعمال هذه الطريقة في لحام المعادن ذات الأحجام الصغيرة والمتوسطة، إذ يزوّد مشعل اللحام بجهاز تغذية مثبّت على المقبض الخاص باللحام.

3 – **اللحام الآلي**: تُستعمل هذه الطريقة في لحام المعادن ذات الأحجام الكبيرة والمتوسطة، حيث يكون التحكّم في عملية اللحام آليًّا من حيث التغذية، وتحريك المقبض الخاص باللحام، ويكون عامل اللحام في هذه الطريقة مراقبًا على عملية اللحام.

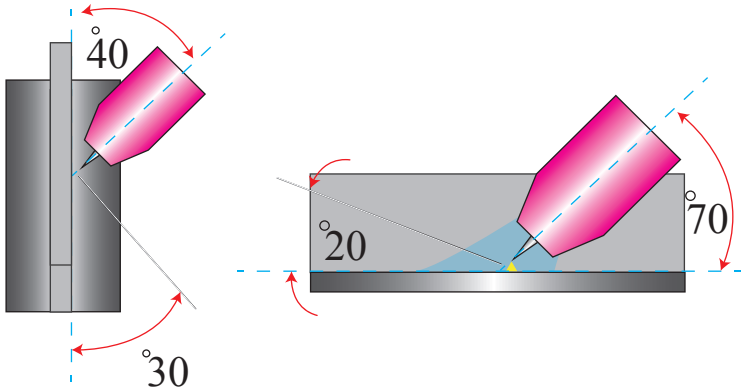
وتجري عملية اللحام بزوايا ميل مختلفة لمشعل وسلك اللحام، إذ يتحكّم في هذه الزوايا، الوصلات المراد إجراء عمليات اللحام لها، فقبل البدء بإجراء عمليات اللحام للوصلات يجب التأكّد من إزالة الشوائب والعوالق عنها، وتفقّد والتأكّد من نظافة أسلاك اللحام، ثم تثبّت الوصلات على طاولة العمل وإجراء عمليات التنقيط لتثبيتها، ومن هذه الوصلات:

أ– **الوصلة التناكبية**: التي تكون الزوايا في هذه الوصلة، كما هو مُبيّن في الشكل (2–22).



الشكل(2–22): زاوية اللحام في الوصلة التناكبية.

ب– **وصلة لحام على شكل حرف (T)**: التي تكون الزوايا في هذه الوصلة، كما هو مُبيّن في الشكل (2–23).



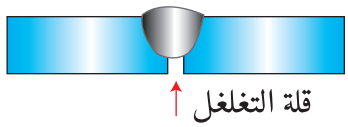
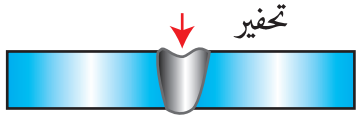
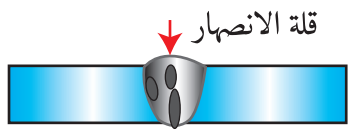
الشكل(2–23): زاوية اللحام في وصلة لحام على شكل حرف (T).

جـ- الوصلة الركنية (الزاوية): يكون التعامل مع هذه الوصلة من حيث زاوية ميل المشعل وسلك اللحام معاملة الوصلة التناكبية إذا تم لها اللحام خارجيًّا، أمّا إذا كان اللحام داخليًّا، فتكون زوايا ميل مشعل وسلك اللحام كما في الوصلة التي تكون على شكل حرف (T).

العيوب المحتملة في أثناء اللحام بقوس التنجستون، أسبابها وكيفية التغلب عليها:

تتشابه عيوب اللحام بالقوس الكهربائي المحجوب بالغاز (التيج والميج) فتحدث عيوب محتملة في أثناء إجراء عمليات اللحام بقوس التنجستون (تيج)، فما أسبابها؟ وكيف تُعالج؟ سنتعرف بعضًا منها في الجدول (2-4).

الجدول (2-3): العيوب المحتملة في أثناء اللحام بقوس التنجستون، أسبابها وكيفية التغلب عليها

العيب	السبب	العلاج
	– سرعة في اللحام. – زاوية ميل غير صحيحة. – الفراغ بين قطع العمل غير كافٍ أو كبير.	– ضبط شدة تيار اللحام. – تخفيض سرعة اللحام. – ضبط الفراغ بين قطع العمل.
	– سرعة اللحام عالية. – شدة تيار اللحام عالية جدًّا.	– تخفيض سرعة اللحام. – خفض شدة تيار اللحام.
	– قوس كهربائي قصير. – شدة تيار اللحام منخفضة. – سرعة اللحام بطيئة.	– ضبط طول القوس الكهربائي. – زيادة شدة تيار اللحام. – زيادة سرعة اللحام.

طرائق تبريد مشعل اللحام

تُزوّد آلات اللحام بوحدات تبريد إمّا أن تكون هذه الوحدة داخلية وإمّا منفصلة خارجية حسب تصميم آلة اللحام ونوعها، وتكون وظيفة هذه الوحدة تبريد مشعل اللحام والمحافظة على قطب التنجستون من التلف عند استعمال تيار مرتفع، ويتم التبريد بطريقتين:

1 – **التبريد بالهواء**: هو الأكثر شيوعًا، ويُستعمل عندما تكون شدة تيار اللحام أقل من (200) أمبير، ويكون مشعل اللحام في هذه الحالة أصغر حجمًا من المشعل المبرد بالماء.

2 – **التبريد بالماء**: يُستعمل التبريد بالماء إذا كانت مقابض اللحام المصمّمة مناسبة لتيار لحام عالٍ، يتراوح بين (200 – 700) أمبير، وفي هذه الطريقة يحتوي الكيبل ومشعل اللحام على قنوات ماء للتبريد، ما يجعل وزنه أثقل من المقبض المبرد بالهواء. ويمكن التحكّم في تدفّق الماء حسب الكمية المطلوبة وإغلاق التيار تلقائيًّا في حال انقطاع ضغط الماء أو انخفاضه عن الحد المطلوب؛ وذلك للحفاظ على مقبض وكوابل اللحام وجودة اللحام، ويجب ألا يتجاوز ضغط ماء التبريد المستعمل (3.5) بار، كما هو مُبيّن في الشكل(2–24).

الشكل(2–24): وحدة تبريد مشعل اللحام.

ابحث عبر محركات البحث (الإنترنت) عن عيوب أخرى عند إجرائك عمليات اللحام بقوس التنجستون واكتب تقريرًا بذلك وشاركه مع زملائك، واعرضه على معلمك.

التقويم الذاتي (دليل تقييم الأداء)

الرقم	خطوات الأداء	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أُجهّز محطة اللحام بقوس التنجستون.			
2	أركّب مقبض اللحام وأُجهّز أقطاب التنجستون.			
3	أضبط ضغط الغاز المستعمل.			
4	أضبط تيار وقطبية آلة اللحام.			
5	أُشعل قوس اللحام، وأصهر خطًّا مستقيمًا (لحام بالصهر).			
6	ألحم خطوطًا مستقيمة على قطعة من الفولاذ الطري، باستعمال سلك اللحام.			
7	ألحم وصلة تناكبية طرفية على قطع من الفولاذ الطري (لحام بالصهر).			
8	ألحم وصلة زاوية خارجية من الألمنيوم (لحام بالصهر).			
9	أصهر خطًّا مستقيمًا على قطعة من الألمنيوم سُمك (3) مم.			
10	ألحم وصلة حرف (T) من الفولاذ الطري لقطع سُمك (2) مم.			
11	أرتدي ملابس الوقاية الشخصية اللازمة عند لحام المعادن بقوس التنجستون المحجوب بالغاز.			

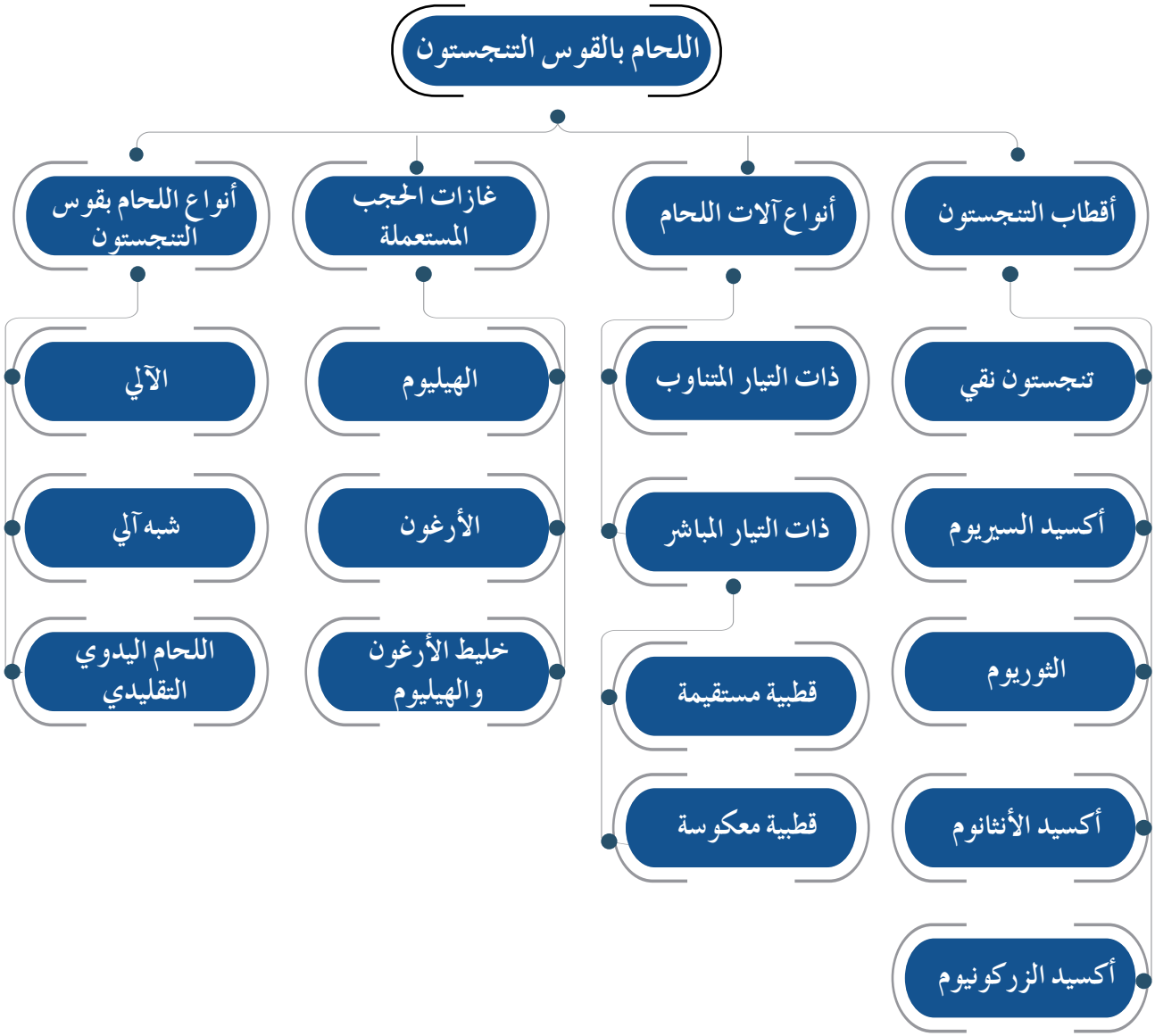
الأسئلة

1 – لماذا يُعدّ لحام قوس التنجستون من أهم طرائق اللحام الحديثة؟

2 – ما الاحتياطات التي يجب مراعاتها عند إجراء عمليات اللحام بقوس التنجستون؟

3 – علل : يُستعمل في لحام (تيج) أقطاب مصنوعة من معدن التنجستون.

الخرائط المفاهيمية



التمارين العملية

التمرين العاشر

تجهيز محطة لحام قوس التنجستون وملحقاتها.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تجمّع محطة لحام قوس التنجستون.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – معدّات السلامة والصحة المهنية. 2 – محطة لحام قوس التنجستون. 3 – مفاتيح ربط متنوّعة.	1 – رغوة صابون 2 – قطعة قماش أو إسفنجة

خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.

2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.

3 – تفقّد الكيبلات الموصلة للتيار الكهربائي وكيبلات الغاز والماء، من التشققات، وتأكّد من جاهزيتها، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

4 – تفقّد وحدة التبريد بالماء، وتأكّد من وجود الماء فيها حسب دليل الشركة الصانعة، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

5 – ثبّت أسطوانة الغاز في مكانها المخصص.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

6- افتح محبس الغاز الخاص بالأسطوانة ربع دورة، ثم اغلقه للتخلّص من الأتربة والغبار العالق على سن الأسطوانة الداخلي.

7- ركّب مُنظّم الغاز على الأسطوانة، وثبّته بوساطة مفتاح مناسب، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

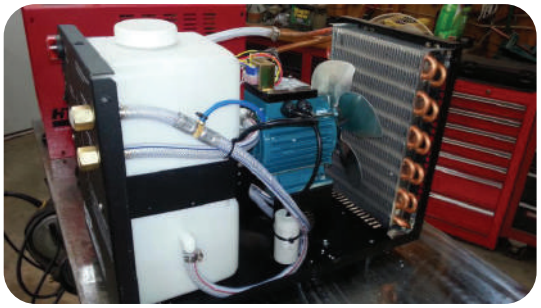
8- صل خرطوم الغاز بالمنظّم، بوساطة مرابط خاصة، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

9- ثبّت الخرطوم بإحكام، بوساطة مفتاح الربط المناسب، ومرّر الغاز لمدة ثوانٍ قليلة، لتنظيفه من الغبار قبل الشروع بوصله في آلة اللحام.

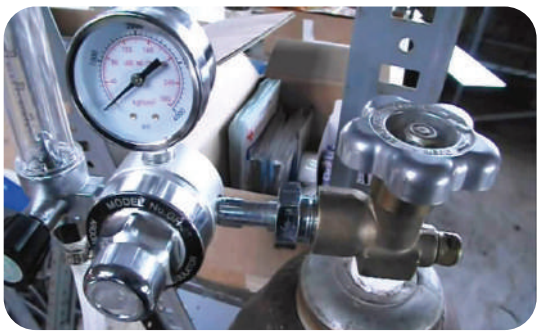
10- صِل خرطوم الغاز بآلة اللحام حسب تعليمات الشركة الصانعة، كما هو مُبيّن في الشكل (5).

11- ثبّت خرطوم الغاز بإحكام، وافحص وصلات الغاز بالماء والصابون، وتأكّد من خلوّها من أي تسريب للغاز.

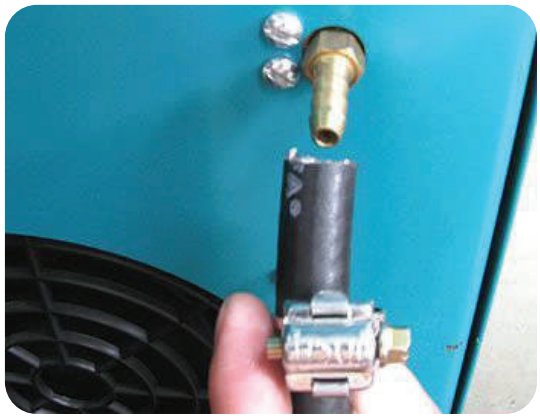
الشكل (1).



الشكل (2).



الشكل (3).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
12 – صِل بآلة اللحام كُلًّا من كيبل الكهرباء والغاز الخاصّيْن بمشعل اللحام، كما هو مُبيّن في الشكل (6).	الشكل (4).
13 – ثبّت الوصلات بإحكام، باستعمال مفاتيح الربط المناسبة.	
14 – صِل خرطوم التبريد الخاص بمقبض اللحام بالمبرد بالماء بوحدة التبريد أو بالآلة مباشرةً إذا كانت وحدة التبريد داخلية، كما هو مُبيّن في الشكل (7).	 الشكل (5).
15 – تأكّد من أن الوصلات مشدودة جيدًا وخالية من تسرّب للماء.	
16 – صِل كيبل التأريض بآلة اللحام، وثبّته بطاولة العمل.	
17 – جهّز دوّاسة التحكّم والكيبل الخاص بها حسب تعليمات الشركة الصانعة، ثم صِل الكيبل الخاص بها في آلة اللحام بحذر، كما هو مُبيّن في الشكل (8).	الشكل (6).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
18 – تفقّد الوصلات جميعها مرة أخرى؛ للتأكّد من جاهزيتها، قبل الشروع في إيصال مصدر الطاقة الرئيس.	الشكل (7).
19 – صِل مصدر الطاقة الرئيس في مزوّد الطاقة.	
20 – اضغط على مفتاح تشغيل الآلة (ON)، وتأكّد من جاهزية الآلة، كما هو مُبيّن في الشكل (9).	الشكل (8).
21 – رتّب مكان العمل جيدًا، واحفظ العُدَد والأدوات المستعملة في مكانها الصحيح.	الشكل (9).

التمارين العملية

التمرين الحادي عشر

تركيب مقبض اللحام وتجهيز أقطاب التنجستون.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تجمَع مشعل لحام قوس التنجستون.
- تُجهّز أقطاب التنجستون.

متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – معدّات السلامة والصحة المهنية. 2 – محطة لحام بقوس التنجستون (تيج). 3 – أجزاء مشعل لحام غير مجمعة. 4 – أدوات ربط متنوّعة.	– قطب تنجستون

خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.

2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.

3 – تأكّد من أن كيبل فرد اللحام غير موصل بآلة اللحام، وافصل التيار الكهربائي عن آلة اللحام، وأغلق صمام الغاز والتبريد.

4 – تفقّد أجزاء مشعل اللحام المراد تجميعها، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

5 – ثبّت ناشر الغاز (حامل حاضنة القطب) على جسم مشعل اللحام، وتأكّد من تثبيته بدقة، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

الرسم التوضيحي

الشكل (1).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
6 – ركّب مانع التسرّب حسب نوع فرد اللحام الذي لديك.	الشكل (2).
7 – ركّب حاضنة القطب، ومرّرها من الخلف في مركز ناشر الغاز، كما هو مُبيّن في الشكل (3).	
8 – ركّب الغطاء الخلفي لمقبض اللحام، وتأكّد من مانع التسرّب أنه في مكانه، كما هو مُبيّن في الشكل (4).	الشكل (3).
9 – أدخل قطب التنجستون في حاضنته، ومرّرها في مركز الحاضنة، كما هو مُبيّن في الشكل (5).	
10 – ثبّت فالة السيراميك على جسم المقبض، وشُدّها باليد، كما هو مُبيّن في الشكل (6).	الشكل (4).
11 – شدّ الغطاء الخلفي لمقبض اللحام بإحكام؛ لتثبيت قطب التنجستون ومنعه من الحركة.	
12 – تفقّد خطوط الغاز، والماء، والهواء حسب نوع مشعل اللحام المستعمل، وتأكّد من جاهزيتها، وصلها بآلة اللحام.	الشكل (5).

خطوات الأداء

- **تحضير أقطاب التنجستون**

13 – أرخِ غطاء مشعل اللحام بفكّه قليلًا.

14 – اسحب قطب التنجستون من مكانه.

15 – اجلخ قطب التنجستون بوساطة حجر الجلخ، كما هو مُبيّن في الشكل (7)، حسب المعطيات الآتية:

أ– إذا كان قطره (2.4)مم أو أقل، فإن الجزء المراد جلخه يجب أن يكون ثلاثة أضعاف قطره، كما هو مُبيّن في الشكل (8).

ب– الأقطاب التي يزيد قطرها عن (2.4) مم، فإن طول الجزء المراد جلخه يجب أن يكون ضعفي القطر، كما هو مُبيّن في الشكل (9).

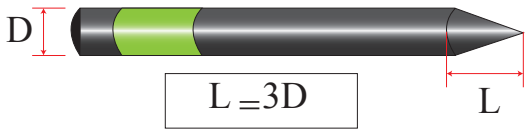
وتكون عملية الجلخ باتجاه دوران حجر الجلخ، وليس على نحوٍ عمودي عليه، وذلك للحصول على رأس مخروطي منتظم، كما هو مُبيّن في الشكل (7).

16 – رتّب مكان العمل جيدًا، واحفظ العُدَد والأدوات المستعملة في مكانها الصحيح.

الرسم التوضيحي

الشكل (6).

الشكل (7).



الشكل (8).

الشكل (9).

التمارين العملية

التمرين الثاني عشر

ضبط الغاز المستعمل والتيار وقطبية آلة اللحام وإشعال قوس اللحام، وصهر خط مستقيم.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تضبط ضغط الغاز المستعمل.
- تضبط تيار وقطبية آلة اللحام.
- تُشعل قوس اللحام، وتصهر خطًّا مستقيمًا بالصهر.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.

2 – محطة لحام بقوس التنجستون (تيج).

3 – أدوات تخطيط وقياس

المواد الأولية

– قطعة عمل (الفولاذ) قياس (3×100×100) م

خطوات الأداء

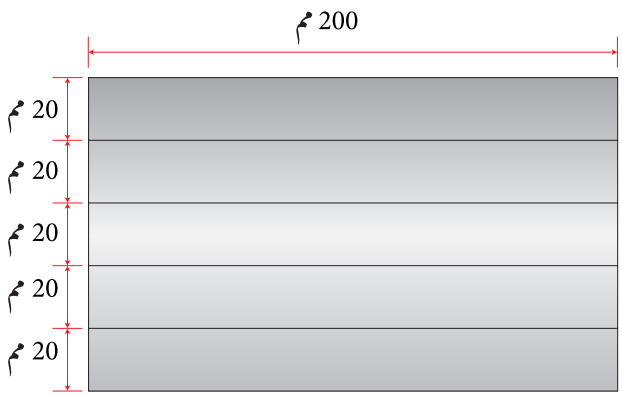
1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.

2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.

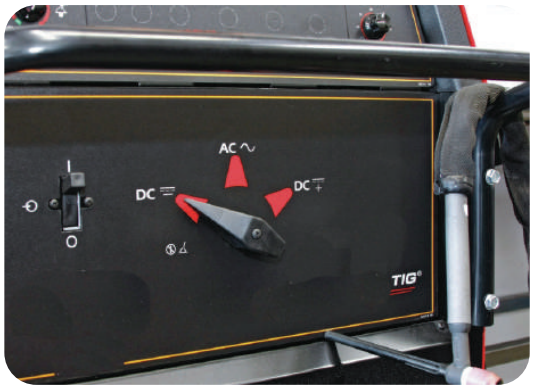
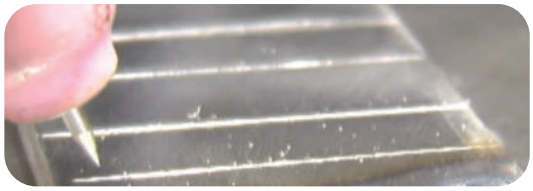
3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، ومن توافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.

3 – خطّط قطعة العمل حسب المخطّط، باستعمال أدوات التخطيط المناسبة، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
5 – تفقّد آلة اللحام وتأكّد من جاهزيتها.	
6 – نظّف قطعة العمل باستعمال الأداة المناسبة.	
7 – ضع المشغولة وثبّتها على طاولة العمل بالوضع الأرضي.	
8 – اضبط ضغط الغاز بمقدار (6) لترات في الدقيقة، حسب نوع معدن المشغولة وسُمكها.	الشكل (2).
9 – تأكّد من شدة تدفّق الغاز، باستعمال مؤشر التدفّق، كما هو مُبيّن في الشكل (2).	
10 – اضبط تيار آلة اللحام حسب العمل المطلوب، واختر نوع تيار مباشر (DC) للفولاذ، كما هو مُبيّن في الشكل (3).	 الشكل (3).
11 – افتح غاز الحجب عن طريق مفتاح التحكم الموجود على مقبض اللحام.	
12 – قرّب مشعل اللحام من قطعة العمل حتى يتوّلد القوس، واحذر من اختلاط القطب بقطعة العمل، كما هو مُبيّن في الشكل (4).	 الشكل (4).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
13 – حافظ على المسافة بين رأس القطب وقطعة العمل عند تولّد القوس، بحيث تكون المسافة (3) مم تقريبًا.	الشكل (5).
14 – حرّك مقبض اللحام بعد تشكيل بركة الانصهار، حسب الزاوية المطلوبة، كما هو مُبيّن في الشكل (5).	
15 – ابدأ بعملية الصهر لخط لحام مستقيم، كما هو مُبيّن في الشكل (6).	الشكل (6).
16 – اقطع قوس اللحام في نهاية خط اللحام، وأبقِ تدفّق الغاز لحماية منطقة الصهر.	
17 – كرّر الخطوات السابقة بصهر بقية الخطوط وتمرن عليها، بعد استشارة معلمك، كما هو مُبيّن في الشكل (7).	الشكل (7).
18 – رتّب مكان العمل جيدًا، واحفظ العُدَد والأدوات المستعملة في مكانها الصحيح.	

التمارين العملية

التمرين الثالث عشر

لحام خطوط مستقيمة على قطعة من الفولاذ الطري، باستعمال سلك اللحام.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تلحم خطوطًا مستقيمة على قطعة من الفولاذ الطري، باستعمال سلك اللحام، في الوضع الأرضي.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.
2 – محطة لحام بقوس التنجستون (تيج).
3 – أدوات قياس وتخطيط.
4 – فرشاة سلك.

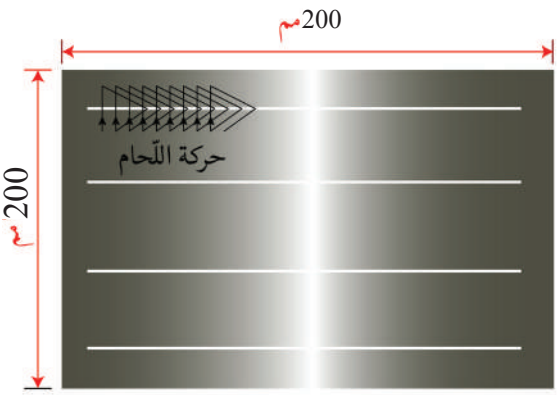
المواد الأولية

1 – قطعة صاج من الفولاذ الطري قياس:
(200×150×3) مم.
2 – أسلاك لحام بأقطار متنوّعة.

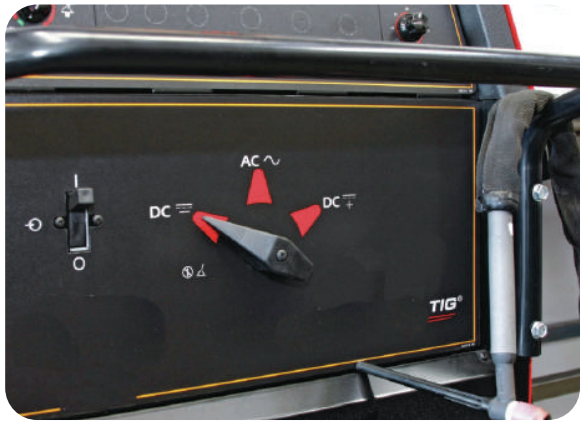
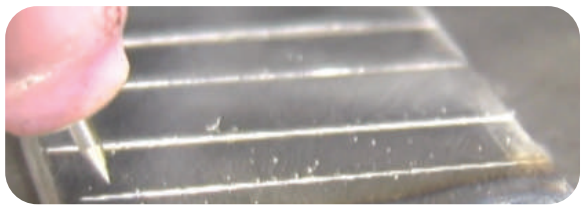
خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.
2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.
3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، ومن توافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.
4 – خطّط قطعة العمل حسب المخطّط، باستعمال أدوات التخطيط المناسبة، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
5 – تفقّد آلة اللحام و تأكّد من جاهزيتها.	الشكل (2).
6 – نظّف قطعة العمل باستعمال الأداة المناسبة.	
7 – ضع المشغولة وثبّتها على طاولة العمل في الوضع الأرضي، كما هو مُبيّن في الشكل (2).	
8 – اضبط ضغط الغاز بمقدار (6) لترات في الدقيقة، حسب نوع معدن المشغولة وسُمكها.	 الشكل (3).
9 – تأكّد من كمية تدفّق الغاز، باستعمال مؤشر التدفّق.	
10 – اضبط تيار آلة اللحام حسب العمل المطلوب، واختر نوع تيار مباشر (DC) للفولاذ، بمقدار (75 – 95) أمبير، كما هو مُبيّن في الشكل (3).	
11 – افتح غاز الحجب عن طريق مفتاح التحكّم الموجود على مقبض اللحام.	 الشكل (4).
12 – قرّب مشعل اللحام من قطعة العمل حتى يتولّد القوس، واحذر من اختلاط القطب بقطعة العمل، كما هو مُبيّن في الشكل (4).	

خطوات الأداء

13 – اضبط زاوية حركة المقبض بحث تكون بين (70°– 75°) وزاوية عمل (90°)، كما هو مُبيّن في الشكل (5).

14– حافظ على المسافة بين رأس القطب وقطعة العمل عند تولّد القوس، بحيث تكون المسافة (3) مم تقريبًا.

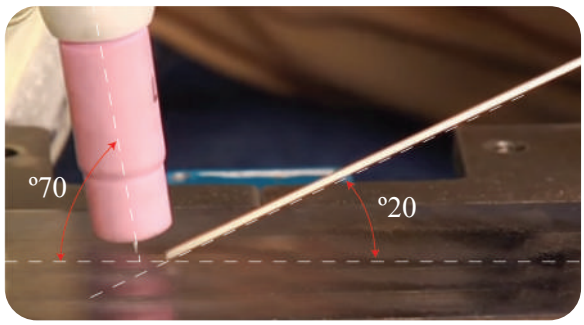
15 – حرّك مقبض اللحام بعد تشكيل بركة الانصهار، حسب الزاوية المطلوبة وبسرعة ثابتة.

16 – ابدأ بعملية اللحام لخط مستقيم، وحرّك السلك حركة ترددية إلى الأمام باتجاه بركة الصهر، والرجوع إلى الخلف قليلًا، مع المحافظة على زوايا ميل السلك وبقائه محميًّا بغاز الحجب، كما هو مُبيّن في الشكل (6).

17– اقطع قوس اللحام في نهاية خط اللحام، وأبقِ تدفّق الغاز لحماية منطقة اللحام، كما هو مُبيّن في الشكل (7).

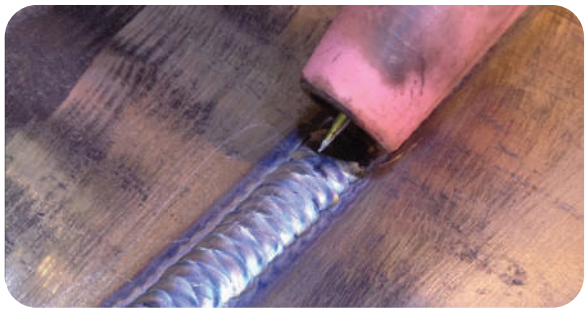
18– ضع مقبض اللحام في مكانه المخصص، وأغلق صمام الغاز.

الرسم التوضيحي



الشكل (5).

الشكل (6).



الشكل (7).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
19 – نظّف خط اللحام باستعمال فرشاة السلك، واعرض النتيجة على معلمك، لتفادي الأخطاء إن وجدت في الخطوط اللاحقة.	
20 – كرّر الخطوات السابقة بلحام بقية الخطوط وتمرن عليها، بعد استشارة معلمك، كما هو مُبيّن في الشكل (8).	الشكل (8).
21 – رتّب مكان العمل جيدًا، واحفظ العُدَد والأدوات المستعملة في مكانها الصحيح.	

تمارين للممارسة

1 – كرّر توليد (إشعال القوس) على قطع عمل ذات سماكات متعدّدة ومعادن مختلفة.

2 – اصهر خطوطًا مستقيمة لقطع عمل ذات سماكات متعدّدة ومعادن مختلفة.

التمارين العملية

التمرين الرابع عشر

لحام وصلة تناكبية مغلقة على قطع من الفولاذ الطري، من دون سلك لحام (بالصهر).

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تلحم وصلة تناكبية مغلقة على قطع من الفولاذ الطري(لحام بالصهر)، في الوضع الأرضي.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.
2 – محطة لحام بقوس التنجستون (تيج).
3 – أدوات قياس وتخطيط.
4 – طاولة عمل.
5 – فرشاة السلك.

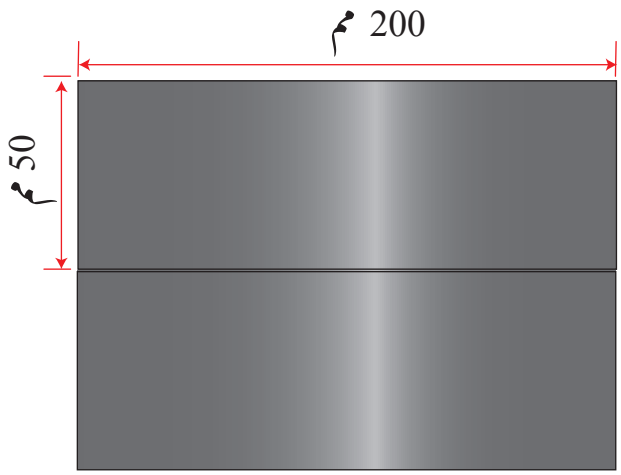
المواد الأولية

– قطعة صاج من الفولاذ الطري قياس:
(3×50×200) مم، عدد (2).

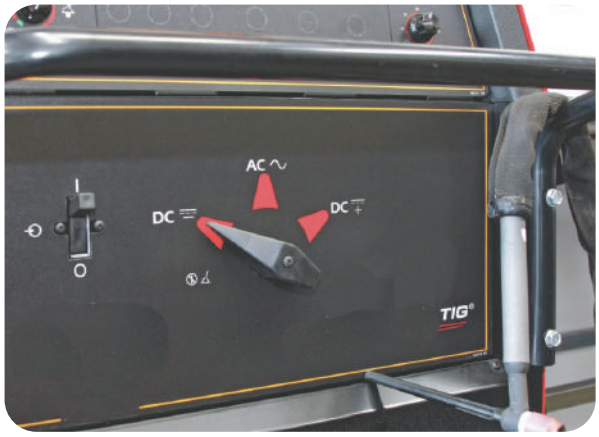
خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.
2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.
3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، وتوافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.
4 – جهّز قطعة العمل حسب المخطّط، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
5 – تفقّد آلة اللحام وتأكّد من جاهزيتها.	
6 – نظّف قطعة العمل من الشوائب؛ باستعمال الأداة المناسبة.	الشكل (2).
7 – ضع الوصلة و ثبّتها تناكبيًّا على طاولة العمل بالوضع الأرضي، وتأكّد بأن سطحهما مستوٍ، كما هو مُبيّن في الشكل (2).	
8 – اضبط ضغط الغاز بمقدار (6) لترات في الدقيقة، حسب نوع معدن المشغولة وسُمكها.	
9 – تأكّد من شدة تدفّق الغاز، باستعمال مؤشر التدفّق.	
10 – اضبط تيار آلة اللحام حسب العمل المطلوب، واختر نوع تيار مباشر (DC) للفولاذ، بمقدار (75 – 95) أمبير، كما هو مُبيّن في الشكل (3).	 الشكل (3).
11 – افتح غاز الحجب عن طريق مفتاح التحكّم الموجود على مقبض اللحام.	

خطوات الأداء

12 – قرّب مشعل اللحام من قطعة العمل حتى يتوّلد القوس، واحذر من اختلاط القطب بقطعة العمل.

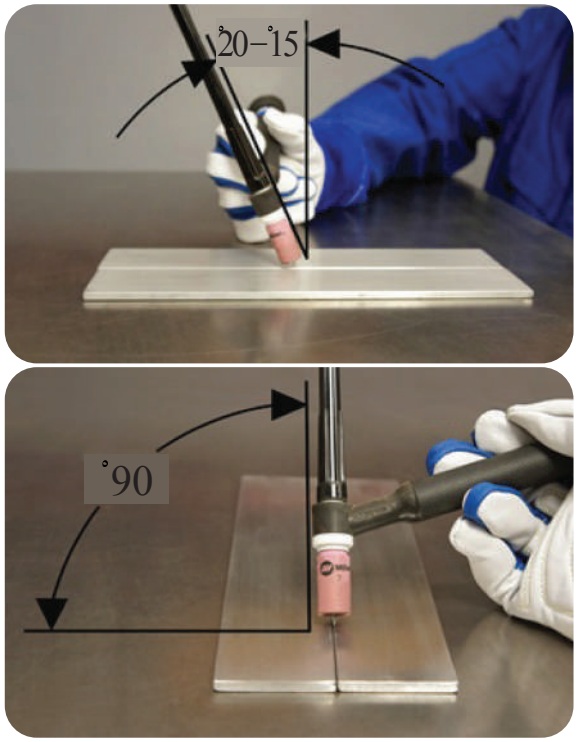
13 – اضبط زاوية حركة المقبض بحث تكون بين (70° – 75°) وزاوية عمل (90°)، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

14 – حافظ على المسافة بين رأس القطب وقطعة العمل عند تولّد القوس، بحيث تكون المسافة (3) مم تقريبًا.

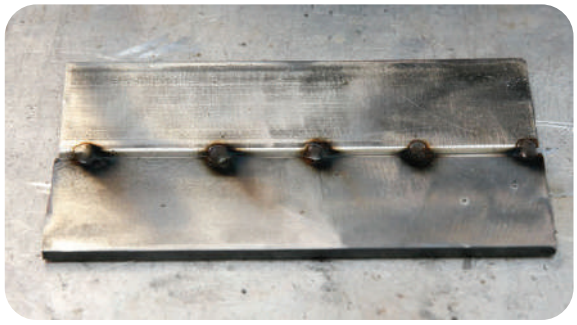
15 – ثبّت الوصلة بإجراء عملية التنقيط لها، كما هو مُبيّن في الشكل (5).

16 – ابدأ بتحريك مقبض اللحام بعد تشكيل بركة الانصهار، حسب الزاوية المطلوبة وبسرعة ثابتة.

الرسم التوضيحي



الشكل (4).



الشكل (5).

خطوات الأداء

17- ابدأ بعملية اللحام بالصهر للوصلة بخط مستقيم، بحركة ترددية إلى الأمام باتجاه بركة الصهر، والرجوع إلى الخلف قليلاً، وبقاء بكرة الصهر محملة بغاز الحجب، كما هو مُبيّن في الشكل (6).

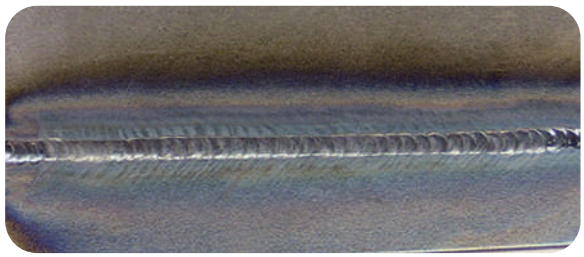
18- اقطع قوس اللحام في نهاية خط اللحام، وأبق تدفّق الغاز لحماية منطقة اللحام.

19- ضع مقبض اللحام في مكانه المخصص، وأغلق صمام الغاز.

20- نظّف خط اللحام بالصهر باستعمال فرشاة السلك، واعرض النتيجة على معلمك.

21- رتّب مكان العمل جيدًا، واحفظ العُدَد والأدوات المستعملة في مكانها الصحيح.

الرسم التوضيحي



الشكل (6).

التمارين العملية

التمرين الخامس عشر

لحام وصلة زاوية خارجية من الألمنيوم من دون سلك لحام (اللحام بالصهر).

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تلحم وصلة زاوية خارجية من الألمنيوم من دون سلك لحام، في الوضع الأرضي.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – معدّات السلامة والصحة المهنية. 2 – محطة لحام بقوس التنجستون (تيج). 3 – أدوات تثبيت. 4 – فرشاة سلك.	– قطعة من الألمنيوم قياس: (200× 50×3)مم، عدد (2).

خطوات الأداء

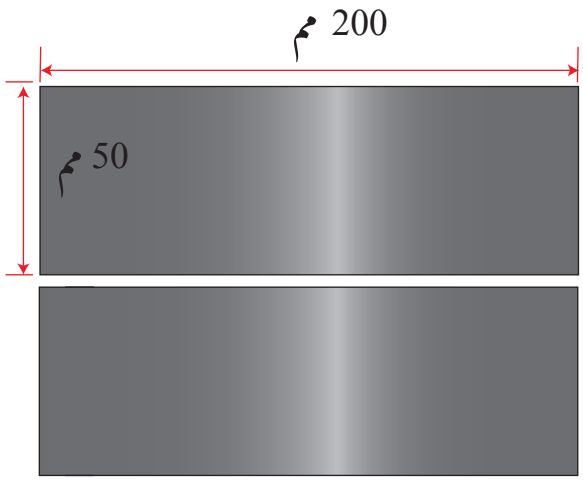
1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.

2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.

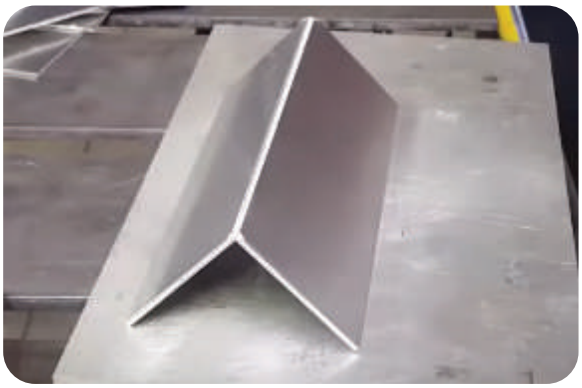
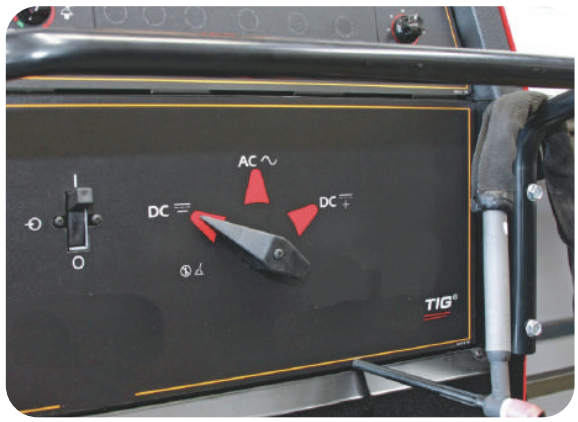
3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، وتوافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.

4 – جهّز قطع العمل حسب المخطّط، باستعمال أدوات التخطيط المناسبة، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
5 – تفقّد آلة اللحام وتأكّد من جاهزيتها.	 الشكل (2).
6 – نظّف قطعة العمل من الشوائب باستعمال الأداة المناسبة.	
7 – ضع الوصلة وثبّتها على طاولة العمل في الوضع الأرضي، على شكل زاوية، كما هو مُبيّن في الشكل (2).	
8 – اضبط ضغط الغاز بمقدار (6) لترات في الدقيقة، حسب نوع معدن المشغولة وسُمكها.	 الشكل (3).
9 – تأكّد من كمية تدفّق الغاز، باستعمال مؤشر التدفّق.	
10 – اضبط تيار آلة اللحام حسب العمل المطلوب، واختر نوع تيار مباشر (DC) للفولاذ، بمقدار (75–95) أمبير، كما هو مُبيّن في الشكل (3).	الشكل (4).
11 – افتح غاز الحجب عن طريق مفتاح التحكّم الموجود على مقبض اللحام.	

خطوات الأداء

12 – قرّب مشعل اللحام من قطعة العمل حتى يتولّد القوس، واحذر من اختلاط القطب بقطعة العمل، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

13 – اضبط زاوية حركة المقبض بحث تكون بين (70° – 75°) وزاوية عمل (90°)، كما هو مُبيّن في الشكل (5).

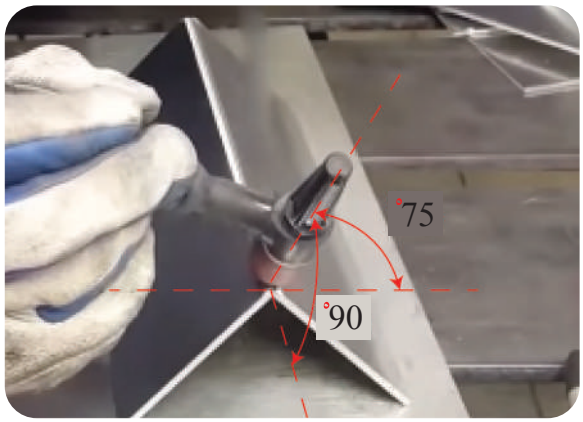
14 – حافظ على المسافة بين رأس القطب وقطعة العمل عند تولّد القوس، بحيث تكون المسافة (3) مم تقريبًا.

15 – ثبّت الوصلة بإجراء عملية التنقيط لها، كما هو مُبيّن في الشكل (6).

16 – ابدأ بتحريك مقبض اللحام بعد تشكيل بركة الانصهار، حسب الزاوية المطلوبة وبسرعة ثابتة.

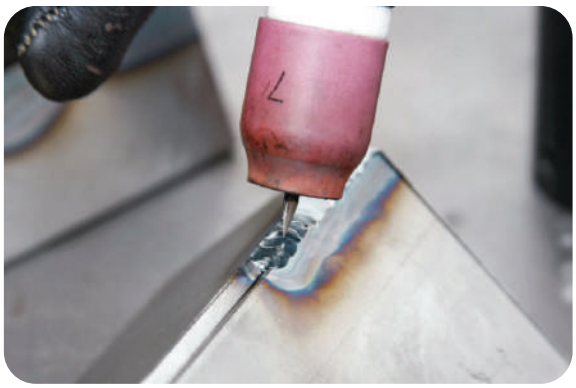
17 – ابدأ بعملية اللحام بالصهر للوصلة بخط مستقيم، بحركة ترددية إلى الأمام باتجاه بركة الصهر، والرجوع إلى الخلف قليلًا، وبقاء بركة الصهر محمية بغاز الحجب، كما هو مُبيّن في الشكل (7).

الرسم التوضيحي

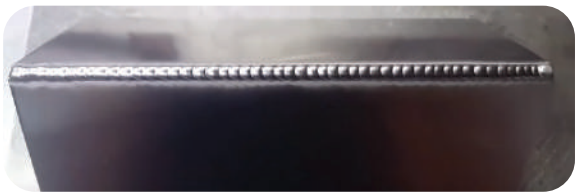


الشكل (5).

الشكل (6).



الشكل (7).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
18 – اقطع قوس اللحام في نهاية خط اللحام، وأبقِ تدفّق الغاز لحماية منطقة اللحام.	
19 – ضع مقبض اللحام في مكانه المخصص، وأغلق صمام الغاز.	 الشكل (8).
20 – نظّف خط اللحام بالصهر باستعمال فرشاة السلك، واعرض النتيجة على معلمك، كما هو مُبيّن في الشكل (8).	
21 – رتّب مكان العمل جيدًا، واحفظ العُدَد والأدوات المستعملة في مكانها الصحيح.	

تمارين للممارسة

لحام وصلة زاوية خارجية من الألمنيوم باستعمال سلك لحام.

التمارين العملية

التمرين السادس عشر

لحام وصلة حرف (T) من الفولاذ الطري لقطع سُمك (2) مم، باستعمال سلك لحام.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تلحم وصلة حرف (T) من الفولاذ الطري لقطع سُمك (2) مم في الوضع الأرضي، باستعمال سلك لحام.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.
2 – محطة لحام بقوس التنجستون (تيج).
3 – أدوات تثبيت.
4 – فرشاة سلك.

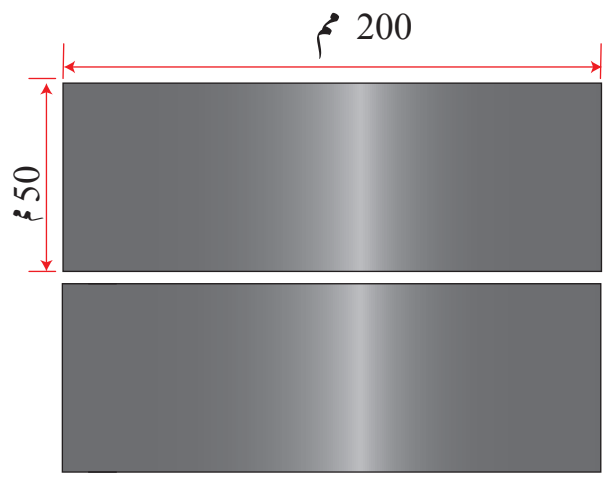
المواد الأولية

1 – قطعة صاج من الفولاذ الطري قياس (3×50×200) مم، عدد (2).
2 – أسلاك لحام بأقطار متنوّعة.

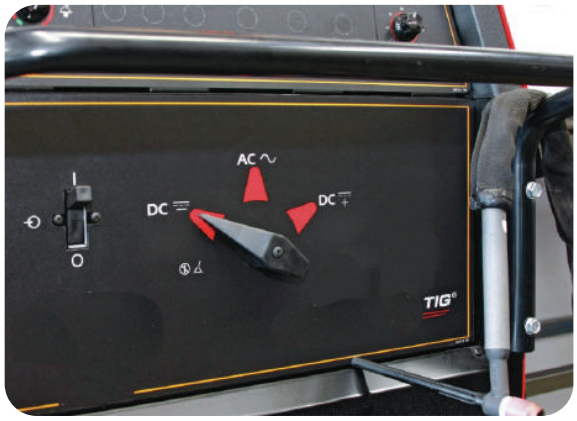
خطوات الأداء

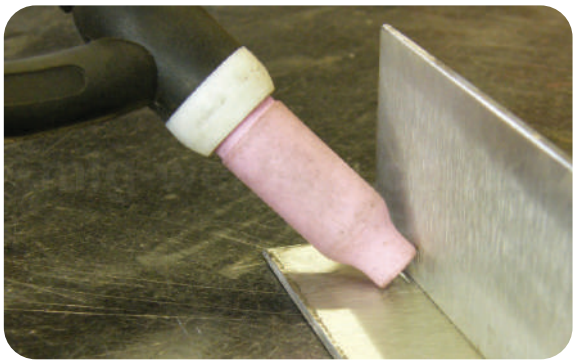
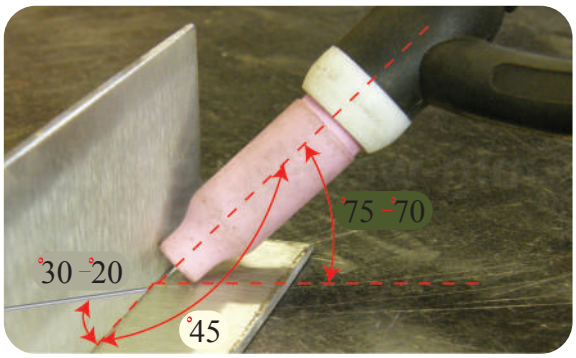
1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.
2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.
3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، وتوافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.
4 – جهّز قطع العمل حسب المخطّط، باستعمال أدوات التخطيط المناسبة، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

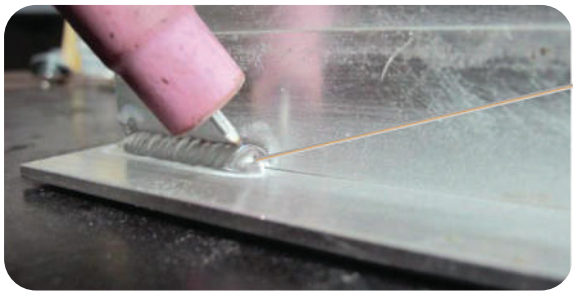
الرسم التوضيحي

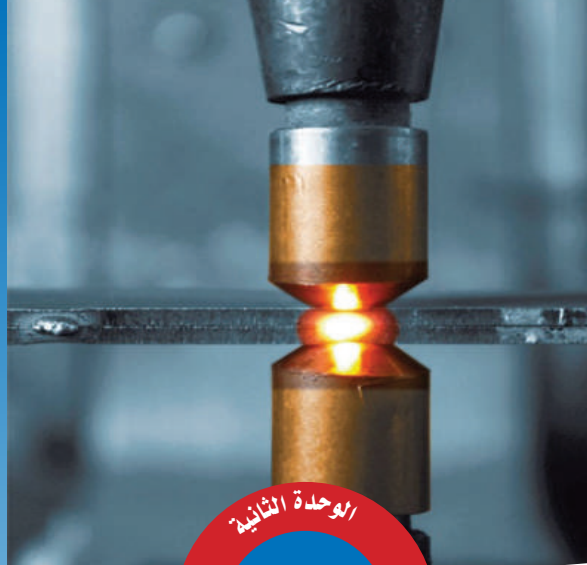


الشكل (1).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
5 – تفقّد آلة اللحام و تأكّد من جاهزيتها.	
6 – نظّف قطعة العمل من الشوائب باستعمال الأداة المناسبة.	الشكل (2).
7 – ضع الوصلة وثبّتها على طاولة العمل في الوضع الأرضي، على شكل حرف (T)، كما هو مُبيّن في الشكل (2).	
8 – اضبط ضغط الغاز بمقدار (6) لترات في الدقيقة، حسب نوع معدن المشغولة وسُمكها.	
9 – تأكّد من كمية تدفّق الغاز، باستعمال مؤشر التدفّق.	 الشكل (3).
10 – اضبط تيار آلة اللحام حسب العمل المطلوب، واختر نوع تيار مباشر (DC) للفولاذ، بمقدار (75–95) أمبير، كما هو مُبيّن في الشكل (3).	
11 – افتح غاز الحجب عن طريق مفتاح التحكّم الموجود على مقبض اللحام.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
12 – قرّب مشعل اللحام من قطعة العمل حتى يتوّلد القوس، واحذر من اختلاط القطب بقطعة العمل، كما هو مُبيّن في الشكل (4).	 الشكل (4).
13 – اضبط زاوية حركة المقبض بحث تكون بين (70° – 75°) وزاوية عمل (90°)، كما هو مُبيّن في الشكل (5).	 الشكل (5).
14 – حافظ على المسافة بين رأس القطب وقطعة العمل عند تولّد القوس، بحيث تكون المسافة (3) مم تقريبًا.	
15 – ثبّت الوصلة بإجراء عملية التنقيط لها، كما هو مُبيّن في الشكل (6).	الشكل (6).
16 – ابدأ بتحريك مقبض اللحام بعد تشكيل بركة الانصهار، حسب الزاوية المطلوبة وبسرعة ثابتة، مع سلك اللحام.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
17 – ابدأ بعملية اللحام للوصلة بخط مستقيم، بحركة ترددية إلى الأمام باتجاه بركة الصهر، والرجوع إلى الخلف قليلًا، وبقاء بركة الصهر محمية بغاز الحجب، مع حركة ترددية بسيطة لسلك اللحام، كما هو مُبيّن في الشكل (7).	 الشكل (7).
18 – اقطع قوس اللحام في نهاية خط اللحام، وأبق تدفّق الغاز لحماية منطقة اللحام.	
19 – ضع مقبض اللحام في مكانه المخصص، وأغلق صمام الغاز.	الشكل (8).
20 – نظّف اللحام باستعمال فرشاة السلك، واعرض النتيجة على معلمك، كما هو مُبيّن في الشكل (8).	
21 – رتّب مكان العمل جيدًا، واحفظ العُدَد والأدوات المستعملة في مكانها الصحيح.	



الوحدة الثانية
2

انظر.. وتساءل

استكشف

اقرأ.. وتعلم

الإثراء.. والتوسع

القياس والتقويم

الخرائط المفاهيمية

ثالثًا: لحام المقاومة الكهربائية.

النتاجات

يتوقّع من الطالب أن يكون قادرًا على أن:

1 – يُجهّز محطة لحام النقطة.

2 – يُهيّئ الإلكترودات لعملية لحام المعادن.

3 – يضبط عوامل دورة لحام النقطة.

4 – يلحم وصلة تطابقية، باستعمال لحام النقطة الثابت.

5 – يلحم وصلة تطابقية، باستعمال لحام النقطة المتحرّكة.

6 – يُجري عملية لحام الدرزة (الخطي).

7 – يُجري عملية اللحام الوميضي.

تعليمات السلامة العامة:

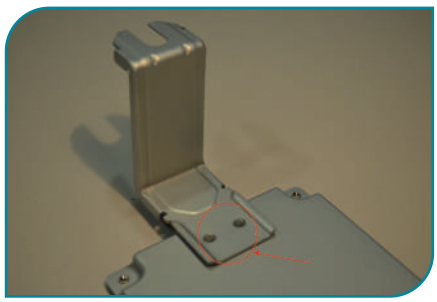
- ☑ أعد خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمّن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين، ومراعاة شروط وقوانين السلامة والصحة المهنية كافة.
- ☑ احذر من لمس الأجسام الساخنة.
- ☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق، و تأكّد من خلو منطقة العمل من أيّة مخاطر محتملة.

نتاجات خاصة للعلوم الصناعية الخاصة

يتوقّع من الطالب أن يكون قادرًا على أن:

1 – يتعرّف مبدأ لحام المقاومة الكهربائية ومبدأ عملها.
2 – يذكر أنواع لحام المقاومة الكهربائية.
3 – يوضّح مراحل دورة لحام النقطة.
4 – يذكر العوامل المؤثّرة في لحام النقطة.
5 – يُسمّي الأجزاء الرئيسة لآلة اللحام.
6 – يتعرّف عملية تجهيز آلة اللحام وضبطها.
7 – يُميِّز إلكترودات لحام النقطة.
8 – يُحدّد الخطوات والإجراءات المتبعة في لحام المقاومة الكهربائية.
9 – يتعرّف مفهوم لحام الدرزة.
10 – يتعرّف مبدأ اللحام الوميضي.
11 – يُوضّح العوامل المؤثّرة في اللحام الوميضي.
12 – يُوضّح مراحل اللحام الوميضي.
13 – يُوضّح ترتيبات اللحام الوميضي.
14 – يُعدّد مجالات استعمال لحام المقاومة.
15 – يتعرّف عمل آلة لحام النقطة المتحرّكة.

ستتعرّف في هذا الدرس مفهوم اللحام بالمقاومة الكهربائية وإجراءاته. ويتميّز هذا النوع بمعدلات إنتاج عالية وسهولة تشغيل معدّاته، وسرعة التدرّب عليه. وتعدّ أخطار لحام المقاومة الكهربائية أقل أخطار طرائق اللحام الأخرى بالنسبة إلى العاملين في مشاغل اللحام؛ نظرًا إلى الشرر المتطاير والغازات والأبخرة المتصاعدة جرّاء عمليات اللحام؛ ولعدم وجود أشعة تؤثر في العين والجلد. وتقتصر عمليات اللحام بالمقاومة الكهربائية على لحام الصفائح المعدنية قليلة السمك نسبيًّا.



انظر.. وتساءل

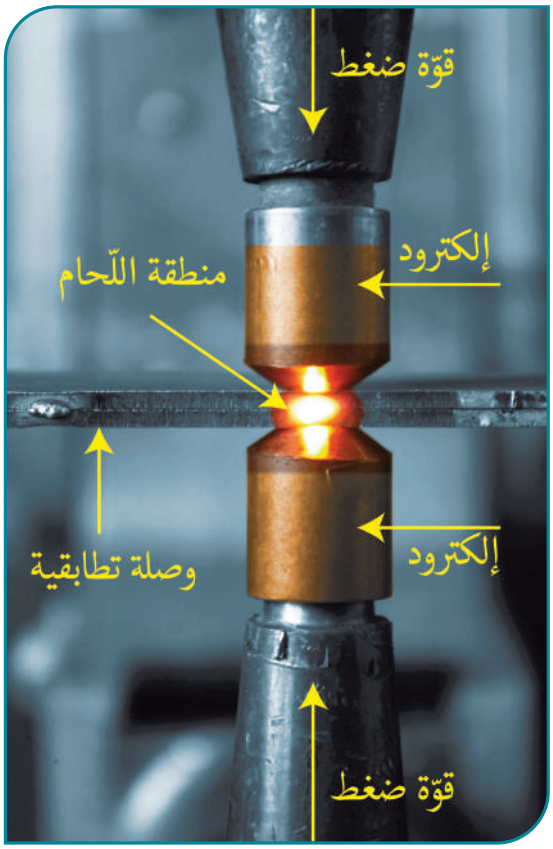
1 – كيف جُمّعت هذه المشغولة بوساطة لحام المقاومة الكهربائية من دون إحداث تشوهات بها؟

2 – ما الآلة التي استُعملت في لحامها؟

3 – ما الأجزاء الرئيسة لآلة المقاومة الكهربائية؟

استكشف

شاهد الشكل (2–25)، واستكشف كيف تم اللحام.



الشكل(2–25): مبدأ عمل المقاومة الكهربائية

اقرأ.. وتعلم

مبدأ اللحام بالمقاومة الكهربائية

تعتمد هذه التقنية على مقاومة المعدن لسريان التيار الكهربائي خلاله، ما يؤدي إلى توليد حرارة عالية يُسخّن عن طريقها المعدن لدرجة الاحمرار بين نقاط التلامس خلال مدّة زمنية محددة، فيكون على وشك الانصهار (الحالة العجينية)، وعند الضغط على القطع المراد لحامها، كما هو مُبيّن في الشكل (2–25)، يلتحم سطحا الوصلة (المشغولة) وتتداخل جزيئاتها.

ومع بقاء الضغط على القطعتين بعد انقطاع التيار الكهربائي إلى أن يبرد مكان التماس على الوصلة وتتجمد، نحصل على وصلة لحام جيدة وثابتة. يُستعمل جهد كهربائي في هذه الآلة يتراوح بين (4–25) فولت، وشدة تيار تصل إلى مدى يتراوح بين (100–650) أمبير.

أنواع لحام المقاومة الكهربائية

تعمل أنواع اللحام بالمقاومة الكهربائية وفق المبدأ نفسه، والاختلاف بينها يكون في شكل الأقطاب الخاصة باللحام، ومن أهم أنواع اللحام المستعمل:

1 – **لحام النقطة**: هو من أهم أنواع اللحام بالمقاومة الكهربائية، تُلحم قطعتان معًا أو أكثر في وضع تراكبي (تطابقي)، باستعمال الحرارة والضغط.

2 – **اللحام الوميضي**: يُجرى اللحام في هذه التقنية عن طريق تلامس خفيف بين القطعتين المراد لحامهما، كما سيُفصل لاحقًا.

3 – **لحام الدرزة**: في هذه التقنية من اللحام تُستعمل أقراص مستديرة بدل إلكترود اللحام المدبب للحصول على لحام مستمر.

آلة لحام النقطة

تُصنع آلات لحام النقطة بأشكال وحجوم عدة، منها الثابت ومنها المتنقل، وتتنوّع آلات لحام النقطة الثابتة من وحدات صغيرة تُستعمل في لحام الصفائح المعدنية الرقيقة إلى آلات لحام ضخمة ذات تيارات لحام عالية تُستعمل في لحام المعادن ذات السُمك الكبير، وتختلف آلات اللحام من حيث تطبيق قوة الضغط على إلكترودات اللحام، ويمكن لآلات اللحام الثابتة أن يكون لها إلكترود لحام واحدة أو أقطاب عديدة، وتتكوّن آلة لحام النقطة من الأجزاء المُبيّنة في الشكل (2–26)، التي تكون كما يأتي:

1 – مكبس هيدروليكي.

2 – ذراع متحرّك.

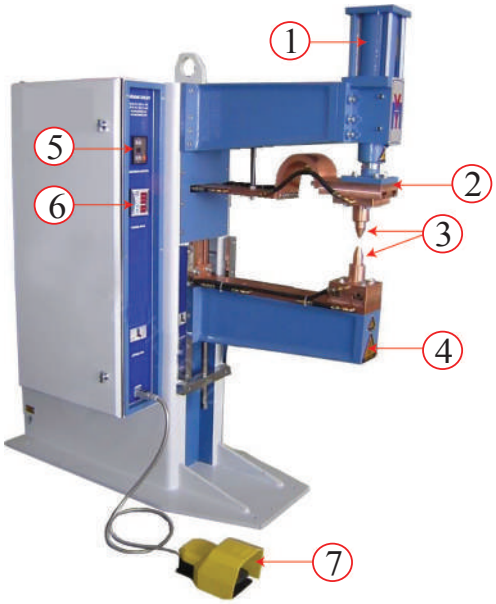
3 – إلكترود اللحام.

4 – ذراع متحرّك ويكون ثابت في بعض الآلات.

5 – لوحة التشغيل.

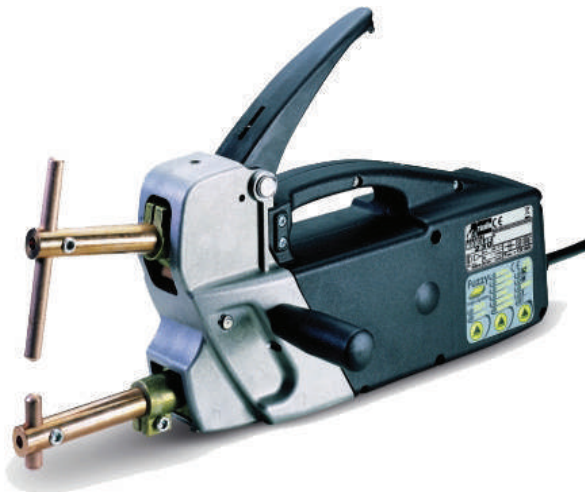
6 – لوحة ضبط التيار.

7 – دوّاسة الضغط.



الشكل (2–26): أجزاء آلة لحام النقطة.

ومن آلات اللحام المستعملة في لحام النقطة آلات متنقلة، فلا يختلف مبدأ عملها عن الآلة الثابتة، ولكن تتمتع بمزايا مثل سهولة التنقل في مكان العمل لخفة وزنها وحملها، ويُجرى اللحام عن طريقها في الأوضاع جميعها، ومن هذه الآلات، كما هو مُبيّن في الشكل (2–27).



الشكل (2–27): آلة لحام نقطة محمولة.

مراحل دورة لحام النقطة

تتكوّن دورة لحام النقطة من أربع مراحل رئيسة، وهي:

1 – **مرحلة الضغط**: تتمثل هذه المرحلة في المدة الزمنية التي يُطْبق فيها ضغط الإلكترودين على المشغولة، مع استمرار الضغط في المرحلتين الآتيتين.

2– **مرحلة اللحام**: الخطوة التي تُجرى فيها عمليات اللحام للمشغولة، إذ يستمر ضغط الإلكترودين على المشغولة ويتدفّق التيار الكهربائي خلال قطعتَي المشغولة، وتسخين موضع التماس للإلكترودين.

3 – **مرحلة التوقّف**: في هذه المرحلة يتوقّف سريان التيار الكهربائي مع استمرار الضغط على الإلكترودين؛ للسماح للمعدن المنصهر في نقطة التماس بالتجمد.

4 – **مرحلة الإنهاء**: في هذه المرحلة يرفع الضغط عن الإلكترودين وتُسحب المشغولة، بعد إجراء عملية اللحام لها.

العوامل المؤثّرة في لحام النقطة

يوجد عدة عوامل تؤثر في عملية اللحام بالنقطة ومنها:

1 – **شدة التيار الكهربائي المستعمل في اللحام**، إذ يؤدي ذلك إلى توليد كمية أكبر عند زيادته.

2– **زمن اللحام**: تؤدي الزيادة في زمن اللحام إلى زيادة مساحة سطوح التلامس وخفض مقاومته، وصغر مساحة منطقة اللحام.

3– **المقاومة الكهربائية لمرور التيار الكهربائي**: تؤثر المقاومة الكهربائية في شدة التيار الكهربائي المار، ما يؤثر في أبعاد اللحام الناتجة.

عملية تجهيز آلة اللحام وضبطها

تُجهّز محدّدات آلة اللحام وتضبط كشدة التيار وزمن اللحام والضغط، عن طريق لوحة التحكّم الموجودة على هيكل آلة اللحام كما يأتي:

1 – **ضبط شدة التيار الكهربائي**: يمكن التحكّم بحرارة اللحام، أو تيار اللحام الخارج إلى القطع المراد لحامها؛ بتغيير قيمة الفولتية عن طريق مفتاح التحكّم المعروف بمُنظّم التيار الكهربائي.

2 – **ضبط الزمن**: يُضبط الزمن باستعمال أجهزة تحكم (توقيت) لمتابعة تشغيل الآلة بما يتناسب مع قيم كل من التيار والضغط، ويتوقف اختيار اللحام على سُمك المعدن المراد لحامه ونوعه.

3 – **ضبط الضغط**: يمكن التحكّم بضغط إلكترودات اللحام بحسب نوع الآلة، فآلات اللحام اليدوية يمكن التحكّم في ضغطها عن طريق زيادة الضغط على الرافعة، إمّا آلات اللحام شبه الأوتوماتيكية فيمكن إجراء ذلك عن طريق عيار النوابض، وفي الآلات الأوتوماتيكية يمكن التحكّم في ضغط الزيت أو الهواء.

إلكترودات لحام النقطة

تُصنع إلكترودات لحام النقطة من النحاس، مضافًا إليه عناصر سبائكية مساعدة، وللحصول على أفضل نتائج للحام، يجب توافر عدة خصائص في هذه الإلكترودات ومنها:

1 – موصلية كهربائية وحرارية جيدة.

2 – مقاومة الضغط العالي.

3 – صلادة عالية.

4 – تحمّل درجات حرارة عالية.

5 – سهولة الصيانة.

وللمحافظة على الإلكترودات بصورة فاعلة وجيدة واستمرارية أدائها بشكل مثالي يجب مراعاة ما يأتي:

1 – تفقّد نظام التبريد.

2 – المحافظة على نظافة إلكترودات الآلة من الأوساخ والشوائب والمواد العالقة.

3 – عدم الطرق على الإلكترود بأدوات صلبة.

ويُبيِّن الشكل (2–28) بعض هذه الإلكترودات وحجومها.

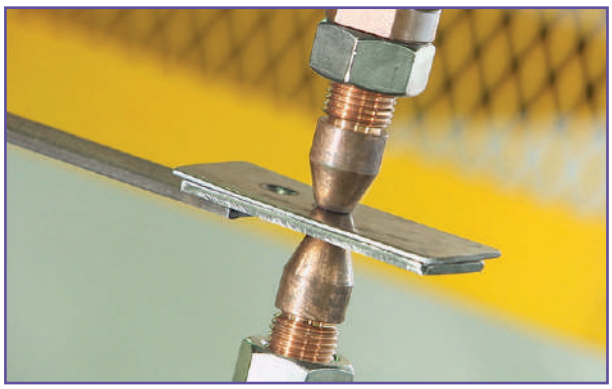
الشكل(2–28): إلكترودات لحام النقطة.

الطرائق المتبعة في لحام المقاومة الكهربائية (لحام النقطة)

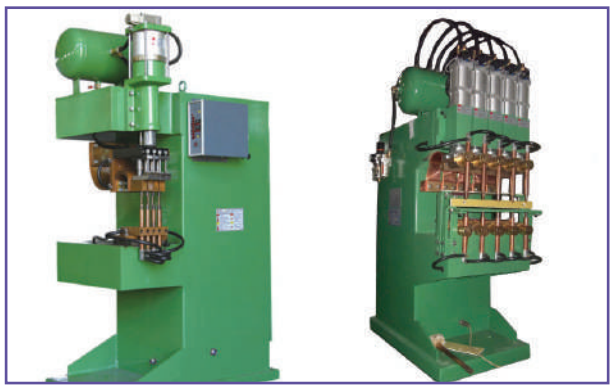
تجري عملية اللحام في هذه التقنية بإحدى الطرائق الآتية:

1 – **اللحام بإلكترودين متقابلين**: فتوضَع في هذه الحالة القطعتان تراكبيًّا بين إلكترودي آلة اللحام، ويُضغَط على المشغولة بوساطة إلكترودي اللحام عن طريق دواسة القدم، كما هو مُبيّن في الشكل (2–29).

2 – **اللحام بإلكترودين متجاورين أو أكثر**: تُستعمل هذه التقنية في آلات اللحام الكبيرة، فتُلحم المشغولات عن طريق إلكترودات لحام متجاورة (إثنين أو أكثر) بالتوازي، وعند مرور التيار الكهربائي من إلكترود إلى آخر تنصهر منطقة التلامس، وتُجرى عملية اللحام للوصلة في آن واحد، ومن هذه الآلات، كما هو مُبيّن في الشكل (2–30).



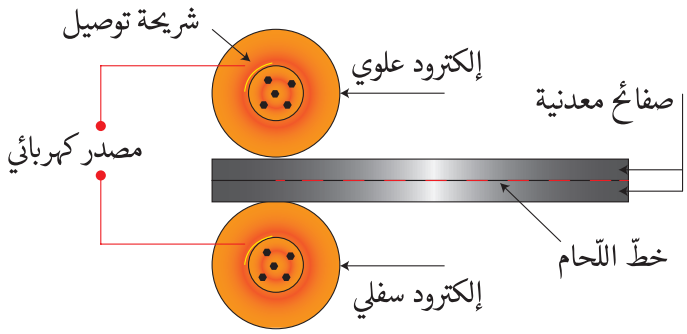
الشكل (2–29)



الشكل (2–30)

لحام الدرزة (الخطي)

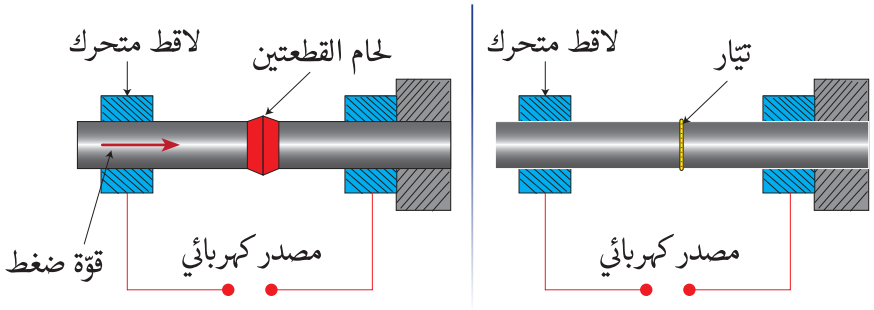
في هذه التقنية من اللحام تُستعمل أقراص مستديرة بدل إلكترود اللحام المدبب للحصول على لحام مستمر، فهو يشبه لحام النقطة من حيث مبدأ العمل، فعن طريق دوران هذه الأقراص مع فصل التيار الكهربائي ووصله بشكل منتظم ينتج لحام على شكل نقاط متلاصقة ومتتابعة، ومن هذه الآلات، كما هو مُبيّن في الشكل (2–31).



الشكل (2–31): لحام الدرزة (الخطي).

اللحام الوميضي

يُجرى اللحام في هذه التقنية عن طريق تلامس خفيف بين القطعتين المراد لحامهما، بحيث تُمثّل كل قطعة منهما أحد القطبين، ثم يمر التيار الكهربائي فيحدث وميض عند سطح التلامس؛ بسبب المقاومة الكهربائية، فتتولّد الحرارة، وعندها تضغط إحدى القطعتين على الأخرى فيلتحمان معًا، كما هو مُبيّن في الشكل (2–32).



الشكل (2–32): آلية اللحام الوميضي.

وتُستعمل هذه الطريقة في لحام نهايات القطع المعدنية مع بعضها، كلحام القضبان المعدنية باختلاف مقاطعها، ولحام الأنابيب المفرغة والمصمتة.

العوامل المؤثّرة في اللحام الوميضي

تتأثر جودة اللحام الوميضي بعدة عوامل في أثناء إجراء عمليات اللحام، ومن هذه العوامل:

1 – سرعة التأثر بالضغط.

2 – استوائية سطوح التلامس للقطع المراد لحامها.

3 – الموصلية الكهربائية للقطع المراد لحامها.

مراحل اللحام الوميضي

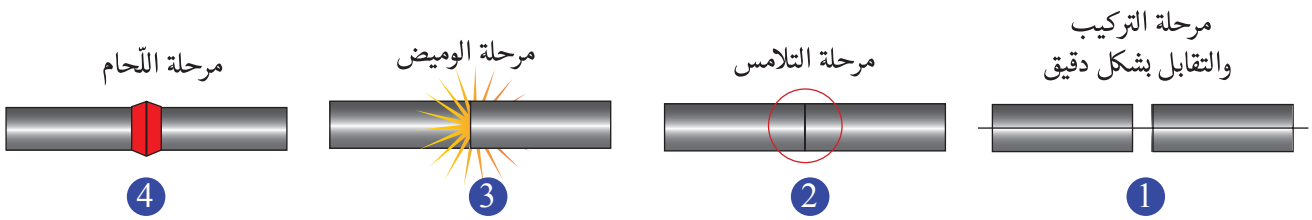
تتلخص عملية اللحام الوميضي في عدة خطوات إجرائية كما يأتي:

1 – مرحلة تركيب القطع على آلة اللحام الوميضي: توضع في هذه المرحلة القطع المراد لحامها بوضع متقابل على نحوٍ دقيق، وعلى المحور نفسه.

2 – مرحلة التلامس: تُقرّب القطع بعضها من بعض لتتلامس، ليسمح للتيار الكهربائي بالمرور.

3 – مرحلة الوميض: في هذه المرحلة ترتفع درجة الحرارة لجبهة القطعتين إلى أن تصل لمرحلة شبه الانصهار (العجينية).

4 – مرحلة الضغط واللحام: تُضغط في هذه المرحلة القطعتان على بعضهما فتتداخل جزيئات المعدن، وتُجرى عملية اللحام للمعدن المطلوب. يُبيّن الشكل (2–33)، ترتيب هذه المراحل.



الشكل(2–33): مراحل اللحام الوميضي.

الإثراء والتوسّع

قارن بين أنواع اللحام المختلفة (MIG) و (TIG) ولحام المقاومة الكهربائية عن طريق عرض تقديمي (POWER POINT) وناقشه مع زملائك وبإشراف معلمك.

التقويم الذاتي (دليل تقييم الأداء)

الرقم	خطوات الأداء	نعم	لا	غ.ق.ل
1	أُجهّز محطة لحام النقطة.			
2	أُهيّئ الإلكترودات لعملية لحام المعادن.			
3	أضبط عوامل دورة لحام النقطة.			
4	ألحم وصلة تطابقية، باستعمال لحام النقطة الثابت.			
5	ألحم وصلة تطابقية، باستعمال لحام النقطة المتحرّكة.			
6	أُجري عملية لحام الدرزة (الخطي).			
7	أُجري عملية اللحام الوميضي.			

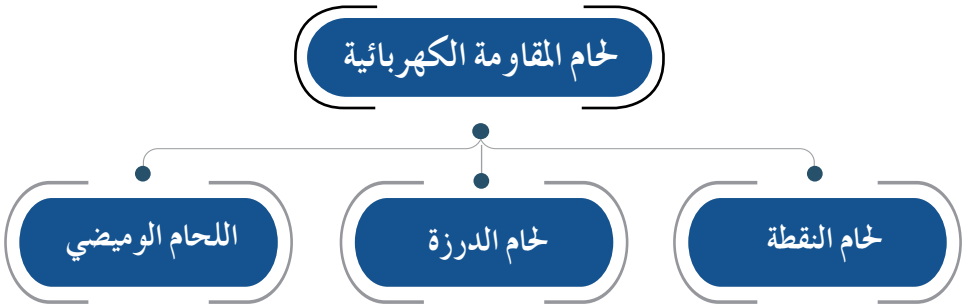
الأسئلة

1 – ما العوامل المؤثّرة في اللحام الوميضي؟

2 – توجد عدة مراحل لدورة لحام النقطة اذكر اثنتين منها مع الشرح.

3 – للحصول على أفضل نتائج للحام النقطة يجب توافر عدة خصائص في هذه الإلكترودات اذكر أربعًا منها.

الخرائط المفاهيمية



التمارين العملية

التمرين السابع عشر

تجهيز آلة لحام النقطة وإجراء عملية اللحام.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تُجهّز آلة لحام النقطة.
- تضبط العوامل المؤثّرة في لحام النقطة.
- تُجري عملية لحام النقطة على الآلة الثابتة والمتحرّكة.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – معدّات السلامة والصحة المهنية. 2 – آلة لحام ثابتة ومتحرّكة. 3 – زرّادية كبس وأدوات تثبيت متنوّعة	– قطعة صاج من الفولاذ الطري قياس (100×50×1)م، عدد (2).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية. 2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام. 3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، ومن توافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.	

خطوات الأداء

4 – اضبط شدة التيار والضغط والزمن، حسب تعليمات الشركة الصانعة، بما يتناسب مع سُمك المعدن المراد لحامه.

5 – تفقّد آلة اللحام و تأكّد من جاهزيتها.

6 – تأكّد من وصول الماء (التبريد) إلى إلكترودات اللحام.

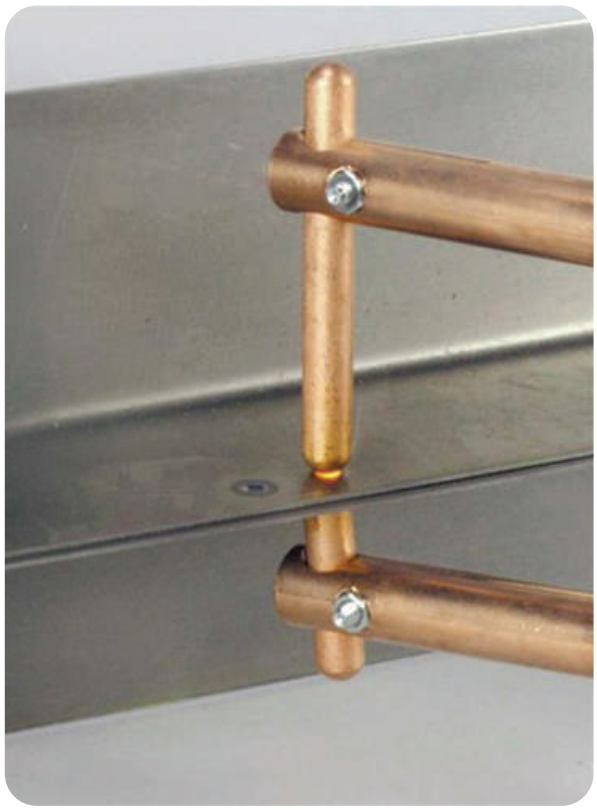
7 – ضع القطعتان فوق بعضهما تراكبيًّا، وابدأ بعملية الضغط إلى أن تتلامسا ويمر التيار الكهربائي، فتحدث عملية اللحام، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

8 – نفذ الخطوات السابقة في لحام قطعتين تراكبيًّا، باستعمال آلة اللحام المتنقلة، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

9 – رتّب مكان العمل جيدًا، واحفظ العُدَد والأدوات المستعملة في مكانها الصحيح.

الرسم التوضيحي

الشكل (1).



الشكل (2).

التمارين العملية

التمرين الثامن عشر

تجهيز آلة لحام الدرزة وإجراء عملية اللحام.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تُجهّز آلة لحام الدرزة.
- تضبط العوامل المؤثّرة في لحام الدرزة.
- تُجري عملية لحام الدرزة على الآلة الثابتة والمتحرّكة.

متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – معدّات السلامة والصحة المهنية. 2 – آلة لحام ثابتة ومتحرّكة. 3 – زرّادية كبس وأدوات تثبيت متنوّعة	– قطعة صاج من الفولاذ الطري قياس (100×50×1)مم، عدد (2).

خطوات الأداء

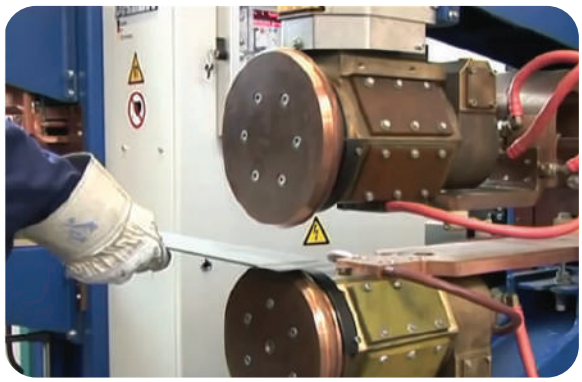
1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.

2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.

3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، ومن توافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.

4 – اضبط شدة التيار والضغط والزمن، حسب تعليمات الشركة الصانعة، بما يتناسب مع سُمك المعدن المراد لحامه.

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء

5 – تفقّد آلة اللحام و تأكّد من جاهزيتها.

6 – تأكّد من جاهزية وحدة التبريد للآلة الثابتة.

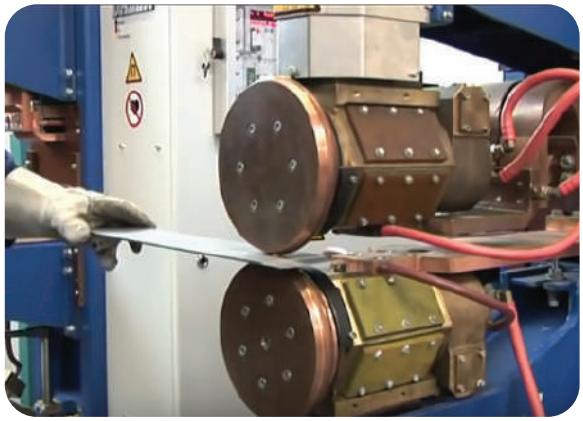
7 – ضع القطعتين فوق بعضهما تراكبيًّا بين عجلات اللحام (إلكترودا اللحام)، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

8 – اضغط بوساطة دوّاسة القدم لإنزال عجلات اللحام على قطعة العمل إلى أن تتلامسا ويمر التيار الكهربائي، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

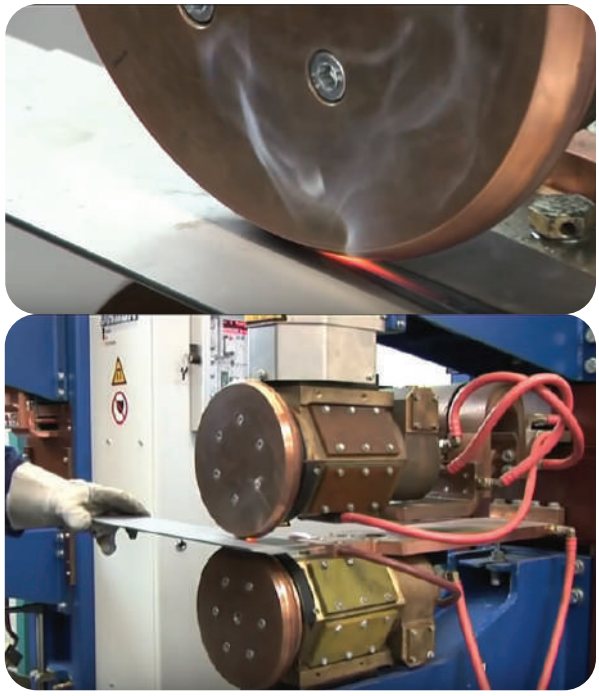
9 – شغّل دوران العجلات لإحداث عملية اللحام في أثناء دوران الإلكترود الأسطواني، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

10 – رتّب مكان العمل جيدًا، واحفظ العُدَد والأدوات المستعملة في مكانها الصحيح.

الرسم التوضيحي



الشكل (2).



الشكل (3).

التمارين العملية

التمرين التاسع عشر

تجهيز آلة اللحام الوميضي وإجراء عملية اللحام.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تُجهّز آلة اللحام الوميضي.
- تضبط العوامل المؤثّرة في اللحام الوميضي.
- تُجري عملية اللحام الوميضي.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – معدّات السلامة والصحة المهنية. 2 – آلة لحام وميضي. 3 – زرّادية كبس، أدوات تثبيت متنوّعة.	– قطعة من الفولاذ الطري (أنبوب) قطر (10) مم، طول (300)مم، عدد (2).

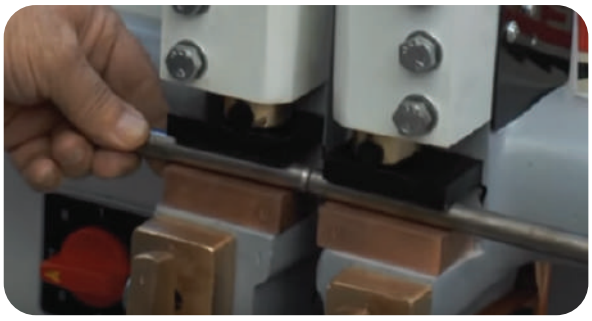
خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.

2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.

3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، ومن توافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء

4 – اضبط شدة التيار والضغط والزمن، حسب تعليمات الشركة الصانعة، بما يتناسب مع سُمك أو قطر المعدن المراد لحامه.

5 – تفقّد آلة اللحام وتأكّد من جاهزيتها.

6 – ثبّت القطعتين بشكل متوازٍ على المحور نفسه بدقة، بوساطة لواقط خاصة، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

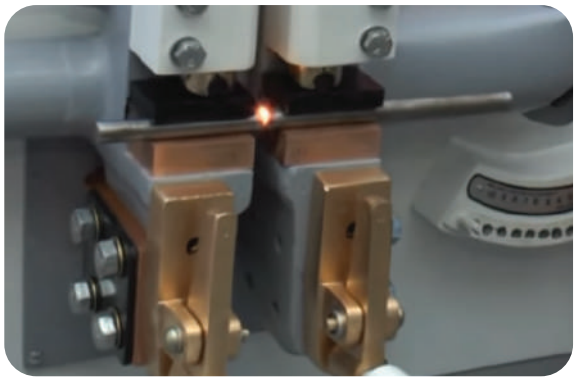
7 – اضغط بوساطة دوّاسة القدم لتلامُس قطع العمل ويمر التيار الكهربائي، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

8 – تابع الضغط حتى ترتفع درجة حرارة المعدن ويصبح بحالة شبه منصهر (حالة عجينية)، فتتداخل جزيئات المعدن مع بعضها في القطعتين وتحدث عملية اللحام، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

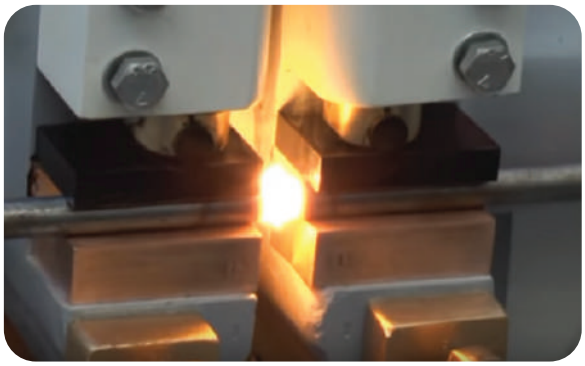
9 – تأكّد من جودة اللحام بعد أن تبرد المشغولة واعرضها على معلمك، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

10 – رتّب مكان العمل جيدًا، واحفظ العُدَد والأدوات المستعملة في مكانها الصحيح.

الرسم التوضيحي



الشكل (2).



الشكل (3).

الشكل (4).

رابعًا: لحام الأنابيب

النتاجات

يتوقّع من الطالب أن يكون قادرًا على أن:

1 – يختار آلة اللحام المناسبة والتيار والقطبية.

2 – يختار سلك اللحام المناسب.

3 – ينظّف قطع العمل قبل لحامها؛ للتخلّص من الشوائب.

4 – يُجهّز وصلة اللحام، ويُثبّتها بالمرابط الخاصة.

5 – يُنقّط الأنابيب بالطرائق الصحيحة لتثبيتها قبل اللحام.

6 – يلحم أنبوبًا قياس (4)بوصات مع فلنجة من الفولاذ الطري سُمكها (6)مم في الوضع الأفقي أو العمودي.

7 – يلحم أنبوبًا مع أنبوب آخر قطر كل منهما (4) بوصات قابل للتدوير في الوضع الأرضي، بحيث يكون محور الدوران أفقيًّا.

8 – يلحم أنبوبًا مع أنبوب آخر قطر كل منهما بوصتان بلهب الأوكسي أستلين.

تعليمات السلامة العامة:

- ☑ أعد خطة عمل بسيطة لتنفيذ التمرين، تتضمّن تحضير المواد والأجهزة اللازمة لتنفيذ التمرين ومراعاة شروط وقوانين السلامة والصحة المهنية.
- ☑ احذر من لمس الأجسام الساخنة، وتعامل مع اللهب ووقود الاشتعال بحذر.
- ☑ أمّن منطقة العمل جيدًا، وأزل العوائق، و تأكّد من خلو منطقة العمل من أيّة مخاطر محتملة.

نتاجات خاصة للعلوم الصناعية الخاصة

يتوقّع من الطالب أن يكون قادرًا على أن:

1 – يتعرّف مفهوم لحام الأنابيب.

2 – يتعرّف تصنيف الأنابيب ومقاساتها.

3 – يتعرّف أوضاع لحام الأنابيب ورموزها.

4 – يُميّز الإلكترودات المستعملة في لحام الأنابيب ومواصفاتها.

5 – يُفرّق بين أنواع خطوط اللحام المستعملة في لحام الأنابيب.

6 – يشرح طريقة تحضير الأنابيب المراد لحامها.

7 – يصف طريقة ربط الأنابيب بالتنقيط قبل البدء باللحام.

8 – يُحدّد الخطوات والإجراءات المتبعة في لحام الأنابيب.

9 – يتعرّف الاختبارات التي تُجرى لمعرفة جودة باللحام.

10 – يتعرّف لحام الأنابيب ذات السُمك القليل بلهب الأوكسي أستلين.

11 – يتعرّف تجهيز الأنابيب قبل اللحام.

بعد أن تعرّفت في الدروس السابقة، اللحام بالقوس الكهربائي ومفهومه، والمصطلحات الأساسية لكل من خط اللحام ووصلة اللحام، ومحطة اللحام بالقوس الكهربائي ومكوّناتها، وآلات اللحام بالقوس الكهربائي بأنواعها المختلفة، ولحام الصفائح المعدنية في الأوضاع جميعها ستتعرّف في هذا الدرس مفهوم لحام الأنابيب بأوضاعه جميعها، وإجراءاته. وستتدرب على تنفيذ عمليات لحام الأنابيب، وتُطبّق بعض التمارين العملية لمختلف وصلات اللحام.

انظر.. وتساءل

1 – ما المقصود بلحام الأنابيب؟

2 – كيف تُصنّف الأنابيب ومقاساتها؟

3 – ما أوضاع لحام الأنابيب ورموزها؟

استكشف

توجد أربعة أوضاع رئيسة للحام الأنابيب، ابحث عبر الإنترنت عن هذه الأوضاع، واكتب تقريرًا بذلك وشاركه مع زملائك واعرضه على معلمك.

اقرأ.. وتعلم

مفهوم لحام الأنابيب

تُجرى عملية لحام الأنابيب بتقنيات اللحام المختلفة التي تدربت عليها سابقًا، كاللحام بالقوس الكهربائي، إذ تستعمل الحرارة المتولدة من القوس الكهربائي الذي يحدث بين إلكترود اللحام وقطعة العمل (الأنبوب)، فيمتزج معدن الإلكترود بمعدن الأنبوب المراد لحامُه، فينتج خط لحام متماسك يشبه في مواصفاته معدن الأنبوب.

أوضاع لحام الأنابيب ورموزها

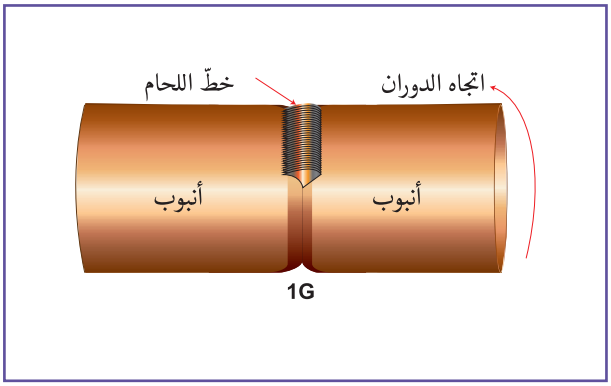
تُجرى عملية لحام الأنابيب في أربعة أوضاع رئيسة كما يأتي:

1 – وضع اللحام الأول، ويُسمّى (1G): وحرف (G) اختصار لكلمة (Grove Weld) ويدلّ على أوضاع لحام الأنابيب. وفي هذه الوضع، تكون الأنابيب في وضع أفقي، وخط اللحام في وضع عمودي متحرّك، إذ تُجرى عملية اللحام في وضع أرضي، كما هو مُبيّن في الشكل (2–34).

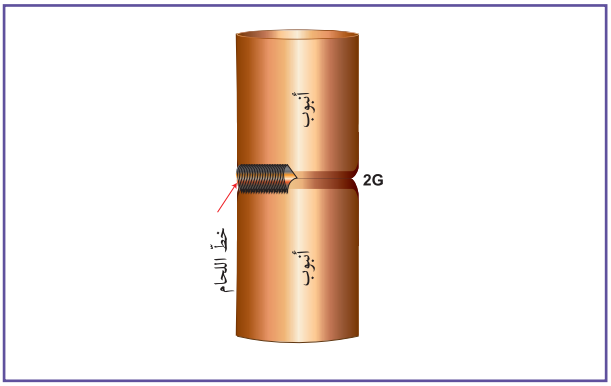
2- وضع اللحام الثاني، ويُسمّى (2G): ويكون الأنبوب في هذا الوضع رأسيًّا وثابتًا لا يتحرك، واللحام أفقيًّا، كما هو مُبيّن في الشكل (2-35).

3- وضع اللحام الثالث (5G): تكون الأنابيب ثابتة على نحو أفقي، ويكون اللحام في أوضاع مختلفة، أرضي وعمودي وفوق الرأس، وبالاتجاهين، من الأعلى إلى الأسفل أو العكس، كما هو مُبيّن في الشكل (2-36).

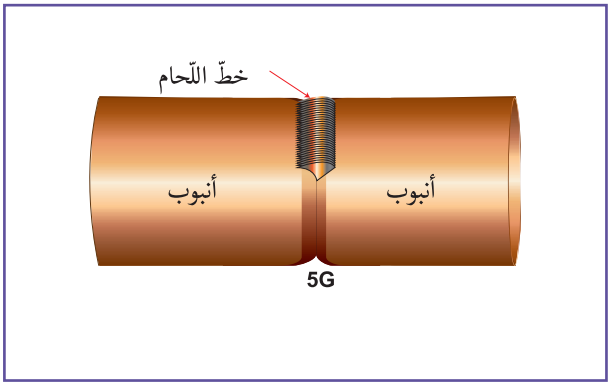
4- وضع اللحام الرابع (6G): يكون الأنبوب في هذا الوضع مائلاً بزاوية (45°)، وثابتًا من دون حركة، كما هو مُبيّن في الشكل (2-37).



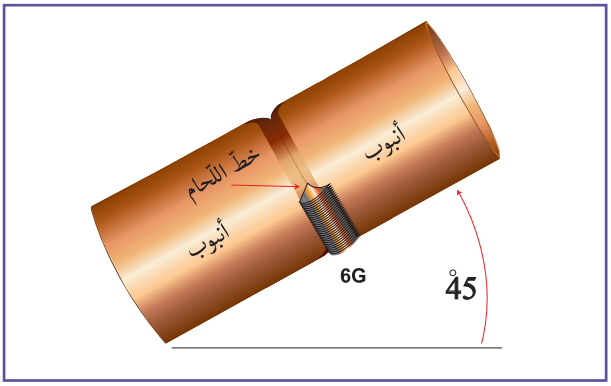
الشكل (2-34):(1G).



الشكل (2-35):(2G).



الشكل (2-36):(5G).



الشكل (2-37):(6G).

تصنيفات الأنابيب ومقاساتها

حدَّدت المواصفات البريطانية أصناف الأنابيب على أساس سُمك جدار الأنبوب كما يأتي:

1 – الصنف الخفيف (Class A): يكون سُمك الجدار في هذا الصنف أقلَّ ما يمكن.

2 – الصنف المتوسط (class B): يكون سُمك الجدار أكبر من الصنف الخفيف.

3 – الصنف الثقيل (class C): يكون سُمك الجدار أكبر ما يمكن.

ويكون القطر الخارجي لهذه الأنابيب متساويًا، بينما يكون الاختلاف في القطر الداخلي حسب التصنيفات السابقة، والجدول (2–5)، يوضح العلاقة بين القطر الخارجي والداخلي وسُمك الجدار لبعض الأنابيب.

جدول (2–5): العلاقة بين القطر الخارجي والداخلي وسُمك الجدار لبعض الأنابيب.

سُمك الجدار		القطر الداخلي		القطر الخارجي	
مم	إنش	مم	إنش	مم	إنش
2.24	0.088	9.25	0.364	13.72	0.54
2.77	0.109	15.8	0.622	21.34	0.84
3.38	0.133	26.64	1,049	33.4	1.315
3.91	0.154	52.5	2.067	60.33	2,375

الإلكترودات المستعملة في لحام الأنابيب ومواصفاتها

توجد أنواع متعدّدة من الإلكترودات التي تُستعمل في لحام الأنابيب، ومن أكثر هذه الإلكترودات شيوعًا ما يأتي:

1 – **إلكترود (E6010)**: يُستعمل هذا النوع في لحام خط الجذر، وتستعمله مع التيار المباشر (قطبية معكوسة) والتيار المتناوب، ويمتاز بالتغلغل الجيد، والتماسك السريع وتحمّل الإجهاد الحراري، ويناسب أوضاع اللحام جميعها.

2 – **إلكترود (E6011)**: يتشابه هذا الإلكترود مع الإلكترود (E6010)، ويناسب أوضاع لحام الأنابيب جميعها، ويُستعمل في لحام خطي الجذر والتعبئة.

3 – **إلكترود (E7018)**: يُستعمل هذا النوع من الإلكترودات في لحام خطّ التغطية الخارجي في الأنابيب؛ لما يمتاز به من تحمّل الظروف الميكانيكية والحرارية وغيرها، ويُستعمل مع التيار المباشر والمتناوب.

أنواع خطوط اللحام المستعملة في لحام الأنابيب

توجد عدة خطوط للحام تُلحمها بعد تجهيز الأنابيب وتنقيطها بطريقة صحيحة، التي تكون هذه الخطوط بالترتيب كما يأتي:

1 – **خط الجذر**: وهو الخط الأول، ويُلحم باستعمال إلكترود ذي قطر صغير يناسب سُمك جدار الأنبوب المراد لحامه، ويفضل لحام خط الجذر بإلكترود (E6010)، من دون أي حركة تمويجية.

2 – **خط التعبئة**: وهذا النوع من الخطوط يمكن أن يكون خطًّا واحدًا أو أكثر بما يتناسب مع سُمك جدار الأنبوب المراد لحامه، إذ يختار إلكترود يناسب خط التعبئة مثل إلكترود (E6011).

3 – **خط غلاف اللحام**: هو خط اللحام النهائي، ويجب أن يعطي المشغولة القوّة اللازمة ويُضفي عليها مظهرًا جيدًا، ويُستعمل لتنفيذه إلكترود (E7018)، وله مواصفات تتحمّل الظروف الخارجية للأنابيب الملحومة.

تحضير الأنابيب المراد لحامها

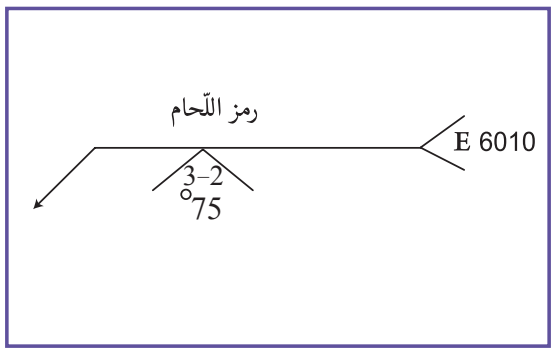
لا بدّ من تجهيز الأنابيب وتحضيرها قبل عملية اللحام، وتشمل الإجراءات الآتية:

1 – **تنظيف الأنابيب (مكان اللحام)** من الأوساخ والشوائب والزيوت العالقة باستعمال وسائل التنظيف المناسبة.

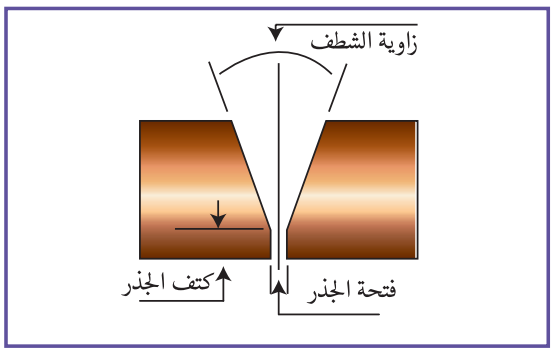
2 – **قراءة المصطلحات والرموز الخاصة بوصلة اللحام**، إذ يبيّن الشكل (2–38) الرموز الخاصة بوصلة اللحام، والشكل (2–39) المصطلحات الخاصة بوصلة اللحام، أمّا الشكل (2–40) فيُبيّن الشكل الحقيقي للوصلة.

3 – عمل شطفات مناسبة لعمليات اللحام تتناسب مع سُمك المعدن المراد لحامه، كما هو مُبيّن في الشكل (2–40).

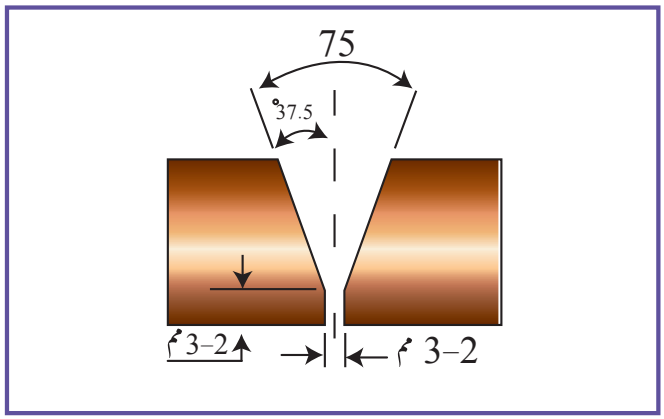
4 – ترك أكتاف جذر مناسبة لعملية اللحام، كما هو مُبيّن في الشكل (2–39).



الشكل (2–38)



الشكل (2–39)



الشكل (2–40)

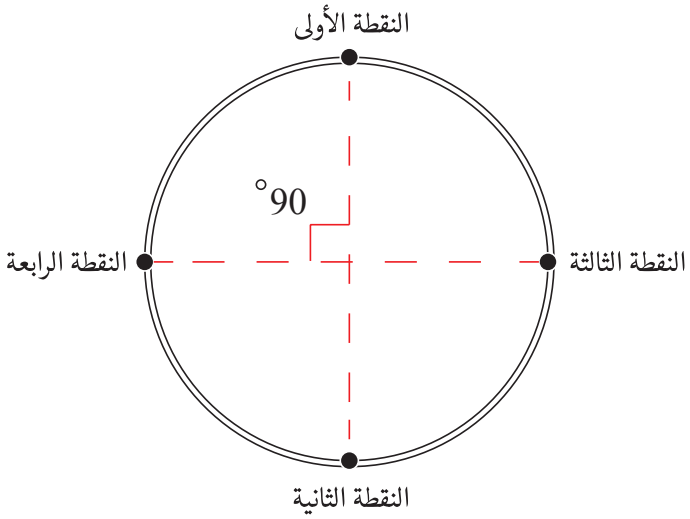
ربط الأنابيب بالتنقيط قبل البدء باللحام

يُراعى عند تثبيت الأنابيب باللحام بالتنقيط الآتي:

1 – تثبيت قطع الأنابيب بوضع سلك لحام بين الأنبوبين، بحيث يكون قطر السلك مساويًا لفتحة الجذر المحدد في رمز اللحام؛ وذلك لتفادي الإجهاد الحراري المتولد من قوس اللحام.

2 – ألاّ توجد إزاحة بين الأنابيب، التي تكون قطع الأنابيب متقابلة على نحو دقيق.

3 – تُثبّت النقطة الأولى بين الأنبوبين، ثم تثبّت النقطة الثانية مقابل النقطة الأولى؛ وذلك لإيجاد توازن في الإجهاد الحراري المتولّد، ثم تثبّت النقطة الثالثة وتقابلها الرابعة، كما هو مُبيّن في الشكل (2–41).



الشكل (2–41): طريقة بدء التنقيط.

لحام الأنابيب ذات السُمك القليل بلهب الأوكسي أستلين

لا يختلف لحام الأنابيب بلهب الأوكسي أستلين ذات السماكات القليلة عن لحام الصفائح المعدنية (الصاج)، إلا أن لحام الأنابيب يُعدّ لحامًا محيطيًّا، وتُجرى عملية لحام الأنابيب بتثبيت قطع الأنابيب بالتنقيط، التي تكون ثلاث نقاط على محيط الوصلة، وبزوايا متساوية للأنابيب ذات السمك القليل التي تقل عن(4)مم، ويكون اللحام بأسلوب اللحام اليساري للأنابيب ذات السماكات القليلة، واللحام بالأسلوب اليميني للأنابيب التي يزيد سُمك جدارها عن (4)مم.

اختبارات جودة اللحام

تؤثر العيوب في تخفيض متانة وصلة اللحام بشكل سلبي، بحيث يضعف متانة الوصلة الملحومة، توجد طرائق عدة لفحص اللحام لتحديد خواصه أهمها الفحوصات الآتية:

1 – **الاختبارات البصرية**: هي أسهل الاختبارات وأقلها كلفة، وأسرعها إنجازًا.

2 – **الاختبارات المغناطيسية**: يُستعمل في هذا الاختبار برادة الحديد التي تتعرّض لمجال مغناطيسي يمرّ خلال منطقة اللحام، فيعمل على ترتيب برادة الحديد على نحو منتظم، فإذا لم تنتظم برادة الحديد، دلّ ذلك على وجود عيب في خط اللحام، مثل تشققات أو غيرها.

3 – **اختبار الشد والانحناء**: في هذا الاختبار تؤخذ عينة من خط اللحام والمعدن، ثم يُجرى لها اختبار الشدّ، واختبار الانحناء.

4 – **اختبار الضغط**: تُجرى عملية اختبار الضغط باستعمال مضخة ماء أو أي موائع أخرى لكشف التسرّب، وتُستعمل ساعة الضغط لقياس انخفاض الضغط داخل الأنابيب، فيبحث عن مكان التسرّب ثم يُعالج.

نظّم زيارة إلى إحدى ورش اللحام القريبة من مدرستك، وبإشراف معلمك تعرّف على أنواع اللحام المختلفة المستخدمة في الورشة وقارن بين طرائق اللحام المختلفة.

التقويم الذاتي (دليل تقييم الأداء)

الرقم	خطوات الأداء	ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أختار آلة اللحام المناسبة والتيار والقطبية.			
2	أختار سلك اللحام المناسب.			
3	أُنظّف قطع العمل قبل لحامها؛ للتخلّص من الشوائب والمواد العالقة.			
4	أُجهّز وصلة اللحام، ويُثبّتها بالمرابط الخاصة.			
5	أُنقّط الأنابيب بالطرائق الصحيحة لتثبيتها قبل اللحام.			
6	ألحم أنبوبًا قياس (4 بوصات) مع فلنجة من الفولاذ الطري سُمكها (6) مم بالقوس الكهربائي في الوضع الأفقي أو العمودي.			
7	ألحم أنبوبًا مع أنبوب آخر قطر كل منهما (4 بوصات) قابل للتدوير بالقوس الكهربائي في الوضع الأرضي، بحيث يكون محور الدوران أفقيًّا.			
8	ألحم أنبوبًا مع أنبوب آخر قطر كل منهما (2بوصة) بلهب الأوكسي أستلين.			

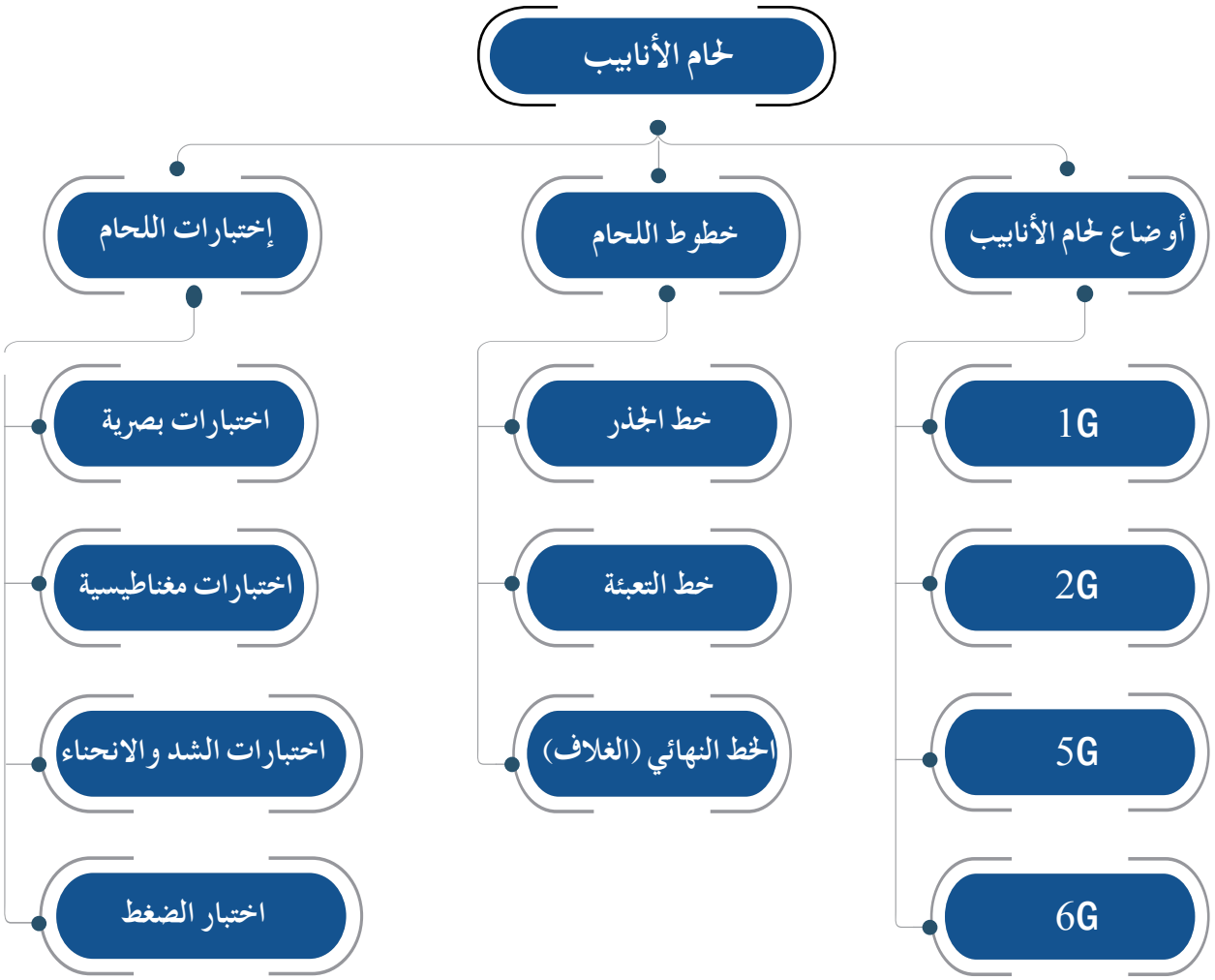
الأسئلة

1 – توجد أربعة أوضاع رئيسة للحام الأنابيب اشرح واحدة منها.

2 – إلكترود اللحام ذو الرمز (E7018) في أي خط لحام يُستعمل؟

3 – رتّب خطوط اللحام المستعملة في لحام الأنابيب حسب العمل مع الشرح.

الخرائط المفاهيمية



التمارين العملية

التمرين العشرون

تجهيز وصلة أنابيب لإجراء عملية اللحام.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تختار آلة الحام المناسبة والتيار والقطبية.
- تنظّف قطع الأنابيب من الأوساخ والشوائب العالقة.
- تختار إلكترود مناسبًا حسب المخطّط وتُجهّز الوصلة وتُجري عملية التنقيط.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.	1 – أنبوب قطر (4) إنش وطول (150)مم عدد (2).
2 – محطة لحام بالقوس الكهربائي.	2 – إلكترودات لحام متنوّعة.
3 – أدوات قياس وتخطيط.	
4 – أدوات تنظيف	
5 – آلة جلخ يدوي.	

خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.

2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.

3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، ومن توافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.

خطوات الأداء

4- اختر آلة لحام ذات التيار المباشر (DC) للتحكم في القطبية، كما تعلمت سابقًا.

5- تفقّد آلة اللحام وتأكّد من جاهزيتها.

6- احصل على قطع الأنابيب من معلمك حسب المخطّط.

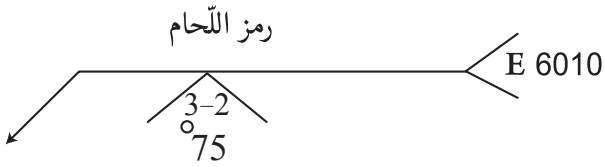
7- اقرأ رمز اللحام المُبيّن في الشكل (1).

8- نظّف قطع العمل من الأوساخ والشوائب، باستعمال أدوات التنظيف المناسبة.

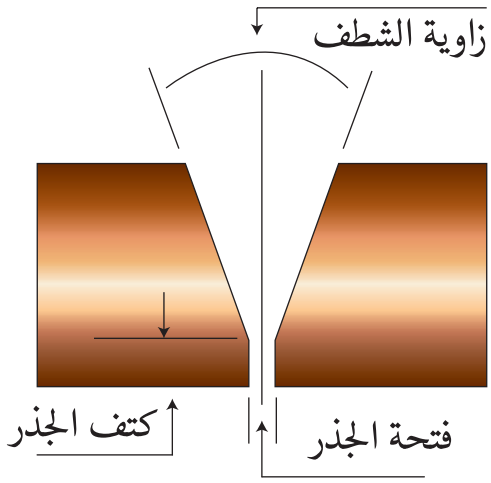
9- جهّز قطع العمل حسب المخطّط ورموز اللحام، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

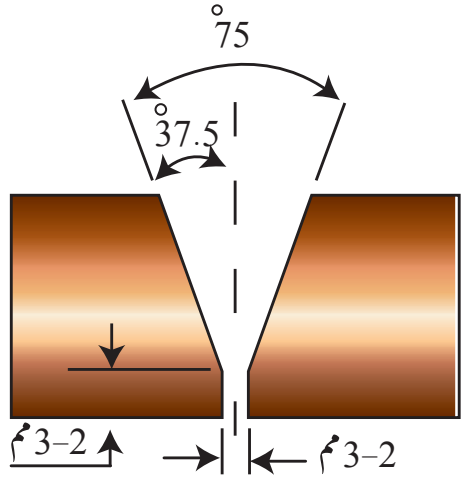
10- اختر إلكترود اللحام، حسب رمز الوصلة، كما هو مُبيّن في الشكل (1)، وثبّته بالمقبض في المكان المخصص.

الرسم التوضيحي



الشكل (1).





الشكل (2).

خطوات الأداء

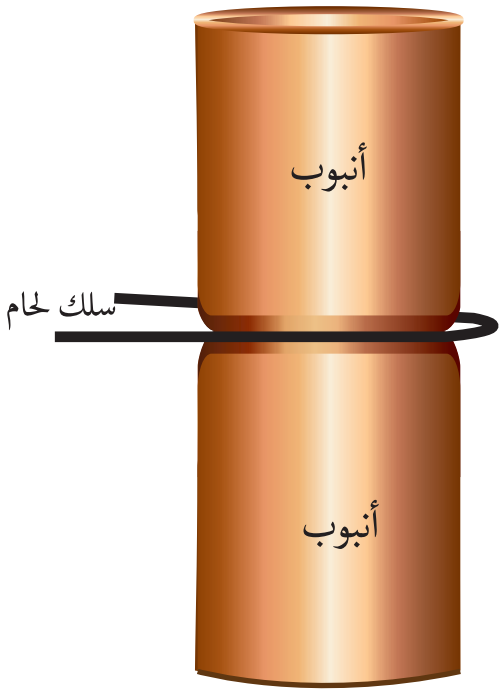
11 – ضع قطع الأنابيب على طاولة العمل وثبّت القطعة الأولى بحيث تكون الشطفة والكتف من أعلى، ثم ضع سلكًا قطره يساوي المسافة المراد تركها بين الأنبوبين حسب المخطّط بين (2–3) مم، ركّب القطعة الثانية على الأولى بحيث يكون سلك تحديد المسافة موجودًا بينهما، التي تكون قطع الأنابيب متقابلة على نحو دقيق، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

12 – ثبّت الوصلة بإجراء عملية التنقيط لها بالترتيب؛ للحفاظ على توازن الإجهاد الحراري، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

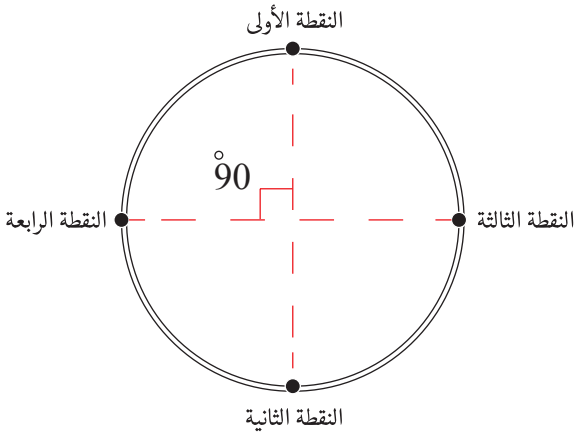
13 – تأكّد من جودة اللحام بالتنقيط بعد أن تبرد المشغولة واعرضها على معلمك.

14 – رتّب مكان العمل جيدًا، واحفظ العُدَد والأدوات المستعملة في مكانها الصحيح.

الرسم التوضيحي



الشكل (3).



الشكل (4).

التمارين العملية

التمرين الحادي و العشرون

لحام أنبوب مع فلنجة من الفولاذ الطري بالقوس الكهربائي في الوضع الأفقي.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تلحم أنبوب قطر (4) إنش، بطول (150) مم على قطعة من الفولاذ (فلنجة) قياس (200×200) مم سُمك (6) مم، في الوضع الأرضي.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.	1 – أنبوب قطر (4إنش) وطول (150)مم.
2 – محطة لحام بالقوس الكهربائي.	2 – إلكترودات لحام متنوّعة.
3 – أدوات قياس وتخطيط.	3 – قطعة من الفولاذ الطري (فلنجة)، قياس (200×200) مم سُمك (6) مم
4 – أدوات تنظيف	
5 – آلة جلخ يدوي.	

خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.

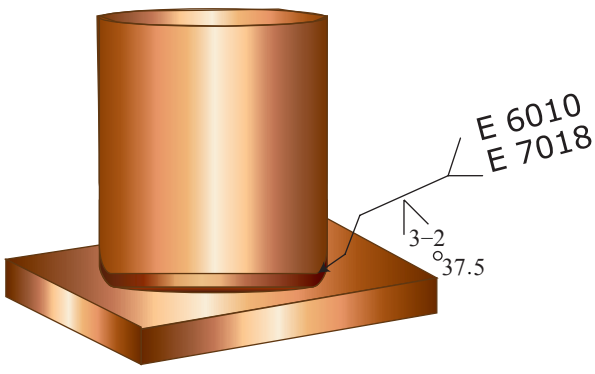
2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.

3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، ومن توافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.

4 – اختر آلة لحام ذات التيار المباشر (DC) للتحكم في القطبية، كما تعلمت سابقًا.

5 – تفقّد آلة اللحام وتأكّد من جاهزيتها.

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء

6 – احصل على قطع العمل من معلمك حسب المخطّط.

7 – نظّف قطع العمل من الأوساخ والشوائب، باستعمال أدوات التنظيف المناسبة.

8 – ضع قطعة العمل على طاولة العمل وثبّت الأنبوب بحيث تكون الشطفة والكتف من الأسفل على الفلنجة، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

9 – ثبّت الوصلة بإجراء عملية التنقيط لها بالترتيب؛ للحفاظ على توازن الإجهاد الحراري، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

10 – تأكّد من جودة اللحام بالتنقيط بعد أن تبرد المشغولة واعرضها على معلمك.

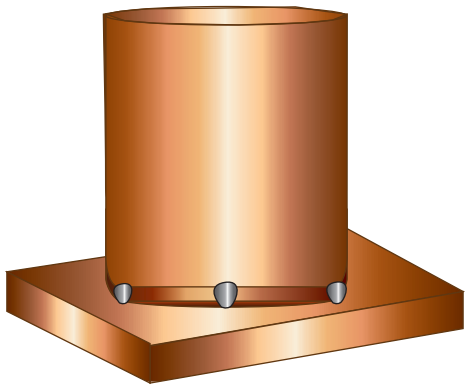
11 – ابدأ بلحام الأنبوب مع الفلنجة، في الوضع الأرضي.

12 – حافظ على زوايا اللحام (زاوية الحركة وزاوية العمل) وطول القوس في أثناء عملية اللحام، كما هو مُبيّن في الشكل(3).

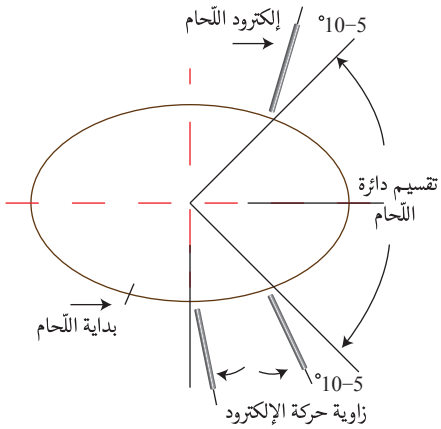
13 – نظّف قطعة العمل بعد الانتهاء من التمرين وتأكّد من خلوّها من العيوب، واعرضها على معلمك، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

14 – رتّب مكان العمل جيدًا، واحفظ العُدَد والأدوات المستعملة في مكانها الصحيح.

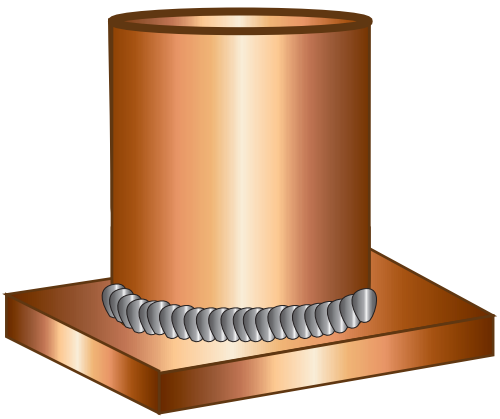
الرسم التوضيحي



الشكل (2).



الشكل (3).



الشكل (4).

التمارين العملية

التمرين الثاني والعشرون

لحام أنبوب مع أنبوب آخر بقطر (4) إنش لكليهما، قابل للتدوير؛ بالقوس الكهربائي في الوضع الأرضي، بحيث يكون محور الدوران أفقيًّا.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تلحم أنبوبًا مع أنبوب آخر بقطر (4) إنش لكليهما، قابلًا للتدوير في الوضع الأرضي، بحيث يكون محور الدوران أفقيًّا.

متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات

1 – معدّات السلامة والصحة المهنية.
2 – محطة لحام بالقوس الكهربائي.
3 – أدوات قياس وتخطيط.
4 – أدوات تنظيف
5 – آلة جلخ يدوي.

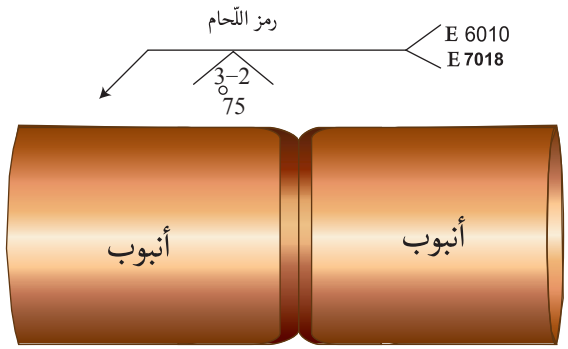
المواد الأولية

1 – أنبوب قطر (4) إنش وطول (150)مم، عدد (2).
2 – إلكترودات لحام متنوّعة.

خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.
2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.
3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، ومن توافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.
4 – اختر آلة لحام ذات التيار المباشر (DC) للتحكم في القطبية، كما تعلمت سابقًا.
5 – تفقّد آلة اللحام وتأكّد من جاهزيتها.

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء

6 – احصل على قطع العمل من معلمك حسب المخطّط.

7 – نظّف قطع العمل من الأوساخ والشوائب، باستعمال أدوات التنظيف المناسبة.

8 – ضع قطعة العمل على طاولة العمل وثبّت الأنبوبين بحيث تكون الشطفة والكتف مقابلة للشطفة والكتف للأنبوب الثاني، التي تكون قطع الأنابيب متقابلة على نحو دقيق، كما هو مُبيّن في الشكل (1).

9 – ثبّت الوصلة بإجراء عملية التنقيط حسب الترتيب؛ للحفاظ على توازن الإجهاد الحراري، كما هو مُبيّن في الشكل (2).

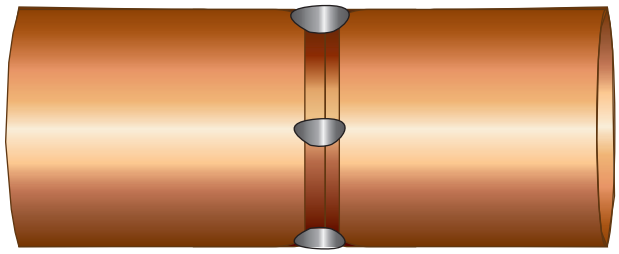
10 – تأكّد من جودة اللحام بالتنقيط بعد أن تبرد المشغولة واعرضها على معلمك.

11 – استعمل إلكترود (E6010) للحام خط الجذر.

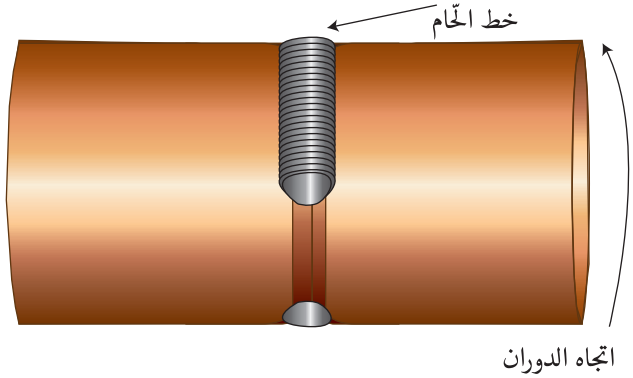
12 – اضبط شدة التيار بحيث تكون (85–110) أمبير.

13 – ابدأ عملية اللحام في الوضع الأرضي، وأدر الأنبوب في أثناء ذلك على نحو مناسب، كما هو مُبيّن في الشكل (3).

الرسم التوضيحي



الشكل (2).



الشكل (3).

خطوات الأداء

14 – حافظ على زوايا اللحام لإنتاج خط لحام مناسب، كما هو مُبيّن في الشكل (4).

15 – نظّف خط اللحام الأول، و تأكّد من عدم وجود عيوب في اللحام، واعرضه على معلمك.

16 – استعمل إلكترود اللحام (E7018)، للحام الخط الثاني، وخط التعبئة، والخط النهائي.

17 – اضبط شدة تيار اللحام بحيث يكون (85–110) أمبير.

18 – ثبّت الإلكترود في مقبض اللحام بشكل مناسب.

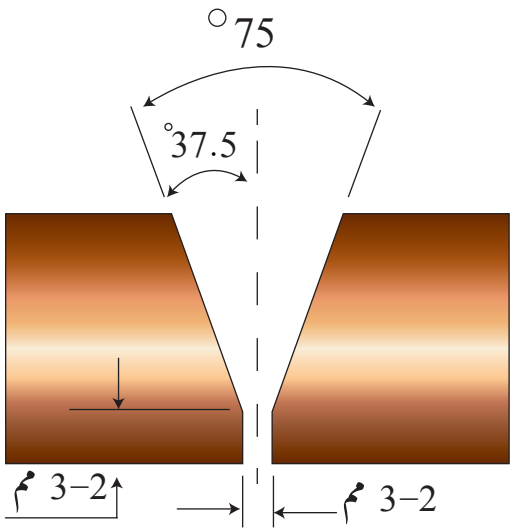
19 – حافظ على زوايا اللحام في أثناء عملية اللحام لإنتاج خط لحام مناسب، كما هو مُبيّن في الشكل (5).

20 – حافظ على حركة الإلكترود في لحام الخط النهائي للمشغولة.

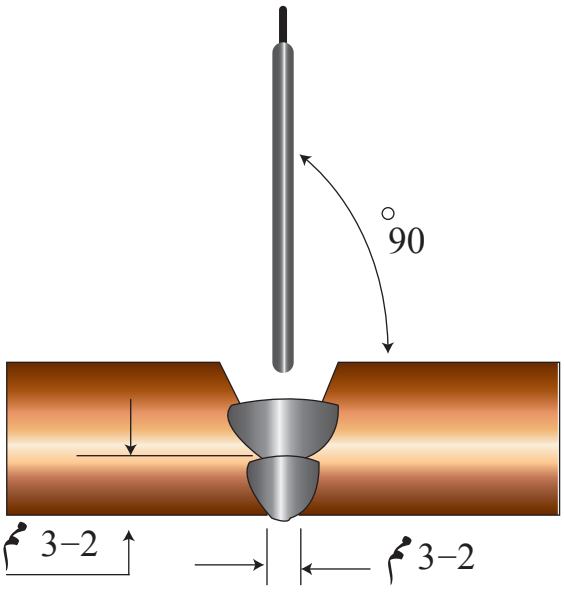
21 – نظّف قطعة العمل بعد الانتهاء من التمرين وتأكّد من خلوّها من العيوب، واعرضها على معلمك.

22 – رتّب مكان العمل جيدًا، واحفظ العُدَد والأدوات المستعملة في مكانها الصحيح.

الرسم التوضيحي



الشكل (4).



الشكل (5).

التمارين العملية

التمرين الثالث و العشرون

لحام أنبوب مع أنبوب آخر بقطر (2) إنش، لكليهما وسُمك جدار (2)مم، بلهب الأوكسي أستلين.

يتوقّع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين، أن:

- تلحم أنبوبًا مع أنبوب آخر بقطر (2) إنش لكليهما، وسُمك جدار (2)مم، بلهب الأوكسي أستلين (لحام بالصهر)، في الوضع الأرضي.

متطلّبات تنفيذ التمرين

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
1 – معدّات السلامة والصحة المهنية. 2 – محطة لحام بالأوكسي أستلين. 3 – أدوات قياس وتخطيط. 4 – أدوات تنظيف 5 – آلة جلخ يدوي.	– أنبوب قطر (2إنش) وطول (150)مم، عدد (2).

خطوات الأداء

1 – ارتدِ ملابس الوقاية الشخصية.

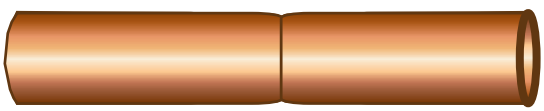
2 – التزم بمتطلّبات وقواعد السلامة المهنية، في أثناء عمليات التجهيز واللحام.

3 – قبل الشروع في عملية اللحام، تأكّد من عدم وجود مواد قابلة للاشتعال في مكان العمل، ومن توافر طفّايات الحريق والإسعافات الأولية قريبة من محطة اللحام.

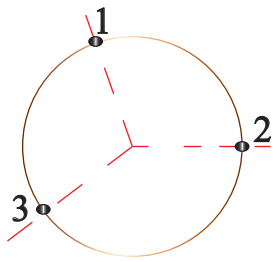
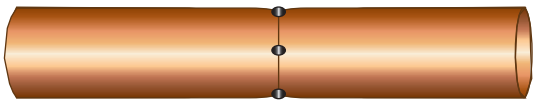
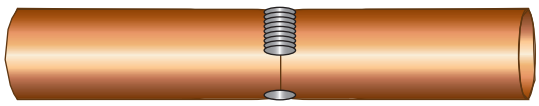
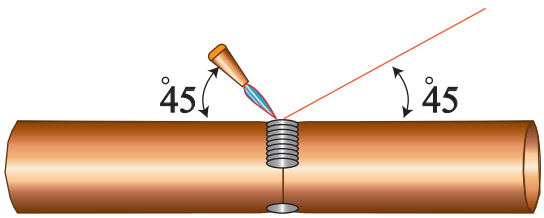
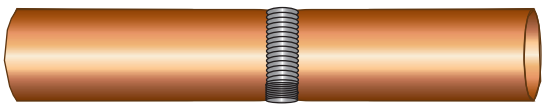
4 – تفقّد محطة اللحام وتأكّد من جاهزيتها.

5 – احصل على قطع العمل من معلمك حسب المخطّط.

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
6 – نظّف قطع العمل من الأوساخ والشوائب، باستعمال أدوات التنظيف المناسبة.	
7 – ضع قطعة العمل على طاولة العمل و ثبّت الأنبوبين بحيث تكون قطع الأنابيب متقابلة على نحو دقيق، كما هو مُبيّن في الشكل (1).	
	الشكل (2).
8 – ثبّت الوصلة بإجراء عملية التنقيط حسب الترتيب؛ للحفاظ على توازن الإجهاد الحراري، كما هو مُبيّن في الشكل (2).	
9 – تأكّد من جودة اللحام بالتنقيط بعد أن تبرد المشغولة واعرضها على معلمك.	
	الشكل (3).
10 – ابدأ عملية اللحام في الوضع الأرضي، وأدر الأنبوب في أثناء ذلك على نحو مناسب، كما هو مُبيّن في الشكل (3).	
11 – حافظ على زوايا اللحام لإنتاج خط لحام مناسب بحيث يميل مشعل اللحام وسلك اللحام (45)، كما هوْ مُبيّن في الشكل (4).	
	الشكل (4).
12 – نظّف خط اللحام، وتأكّد من عدم وجود عيوب في اللحام، كما هو مُبيّن في الشكل (5)، واعرضه على معلمك.	
	
	الشكل (5).

مسرد المصطلحات	
Arc length	طول القوس
Acetylene cylinder	أسطوانة الأستلين
Acetylene gas regulator	مُنظّم غاز الأستلين
Air ducts	أقنية الهواء
Air pressure inspectin	الفحص بالهواء المضغوط
Alloy	سبيكة
Arc cutting	القطع بالقوس الكهربائي
Arc cutting station	محطة القطع بالقوس الكهربائي
Arc Welding	لحام القوس الكهربائي
Bending	الثني
Bending bar	عمود الثني
Bending test	فحص الثني
Bevel Cutting	القطع المائل
Blind Rivets	مسامير البرشمة المخفية
Butt joint	وصلة تناكبية
Cap strip joint	وصلة تبكيل منزلقة
Center punch	سنبك نقطة
Compression bar	عمود الربط
Compression	ضغط

Corner Joint	وصلة زاوية
Coupling	ربط أو تعشيق
Cover Pass	خط لحام التغطية (التغليف)
Cutting angle	زاوية القطع
Cutting defects	عيوب القطع
Cutting electrode	إلكترود القطع
Cutting equipment's	معدّات القطع
Cutting nozzle	فالة القطع
Cutting speed	سرعة القطع
Cutting torches	مشعل القطع
Destructive tests	فحوصات إتلافية
Excessive Penetration	تغلغل زائد
Excessive weld metal	ترسيب لحام زائد
Flame	لهب
Flame inner cone	مانع رجوع اللهب
Flat Position	الوضع الأرضي
Flux	بودرة
Galvanized sheet	صاج مجلفن
Gas burning	الغازات المشتعلة

Gas Hoses	خراطيم الغاز
Gas Welding	غازات اللحام
Gases Mixing chamber	غرفة مزج الغازات
Grinding	جلخ
Grooves joint	وصلة تبكيل التعشيقة (الأخدود)
Hammer	مطرقة
Hand groover	بلص التبكيل
Horizontal Position	وضع أفقي
Horizontal Vertical Position	الوضع المركّب
Injector Torch	المشعل الحاقن
Lap Joint	وصلة انطباقية
Liquid Reentrant inspection	الفحص بالسائل المخترق
Machine Manual Rod bending	ثنّاية القضبان المعدنية اليدوية
Magnetic particle inspection	الفحص بالرنين المغناطيسي
Mild steel	الفولاذ الطري
Moderate penetration	اختراق (تغلغل) معتدل
Neutral flame	اللهب المتعادل
Non - destructive tests	فحوصات غير إتلافية
Open joint	وصلة مفتوحة

overlap	تراكب
Oxygen cylinder	أسطوانة الأكسجين
Oxygen hose	خرطوم الأكسجين
Panel down joint	وصلة التبكيل القائمة
Pressure gas regulators	منظّمات ضغط الغاز
Pressurized oxygen	أكسجين مضغوط
Ring Spanners	مفتاح حلقي
Riveting	البرشمة
Rolling	الدرفلة
Root concavity	تقعّر داخلي
Round weld	خط لحام الجذر

تم بحمد الله تعالى