ميكانيك الإنتاج

العلوم الصناعية الخاصّة والتدريب العملي

الصف الثاني عشر

الفصل الدراسي الأول

الفرع الصناعي

12

فريـق التأليـف

د. زبيدة حسن أبو شويمة (رئيسًا)

م. محمد أمين جبر أبو دوش (منسقًا)

م. محمد مهدي الغرايبة م. فواز أحمد الزعبي م. إبراهيم اسماعيل خريس رائد تيسير العقايلة م. محمود فتحي القدح

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

يسر المركز الوطني لتطوير المناهج استقبال آرائكم وملحوظاتكم الخاص بهذا الكتاب عن طريق العناوين الآتية:

06 - 5376262 / 235 06 - 5376266 P.O.Box : 2088 Amman 11941

@nccdjor feedback@nccd.gov.jo www.nccd.gov.jo

قررت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (43/ 2022) تاريخ 6/ 7/ 2022 بدءًا من العام الدراسي 2022/ 2023م.

ISBN 978- 9923 - 41 - 392 - 0 (ردمك)

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2022/8/4065)

373.27

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

ميكانيك الإنتاج: العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي/ الصف الثاني عشر / الفصل الدراسي الأول/ المركز الوطني لتطوير المناهج – عمان: المركز، 2022

(227) ص.

ر.إ.: 2022/8/4065

الواصفات: / التعليم المهني/ / المدارس المهنية/ / المناهج/ / التعليم الثانوي/

يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبّر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الطبعة الأولى (التجريبية) 1443 هـ – 2022 م
أعيدت طباعته 1444 هـ – 2023 م

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

الحمد لله ربّ العالمين، والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين، سيّدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد...

فانطلاقًا من الرؤية الملكية السامية، يستمرّ المركز الوطني لتطوير المناهج في أداء رسالته المتعلّقة بتطوير المناهج الدراسية؛ بغية تحقيق التعليم النوعي المتميّز. وبناءً على ذلك، جاء هذا الكتاب منسجمًا مع فلسفة التربية والتعليم، وخطّة تطوير التعليم في المملكة الأردنية الهاشمية، ومحقّقًا مضامين الإطار العام والخاص للعلوم الصناعية الخاصّة والتدريب العملي والرسم الصناعي لتخصّص ميكانيك الإنتاج، التي تتمثّل في إعداد جيل واعٍ يَقدّر المهن ويحترمها، وذي شخصية إيجابية متوازنة، ومعتزّ بانتمائه الوطني، ومدرك لأهم الركائز الداعمة للاقتصاد الوطني التي يُقاس بها تقدّم الدول وتطورها.

يُعدّ تخصّص ميكانيك الإنتاج أحد التخصّصات الأساسية التي تتداخل مع الصناعات المختلفة؛ لذا، أُولِي الاهتمام الكبير والرعاية الكاملة، وجرى العمل به بما يتواءم مع متطلّبات سوق العمل، وإعداد جيل من الطلبة يتمتّع بمهارات مهنية على أساس الكفايات وحاجات سوق العمل. وقد ارتكز تأليف هذا الكتاب المعرفة العلمية والخبرات العملية، ودمج المعرفة النظرية بالتطبيق العملي.

وبناءً على ذلك، فقد اعتُمدت دورة التعلّم الخماسي المنبثقة من النظرية البنائية التي تمنح الطلبة الدور الأكبر في العملية التعليمية التعلّمية، التي تتضمّن: انظر وتساءل، واستكشف، واقرأ وتعلّم، والإثراء والتوسّع، والقياس والتقويم. كما تضمّن الكتاب خريطة مفاهيمية تُلخّص المفاهيم المهمّة في كلّ وحدة.

لقد روعي في هذا الكتاب توظيف الكثير من الصور والرسوم التوضيحية والأشكال والجداول والأنشطة والقضايا البحثية؛ لتمكين الطالب من الحصول على المعرفة بطرائق مختلفة ومتنوّعة، إضافة إلى تضمينه ملحقًا لمسرد المصطلحات باللغة الإنجليزية؛ لتسهيل مَهمّة الطلبة والمهتمّين، وبخاصّة في عملية البحث.

ونحن إذ نُقدّم هذا الكتاب، نأمل أن ينال إعجاب أبنائنا الطلبة ومعلّميهم، ويجعل تعلّم تخصّص ميكانيك الإنتاج أكثر متعة وسهولة وفائدة. راجين تزويدنا بالملاحظات والمقترحات لتطويره وتحسينه.

المركز الوطني لتطوير المناهج

قائمة المحتويات

الفصل الدراسي الأول

الوحدة		الموضوع	الصفحة
		الإرشادات والتعليمات	
الأولى: الجلخ الأسطواني الآلي	أولا	مقدمة في الجلخ الأسطواني الآلي	10
	ثانيًا	أقراص الجلخ المستعملة للجلخ الأسطواني	17
	ثالثًا	ضوابط عمليات الجلخ الأسطواني	26
		التمارين العملية	39
الثانية: التفريز	أولا	مقدمة في التفريز	84
	ثانيًا	سكاكين التفريز	96
	ثالثًا	عمليات التفريز وطرائقه	103
	رابعًا	تشغيل الترس المستقيم	112
		التمارين العملية	121
الثالثة: اللحام بالقوس الكهربائي	أولا	مقدمة في اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي	156
	ثانيًا	اللحام بالقوس الكهربائي في الوضع الأرضي	172
	ثالثًا	اللحام بالقوس الكهربائي في الوضع الأفقي	178
	رابعًا	عيوب اللحام بالقوس الكهربائي	186
		التمارين العملية	191
		مسرد المصطلحات	226
		قائمة المراجع	227

منهاجي
متعة التعليم الهادف

أوّلًا: الإرشادات العامّة

يجب على الطالب مراعاة الأمور الآتية في أثناء تنفيذ التمرينات العملية في المشغل:

1 - المحافظة على المواد والتجهيزات في المشغل، وعدم العبث بالأجهزة والمعدات قبل معرفة طريقة تشغيلها وعملها من قِبَل المعلّم.

2 - توخّي الحذر عند استعمال الأدوات والتجهيزات التي تعمل بالكهرباء، وعدم الاعتماد فقط على أجهزة الأمان للوقاية منها؛ إذ إنّها لا تقي من الصدمات الكهربائية دائمًا، وكذلك ينبغي تَعرُّف مصادر الخطر المحتملة للتجهيزات الكهربائية في الشغل.

3 - تجنّب الأحاديث الشخصية في أثناء العمل.

4 - الالتزام بتعليمات السلامة والصحة المهنية.

5 - ارتداء لباس العمل المهني، واستخدام معدات الوقاية الشخصية.

6 - الحرص على نظافة مكان العمل وترتيبه.

7 - الاستعانة بأدلة الشركات الصانعة (الكتالوجات).

8 - العمل بروح الفريق، ومشاركة الزملاء في الأدوات والمعدّات المتوافرة.

ثانيًا: خطة تنفيذ التمارين العملية

تتضمّن هذه الخطة مراعاة الآتي:

1 - التقيّد التام بالتعليمات الخاصّة من المعلّم؛ بما يخص تنفيذ التمارين، والعمل على الآلات والمعدّات.

2 - مشاركة الطلبة جميعهم في الأعمال الإنتاجية والصيانة؛ بحيث لا يؤثر ذلك في مسار خطة التدريب.

3 - تكرار التدريب على تطبيق التمرينات العملية؛ لاكتساب المهارة بالمستوى المطلوب.

4 - مشاركة الطلبة في أعمال الصيانة الوقائية والعلاجية للعُدَد والأجهزة.

ثالثًا: تقويم الأداء

تُراعى المعايير الآتية في أثناء تقويم الأداء:

الاحتفاظ بسجل أداء لكل طالب؛ على أن يشمل: المهارات المكتسبة، ومستوى أداء كل منها، وتقويم أداء الطالب في ما يخص التمرينات العملية؛ بمراعاة الآتي:

1 - اختيار الأدوات والعُدَد اليدوية والتجهيزات اللازمة للعمل.

2 - استعمال الأدوات بصورة صحيحة مأمونة.

3 - تطبيق إجراءات السلامة والصحة المهنية.

4 - التسلسل في أداء خطوات التمرينات العملية.

5 - السرعة في إنجاز التمرينات العملية.

6 - الدقّة في الإنجاز، والالتزام بمواصفات العمل.

7 - المحافظة على المواد والعُدَد والأدوات والتجهيزات المستخدمة.

8 - التعاون مع الآخرين، والعمل بروح الفريق.

9 - الالتزام بأخلاق المهنة وقواعدها.

رابعًا: تعليمات السلامة عند العمل على الآلات

يجب مراعاة القواعد الآتية عند العمل على الآلات:

يجب على الطالب قبل عملية تشغيل الآلة التقيد بما يأتي:

- ارتداء الملابس المناسبة للعمل، والتأكّد من خلوها من الأطراف المتدلية؛ لأنَّها (أي الأجزاء الدوارة من الآلة) مصدر خطر.
- استعمال معدّات الوقاية الشخصية المناسبة لأداء العمل.
- التأكّد من النظام الذي تعمل به الآلة، يدويًّا أو أوتوماتيكيًّا، أو باستخدام دعسة القدم، مع ضرورة اختيار نظام التشغيل الأكثر ملاءمة للعمل، والآمن في الوقت نفسه.
- التأكّد من وجود أجهزة الأمان والحواجز الواقية للآلة في وضعها الصحيح.

- التأكّد من عمل الإضاءة الداخلية للآلة؛ إذا كانت مزودة بها.
- التأكّد من عدم وجود أية عُدَد أو مشغولات، أو مواد أخرى على الآلة قبل تشغيلها.
- وضع العُدَد والمواد اللازمة لأداء العمل في مكان خاص، منفصلة عن الآلة، وحيث يسهل تناولها.
- التأكّد من أنَّ عدة القطع وغيرها من المشغولات والقوالب مثبّتة في أماكنها بشكل جيد.
- تعيين السرعة المناسبة أو ضبطها، وكذلك الضغط المناسب لعمل الآلة، إن وجد.
- تشغيل الآلة؛ للتأكّد من صلاحيتها للعمل من دون تغذيتها بالمواد، وإعلام المعلم عن أي عطل بالآلة إن وجد.

يجب على الطالب في أثناء عملية التشغيل التقيد بما يأتي:

- التأكّد من أنّ جميع أجهزة القياس من: (عدادات، ومنبِّهات خاصة بقياس الوقود، أو زيوت التزليق، والتيار، والضغط، والتبريد، والسرعة وغيرها) سليمة وتعمل بكفاءة.
- عدم محاولة إيقاف أي جزء متحرّك في الآلة بوساطة اليد أو القدم، مع البقاء على مسافة مأمونة بعيدًا عن الأجزاء المتحرّكة من الآلة.
- في حال حدوث أي خلل أو عطل في الآلة، أو صدور أي صوت غير مألوف عنها، أو خلل في أسلوب العمل؛ فيجب إيقاف الآلة فورًا، وإبلاغ المعلم بذلك.
- عدم ترك الآلة وهي مُشغّلة لأي سبب كان، إذ يجب إيقافها قبل تركها، وفصل التيار الكهربائي عنها.
- عند إجراء أيّ من أعمال القياس أو الضبط أو الصيانة والإصلاح؛ يجب التأكّد من فصل التيار الكهربائي، وتوقّف حركة الآلة نهائيًّا.
- عدم رفع أي جزء مغطّى للأجهزة المتحرّكة أثناء عمل الآلة.

عند انتهاء العمل يجب على الطالب:

- فصل الحركة عن الآلة والتأكّد من توقّف حركة الأجزاء جميعها قبل رفع قطع التشغيل أو المعدّات الأخرى عن الآلة.
- التأكّد من فصل قطع التشغيل عن الآلة.
- إبلاغ المعلم عند ملاحظة أي أمر قد يسبب خطرًا على سلامة الطلبة في الدورية الأخرى.
- تنظيف الآلة وما حولها من مخلّفات العمل. وغيرها من المواد التي قد تُشكّل خطرًا على الطلبة الآخرين.

الوحدة الأولى

الجلخ الأسطواني الآلي

- بِمَ يُستفاد من آلة الجلخ الأسطواني الآلي في القطاع الصناعي؟
- ما أشكال قِطَع العمل التي يمكن جلخها على آلة الجلخ الأسطواني الآلي؟

1

يُعرف الجلخ بأنّه عملية من عمليات تشكيل المعادن وتشطيب الأسطح وذلك بإزالة جزئيات من المعدن بوساطة أحجار الجلخ، التي تحتوي على عدد كبير جدًّا من الحُبيبات الحاكّة، ويُعدّ من أهم طرائق التشكيل المستعملة في الحصول على قِطَع العمل ذات النعومة السطحية العالية ودقّة الأبعاد المتناهية. وسنتعرّف في هذا الدرس أنواع آلات الجلخ الأسطواني الأساسية ووظائفها وأجزاءها.

انظر وتساءل

استكشف

اقرأ وتعلّم

الإثراء والتوسّع

القياس والتقويم

الخريطة المفاهيمية

يُتوقّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يتعرّف آلات الجلخ الأسطواني المختلفة.
- يُميّز بين الأجزاء المختلفة لآلة الجلخ الشاملة.
- يتعرّف مميّزات استعمال سائل التبريد في عملية الجلخ الأسطواني.
- يتعرّف الطرائق المختلفة لربط قطع العمل بآلة الجلخ الشاملة.
- يتعرّف أقراص الجلخ المستعملة في الجلخ الأسطواني.
- يُميّز بين أقراص الجلخ المختلفة المستعملة للجلخ الأسطواني.
- يختار قرص الجلخ الأسطواني المناسب؛ حسب شكل المشغولة المراد تشكيلها.
- يُتقن طريقة فكّ أقراص الجلخ المستعملة للجلخ الأسطواني، وتركيبها.
- يتعرّف حركات الآلة، عند إجراء عمليات الجلخ الأسطواني.
- يُميّز بين الحركات المختلفة للآلة، عند إجراء عمليات الجلخ الأسطواني.
- يحسب السرعة والتغذية المناسبة، عند إجراء عمليات الجلخ الأسطواني.
- يحسب الزوايا المناسبة، عند إجراء عمليات جلخ السلبة.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

أوّلًا: مقدّمة في الجلخ الأسطواني الآلي

النتاجات

يُتوقع من الطالب بعد فهم هذا الدرس أن:

- يتعرّف آلات الجلخ الأسطواني المختلفة.
- يُميّز بين الأجزاء المختلفة لآلة الجلخ الشاملة.
- يتعرّف الطرائق المختلفة لربط قطع العمل بآلة الجلخ الشاملة.
- يتعرّف مميّزات استخدام سائل التبريد في عملية الجلخ الأسطواني.

انظر وتساءل

تُستعمل عملية الجلخ لإزالة أجزاء صغيرة جدًّا من قطعة العمل، ما يمنح السطح نعومة كبيرة، وقياس الأبعاد بدقّة متناهية. لكن، كيف تُستعمل هذه الآلات في إنتاج مشغولات متقنة وذات جودة كبيرة ودقّة متناهية؟

استكشف

درست في صفّ سابق آلة الجلخ السطحي، حاول مع زملائك معرفة الفرق بين آلة الجلخ السطحي وآلة الجلخ الأسطواني، وناقش معلمك في ذلك.

اقرأ وتعلّم

التجليخ الأسطواني: هو عملية مخصّصة لجلخ السطوح الأسطوانية والسلبة في الوضعيات الخارجية والداخلية جميعها، ويمكن التحويل بين الجلخ الخارجي والداخلي بإدارة الرأس الذي يحمل حجر الجلخ.

آلة الجلخ الأسطواني

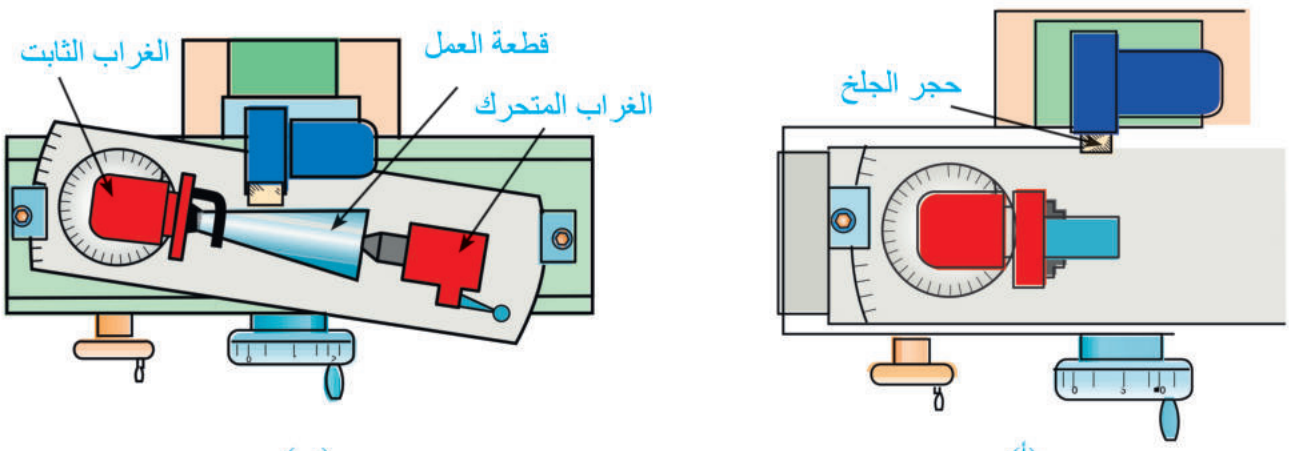
تُستعمل آلة الجلخ الأسطواني لجلخ السطوح الأسطوانية والسلبّات جميعها من الخارج أو الداخل، وذلك للحصول على نعومة تشكيل عالية للسطوح وأبعاد ذات دقّة متناهية، وذلك لصعوبة الحصول على هذه الأسطح لطرائق التشكيل التي تعلمتها سابقًا.

فكّر ما الفرق بين آلة الجلخ الأسطواني وآلة الجلخ الشاملة؟

أنواع آلات الجلخ للسطوح الأسطوانية

1 - آلة جلخ السطوح الأسطوانية الخارجية:

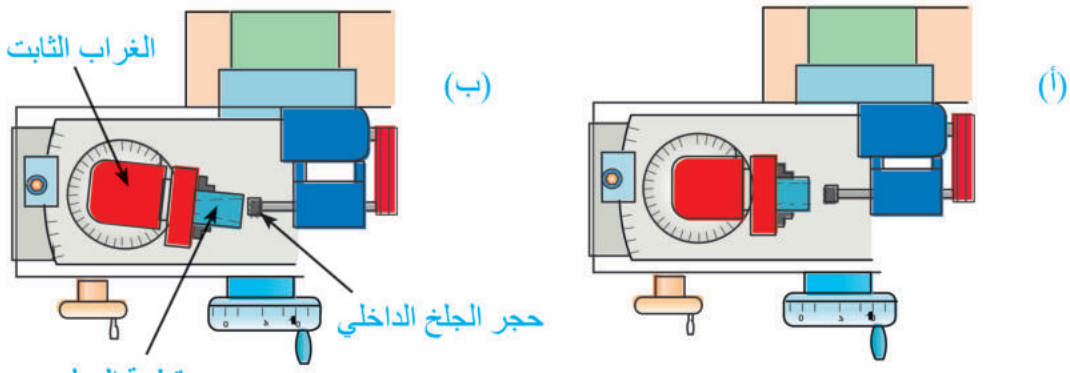
يوضّح الشكل (1) أجزاء آلة جلخ السطوح الأسطوانية الخارجية، وهي مخصّصة لجلخ السطوح الخارجية الأسطوانية والسلبّة الخارجية فقط. ويكون الرأس الحامل لحجر الجلخ مثبّتًا في الجزء الخلفي من فرش الآلة، ويجري عن طريقه ضبط عمق الجلخ، ويُثبّت على الفرش المتحرّك كلّ من الغراب الثابت والغراب المتحرّك.



الشكل (1): آلة الجلخ الأسطواني الخارجي.

2 - آلة جلخ السطوح الأسطوانية الداخلية:

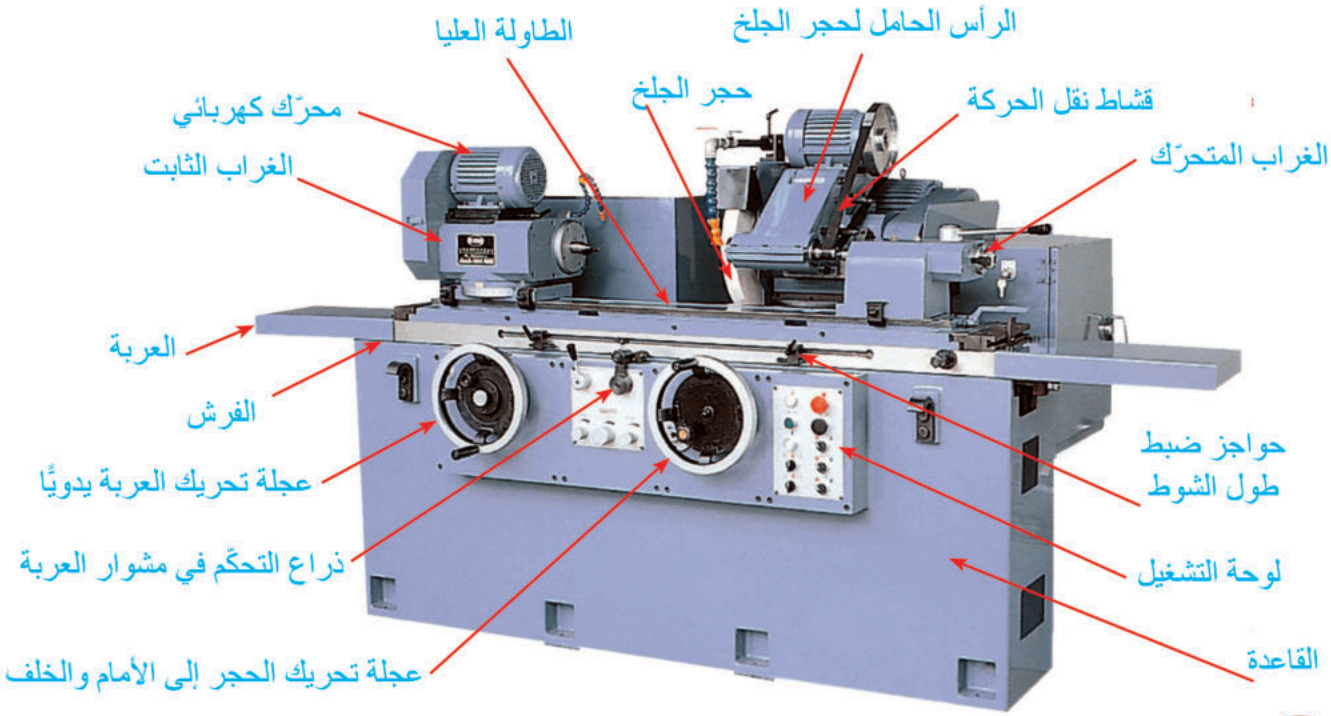
يوضّح الشكل (2) آلية جلخ السطوح الأسطوانية الداخلية، وهي مخصّصة فقط لجلخ السطوح الداخلية الأسطوانية والسلبّة الداخلية. ويكون حجر الجلخ ذا قطر أصغر من القطر الداخلي لقطعة العمل المراد تشكيلها. والحرارة المتولّدة في هذه العملية أكبر من الحرارة المتولّدة في الجلخ الخارجي؛ وذلك لصعوبة وصول سائل التبريد إلى داخل الأماكن الضيّقة وكذلك صعوبة إزالة جزئيات المعدن. ويجب أن تكون أداة الجلخ قصيرة وجاسئة قدر الإمكان لتفادي انحرافها في أثناء التشغيل.



الشكل (2): آلية الجلخ الأسطواني الداخلي.

3 - آلة جلخ السطوح الأسطوانية الشاملة (العامّة):

يوضّح الشكل (3) آلة جلخ السطوح الأسطوانية الشاملة، وهي مخصّصة لجلخ السطوح الأسطوانية والسلبّة في الوضعيات الخارجية والداخلية جميعها، ويمكن التحويل بين الجلخ الخارجي والداخلي بإدارة الرأس الحامل لحجر الجلخ، ويمكن أيضًا إمالة الغراب الثابت للتمكّن من جلخ السلبّة القصيرة ذات الزوايا المختلفة وإمالة الطاولة العليا للتمكّن من جلخ السلبّة الطويلة ذات الزوايا الصغيرة.



الشكل (3): أجزاء آلة الجلخ الأسطواني الشاملة.

1 - **القاعدة:** تحتوي على مكوّنات الآلة ووسائل تشغيلها، وهي جسم الآلة الأساسي الذي يثبت في أرضية المشغل، ويُشكّل الفرش السطح العلوي للقاعدة الذي يحتوي على مجاري طولية بوصفها دليلًا تتحرّك عليه العربة حركتها التردّدية، وتُحمل مجموعة الرأس الحامل لحجر الجلخ عليها بشكل عمودي، وعلى الجدار الأمامي للقاعدة توجد أذرع التشغيل اليدوية والأوتوماتيكية. وتُصنّع القاعدة عادة من حديد الزهر؛ لتكون متينة ومقاومة للاهتزازات لضمان جودة عملية الجلخ.

2 - **العربة:** تتكوّن من الطاولة السفلية، وهي تتحرّك على فرش الآلة، وترتكز الطاولة العلوية على محور ثابت في منتصف الطاولة السفلية؛ وذلك للتمكّن من الدوران بزاوية لجلخ السلبّة الطويلة بزوايا صغيرة؛ إذ يجري تحديد مقدار زاوية ميل العربة على تدريج مقسّم بدرجات، ومثبّت على الطاولة السفلية.

3 - **الغراب الثابت:** يُستعمل في تثبيت قطعة العمل بالآلة بوسيلة ربط مثل الظرف الثلاثي، وتُدار بوساطة المحرّك الكهربائي.

4 - **مجموعة الرأس الحامل لحجر الجلخ (غراب الجلخ)**، وتتكوّن من:

أ - الرأس: يُثبّت على المحرّك الذي ينقل الحركة للعمود المركّب عليه الحجر بوساطة نظام الأقشطة، ويمكن إدارة هذه الرأس المثبّتة فوق الراسمة بعدّة زوايا، وعندما يُراد عمل جلخ داخلي؛ يُدار الرأس بزاوية ليركب حجر الجلخ على الطرف الخلفي للمحرّك.

ب- الصينية: تُركّب على فرش الآلة؛ إذ تُدار بزوايا مختلفة لجلخ القطعة المسلوبة.

ج - الراسمة: تُحرّك حجر الجلخ بشكل أفقي إلى الأمام والخلف، بالنسبة إلى السطح العلوي للصينية.

5 - **محدّدات حواجز لضبط طول الشوط:** يُضبط طول الشوط بوساطة حاجزين مثبّتين في مجارٍ طولية خاصّة بهما على جانب العربة السفلي، ويمكن ضبط وضع هذين الحاجزين والمسافة بينهما على جانب العربة حسب التغذية الطولية المطلوبة، كما أنّهما يعملان على عكس حركة الطاولة في نهاية كلّ شوط.

6 - **الطاولة العليا:** تُركّب الطاولة على الفرش بوساطة تداخل المجاري الانزلاقية في كلّ منها، وتتحرّك الطاولة بالنسبة إلى الفرش حركة طولية لتأمين التغذية الطولية في أثناء الجلخ، ويمكن ضبط طول حركة الشوط كما في آلة الجلخ المستوية، ويُثبّت عليها الغراب الثابت والغراب المتحرّك.

7 - **الطاولة السفلية:** تقع أسفل الطاولة العليا مباشرة، وتؤدّي هذه الطاولة الحركة التردّدية الأفقية بوساطة نظام هيدروليكي، ويُسمّى المسير ذهابًا وإيابًا إلى الطاولة الشوط المزدوج. يمكن تحريكها بوساطة عجلة التحريك اليدوية التي تتحكّم في مجموعة من التروس الخاصّة بنقل الحركة.

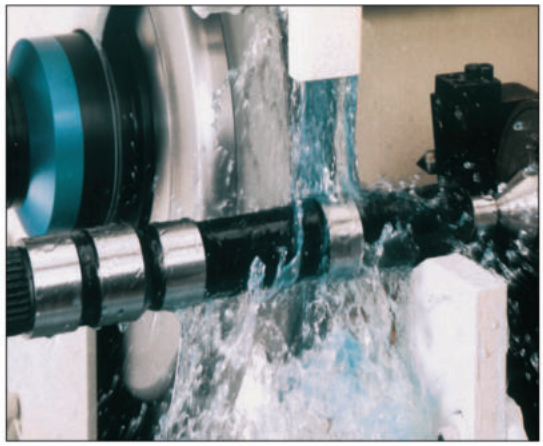
ربط قطعة العمل على آلة الجلخ الأسطواني

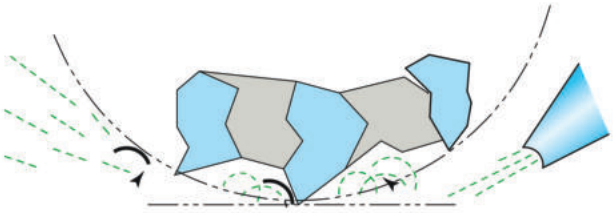
تُربط قطعة العمل على آلات الجلخ؛ بناءً على تصميمها الهندسي، وعلى طبيعة السطح المراد جلخه. فمثلًا: عند خراطة السلبّة الطويلة نستعمل طريقة الربط بين سُنبكين. وسنتعرّف طرائق الربط المختلفة في أثناء التدريب العملي. انظر إلى الشكل (4).

الشكل (4): بعض الأدوات المستعملة لربط قطعة العمل على آلة الجلخ الأسطواني.

سوائل القطع (التبريد) المستعملة في عملية الجلخ

عند إجراء عملية الجلخ الأسطواني؛ يتولد نتيجة عملية احتكاك حجر الجلخ مع قطعة العمل حرارة عالية جدًّا تؤثّر على خصائص قطعة العمل وأداة القطع. ويجب عليك تشغيل سائل التبريد في أغلب المعادن كالصلب في أثناء القطع من دون توقّف؛ وذلك لتقليل معامل الاحتكاك بين الرائش والمشغولة، وأيضًا التبريد المستمر لحجر الجلخ وقطعة العمل؛ لذا، يجب أن تتوافر في سوائل التبريد خصائص تبريد وتزليق عالية وخصائص واقية من الصدأ؛ كي تؤثّر في آلات الجلخ وتمنع التصاق الجزئيات المزالة بحجر الجلخ أو بقطعة العمل. انظر إلى الشكل (5).





الشكل (5): استعمال سوائل التبريد
في آلة الجلخ الأسطواني.

وتوجد عدّة أنواع من سوائل القطع المستعملة في التبريد في أثناء عملية الجلخ، منها:

1 - **السوائل الكيميائية الذائبة في الماء:** تتميّز هذه السوائل بخاصّية التبريد الجيّد، وتكون هذه السوائل شفّافة وتحوي إضافات لمنع الصدأ وإزالة عُسر الماء ومواد التنظيف.

2 - **محاليل الزيوت المائية:** تتكوّن من مزج بعض أنواع الزيوت في الماء؛ لتحقيق وظيفتَي التبريد والتزييت، ويُشبه لونها لون الحليب وتُسمّى المستحلبات، وهي أرخص من السوائل الكيميائية.

الإثراء والتوسّع

ابحث في مصادر المعلومات المتاحة عن آلات جلخ أخرى، مثل آلات الجلخ الخاصّة وآلات الجلخ اللامركزية، واكتب تقريرًا عنها، وشارك زملاءك ما توصّلت إليه، ثمّ قدّمه إلى معلّمك.

1 - وضّح المقصود بعملية التجليخ الأسطواني.

2 - اذكر أجزاء آلة التجليخ الشاملة، مع توضيح وظيفة كلّ جزء.

3 - قارن بين الغراب الثابت والغراب المتحرّك وغراب التجليخ، في آلة الجلخ الأسطواني.

4 - اذكر وسائل ربط قطعة العمل المستعملة في آلات التجليخ الأسطواني.

5 - ما وظيفة سائل التبريد المستعمل في آلات التشغيل؟

6 - ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1) إحدى العمليات الآتية، ليست من وظائف آلة التجليخ الشاملة:

أ - الجلخ الأسطواني الخارجي.

ب - الجلخ المخروطي الخارجي.

ج - جلخ السطوح الأسطوانية الداخلية.

د - جلخ السطوح المستوية الداخلية.

2) تحتاج عملية الجلخ إلى الحركات الآتية:

أ - حركة خطّية لقطعة العمل، ودورانية لحجر الجلخ.

ب - حركة دورانية لقطعة العمل، وخطّية لحجر الجلخ.

ج - حركة خطّية لقطعة العمل، وخطّية لحجر الجلخ.

د - حركة دورانية وخطّية لقطعة العمل، ودورانية لحجر الجلخ.

3) من وظائف سائل التبريد المستعمل في عملية الجلخ:

أ - تبريد محرّك الآلة.

ب - تقليل الاحتكاك بين قطعة العمل والرائش.

ج - تعمل على التصاق الرائش بحجر الجلخ.

د - تعمل على التصاق الرائش بقطعة العمل.

ثانيًا: أقراص الجلخ المستعملة للجلخ الأسطواني

النتاجات

يُتوقّع من الطالب بعد فهم هذا الدرس أن:

- يتعرّف أقراص الجلخ المستعملة في الجلخ الأسطواني.
- يُميّز بين أقراص الجلخ المختلفة المستعملة في الجلخ الأسطواني.
- يختار قرص الجلخ الأسطواني المناسب، حسب شكل المشغولة المراد تشكيلها.
- يُتقن طريقة فك أقراص الجلخ المستعملة في الجلخ الأسطواني، وتركيبها.

انظر وتساءل

هل شاهدت يومًا أجسامًا معدنية مخروطيّة الشكل ومجوّفة من الداخل؟ هل فكّرت بطريقة تصنيعها؟

ما علاقة ما تراه في الصورة بعمليات التشكيل المختلفة؟

استكشف

دوّن في دفترك أسماء القطع والأدوات ذات السطوح الأسطوانية والسطوح المسلوبة وذات الأقطار المتدرّجة الموجودة في مشغل ميكانيك الانتاج، ثمّ اعرضها على زملائك.

أحجار (أقراص) الجلخ Grinding Wheels

يُعدّ حجر الجلخ أداة القطع المستعملة في عملية التشكيل بالجلخ، وتتغيّر بِنية حجر الجلخ وحجم حبيباته من حجر إلى آخر وفق استعمالاته. سنُلاحظ بعد فهم هذا الدرس واستيعابه؛ أنّنا نستطيع اختيار حجر الجلخ المناسب للعمل. تُصنع أحجار الجلخ غالبًا من مكوّنين رئيسين هما: حُبيبات القطع والمادّة الرابطة المثبّتة للحُبيبات، وتُصنع الحُبيبات القاطعة غالبًا من أكسيد الألمنيوم ويُرمز له بالرمز (A) الذي يُستعمل للمواد المتينة، أو من كربيد السيليكون ويُرمز له بالرمز(C) الذي يُستعمل للمواد الطرية والهشّة.

1 - أشكال أحجار الجلخ:

تتنوّع أشكال أحجار الجلخ تبعًا لنوعية عملية الجلخ، وتُصنّف أحجار الجلخ من حيث أشكالها كما هو موضّح في الشكل (6)، كما يأتي:

أ - المستوي (العدل): يُستعمل هذا النوع في آلات الجلخ السطحي والأسطواني؛ إذ تجري عملية الجلخ بوساطة محيط الحجر بشكل موازٍ لمحور قطعة العمل.

ب- (الطبقي): يُستعمل هذا النوع في عمليات الجلخ الجبهي.

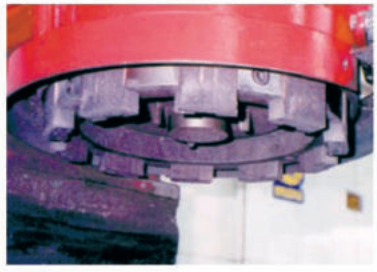
ج - (المركّب): يُستعمل هذا النوع في عمليات الجلخ الجبهي للمشغولات الكبيرة.

د - (التشكيلي): يُستعمل هذا النوع في عمليات الجلخ السطحي بأشكال مختلفة.

(أ)

(ب)

(ج)



(د)

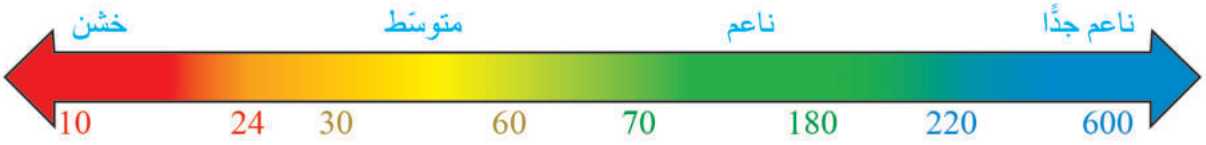
الشكل (6): أشكال أحجار الجلخ.

2 - مواصفات أحجار الجلخ:

رمز الحجر: نظرًا إلى كثرة أحجار الجلخ وتنوّعها، فقد أصطُلح على استخدام الترميز لتسهيل الاختيار بين أحجار الجلخ للأعمال المختلفة، والتعبير عنها في برامج التشغيل الرقمية وفى خُطط الإنتاج. تتكوّن رموز حجر الجلخ من خمس خانات كما يأتي:

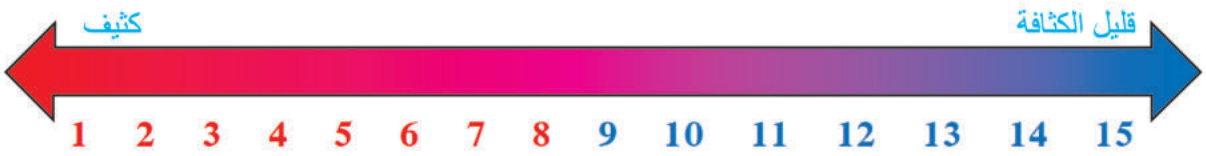
الخانة الأولى: تُعبّر عن المادّة المصنوعة منها حُبيبات القطع، وتكون أحد الحروف الآتية:

الخانة الثانية: تتكوّن من أرقام توضح نطاق حجم الحُبيبات القاطعة. فكما نلاحظ؛ فإنّه كلّما زاد نطاق الحجم الحبيبي زادت درجة نعومة السطح المراد تشكيله. (ملحوظة: الشكل للتطبيق وليس للحفظ).



الخانة الثالثة: تكون حرفًا يُحدّد درجة صلادة الحجر. (ملحوظة: الشكل للتطبيق وليس للحفظ)

الخانة الرابعة: تكون رقمًا يدلّ على كثافة الحجر. (ملحوظة: الشكل للتطبيق وليس للحفظ)

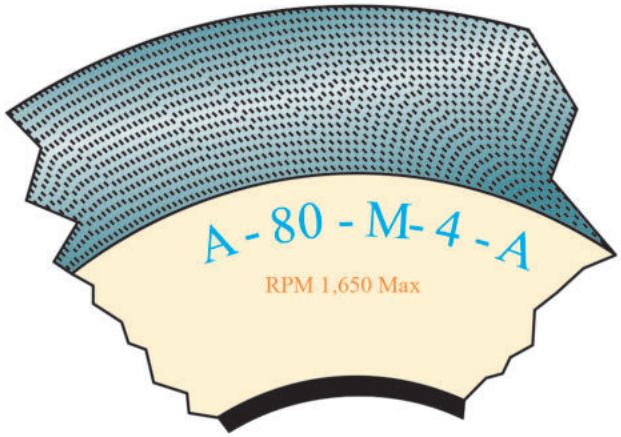


الخانة الخامسة: تكون حرفًا يدلّ على نوع المادة الرابطة لحُبيبات حجر الجلخ، وتوجد أنواع مختلفة من الموادّ الرابطة، وهي:

صلادة أحجار الجلخ: يُقصد بصلادة أحجار الجلخ، مدى متانة الترابط بين الحُبيبات القاطعة؛ أي متانة المادّة الرابطة التي تربط بين هذه الحُبيبات، والعلاقة بين صلادة أحجار الجلخ وصلادة المعدن علاقة عكسية. وقد جرى توضيح تصنيف صلادة أحجار الجلخ في الخانة الثالثة من رمز الحجر.

مثال (1)

بالإشارة إلى الشكل الآتي؛ صِف حجر الجلخ عن طريق الترميز الموجود عليه؟



الشكل (16): المساقط الثلاثة

الحل:

انظر إلى الخانة الأولى؛ ستجد الترميز (A) ويُعبّر عن المادّة المصنوعة منها حُبيبات القطع وهي أكسيد الألمنيوم.

انظر إلى الخانة الثانية؛ ستجد الترميز (80) ويُعبّر عن حجم الحُبيبات القاطعة والرقم (80) يُشير إلى أنّه ناعم.

انظر إلى الخانة الثالثة؛ ستجد الترميز (M) ويُعبّر عن درجة صلادة الحجر، وهو متوسّط الصلادة.

انظر إلى الخانة الرابعة؛ ستجد الترميز (4) ويُعبّر عن كثافة الحجر والرقم (4) يُشير إلى أنّه كثيف.

انظر إلى الخانة الخامسة؛ ستجد الترميز (A) ويُعبّر عن المادّة الرابطة لحُبيبات حجر الجلخ، وهي روابط خزفية.

3 - اختيار أحجار الجلخ:

يتوقّف اختيار حجر الجلخ المناسب على عدّة عوامل، أهمّها:

نوع المادة المراد جلخها: يجري اختيار الحجر الليّن لجلخ المادّة الصلبة، والحجر الصلد لجلخ المادّة الطرية أو الليّنة.

(عمق القطع): الحجم أو الكمّية المراد إزالتها ويجري اختيار حجر جلخ خشن الحُبيبات لعمق قطع كبير؛ وبخاصّة عندما تكون نعومة سطح التشكيل قليلة الأهمّية.

مدى نعومة السطح المراد جلخه: تعتمد نعومة سطح التشكيل على حجم حُبيبات حجر جلخ؛ فكلّما كانت الحُبيبات أدقّ كان سطح التشكيل الناتج أكثر نعومة.

مِساحة منطقة الجلخ (تماس الحجر): كلّما زادت مِساحة منطقة التماس بين الحجر والمشغولة، يجب استخدام حجر جلخ أكثر ليونة.

سرعة القطع والتغذية: يجب استعمال سرعة قطع منخفضة وتغذية كبيرة في حالة القطع الخشن، أمّا في حالة المشغولات الهشّة فيجب استعمال سرعة قطع عالية وتغذية صغيرة للتخلّص من الحرارة.

السرعة المحيطة للقرص: تؤثر السرعة المحيطة في مواصفات الحجر التنفيذية؛ إذ تؤدّي زيادة السرعة إلى تصرّف القرص كأنّ درجة صلادته أعلى من درجة الصلادة المحدّدة. ويوضّح الجدول (1) قِيَمًا توجيهية للسرعة المحيطة بوحدة (m/s) وذلك للرجوع إليها في حال عدم تحديد السرعة المحيطية على القرص.

الجدول (1): قِيَم السرعة المحيطية لبعض المعادن.

مادّة قطعة العمل	السرعة المحيطية (m/s)
فولاذ	25
حديد زهر	20
معدن قاسٍ (كربيد)	8

*(ملحوظة: الجدول للتطبيق وليس للحفظ)

ويوضّح الجدول (2) الاستعمال العامّ لأحجار الجلخ طبقًا لنوعها.

الجدول (2): الاستعمالات العامّة لأحجار الجلخ طبقًا لنوعها.

النوع	الاستعمال العام
أحجار جلخ طرية (ليّنة)	• المعادن الصلدة ذات البِنية الدقيقة الحُبيبات. • إزالة أكبر كمّية من المعادن. • المعادن الصلدة (المقسّاة).
أحجار جلخ صلدة	• الحصول على أبعاد دقيقة التفاوت. • الحصول على سطح ناعم.

وتوجد عوامل أخرى تؤثّر في اختيار حجر الجلخ؛ كسرعة الجلخ، وسرعة قطعة التشكيل، وحالة آلة الجلخ، ومهارة التقني، ودقّة التشكيل، بالإضافة إلى نوع آلة الجلخ المستعملة.

ويوضّح الجدول (3) كيفية اختيار حجر الجلخ المناسب؛ عند إجراء عملية الجلخ السطحي.

الجدول (3): كيفية اختيار حجر الجلخ المناسب؛ عند إجراء عملية الجلخ السطحي.

المعدن	مادة الحبيبة	قطر حجر الجلخ بالمليمترات							
		حجر عدل حتى 200		حجر طبقي حتّى 200		أكبر من 200 حتّى 350		قطعة من دائرة	
		الحبيبات	الصلادة	الحبيبات	الصلادة	الحبيبات	الصلادة	الحبيبات	الصلادة
الصلب غير المقسّى	أكسيد الألمنيوم	46	K–J	46	K–J	36	K–J	24	K–J
الصلب المقسّى	أكسيد الألمنيوم	46	J–H	36	J–H	30	J–H	30	J
صلب السرعات العالية المقسّى	أكسيد الألمنيوم	46	H–G	46	J–G	36	H	30	H
الكربيد	كربيد السيليكون	60	H	60	H	50	H	46	H
الزهر الرمادي	أكسيد الألمنيوم كربيد السيليكون	46	J	46	J	36	J	30	J
سبائك الزنك والمعادن الخفيفة	كربيد السيليكون	36	J(Ba)	36	J(Ba)	24	J(Ba)	20	J(Ba)

*(ملحوظة: الجدول للتطبيق وليس للحفظ)

تركيب أحجار الجلخ وتسويتها

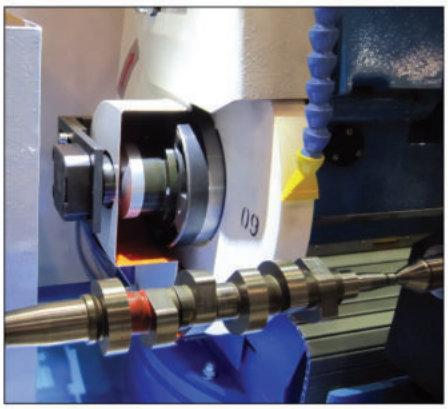
1 - فحص اتزان حجر الجلخ:

يتعرّض حجر الجلخ إلى حالة عدم الاتّزان؛ بسبب عدم تجانس بِنيته نتيجة التصنيع والاستعمال؛ لذا، لا بدّ من اتّزان حجر الجلخ وضبطه قبل التركيب وبعد الاستعمال بصورة دورية؛ وذلك للحصول على جودة سطح ممتازة بفعل الدوران المنتظم والهادئ نتيجة عملية الاتّزان التي تجعل القوّة الطاردة المركزية متعادلة، وهي عملية ضرورية جدًّا؛ فبعدم اتّزان الحجر قد يحصل تلف في المحامل (Bearing) وتكسير الحجر، ما يُسبّب خطرًا للطلبة القريبين من الآلة. وتوجد طريقتان لوزن الحجر:

الطريقة الثابتة: فحص اتزان الحجر باستعمال جهاز خاصّ، ويجري إيقاف الآلة وفكّ الحجر ثمّ وضعه في المكان المناسب للمعايرة، ثمّ إجراء عملية فحص اتزان حجر الجلخ. انظر إلى الشكل (7).

الشكل (7): جهاز الاتزان اليدوي لحجر الجلخ.

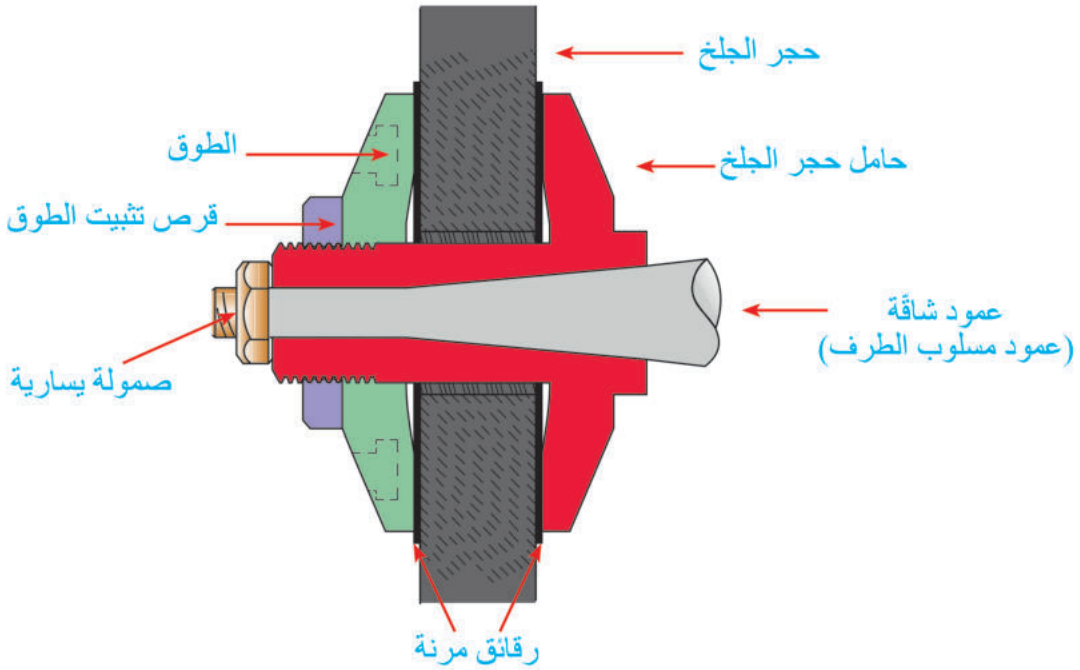
الطريقة الديناميكية: هذه الطريقة متوافرة في معظم الآلات الحديثة، بحيث يكون الاتزان بطريقة أوتوماتيكية في أثناء تشغيل الحجر خلال بضع ثوانٍ. انظر إلى الشكل (8).



الشكل (8): جهاز الاتزان الديناميكي لحجر الجلخ.

2 - تركيب حجر الجلخ على العمود المسلوب الطرف:

تُستعمل هذه الطريقة لربط الأقراص الكبيرة الصرّة (hub)، بحيث يوضع الحامل على طاولة العمل وتوضع رقيقة مرنة مصنوعة من الورق المقوّى أو المطاط؛ وذلك لامتصاص الاهتزاز الناجم عن عدم انتظام دوران الحجر النسبي، ثمّ تركيب حجر الجلخ فوق الرقيقة المرنة، ثمّ رقيقة مرنة أخرى، ثمّ الطوق وشدّ البراغي على قرص التثبيت، ثمّ تركيب المجموعة كاملة على العمود المسلوب الطرف وشدّ صامولة القفل اليسارية بإحكام. انظر إلى الشكل (9).

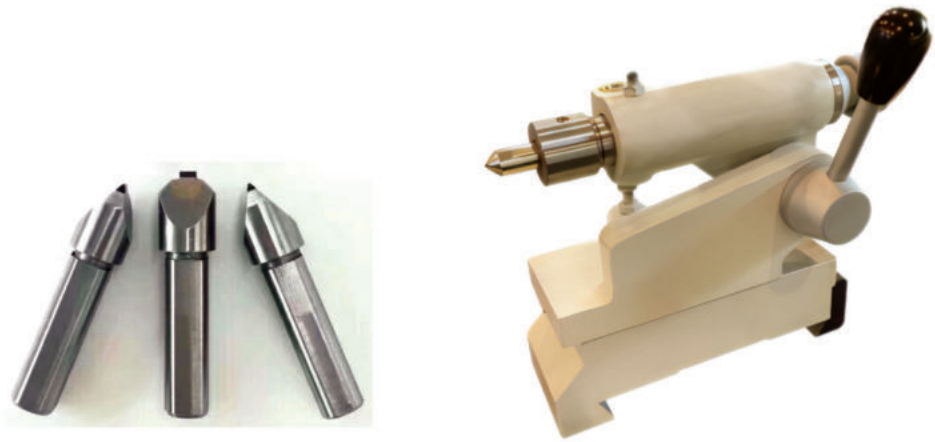


الشكل (9): أجزاء مجموعة ربط حجر الجلخ.

3 - تسوية حجر الجلخ:

يحدث بين الحين والآخر وبخاصّة عند جلخ المواد الطرية، تجمّع الرائش والتصاقه بين حُبيبات القطع في الحجر، ما يعمل على خدش قطعة العمل في أثناء عملية الجلخ. وعند جلخ المواد الصلدة يحدث اهتراء للحُبيبات في الحجر، وفي الحالتين تنخفض كفاءة الجلخ للحجر.

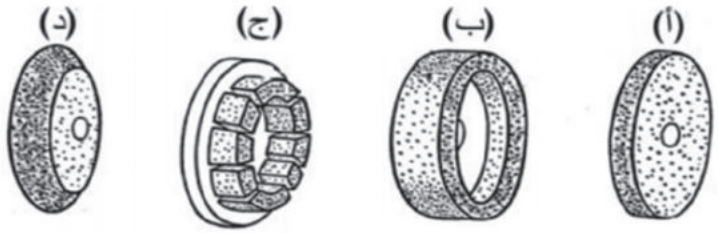
لحلّ هذه المشكلة، تجرى عملية تسوية (تمشيط) للحجر لإزالة طبقة سطحية منه وإبراز سطح جديد باستعمال أطراف الماسية المخصّصة لتسوية الحجر. انظر إلى الشكل (10):



الشكل (10): الأداة الماسية المستعملة لجلخ الحجر والحامل المخصّص لذلك.

ابحث في مصادر المعلومات المتاحة عن أشكال أخرى لأقراص الجلخ الأسطوانية، واكتب تقريرًا حول ذلك وشارك زملاءك ما توصلت إليه، ثمّ قدّمه إلى معلّمك.

1 - سمِّ أحجار (أقراص) الجلخ الواردة في الشكل الآتي:



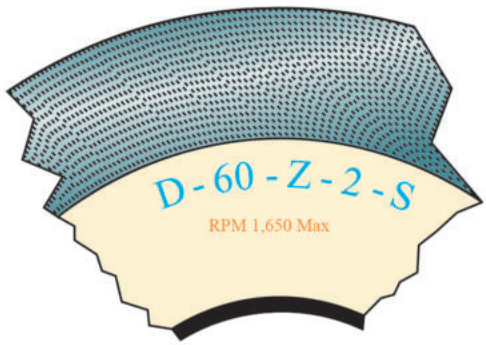
2 - من الشكل في السؤال السابق، بيّن استعمالات كلّ حجر جلخ منها في عملية الجلخ الأسطواني.

3 - ما العوامل التي تُحدّد اختيار حجر الجلخ المناسب؛ لإنجاز مشغولة معيّنة بالجلخ الأسطواني؟

4 - فسّر مدلولات الحروف الدالّة على نوع المادّة الرابطة لحُبيبات حجر الجلخ بالجلخ الأسطواني الآتية :

(B, R , S, Mg)

5 - صِف حجر الجلخ الموجود في الشكل الآتي:



6 - ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1) تُصنع حُبيبات القطع في بعض أحجار التجليخ من مادة يُرمز لها بالرمز "C" وهي:

أ - الكربون. ب - الكبريت.

ج - كربيد السيليكون. د - كربيد النحاس.

2) تُقاس السرعة المحيطية لحجر الجلخ بوحدة:

أ - دورة / دقيقة. ب - م / ثانية.

ج - دورة / مم. د - م / دورة.

ثالثًا: ضوابط عمليات الجلخ الأسطواني

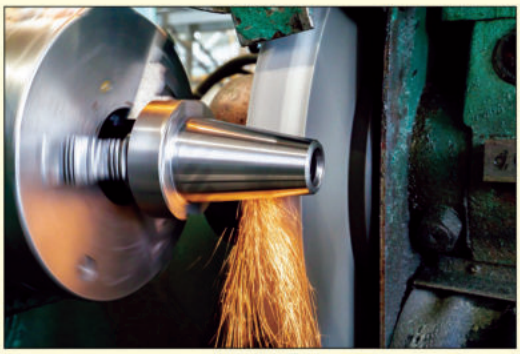
النتاجات

يُتوقع من الطالب بعد فهم هذا الدرس أن:

- يتعرّف حركات الآلة، عند إجراء عمليات الجلخ الأسطواني.
- يُميّز بين الحركات المختلفة للآلة، عند إجراء عمليات الجلخ الأسطواني.
- يحسب السرعة والتغذية المناسبة، عند إجراء عمليات الجلخ الأسطواني.
- يحسب الزوايا المناسبة، عند إجراء عمليات جلخ السلبة.

انظر وتساءل

تختلف دقّة القياس ودرجة النعومة السطحية لقطع الغيار الميكانيكية الدوّارة حسب طبيعة عملها، فكيف يمكن عمل ذلك؟



استكشف

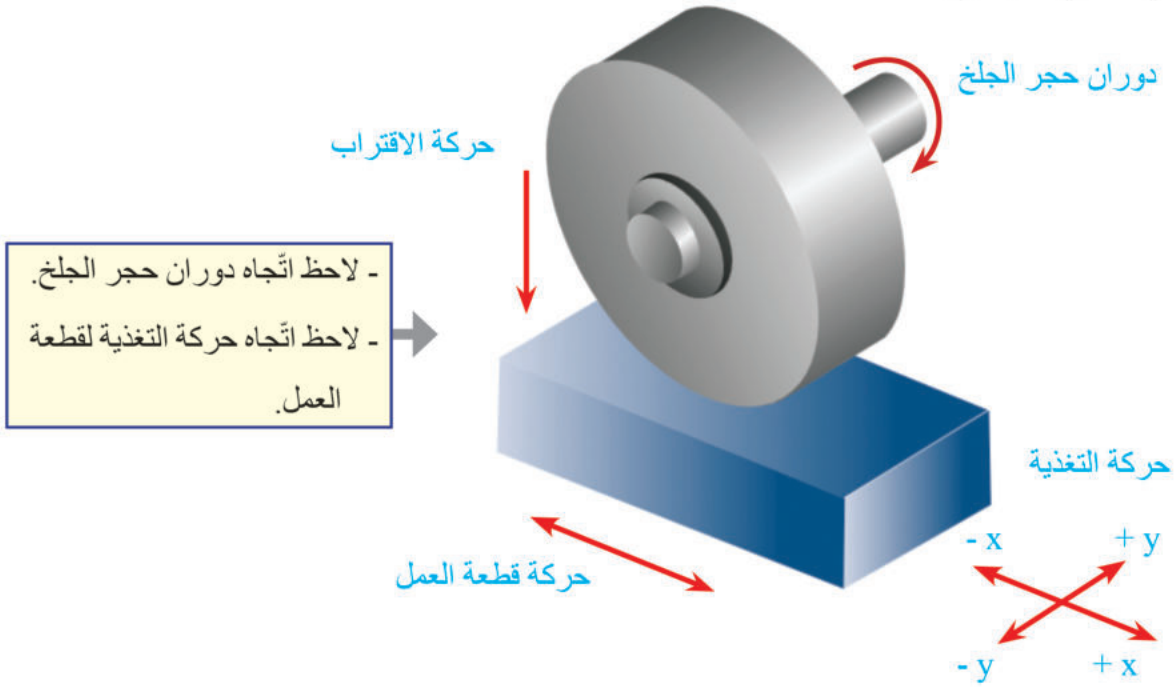
قارن بين آلة الخراطة التي درستها في صفوف سابقة وآلة الجلخ الأسطواني، من حيث الحركات المستعملة لتشكيل قطعة العمل.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الحركات المستعملة في عمليات الجلخ الآلي

1 - حركات آلة الجلخ السطحي:

تعلّمت في فصول سابقة آلة الجلخ السطحي، التي تُستعمل لجلخ السطوح المستوية والمجاري، وتعرّفت الحركات الخاصّة بها. ففي آلة الجلخ السطحي الأفقي؛ تتحرّك قطعة العمل المثبّتة على طاولة الآلة حركة تردّدية، ويكون اتّجاه حركة الاقتراب أو ضبط عمق القطع بالشكل العمودي، وتكون حركة التغذية في المحورين (x) و(y)، وتكون حركة حجر الجلخ دورانية. ولا تحدث عملية التشغيل بالطريقة المثالية إلّا بوجود الحركات جميعها. انظر إلى الشكل (11) الذي يوضّح الحركات المستعملة في الجلخ السطحي الأفقي التردّدي.



الشكل (11): الحركات المستعملة في الجلخ السطحي الأفقي التردّدي.

2 - حركات آلة الجلخ الأسطواني:

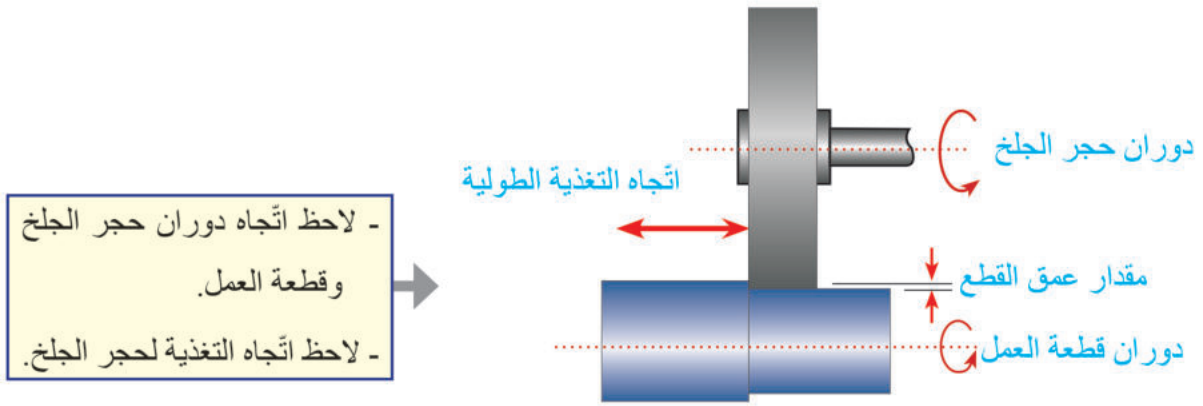
يتميّز الجلخ الأسطواني بدوران حجر الجلخ وقطعة العمل المثبّتة على رأس الدوران بشكل متزامن، وتكون التغذية طوليًّا للحجر بشكل موازٍ لمحور سطح قطعة العمل المراد جلخه بسرعة بطيئة، وعرضيًّا لتغذية عمق القطع المناسب، وقد يكون هذا الجلخ خارجيًّا أو داخليًّا بناءً على شكل قطعة العمل. وسنتعرّف في هذا الدرس حسابات ظروف القطع التشغيلية المناسبة للجلخ الأسطواني.

فكّر

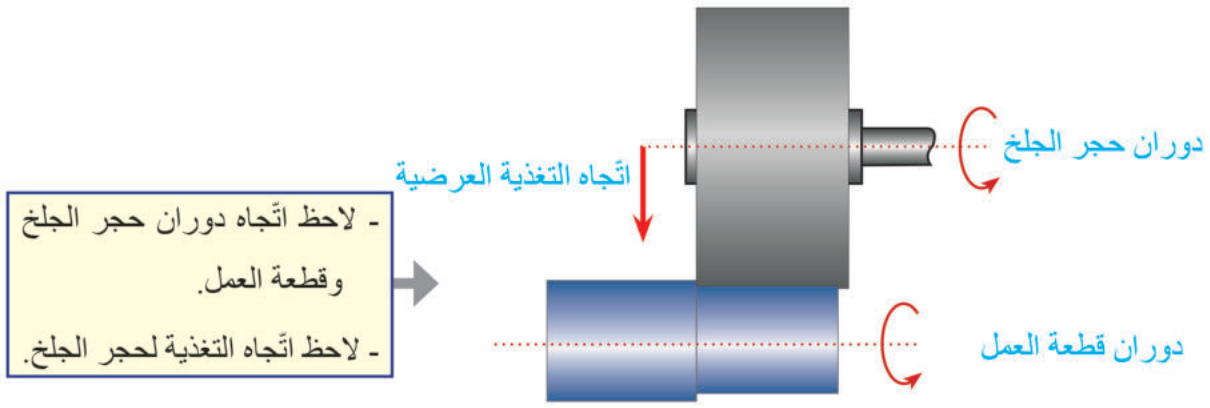
لماذا تدور قطع العمل في عمليات الجلخ الأسطواني؟

الجلخ الأسطواني الخارجي:

انظر إلى الشكل (12) الذي يوضّح عملية الجلخ الأسطواني الخارجي لقطر خارجي ثابت بحركة طولية. كي تجري عملية القطع لا بدّ من توافر الحركة الدورانية لكلّ من قطعة العمل وحجر الجلخ، بالإضافة إلى الحركة الطولية باتجاه موازٍ للمحور (حركة ضبط عمق القطع)، وحركة التغذية العرضية، وحركة ضبط عمق القطع. انظر إلى الشكل (13) الذي يوضّح عملية الجلخ الأسطواني الخارجي لقطر خارجي ثابت بحركة عرضية، ثمّ ناقش معلّمك في الفرق بين الحركة الطولية والعرضية.

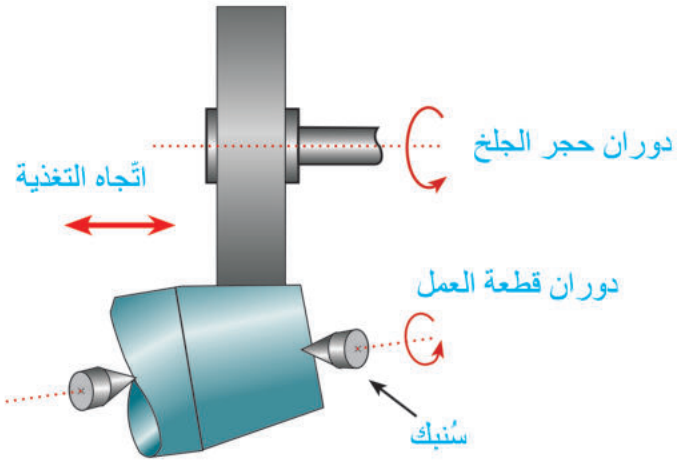


الشكل (12): الحركات المستعملة في الجلخ الأسطواني الخارجي حركة طولية.



الشكل (13): الحركات المستعملة في الجلخ الأسطواني الخارجي حركة عرضية.

انظر إلى الشكل (14) الذي يوضّح عملية جلخ السلبة الخارجية بحركة طولية. كي تجري عملية القطع لا بدّ من توافر الحركات المستعملة في الجلخ الأسطواني الخارجي، ويجب ربط المشغولة بالطريقة الصحيحة، ثمّ تدوير الجزء العلوي من طاولة الآلة؛ باستعمال تدريج ضبط زاوية التدوير.

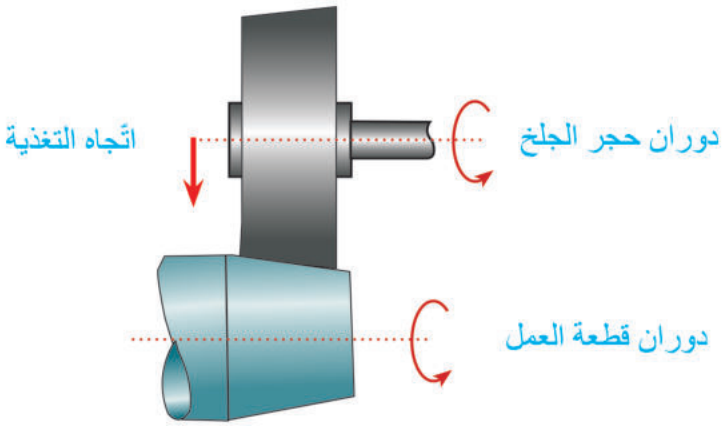


- لاحظ اتّجاه دوران حجر الجلخ وقطعة العمل.
- لاحظ اتّجاه التغذية لحجر الجلخ.
- لاحظ طريقة ربط قطعة العمل.

الشكل (14): الحركات المستعملة في جلخ السلبة الخارجية حركة طولية.

الجلخ الضاغط أو الغاطس:

انظر إلى الشكل (15) الذي يوضّح عملية جلخ السلبة بحركة عرضية؛ باستعمال حجر جلخ ذي شكل وزاوية مناسبة من دون الحاجة إلى تدوير قطعة العمل، وتُسمّى هذه العملية الجلخ الضاغط (الغاطس)، ولا تُستعمل الحركة الطولية في أثناء القطع. سنتعرّف أشكال حجر الجلخ في الدرس الثالث.



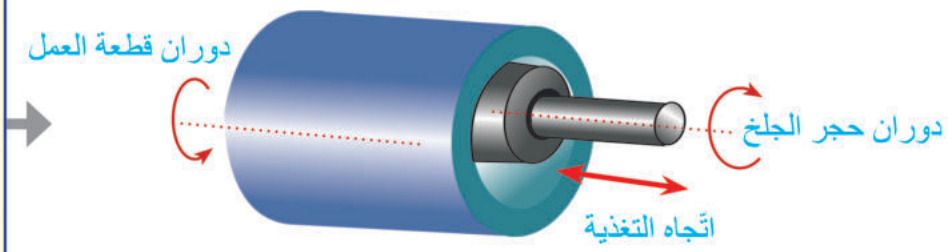
- لاحظ أن عرض الحجر أكبر من عرض قطعة العمل.
- لاحظ اتّجاه دوران حجر الجلخ وقطعة العمل.
- لاحظ اتّجاه التغذية لحجر الجلخ.
- لاحظ شكل حجر الجلخ.

الشكل (15): الحركات المستعملة في جلخ السلبة حركة عرضية.

الجلخ الأسطواني الداخلي:

انظر إلى الشكل (16) الذي يوضّح عملية الجلخ الأسطواني الداخلي لقطر خارجي ثابت بحركة تغذية طولية. كي تجري عملية القطع لا بدّ من توافر حركة التغذية الدورانية وحركة القطع، وتكون حركة الدوران عكسية لكلّ منهما، بالإضافة إلى حركة التغذية الطولية، ويتحرّك حركة عرضية باتّجاه القطر المراد جلخه، وتُسمّى هذه الحركة حركة ضبط عمق القطع. ناقش معلّمك في الفرق بين الجلخ الأسطواني الخارجي والداخلي.

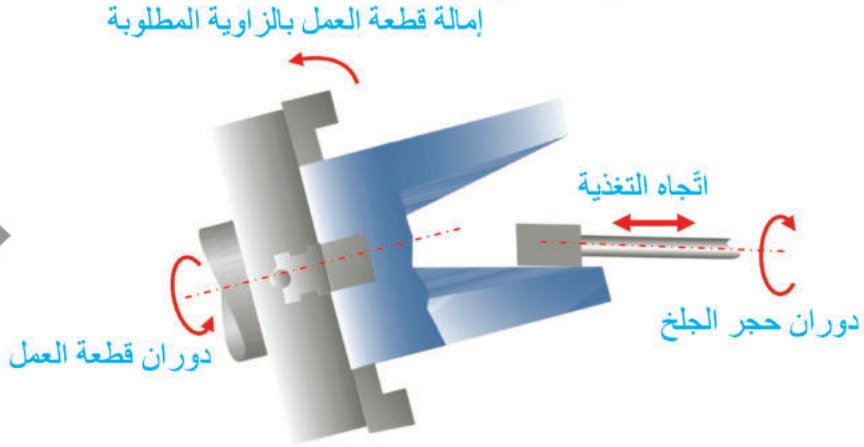
- لاحظ اتّجاه دوران حجر الجلخ وقطعة العمل.
- لاحظ اتّجاه التغذية لحجر الجلخ.
- لاحظ شكل حجر الجلخ.



الشكل (16): الحركات المستعملة في الجلخ الأسطواني الداخلي حركة طولية.

انظر إلى الشكل (17) الذي يوضّح عملية الجلخ الداخلي للسلبّة حركة تغذية طولية، ثمّ قارن الحركات المستعملة بالنسبة إلى الشكل (14).

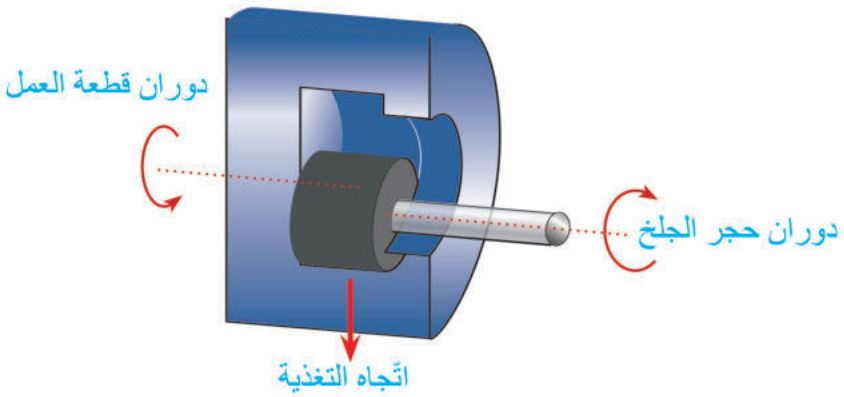
- لاحظ اتّجاه دوران حجر الجلخ وقطعة العمل.
- لاحظ اتّجاه التغذية لحجر الجلخ.
- لاحظ شكل حجر الجلخ.



الشكل (17): الحركات المستعملة في الجلخ الداخلي للسلبة حركة طولية.

انظر إلى الشكل (18) الذي يوضّح عملية الجلخ الأسطواني حركة تغذية عرضية، ثمّ قارن الحركات المستعملة بالنسبة إلى الشكل (15).

- لاحظ اتّجاه دوران حجر الجلخ وقطعة العمل.
- لاحظ اتّجاه التغذية لحجر الجلخ.
- لاحظ شكل حجر الجلخ.



الشكل (18): الحركات المستعملة في الجلخ الأسطواني الداخلي حركة عرضية.

حسابات عملية الجلخ:

1 - حساب السرعة المحيطية والدوران لقرص الجلخ والمشغولة:

تعتمد السرعة المحيطية (سرعة القطع) على نوع معدن المشغولة، وهذه السرعة تكون محدّدة ضمن جداول مخصّصة من الشركات الصانعة لأحجار الجلخ، وجرى اعتمادها بناءً على الفحوصات والتجارب؛ للحصول على ظروف التشغيل المعيارية وتقاس بوحدة (متر/ دقيقة) (m/min)، ويمكن حسابها بالمعادلة الآتية:

$$V = \frac{\pi \times d \times N}{1000}$$

ويمكن كتابة المعادلة بدلالة سرعة الدوران (rpm) كما يأتي:

$$N = \frac{V \times 1000}{\pi \times d}$$

النوع	سرعة القطع لحجر الجلخ	سرعة القطع لقطعة العمل
V	سرعة القطع لحجر الجلخ (م / ث) (m/sec)	سرعة القطع لقطعة العمل (م / د) (m/min)
d	قطر حجر الجلخ (مم) (mm)	قطر قطعة العمل (مم) (mm)
N	سرعة دوران حجر الجلخ (دورة / ث) (rps)	سرعة دوران المشغولة (دورة / د) (rpm)

2 - حساب سرعة التغذية لحجر الجلخ:

سرعة التغذية لحجر الجلخ، هي المسافة التي يتحرّكها قرص الجلخ باتّجاه التغذية وتقاس بوحدة (مم / د). ولحسابها لا بدّ من حساب سرعة الدوران لحجر الجلخ بوحدة (دورة / ث). ومن ثمّ، يجب تحويل الوحدات من (دورة / ث) إلى (دورة / د)؛ بقسمة معادلة سرعة القطع على (60).

$$F = \frac{\mathrm{f} \times N}{1000}$$

	سرعة التغذية لحجر الجلخ
F	سرعة التغذية (مم / د) (mm/min)
f	مقدار التغذية لكل دورة (مم) (mm)
N	سرعة دوران حجر الجلخ (دورة / ث) (rps)

2 - حساب زاوية الميل لجلخ القطع المسلوبة بإمالة تدريج الغراب الثابت أو إمالة تدريج الطاولة العليا:

$$\tan(\frac{\theta}{2}) = \frac{D-d}{2 \times L}$$

	زاوية الميل لجلخ السلبة
D	القطر الأكبر للسلبّة (مم) (mm)
d	القطر الأصغر للسلبّة (مم) (mm)
L	طول السلبة (مم) (mm)
$\frac{\Theta}{2}$	زاوية الميل (درجة) (deg)

الجداول الملحقة:

جدول (1): قِيَم توجيهية للسرعة المحيطية لقرص الجلخ (م/ث)

نوع الجلخ	فولاذ	حديد زهر	معادن قاسية	معادن ليّنة
أسطواني خارجي	20	25	8	35
أسطواني داخلي	25	25	8	20

*(ملحوظة: الجدول للتطبيق وليس للحفظ)

جدول (2): قِيَم توجيهية للسرعة المحيطية لقطعة العمل (م/د)

نوع الجلخ	فولاذ طري	فولاذ مقسّى	حديد زهر	معادن ليّنة
أسطواني خارجي خشن	12 - 18	14 - 18	12 - 15	25 - 40
أسطواني خارجي ناعم	10 - 15	10 - 12	10 - 12	20 - 30
أسطواني داخلي	18 - 20	20 - 24	20 - 24	28 - 32

*(ملحوظة: الجدول للتطبيق وليس للحفظ)

جدول (3): مقدار التغذية (مم / دورة) بالنسبة إلى عرض حجر الجلخ

معدن قطعة العمل	جلخ أسطواني خارجي		جلخ أسطواني داخلي	
	تخشين	تنعيم	تخشين	تنعيم
فولاذ	$\frac{2}{3} - \frac{3}{4}$	$\frac{1}{4} - \frac{1}{3}$	$\frac{1}{2} - \frac{3}{4}$	$\frac{2}{5} - \frac{3}{4}$
حديد زهر	$\frac{3}{4} - \frac{5}{6}$	$\frac{1}{3} - \frac{1}{2}$	$\frac{2}{3} - \frac{3}{4}$	$\frac{1}{5} - \frac{1}{3}$

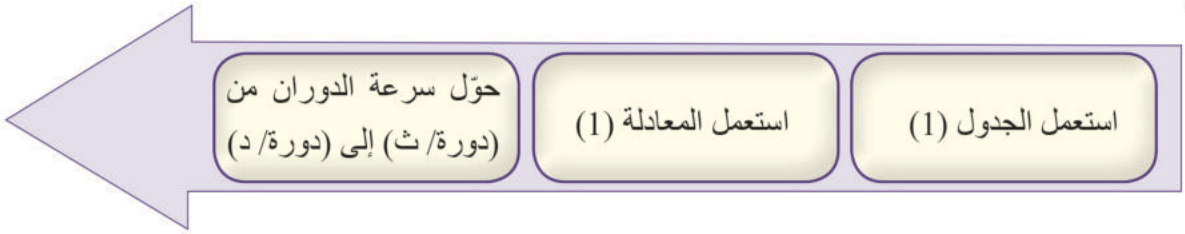
*(ملحوظة: الجدول للتطبيق وليس للحفظ)

أمثلة تطبيقية

مثال (1)

احسب سرعة دوران الجلخ المناسبة لقرص قطره (250) مم؛ لجلخ سطح خارجي لقطعة عمل أسطوانية مصنوعة من حديد الزهر بوحدة (دورة / د).

الحل:



باستعمال الجدول (1)؛ فإنّ السرعة المحيطية للجلخ الأسطواني الخارجي لحديد الزهر = 25 (م / ث).

نستعمل للحلّ المعادلة (1) $N = \frac{V \times 1000}{\pi \times d}$

$$N = \frac{V \times 1000}{\pi \times d} = \frac{25\ (m/sec) \times 1000}{\pi \times 250\ (mm)} = 31.83\ (\mathrm{r}PS) \times 60 = 1909.9\ (\mathrm{r}pm)$$

مثال (2)

احسب سرعة الدوران لقطعة عمل أسطوانية مصنوعة من حديد الزهر بوحدة (دورة / د) قطرها (135) مم؛ لجلخ السطح خارجي بشكل خشن؟

الحل:

باستعمال الجدول (2)؛ فإنّ السرعة المحيطية للجلخ الأسطواني الخارجي الخشن لحديد الزهر= 12-15 (م/د).

$$V_{\text{متوسط}} = \frac{12 + 15}{2} = 13.5\ (m/min)$$

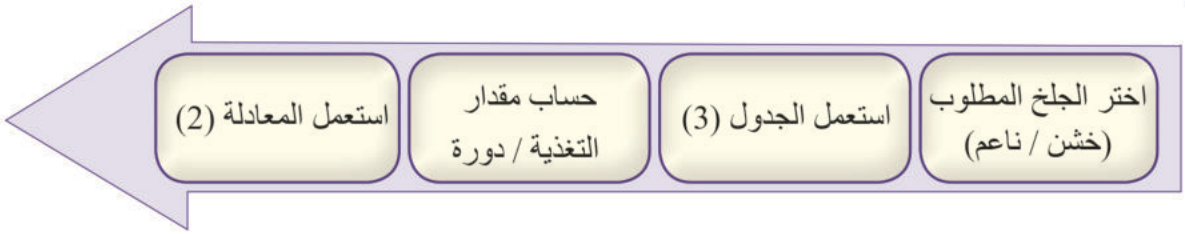
نستعمل للحلّ المعادلة (1): $N = \frac{V \times 1000}{\Pi \times d}$

$$N = \frac{V \times 1000}{\pi \times d} = \frac{13.5\ (m/min) \times 1000}{\pi \times 135\ (mm)} = 31.83\ (\mathrm{rpm})$$

مثال (3)

احسب سرعة التغذية لجلخ سطح خارجي لقطعة عمل أسطوانية مصنوعة من حديد الزهر؛ إذا علمت أنّ سرعة دوران المشغولة 1000(دورة / دقيقة) وعرض حجر الجلخ (40) مم؟

الحل:



باستعمال الجدول (3)؛ فإنّ الجلخ الخشن = من عرض الحجر، والجلخ الناعم = من عرض الحجر

نأخذ قِيَم متوسّطة: الجلخ الخشن = 0.792 ، الجلخ الناعم = 0.417

$$f_{\text{الخشن}} = 0.792 \times 40 = 31.68\ \mathrm{mm}$$

$$f_{\text{الناعم}} = 0.417 \times 40 = 16.68\ \mathrm{mm}$$

$$F_{\text{الخشن}} = \frac{f_{\text{الخشن}} \times N}{1000} = \frac{31.68 \times 1000}{1000} = 31.68\ mm/min$$

$$F_{\text{الناعم}} = \frac{f_{\text{الناعم}} \times N}{1000} = \frac{16.68 \times 1000}{1000} = 16.68\ mm/min$$

مثال (4)

احسب زاوية إمالة قطعة العمل؛ لعمل جلخ لقطعة مسلوبة قطرها الأكبر 90 مم والأصغر 30 مم، وبطول 30 مم؟

الحل:

باستعمال المعادلة (3): $\tan(\frac{\theta}{2}) = \frac{D-d}{2 \times L}$ فإنّ زاوية الميل تساوي $\tan^{-1}(\frac{D-d}{2 \times L})$

$$\frac{\theta}{2} = \tan^{-1}(\frac{D-d}{2 \times L}) = \tan^{-1}\left(\frac{90-30}{2 \times 30}\right) = \tan^{-1}(1) = 45\ deg$$

بالاستعانة بمصادر المعلومات المتاحة ابحث عن حركات الجلخ اللامركزي، واكتب تقريرًا عنها، وشارك زملاءك ما توصّلت إليه، ثمّ قدّمه إلى معلّمك.

1 - ما المقصود بالمفاهيم الآتية:

أ - السرعة المحيطية.

ب - سرعة التغذية.

2 - ما العوامل المؤثّرة في تحديد السرعة المحيطية؟

3 - قارن بين الجلخ الضاغط والجلخ الطولي، من حيث اتّجاه التغذية.

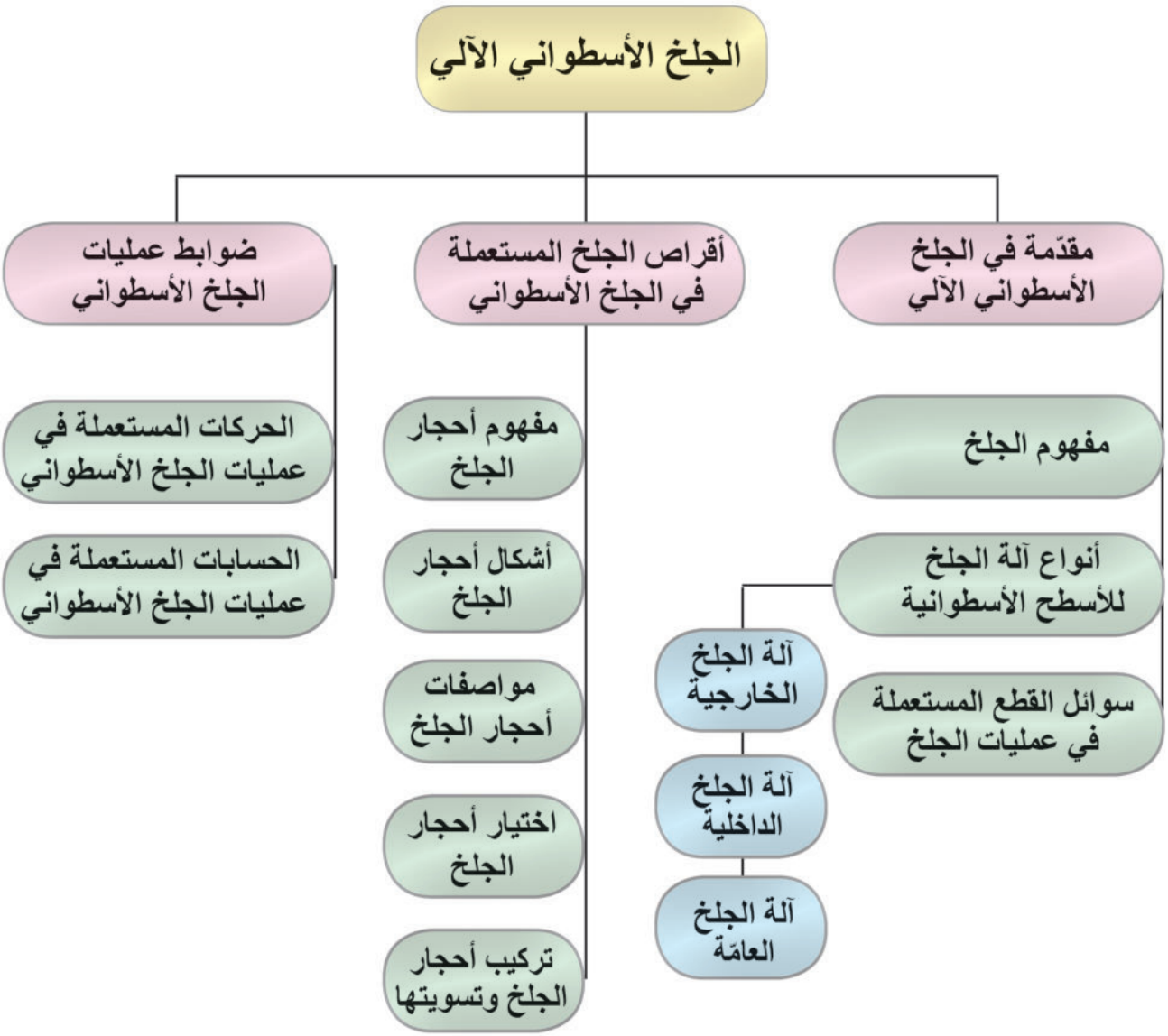
4 - ما طرائق الجلخ الأسطواني؟ مستعينًا بالرسم.

5 - وضّح مستعينًا بالرسم اتّجاه دوران حجر الجلخ والمشغولة، واتّجاه التغذية عند الجلخ الأسطواني الداخلي.

6 - احسب سرعة الدوران لقطعة عمل أسطوانية مصنوعة من الفولاذ المقسّى بوحدة (دورة / د)، وقطرها (100) مم؛ لجلخ السطح الخارجي جلخًا خشنًا.

7 - احسب سرعة الدوران لحجر الجلخ؛ إذا كان قطره (200) مم لجلخ سطح خارجي لقطعة عمل أسطوانية مصنوعة من الفولاذ بوحدة (دورة / د).

8 - احسب سرعة التغذية لجلخ سطح خارجي لقطعة عمل أسطوانية مصنوعة من الفولاذ؛ إذا علمت أنّ سرعة دوران المشغولة 800 (دورة / د) وعرض حجر الجلخ (50) مم.


الجلخ الأسطواني الآلي
مقدّمة في الجلخ الأسطواني الآلي
أقراص الجلخ المستعملة في الجلخ الأسطواني
ضوابط عمليات الجلخ الأسطواني
مفهوم الجلخ
أنواع آلة الجلخ للأسطح الأسطوانية
سوائل القطع المستعملة في عمليات الجلخ
آلة الجلخ الخارجية
آلة الجلخ الداخلية
آلة الجلخ العامّة
مفهوم أحجار الجلخ
أشكال أحجار الجلخ
مواصفات أحجار الجلخ
اختيار أحجار الجلخ
تركيب أحجار الجلخ وتسويتها
الحركات المستعملة في عمليات الجلخ الأسطواني
الحسابات المستعملة في عمليات الجلخ الأسطواني

التعليمات الواجب اتباعها في أثناء العمل

1 - ارتداء اللباس الخاصّ بالمشغل، وتجهيز أدوات السلامة العامّة اللازمة للتمرين.

2 - الحرص على نظافة مكان العمل وخلّوه من الزيوت والرائش.

3 - التأكّد من زيت آلة الجلخ وسائل التبريد قبل التشغيل.

4 - التقيّد بالرسومات التنفيذية اللازمة المرفقة مع التمارين.

5 - اختيار قرص الجلخ المناسب للتمرين، والتأكّد من اتّزانه.

6 - ضبط اتّزان المشغولة باستعمال مبيّن القياس ومطرقة مطّاطية، والتأكّد من تثبيتها جيّدًا.

7 - ضبط سرعة الدوران والتغذية المناسبة للتمرين.

8 - التأكّد من فصل التيار الكهربائي بعد الانتهاء من العمل؛ للتمكن من فكّ المشغولة وتنظيف الآلة من دون مخاطر.

التمارين العملية :

التمرين الأول: المهارات الفنية العامّة اللازمة لتشغيل آلة الجلخ الشاملة.

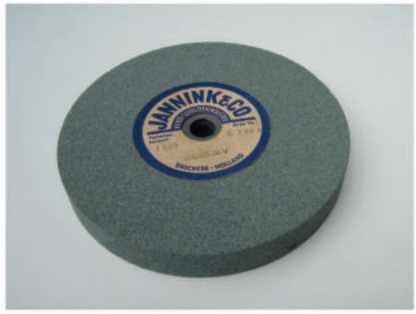
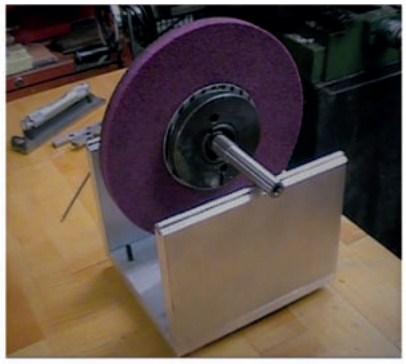
يُتوقّع من الطالب بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- يتعرّف تعليمات السلامة الواجب اتّباعها؛ عند استعمال آلة الجلخ الشاملة.
- يتعرّف أجزاء آلة الجلخ الشاملة ووظيفة كلّ منها.
- يتمكّن من التعامل مع أجزاء آلة الجلخ الشاملة.

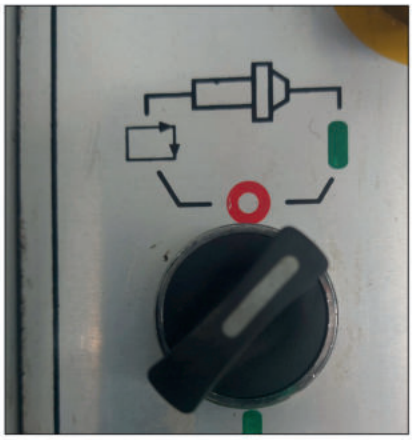
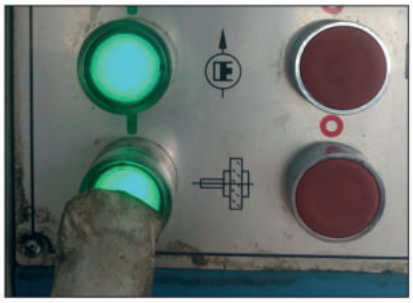
متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأوّلية
• معدّات السلامة والصحّة المهنية. • آلة الجلخ الشاملة. • العُدَد والأدوات اليدوية الخاصّة بالآلة. • قطعة عمل مصنوعة من الفولاذ الطري.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1	- ارتدِ زي العمل المهني، والتزم تعليمات السلامة. - جهّز العُدَد والأدوات الضرورية لتنفيذ التمرين.	
2	- صِل الكهرباء بالآلة باستعمال مِفتاح التشغيل الرئيس. - تعرّف مِفتاح الطوارئ.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
3	- تعرّف أجزاء الآلة التي درستها في الجزء النظري والحركات للآلة، من دون إجراء عملية التشغيل.	
4	- تعرّف طريقة اختيار حجر الجلخ.	
5	- تعرّف طريقة فحص اتّزان حجر الجلخ.	
6	- تعرّف طريقة فكّ حجر الجلخ وتركيبه.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
7	- تعرّف طريقة عمل تسوية محيط لحجر الجلخ؛ باستعمال الأداة الماسية.	
8	- تعرف مكان تعبئة سائل التبريد ومفتاح التشغيل والإيقاف. - تفقّد منسوب سائل التبريد وصلاحيّته. - تعرّف مِفتاح التشغيل للمضخّة.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
9	- تعرّف زرّ التشغيل لنظام الهيدروليك.	
10	- تعرّف زرّ التشغيل لإدارة قطعة العمل. - تعرّف الزرّ الخاصّ بإدارة حجر الجلخ.	 
11	- تعرّف الأزرار الخاصّة بزيادة أو تقليل سرعة قطعة العمل.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
12	- تعرّف كيفية معايرة زاوية الإمالة للطاولة العليا.	
13	- تعرّف كيفية معايرة زاوية مجموعة حجر الجلخ.	
14	- تعرّف كيفية معايرة زاوية الغراب الثابت.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
15	- تعرّف كيفية فكّ الظرف الثلاثي وتركيبه.	
16	- تعرّف طريقة معايرة حواجز (محدّدات) ضبط الشوط.	
17	- تعرّف طريقة التحكّم بعجلات التحريك. - تعرّف كيفية تصفيرها.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
	- تعرّف كيفية ضبط عمق القطع.	
18	- تعرّف طريقة فحص اتزان قطعة العمل باستعمال مبيّن القياس.	
19	- تعرّف أذرع ضبط سرعة التغذية.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
20	- تعرّف طريقة تحويل آلة الجلخ الشاملة من وضعية الجلخ الخارجي، إلى وضعية الجلخ الداخلي.	
21	- نظّف مكان العمل، ثمّ اجمع العُدَد والأدوات، واحفظها في المكان المخصّص لها.	
22	- دوّن في دفترك الخطوات التي اتّبعتها في تنفيذ التمرين، ثمّ ارسم آلة الجلخ الموجودة في مشغلك.	

القياس والتقويم

1 - اذكر أدوات السلامة التي استعملتها، عند التعامل مع آلة الجلخ الشاملة.

2 - وضّح أهمّية محدّدات الشوط للآلة.

التمارين العملية :

التمرين الثاني: الجلخ الخارجي لقطعة عمل أسطوانية؛ بالربط على الظرف الثلاثي باستعمال آلة الجلخ الشاملة.

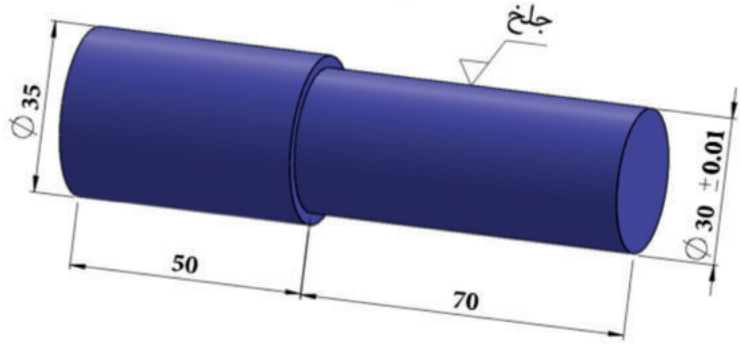
يُتوقّع من الطالب بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- يستعمل أدوات السلامة العامّة عند تعامله مع آلة الجلخ الشاملة.
- يستعمل آلة الجلخ الشاملة استعمالًا صحيحًا.
- يمتلك المهارة اللازمة لجلخ السطوح لقطع العمل الأسطوانية.
- يضبط اتّزان القطع باستعمال مبيّن القياس، ويثبّتها تثبيتًا صحيحًا.

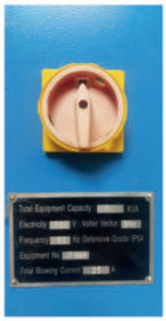
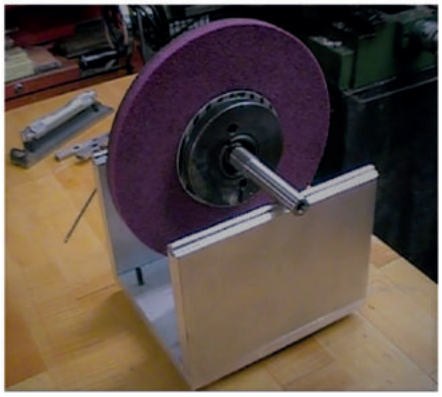
متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأوّلية
• معدّات السلامة والصحّة المهنية. • آلة الجلخ الشاملة. • أدوات القياس (ميكروميتر، مبيّن قياس). • العُدَد والأدوات اليدوية الخاصّة بالآلة.	• قطعة عمل من الفولاذ الطري جرى تشكيلها على آلة الخراطة، قطرها الأكبر (35) مم بطول (50) مم، والأصغر (30.5) مم بطول (70) مم.

الرسم التنفيذي للتمرين

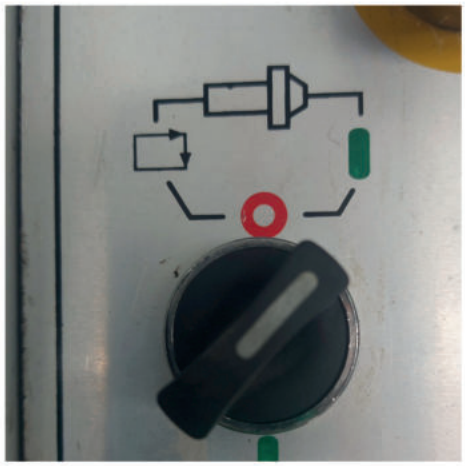
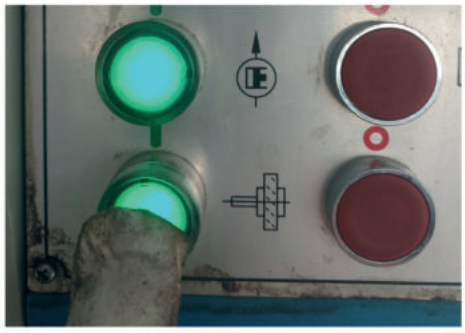


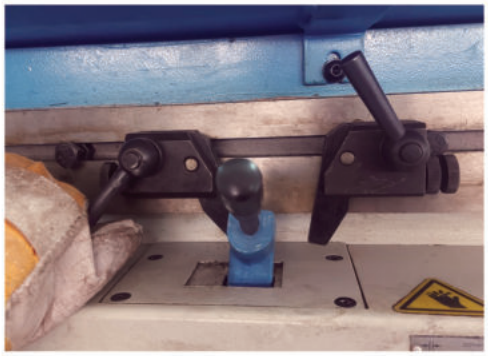
	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1	- ارتدِ زي العمل المهني، والتزم تعليمات السلامة. - جهّز العُدَد والأدوات الضرورية لتنفيذ التمرين.	

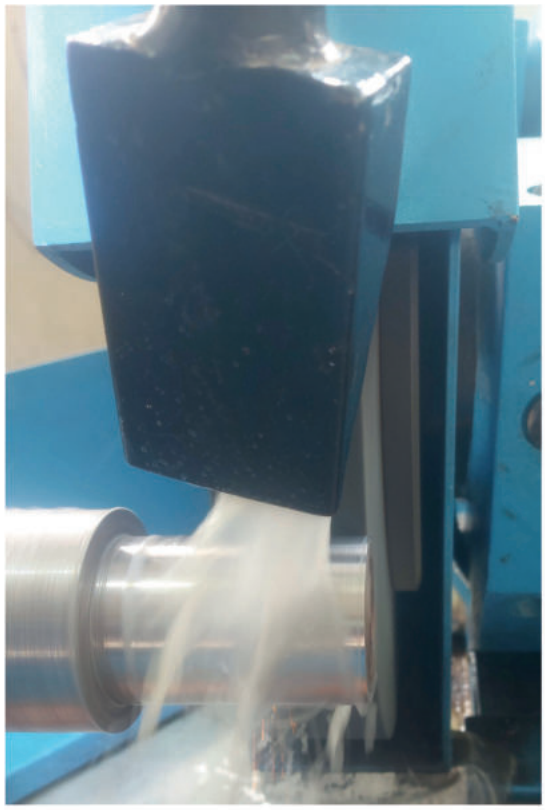
	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
2	- صِل الكهرباء بالآلة باستعمال مِفتاح التشغيل الرئيس. - تعرّف مِفتاح الطوارئ.	
3	- اختر حجر الجلخ المناسب للتمرين. - تأكّد من اتزانه وثبّته جيّدًا.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
4	- اعمل على تسوية حجر الجلخ باستعمال الأطراف الماسية إذا كان يتطلّب ذلك.	
5	- اربط قطعة العمل في الظرف الثلاثي بالوضعية المناسبة؛ بوضع القطر الأكبر لقطعة العمل داخل الظرف بمسافة (30) مم.	
6	- اضبط دوران قطعة العمل باستعمال مبيّن القياس؛ بإدارة الظرف الثلاثي يدويًّا، وإيجاد أعلى انحراف ومعالجته باستعمال الطرق الخفيف بالمطرقة المطّاطية.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
	- أحكم تثبيتها باستعمال مِفتاح الظرف.	
7	- أزل مبيّن القياس بعد ضبط دوران القطعة. - اضبط سرعة الدوران المناسبة لقطعة العمل.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
8	- شغّل رأس الدوران لقطعة العمل. - شغّل حجر الجلخ. - شغّل نظام الهيدروليك.	 
9	- لامس حجر الجلخ لقطعة العمل باستعمال عجلة التحريك.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
	- اضبط تدريج العجلة على الصفر.	
10	- اضبط حواجز (محدّدات) الشوط، بما يتناسب مع طول سطح القطعة المراد تجليخه.	
11	- أغلق الباب الواقي للآلة؛ لحمايتك من تطاير الشرر.	
12	- شغّل مضخّة سائل التبريد.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
12	- وجّه الخرطوم إلى منطقة الجلخ.	
13	- اقطع شوط التخشين بالعمق المناسب؛ بضبط العمق باستعمال عجلة التحريك المدرّجة.	
14	- أوقف الآلة. - أوقف مضخّة سائل التبريد. - افتح الباب الواقي.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
15	- امسح قطعة العمل باستخدام قطعة القماش. - أجرِ القياسات اللازمة باستعمال الميكروميتر الخارجي.	
16	- أغلق الباب الواقي. - شغّل الآلة ومضخّة سائل التبريد. - اقطع شوط التنعيم بالعمق المناسب؛ بضبط العمق باستعمال عجلة التحريك المدرّجة.	

	خطوات الأداء
17	- أوقف الآلة. - افتح الباب الواقي. - أجرِ القياسات اللازمة لقطعة العمل باستعمال الميكروميتر الخارجي.
18	- فكّ قطعة العمل من الرأس الثلاثي.
19	- نظّف مكان العمل، ثمّ اجمع العُدَد والأدوات، واحفظها في المكان المخصّص لها.
20	- دوّن في دفترك الخطوات التي اتّبعتها في تنفيذ التمرين، ثمّ ارسم آلة الجلخ الموجودة في مشغلك.

1 - اذكر طرائق ربط قطعة العمل المستعملة في آلة التجليخ الشاملة.

2 - علّل استعمال الميكروميتر في عملية الجلخ الأسطواني لقياس قطعة العمل.

التمارين العملية :

التمرين الثالث: الجلخ الخارجي لقطعة عمل أسطوانية؛ بالربط بين مركزين باستعمال آلة الجلخ الشاملة.

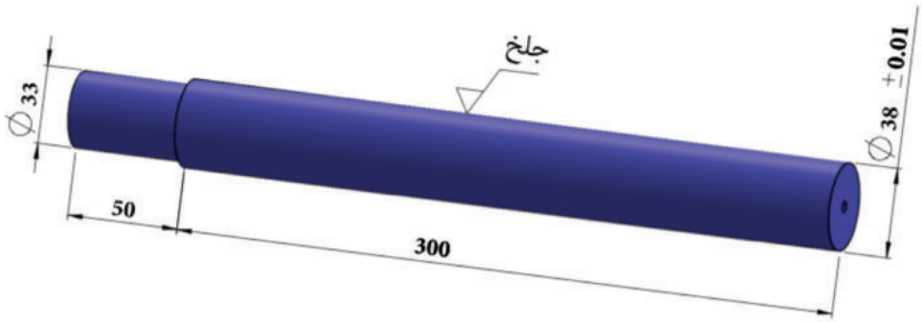
يُتوقّع من الطالب بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- يستعمل أدوات السلامة العامّة عند تعامله مع آلة الجلخ الشاملة.
- يستعمل معدّات الربط بين مركزين؛ لربط قطع العمل الطويلة.
- يضبط اتّزان قطعة العمل باستعمال مبيّن القياس.

متطلّبات تنفيذ التمرين:

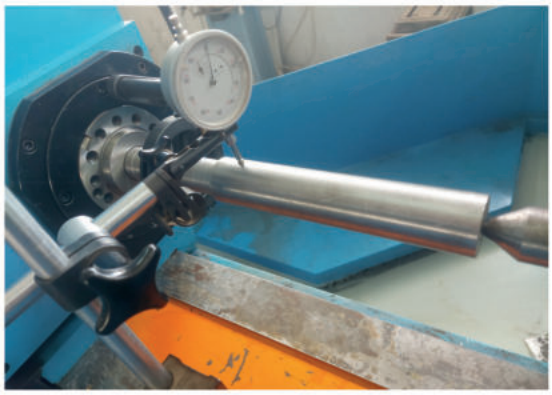
العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأوّلية
• معدّات السلامة والصحّة المهنية. • آلة الجلخ الشاملة. • أدوات القياس (ميكروميتر، مبيّن قياس). • العُدَد والأدوات اليدوية الخاصّة بالآلة. • معدّات الربط بين مركزين (سنبك ثابت، قلب دوّار).	• قطعة عمل من الفولاذ الطري جرى تشكيلها على آلة الخراطة، قطرها الأكبر (38.5) مم بطول (300) مم، والأصغر (33) مم بطول (50) مم.

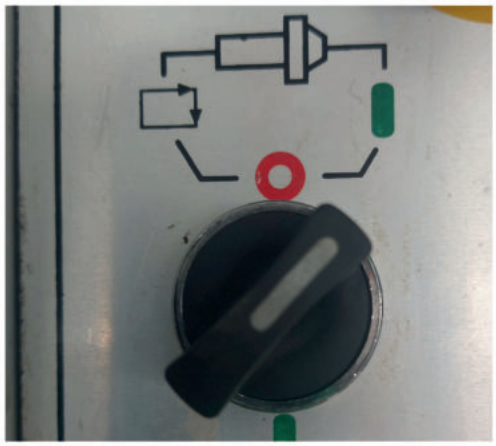
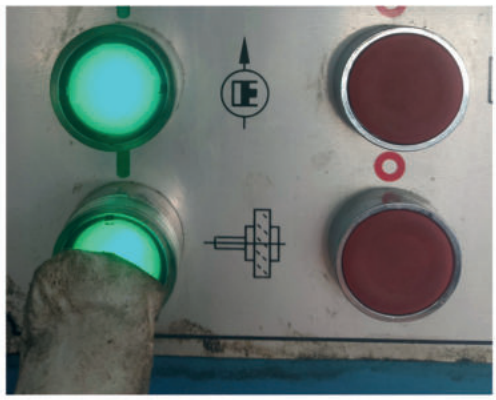
الرسم التنفيذي للتمرين

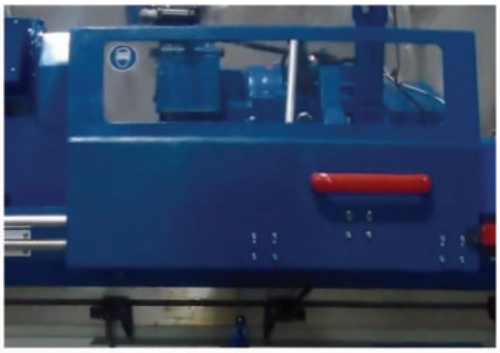


	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1	- ارتدِ زي العمل المهني، والتزم تعليمات السلامة. - جهّز العُدَد والأدوات الضرورية لتنفيذ التمرين.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
2	- صِل الكهرباء بالآلة باستعمال مِفتاح التشغيل الرئيس. - تأكّد من إيقاف مفتاح الطوارئ.	
3	- اختر حجر الجلخ المناسب للتمرين. - تأكّد من اتّزانه وثبّته جيّدًا.	
4	- اعمل على تسوية حجر الجلخ باستعمال الأطراف الماسية إذا كان يتطلّب ذلك.	
5	- ثبّت القلب الدوّار على قطعة العمل على القطر (33) مم.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
6	- ثبّت قطعة العمل بين السنبك الثابت والمتحرّك.	
7	- اضبط قطعة العمل من حيث دورانها وموازاتها للفرش باستعمال مبيّن القياس. - احكم تثبيتها باستعمال الغراب المتحرك.	
8	- أزل مبيّن القياس بعد ضبط دوران القطعة. - اضبط سرعة الدوران المناسبة لقطعة العمل.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
9	- شغّل رأس الدوران لقطعة العمل وحجر الجلخ بالاتّجاه المناسب. - شغّل نظام الهيدروليك.	 
10	- لامس حجر الجلخ لقطعة العمل باستعمال عجلة تحريك حجر الجلخ. - اضبط تدريج العجلة على الصفر.	
11	- اضبط حواجز (محدّدات) الشوط، بما يتناسب مع طول سطح القطعة المراد تجليخه.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
12	- أغلق الباب الواقي للآلة؛ لحمايتك من تطاير الشرر.	
13	- شغّل مضخّة سائل التبريد.	
	- وجّه الخرطوم إلى منطقة الجلخ.	
14	- اقطع شوط التخشين بالعمق المناسب؛ بضبط العمق باستعمال عجلة التحريك المدرّجة.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
15	- أوقف الآلة. - أوقف مضخّة سائل التبريد. - افتح الباب الواقي.	
16	- امسح قطعة العمل باستعمال قطعة القماش. - أجرِ القياسات اللازمة باستعمال الميكروميتر من عدّة مواضع.	
17	- أغلق الباب الواقي. - شغّل الآلة ومضخّة سائل التبريد.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
	- اقطع شوط التنعيم بالعمق المناسب؛ بضبط العمق باستعمال عجلة التحريك المدرّجة.	
18	- أوقف الآلة. - أوقف مضخّة سائل التبريد. - افتح الباب الواقي.	
19	- فكّ قطعة العمل.	
20	- نظّف مكان العمل، ثمّ اجمع العُدَد والأدوات، واحفظها في المكان المخصّص لها.	
21	- دوّن في دفترك الخطوات التي اتّبعتها في تنفيذ التمرين، ثمّ ارسم آلة الجلخ الموجودة في مشغلك.	

القياس والتقويم

1 - ما وظيفة القلب الدوار، عند الربط بين مركزين في عملية الجلخ الأسطواني؟

2 - وضّح أهمّية ضبط دوران قطعة العمل على آلة الجلخ الشاملة.

التمارين العملية :

التمرين الرابع: الجلخ الخارجي لقطعة عمل مسلوبة بإمالة الطاولة العليا باستعمال آلة الجلخ الشاملة.

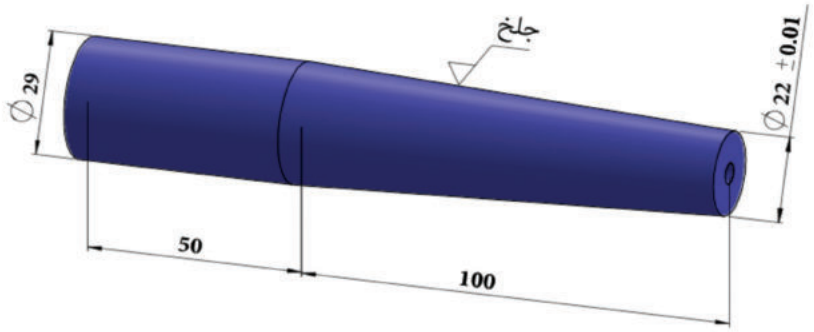
يُتوقّع من الطالب بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- يستعمل أدوات السلامة العامّة عند تعامله مع آلة الجلخ الشاملة.
- يستعمل معدّات الربط بين مركزين؛ لربط قطع العمل الطويلة.
- يضبط اتّزان قطعة العمل باستعمال مبيّن القياس.
- يُميل الطاولة العليا لآلة الجلخ الشاملة.

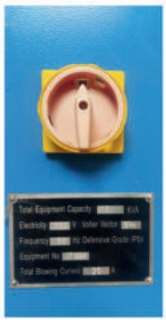
متطلّبات تنفيذ التمرين:

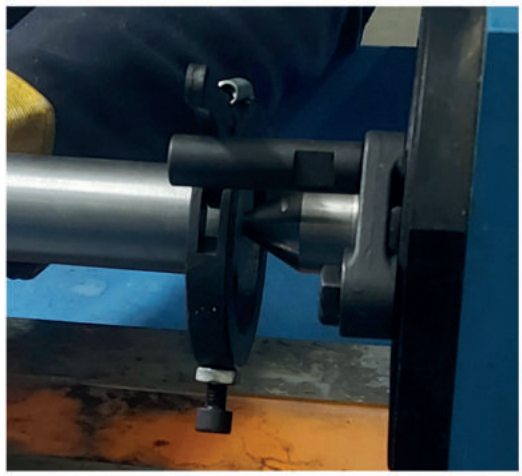
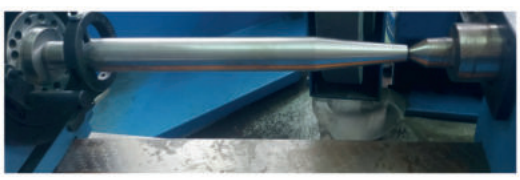
العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأوّلية
• معدّات السلامة والصحّة المهنية. • آلة الجلخ الشاملة. • أدوات القياس (ميكروميتر، مبيّن قياس). • العُدَد والأدوات اليدوية الخاصّة بالآلة. • معدّات الربط بين مركزين (سنبك ثابت، قلب دوّار).	• قطعة عمل من الفولاذ الطري جرى تشكيلها على آلة الخراطة، قطر السلبة الأكبر (29.1) مم بطول (50) مم، والأصغر (22.1) مم بطول (100) مم.

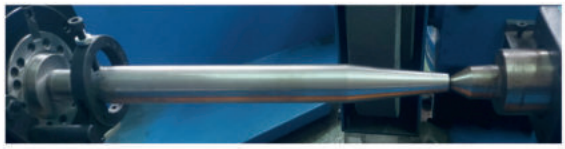
الرسم التنفيذي للتمرين



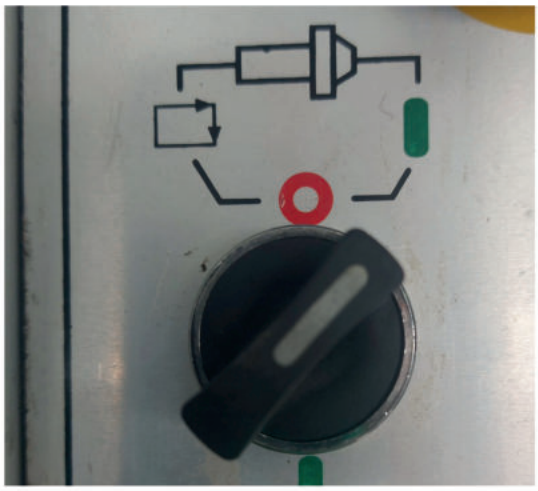
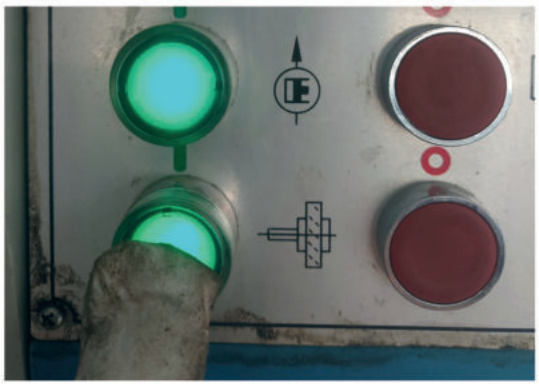
	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1	- ارتدِ زي العمل المهني، والتزم تعليمات السلامة. - جهّز العُدَد والأدوات الضرورية لتنفيذ التمرين.	

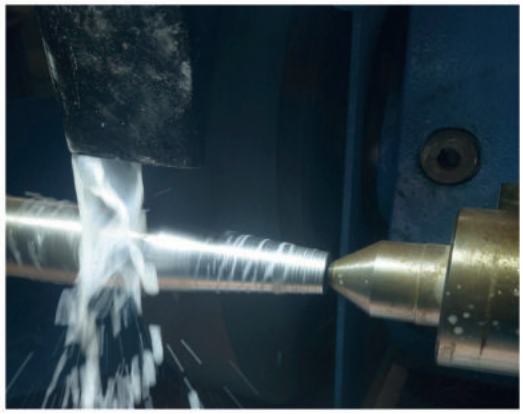
	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
2	- صِل الكهرباء بالآلة باستعمال مِفتاح التشغيل الرئيس. - تأكّد من إيقاف مفتاح الطوارئ.	
3	- اختر حجر الجلخ المناسب للتمرين. - تأكّد من اتّزانه وثبّته جيّدًا.	
4	- اعمل على تسوية حجر الجلخ باستعمال الأطراف الماسية إذا كان يتطلّب ذلك.	

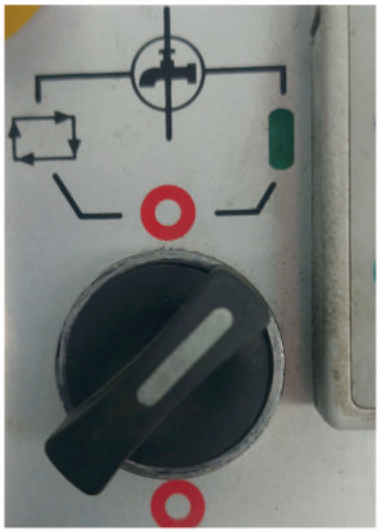
	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
5	- ثبّت القلب الدوّار على قطعة العمل على القطر (29) مم.	
6	- ثبّت قطعة العمل بين السنبك الثابت والمتحرّك.	  

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
7	- اضبط قطعة العمل من حيث دورانها وموازاتها للفرش باستعمال مبيّن القياس.	
	- أحكم تثبيتها باستعمال الغراب المتحرك.	
	- أزل مبيّن القياس.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
8	- أجرِ الحسابات اللازمة لإمالة الطاولة العليا بالزاوية المطلوبة؛ باستعمال المعادلة: $\left(\tan(\frac{\theta}{2}) = \frac{D-d}{2 \times L}\right)$ وتبيّن أنّ القيمة المراد إمالتها درجتان. - فكّ براغي الطاولة العليا باستعمال المفتاح السداسي (AlenKey)	
	- اعمل إمالة بمقدار درجتين.	
	- شدّ براغي الطاولة العليا باستعمال المِفتاح السداسي.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
9	- اضبط سرعة الدوران المناسبة لقطعة العمل.	
10	- شغّل رأس الدوران لقطعة العمل وحجر الجلخ بالاتّجاه المناسب. - شغّل نظام الهيدروليك.	 

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
11	- لامس حجر الجلخ لقطعة العمل باستعمال عجلة تحريك حجر الجلخ.	
	- اضبط تدريج العجلة على الصفر.	
12	- اضبط حواجز (محدّدات) الشوط بما يتناسب مع طول سطح القطعة المراد تجليخه.	
13	- أغلق الباب الواقي للآلة؛ لحمايتك من تطاير الشرر.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
14	- شغّل مضخّة سائل التبريد. - وجّه الخرطوم إلى منطقة الجلخ.	
15	- اقطع شوط التخشين بالعمق المناسب؛ بضبط العمق باستعمال عجلة التحريك المدرّجة.	
16	- أوقف الآلة. - أوقف مضخّة سائل التبريد. - افتح الباب الواقي.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
17	- امسح قطعة العمل باستعمال قطعة القماش. - أجرِ القياسات اللازمة باستعمال الميكروميتر الخارجي من عدّة مواضع .	
18	- أغلق الباب الواقي. - شغّل الآلة ومضخّة سائل التبريد. - اقطع شوط التنعيم بالعمق المناسب؛ بضبط العمق باستعمال عجلة التحريك المدرّجة.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
19	- أوقف الآلة. - افتح الباب الواقي. - أجرِ القياسات اللازمة لقطعة العمل باستعمال الميكروميتر الخارجي من عدّة مواضع.	
20	- فكّ قطعة العمل.	
21	- نظّف مكان العمل، ثمّ اجمع العُدَد والأدوات، واحفظها في المكان المخصّص لها.	
22	- دوّن في دفترك الخطوات التي اتّبعتها في تنفيذ التمرين، ثمّ ارسم آلة الجلخ الموجودة في مشغلك.	

1 - كيف تجري إمالة الطاولة العليا لآلة الجلخ الشاملة؟

2 - كيف يُحسب مقدار الزاوية المناسبة للسلبّة؟

التمارين العملية :

التمرين الخامس: الجلخ الداخلي لقطعة عمل أسطوانية باستعمال آلة الجلخ الشاملة.

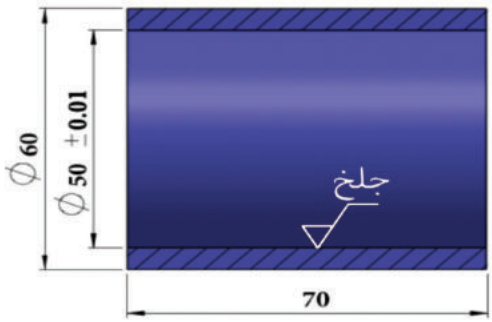
يُتوقّع من الطالب بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- يستعمل أدوات السلامة العامّة عند تعامله مع آلة الجلخ الشاملة.
- يستعمل معدّات الربط بين مركزين لربط قطع العمل الطويلة.
- يضبط اتّزان قطعة العمل باستعمال مبيّن القياس.
- يجلخ السطوح الداخلية باستعمال آلة الجلخ الشاملة.

متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأوّلية
• معدّات السلامة والصحّة المهنية. • آلة الجلخ الشاملة. • أدوات القياس (ميكروميتر داخلي، مبيّن قياس). • العُدَد والأدوات اليدوية الخاصّة بالآلة.	• قطعة عمل من الفولاذ الطري جرى تشكيلها على آلة الخراطة من الخارج والداخل، قطرها الخارجي (60) مم والداخلي (49.5) مم بطول (70) مم.

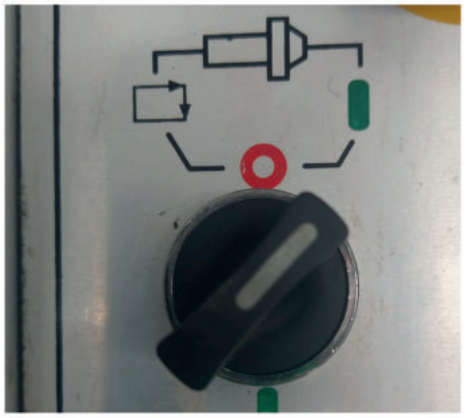
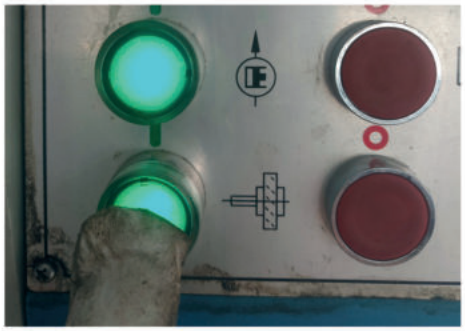
الرسم التنفيذي للتمرين

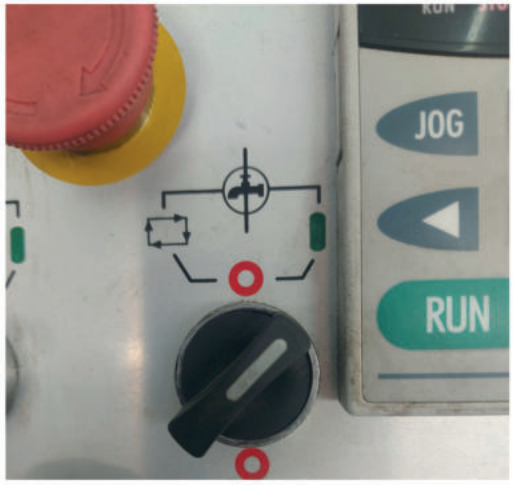


	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1	- ارتدِ زي العمل المهني، والتزم تعليمات السلامة. - جهّز العُدَد والأدوات الضرورية لتنفيذ التمرين.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
2	- حوّل وضعية الآلة من الجلخ الخارجي إلى الجلخ الداخلي.	
3	- صِل الكهرباء بالآلة باستعمال مِفتاح التشغيل الرئيس. - تأكّد من إيقاف مفتاح الطوارئ.	
4	- اختر حجر التجليخ المناسب للتمرين، ثمّ ثبّته جيّدًا.	
5	- اربط قطعة العمل في الظرف الثلاثي.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
6	- اضبط دوران قطعة العمل باستعمال مبيّن القياس على القطر الخارجي. - أحكم تثبيتها باستعمال مِفتاح الظرف.	
7	- أزل مبيّن القياس بعد ضبط دوران القطعة. - اضبط سرعة الدوران المناسبة لقطعة العمل.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
8	- شغّل رأس الدوران لقطعة العمل. - شغّل حجر الجلخ بالاتّجاه المناسب.	
	- شغّل نظام الهيدروليك.	
9	- لامس حجر الجلخ لقطعة العمل من الداخل باستعمال عجلة تحريك حجر الجلخ.	
	- اضبط تدريج العجلة على الصفر.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
10	- اضبط حواجز (محدّدات) الشوط، بما يتناسب مع طول سطح القطعة المراد تجليخه.	
11	- أغلق الباب الواقي للآلة؛ لحمايتك من أيّ تطاير للشرر.	
12	- شغّل مضخّة سائل التبريد.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
	- وجّه الخرطوم إلى منطقة الجلخ .	
13	- اقطع شوط التخشين بالعمق المناسب؛ بضبط العمق باستعمال عجلة التحريك المدرّجة.	
14	- أوقف الآلة. - أوقف مضخّة سائل التبريد. - افتح الباب الواقي.	
15	- امسح قطعة العمل باستعمال قطعة القماش. - أجرِ القياسات اللازمة باستعمال الميكروميتر الداخلي.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
16	- أغلق الباب الواقي. - شغّل الآلة ومضخّة سائل التبريد. - اقطع شوط التنعيم بالعمق المناسب؛ بضبط العمق باستعمال عجلة التحريك المدرّجة.	
17	- أوقف الآلة. - افتح الباب الواقي. - أجرِ القياسات اللازمة لقطعة العمل؛ باستعمال الميكروميتر الخارجي من عدّة مواضع.	
18	- فكّ قطعة العمل.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
19	- نظّف مكان العمل، ثمّ اجمع العُدَد والأدوات، واحفظها في المكان المخصّص لها.	
20	- دوّن في دفترك الخطوات التي اتّبعتها في تنفيذ التمرين، ثمّ ارسم آلة الجلخ الموجودة في مشغلك.	

القياس والتقويم

1 - وضّح كيف تجري معايرة محورية قطعة العمل في الجلخ الأسطواني الداخلي.

2 - ما أهمّية إزالة الغراب المتحرّك من فرش آلة الجلخ الشاملة؟

التقويم الذاتي

أستطيع بعد فهم هذا الدرس أن:

الرقم	مؤشر الأداء	ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أختار وسيلة التثبيت المناسبة لقطعة العمل.			
2	أستعمل أدوات القياس بطريقة صحيحة.			
3	أُسوّي محيط حجر الجلخ.			
4	أفكّ قطعة العمل على الرأس الثلاثي، وأُركّبها.			
5	أُنفّذ عملية الجلخ الأسطواني الخارجي.			
6	أُنفّذ عملية الجلخ الأسطواني بالربط بين مركزين.			
7	أفكّ براغي الطاولة العليا، ثمّ أُثبّتها باستعمال المفتاح السداسي (Allen Key) بعد تدويرها.			
8	أُنفّذ عملية الجلخ الأسطواني بإمالة الطاولة العليا.			
9	أضبط سرعة التغذية المناسبة.			
10	أُنفّذ عملية الجلخ الأسطواني الداخلي.			
11	أستعمل سائل التبريد ووسائل الحماية الخاصّة.			
12	أُنظّف الآلة بعد الانتهاء من العمل.			

الوحدة الثانية

التفريز

- ما المجالات التي تُستعمل فيها آلة التفريز الشاملة في القطاع الصناعي؟
- بماذا تختلف آلة التفريز الشاملة عن الأنواع الأخرى؟

2

تُعدّ آلة التفريز (الفريزة) من أهمّ الآلات المستعملة في عمليات تشكيل المعادن؛ إذ ساعدت هذه الآلة على تسوية سطوح قِطَع العمل الضخمة، وتعمل هذه الآلة أيضًا على تشكيل السطوح المختلفة، وفتح أسنان التروس، والعديد من العمليات. وتُقسم آلات التفريز إلى عدّة أنواع، أهمّها: الأفقية، والرأسية، والعامّة (الشاملة)، والمحوسبة.

يُتوقّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يتعرّف آلات التفريز المختلفة وأجزاءها.
- يتعرّف الحركات والإجراءات اللازمة لعمليات التفريز المختلفة.
- يتعرّف طرائق التحكّم في حركات التفريز.
- يُميّز بين وسائل الربط المختلفة على آلات التفريز.
- يتعرّف زوايا سكين التفريز.
- يُميّز بين أنواع سكاكين التفريز المختلفة.
- يتعرّف طرائق تثبيت سكين التفريز.
- يوضّح وظائف سائل القطع.
- يُجري الحسابات اللازمة لإجراء عملية قطع ترس مستقيم.
- يتعرّف سكاكين تفريز المسنّنات المناسبة .
- يتعرّف رأس التقسيم.

انظر وتساءل

استكشف

اقرأ وتعلّم

الإثراء والتوسّع

القياس والتقويم

الخريطة المفاهيمية

أولًا: مقدّمة في التفريز

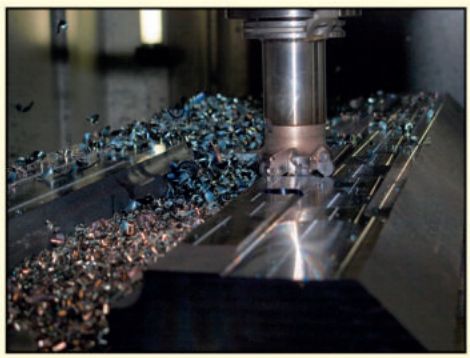
النتاجات

يُتوقّع من الطالب بعد فهم هذا الدرس أن:

- يتعرّف آلات التفريز المختلفة وأجزاءها.
- يُتقن عمليات التفريز المختلفة .
- يتعرّف الحركات اللازمة لعملية التفريز.
- يتعرّف أوضاع التفريز بالنسبة إلى طاولة الآلة.
- يتعرّف طرائق التحكّم في حركات التفريز.
- يُبيّن وسائل الربط المختلفة على آلات التفريز.

انظر وتساءل

هل فكّرت يومًا كيف تجري تسوية سطوح قطع العمل الضخمة؟ ما الآلة المناسبة لتشكيل التجاويف المختلفة في هذه القطعة؟ سنحتاج إلى آلة ذات طاولة ضخمة وملحقة بأدوات قطع (سكاكين تفريز) متنوّعة.

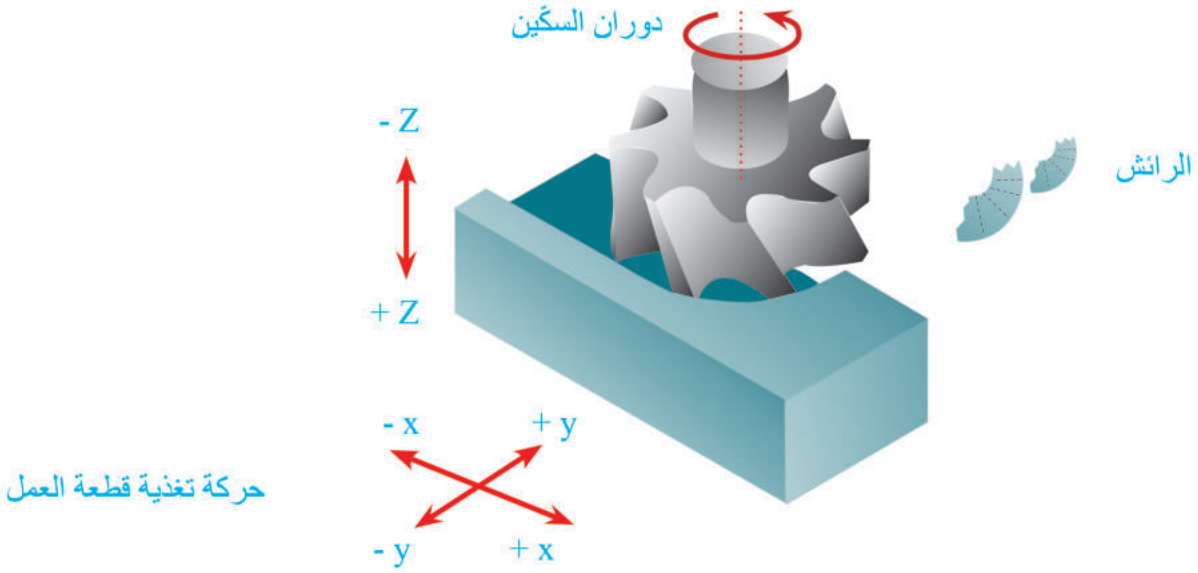


استكشف

درست في صفّ سابق آلة الخراطة، حاول مع زملائك معرفة الفرق بين آلة الخراطة وآلة التفريز، واكتب تقريرًا عنها، ثمّ اعرضه على زملائك.

اقرأ وتعلّم

تُعدّ آلة التفريز (الفريزة) من أهمّ الآلات المستعملة في عمليات تشكيل المعادن؛ إذ يجري تشكيل السطوح المختلفة كتفريز السطوح العدلة والمائلة، وفتح أسنان التروس، والعديد من العمليات التي سنتعرّفها لاحقًا؛ وذلك عن طريق إزالة الرائش باستعمال أدوات قطع متعدّدة الحدود القاطعة، يُطلق عليها اسم سكاكين التفريز. بحيث تُركّب السكاكين على عمود الدوران، وتُثبّت قطعة العمل على طاولة الآلة. وبشكل عام، تجري عملية التفريز بعد ضبط الآلة؛ نتيجة دوران السكّين وحركة التغذية الناتجة عن تحرّك طاولة الآلة المثبّتة عليها قطعة العمل. انظر إلى الشكل (1)، ثمّ ناقش معلّمك فيه.



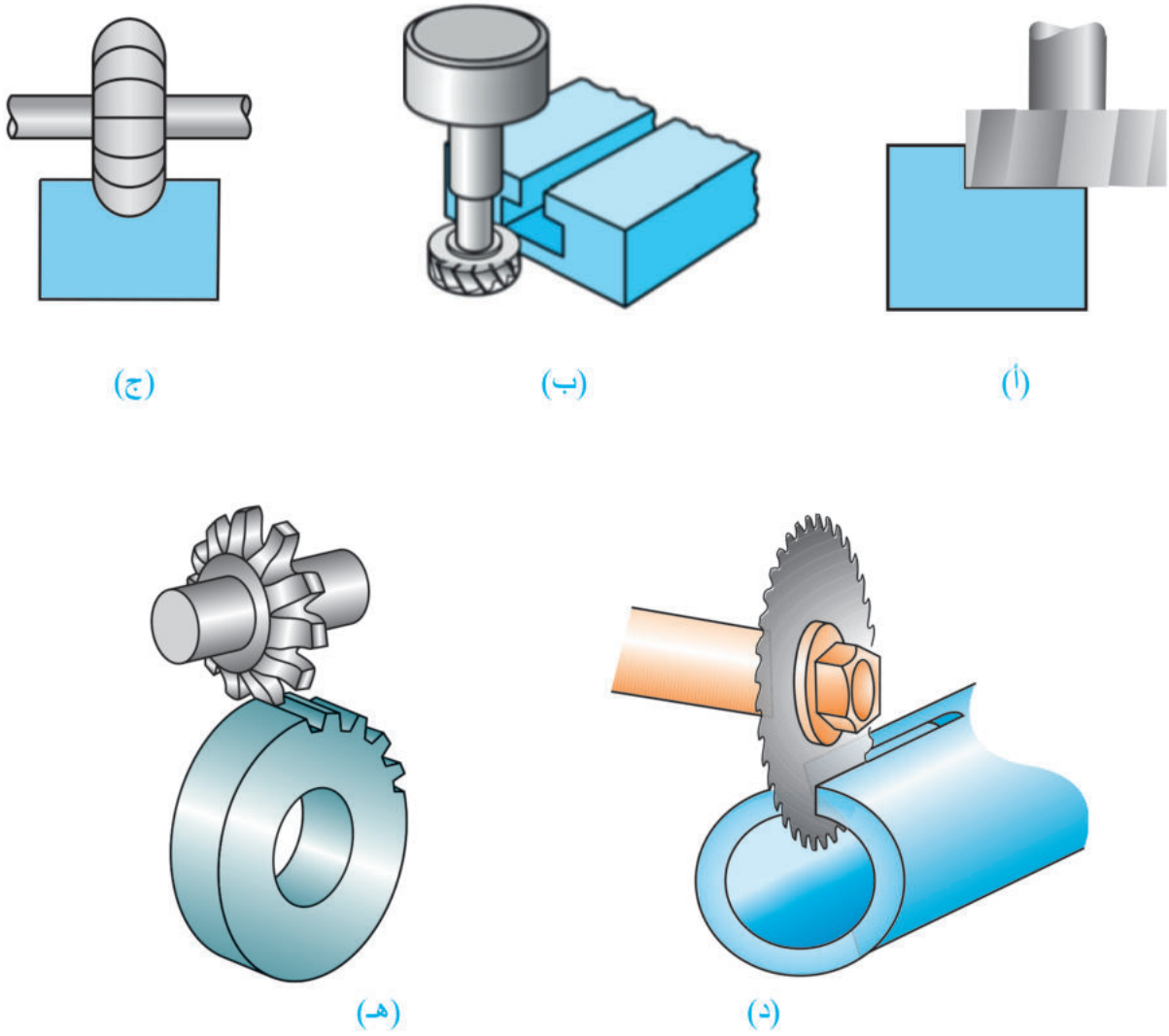
الشكل (1): مبدأ عمل التشكيل بالتفريز.

فكّر

انظر إلى الشكل (1)، ماذا يحدث إذا تغيّرت حركة دوران السكّين بالاتّجاه المعاكس، وإذا تحرّكت قطعة العمل بالاتّجاه المعاكس؟

عمليات التفريز

يُستعمل التفريز في العديد من المجالات؛ إذ يعمل على تشكيل عمليات قطع متعدّدة، أبرزها:



الشكل (2): أبرز عمليات القطع المستعملة في آلة التفريز.

أ - تشكيل سطوح قِطَع العمل القائمة والمائلة والمنبسطة؛ بدرجة استوائية عالية.

ب- فتح المجاري والمسالك الدليلية بأنواعها كافّة.

ج - تشكيل السطوح المنحنية سواء أكانت مقعّرة أم محدّبة.

د - قص قِطَع العمل باستعمال سكّين النشر.

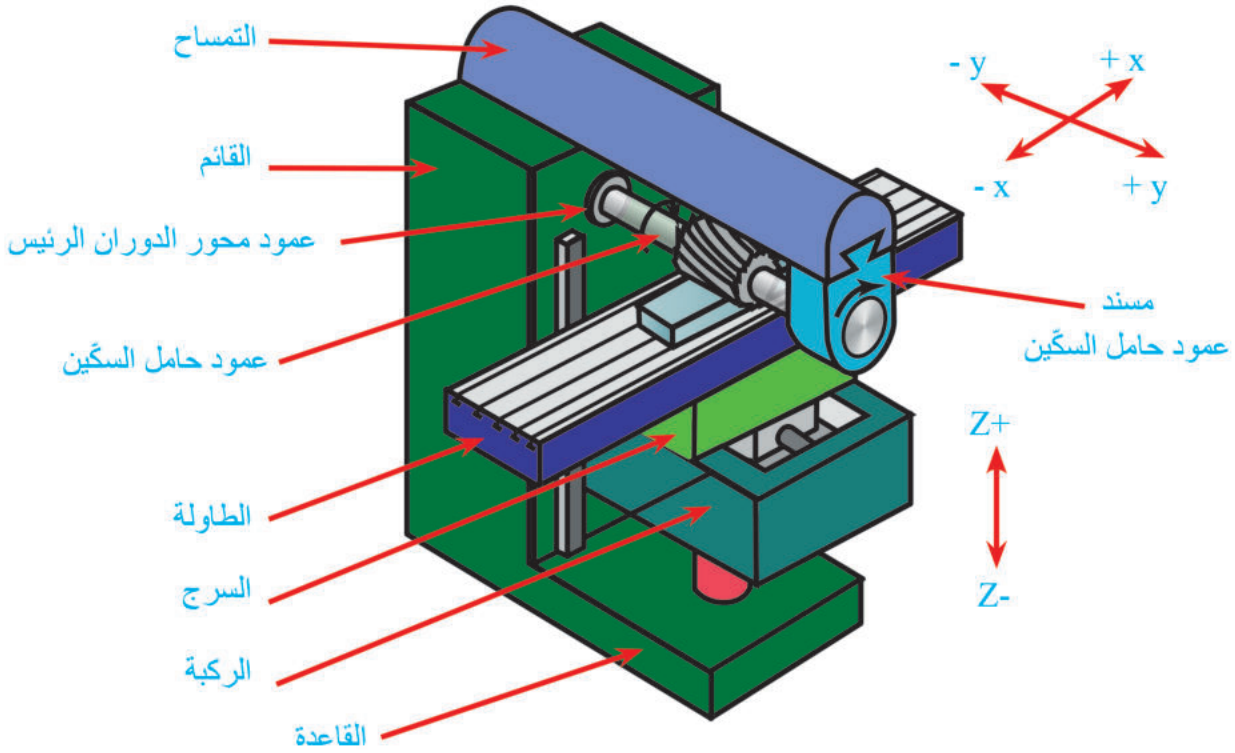
هـ - قطع أسنان التروس بأنواعها كافّة.

تصنيف آلات التفريز

يوجد العديد من آلات التفريز ومن أهمّها:

1 - آلات التفريز الأفقية:

انظر إلى الشكل (3)، ثمّ لاحظ اتّجاه عمود محور الدوران الذي يحمل السكّين، ستجد أنّه موازٍ للمستوى الأفقي وسطح طاولة الآلة؛ لذا، أُطلق على هذه الآلة اسم الفريزة الأفقية. وتُستعمل هذه الآلة في عمليات التفريز المختلفة، وأهمّها: تشكيل السطوح المستوية والجانبية والمتعامدة، وتشكيل المجاري المتعامدة من الجانبين، وتشكيل أسنان التروس.

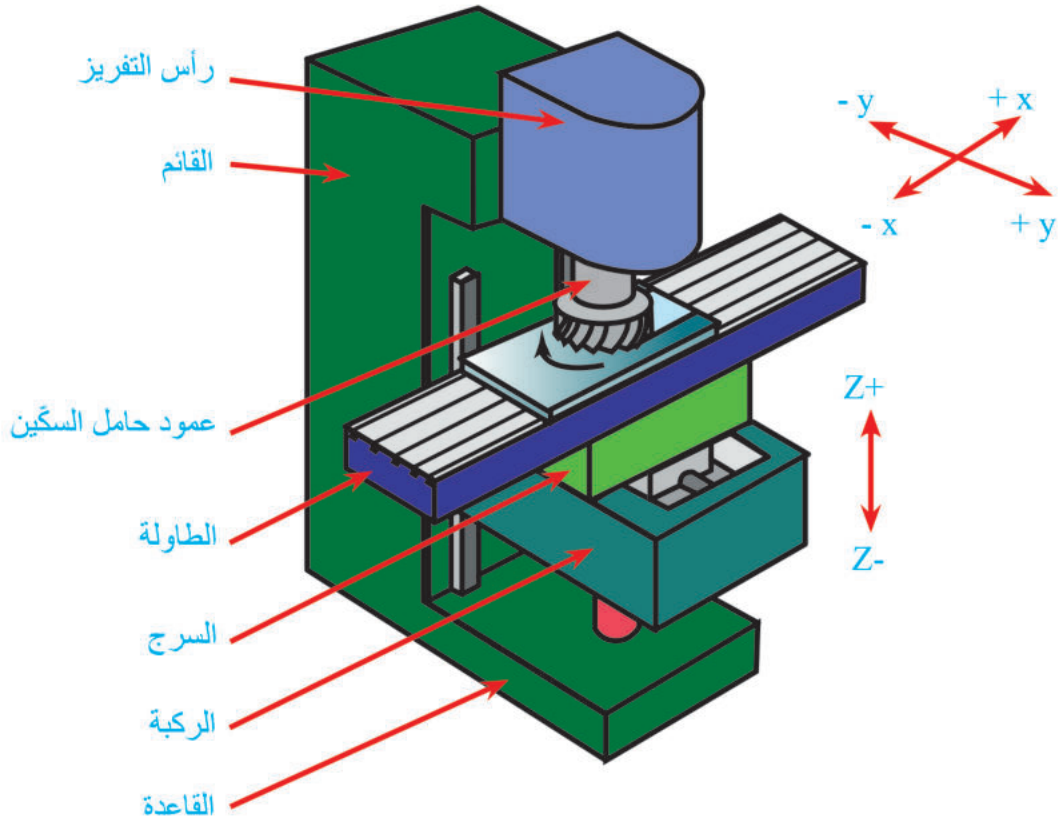


الشكل (3): آلة التفريز الأفقية.

- القاعدة: ترتكز أجزاء الآلة جميعها على القاعدة المصنوعة من حديد الزهر؛ وذلك لامتصاص الاهتزازات الناجمة عن عمليات القطع، وتحتوي عادة على وعاء ومضخّة سائل التبريد.
- القائم: يحتوي على صندوق السرعات، الذي يتحكّم بسرعة دوران عمود حامل السكّين، ويحتوي على مسالك دليلية توجّه حركة الركبة إلى الأعلى والأسفل باتّجاه المحور (Z).
- الركبة: تحتوي على صندوق تروس التغذية ومسالك دليلية عرضية؛ ليتحرّك عليها السرج باتّجاه المحور (Y).
- السرج: يحتوي على سطحه العلوي مسالك دليلية أفقية؛ لتتحرّك عليها طاولة الآلة باتّجاه المحور (X).
- الطاولة: تحتوي على مجارٍ على شكل حرف (T)؛ لتثبيت قطعة العمل بطرائق الربط المختلفة.
- التمساح: ينزلق فوق القائم، ويُستعمل لتثبيت مسند عمود حامل السكّين الذي يُثبّت بعمود محور الدوران الرئيس؛ وذلك لنقل الحركة الدورانية للسكّين.

2 - آلات التفريز الرأسية:

انظر إلى الشكل (4)، ثمّ لاحظ اتّجاه عمود محور الدوران الذي يحمل السكّين، ستجد أنّه عمودي بالنسبة إلى طاولة الآلة؛ لذا، أُطلق على هذه الآلة اسم الفريزة العمودية أو الرأسية.



الشكل (4): آلة التفريز الرأسية.

3 - آلات التفريز العامّة (الشاملة):

انظر إلى الشكل (5)، قد تعتقد أنّ الآلة الموجودة في الشكل هي آلة التفريز الأفقي، لكن يمكن فيها أيضًا استعمال رأس التفريز العمودي الملحق مع الآلة بدلًا من عمود الدوران الأفقي؛ وذلك بإرجاع التمساح إلى الخلف، ثمّ تثبيت الرأس العمودي. تُعدّ هذه الآلة جامعة بين التفريز الأفقي والتفريز الرأسي، وتتميّز أيضًا بطاولتها القابلة للدوران (صينية الفرش) باتّجاهين متعاكسين بزاوية (45°)، وتُستعمل في عمليات التفريز جميعها من تسوية السطوح المستوية والمائلة وتشكيلها، وفتح المجاري بأشكالها كافّة، وقطع أنواع التروس جميعها، والعديد من العمليات.

الشكل (5): آلة التفريز العامّة.

انظر إلى الشكل (6) الذي يوضّح الرأس العمودي الخاصّ بآلات التفريز الشاملة، ويُستعمل لحمل سكّين التفريز بشكل عمودي التي تركب على محور الدوران الرئيس. وتوجد أنواع من الرؤوس العمودية لها إمكانية إمالة السكّين بزوايا مختلفة.

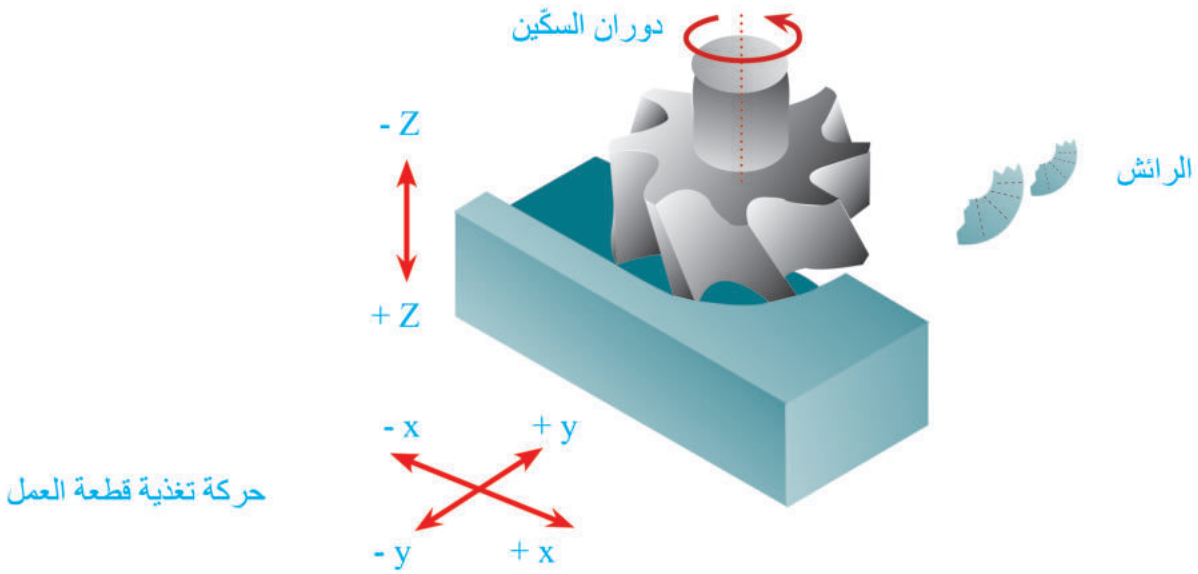
الشكل (6): الرأس العمودي.

4 - آلة التفريز المحوسبة:

الشكل (7): آلة التفريز المحوسبة.

الحركات الأساسية لآلة التفريز

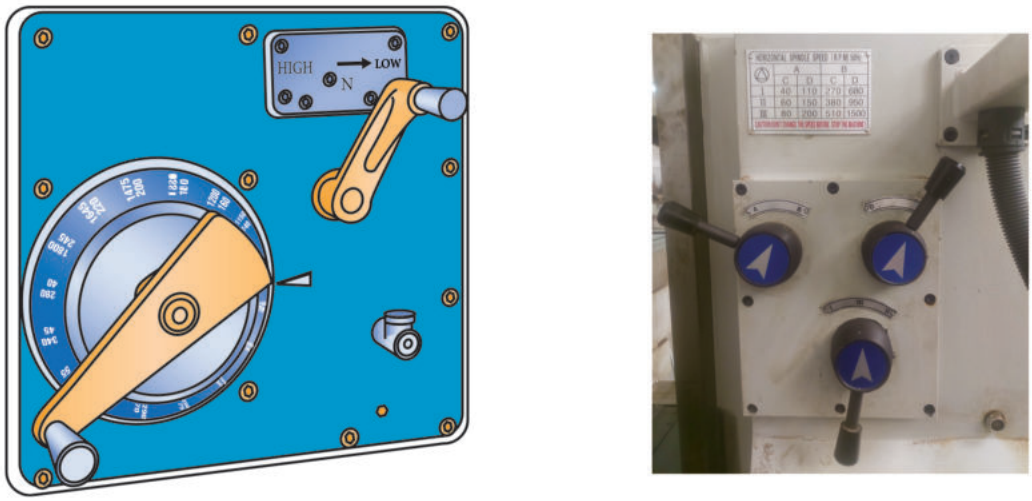
انظر إلى الشكل الآتي ستُلاحظ وجود الحركات الأساسية التي تتطلّبها عملية التشغيل على آلات التفريز، وهي:



الشكل (1): مبدأ عمل التشكيل بالتفريز.

1 - حركة سكّين القطع الدورانية:

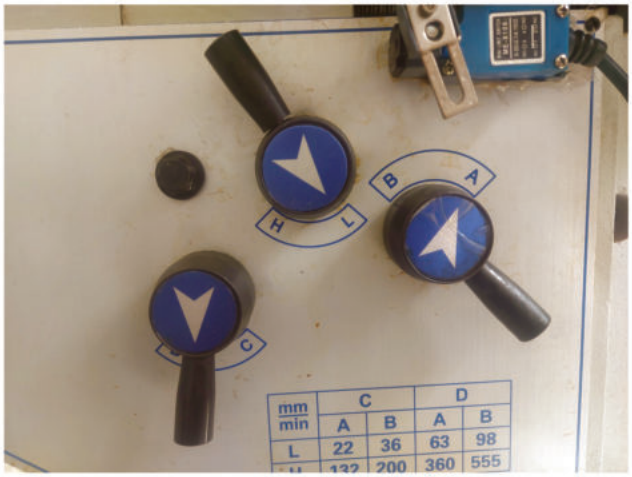
تستمد حركتها الدورانية من صندوق السرعات بوساطة عمود حامل السكّين، وتُقاس بوحدة (دورة/ د) (rpm). ويجري التحكّم بسرعة صندوق السرعات بوساطة ذراع خاصّة بالتحويل بين وضعية السرعات العالية ووضعية عدم التعشيق (N) ووضعية السرعات المنخفضة، والذراع الأخرى لتحديد السرعة المناسبة. انظر إلى الشكل (8).



الشكل (8): التحكّم بصندوق السرعات.

2 - حركة الطاولة باتجاه (X- , X+):

تُسمّى حركة التغذية الطولية، وتستمد حركتها الخطّية من صندوق التغذية، وتُقاس بوحدة (مم / دقيقة) (mm\Min). ويجري التحكّم في سرعة صندوق التغذية عن طريق أذرع خاصّة، ويجري التحكّم بهذه الحركة يدويًّا بتدوير العجلة الخاصّة، أو آليًّا عن طريق الذراع المخصّص. انظر إلى الشكلين (9 – 10).



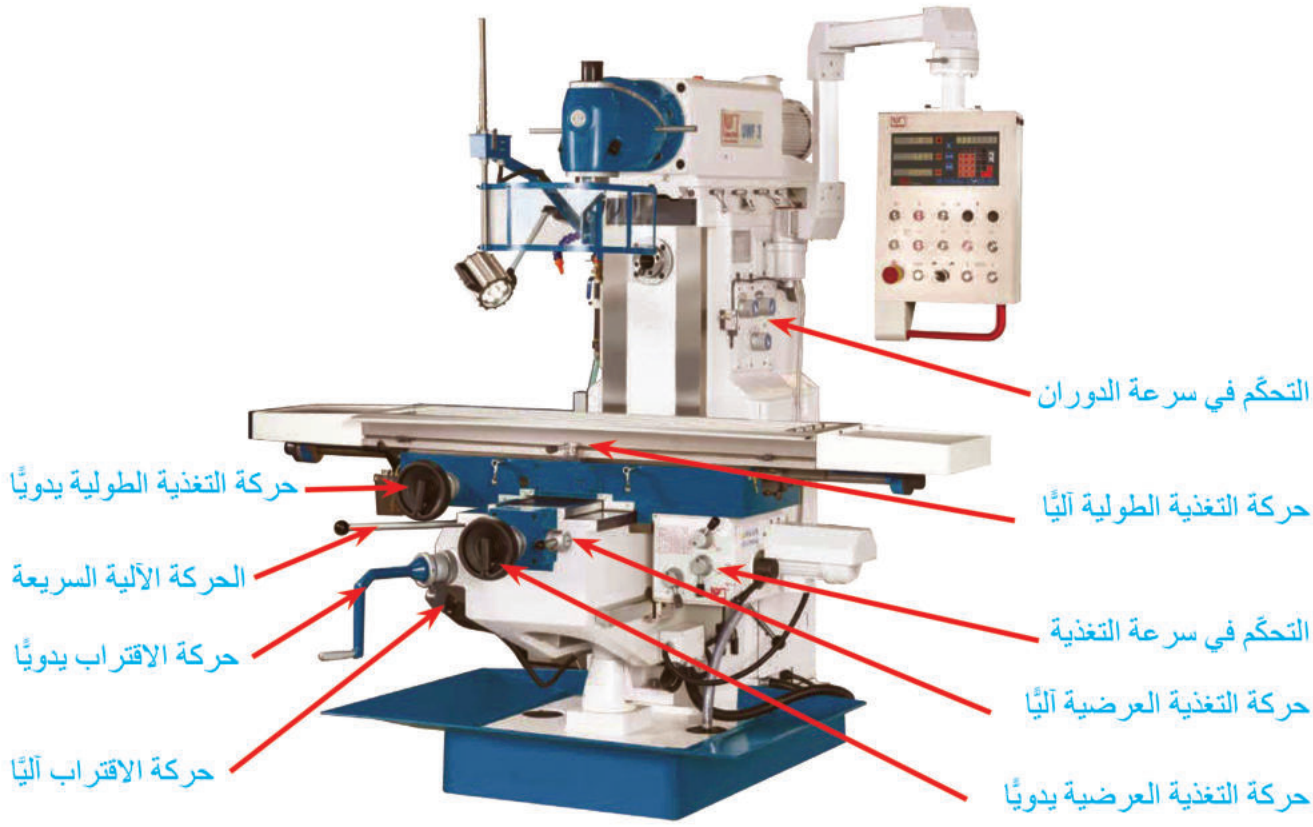
الشكل (9): التحكّم بسرعة التغذية.

3 - حركة الطاولة باتّجاه (Y- , Y+):

تُسمّى حركة التغذية العرضية، وتستمد حركتها الخطّية من صندوق التغذية، وتقاس بوحدة (مم / دقيقة) (mm\Min)، ويجري التحكّم في هذه الحركة يدويًّا بتدوير العجلة الخاصّة، أو آليًّا عن طريق الذراع المخصّص. انظر إلى الشكل (10).

4 - حركة الركبة باتّجاه (Z- , Z+):

تُسمّى حركة الاقتراب (ضبط عمق القطع)، وتستمد حركتها الخطّية من صندوق التغذية (تُستعمل في حالة الاقتراب من قطعة العمل)، وتُقاس بوحدة (مم / دقيقة) (mm\Min)، ويجري التحكّم في هذه الحركة يدويًّا بتدوير العجلة الخاصّة (تُستعمل في حالة ضبط عمق القطع)، أو آليًّا عن طريق الذراع المخصّص. انظر إلى الشكل (10).



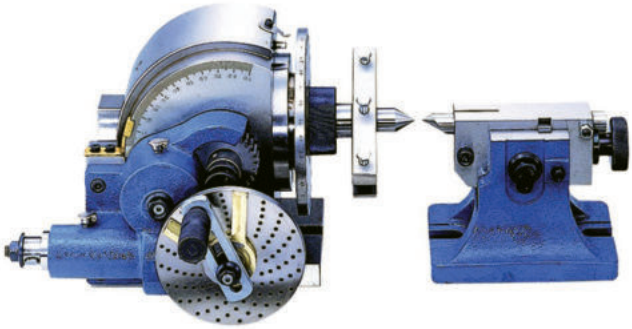
الشكل (10): تحريك قطعة العمل يدويًّا وآليًّا.

طرائق ربط قطع العمل في آلات التفريز

يوجد العديد من الملحقات الخاصّة لربط قطع العمل بآلات التفريز، ومنها:

1 - جهاز التقسيم:

يُعدّ من أهمّ الملحقات لربط قطعة العمل؛ إذ إنّه يُقسّم محيط القطع الأسطوانية إلى عدد من الأقسام، ويُستعمل عادة لتشكيل التروس، وتُسند قطع العمل الطويلة المثبّتة عليه باستعمال الغراب الثابت. وسيُشرح بشكل مفصّل في الدرس الرابع. انظر إلى الشكل (11).



الشكل (11): جهاز التقسيم والغراب.

2 - صينية التقسيم الدوّارة:

تُعدّ من الملحقات لربط قطعة العمل، وتُستعمل في عمليات التقسيم وفتح المجاري الدائرية والحلزونية. انظر إلى الشكل (12).

الشكل (12): صينية التقسيم الدوّارة.

3 - الملزمة المتوازية:

تُعدّ من الملحقات لربط قطعة العمل، وتُستعمل لربط قطع العمل الصغيرة. انظر إلى الشكل (13).

الشكل (13): الملزمة المتوازية.

4 - زهرة التخطيط (V-Block):

تُعدّ من الملحقات لربط قطعة العمل، وتُستعمل لربط قطع العمل الأسطوانية. ويجري عادة تشكيل مجاري الخوابير لقطع العمل الأسطوانية. انظر إلى الشكل (14).

الشكل (14): زهرة التخطيط.

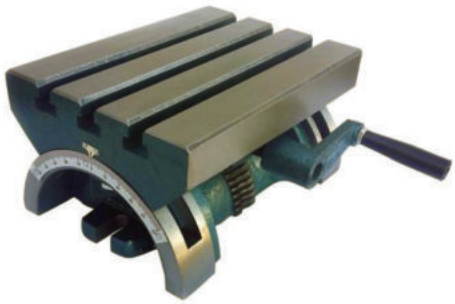
5 - المرابط والمساند المتدرجة:

تُستعمل في الأعمال الكبيرة الحجم، التي يتعذّر ربطها بتجهيزات الربط الأخرى على طاولة الآلة باستعمال براغي وصواميل حرف (T). انظر إلى الشكل (15).

الشكل (15): تجهيزات الربط على طاولة الآلة.

6 - البلاطة الزاويّة القابلة للضبط:

تُعدّ من الملحقات لربط قطعة العمل؛ إذ يمكن ضبطها لأيّ زاوية مطلوبة، وتُستعمل في وضعية التفريز الزاوي. انظر إلى الشكل (16).



الشكل (16): البلاطة الزاويّة القابلة للضبط

7 - البلاطة الزاويّة القائمة:

تُعدّ من الملحقات لربط قطعة العمل بشكل عمودي بالنسبة إلى سطح طاولة العمل. انظر إلى الشكل (17).

الشكل (17): البلاطة الزاويّة القائمة.

ابحث في مصادر المعلومات المتاحة عن آلات التفريز الخاصّة، واكتب تقريرًا عنها، وشارك زملاءك في ما توصّلت إليه، ثم قدّمه إلى معلمك.

القياس والتقويم

1 - وضّح مستعينًا بالرسم الحركات اللازمة لعملية القطع على آلة التفريز.

2 - اذكر استعمالات آلة التفريز.

3 - اذكر الأجزاء الرئيسة لآلة التفريز الأفقية.

4 - قارن بين آلة التفريز الأفقية وآلة التفريز الرأسية، من حيث محور الدوران.

5 - عدّد أنواع آلات التفريز.

6 - ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1) في آلات التفريز الأفقية يكون:

أ - محور سكّين التفريز متعامدًا لآلة التفريز.

ب - محور سكّين التفريز متعامدًا مع سطح الطاولة.

ج - محور سكّين التفريز موازيًا لسطح قطعة العمل.

د - محور سكّين التفريز متعامدًا مع سطح قطعة العمل.

2) من الملحقات الخاصّة لربط قطع العمل على آلات التفريز (زهرة التخطيط)، وهي تُستعمل لربط:

أ - قِطَع العمل الطويلة.

ب - قِطَع العمل الأسطوانية.

ج - قِطَع العمل غير المنتظمة.

د - قِطَع العمل القصيرة.

3) من الحركات الأساسية لآلة التفريز، المسؤولة عن عمق القطع:

أ - الحركة الطولية (X- , X+).

ب - الحركة العرضية (Y- , Y+).

ج - حركة سكّين القطع الدورانية.

د - حركة الركبة (Z- , Z+).

ثانيًا: سكاكين التفريز

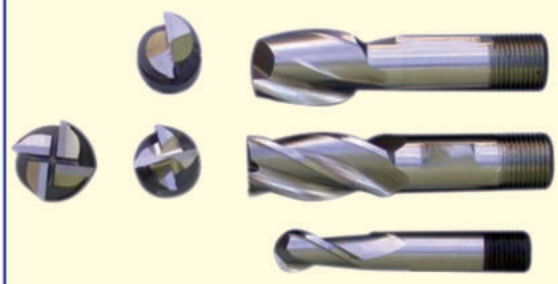
النتاجات

يُتوقّع من الطالب بعد فهم هذا الدرس أن:

- يتعرّف زوايا سكّين التفريز.
- يُميّز بين أنواع سكاكين التفريز المختلفة.
- يتعرّف طرائق تثبيت سكّين التفريز.
- يتعرّف وظائف سائل القطع.

انظر وتساءل

درست في فصول سابقة آلة الخراطة، ما الفرق بين سكّين الخراطة وسكّين التفريز؟ لاحظ عدد الحدود القاطعة في سكاكين التفريز.

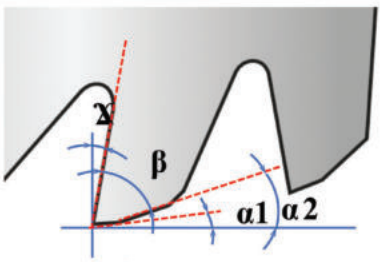


استكشف

ناقش معلمك في التقنيات الحديثة الخاصّة بالتفريز. ومن أمثلتها آلة التفريز المحوسب CNC Milling.

زوايا سكّين التفريز

انظر إلى الشكل (18)، ثمّ لاحظ زوايا سكّين القطع، ستجد أنّ (ϰ) تُمثّل زاوية الجرف، وهي الزاوية المحصورة بين المستوى المحوري المارّ بنقطة المركز ومماس الوجه لإحدى أسنان السكّين، و(β) تُمثّل زاوية القطع، وهي الزاوية المحصورة بين الحافّة ووجه السنّ وتعتمد قيمتها على قيمة زاوية الجرف والخلوص؛ إذ إنّ ($\varkappa + \beta + \alpha$) تساوي ($90^{o}$)، حيث ($\alpha$) زاوية الخلوص في سكّين التفريز، وهي الزاوية المحصورة بين الخط العمودي على المستوى المحوري المارّ بحدّ القطع والمماس لحافّة السنّ، وتتكوّن من زاويتين ($\alpha 1$)؛ زاوية الخلوص الابتدائي و($\alpha 2$) زاوية الخلوص الثانوي.



الشكل (18): زوايا سكّين التفريز.

الحافّة: السطح الذي يوجد خلف الحدّ القاطع المجلّخ لتكوين زاوية الخلوص.

أنواع سكّين التفريز

أهم أنواع سكاكين التفريز الأفقية: (انظر إلى الشكل 19)

1 - سكّين التفريز المدحلية: تُصنع هذه السكّين من صلب السرعات العالية، وتُستعمل في تفريز السطوح والأكتاف وتسويتها، إضافة إلى تفريز السطوح العريضة عند استعمال أكثر من سكّين كمجموعة واحدة.

2 - سكّين التفريز المدحلية الجبهية: تُصنع هذه السكّين من صلب السرعات العالية، وتُشبه سكّين التفريز المدحلية إلّا أنّ أسفلها مجوّف؛ للتمكّن من القطع الجبهي، وتُستعمل هذه السكّين في التفريز المحيطي الجبهي.

3 - سكّين تفريز قرصية محيطية الحدود القاطعة (المجاري الأفقية): تُصنع هذه السكّين من صلب السرعات العالية، وهي سكّين أسطوانية ذات سُمك صغير تتوزّع على محيطها الحدود القاطعة المستقيمة، وتُستعمل في فتح المجاري ومجاري الخوابير، وفرز الأوجه المستوية الضيقة.

4 - سكّين تفريز قرصية محيطية وجبهية الحدود القاطعة: تُصنع الحدود القاطعة لهذه السكّين من الكربيد، وتُقطع بوساطة جانب السنّ وجبهته، الذي يتوزّع بانتظام على محيط الأسطوانة.

5 - سكّين تفريز منشارية: تُصنع هذه السكّين من صلب السرعات العالية، وتُستعمل في قصّ قِطَع العمل

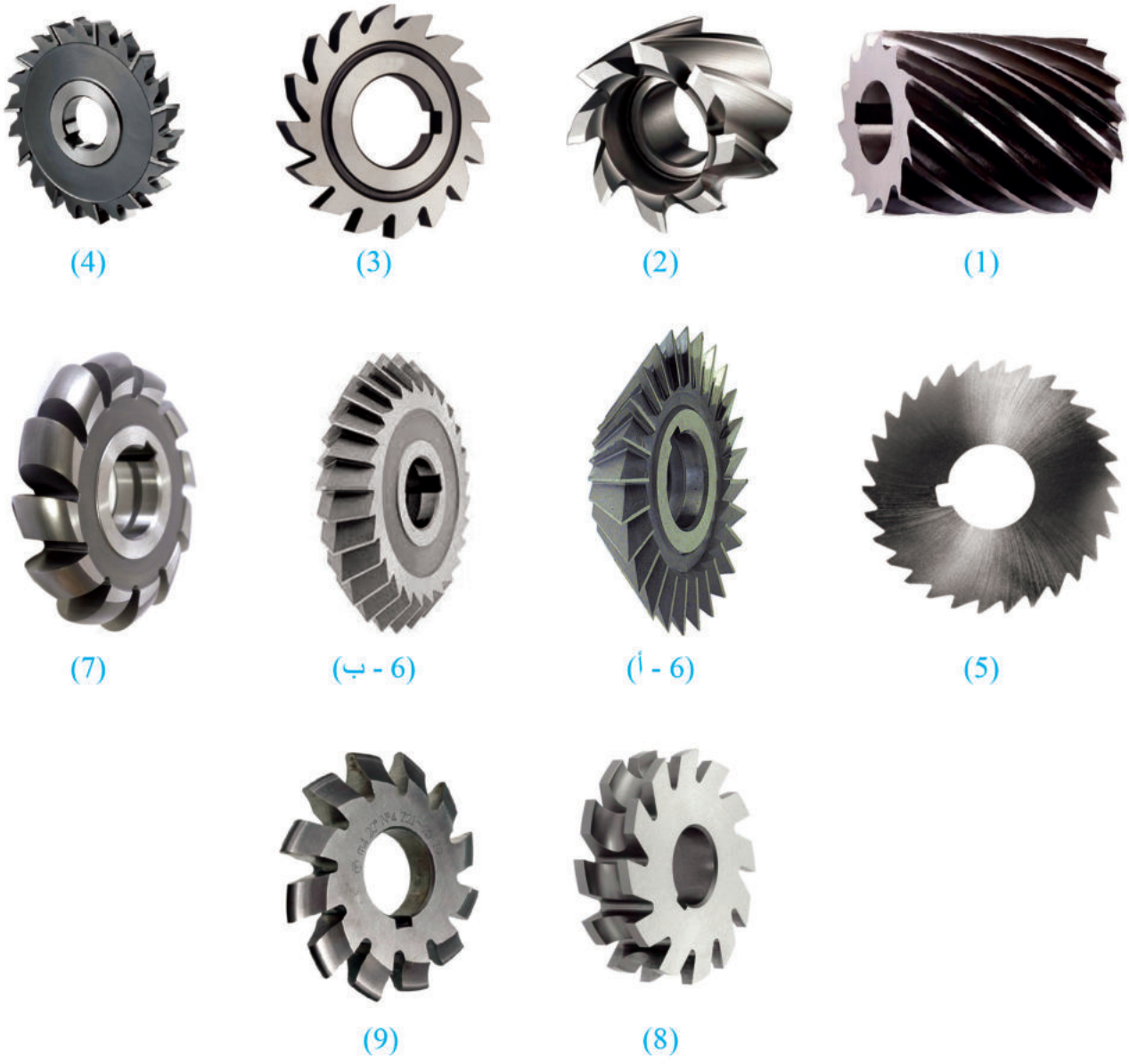
وقِطَع الحزوز الضيقة.

6 - سكّين تفريز زاوي: تُصنع هذه السكّين من صلب السرعات العالية، وتُصنّف حسب الزاوية الى منفرد الزاوية ومزدوج الزاوية، وتُستعمل في قطع المجاري الزاوية.

7 - سكّين تفريز محدّبة: تُصنع هذه السكّين من صلب السرعات العالية، وتُستعمل في تفريز السطوح المقعّرة.

8 - سكّين تفريز مقعّرة: تُصنع هذه السكّين من صلب السرعات العالية، وتُستعمل في تفريز السطوح المحدّبة.

9 - سكّين فتح أسنان التروس (الموديول).



الشكل (19): سكاكين التفريز الأفقي.

أنواع سكّين التفريز العمودي: (انظر إلى الشكل 20)

1 - سكّين تفريز طرفية (Endmill): تُصنع هذه السكّين من صلب السرعات العالية أو الكربيد؛ وذلك لتفريز معادن ذات قساوة مختلفة، ويوجد منها أنواع مختلفة. من هذه الأنواع ثنائية الحدّ القاطع ومتعدّدة الحدود القاطعة وكروية الحدّ القاطع.

2 - سكّين تفريز مجرى حرف (T): تُصنع هذه السكّين من صلب السرعات العالية، وتُستعمل في تفريز مجرى حرف (T)، ولكن يجب أن يسبقها عملية تفريز بسكّين طرفية.

3 - سكّين تفريز غنفاري: تُصنع هذه السكّين من صلب السرعات العالية، وتكون بزاوية منفردة، وتُستعمل في فتح المجاري الغنفارية وشطف الحوافّ.

4 - سكّين تفريز تدوير الحوافّ: تُصنع هذه السكّين من صلب السرعات العالية، وتُستعمل في تدوير الحوافّ حسب مقياس نصف قطر الحدّ القاطع.

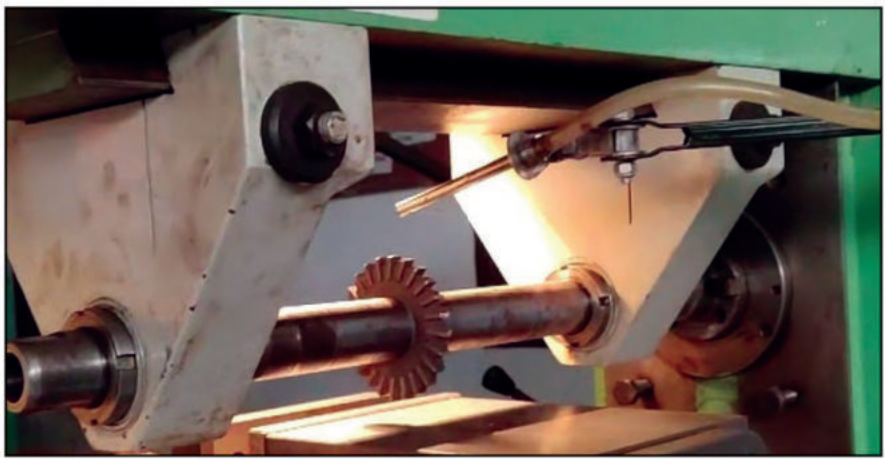
الشكل (20): سكاكين التفريز العمودي.

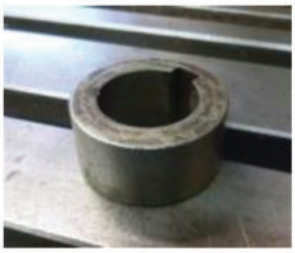
فكّر ما الفرق بين سكّين التفريز الطرفي وريشة الثقب؟

طرائق تثبيت السكّين

يمكن تثبيت السكّين بآلة التفريز بعدّة طرائق، أبرزها:

1 - التثبيت بعمود حمل السكّين المعياري: تُثبّت السكّين الأفقية بأشكالها المختلفة على هذا العمود، بين حلقات الفصل المتوافرة بسماكات متعدّدة، ويمكن تركيب أكثر من سكّين على العمود نفسه، ويكون التعشيق بين السكّين والعمود بوساطة الإسفين. وتُثبّت بالآلة من جهة السلبة باستعمال برغي الشدّ، ومن الأمام على المسند بوساطة شد صمولة العمود. كما يمكن استعمال دعامة داخلية إضافية مع العمود المعياري. انظر إلى الشكل (21).





الشكل (21) :عمود حمل السكّين المعياري

2 - **العمود القصير:** يركب هذا المحور مباشرة في عمود الدوران الرئيس ويأخذ الحركة منه، وتُستعمل حلقات الفصل لتحديد موضع السكّين. انظر إلى الشكل (22).

الشكل (22): عمود حمل السكّين القصير.

3 - التثبيت بوساطة ظرف التفريز (الكوليت): يتوافر من الكوليت أقطار مختلفة يجري اختيارها في الحامل بناءً على قطر جذع السكّين. انظر إلى الشكل (23).

الشكل (23): عمود حمل السكّين بوساطة الكوليت.

وظائف سائل التبريد المستعمل في آلات التفريز

يعمل سائل التبريد على رفع كفاءة القطع وإطالة عمر الحدّ القاطع للسكّين ومنع تمدّد المشغولة، ويعمل على إزالة الرائش وإبعاده عن منطقة القطع، ويمنع التحام الرائش بالحدّ القاطع للسكّين. تحتوي آلات التفريز جميعها على نظام تبريد مكوّن من خزّان ومضخّة ومحبس وخراطيم؛ وذلك لضخّ سائل التبريد الى منطقة القطع بالطريقة المُثلى.

ابحث في مصادر المعلومات المتاحة عن سكاكين التفريز ذات اللقَم القابلة للتبديل (insert end mill)، واكتب تقريرًا عنها، وشارك زملاءك في ما توصّلت إليه، ثمّ قدّمه إلى معلّمك.

القياس والتقويم

1 - وضّح مستعينًا بالرسم الزوايا الرئيسة لسكّين التفريز.

2 - بيّن الفرق بين سكّين التفريز المدحلية وسكّين التفريز المدحلية الجبهية، من حيث الاستعمال.

3 - اذكر أسماء (5) سكاكين تُستعمل في التفريز الأفقي.

4 - اذكر أسماء السكاكين الآتية:

(1) (2) (3) (4) (5)

5 - وضّح الفرق بين سكّين التفريز الأفقي وسكّين التفريز الطرفي، من حيث طريقة التثبيت على آلة التفريز.

6 - وضّح مزايا استعمال سائل التبريد، في أثناء العمل على آلة التفريز.

7 - ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1) تُستعمل في آلات التفريز العمودية:

أ - سكّين تفريز طرفية. ب - سكّين تفريز مدحلية.

ج - سكّين تفريز منشارية. د - سكّين فتح أسنان التروس.

2) من زوايا الحدّ القاطع في سكّين التفريز زاوية الجرف، ويُرمز إليها بالرمز:

أ - β. ب - χ.

ج - $\alpha 1$. د - $\alpha 2$.

3) تُصنع سكاكين التفريز من:

أ - السيليكون (C). ب - الصلب الكربوني (C.S).

ج - صلب السرعات العالية (H.S.S). د - أكسيد الألمنيوم (A).

ثالثًا: عمليات التفريز وطرائقه

النتاجات

يُتوقّع من الطالب بعد فهم هذا الدرس أن:

- يُميّز بين أنواع التفريز المختلفة: المحيطي، والجبهي، والمحيطي الجبهي.
- يُميّز بين طرائق التفريز المختلفة.
- يتعرّف العمليات الحسابية اللازمة لعملية التفريز.

انظر وتساءل

هل فكّرت يومًا ماذا يحدث في أثناء عملية التفريز لو غيّرنا اتّجاه حركة قطعة العمل؟

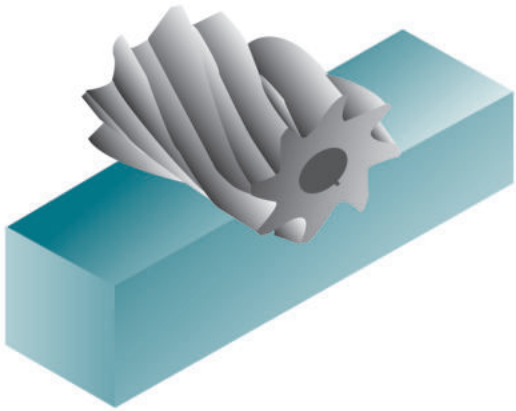
استكشف

ناقش معلمك وزملاءك في حركة السكّين المدحلية والسكّين الجبهية، وقارن بينهما.

أنواع عمليات التفريز

1 - التفريز المحيطي:

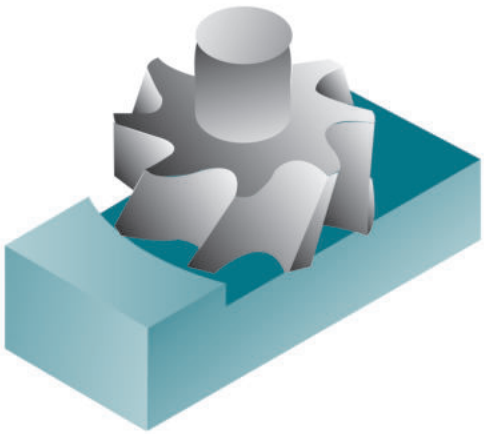
يكون محور السكّين موازيًا لسطح تفريز قطعة العمل، وتجري عملية القطع بوساطة الحدود القاطعة الموزّعة على محيط السكّين بانتظام، وتوفّر السكّين حركة القطع الدورانية، في حين تتحرّك الطاولة المثبّتة عليها قطعة العمل حركة التغذية الطولية. انظر إلى الشكل (24).



الشكل (24): التفريز المحيطي.

2 - التفريز الجبهي:

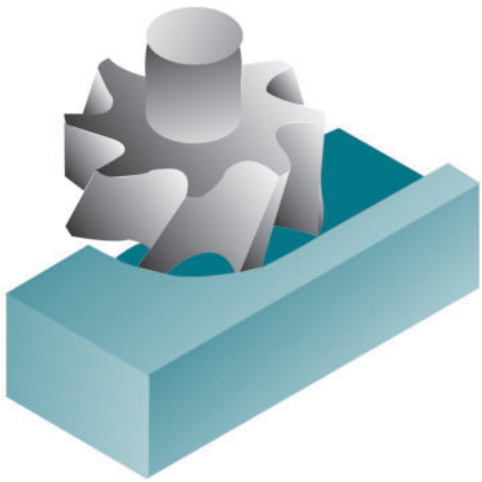
يكون محور السكّين عموديًّا على سطح تفريز قطعة العمل، وتجري عملية القطع بوساطة الحدود القاطعة الموزّعة على محيط وجبهة السكّين بانتظام. يكون سمك الرائش متساويًا، وتجري عملية القطع بهدوء نتيجة التحميل المنتظم. انظر إلى الشكل (25).



الشكل (25): التفريز الجبهي.

3 - التفريز المحيطي الجبهي:

يكون محور السكّين عموديًّا على سطح تفريز قطعة العمل، وتجري عملية القطع بوساطة الحدود القاطعة الموزّعة على محيط وجبهة السكّين في آن واحد. انظر إلى الشكل (26).

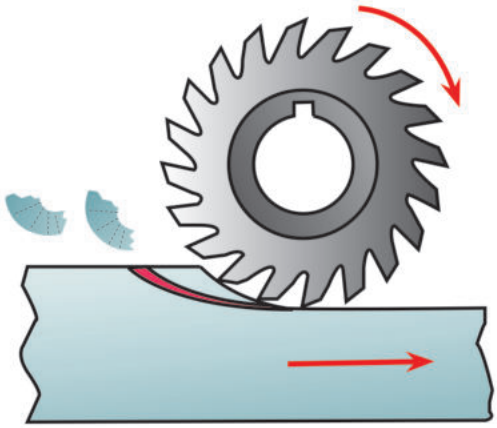


الشكل (26): التفريز المحيطي الجبهي.

طرائق التفريز

1 - التفريز العكسي (التفريز الصاعد):

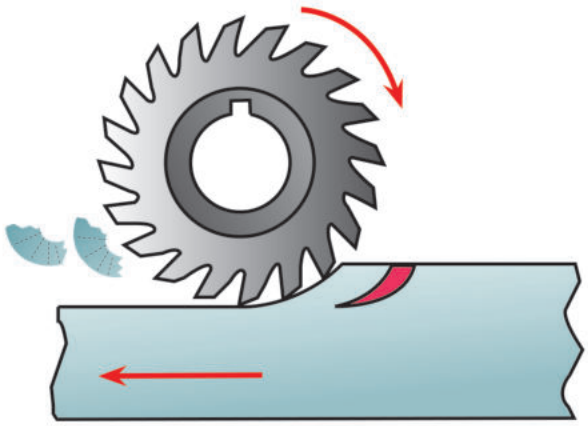
تتميّز هذه الطريقة بأنّ اتّجاه حركة القطع معاكس لاتّجاه حركة التغذية لقطعة العمل، فعند حدوث عملية القطع يتغلغل الحد القاطع للسكّين بشكل تدريجي في قطعة العمل، بحيث يكون الرائش ذا سماكة قليلة عند البدء ويكون ذا سماكة أعلى عند خروج السكّين من قطعة العمل، ويدلّ ذلك على أنّ قوّة القطع تزداد تدريجيًّا كلّما زادت السماكة. من ثمّ، ستحاول السكّين خلع قطعة العمل من مكانها، ما يتطلّب ربط القطعة بطريقة محكمة وصحيحة؛ لذا تُستعمل لتفريز قطع العمل الصلدة والسميكة. انظر إلى الشكل (27).



الشكل (27): التفريز العكسي.

2 - التفريز المتوافق (التفريز الهابط):

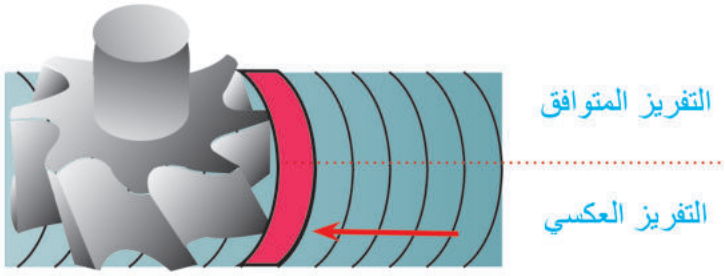
في هذه الطريقة، يكون اتّجاه حركة القطع موافقًا لاتّجاه حركة التغذية لقطعة العمل، فعند حدوث عملية القطع تتعرّض السكّين في البداية إلى السماكة الأكبر من الرائش، ثم تقلّ تدريجيًّا لحين خروج الحدّ القاطع للسكّين من قطعة العمل. من ثمّ، يتعرّض الحدّ القاطع لأكبر قوّة قطع في البداية، ما يؤدّي إلى تعرّض الطاولة إلى اهتزازات تؤدّي إلى تلف الحدود القاطعة للسكّين، وتؤثّر في جودة قطعة العمل؛ لذا تُستعمل هذه الطريقة في حالة ضبط عمق قطع صغير وتغذية بطيئة لقطعة العمل قليلة السُّمك، بوجود سرعة قطع عالية. انظر إلى الشكل (28).



الشكل (28): التفريز المتوافق.

3 - التفريز العكسي المتوافق (التفريز المزدوج):

تحدث هذه الطريقة في أثناء التفريز المحيطي؛ إذ تكون حركة القطع بعكس حركة التغذية لقطعة العمل جزءًا من عملية التشغيل، وتكون حركة القطع بالاتّجاه نفسه لحركة التغذية لقطعة العمل في جزء آخر. وفي هذه الطريقة، تنتج سطوح ناعمة، ويكون التشكيل ناعمًا وخاليًّا من الاهتزازات؛ لأنّ أسنان حدود القطع تكون ملامسة طوال عملية التشكيل. انظر إلى الشكل (29).



الشكل (29) التفريز المزدوج.

العوامل المؤثّرة في عمليات التفريز، وطريقة حسابها

1 - سرعة القطع (السرعة المحيطية):

تُعرف سرعة القطع بأنها المسافة الخطيّة التي يقطعها الحد القاطع للعدة بالنسبة إلى السطح المشغل في اتجاه الحركة الرئيسة في وحدة الزمن، وتعتمد على قطر الشغلة، وعدد دورات عدة القطع، ويمكن حسابها عن طريق المعادية الآتية:

$$V = \frac{\pi \times d \times N}{1000}$$

	سرعة القطع للتفريز
V	سرعة القطع (م / د) (m/min)
d	قطر سكّين التفريز (مم) (mm)
N	سرعة دوران سكّين التفريز (دورة / د) (Rpm)

2 - سرعة التغذية:

تُعرف بأنّها المسافة التي تتحرّكها طاولة الآلة حركة خطّية باتّجاه المحور الأفقي (X) والمحور العرضي (Y) بوحدة (مم / د) (mm\min). ويمكن حساب سرعة التغذية عن طريق المعادلة الآتية:

$$F = f \times N \times Z$$

	سرعة التغذية لحجر الجلخ
F	سرعة التغذية (مم / د) (mm/min)
f	مقدار التغذية لكلّ سنّ (مم) (mm)
N	سرعة دوران سكّين التفريز (دورة / د) (rpm)
Z	عدد الحدود القاطعة لسكّين التفريز

الجدول الملحق:

معدن قطعة العمل	الجدول (1): قِيَم توجيهية لسرعة القطع م/ دقيقة		الجدول (2): قِيَم توجيهية لمقدار التغذية لكلّ سنّ	
	تفريز خشن	تفريز ناعم	تفريز خشن	تفريز ناعم
فولاذ طري	16 - 18	18 - 22	0.2	0.1
فولاذ قوالب	12 - 14	14 - 18	0.16	0.1
حديد سكب	16 - 18	14 - 18	0.16	0.1
ألمنيوم	150 - 290	200 - 300	0.1	0.05
نحاس	30 - 45	40 - 60	0.2	0.1

*(ملحوظة: الجدول للتطبيق وليس للحفظ)

مثال (1)

قطعة من حديد السكب يُراد تسويتها باستعمال سكّين تفريز قطرها (100) مم. احسب سرعة الدوران للتفريز الخشن والناعم، ثمّ احسب سرعة التغذية للتفريز الخشن والناعم؛ إذا علمت أنّ عدد الحدود القاطعة للسكّين (4) حدود.

الحل:

باستعمال الجدول (1)؛ فإنّ سرعة القطع لحديد السكب للتفريز الخشن (18–16) وللتفريز الناعم (18-14).

$$V_{\text{خشن متوسط}} = \frac{16+18}{2} = 17\,(m/min)$$

$$V_{\text{ناعم متوسط}} = \frac{14+18}{2} = 16\,(m/min)$$

ولحساب سرعة الدوران نستعمل المعادلة $N = \frac{V \times 1000}{\Pi \times d}$

$$N_{\text{خشن}} = \frac{V \times 1000}{\Pi \times d} = \frac{17 \times 1000}{\Pi \times 100} = 54.14\,(\text{rpm})\ \text{(دورة/د)}$$

$$N_{\text{ناعم}} = \frac{V \times 1000}{\Pi \times d} = \frac{16 \times 1000}{\Pi \times 100} = 50.95\,(\text{rpm})\ \text{(دورة/د)}$$

ولحساب سرعة التغذية نستعمل المعادلة باستعمال الجدول (2)؛ فإنّ سرعة التغذية لكلّ سنّ لحديد السكب للتفريز الخشن (0.16) وللتفريز الناعم (0.1).

$$F_{\text{خشن}} = f_{\text{خشن}} \times N_{\text{خشن}} \times Z = 0.16 \times 54.14 \times 4 = 34.65\,(\text{mm/min})\ \text{(مم/د)}$$

$$F_{\text{ناعم}} = f_{\text{ناعم}} \times N_{\text{ناعم}} \times Z = 0.1 \times 50.95 \times 4 = 20.4\,(\text{mm/min})\ \text{(مم/د)}$$

فكّر

عند حساب سرعة الدوران وسرعة التغذية، فإنّ الأرقام الناتجة في أغلب الأحيان لا تتطابق مع الأرقام الموجودة على الآلة. فكيف نضبط السرعات المناسبة؟

3 - زمن التفريز:

يعتمد زمن التفريز على طول شوط حركة سكّين التفريز، وعلى سرعة التغذية وعدد أشواط القطع. فكلّما زاد قطر السكّين، زاد طول الشوط. ويجري حساب زمن التفريز باستعمال المعادلة الآتية:

$$T_{min} = \frac{L \times \mathrm{i}}{\mathrm{F}}$$

$$L = (L_{work} + D)$$

	زمن التفريز
T_{min}	زمن التفريز (دقيقة)
L	الطول الكلّي (الفعلي) للتشكيل
i	عدد الأشواط
F	سرعة التغذية (مم / د) (mm/min)
L_{work}	طول قطعة العمل
D	قطر سكّين التفريز

مثال (2)

قطعة مستطيلة من حديد السكب طولها (400) مم وعرضها (100) مم وسماكتها (200) مم، يُراد تصفية سمك القطعة ليصبح (190) مم، فإذا علمت أنّ عمق القطع المسموح للتخشين (3) مم وعمق القطع المسموح للتنعيم (1) مم، وكان قطر سكّين التفريز (100) مم تحتوي على (14) سنًّا؛ فاحسب زمن التفريز.

الحل:

نحسب عدد الأشواط $i = \frac{200-190}{3} = 3.3 \cong 4$

(3) أشواط تخشين: 3 شوط x 3 مم = 9 مم

(1) شوط تنعيم: 1 شوط x 1 مم = 1 مم

نحسب الطول الفعلي للتشكيل:

$$L = (L_{work} + D) = 400 + 100 = 500\ mm$$

نحسب سرعة الدوران:

$$N_{\text{خشن}} = \frac{V \times 1000}{\Pi \times d} = \frac{13 \times 1000}{\Pi \times 100} = 41.4 \ \text{(Rpm)(د/دورة)}$$

$$N_{\text{ناعم}} = \frac{V \times 1000}{\Pi \times d} = \frac{16 \times 1000}{\Pi \times 100} = 50.95 \ \text{(Rpm)(د/دورة)}$$

نحسب سرعة التغذية:

$$F_{\text{خشن}} = f_{\text{خشن}} \times N_{\text{خشن}} \times Z = 0.16 \times 41.4 \times 14 = 92.74 \ \text{(mm/min) (مم/د)}$$

$$F_{\text{ناعم}} = f_{\text{ناعم}} \times N_{\text{ناعم}} \times Z = 0.1 \times 50.95 \times 14 = 71.33 \ \text{(mm/min) (مم/د)}$$

نحسب زمن التفريز بالدقائق:

$$T_{\text{خشن}} = \frac{L_{\text{خشن}} \times i_{\text{خشن}}}{F_{\text{خشن}}} = \frac{500 \times 3}{92.74} = 16.17 \ min$$

$$T_{\text{ناعم}} = \frac{L_{\text{ناعم}} \times i_{\text{ناعم}}}{F_{\text{ناعم}}} = \frac{500 \times 1}{71.33} = 7 \ min$$

$$T_{\text{الكلي}} = T_{\text{خشن}} + T_{\text{ناعم}} = 16.17 + 7 = 23.17 \ min$$

الإثراء والتوسّع

بالاستعانة بمصادر المعلومات المتاحة ابحث عن التفريز المتوافق والتفريز العكسي، واكتب تقريرًا عنه، وشارك زملاءك في ما توصّلت إليه، ثمّ قدّمه إلى معلّمك.

القياس والتقويم

1 - ما المقصود بكلّ من: التفريز المحيطي، التفريز الجبهي؟

2 - ما العوامل المؤثّرة في تحديد السرعة المحيطية؟

3 - بيّن كيفية حدوث التفريز العكسي المتوافق (التفريز المزدوج)، موضّحًا ذلك بالرسم.

4 - احسب سرعة القطع المحيطية عند استعمال سكّين تفريز قطرها (63) مم، عندما تدور (75) دورة لكلّ دقيقة.

5 - قطعة من الفولاذ الطري يُراد تسويتها باستعمال سكّين تفريز قطرها (80) ملم. احسب سرعة الدوران للتفريز الأوّلي (الخشن) والتفريز النهائي (الناعم).

6 - احسب سرعة الدوران للتفريز الخشن والتفريز الناعم، عند تسوية قطعة من فولاذ القوالب باستعمال سكّين تفريز قطرها (50) مم.

7 - احسب سرعة التغذية للتفريز الخشن والناعم لقطعة من النحاس باستعمال سكّين تفريز قطرها (60) مم، وعدد حدودها القاطعة (5) حدود.

8 - قطعة من الفولاذ الطري طولها (600) مم وعرضها (100) مم وسماكتها (200) مم. يُراد تصفية سماكة القطعة لتصبح (193) مم. إذا علمت أنّ عمق القطع الخشن المسموح به (3) مم، وعمق القطع الناعم المسموح به (1) مم، وباستعمال سكّين تفريز قطرها (100) مم وطولها (100) مم وعدد حدودها القاطعة (12) حدًّا؛ فاحسب زمن التفريز.

9 - ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1) من طرائق التفريز الشائعة التفريز العكسي، الذي يبدأ عن طريقه قطع الرائش بسُمك:

أ - كبير ويصغر تدريجيًّا.　　ب - صغير ويكبر تدريجيًّا.

ج - متساوٍ.　　د - كبير حتّى النهاية.

2) تُقاس سرعة التغذية في آلات التفريز بوحدة:

أ - مم / دورة.　　ب - مم / دقيقة.

ج - دورة / دقيقة.　　د - دورة / مم.

رابعًا: تشغيل الترس المستقيم

النتاجات

يُتوقع من الطالب بعد فهم هذا الدرس أن:

- يتعرّف الحسابات اللازمة لإجراء عملية قطع ترس مستقيم.
- يتعرّف وسيلة الربط المناسبة لفتح المسنّن.
- يتعرّف سكاكين تفريز المسنّنات المناسبة.
- يتعرّف رأس التقسيم.

انظر وتساءل

هل تساءلت يومًا كيف تُقطع التروس؟

وما الآلة والمعدّات الخاصّة لذلك؟

استكشف

ناقش معلمك في أنواع التقسيم على آلة التفريز، وقارن بينهما.

اقرأ وتعلّم

التقسيم على آلة الفريزة

يُعدّ رأس التقسيم أحد الملحقات الخاصّة بربط قطعة العمل على آلة التفريز التي تُثبّت على طاولة الآلة، ويُستعمل في حالة تفريز قطعة العمل بزوايا منتظمة ومتساوية على محيط القِطَع الأسطوانية؛ فيمكن استعماله لعمل تفريز مضلّع على القطعة، وتشكيل التجاويف بزوايا مختلفة، وفتح أسنان التروس؛ باستعمال سكاكين خاصة. وتوجد (3) أنواع من التقسيم هي:

1 - التقسيم المباشر (العِدل).

2 - التقسيم البسيط (المركّب).

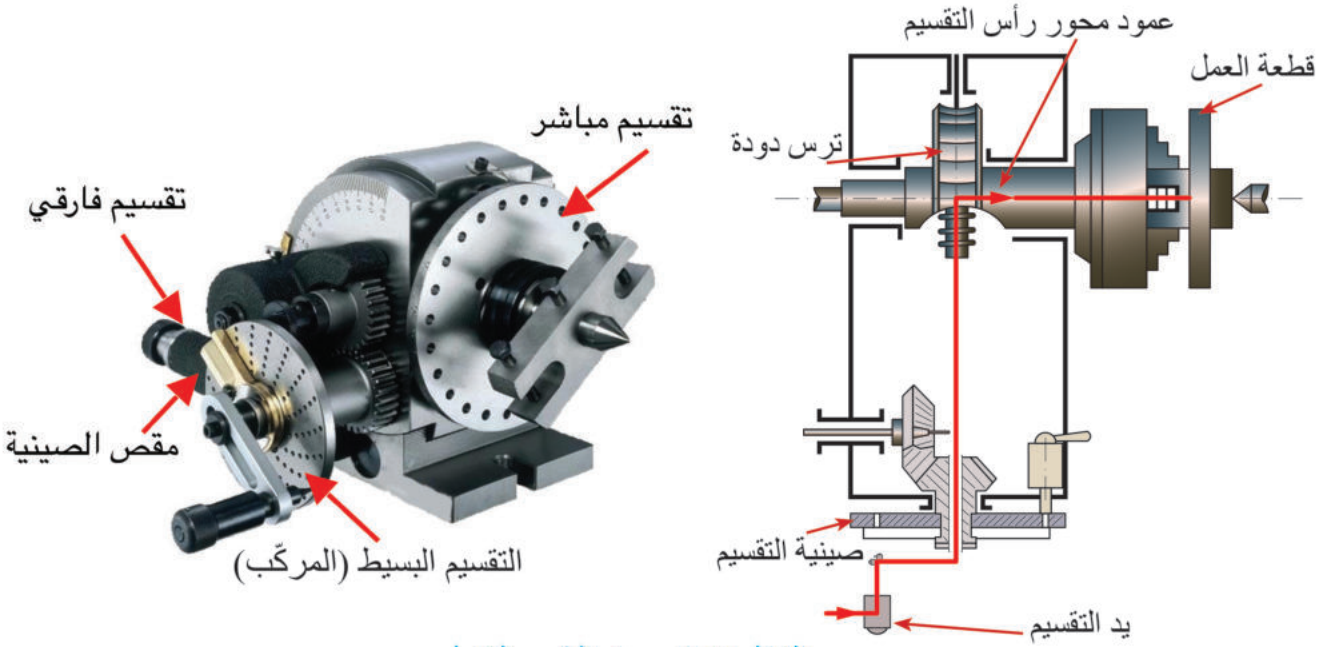
3 - التقسيم الفارقي (التفاضلي).

فكّر

هل تُركّب قطعة العمل الخامّ مباشرة على رأس التقسيم، أم توجد عمليات تشكيل تسبقها؟

رأس التقسيم الشامل:

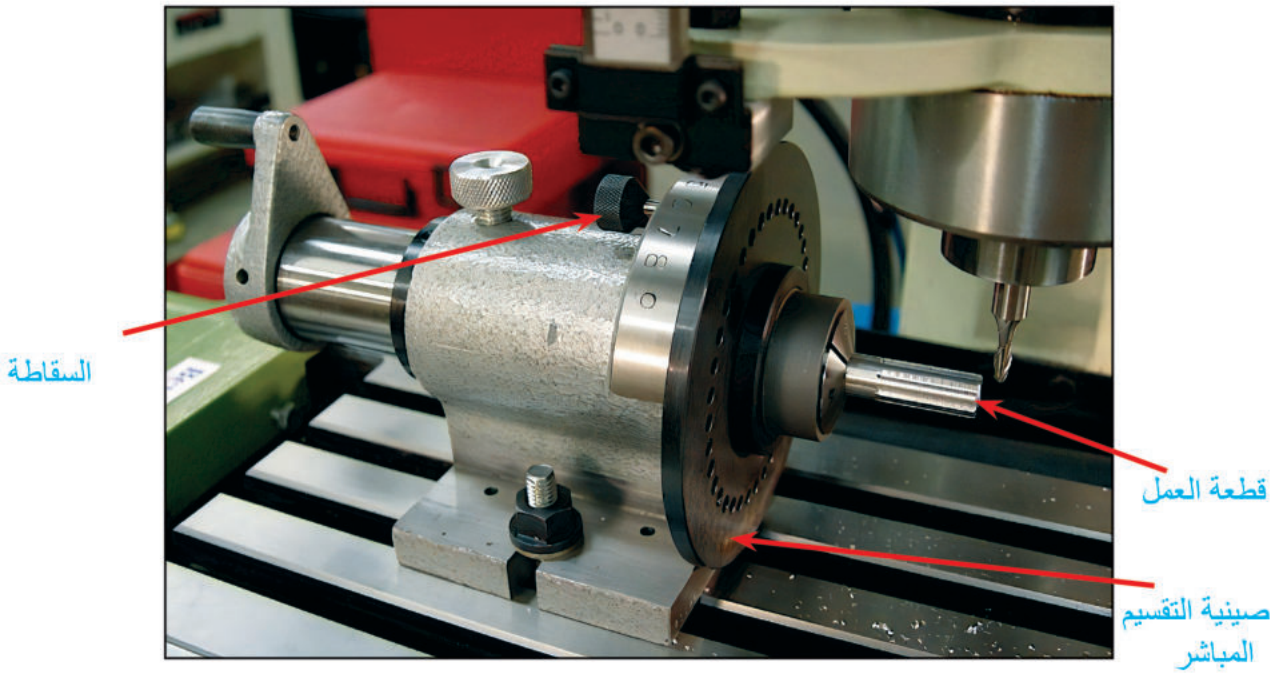
انظر إلى الشكل (30)، وستتعرّف الأجزاء الخاصّة برأس التقسيم الشامل، الذي سمّي ذلك لأنّه يشمل أنواع التقسيم جميعها. وهو الجهاز الأكثر استعمالًا لدى الفنيّين لتقسيم محيط قطع العمل إلى أقسام متساوية، ويحتوي الجهاز في داخله على تروس حلزونية مكوّنة من دودة وترس دودي، نسبة النقل بينهما (40 : 1)، وهذا يعني أنّه إذا دارت الدودة (40) دورة؛ فإنّ الترس الدودي يدور دورة واحدة.



الشكل (30): جهاز التقسيم الشامل.

التقسيم المباشر (العِدل):

يُعدّ من أبسط طرائق التقسيم؛ إذ تُثبّت قطعة العمل بين ذنبتَي كلّ من الغراب الثابت وجهاز التقسيم، أو باستعمال لُقَم الظرف الثلاثي. يكون قرص التقسيم غالبًا مقسّمًا إلى (24) ثقبًا، ويمكن تثبيت السقّاطة في أيّ من هذه الثقوب للحصول على التقسيمات لمحيط قطعة العمل التي يحتويها العدد (24) من دون باقي قسمة، مثل: (2، 3، 4، 6، 8، 12، 24). وبعد الانتهاء من تفريز الزاوية الأولى يُدار قرص التقسيم بمقدار عدد الثقوب اللازمة. انظر إلى الشكل (31).



الشكل (31): جهاز التقسيم المباشر.

ويُحسب عدد ثقوب تدوير صينية التقسيم المباشر عن طريق المعادلة الآتية:

$$\text{عدد ثقوب التدوير} = \frac{\text{عدد ثقوب صينية التقسيم}}{\text{عدد أقسام قطعة العمل}}$$

مثال (1)

قطعة من الألمنيوم قطرها (50) ملم، يُراد تحويل شكلها إلى مضلّع سداسي. احسب عدد ثقوب تدوير صينية التقسيم المباشر.

الحل:

$$\text{عدد ثقوب التدوير} = \frac{\text{عدد ثقوب صينية التقسيم}}{\text{عدد أقسام قطعة العمل}} = \frac{24}{6} = 4 \text{ ثقوب}$$

يجري تدوير الصينية بمقدار (4) ثقوب لكلّ سطح؛ للحصول على المضلّع السداسي.

التقسيم البسيط (المركّب):

يجري التقسيم باستعمال جهاز التقسيم الشامل؛ فكلّما تحرّكت يد التقسيم دورة واحدة تحركت قطعة العمل بنسبة ($\frac{1}{40}$) من الدورة. فإذا أردنا تقسيم محيط قطعة العمل إلى مضلّع ثماني، فعلينا أن نُدير يد التقسيم ($\frac{40}{8}$) = 5 دورات.

$$\text{عدد دورات يد التقسيم} = \frac{40}{\text{عدد الأقسام المطلوبة}}$$

ولكن، لا نحصل في الحالات جميعها على عدد صحيح من الدورات الكاملة؛ لذا يزوّد جهاز التقسيم بـ (3) صواني تقسيم، تحتوي على الأعداد الآتية من الثقوب:

صينية 1: تحتوي على دوائر الثقوب (15، 16، 17، 18، 19، 20).

صينية 2: تحتوي على دوائر الثقوب (21، 23، 27، 29، 31، 33).

صينية 3: تحتوي على دوائر الثقوب (37، 39، 41، 43، 47، 49).

مثال (2)

يُراد قطع مسنّن يحتوي على (14) سنًّا. ما الصينية المناسبة لذلك ودائرة الثقوب وعدد الثقوب؛ لضبط مقصّ الصينية باستخدام طريقة التقسيم المركّب؟

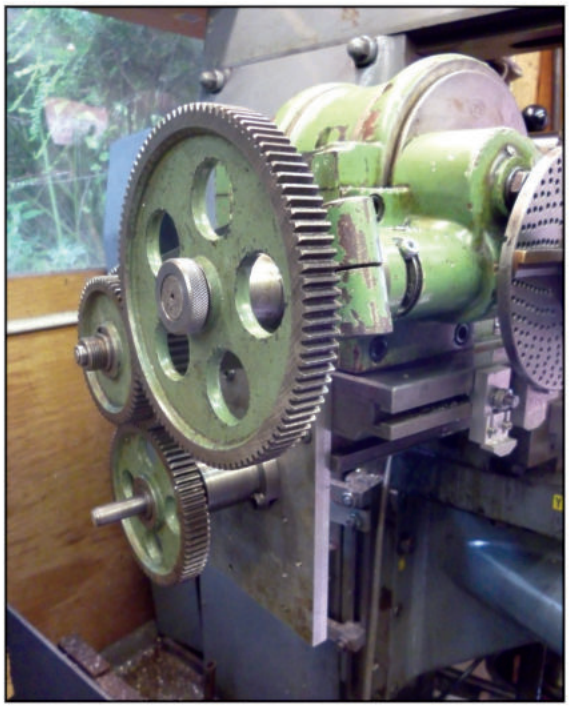
الحل:

$$\text{عدد دورات يد التقسيم} = \frac{40}{14} = 2\frac{6}{7}$$

إدارة يد التقسيم دورتين كاملتين بالإضافة إلى $\frac{6}{7}$ من الدورة. وللحصول على هذا الكسر يمكن اختيار دائرة تقسيم بمضاعفات العدد (7)، باختيار صينية (2): $\frac{6 \times 3}{7 \times 3} = \frac{18}{21}$ فيُمثّل الرقم (21) دائرة الثقوب والرقم (18) عدد الثقوب للتقسيمة، ويُضبط مقصّ الصينية بناءً على ذلك. وتُدار يد التقسيم لفّتين، و(18) ثقبًا من دائرة تحتوي على (21) ثقبًا عند تفريز كلّ سنّ.

التقسيم التفاضلي:

يمكن بهذه الطريقة تقسيم محيط قطعة العمل إلى عدد من الأقسام، التي لا تتوافر دوائر التقسيم المناسبة لها على الصواني الملحقة برأس التقسيم، وتكون الحركة بين يد التقسيم وصينية التقسيم حركة نسبية؛ فعند إدارة اليد تدور الصينية بفعل بين المحور الرئيسي لجهاز التقسيم ومجموعة تروس الجرّ الملحقة مع رأس التقسيم الشامل. انظر إلى الشكل (32).



الشكل (32): التقسيم التفاضلي.

صينية التقسيم الأفقي الدوّارة:

تُركّب قطعة العمل على سطح صينية التقسيم المزوّدة بمجاري حرف (T)؛ باستعمال أداة الربط المناسبة لها، ويحتوي هذا الجهاز على تدريج مقسّم إلى (360°)، بحيث نحصل على عدد الدرجات المناسبة بقسمة (360) على عدد الأقسام المطلوبة لقطعة العمل. انظر إلى الشكل (33).

الشكل (33): صينية التقسيم الأفقي الدوّارة المدرّجة.

مثال (3)

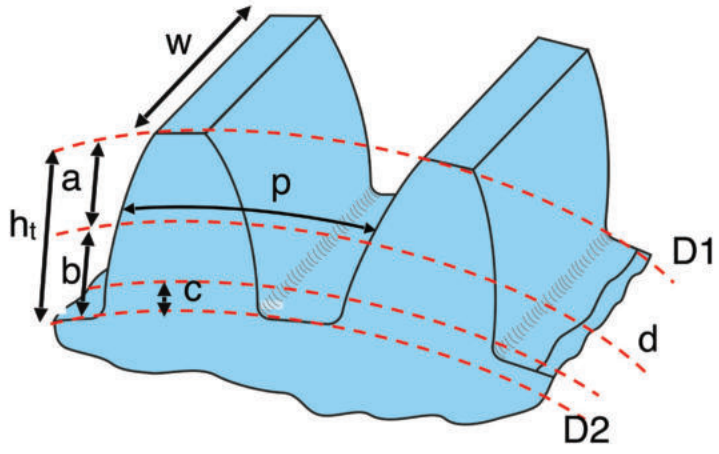
قطعة من الفولاذ يُراد تضليعها إلى (20) ضلعًا؛ باستعمال جهاز صينية التقسيم الأفقي الدوّارة المدرّجة. احسب مقدار الزاوية المطلوب تحريكها على الصينية.

الحل:

$$\text{مقدار الزاوية لكل قسم} = \frac{360}{20} = 18 \text{ درجة}$$

التروس الأسطوانية العدلة:

هي تروس ذات أسنان مستقيمة موازية لمحور الترس، وقد تكون هذه الأسنان خارجية أو داخلية، وتُستعمل لنقل الحركة بين المحاور للقدرات الصغيرة والمتوسطة، فقبل فتح التروس العدلة على آلة التفريز يجب معرفة المصطلحات الخاصّة بها. انظر إلى الشكل (34).



الشكل (34): عناصر الترس العدل.

1 - **قطر دائرة القمّة (القطر الخارجي للترس) (D1):** الدائرة التي تمرّ بأعلى نقطة في السنّ.

2 - **الخطوة الدائرية (p):** طول المسافة بين أيّ نقطة على دائرة الخطوة في سنّ ما، ونقطة مشابهة لها تمامًا على السنّ التي تليها.

3 - **قطر دائرة الخطوة (d):** دائرة وهمية تقع بين الدائرة التي تمرّ بقمم أسنان الترس (القطر الخارجي للترس)، والدائرة التي تمرّ بقيعان الترس (دائرة الجذر).

4 - **قطر دائرة القاع (D2):** تُسمّى أيضًا قطر دائرة الجذر، وهي الدائرة السفلية التي تمرّ بقاع أسنان الترس.

5 - **ارتفاع السن الكلّي (ht=a+b):** يُسمّى العمق الكلّي للسنّ، وهو الارتفاع المقيس بين قمّة سنّ وقاعها.

6 - **ارتفاع رأس السنّ (a):** الارتفاع بين قمّة السنّ وقطر دائرة الخطوة، ويساوي الموديول.

7 - **ارتفاع جذر السنّ (b):** الارتفاع بين دائرة الخطوة وقاع السنّ.

8 - **الموديول (m):** وحدة فرنسية لقياس السكّين، وهو رقم نمطي يدلّ على الطول الذي تشغله كلّ سنّ من قطر دائرة الخطوة.

9 - **الخلوص (c):** الخلوص بين الأسنان هو مقدار الخلوص بين نهاية سنّ الترس القائد، وبداية سنّ الترس المنقاد على دائرة الخطوة عند التشغيل.

حسابات الترس العدل		
الرمز	العنصر	المعادلات
d	قطر دائرة الخطوة	$d = m \times N = \frac{p \times N}{\pi}$
m	الموديول	$m = \frac{d}{N} = \frac{p}{3.14} = \frac{D1}{N+2}$
p	الخطوة الدائرية	$p = m \times \pi = \frac{d \times \pi}{N} = \frac{D1 \times \pi}{N-2}$
D1	القطر الخارجي	$D1 = d + 2 \times m = m \times (N+2)$
D2	القطر الداخلي	$D2 = d - 2.334 \times m$
N	عدد الأسنان	$N = \frac{d}{m} = \frac{d \times \pi}{p} = \frac{D1 - 2 \times m}{m}$
h_t	عمق السنّ الكلّي	$h = 2.167 \times m$

مثال (4)

ترس عدل عدد أسنانه (40) سنًّا والموديول (2). احسب:

1 - قطر دائرة الخطوة. 2 - الخطوة. 3 - القطر الخارجي للترس.

4 - القطر الداخلي للترس. 5 - عمق السنّ الكلّي.

الحل:

1 - قطر دائرة الخطوة: $d = m \times N = 2 \times 40 = 80\ mm$

2 - الخطوة: $p = m \times \pi = 2 \times \pi = 6.28\ mm$

3 - القطر الخارجي للترس: $D1 = d + 2 \times m = 80 + 2 \times 2 = 84\ mm$

4 - القطر الداخلي للترس: $D2 = d - 2.334 \times m = 80 - 2.334 \times 2 = 75.33\ mm$

5 - عمق السنّ الكلّي: $h = 2.167 \times m = 2.167 \times 2 = 4.334\ mm$

بالاستعانة بمصادر المعلومات المتاحة، ابحث عن أنواع التروس والحسابات الخاصة بها. واكتب تقريرًا عنها، وشارك زملاءك ما توصّلت إليه، ثمّ قدّمه إلى معلّمك.

1 - اذكر أنواع التقسيم التي تجري على جهاز التقسيم.

2 - عدّد الأجزاء الرئيسة التي يتكوّن منها جهاز التقسيم.

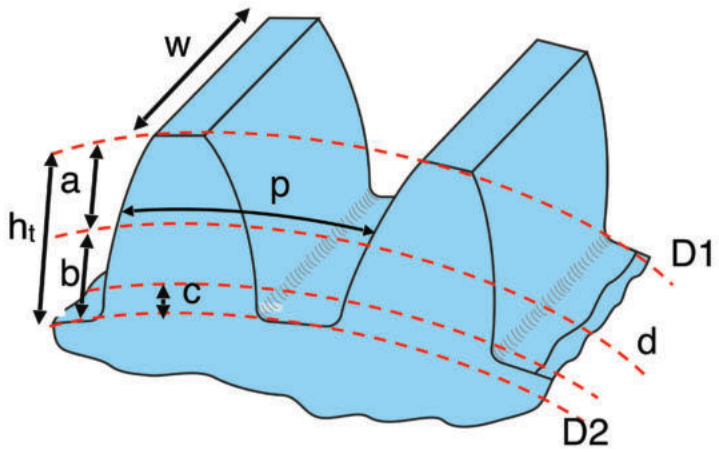
3 - قطعة عمل أسطوانية الشكل، يُراد عمل جزء منها مربّع الشكل على آلة الفريزة باستعمال جهاز التقسيم، وضّح كيف يجري ذلك.

4 - يُراد عمل ترس عدل على آلة التفريز عدد أسنانه (20) سنًّا. احسب عدد لفّات يد التقسيم المناسبة لذلك.

5 - احسب عدد لفّات يد التقسيم، عند عمل كلّ سنّ من أسنان ترس عدد أسنانه (30) سنًّا وموديوله (2)، ثمّ احسب القطر الخارجي اللازم تجهيزه على المخرطة؛ إذا علمت أنّ دائرة التقسيم في صينية التقسيم تحتوي على الثقوب الآتية: (15، 16، 17، 18، 19، 20).

6 - يُراد عمل (18) ثقبًا على محيط قطعة من الفولاذ قرصية الشكل باستعمال صينية التقسيم الأفقية. كم درجة يجب أن تُدار الصينية عند عمل كلّ ثقب؟

7 - اذكر مسمّيات الرموز الموضّحة على الشكل الآتي:



التعليمات الواجب اتباعها في أثناء العمل

1 - ارتداء اللباس الخاصّ بالمشغل، وتجهيز أدوات السلامة العامّة اللازمة للتمرين.

2 - الحرص على نظافة مكان العمل وخلّوه من الزيوت والرائش.

3 - التأكّد من زيت آلة التفريز وسائل التبريد قبل التشغيل.

4 - التقيّد بالرسومات التنفيذية اللازمة المرفقة مع التمارين.

5 - اختيار سكاكين القطع المناسبة للتمرين، والتأكّد من اتّزانه.

6 - ضبط اتّزان المشغولة باستعمال مبيّن القياس ومطرقة مطّاطية، والتأكّد من تثبيتها جيّدًا.

7 - ضبط سرعة الدوران والتغذية المناسبة للتمرين.

8 - التأكّد من فصل التيار الكهربائي بعد الانتهاء من العمل؛ للتمكن من فكّ المشغولة وتنظيف الآلة من دون مخاطر.

التمارين العملية :

التمرين الأول: المهارات الفنّية العامّة اللازمة لتشغيل آلة التفريز الشاملة.

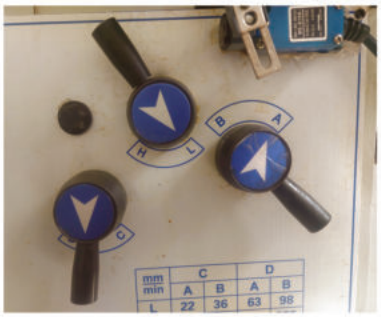
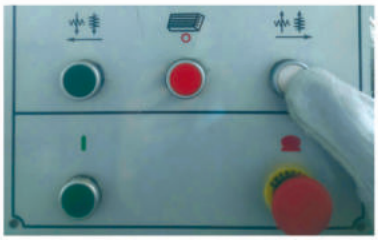
يُتوقّع من الطالب بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

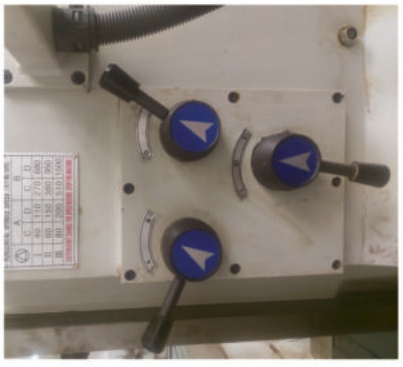
- يتعرّف تعليمات السلامة الواجب اتّباعها، عند استعمال آلة التفريز الشاملة.
- يتعرّف أجزاء آلة التفريز الشاملة ووظيفة كلّ منها.
- يتمكّن من تحريك الأجزاء العاملة في آلة التفريز الشاملة.
- يتمكّن من تهيئة المشغولة لعملية التفريز.

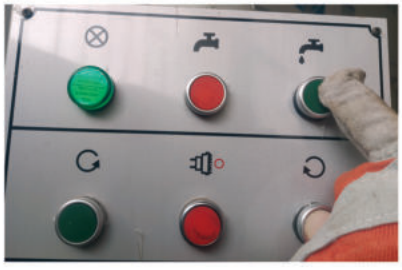
متطلّبات تنفيذ التمرين:

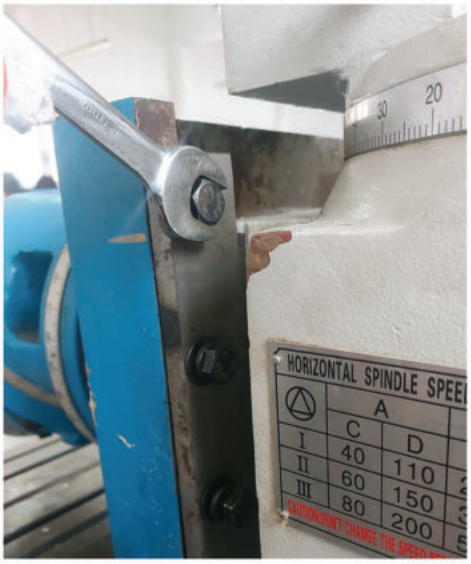
العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأوّلية
• معدّات السلامة والصحّة المهنية. • آلة التفريز الشاملة. • العُدَد والأدوات اليدوية الخاصّة بالآلة. • قطعة عمل مصنوعة من التفلون.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1	- ارتدِ زي العمل المهني، والتزم تعليمات السلامة. - جهّز العُدَد والأدوات الضرورية لتنفيذ التمرين.	
2	- صِل الكهرباء بالآلة باستعمال مِفتاح التشغيل الرئيس. - تعرّف مِفتاح الطوارئ.	

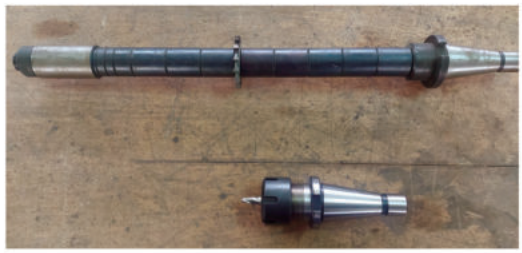
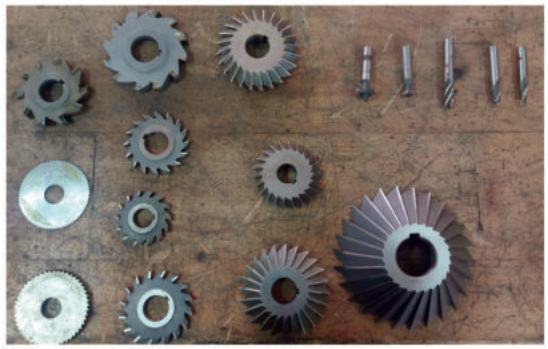
خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
3 - تعرّف العجلات الخاصّة بتحريك الآلة يدويًّا في المحاور الثلاثة: (XYZ).	
4 - تعرّف الأذرع الخاصّة بالتحكّم في سرعة التغذية للمحاور .	
5 - حرّك المحور (X+ ، X-) آليًّا باستعمال الذراع الخاصّة.	

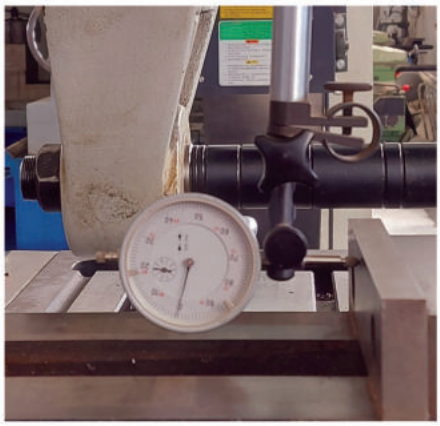
	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
	- حرّك المحور (+Y ، -Y) آليًّا باستعمال الذراع الخاصّة.	
6	- تعرّف أذرع التحكّم في سرعة محور رأس الدوران. - شغّل رأس الدوران مع عقارب الساعة.	

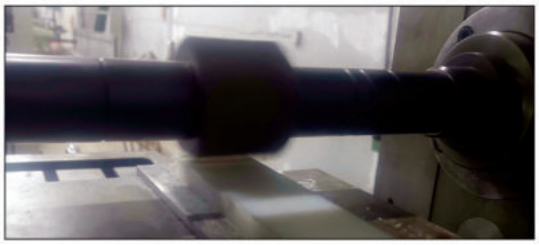
	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
	- أوقف رأس الدوران.	
	- شغّل رأس الدوران عكس عقارب الساعة.	
	- أوقف رأس الدوران.	
7	- تعرّف مكان تعبئة سائل التبريد ومفتاح التشغيل والإيقاف للمضخة.	
	- تفقّد منسوب سائل التبريد وصلاحيّته.	

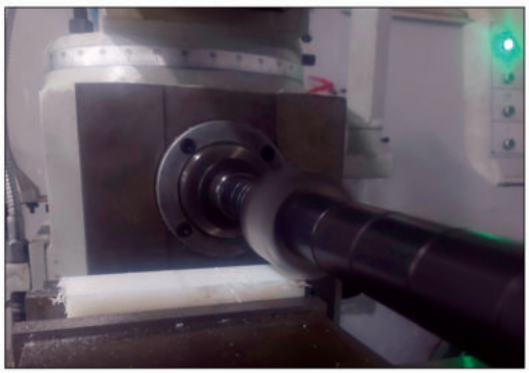
خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
- تعرّف طريقة تحويل الفريزة الشاملة من عمودية إلى أفقية.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
- تعرّف طريقة تركيب حامل السكّين العمودي.	
- تعرّف طريقة تركيب حامل السكّين الأفقي.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
	- تعرّف طريقة تركيب حامل السكّين العمودي.	
	- تعرّف طريقة تركيب حامل السكّين الأفقي.	
8	- تعرّف وسائل ربط السكّين المختلفة.	
9	- تعرّف أنواع السكاكين الموجودة في المشغل وأشكالها.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
10	- تعرّف وسائل ربط قطعة العمل المختلفة.	
11	- ثبّت الملزمة المتوازية على طاولة الآلة. - اضبط الملزمة باستعمال مبيّن القياس.	 

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
12	- ثبّت قطعة العمل على الملزمة.	
	- شغّل رأس الدوران بالاتّجاه المناسب للحدود القاطعة.	
	- لامس سطح قطعة العمل. (ملحوظة: لا حاجة لاستعمال سائل التبريد لقِطَع العمل غير المعدنية).	
	- صفّر تدريج العجلة الخاصة بعمق القطع.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
	- امسح وجه قطعة العمل بالاتّجاهين (X,Y)؛ باستعمال الحركات المناسبة . - أوقف الآلة.	
13	- نظّف مكان العمل، ثمّ اجمع العُدَد والأدوات، واحفظها في المكان المخصّص لها.	
14	- دوّن في دفترك الخطوات التي اتّبعتها في تنفيذ التمرين، ثمّ ارسم آلة التفريز الموجودة في المشغل.	

القياس والتقويم

1 - اذكر الأجزاء الرئيسة لآلة التفريز الشاملة.

2 - قارن بين سكاكين التفريز العمودي والتفريز الأفقي.

التمارين العملية :

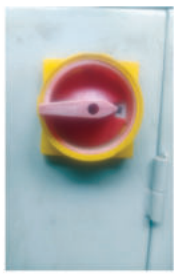
التمرين الثاني: تسوية سطح قطعة عمل باستعمال حامل السكّين الأفقي على آلة التفريز الشاملة.

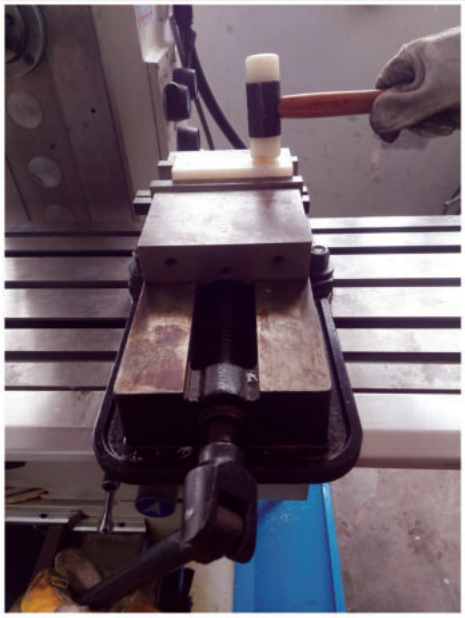
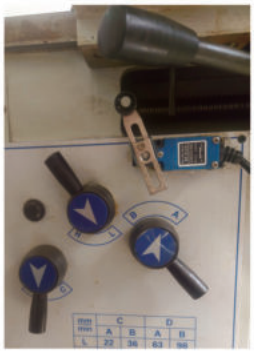
يُتوقّع من الطالب بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- يتعرّف تعليمات السلامة الواجب اتّباعها عند استعمال آلة التفريز الشاملة.
- يستعمل حامل السكّين الأفقي في آلة التفريز الشاملة.
- يختار السكّين المناسبة لتنفيذ التمرين.
- يُحدّد سرعة الدوران والتغذية اللازمة لتنفيذ التمرين.
- يُثبّت قطعة العمل على آلة التفريز الشاملة بالطريقة المناسبة.

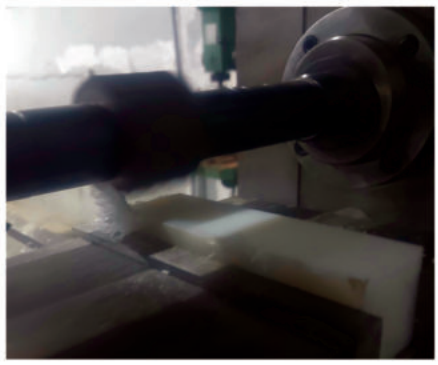
متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأوّلية
• معدّات السلامة والصحّة المهنية. • آلة التفريز الشاملة. • أدوات القياس (كليبر) • العُدَد والأدوات اليدوية الخاصّة بالآلة. • قطعة عمل مربّعة المقطع مصنوعة من التفلون.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1	- ارتدِ زي العمل المهني، والتزم تعليمات السلامة. - جهّز العُدَد والأدوات الضرورية لتنفيذ التمرين.	
2	- صِل الكهرباء بالآلة باستعمال مِفتاح التشغيل الرئيس. - تأكّد من إيقاف مِفتاح الطوارئ.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
3	- ثبّت قطعة العمل على الملزمة المتوازية.	
4	- اختر السكّين المناسبة للتمرين. - ركّب السكّين على الحامل الأفقي كما في الشكل. - تأكّد من شدّ صمولة حامل السكّين.	
5	- اضبط السرعات المناسبة للعمل.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
	- شغّل رأس الدوران بالاتّجاه المناسب للحدود القاطعة.	
6	- لامس سطح القطعة باستعمال عجلات التحريك يدويًّا.	
	- صفّر تدريج عجلة التحريك (الاقتراب) لعمق القطع.	
	- حرّك الطاولة يدويًّا باتّجاه محور (x)؛ لمسح وجه القطعة حتّى الخروج من القطعة.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
- غذِّ عمق القطع المناسب باستعمال عجلة التقريب.	
- حرّك الطاولة يدويًّاً باتّجاه محور (x)، لمسح وجه القطعة حتّى الخروج من القطعة.	
- أبعد قطعة العمل عن السكّين باتّجاه (-Z).	
- أوقف الآلة، ونظّف قطعة العمل. - خذ القياسات باستعمال (الكليبر). - فكّ القطعة عن الملزمة.	

خطوات الأداء	
7	- كرّر التمرين باستعمال التغذية الآلية بإشراف معلمك؛ لتصفية سُمك القطعة بالمقاس الذي يختاره.
8	- ركّب ملزمة قابلة للضبط على طاولة الآلة، وسوِّ سطحًا مائلًا بزاوية (10^{o}) وذلك بإشراف معلمك.
9	- نظّف مكان العمل، ثمّ اجمع العُدَد والأدوات، واحفظها في المكان المخصّص لها.
10	- دوّن في دفترك الخطوات التي اتّبعتها في تنفيذ التمرين.

1 - علّل اختلاف سُمك كل حلقة من حلقات الفصل.

2 - ما العلاقة بين سرعة الدوران وقطر السكّين؟

التمارين العملية :

التمرين الثالث: قطع مجرى حرف (T) باستعمال حامل السكّين العمودي على آلة التفريز الشاملة

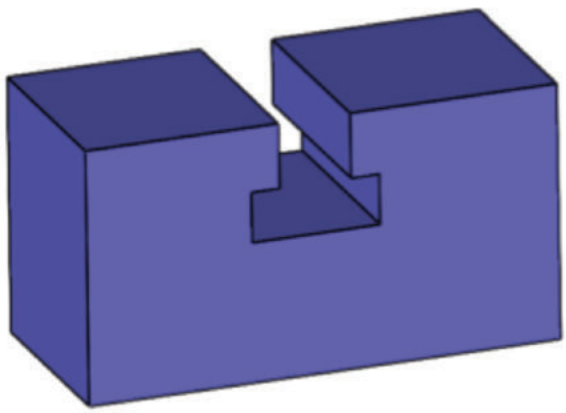
يُتوقّع من الطالب بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

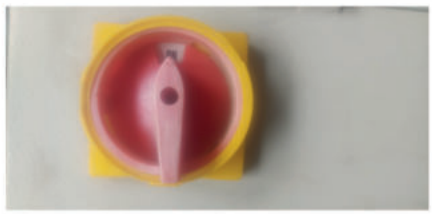
- يتعرّف تعليمات السلامة الواجب اتّباعها عند استعمال آلة التفريز الشاملة.
- يستعمل حامل السكّين العمودي في آلة التفريز الشاملة.
- يختار السكاكين المناسبة لتنفيذ التمرين.
- يربط السكّين الطرفية باستعمال ظرف التفريز (الكوليت).
- يُحدد سرعة الدوران والتغذية اللازمة لتنفيذ التمرين.
- يُثبّت قطعة العمل على آلة التفريز الشاملة بالطريقة المناسبة.

متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأوّلية
• معدّات السلامة والصحّة المهنية. • آلة التفريز الشاملة. • أدوات القياس (كليبر) • العُدَد والأدوات اليدوية الخاصّة بالآلة. • قطعة عمل مستطيلة المقطع مصنوعة من فولاذ طري.	

الرسم التنفيذي للتمرين



	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1	- ارتدِ زي العمل المهني، والتزم تعليمات السلامة. - جهّز العُدَد والأدوات الضرورية لتنفيذ التمرين.	
2	- صِل الكهرباء بالآلة باستعمال مِفتاح التشغيل الرئيس. - تأكّد من إيقاف مِفتاح الطوارئ.	
3	- ثبّت قطعة العمل على الملزمة المتوازية.	

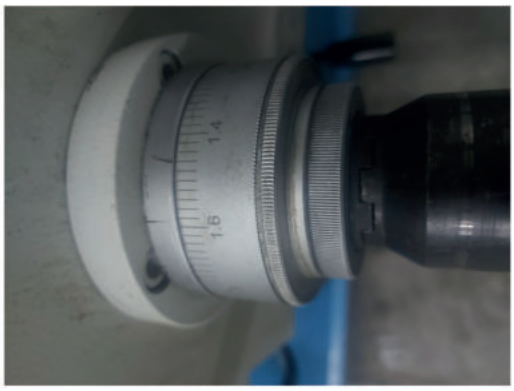
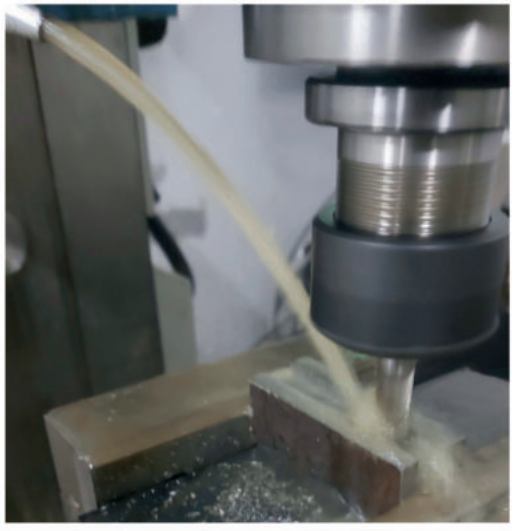
	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
4	- اختر السكّين الطرفية المناسبة للتمرين. - ركّب السكّين على ظرف التفريز كما في الشكل. - تأكّد من شدّ صمولة ظرف التفريز.	
5	- اضبط السرعات المناسبة للعمل.	 الشكل (7 - ب)

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
	- شغّل رأس الدوران بالاتّجاه المناسب للحدود القاطعة.	
6	- لامس السطح العلوي قطعة العمل بالسكّين باستعمال عجلات التحريك يدويًّا.	
	- صفّر تدريج عجلة التحريك (Z).	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
7	- لامس أحد جانبي قطعة العمل بالسكّين باستعمال عجلات التحريك يدويًّا. - صفّر تدريج عجلة التحريك (X). - حرّك قطعة العمل باتجاه (-Z)، مع ترك مسافة أمان كافية أعلى قطعة العمل. - احسب مسافة تحريك السكّين إلى منتصف القطعة. - حرّك الطاولة باتجاه (X) كي تتطابق السكّين مع منتصف القطعة. - حرّك الطاولة باتجاه (Y) كي تبعد القطعة عن السكّين مسافة (10) مم تقريبًا. - اضبط عمق القطع المطلوب؛ بتحريك الطاولة باتجاه (+Z). - شغّل مضخة التبريد ووجّه الخرطوم إلى منطقة العمل. - ابدأ بعملية القطع بتحريك الطاولة باتّجاه (Y)؛ حتى خروج السكّين من قطعة العمل بمسافة كافية. - أبعد قطعة العمل عن السكّين باتجاه (-Z) بمسافة كافية لاستبدال السكّين. - أوقف مضخّة التبريد. - أوقف رأس الدوران ونظّف قطعة العمل.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
	- قِس أبعاد المجرى باستعمال (الكليبر).	
8	- اختر السكّين على شكل حرف (T) المناسبة للتمرين. - ركّب السكّين على ظرف التفريز. - تأكّد من شدّ صمولة ظرف التفريز.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
9	- اضبط السرعات المناسبة للعمل. - شغّل رأس الدوران بالاتّجاه المناسب للحدود القاطعة .	
10	- لامس السطح العلوي لقطعة العمل بالسكّين باستعمال عجلات التحريك يدويًّا.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
	- صفّر تدريج عجلة التحريك (Z). - اضبط عمق القطع المطلوب؛ بتحريك الطاولة باتّجاه (Z+). - حرّك الطاولة باتّجاه (Y) كي تبعد القطعة عن محيط السكّين مسافة (20) مم تقريبًا. - اضبط عمق القطع المطلوب؛ بتحريك الطاولة باتّجاه (Z+) حتّى نهاية المجرى السابق. - شغّل مضخّة التبريد ووجّه الخرطوم إلى منطقة العمل. - ابدأ عملية القطع بتحريك الطاولة باتّجاه (Y)، حتى خروج السكّين من قطعة العمل بمسافة كافية. - أبعد قطعة العمل عن السكّين باتّجاه (Z-) بمسافة كافية؛ لاستبدال السكّين. - أوقف مضخّة التبريد. - أوقف رأس الدوران ونظّف قطعة العمل. - قِس أبعاد المجرى باستعمال (الكليبر). - فكّ القطعة عن الملزمة.	  

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
20	- كرّر التمرين باستعمال التغذية الألية بإشراف معلّمك، وحاول استعمال السكّين الغنفارية.	
21	- نظّف مكان العمل، ثمّ اجمع العُدَد والأدوات، واحفظها في المكان المخصّص لها.	
22	- دوّن في دفترك الخطوات التي اتّبعتها في تنفيذ التمرين، ثمّ ارسم آلة التفريز الموجودة في مشغلك.	

القياس والتقويم

1 - اذكر أسماء السكاكين المستعملة في التمرين.

التمارين العملية :

التمرين الرابع: قطع أسنان ترس عدل صنف (2) وعدد أسنانه (20) سنًّا على آلة التفريز الشاملة

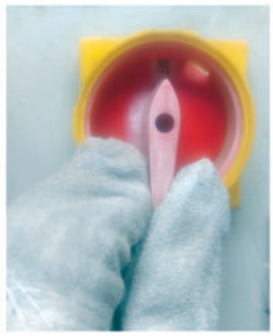
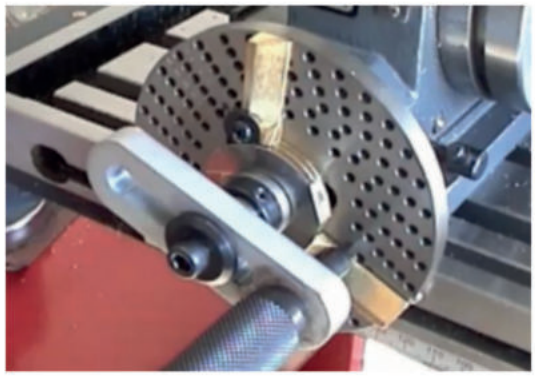
يُتوقّع من الطالب بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

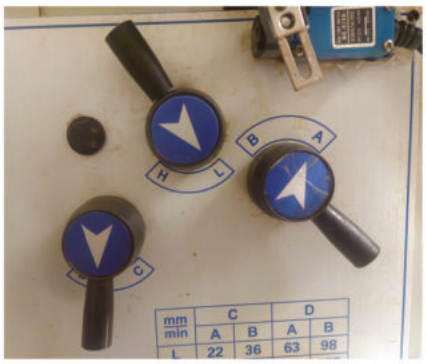
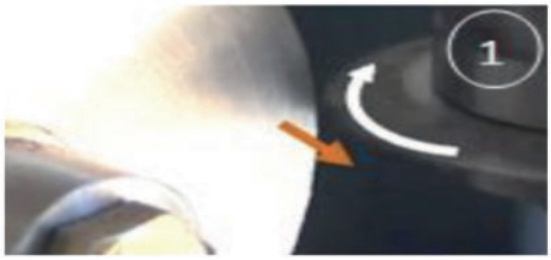
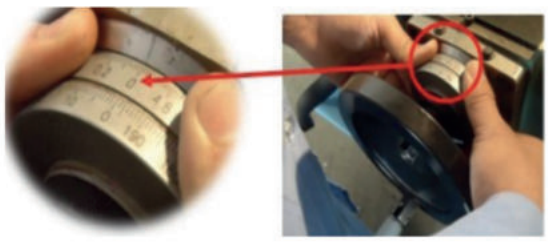
- يتعرّف تعليمات السلامة الواجب اتّباعها عند استعمال آلة التفريز الشاملة.
- يستعمل جهاز التقسيم الملحق لآلة التفريز الشاملة، في آلة التفريز الشاملة.
- يختار سكّين قطع أسنان الترس المناسبة.
- يحسب عدد لفّات يد التقسيم عند قطع كلّ سنّ.
- يُحدّد سرعة الدوران والتغذية اللازمة لتنفيذ التمرين.
- يُثبّت قطعة العمل على آلة التفريز الشاملة بالطريقة المناسبة.

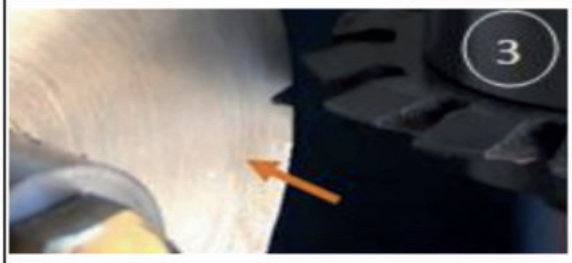
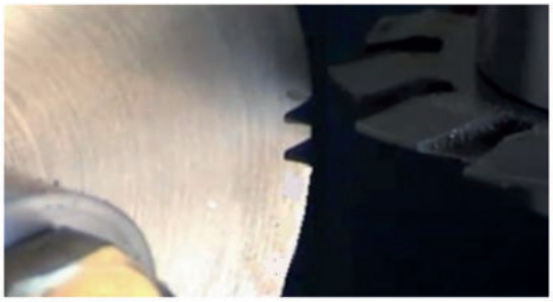
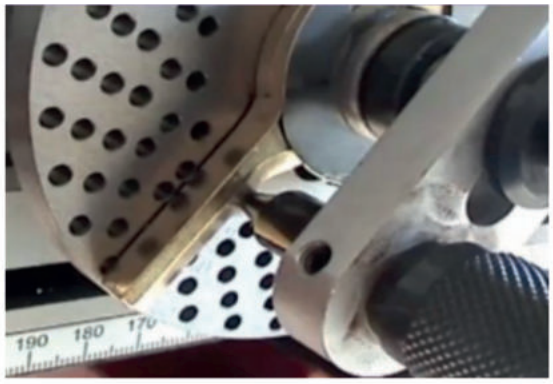
متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأوّلية
• معدّات السلامة والصحّة المهنية. • آلة التفريز الشاملة. • أدوات القياس (كليبر). • العُدَد والأدوات اليدوية الخاصّة بالآلة. • جهاز التقسيم. • سكّين قطع أسنان التروس موديول (2). • قطعة عمل أسطوانية مصنوعة من التفلون.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1	- ارتدِ زي العمل المهني، والتزم تعليمات السلامة. - جهّز العُدَد والأدوات الضرورية لتنفيذ التمرين.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
2	- صِل الكهرباء بالآلة باستعمال مِفتاح التشغيل الرئيس. - تأكّد من إيقاف مِفتاح الطوارئ.	
3	- ركّب جهاز التقسيم على طاولة الفريزة. - ثبّت الجهاز بالمرابط الخاصة لذلك.	
4	- احسب قطر قطعة العمل المناسب للتمرين حسب المعادلة الآتية: $D1 = m \times (N+2) = 2 \times (20+2) = 44$ mm - جهّز قطعة العمل على المخرطة واخرط القطر الخارجي للمشغولة الى قياس 44 مم، ثم اثقب وسط المشغولة ووسّع قطر الثقب. - ثبّت قطعة العمل على رأس التقسيم بالطريقة المناسبة أو ركّب المشغولة على شاقة واحصرها بجلبتين، ثم ثبّتها بظرف رأس التقسيم.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
5	- ركّب سكّين قطع أسنان التروس على الحامل. - تأكّد من شدّ صمولة حامل السكاكين في تجويف الرأس العمودي.	
6	- اضبط السرعات المناسبة للعمل. - شغّل رأس الدوران بالاتّجاه المناسب للحدود القاطعة.	
7	- لامس السطح العلوي لمحيط قطعة العمل بالسكّين؛ باستعمال عجلات التحريك يدويًّا. - صفّر تدريج عجلة التحريك (Z). - حرّك الطاولة لإبعاد قطعة العمل عن السكّين باتجاه (X).	 

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
	- احسب عمق القطع باستعمال المعادلة الآتية: $h=2.167\times m= 2.167 \ \ 2 = 4.334$ mm - اضبط عمق القطع المطلوب؛ بتحريك الطاولة باتجاه (+Z). - اقطع أول سنّ وعُد إلى نقطة البداية. - تأكّد من قياس العمق باستعمال (الكليبر).	 
8	- لفّ يد التقسيم حسب المعادلة الآتية: (لفّتان لكلّ سنّ) - أبعد قطعة العمل عن السكّين باتّجاه (-Z) بمسافة كافية. - كرّر خطوات قطع السن الأول عند تنفيذ خطوات السن التالي حتى الانتهاء من المشغولة كاملة. - أوقف الآلة ونظّف قطعة العمل. - فكّ قطعة العمل عن رأس التقسيم.	 

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
9	- نظّف مكان العمل، ثمّ اجمع العُدَد والأدوات، واحفظها في المكان المخصّص لها.	
10	- دوّن في دفترك الخطوات التي اتّبعتها في تنفيذ التمرين، ثمّ ارسم آلة التفريز الموجودة في مشغلك.	

1 - احسب عدد لفّات يد التقسيم لقطع ترس عدد أسنانه (30) سنًّا.

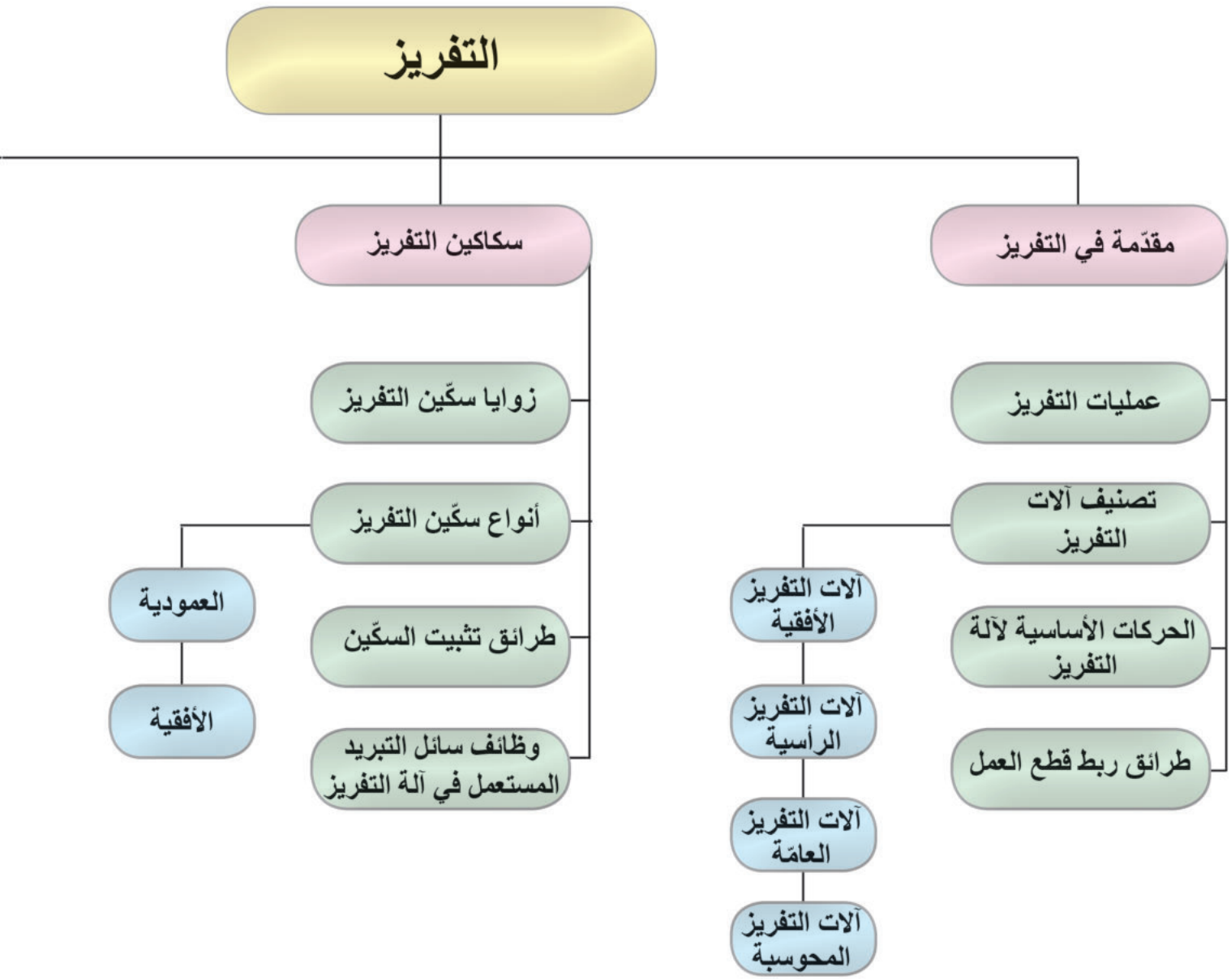
2 - احسب الموديول لقطع ترس قطره الخارجي (44) مم، وعدد أسنانه (20) سنًّا.

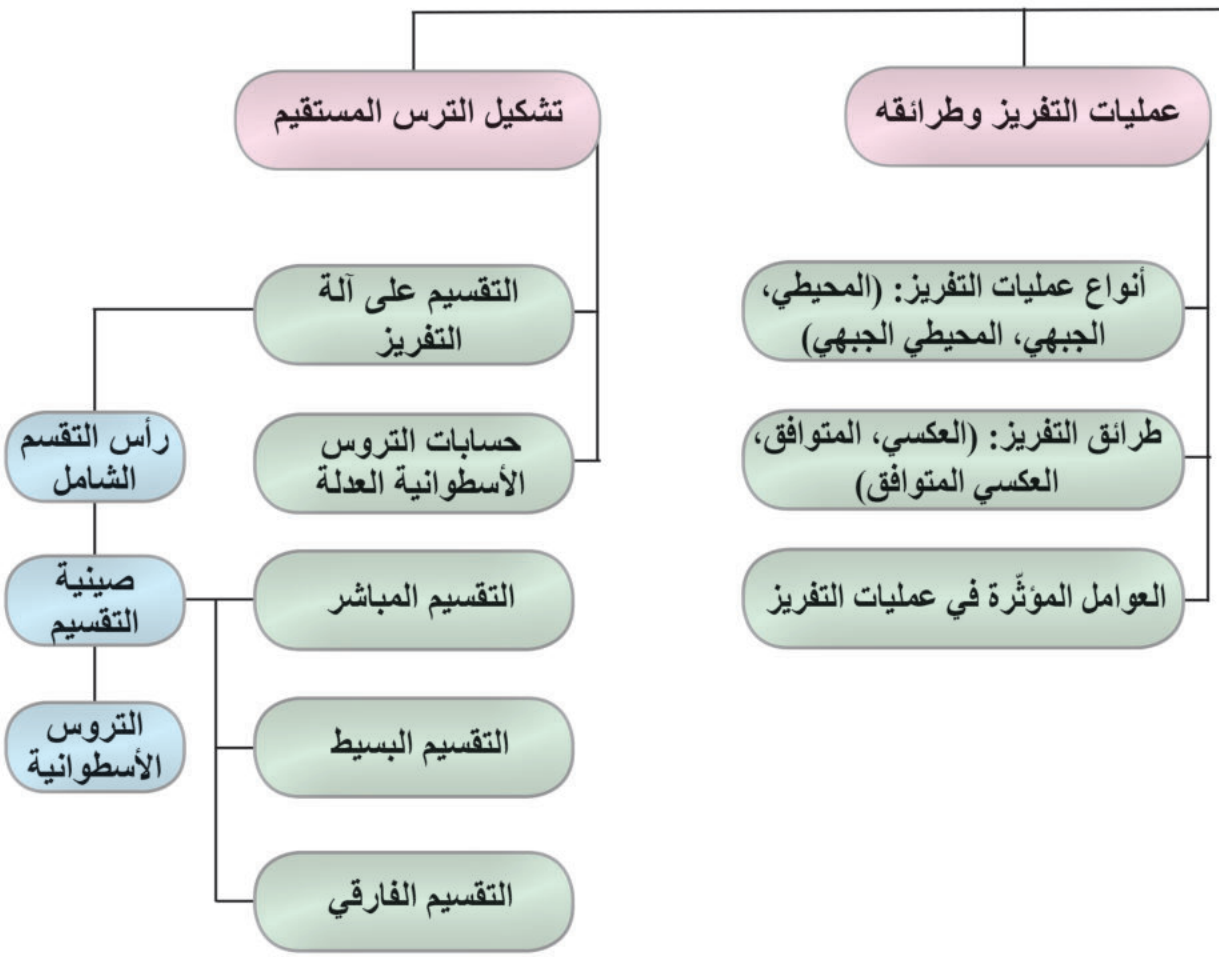
التقويم الذاتي

أستطيع بعد فهم هذا الدرس أن:

الرقم	مؤشر الأداء	ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أختار وسيلة التثبيت المناسبة لقطعة العمل.			
2	أستعمل أدوات القياس بطريقة صحيحة.			
3	أسوّي سطح قطعة على آلة التفريز الشاملة.			
4	أفكّ السكاكين المختلفة على آلة التفريز الشاملة، وأركّبها.			
5	أُنفّذ عملية تفريز الأكتاف والمجاري المختلفة على آلة التفريز الشاملة.			
6	أُتقن المهارات الأساسية للعمل على آلة التفريز الشاملة.			
7	أُركّب جهاز التقسيم على آلة التفريز الشاملة.			
8	أُجري الحسابات اللازمة للتروس.			
9	أضبط سرعة التغذية وسرعة الدوران المناسبة للتمرين.			
10	أُنفّذ عملية التفريز لترس عدل.			
11	أستعمل سائل التبريد ووسائل الحماية الخاصّة.			
12	أُنظّف الآلة بعد الانتهاء من العمل.			

الخريطة المفاهيمية




عمليات التفريز وطرائقه
أنواع عمليات التفريز: (المحيطي، الجبهي، المحيطي الجبهي)
طرائق التفريز: (العكسي، المتوافق، العكسي المتوافق)
العوامل المؤثّرة في عمليات التفريز
تشكيل الترس المستقيم
التقسيم على آلة التفريز
حسابات التروس الأسطوانية العدلة
رأس التقسم الشامل
صينية التقسيم
التروس الأسطوانية
التقسيم المباشر
التقسيم البسيط
التقسيم الفارقي

الوحدة الثالثة

اللحام بالقوس الكهربائي

- ما العلاقة بين اللحام بالقوس الكهربائي والتطوّر التكنولوجي؟
- ما أثر اللحام بالقوس الكهربائي في حياتنا اليومية؟

3

يُعدّ اللحام بالقوس الكهربائي أحد أهمّ أنواع اللحام على الإطلاق، ويجري عن طريق الحرارة الناتجة من القوس الكهربائي بين إلكترود اللحام وقطعة العمل بعد تلامسهما، وتصل درجة الحرارة في هذا النوع من اللحام إلى (4000) درجة، وهي درجة حرارة كافية لصهر المعدن في نقطة اللحام أو صهر معدن إضافي من السلك، ويلتحم عند تبريده مكوّنًا وصلة متينة، ويُستعمل اللحام بالقوس الكهربائي في العديد من الصناعات؛ كصناعة السفن وهياكل السيّارات، ومظلّات السيّارات، والجسور، والأنابيب،... وغيرها.

يُتوقّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يتعرّف محطّة اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي، ويُميّز أنواع آلات اللحام بالقوس الكهربائي وأجزاءها ومُكمّلاتها.
- يُصنّف أنواع وصلات وأوضاع اللحام المستعملة في اللحام بالقوس الكهربائي.
- يُصنّف الإلكترودات المستعملة في اللحام بالقوس الكهربائي، ويختار الإلكترود المناسب.
- يتعرّف طرائق توليد القوس الكهربائي اليدوي ومواصفاته، وحركات اليد عند إجراء تولّد القوس الكهربائي.
- يتعرّف مفهوم اللحام بالقوس الكهربائي في الوضع الأرضي ومزاياه.
- يذكر خطوات تهيئة مكان العمل المناسب وتحضيره.
- يُحدّد خطوات اللحام في الوضع الأرضي للوصلات المختلفة، وإجراءاته، وزواياه.
- يتعرّف اللحام بالقوس الكهربائي في الوضع الأفقي ومزاياه.
- يوضّح كيفية التغلّب على صعوبات اللحام في الوضع الأفقي.
- يُميّز أنواع الوصلات المستعملة في اللحام بالقوس الكهربائي في الوضع الأفقي.
- يتعرّف عيوب اللحام بالقوس الكهربائي العادي.
- يُحدّد العيوب على وصلات اللحام المختلفة.
- يُميّز أسباب العيوب على وصلات اللحام المختلفة.
- يقترح حلولًا لتفادي عيوب اللحام في الوصلات المختلفة.
- يُطبّق تعليمات وإجراءات السلامة عند تجهيز المحطّة، وعند لحام المعادن بالقوس الكهربائي.

أوّلًا: مقدّمة في اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي

النتاجات

يُتوقع من الطالب بعد فهم هذا الدرس أن:

- يتعرّف محطّة اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي، ومفاهيم اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي.
- يُميّز أنواع وآلات اللحام بالقوس الكهربائي وأجزاءها ومُكمّلاتها.
- يتعرّف أنواع التيّار الكهربائي المستعمل في اللحام بالقوس الكهربائي، ومفهوم القطبية، وحالات استعمال كلّ منها.
- يُصنّف أنواع وصلات اللحام المستعملة في اللحام بالقوس الكهربائي، وأوضاعه.
- يُصنّف الإلكترودات المستعملة في اللحام بالقوس الكهربائي، ويختار الإلكترود المناسب.

انظر وتساءل

هل شاهدت يومًا كيف تُرفع أشجار العنب عن الأرض؟ وكيف ترفع أجزاء عرائش العنب؟

استكشف

ابحث في مصادر المعلومات المتاحة، عن كيفية اختيّار آلة اللحام بالقوس الكهربائي لعمليات اللحام، واكتب تقريرًا عنها، وشارك زملاءك في ما توصّلت إليه، ثمّ قدّمه إلى معلّمك.

اقرأ وتعلّم

اللحام بالقوس الكهربائي

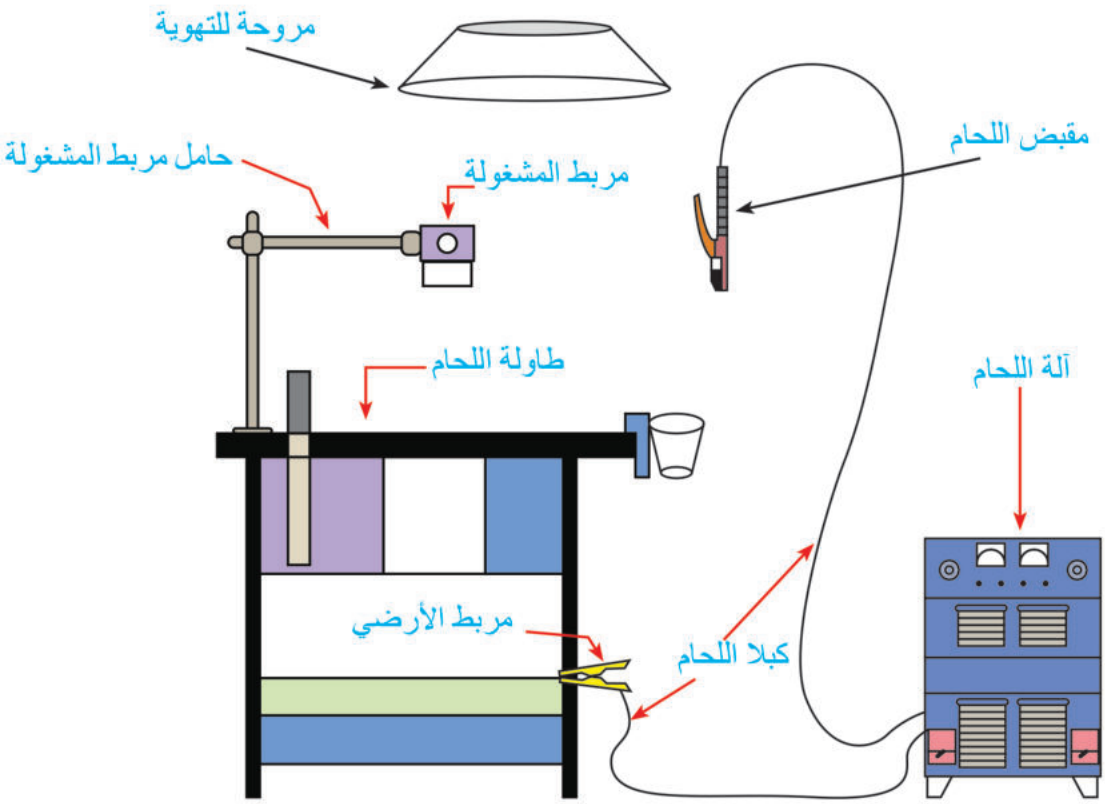
يُعدّ اللحام بالقوس الكهربائي إحدى الطرائق الكثيرة المستعملة في ربط المعادن، إلّا أنّه يُعدّ الأوسع انتشارًا واستعمالًا في عمليات الربط الدائمة للقطع المعدنية.

فكّر

لماذا سُمّي اللحام بالقوس الكهربائي هذا الاسم؟

1 - محطّة اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي:

يُبيّن الشكل (1) محطّة اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي، وأجزاءها الرئيسة.



الشكل (1): محطّة اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي.

2 - مفهوم اللحام:

مجموعة من العمليات التي ينتج منها ترابط وتماسك (اندماج) بين ذرّات الأجزاء المراد لحامها بوساطة التسخين إلى درجة حرارة اللحام مع استعمال الضغط أو من غيره، ويجري ذلك باستعمال إلكترود تعبئة (سلك اللحام)، أو من غيره.

3 - القوس الكهربائي:

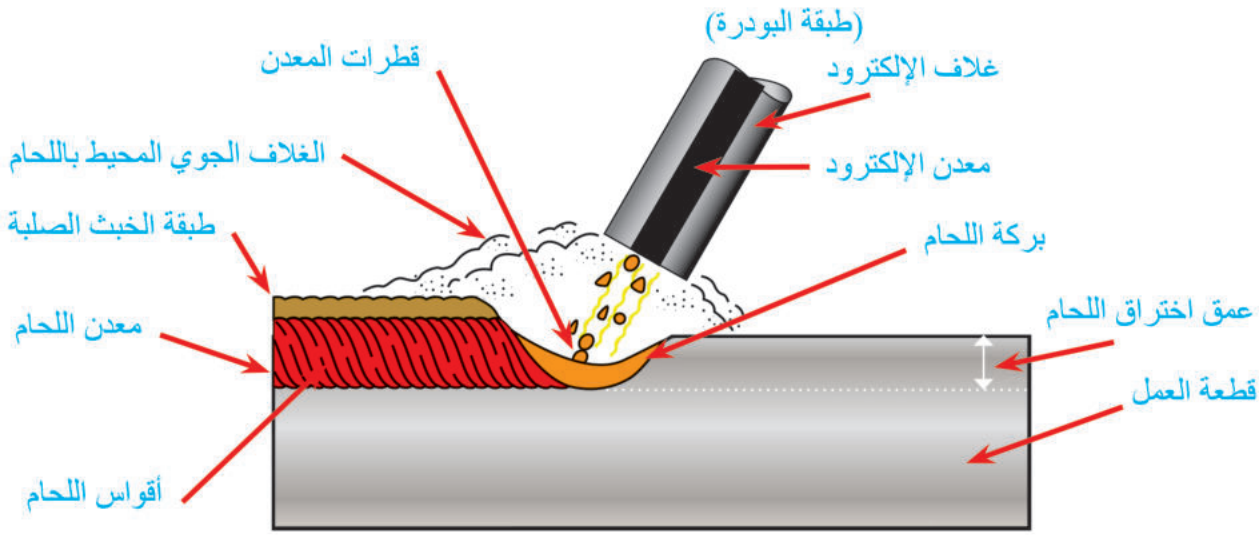
يجري عن طريق تفريغ شحنة كهربائية بين قطبين عبر وسيط من الغازات المؤيّنة تُعرف باسم البلازما، ولا يتولّد القوس الكهربائي من غير تأيّن الوسيط الغازي؛ أي من غير تكوّن البلازما. ويمكن أن تجري هذه العملية بإحدى طريقتين:

أ - استعمال طاقة كهربائية بضغط عالٍ، (تُستعمل في عمليات اللحام بالقوس المحجوب بالغازات).

ب - استعمال الحرارة المتولّدة من تماس كهربائي مؤقّت بين قطبين في نقطة محدّدة، (تُستعمل في عمليات اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي).

المصطلحات الأساسية للحام بالقوس الكهربائي

تُعدّ مصطلحات اللحام المبيّنة في الشكل (2)، من المصطلحات الضرورية التي يجب أن يعرفها عامل اللحام، ومن أهمّ هذه المصطلحات ما يأتي:



الشكل (2): مصطلحات عملية اللحام بالقوس الكهربائي.

أ - قطعة العمل: القطعة المعدنية التي يُراد لحامها، ويمكن أن تكون قطعتين أو أكثر يُراد ربطهما معًا.

ب- معدن اللحام: المعدن المنصهر والمترسّب على قطعة العمل من إلكترود اللحام، مشكّلًا خطّ اللحام أو نقطة اللحام سواء أكانت كبيرة أم صغيرة.

ج - طبقة الخبث الصلبة: المّادة المتجمّدة فوق معدن اللحام والناتجة من انصهار طبقة البودرة التي تغطّي إلكترود اللحام؛ (تتشكّل فوق خط اللحام لأنّ كثافتها أقلّ من كثافة معدن اللحام).

د - قطرات المعدن: الكتل أو الجسيمات المنصهرة من معدن إلكترود اللحام ، وتكون في طريقها لقطعة العمل (قبل أن تتجمّد).

هـ- معدن إلكترود اللحام: المعدن الذي يُصنع منه إلكترود اللحام، وهو مطابق في مواصفاته لمعدن قطعة العمل.

و - الغلاف الجوي المحيط باللحام: طبقة من خليط الغازات التي يتكوّن منها الهواء، مثل: النيتروجين والأكسجين وبخار الماء وغازات أخرى، مثل: (الآرجون، وثاني أكسيد الكربون، والميثان، والهيليوم).

ز - بركة اللحام (بركة الانصهار): تجويف أو حوض يُمزج فيه المعدن المنصهر لكلّ من إلكترود اللحام وقطعة العمل، ومكان بركة اللحام هو منطقة ترسيب معدن اللحام المنصهر.

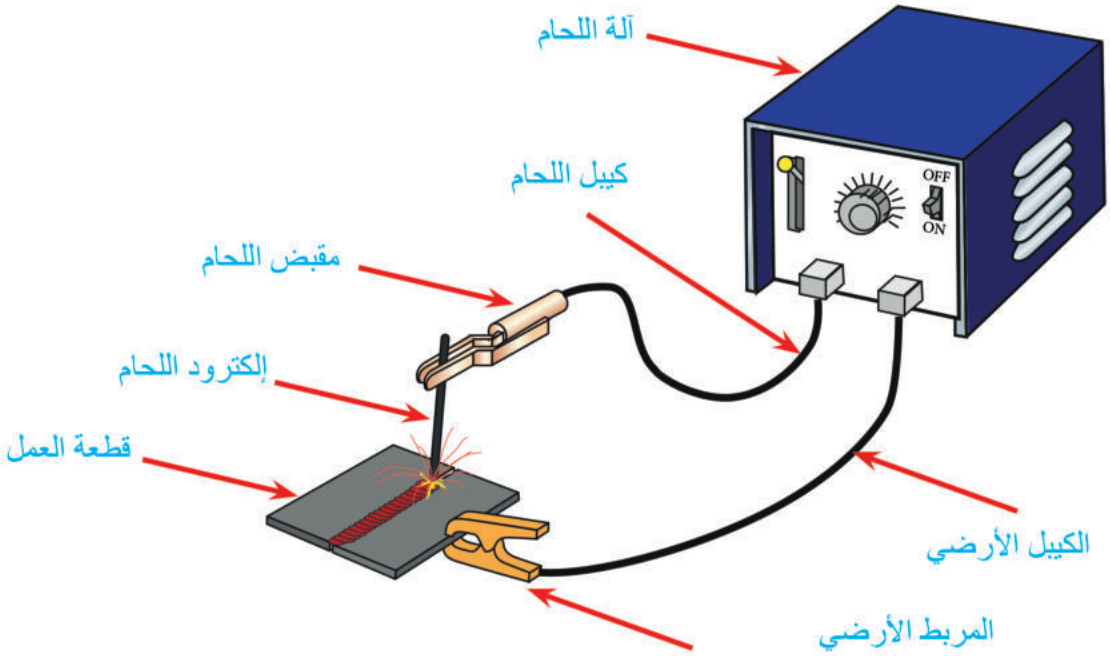
ك - عمق اختراق اللحام لمعدن قطعة العمل: المسافة التي يتغلغل فيها معدن اللحام داخل قطعة العمل، وتُقاس بين السطح العلوي لقطعة العمل والحد السفلي لخطّ اللحام المتغلغل داخل قطعة العمل.

ل - طبقة البودرة التي تُغطّي إلكترود اللحام: الطبقة التي تُغطّي إلكترود اللحام من الخارج، وتساعد على توليد القوس الكهربائي، وتُشكّل عند انصهارها غلافًا من الغازات على معدن اللحام يعمل على حماية منطقة اللحام من الملوّثات الخارجية، ويمكن إضافة مواد لتغيير مواصفات إلكترود اللحام.

دارة اللحام بالقوس الكهربائي

تزوّد آلة اللحام بالقوس الكهربائي إلكترود اللحام المغلّف بطبقة من البودرة والمثبّت بمقبض اللحام بالتيّار الكهربائي؛ فيمرّ التيّار الكهربائي خلال الفجوة بين نهاية إلكترود اللحام ومعدن الأساس (قطعة العمل)، ما يؤدّي إلى تكوّن قوس كهربائي يولّد طاقة حرارية تصهر معدن الأساس ليكون لحامًا انصهاريًّا، ويحترق غطاء إلكترود اللحام فيُنتج غطاءً غازيًّا يحمي اللحام من التلوّث بالجو، ويمنع الأكسجين من الدخول إلى منطقة اللحام، كما ينصهر معدن إلكترود اللحام ليؤمّن معدن الإضافة (التعبئة) الضروري.

ويلزم من أجل الحصول على قوس اللحام؛ توافر دارة كهربائية مزوّدة بمصدر خاصّ للتيّار، وتتكوّن هذه الدارة من الأجزاء المبينة في الشكل (3). ولتوليد القوس الكهربائي، لا بدّ من إغلاق الدارة الكهربائية بملامسة الإلكترود لقطعة العمل، ثم يرفع الإلكترود مسافة تساوي قطره تقريبًا.

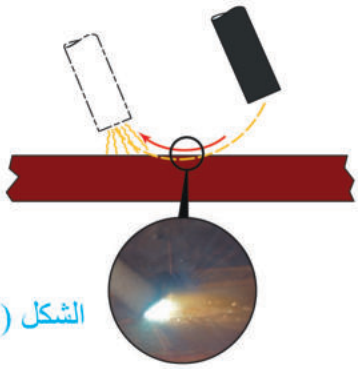


الشكل (3): دارة اللحام بالقوس الكهربائي.

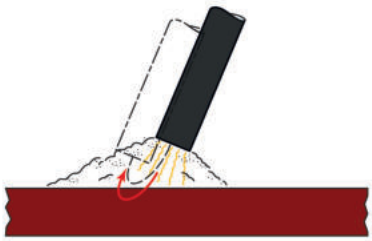
طرائق إشعال القوس الكهربائي:

يُولّد القوس الكهربائي بإحدى طريقتين:

1. طريقة الحكّ أو الخدش: تُشبه عملية إشعال عود الثقاب تمامًا، وعندما يلامس الإلكترود المعدن، فإنّ القوس الكهربائي سيتولّد. يُبيّن الشكل (4) طريقة الحكّ.
2. طريقة النقر: تجري عن طريق النقر على قطعة العمل بإلكترود اللحام، وعند تولّد القوس يجب الحفاظ على طوله المناسب. يُبيّن الشكل (5) طريقة النقر.



الشكل (4): طريقة الحكّ.



الشكل (5): طريقة النقر.

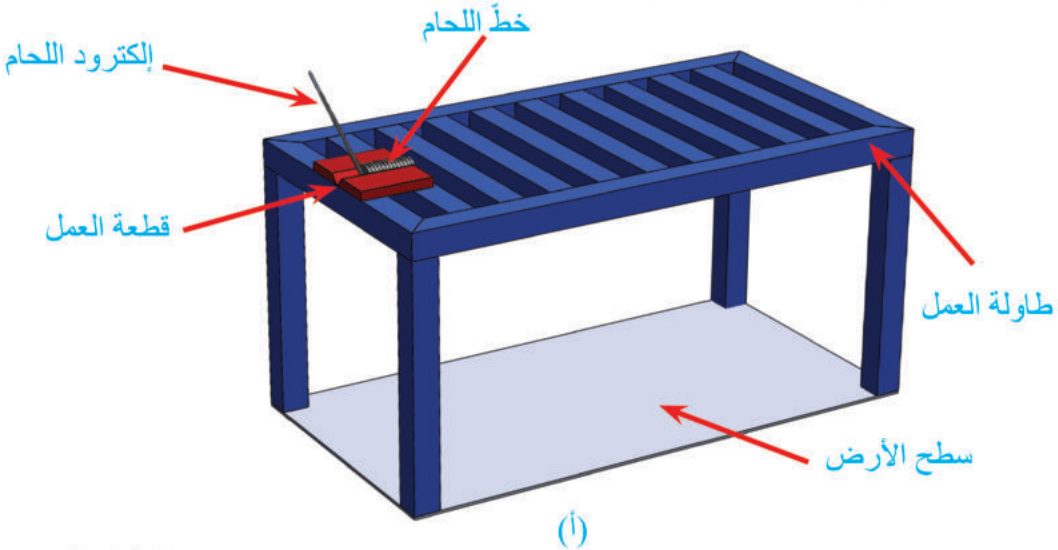
أوضاع اللحام:

1- الوضع الأرضي: تكون القطع المراد لحامها في وضع موازٍ لسطح الأرض ودون مستوى يد عامل اللحام، ويكون خطّ اللحام موازيًا لسطح الأرض، كما هو موضّح في الشكل (6 - أ).

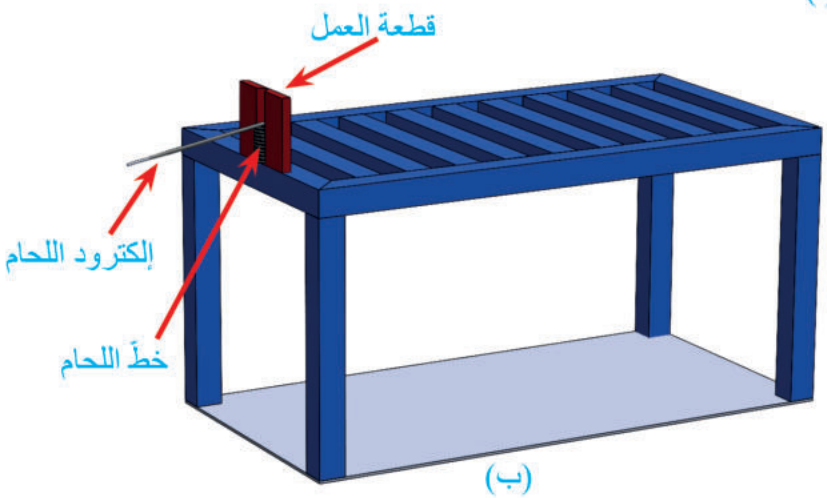
2- الوضع العمودي (الرأسي): تكون قطعة العمل المراد لحامها موازية للمستوى الرأسي، ويكون خطّ اللحام موازيًا للمستوى الرأسي، ويكون اتّجاه اللحام من الأسفل إلى الأعلى أو العكس. كما هو موضّح في الشكل (6 - ب).

3- الوضع الأفقي: تكون قطعة العمل المراد لحامها موازية للمستوى الرأسي، وخطّ اللحام موازيًا لمستوى النظر، ويكون اتّجاه اللحام من اليمين إلى اليسار أو العكس. كما هو موضّح في الشكل (6 - ج).

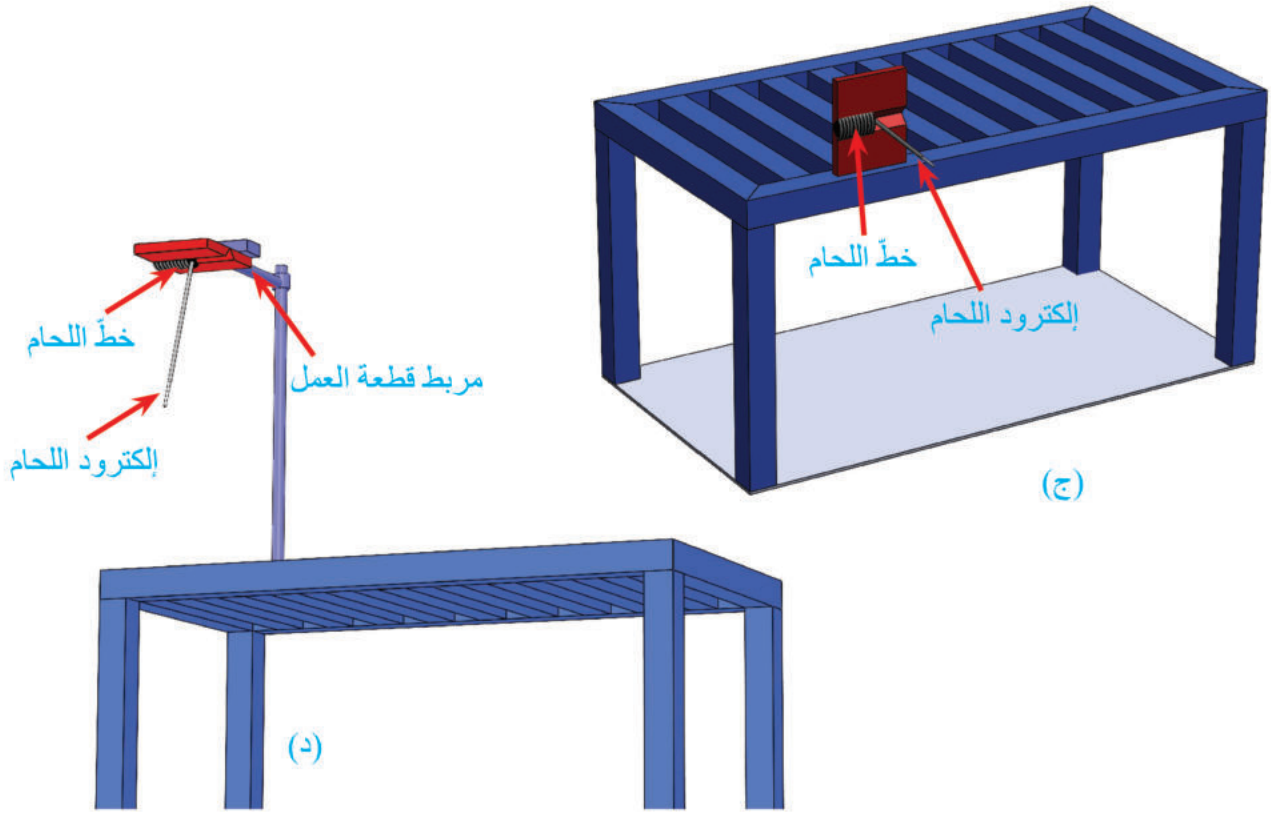
4- الوضع فوق الرأس: حيث تكون القطع المراد لحامها فوق مستوى رأس عامل اللحام وفي وضع موازٍ لسطح الأرض، ويكون خطّ اللحام موازيًا لسطح الأرض، ومن سلبيّاته صعوبة التغلّب على تأثير الجاذبية الأرضية، ويحتاج اللحام في هذا الوضع إلى احتياطات سلامة خاصّة وملابس وقاية شخصية لحماية الجسم من الشرر المتطاير والقطع المعدنية المنصهرة الساقطة، ويكون اتّجاه اللحام من الأمام إلى الخلف والعكس. كما هو موضّح في الشكل (6 - د).



(أ)



(ب)

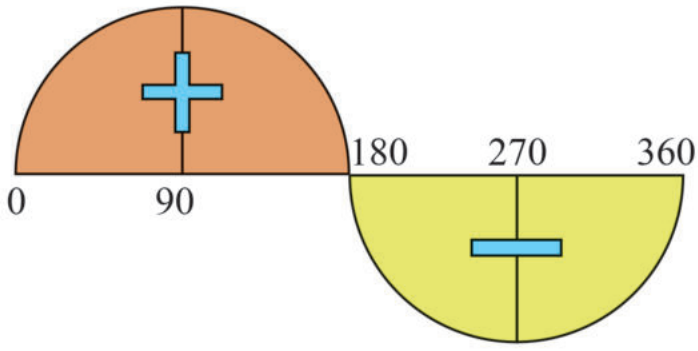


الشكل (6): أوضاع اللحام المختلفة.

مصادر الطاقة المستعملة في اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي:

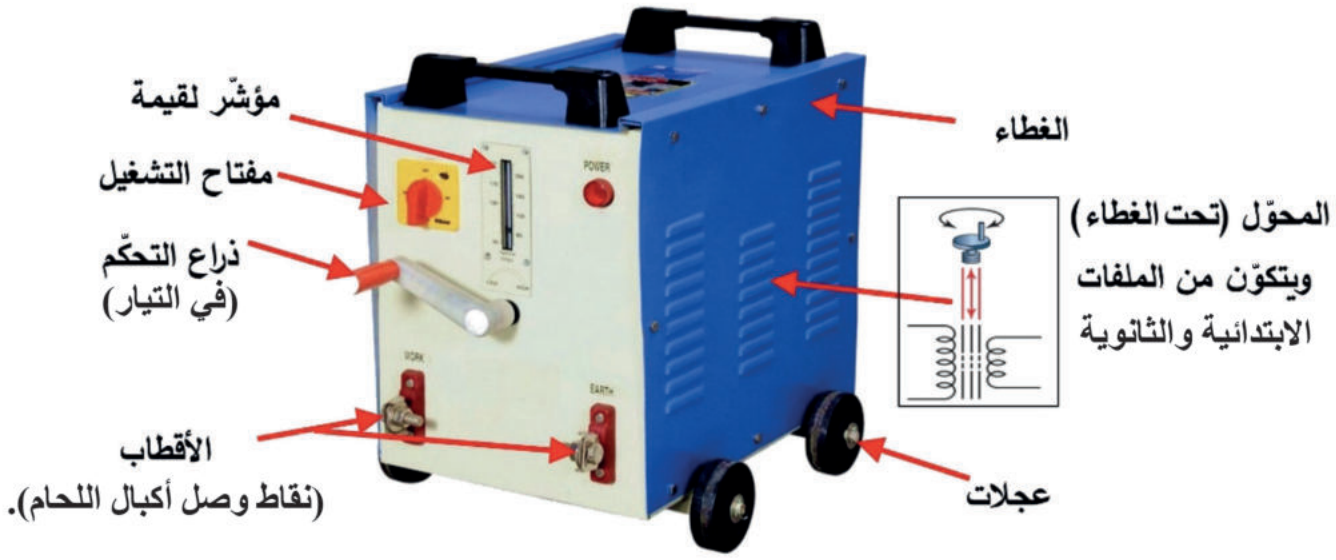
1 - آلات اللحام ذات التيّار المتناوب (AC):

تُنتج آلات اللحام هذه تيّارًا متناوبًا (أي إنّ التيّار يسري في نصف الدورة باتّجاه، ثمّ ينعكس اتّجاهه في النصف الثاني من الدورة)، ويتذبذب بمقدار من (50 - 60) دورة في الثانية الواحدة كما هو موضّح في الشكل (7).



الشكل (7): التيّار المتناوب.

يتحرّك سيل من الإلكترونات ويُغيّر اتّجاهه ومقداره بمعدّل ثابت ومنتظم؛ لذا فإنّ شدّة التيّار وفرق الجهد يتغيّران في المقدار والاتّجاه بمعدّل ثابت. ونتيجة هذا التغيير؛ فإنّ كمّية الحرارة متساوية بين قطعة العمل والإلكترود. ويُبيّن الشكل (8) آلة اللحام ذات التيّار المتناوب ومكوّناتها.



الشكل (8): آلة اللحام ذات التيّار المتناوب ومكوناتها.

مزايا آلات اللحام ذات التيّار المتناوب	عيوب آلات اللحام ذات التيّار المتناوب
- يُعطي اللحام باستعمال آلات اللحام ذات التيّار المتناوب اختراقًا معتدلًا.	- عدم إمكانية اللحام بأنواع إلكترودات اللحام جميعها.
- يمكن استعمال إلكترود بقطر كبير مع تيّار متناوب عال؛ للحصول على نسبة ترسيب لمعدن اللحام بسرعة كبيرة.	- يقتصر استعمالها فقط في الأماكن التي تتوافر فيها شبكة الكهرباء المحلّية بوصفها مصدرًا للطاقة.
- عدم انحباس الخبث داخل خط اللحام؛ بسبب التأثير النافخ للتيّار المتناوب، الأمر الذي يُنتج خطّ لحام منتظمًا وخاليًا منَ الشوائب.	

2 - آلات اللحام ذات التيّار المباشر (المستمر) (DC):

في هذا النوع من التيّار، تتحرّك الإلكترونات دائمًا في الاتّجاه نفسه من القطب السالب إلى القطب الموجب؛ لذا يصبح القطب الموجب أكثر سخونة من القطب السالب. وتُستعمل الطرائق الآتية لتوليد التيّار الكهربائي المباشر:

أ - من الشبكة المحلية (AC) إلى التيّار المباشر (DC) باستعمال موحّد التيّار الذي يعمل على تحويل التيّار من تيّار متناوب إلى تيّار مستمر كما في الشكل (9).

ب - من محرّك يعمل على الوقود (بنزين أو ديزل) إلى التيّار المباشر (DC)؛ باستعمال مولّد كهربائي، ويُستعمل هذا النوع في المناطق التي لا يتوافر فيها مصدر كهربائي كما في الشكل (10).

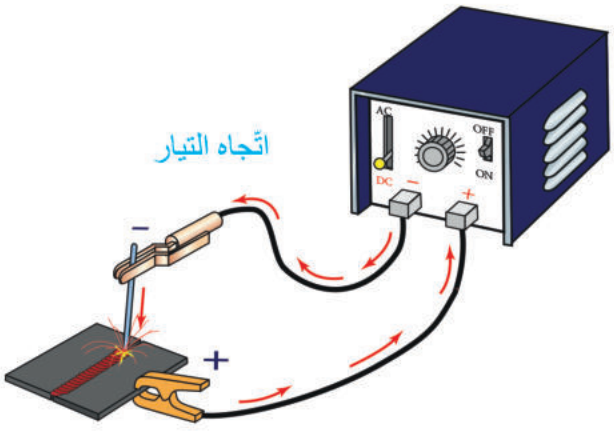
الشكل (9)

الشكل (10)

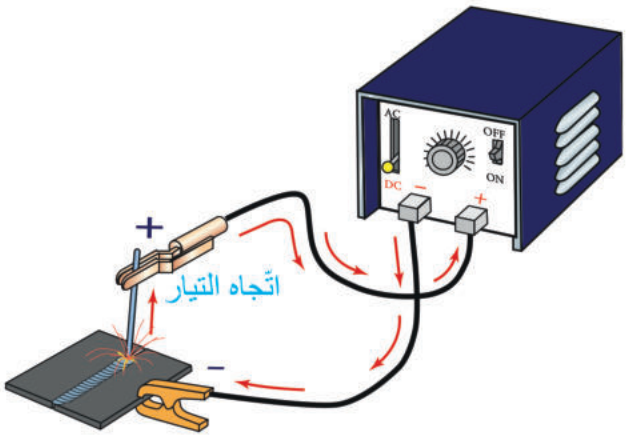
مزايا آلات اللحام ذات التيّار المستمر
- تُلائم أنواع الإلكترودات جميعها.
- تتوافر هذه الآلات بقدرات عالية.
- يمكن التحكّم في توزيع الحرارة بين قطعة العمل والإلكترود عن طريق التحكّم في نوع القطبية.
- القدرة على اختيّار تيّار مستمرّ، ويكون الإلكترود موجبًا.
- القدرة على اختيّار تيّار مستمرّ، ويكون الإلكترود سالبًا.
- تُصمّم خصيصًا للعمل في المناطق البعيدة التي لا يصلها التيّار الكهربائي؛ إذ توجد منها أنواع تعمل على الوقود (بنزين، ديزل).

الدارات الخاصة بالتيّار المستمر (المباشر):

دارة القطبية المستقيمة (DCEN) (Direct current electrod negative)	دارة القطبية المعكوسة (DCEP) (Direct current electrod positive)
يكون الإلكترود في هذه الدارة موصولًا بالقطب السالب لآلة اللحام؛ إذ يسري التيّار في هذه القطبية من القطب السالب لآلة اللحام إلى الإلكترود، ثمّ إلى قطعة العمل المربوطة بالقطب الموجب. وعند استعمال القطبية المستقيمة، فإنّ تغلغل اللحام يكون ضحلًا وغير عميق؛ لأنّ كمّية الحرارة المتولّدة على القطب السالب تساوي ثلث كمّية الحرارة المتولّدة تقريبًا وتتراوح بين (25-40%) من كمّية الحرارة الكلّية، وكمّية الحرارة المتولّدة على القطب الموجب تساوي ثلثَي كمّية الحرارة المتولّدة تقريبًا وتتراوح بين (60-75%) من كمّية الحرارة الكلية. يوضّح الشكل (11) مخطّطًا لدارة لحام ذات قطبية مستقيمة.	يكون الإلكترود في هذه الدارة موصولًا بالقطب الموجب لآلة اللحام؛ إذ يسري التيّار في هذه القطبية من القطب السالب لآلة اللحام إلى قطعة العمل، ثمّ إلى الإلكترود المربوط بالقطب الموجب. وعند استعمال القطبية المعكوسة، فإنّ تغلغل اللحام يكون كبيرًا وعميقًا؛ لذا، تُستعمل هذه القطبية في لحام القطع السميكة؛ لأنّ كمّية الحرارة المتولّدة على القطب الموجب (إلكترود اللحام) تساوي مثلَي كمّية الحرارة المتولّدة على القطب السالب (قطعة العمل). يوضّح الشكل (12) مخطّطًا لدارة لحام ذات قطبية معكوسة.



الشكل (11): مخطّط دارة لحام ذات قطبية مستقيمة.



الشكل (12): مخطّط دارة لحام ذات قطبية معكوسة.

اختيّار نوع القطبية:

يُحدّد نوع الإلكترود المستعمل اختيّار نوع القطبية المستعملة في اللحام، علمًا بأنّ بعض أنواع الإلكترودات مصنوع للاستعمال في القطبية الموجبة أو السالبة، ومن العوامل التي تُحدّد اختيّار نوع القطبية ما يأتي:

أ - عمق التغلغل (الاختراق) المطلوب.

ب - معدّل ترسيب معدن الإلكترود على قطعة العمل.

ج - وضع اللحام الذي ستُلحم فيه قطعة العمل.

د - سُمك قطعة العمل.

هـ - نوع المعدن المراد لحامه.

انظر إلى الجدول (1)، الذي يُبيّن تأثير العوامل السابقة ونوع القطبية المستعملة.

جدول (1): العوامل التي تُحدّد اختيار القطبية

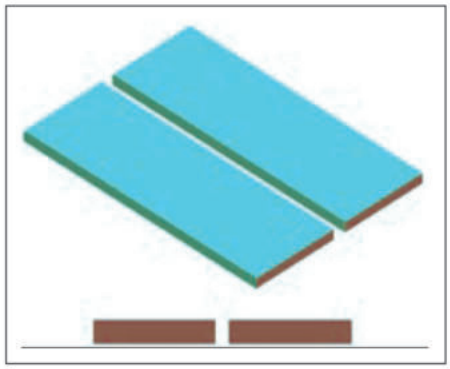
نوع القطبية	تأثير القطبية
قطبية معكوسة	اختراق (تغلغل كبير)
قطبية معكوسة	المعادن غير الحديدية
قطبية معكوسة	الوضع الرأسي، الوضع الأفقي، الوضع فوق الرأسي
قطبية معكوسة	سُمك المعدن الكبير
قطبية معكوسة	معدن ترسيب عالٍ

أنواع وصلات اللحام المستعملة في اللحام بالقوس الكهربائي:

توجد وصلات عديدة مستعملة في اللحام بالقوس الكهربائي، ومن أهمّها:

أ - **الوصلة التناكبية:** وتوجد بتصاميم مختلفة أهمّها:

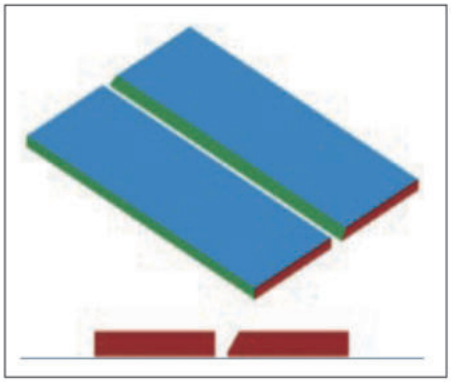
1. الوصلة التناكبية (التقابلية): وتكون إمّا مستقيمة (قائمة) وإمّا مشطوفة، والوصلة التناكبية المستقيمة تكون إمّا مغلقة للحام القطع ذات السُّمْك الأصغر من (3mm) وإمّا مفتوحة للحام القطع ذات السُّمْك الأكبر من ذلك حتّى سمك (5mm)، لأجل الحصول على تغلغل كاف لخط اللحام، والشكل (13) يُبيّن وصلة تناكبية قائمة.



الشكل (13): وصلة تناكبية قائمة مستقيمة.

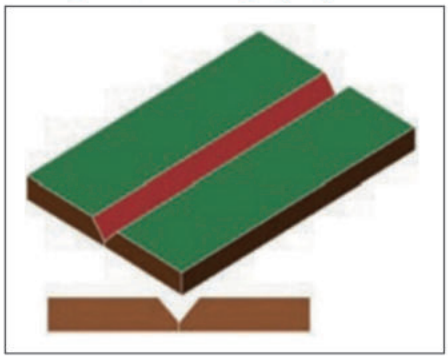
2. الوصلة التناكبية ذات الحواف المشطوفة: وتُصمّم بأشكال مختلفة بناءً على سُمك المعدن المراد لحامه، ومن هذه الأشكال على سبيل المثال:

- الوصلة التناكبية ذات الشطفة المفردة، والشكل (14) يوضّح ذلك.



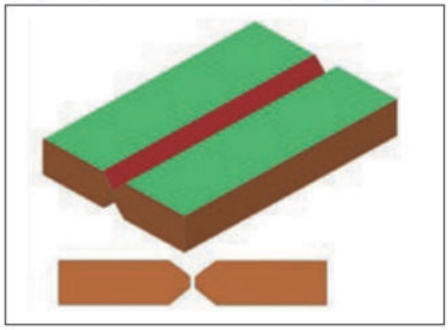
الشكل (14): وصلة تناكبية مفردة.

- الوصلة التناكبية المفردة حرف (V) وتكون زاوية شطف كلّ قطعة من (30°-35°)، والشكل (15) يوضّح ذلك.



الشكل (15): الوصلة التناكبية المفردة (V).

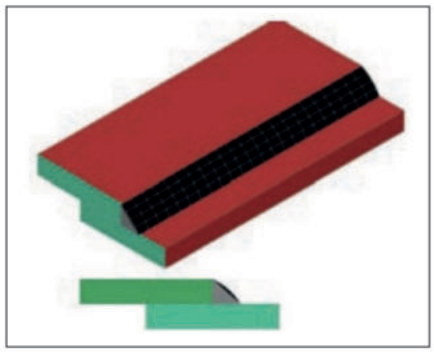
- الوصلة التناكبية حرف (V) المزدوجة حرف (X)، ويُستعمل هذا النوع من الوصلات للحام الصفائح للسُّمْك من (10-18) mm، والشكل (16) يوضّح ذلك.



الشكل (16): الوصلة التناكبية المزدوجة حرف (X).

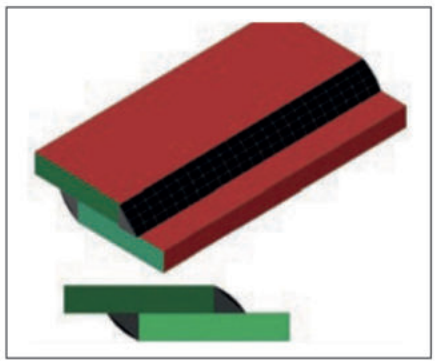
ب - الوصلة التطابقية: ويوجد منها نوعان؛ المفردة والمزدوجة التطابقية:

1. الوصلة التطابقية المفردة: تُعدّ من الوصلات السهلة التحضير، وتُستعمل للحام الصفائح ذات السموك لغاية (18mm)، وتُصمّم كما في الشكل (17).



الشكل (17): الوصلة التطابقية المفردة.

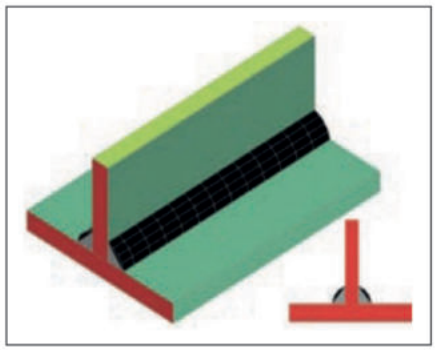
2. الوصلة التطابقية المزدوجة: وصلة متينة جدًّا تتحمّل إجهادات عالية وقليلة التكلفة، ولاقت رواجًا كبيرًا في الاستعمال، وتُصمّم كما في الشكل (18).



الشكل (18): الوصلة التطابقية المزدوجة

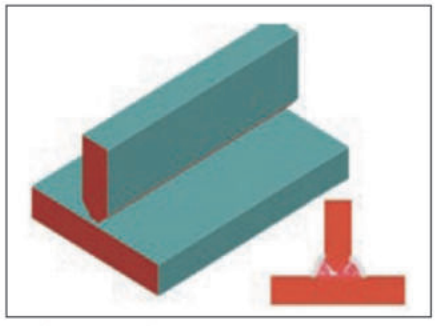
ج - الوصلة التعامدية شكل حرف (T): تُصمّم هذه الوصلة بتركيب حافّة إحدى القطعتين فوق سطح الأخرى بزاوية (90°)، وتُستعمل تصاميم مختلفة لهذه الوصلة منها:

1. الوصلة التعامدية القائمة شكل حرف (T): تُستعمل هذه الوصلة للحام الصفائح التي يقل سُمْك كل منها عن (5mm)، وتُصمّم كما في الشكل (19).



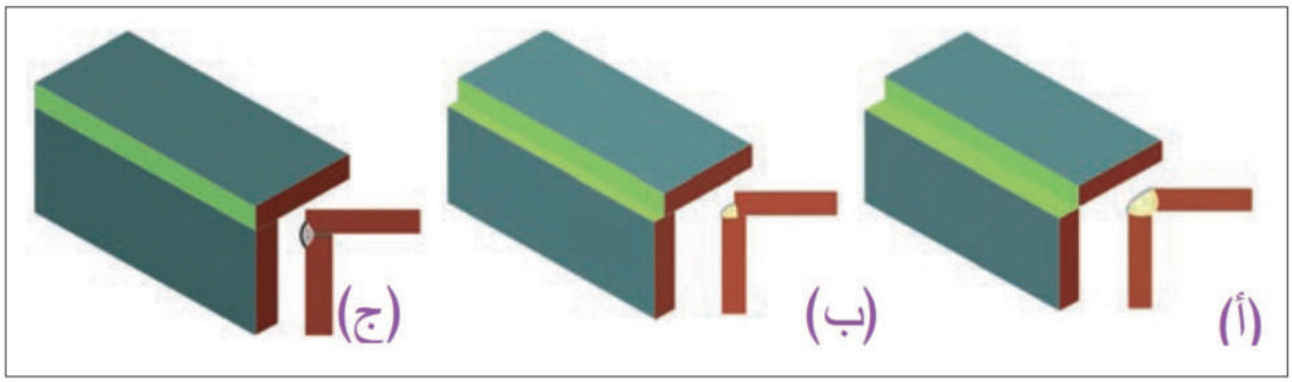
الشكل (19): الوصلة التعامدية القائمة شكل حرف (T).

2. الوصلة التعامدية بشطفة مزدوجة شكل حرف (T): وتُصمّم بشطف القطعة العلوية من الجهتين؛ وذلك لإمكانية لحامها من الجهتين كما في الشكل (20).



الشكل (20): الوصلة التعامدية بشطفة مزدوجة شكل حرف (T).

د - الوصلة الركنية (الزاوية): وتُصمّم بـ (3) أشكال: الركنية المفتوحة (أ)، والركنية نصف المغلقة (ب)، والركنية المغلقة (ج) كما هو موضّح بالشكل (21).



الشكل (21): الوصلة الركنية.

إلكترودات اللحام المستعملة في اللحام بالقوس الكهربائي:

إلكترود اللحام: قضيب معدني شبيه في تركيبه للمعدن المراد لحامه، ومغطّى بطبقة خارجية من البودرة، ويكون عاريًا من أحد طرفية (30mm) تقريبًا، ليجري توصيله بمقبض اللحام. وتتلخّص وظائفه في توليد القوس الكهربائي، وتوليد غازات لحماية بركة الصهر، وإمداد خط اللحام بمعدن التعبئة.

تصنيف إلكترودات اللحام: تُصنّف إلكترودات اللحام حسب المعدن المصنوعة منه، وتُصنع إلكترودات اللحام من المعادن الآتية: (فولاذ طري، فولاذ عالي الكربون، سبائك فولاذية خاصّة، حديد السكب، المعادن غير الحديدية. كما وضعت الشركات المصنّعة لإلكترودات اللحام رموزًا خاصّة لهذه الإلكترودات لسهولة استعمالها، والأكثر شيوعًا الترميز الآتي كما في الشكل (22).

الشكل (22): ترميز إلكترودات اللحام.

يوضّح الشكل (23) هذه الرموز على الإلكترودات، كما توفّرها الشركات المصنّعة لها.

الشكل(23): رموز الإلكترودات التي توفّرها الشركات المصنعة.

رموز الإلكترودات واستعمالاتها:

- **E 60 10:** مصمّم للحام في أوضاع اللحام جميعها، ونوع التيّار مستمرّ قطبية معكوسة؛ إذ يُستعمل في عدّة مجالات، منها لحام الخزّانات، والجسور، والأنابيب، وتصنيع السفن.
- **E 60 11:** مصمّم للحام في أوضاع اللحام جميعها، ونوع التيّار مستمرّ ذو قطبية معكوسة وتيّار متناوب؛ إذ يُستعمل في عدّة مجالات، منها لحام الخزّانات، والجسور، والأنابيب، وتصنيع السفن.
- **E 60 13:** مصمّم للحام في أوضاع اللحام جميعها، ونوع التيّار مستمرّ ذو قطبية مستقيمة وتيّار متناوب؛ إذ ينحصر استعماله في لحام الصفائح غير السميكة.

إضافة إلى إلكترودات أخرى لها مواصفات واستعمالات خاصّة، ومنها على سبيل المثال لا الحصر:

E 60 12 , E 60 14 , E 60 18 , E 70 12 , E 60 17 , E 70 24 , E 70 27

ويُحدّد قياس قطر القلب المعدني للإلكترود قطر هذا الإلكترود، وتكون أقطار الإلكترودات كما يأتي:

mm (6 , 4 , 3.25 , 2.5 , 1.50 , 1.25)، والأطوال الأكثر استعمالًا هي: (450mm، أو 300mm)

الإثراء والتوسّع

- بالاستعانة بمصادر المعلومات المتاحة، اذكر أنواعًا ورموزًا أخرى لإكترودات اللحام.
- بالاستعانة بمصادر المعلومات المتاحة، وضّح كيف تُخزّن إلكترودات اللحام بالشكل الصحيح.

القياس والتقويم

1 - عرّف عملية اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي.

2 - اذكر (3) أوضاع لعملية اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي.

3 - ما أنواع التيّار المستعمل في عملية اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي للحام المعادن؟

4 - حدّد العوامل التي يجري على أساسها اختيّار نوع القطبية في عملية اللحام بالقوس الكهربائي.

5 - ميّز بين دارة اللحام بالقوس الكهربائي لكلّ من التيّارين المباشر والمتردّد.

6 - علّل ما يأتي:

عدم استعمال آلات لحام التيّار المتناوب في الأماكن النائية.

7 - ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1) يُعرّف اللحام (بالقوس الكهربائي)، بأنّه مجموعة من العمليات ينتج منها:

أ - ترابط للمعدن بوساطة التسخين.

ب - ترابط للمعدن بوساطة التسخين وإلكترود تعبئة.

ج - ترابط للمعدن بوساطة إلكترود تعبئة.

د - ترابط للمعدن بوساطة الضغط.

2) في آلات اللحام ذات التيّار المستمر، فإنّ دارة القطبية المستقيمة تكون عند توصيل:

أ - إلكترود اللحام موصولًا بالقطب السالب.

ب - إلكترود اللحام موصولًا بالقطب الموجب.

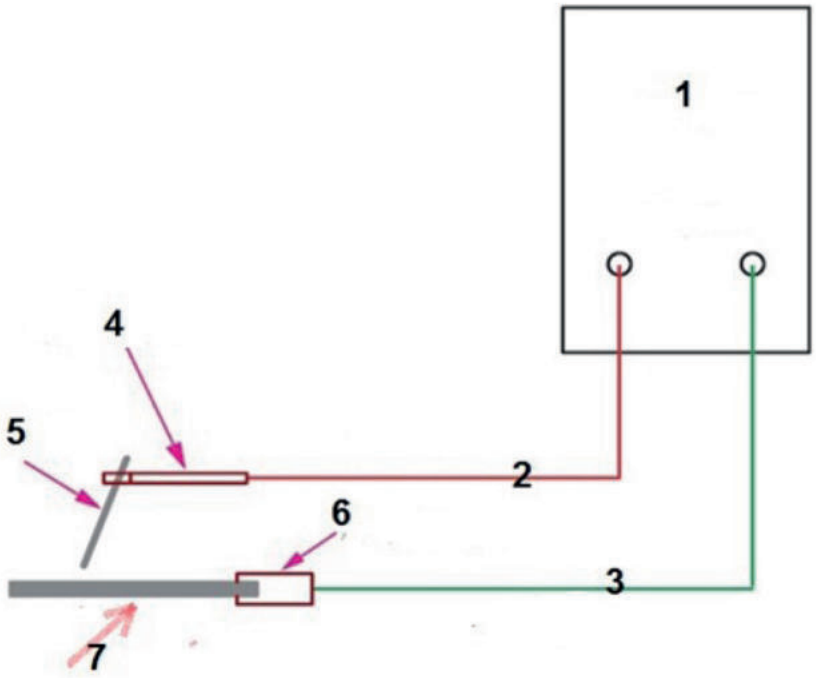
ج - قطعة العمل بالقطب السالب.

د - إلكترود اللحام موصولًا بأحد القطبين.

3) من رمز الإلكترود (E 60 10)؛ فإنّ الرقم (60) يدلّ على:

أ - إلكترود.　　ب - وضع اللحام.　　ج - نوع البودرة.　　د - قوة الشدّ.

8 - ضع الأجزاء المرقّمة على آلة اللحام الموجودة في الشكل الآتي، ثمّ حدّد اتّجاه التيّار والقطبية إذا كانت آلة اللحام تعمل بالتيّار المباشر بقطبية معكوسة.



ثانيًا: اللحام بالقوس الكهربائي في الوضع الأرضي

النتاجات

يُتوقع من الطالب بعد فهم هذا الدرس أن:

- يتعرّف مفهوم اللحام بالقوس الكهربائي في الوضع الأرضي ومزاياه.
- يذكر خطوات تهيئة مكان العمل المناسب وتحضيره.
- يُصنّف وصلات اللحام المستعملة.
- يتعرّف طرائق إشعال القوس الكهربائي.
- يُحدّد خطوات اللحام في الوضع الأرضي للوصلات المختلفة، وإجراءاته، وزواياه.

انظر وتساءل

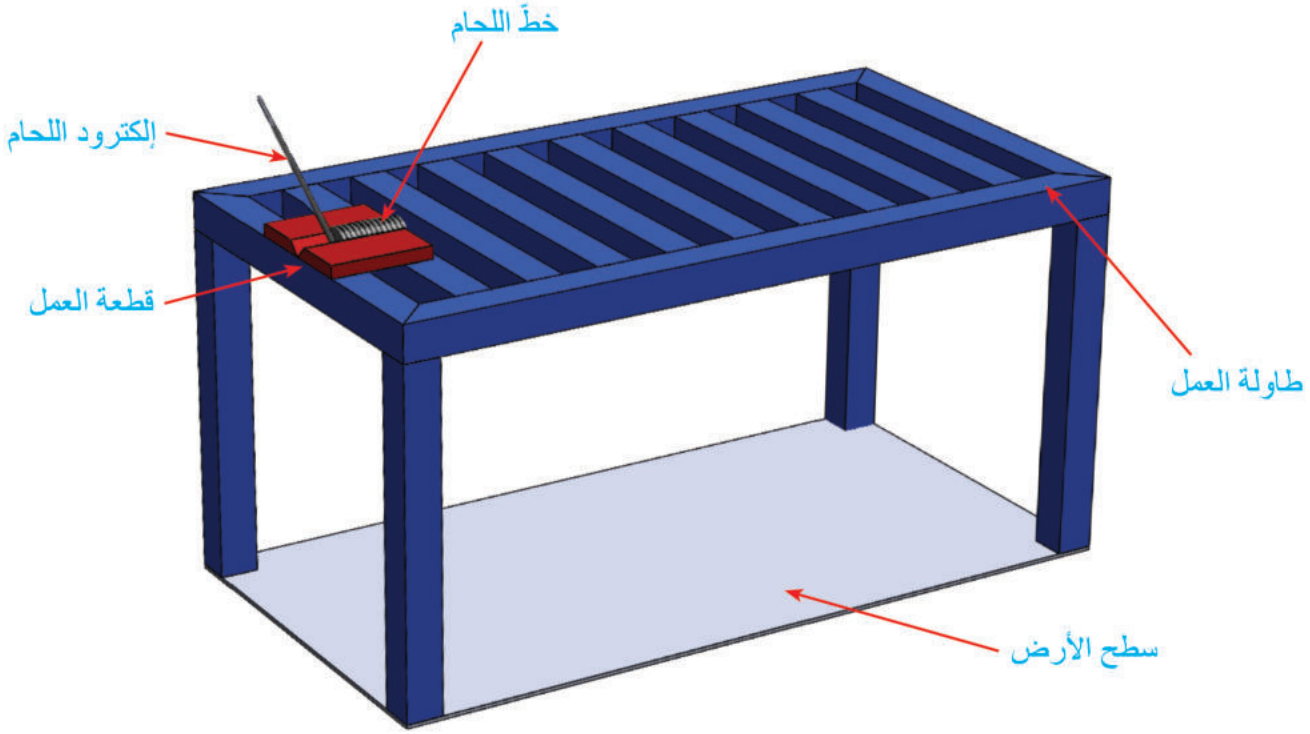
ما اسم وضع اللحام المستعمل في الشكل أعلاه؟ هل تُلحم الوصلات جميعها في وضع واحد في الحياة العملية؟

استكشف

في حالات معّينة، يفرض علينا الوضع الراهن أن نختار وضعًا معيّنًا للحام بالقوس الكهربائي. ناقش زملاءك ومعلمك في ذلك!

مفهوم اللحام بالقوس الكهربائي بالوضع الأرضي ومزاياه

اللحام في الوضع الأرضي، هو وضع لحام تُثبّت فيه القطعة المراد لحامها بمستوًى يوازي سطح الأرض، ويكون خطّ اللحام كذلك موازيًا لسطح الأرض، وتقع قطع العمل تحت مستوى اليد. وهذا الوضع هو أسهل أوضاع اللحام وأسرعها إنجازًا وأكثرها دقّة، ويترسّب فيه المعدن المنصهر على سطح قطعة العمل. انظر إلى الشكل (1) الذي يوضّح اللحام في الوضع الأرضي.



الشكل (1): اللحام في الوضع الأفقي.

الكترود اللحام وزواياه:

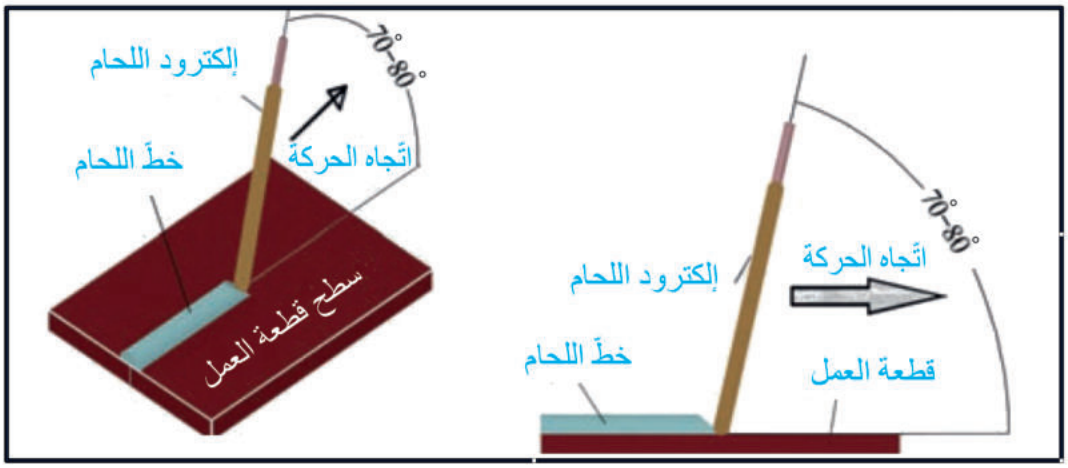
تُستعمل في عمليات اللحام زاويتان، هما: زاوية العمل وزاوية الحركة؛ إذ تُبيّن زاوية الحركة ميلان إلكترود اللحام مع محور خط اللحام، بينما تُبيّن زاوية العمل ميلان إلكترود اللحام عن المحور المتعامد مع محور خطّ اللحام.

زوايا ميل إلكترود اللحام في الوصلات:

لزوايا ميل إلكترود اللحام تأثير كبير في تعبئة خطّ اللحام وشكله وتغلغله، ومن هذه الزوايا:

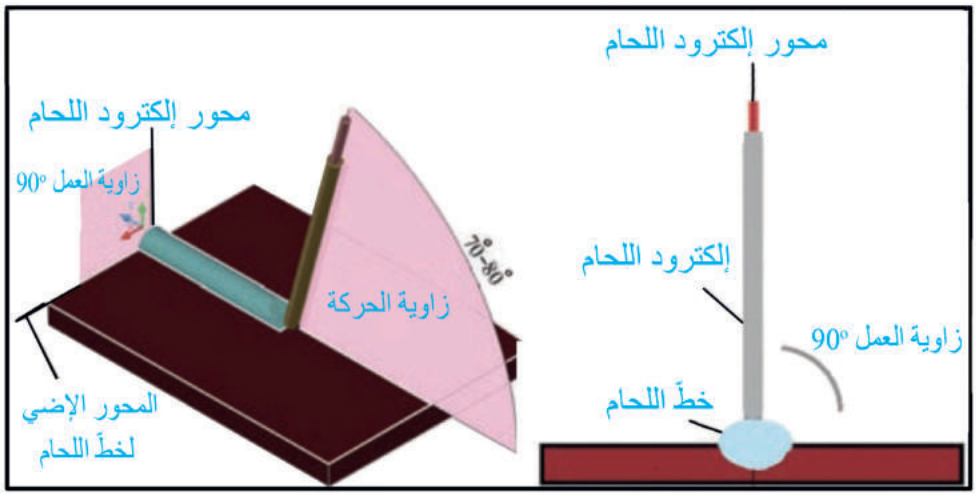
1 - زاوية اللحام في الوصلة التناكبية، ويوجد منها نوعان:

أ - زاوية الحركة: الزاوية المحصورة بين خطّ اللحام ومحور إلكترود اللحام، أو الزاوية المحصورة بين المحور العمودي على خطّ اللحام ومحور إلكترود اللحام، وتقيس هذه الزاوية مستوى سطح قطعة العمل، ويُبيّن الشكل (4) زاوية الحركة.



الشكل(4): زاوية الحركة.

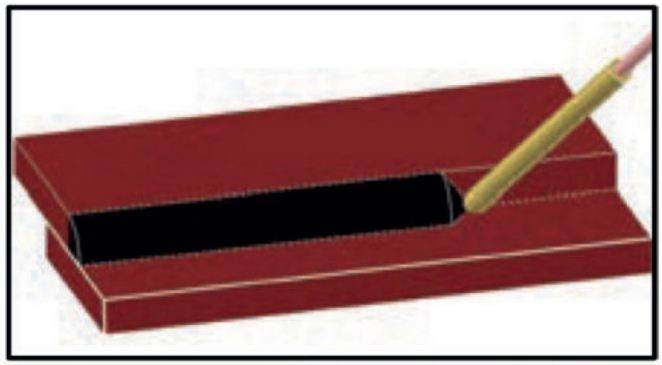
ب - زاوية العمل: الزاوية الثانية التي تصف وضع إلكترود اللحام على قطعة العمل، وهي الزاوية الواقعة بين المحور العمودي (°90)، على سطح قطعة العمل أو محور إلكترود اللحام، والمحور العرضي لخطّ اللحام، ويُبيّن الشكل (5) زاوية العمل.



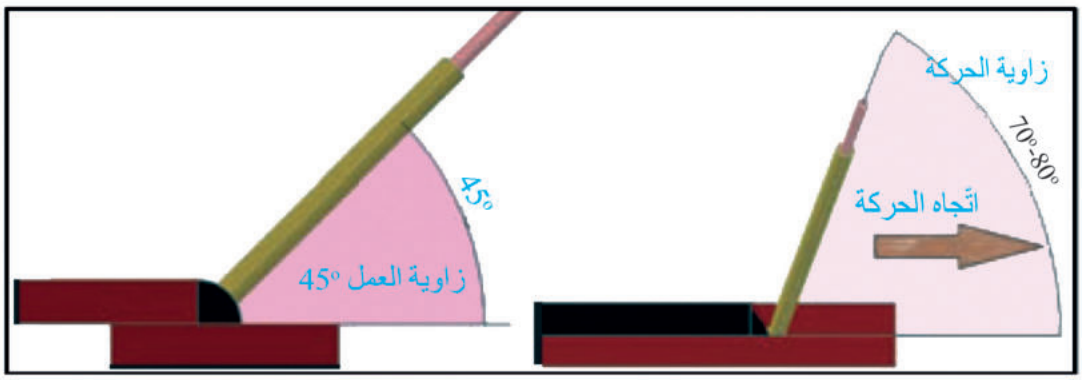
الشكل(5): زاوية العمل.

2 - زوايا اللحام بالوصلة التطابقية:

من أسهل الوصلات المستعملة، ولا تحتاج إلى تحضير مسبق، وتمتاز بمتانتها. ويُبيّن الشكل (6) زاوية ميل الإلكترود للوصلة التطابقية، بينما يُبيّن الشكل (7) زاويا اللحام (زاوية الحركة، وزاوية العمل) للوصلة التطابقية.



الشكل (6): زاويا اللحام للوصلة التطابقية.



الشكل (7): زاويا اللحام (زاوية الحركة، وزاوية العمل) للوصلة التطابقية.

خطوات اللحام في الوضع الأرضي للوصلات المختلفة وإجراءاتها، وزوايا ميل سلك اللحام:

لا بدّ لعامل اللحام من القيام بإجراءات قبل الشروع في عملية اللحام، ومنها تنقيط القطع؛ أي تثبيتها ببعضها قبل لحامها لتلافي ظهور التشوّهات الناتجة من عمليات اللحام من تمدّد وتقلّص. وتجرى عمليات اللحام في الوضع الأرضي للوصلات المختلفة على النحو الآتي:

1. تجهيز محطّة اللحام، والتأكّد من صلاحيّتها.
2. تنظيف قطعة العمل بفرشاة السلك، واختيّار إلكترود اللحام المناسب، وتثبيته في المكان المخصّص له.
3. ضبط التيّار بما يتناسب مع سُمك القطعة المراد لحامها.
4. تثبيت قطعتَي العمل بالتنقيط. ومن ثمّ، إجراء عملية اللحام بحركة تموجيّة بسيطة مع المحافظة على زاوية العمل والحركة وطول القوس في أثناء عمليات اللحام، فتكون زوايا سلك اللحام (70 - 80°) باتّجاه خطّ اللحام، وتكون زاوية السلك مع قطعة العمل (90°).

بالاستعانة بمصادر المعلومات المتاحة، وضّح المقصود في الوضع المركّب (أرضي أفقي).

القياس والتقويم

1 - ما مميّزات الوضع الأرضي للحام بالقوس الكهربائي؟

2 - كيف تجري تهيئة مكان العمل المناسب لعمليات اللحام بالقوس الكهربائي في الوضع الأرضي؟

3 - صنّف وصلات اللحام المستعملة بالقوس الكهربائي في الوضع الأرضي.

4 - اذكر (3) من أدوات ومتطلّبات السلامة الشخصية عند اللحام بالقوس الكهربائي في الوضع الأرضي.

5 - أجب بـ (نعم) أو (لا) عمّا يأتي:

أ - يُعدّ الوضع الأرضي أسهل أوضاع اللحام على الإطلاق ( ).

ب - تُستعمل الحركات التموجية لزيادة عرض خط اللحام ( ).

ج - لا يوجد فرق بين زاوية العمل وزاوية الحركة في اللحام ( ).

6 - ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1) درجة زاوية العمل في الوصلة التطابقية:

أ - 40°. ب - 90°. ج - 45°. د - 15°.

2) مقدار زاوية حركة الإلكترود عند لحام الوصلة التناكبية في الوضع الأرضي:

أ - 90°. ب - 120°. ج - 70°. د - 45°.

7 - حدّد الأسباب المؤدّية إلى حدوث التشوّهات والانكماش في أثناء عملية اللحام.

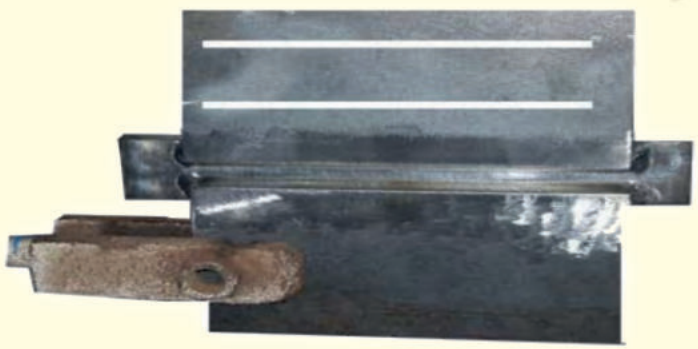
ثالثًا: اللحام بالقوس الكهربائي في الوضع الأفقي

النتاجات

يُتوقع من الطالب بعد فهم هذا الدرس أن:

- يتعرّف اللحام بالقوس الكهربائي في الوضع الأفقي.
- يتعرّف حركة إلكترود اللحام المستعملة في اللحام في الوضع الأفقي، وزوايا اللحام.
- يوضّح كيفية التغلّب على صعوبات اللحام في الوضع الأفقي.
- يُميّز أنواع الوصلات المستعملة في اللحام بالقوس الكهربائي، في الوضع الأفقي.
- يُحدّد الخطوات والإجراءات المتّبعة، عند إجراء عمليات اللحام في الوضع الأفقي.

انظر وتساءل



ما اسم وضع اللحام المستعمل في الشكل أعلاه؟ ما تأثير الجاذبية الأرضية في عملية اللحام في الوضع المستعمل في الشكل أعلاه؟

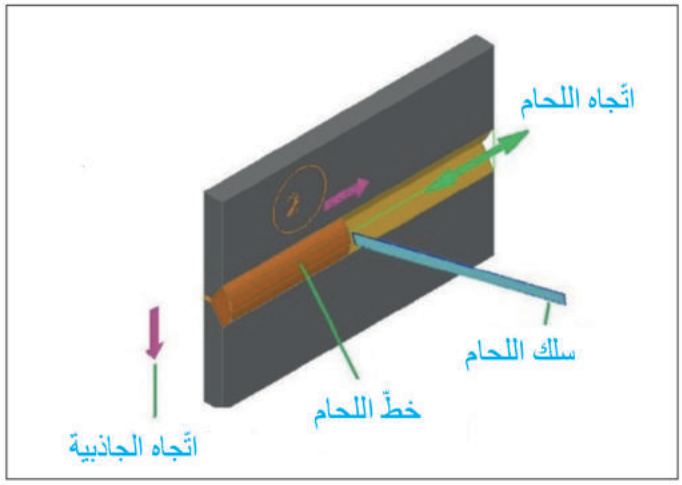
استكشف

ما الصعوبات التي يواجهها فنّي اللحام عند استعماله الوضع الأفقي في عملية لحام وصلة تناكبية؟

اقرأ وتعلّم

مفهوم اللحام بالوضع الأفقي

تكون القطع المراد لحامها في الوضع الأفقي موازية للمستوى الرأسي، ويكون محور خطّ اللحام موازيًا للمستوى الأرضي (أو الأفقي) كما في الشكل (1)، ويكون اتّجاه اللحام إمّا من اليمين إلى اليسار وإمّا من اليسار إلى اليمين وفقاً لسُمك المعدن المطلوب لحامه.



الشكل (1): اللحام في الوضع الأفقي.

يوضّح الشكل (2) وضع اللحام في الوضع الأفقي ومشاكله. هذا الوضع، يؤدّي إلى مواجهة عامل اللحام صعوبة في التغلّب على مشكلة جريان المعدن المنصهر في بركة الصهر تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية إلى الأسفل، وتجمّده على السطح السفلي لخطّ اللحام، أي على طرف القطعة السفلية؛ إذ يظهر في هذه الحالة عيبان، هما: التحفير والتراكب كما في الشكل (2).

الشكل (2): التحفير والتراكب في اللحام في الوضع الأفقي.

ويجري التغلّب على هذه المشكلة عن طريق التحكّم بدرجة حرارة بركة الصهر عبر اختيّار الإلكترود وشدة التيّار وزوايا ميل الإلكترود وحركة اليد كما يأتي:

1. اختيّار إلكترود لحام يناسب الوضع الأفقي، وبقطر أقلّ نسبيًّا من قطر الإلكترود المستخدم في اللحام في الوضع الأرضي، وأن يكون للإلكترود خاصّية سرعة التجمّد.
2. تبعًا لتخفيض قطر الإلكترود، يمكن ضبط طول قوس أقصر وشدة تيّار أقلّ؛ لتخفيض درجة حرارة بركة الصهر، وعدم استعمال تيّار عالٍ ما أمكن.
3. تختلف زوايا ميل إلكترود اللحام في الوضع الأفقي، بحيث تتحكّم في درجة الحرارة لبركة الصهر والمنطقة المحيطة بها، وسيجري توضيح هذه الزوايا لكلّ نوع وصلة بالتفصيل، ونوع خطّ اللحام كذلك.
4. حركة اليد: باستعمال الحركة التموّجية البسيطة للتحكّم في درجة حرارة البحرة حسب نوع خطّ اللحام، مثلًا لخطّ الجذر لا تُستعمل الحركة التموّجية، وأكثر ما تُستعمل هذه الحركة في الخطوط النهائية للحام، وتُستعمل الحركات التموّجية البسيطة في خطوط التعبئة.

اختيّار نوع إلكترود اللحام المناسب:

اختر إلكترود لحام يناسب أوضاع اللحام جميعها أو الوضع الأفقي، وإلكترودات سريعة التجمّد للحام الفولاذ الطري أهمّها: (E 60 27، E 60 12، E 60 11، E 60 10). وأنسبها للوضع الأفقي وبخاصّة لخطّ الجذر هو النوع: (E 60 11)، والنوع (E 60 27) الذي يحتوي على برادة حديد تنتج كمّية شرر قليلة وبودرة لحام سهلة الإزالة، ويُستخدم في لحام الفولاذ الطري في الوضع الأفقي عندما يتطلّب لحامًا سريعًا وترسيبًا كبيرًا لمعدن اللحام، ولا يحتاج إلى تيّار عالٍ. وعند لحام فولاذ بدرجة أعلى من الصلادة ولحام خطوط التعبئة والخطّ النهائي استخدم إلكترودات: (E 70 14)، و(E 70 24)، و(E 70 18).

شدة تيّار اللحام:

يُعدّ اختيّار شدّة التيّار المناسبة من أهم العوامل التي تمكّنك من التحكّم في طول قوس اللحام وحجم بركة الصهر. ومن ثمّ، الحصول على خطّ لحام جيد. ويعتمد اختيّار شدة التيّار على قطر إلكترود اللحام، الذي يكون عادة مكتوبًا على علبة إلكترودات اللحام، نوع التيّار المناسب ومقداره، وكذلك نوع القطبية إذا كان نوع الإلكترود يصلح للتيّار المستمر. يُبيّن الجدول (4) مدى شدّة التيّار المستخدم في اللحام لأنواع وأقطار مختلفة من إلكترودات اللحام.

الجدول (4): مدى شدّة التيّار المستخدم في اللحام لأنواع وأقطار مختلفة من إلكترودات اللحام.						
نوع الإلكترود	شدّة التيّار بالأمبير					
قطر الإلكترود mm	E6010	E6011	E6012	E6013	E6016	E6018
2.5	40-80	50-70	40-90	40-85	75-105	70-110
3.25	70-130	85-125	75-130	70-120	100-150	90-165
4	110-165	130-160	120-200	130-160	140-190	125-220

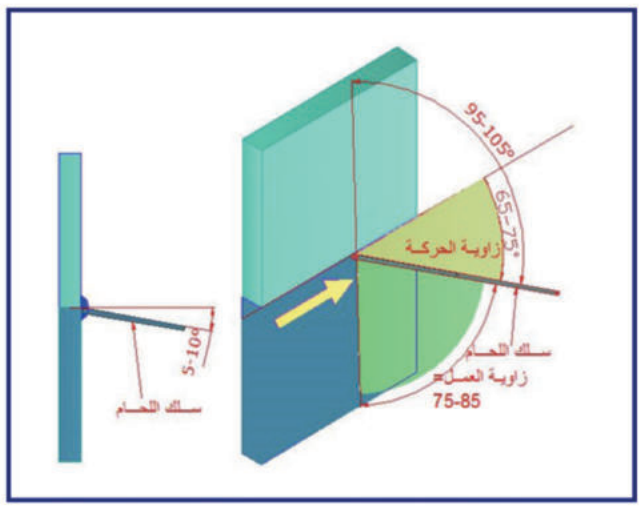
حركة إلكترود اللحام وزواياه:

تعلّمت في مفهوم الوضع الأفقي الصعوبات التي قد تواجهها عند اللحام في هذا الوضع، وكيفية التغلّب عليها عن طريق اختيّار إلكترود اللحام والتيّار المناسبين، وستتعرّف الآن كيف تُحدّد زوايا ميل إلكترود اللحام وحركته لوصلة اللحام التناكبية في الوضع الأفقي.

الوصلة التناكبية

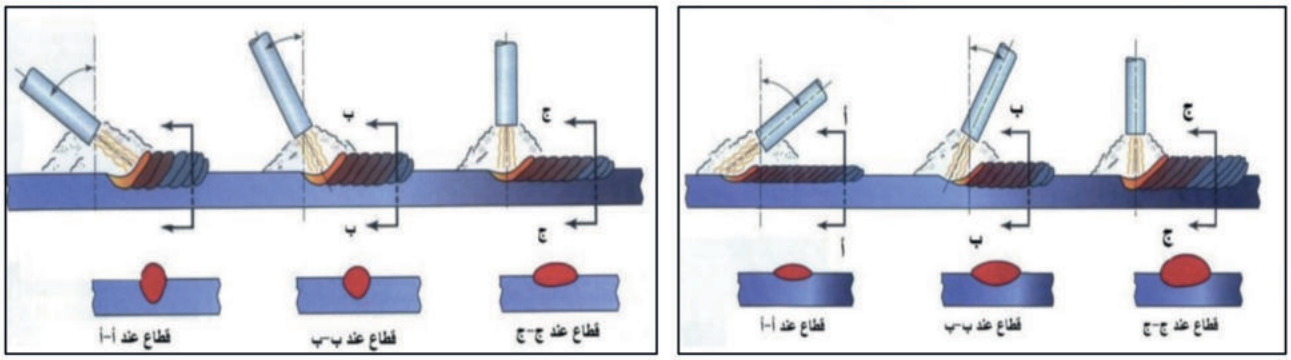
التناكبية المستقيمة المغلقة: تُستعمل هذه الوصلة للقِطَع التي يقلّ سُمكها عن (3) مم، ويجري استعمال إلكترود E6011 وقطره $\geq$ 3mm حسب سُمك القطعة، وأمّا شدّة التيّار، فتُضبط حسب قطر الإلكترود المكتوب على العلبة، وحسب الجدول (4).

زاوية العمل: هي زاوية ميل الإلكترود مع القطعة السفلى بالنسبة إلى الخطّ المتعامد مع خطّ اللحام، وتتراوح بين (85-75)°، أي إنّ القوس يكون موجّهًا باتّجاه القطعة العلوية كما في الشكل (4).



الشكل (4): زوايا ميل إلكترود اللحام.

زاوية الحركة: هي زاوية ميل الإلكترود بالنسبة إلى خطّ اللحام باتّجاه المسير من (65 - 75)° كما في الشكل (4)، لاحظ في هذه الحالة أنّ نفث القوس يكون إلى الخلف؛ أي باتّجاه معاكس لاتّجاه حركة سير خطّ اللحام. ويُبيّن الشكل (5) أثر تغيّر زاوية الحركة على بناء خطّ اللحام من حيث التغلغل أو السمك وعرض خطّ اللحام.



حركة الإلكترود ≤ 90° حركة الإلكترود ≥ 90°

الشكل (5): أثر زاوية الحركة في التغلغل وعرض خط اللحام.

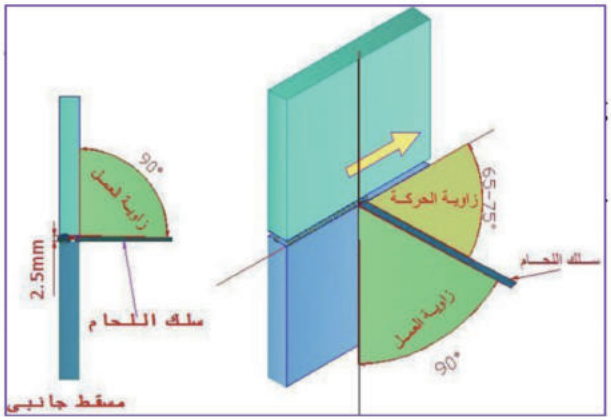
فكّر

مستعينًا بالشكل (5)، وبعد الرجوع إلى مصادر المعلومات المتاحة، وضّح تأثير زاوية الحركة في عمق التغلغل، وعرض خطّ اللحام وجودته.

حركة اليد: أفضل حركة يد (الإلكترود) للوصلة المستقيمة المغلقة؛ للتحكّم في حرارة بركة الصهر، هي حركة الأكتاف المستقيمة كما في الشكل (7).

الشكل (7): حركة الأكتاف المستقيمة.

التناكبية المستقيمة المفتوحة: تُستعمل هذه الوصلة لقِطَع يتراوح سُمكها بين (3 - 5) مم، وتكون المسافة بين القطعتين مساوية لقطر إلكترود اللحام، ويجب التحكّم في سرعة تحريك إلكترود اللحام المناسبة للمحافظة على حرارة بركة الصهر؛ لتفادي التحفير في الطرف العلوي لوصلة اللحام والتراكب على القطعة السفلى، ويوضح الشكل (8) زوايا ميل الإلكترود، وفي هذه الحالة تحتاج إلى خطَّي لحام: الأول هو خطّ الجذر، ويُستعمل في لحامه إلكترود نوع E6011 قطره (2.4) مم، وتيّار شدّته من (80 – 85) أمبير، والثاني هو لحام تعبئة، ويستعمل فيه إلكترود نوع E6010 قطره (3.2) مم، وشدّة تيّار من (80 – 90) أمبير.



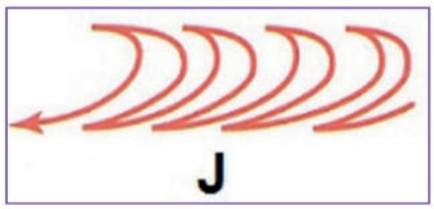
الشكل (8): زوايا ميل الإلكترود للوصلة المستقيمة المفتوحة.

نوع القطبية: نستعمل في هذه الوصلة القطبية المعكوسة (الموجبة).

فكّر

ما سبب استعمال القطبية المعكوسة في الوضع الأفقي؟

حركة اليد: أفضل حركة يد (الإلكترود اللحام) للوصلة المستقيمة المفتوحة؛ للتحكّم في حرارة بحركة اللحام، هي حركة حرف (J)؛ إذ يدفع الإلكترود بين القطعتين لزيادة التغلغل بينهما كما في الشكل (9).



الشكل (9) حركة موجية حرف (J).

الإثراء والتوسّع

باستعمال مصادر المعلومات المتاحة، وضّح كيف تُلحم وصلة تناكبية بشطفة مفردة، سُمكها (15mm)، مبيّنًا قطر الإلكترود ورموز الإلكترودات المستعملة، وزوايا ميل كلّ خطّ لحام، إضافة إلى زاوية العمل لكلّ خطّ.

القياس والتقويم

1 - ما المقصود بالوضع الأفقي للحام؟

2 - اذكر أهمّ المشكلات التي يواجهها عامل اللحام المتدرّب في الوضع الأفقي.

3 - كيف يمكن التغلّب على المشكلات التي يواجهها عامل اللحام الخاصّة في الوضع الأفقي؟

4 - حدّد مواصفات إلكترود اللحام الواجب استعماله في لحام خطّ الجذر، وفي لحام خطوط التعبئة لوصلة شطفة (V) في الوضع الأفقي، مبيّنًا رمز كلّ منهما.

5 - ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1) في عملية اللحام في الوضع الأفقي، يكون:

أ - خطّ اللحام موازيًا للمستوى الرأسي.

ب - خطّ اللحام موازيًا للمستوى الأرضي والأفقي.

ج - خطّ اللحام فوق مستوى رأس العامل.

د - اتّجاه خطّ اللحام من أسفل إلى أعلى.

2) في عملية اللحام في الوضع الأفقي، ينساب المعدن المنصهر باتّجاه:

أ - منتصف خطّ اللحام.

ب - القطعة السفلية.

ج - القطعة العلوية.

د - اليمين.

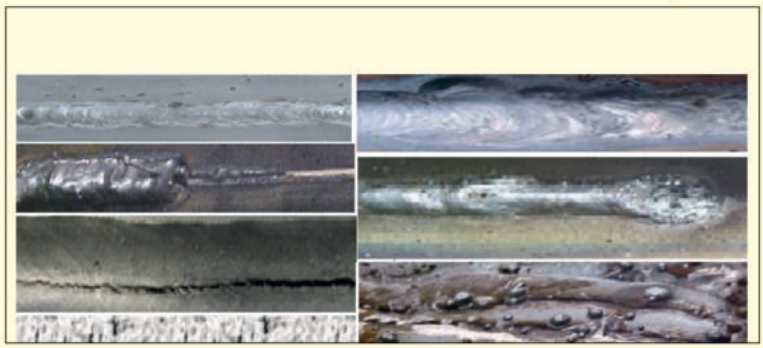
رابعًا: عيوب اللحام بالقوس الكهربائي

النتاجات

يُتوقع من الطالب بعد فهم هذا الدرس أن:

- يتعرّف عيوب اللحام بالقوس الكهربائي العادي.
- يُحدّد العيوب في وصلات اللحام المختلفة.
- يُميّز أسباب العيوب على وصلات اللحام المختلفة.
- يقترح حلولًا لتفادي عيوب اللحام في الوصلات المختلفة.

انظر وتساءل



ماذا تعني لك الأشكال في الصورة أعلاه؟ هل لعيوب اللحام تأثير في الكلفة المادّية للمشغولات؟ وضّح ذلك.

استكشف

اذهب إلى مكان حفظ التمارين والمشغولات المُنجزة في المشغل، وتفحّص الوصلات الملحومة المختلفة، وارصد العيوب الموجودة على كلّ وصلة، وصوّرها إن وجدت ودوّنها في دفترك.

صنّف هذه العيوب ضمن مجموعات تتشابه في ما بينها، مُبيّنًا أسماءها.

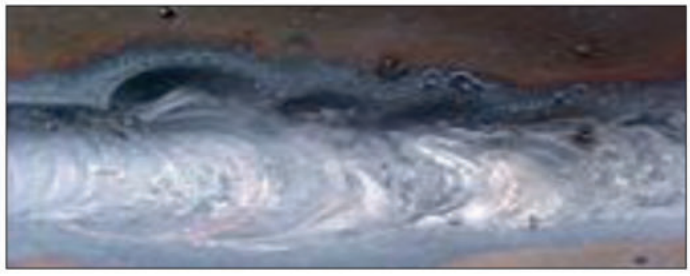
عيوب اللحام؛ وأسبابها، وطرائق علاجها

تؤدّي عيوب اللحام إلى ضعف المشغولات الملحومة، ما يؤدّي إلى فشلها بانهيارها بالكسر مثلًا، أو إخفاقها في أداء الوظائف المتوخّاة منها؛ كضعف مقاومتها الميكانيكية، أو تغيّر شكلها الهندسي أو أبعادها، أو حتّى مظهرها الخارجي، ويؤدّي هذا الفشل كثيرًا إلى حوادث مؤسفة لحياة الناس وسلامتهم، بالإضافة إلى الخسائر الاقتصادية الفادحة، ومن الطبيعي أنّ الوقاية من تلك الإخفاقات خير من علاجها. وللوقاية من حالات فشل الأجزاء الملحومة ومعالجتها؛ فلا بدّ من معرفة أسبابها أوّلًا. وفي ما يأتي وصف لأهمّ عيوب اللحام وأسبابها وإجراءات الوقاية منها:

1 - **الرذاذ (الطرطشة) Weld Spatter:** تجمّد قطرات صغيرة من المعدن المنصهر على شكل حبيبات على خطّ اللحام أو خارجه. وهو بحدّ ذاته لا يؤدّي إلى ضعف المقاومة الميكانيكية للملحومة، لكنّه يؤدّي إلى مظهر رديء ويتطلّب تكاليف إضافية للتنظيف. يُبيّن الشكل (1) عيب اللحام المُسمّى الرذاذ (الطرطشة).

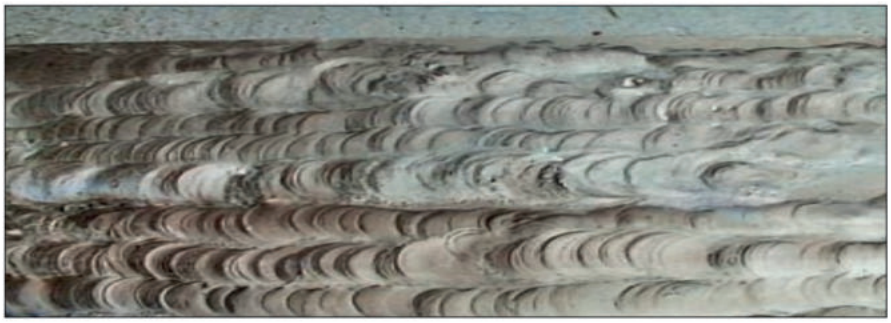
الشكل (1): عيب اللحام المُسمّى الرذاذ (الطرطشة).

2 - **التحفير (النخر) Undercut:** يتشكّل أخدود موازٍ لخطّ اللحام، ما يؤدّي إلى ضعف مقاومة الشدّ للملحومة. يُبيّن الشكل (2) عيب اللحام المُسمّى التحفير (النخر)، ومن أسباب هذا العيب زوايا الإلكترود غير مناسبة، إذ يمكن ضبط زوايا ميل الإلكترود لتلاشي هذا العيب.



الشكل (2): عيب اللحام المُسمّى التحفير (النخر).

3 - **خطّ لحام خشن وغير منتظم Rough Welding:** مظهر رديء لخطّ اللحام، قد يؤدّي إلى تشكّل الإجهادات المختلفة. يُبيّن الشكل (3) عيب اللحام المُسمّى خطّ لحام خشن وغير منتظم.



الشكل (3): عيب اللحام المُسمّى خط لحام خشن وغير منتظم.

4 - **المسامية والفجوات السطحية Porosity and Surface Holes:** مظهر رديء لخطّ اللحام، قد يؤدّي إلى تشكّل الإجهادات المختلفة. يُبيّن الشكل (3) عيب اللحام المُسمّى خطّ لحام خشن وغير منتظم. ومن الأسباب التي تسبب هذه العيوب وجود رطوبة أو أوساخ وصدأ، وسرعة تجمد بركة اللحام، وقوس كهربائي طويل، ولعلاج هذه المشكلات، يجب تنظيف وصلة اللحام، والحفاظ على أطول مدة لبركة اللحام، وتقليل طول القوس.

الشكل (4): عيب اللحام المُسمّى المسامية والفجوات السطحية.

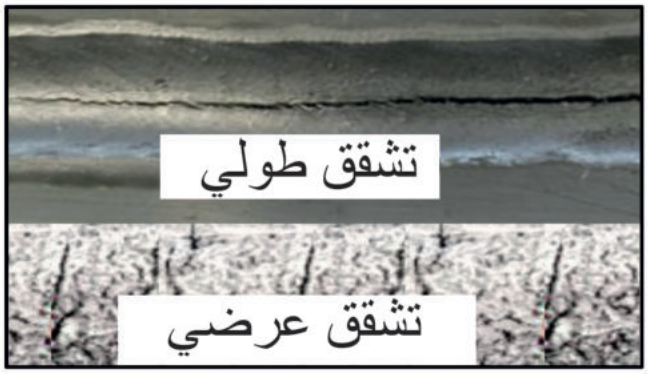
5 - **انصهار قليل Poor Fusion:** يؤدّي الانصهار الجيّد إلى التحام حوافّ وصلة اللحام مع معدن اللحام بشكل جيّد من دون أثر للانفصال، ويبدو الانصهار القليل غالبًا واضحًا للعيان على شكل مناطق غير ملحومة بشكل كافٍ، تؤدّي إلى ضعف كبير في الخصائص الميكانيكية. يُبيّن الشكل (5) عيب اللحام المُسمّى الانصهار القليل.

الشكل (5): عيب اللحام المُسمّى الانصهار القليل.

6 - **تغلغل ضحل (قلّة عمق اللحام) Shallow Penetration:** يُقصد بالتغلغل عمق دخول معدن اللحام إلى معدن الأساس، وهو شرط ضروري للحصول على أقصى مقاومة ميكانيكية. يُبيّن الشكل (6) عيب اللحام المُسمّى التغلغل الضحل.

الشكل (6): عيب اللحام المُسمّى التغلغل الضحل.

7 - **التشقّقات Cracking:** بعض التشقّقات في منطقة اللحام مرئي وبعضها الآخر غير مرئي، وتنشأ التشقّقات في وقت مقارب لعملية اللحام أو بعدها بقليل، وتنقسم إلى نوعين: التشقّقات الساخنة والتشققات الباردة، وتنشأ التشقّقات الساخنة عند درجات الحرارة العالية، بينما تنشأ التشقّقات الباردة بعد وصول درجة حرارة الملحومة إلى درجة حرارة الغرفة، وتنتج التشقّقات بسبب عوامل التقلّص والتمدّد. يُبيّن الشكل (7) عيب اللحام المُسمّى التشقّق، وتحدث هذه التشققات بسبب استعمال شدة تيار عالٍ أو لحام قطع بإلكترودات مكشوفة للرطوبة، تعالج هذه المشكلات باستعمال شدة تيار مناسبة، واستخراج الرطوبة من إلكترودات اللحام.



الشكل (7): عيب اللحام المُسمّى المسامية والفجوات السطحية.

بالرجوع إلى الإنترنت، اكتب تقريرًا عن عيوب اللحام المختلفة، وأسبابها وطرائق علاجها، وقدّمه لمعلّمك.

القياس والتقويم

1 - اذكر (5) من عيوب اللحام.

2 - ما العيبان اللذان يُصاحبان عملية اللحام في الوضعين الرأسي، والأفقي؟

3 - ما الأسباب المحتملة وطرائق العلاج، لعيب اللحام المُسمّى التحفير؟

4 - ما الأسباب المحتملة وطرائق العلاج، لعيب اللحام المُسمّى المسامية والفجوات السطحية؟

5 - ما الأسباب المحتملة وطرائق العلاج، لعيب اللحام المُسمّى التشقّق؟

التعليمات الواجب اتباعها في أثناء العمل

1 - التأكّد من سلامة التوصيلات الكهربائية لآلة اللحام بالقوس الكهربائي.

2 - ارتداء وجه اللحام المصنوع من مواد خفيفة وقاسية، غير قابلة للحريق وعازلة للحرارة والكهرباء؛ لحماية العينين من الإشعاعات الضارّة.

3 - ارتداء قفافيز اللحام في أثناء العمل؛ لحماية اليدين من الإشعاعات والحرارة العالية، وتكون مصنوعة من الجلد وغير موصلة للحرارة.

4 - ارتداء غطاء الرأس الذي يُلبس قبل وجه اللحام؛ لحماية الرأس من الشرر المتطاير.

5 - ارتداء مريول اللحام المصنوع من مواد عازلة للحرارة وغير قابلة للحريق؛ لحماية الملابس من الشرر.

6 - ارتداء حذاء لحام طويل ومحكم؛ لأنّ الشرر قد يدخل من الأحذية العادية ويُسبّب حروقًا مؤذية.

7 - ارتداء النظّارات الشفّافة الواقية المصنوعة من زجاج صافٍ أبيض، وتكون لها جوانب لعدم دخول الشوائب من جانبيها؛ لحماية العينين من شظايا الشرر المتطايرة عند تنظيف خطوط اللحام.

8 - التأكّد من التهوية الكافية لمكان العمل، والتأكّد من نظافته من الأوساخ والزيوت والشحوم والموادّ المشتعلة.

التمارين العملية :

التمرين الأول: اختيار آلة اللحام المناسبة للحام بالقوس الكهربائي اليدوي، وتعرّف أجزائها

يُتوقّع من الطالب بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- يتعرّف أدوات الوقاية الشخصية المستعملة في عمليات اللحام.
- يختار آلة اللحام المناسبة للحام بالقوس الكهربائي اليدوي، حسب طبيعة المشغولة ومكان العمل.
- يتعرّف أهمّ مكمّلات اللحام.

متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأوّلية
• معدّات السلامة والصحّة المهنية. • آلة اللحام ذات التيّار المستمرّ (المباشر). • آلة اللحام ذات التيّار المتناوب. • مكمّلات اللحام.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1	تعرّف آلة اللحام ذات التيّار المستمر (المباشر). ومن مزايا هذه الآلة: - ملاءمتها لأنواع الإلكترودات جميعها، مع إمكانية تغيير نوع القطبية. - القدرة على اختيّار تيّار مستمر، ويكون الإلكترود موصولًا على القطب الموجب أو السالب. - مصمّمة خصّيصًا للعمل خارج الورش، وفي المناطق التي لا يتوافر فيها التيّار الكهربائي؛ إذ توجد أنواع من هذه الآلة تعمل بالوقود.	
2	تعرّف آلة لحام ذات التيّار المتناوب (المتردّد). ومن مزايا هذه الآلة: - بساطة التركيب وسهولة الصيانة. - صغيرة الحجم وخفيفة الوزن ورخيصة الثمن، بالمقارنة مع أنواع آلات اللحام الأخرى.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
	- اللحام بوساطة هذه الآلة يُعطي اختراقًا معتدلًا، ويمكن استعمال إلكترودات بأقطار كبيرة مع تيّار متناوب؛ للحصول على نسبة ترسيب لمعدن اللحام بسرعة كبيرة. - إمكانية تزويدها بالطاقة من شبكة الكهرباء المحلّية. - انخفاض مستوى الضجيج الصادر من الآلة. - عدم انحباس الخبث داخل خطّ اللحام، ما يُنتج خطوط لحام منتظمة خالية من الشوائب.	
3	تعرّف مكمّلات اللحام المستعملة في عمليات اللحام بالقوس الكهربائي. وأهمّها: - أكبال اللحام. - موصلات كيبل اللحام. - مقبض إلكترود اللحام. - مربط الكبل الأرضي. - مطرقة اللحام. - فرشاة السلك.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
4	تعرّف أدوات الوقاية الشخصية المستعملة في عمليات اللحام بالقوس الكهربائي، وأهمّها: - ملابس اللحام. - خوذة اللحام.	

القياس والتقويم

1 - قارن بين آلات اللحام ذات التيّار المتناوب وذات التيّار المستمر، من حيث: كمّية الحرارة المتولدة على الإلكترود، وسُمك القطع المراد لحامها.

2 - اذكر (5) من أدوات السلامة المستعملة في عمليات اللحام بالقوس الكهربائي.

التمارين العملية :

التمرين الثاني: المهارات الفنّية العامة اللازمة لتشغيل آلة اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي

يُتوقّع من الطالب بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- يُجهّز محطّة اللحام بالقوس الكهربائي.
- يضبط تيّار اللحام المناسب على آلة اللحام، ويُشغّلها لبدء عملية اللحام.
- يختار الإلكترود المناسب حسب سُمك معدن قطعة العمل ونوعه، ووضع اللحام.

متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأوّلية
• معدّات السلامة والصحّة المهنية. • آلة اللحام ذات التيّار المستمرّ (المباشر). • آلة اللحام بالقوس الكهربائي. • إلكترودات لحام مختلفة الأقطار والرموز. • مكمّلات اللحام.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1	- تفحّص الأجزاء الكهربائية لآلة اللحام ووصلاتها من الاهتراء وخلوّها من الشقوق، وتأكّد من جاهزيتها.	
2	- ثبّت كبل القطب السالب (الرجوع) في مكانة المخصّص على آلة اللحام بالقوس الكهربائي.	
3	- ثبّت كبل اللحام القطب الموجب (مقبض إلكترود اللحام) في مكانة المخصّص على آلة اللحام بالقوس الكهربائي.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
4	- اضبط التيّار المناسب حسب سُمك قطعة العمل المراد لحامها بوساطة مفتاح الضبط.	
5	- تأكّد من جاهزية الآلة وصِلها بالتيّار الكهربائي، ثمّ اضغط مفتاح التشغيل.	
6	- اختر إلكترود اللحام المناسب من حيث نوع الإلكترود والقطر، بناءً على سُمْك المعدن المراد لحامه حسب وضع اللحام المطلوب.	

القياس والتقويم

1 - ما المقصود برمز سلك اللحام (E6013)؟

2 - كيف يجري توصيل دارة اللحام ذات التيّار المستمر بقطبية معكوسة؟

التمارين العملية :

التمرين الثالث:

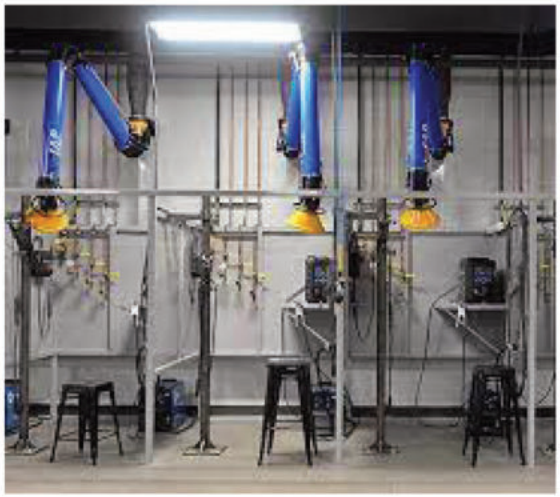
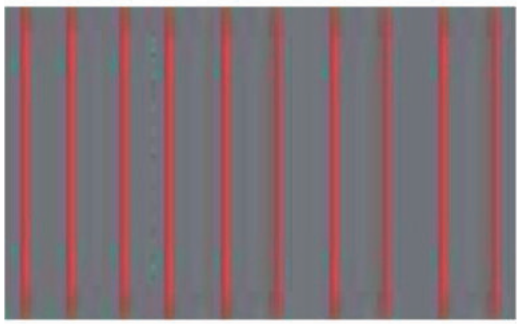
لحام خطوط مستقيمة سطحية بالقوس الكهربائي اليدوي في الوضع الأرضي، على قطعة عمل من الفولاذ الطري، أبعادها (6×100×150)mm

يُتوقّع من الطالب بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

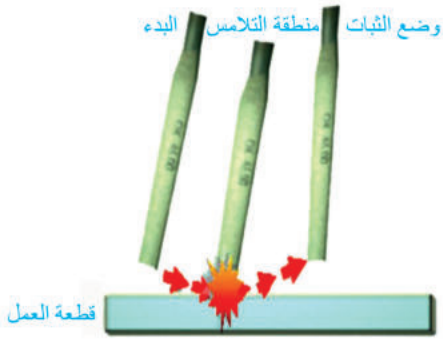
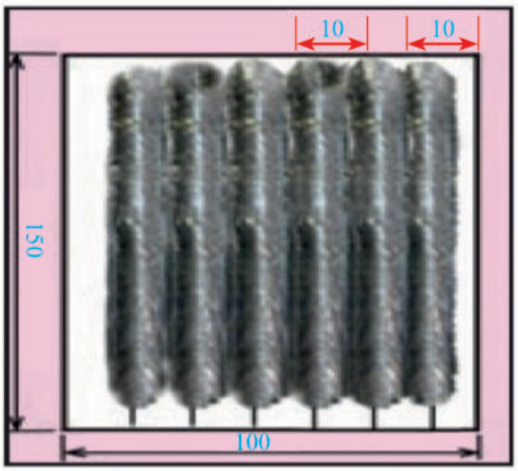
- يلحم خطوطًا مستقيمة سطحية في الوضع الأرضي باستعمال آلة اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي.

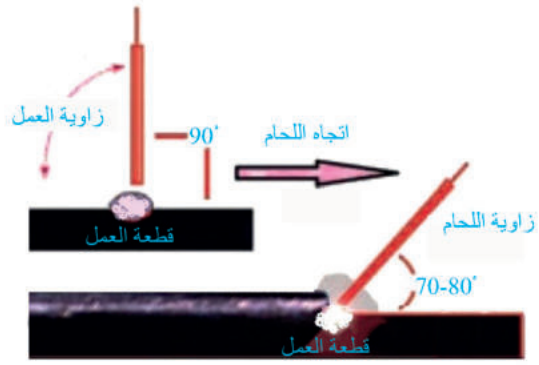
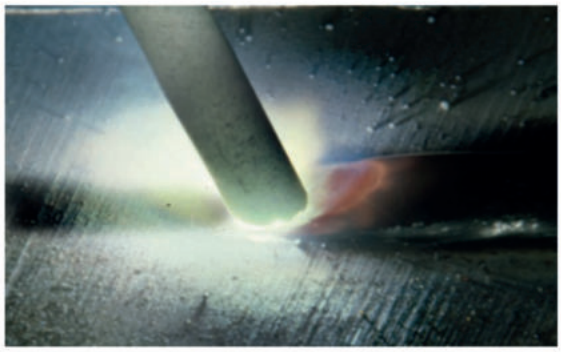
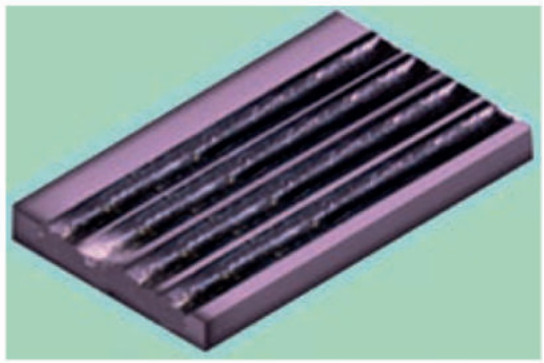
متطلّبات تنفيذ التمرين:

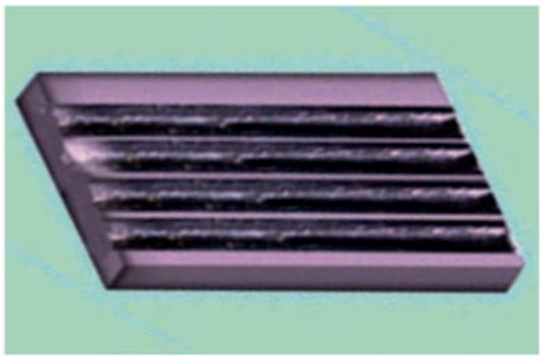
العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأوّلية
• معدّات السلامة والصحّة المهنية. • أدوات تخطيط ومطرقة. • محطّة لحام بالقوس الكهربائي.	• قطعة عمل من الفولاذ الطري، أبعادها (6 × 100 × 150)mm • إلكترود لحام قطره (3.25) mm

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1	- تأكّد من جاهزية مكان العمل من حيث النظافة والتهوية والإنارة.	
2	- خطّط قطعة العمل الخاصة بالتمرين، بعد تنظيفها جيّدًا من الأوساخ والصدأ والزيوت والشحوم باستعمال أدوات التنظيف المتاحة وفرشاة السلك.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
3	- جهّز محطّة اللحام بالقوس الكهربائي، وتأكّد من صلاحية أجزائها، ثمّ ارتدِ أدوات السلامة العامّة الخاصّة باللحام.	
4	- شغّل آلة اللحام.	
5	- ركّب إلكترود اللحام في مقبض اللحام بالطريقة الصحيحة في المكان المخصّص.	
6	- ثبّت الماسك الأرضي بطاولة العمل، ثمّ ثبّت قطعة العمل على طاولة العمل بحيث تكون جاهزة للحام في الوضع الأرضي.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
7	- تأكّد من عدم ملامسة إلكترود اللحام ومقبض اللحام لطاولة العمل، وأنّه معلّق في مكانه الصحيح.	
8	- اضبط تيّار اللحام بما يتناسب وسُمك قطعة العمل المراد لحامها.	
9	- أشعل القوس الكهربائي، إمّا بالنقر وإمّا بالخدش.	
10	- ابدأ بلحام خطوط ثابتة مستقيمة ومتوازية باستعمال الحركة الموجية، حتّى تصل إلى درجة الإتقان.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
11	- حافظ على زوايا اللحام (الحركة، العمل).	
12	- حافظ على طول القوس وسرعة اللحام طوال عملية اللحام.	
13	- ابدأ بلحام خطوط مستقيمة فوق خطوط العلام جميعها.	
14	- بعد الانتهاء من التمرين، أغلق آلة اللحام بالقوس الكهربائي.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
15	- نظّف القطعة الملحومة بعد أن تهبط درجة حرارتها إلى درجة حرارة الغرفة.	
16	- قارن لحامك باللحام الموضّح في الشكل المجاور.	
17	- تعرّف العيوب الموجودة في لحامك؛ عن طريق اطّلاعك على الصور في الدرس الرابع والجدول الملحق صفحة (225) لمعرفة السبب المحتمل لذلك.	

القياس والتقويم

1 - ما طرائق إشعال القوس الكهربائي؟

2 - اكتب قِيَم زاوية اللحام وزاوية العمل، عند لحام خطوط مستقيمة في الوضع الأرضي.

التمارين العملية :

التمرين الرابع:

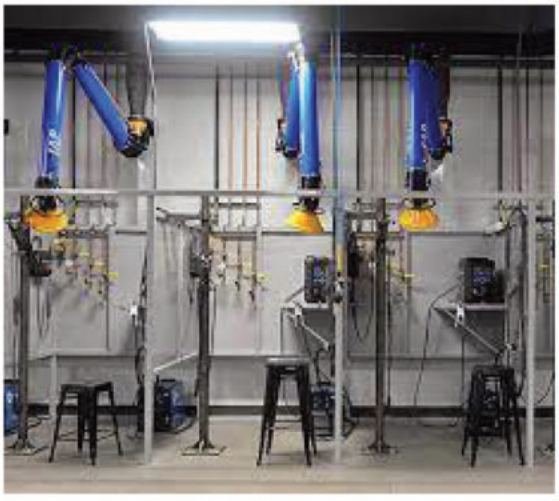
لحام وصلة تناكبية مفتوحة من قطعتين من الفولاذ الطري، أبعادها mm(150×50×6)، بالقوس الكهربائي اليدوي في الوضع الأرضي

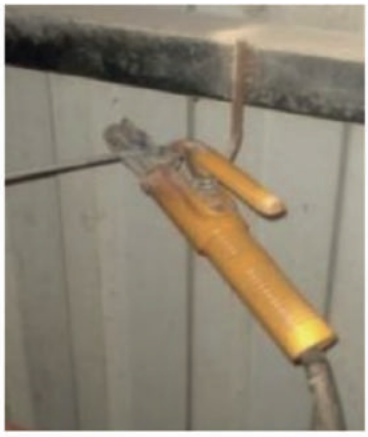
يُتوقّع من الطالب بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

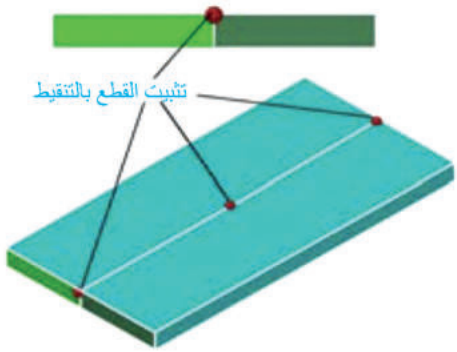
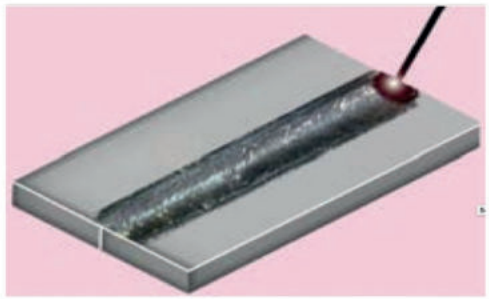
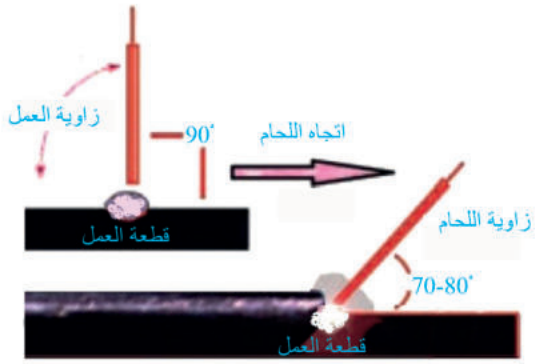
• يلحم وصلة تناكبية مفتوحة من قطعتين من الفولاذ الطري، أبعادها: mm(150×50×6)، بالقوس الكهربائي اليدوي بالوضع الأرضي.

متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأوّلية
• معدّات السلامة والصحّة المهنية. • أدوات التخطيط والعلام (سُنبك، وخطّاط، ومسطرة، وحجر علام، وطباشير)، وأدوات التنظيف المختلفة (مطرقة لحام، وفرشاة سلكية، وإزميل وملقط لحام، ومطرقة). • محطّة لحام بالقوس الكهربائي.	• قطعة عمل من الفولاذ الطري، أبعادها (6 × 50 × 150)mm • إلكترودات لحام: (E 60 10)، (E 60 12)، (E 60 13)، أقطارها (3.25) mm

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1	- تأكّد من جاهزية مكان العمل من حيث النظافة والتهوية والإنارة.	
2	- جهّز قِطَع العمل الخاصّة بالتمرين بعد تنظيفها جيّدًا من الأوساخ والصدأ والزيوت والشحوم، مستعملًا أدوات التنظيف المتاحة وفرشاة سلكية.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
3	- اختر إلكترود اللحام، وثبّته في مقبض اللحام بالطريقة الصحيحة، وفي المكان المخصّص.	
4	- ضع قطعتَي العمل على طاولة اللحام في الوضع الأرضي.	
5	- تأكّد من عدم ملامسة إلكترود اللحام ومقبض اللحام لطاولة العمل، وأنّه معلّق في مكانه الصحيح.	
6	- شغّل آلة اللحام، ثمّ اضبط تيّار اللحام بما يتناسب وسُمك قطعة العمل المراد لحامها.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
7	- ثبّت قطعتَي العمل بالتنقيط.	
8	- أشعل القوس الكهربائي، إمّا بالنقر وإمّا بالخدش. - ابدأ بلحم القطعتين بحيث تكون القطع ملتصقة مع بعضها تمامًا. ويكون خطّ اللحام موزّعًا على القطعتين بالتساوي؛ باستعمال حركة موجية بسيطة.	
9	- حافظ على زوايا اللحام (زاوية الحركة، وزاوية العمل)، وحافظ على طول القوس وسرعة اللحام طوال عملية اللحام.	
10	- بعد الانتهاء من التمرين، أغلق آلة اللحام بالقوس الكهربائي.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
11	- نظّف القطعة الملحومة بعد أن تهبط درجة حرارتها إلى درجة حرارة الغرفة، ثمّ قارن لحامك باللحام الموضّح بالشكل.	
12	- تعرّف العيوب الموجودة في لحامك عن طريق اطّلاعك على الصور في الدرس الرابع والجدول الملحق صفحة (225) لمعرفة السبب المحتمل لذلك.	

القياس والتقويم

1 - وضّح فائدة ربط قطعتَي العمل بالتنقيط قبل لحامهما.

2 - اكتب قِيَم زاوية اللحام وزاوية العمل، عند لحام وصلة تناكبية مغلقة في الوضع الأرضي.

التمارين العملية :

التمرين الخامس:

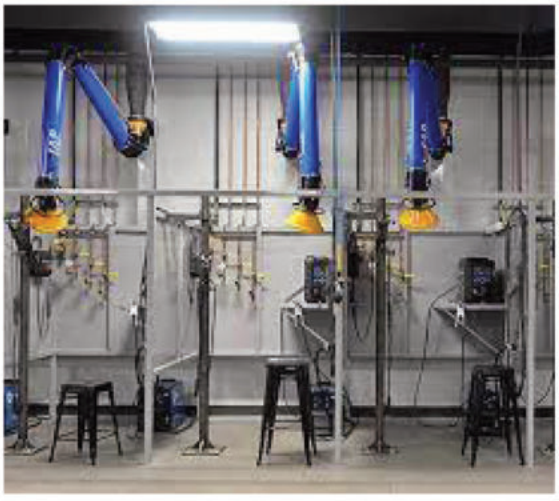
لحام وصلة تناكبية مفتوحة من قطعتين من الفولاذ الطري، أبعادها mm(150×50×6)، بالقوس الكهربائي اليدوي في الوضع الأرضي

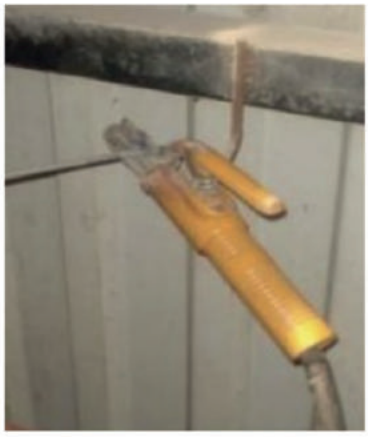
يُتوقّع من الطالب بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

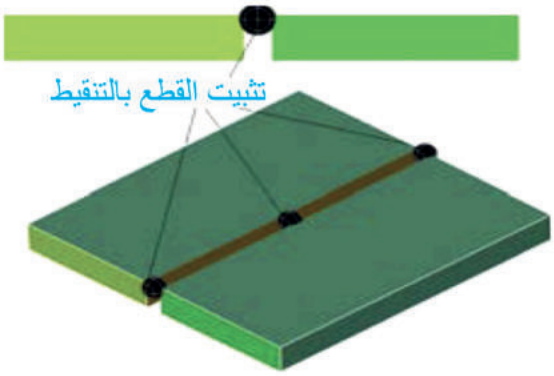
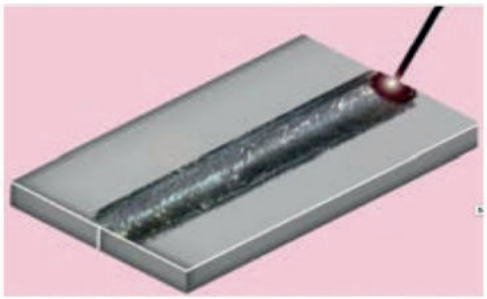
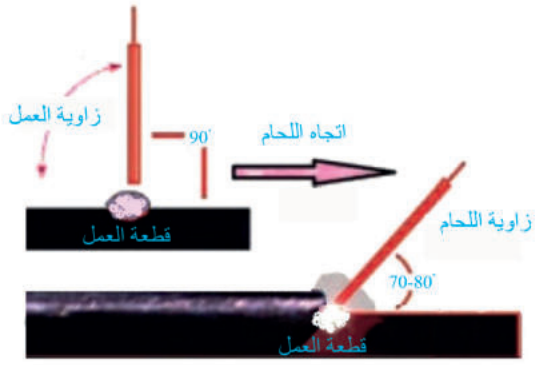
• يلحم وصلة تناكبية مفتوحة من قطعتين من الفولاذ الطري، أبعادها: mm(150×50×6)، بالقوس الكهربائي اليدوي بالوضع الأرضي.

متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأوّلية
• معدّات السلامة والصحّة المهنية. • أدوات التخطيط والعلام (سُنبك، وخطّاط، ومسطرة، وحجر علام، وطباشير)، وأدوات التنظيف المختلفة (مطرقة لحام، وفرشاة سلكية، وإزميل وملقط لحام، ومطرقة). • محطّة لحام بالقوس الكهربائي.	• قطعة عمل من الفولاذ الطري، أبعادها (6 × 50 × 150) mm • إلكترودات لحام: (E 60 10) (E 60 12) (E 60 13)، أقطارها (3.25) mm

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1	- تأكّد من جاهزية مكان العمل من حيث النظافة والتهوية والإنارة.	
2	- جهّز قِطَع العمل الخاصّة بالتمرين بعد تنظيفها جيّدًا من الأوساخ والصدأ والزيوت والشحوم، مستعملًا أدوات التنظيف المتاحة وفرشاة سلكية.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
3	- اختر إلكترود اللحام، وثبّته في مقبض اللحام بالطريقة الصحيحة في المكان المخصّص.	
4	- ضع قطعتَي العمل على طاولة اللحام في الوضع الأرضي.	
5	- تأكّد من عدم ملامسة إلكترود اللحام ومقبض اللحام لطاولة العمل، وأنّه معلّق في مكانه الصحيح.	
6	- شغّل آلة اللحام، ثمّ اضبط تيّار اللحام بما يتناسب وسُمك قطعة العمل المراد لحامها.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
7	- ثبّت قطعتَي العمل بالتنقيط.	
8	- أشعل القوس الكهربائي، إمّا بالنقر وإمّا بالخدش. - ابدأ بلحم القطعتين بحيث تكون القطع مفتوحة مساوية لقطر سلك اللحام. ويكون خطّ اللحام موزّعًا على القطعتين بالتساوي باستعمال حركة موجية بسيطة.	
9	- حافظ على زاويتي اللحام: (زاوية الحركة، وزاوية العمل)، وحافظ على طول القوس وسرعة اللحام طوال عملية اللحام.	
10	- بعد الانتهاء من التمرين، أغلق آلة اللحام بالقوس الكهربائي.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
11	- نظّف القطعة الملحومة بعد أن تهبط درجة حرارتها إلى درجة حرارة الغرفة، ثمّ قارن لحامك باللحام الموضّح بالشكل.	
12	- تعرّف العيوب الموجودة في لحامك؛ عن طريق اطّلاعك على الصور في الدرس الرابع والجدول الملحق صفحة (225) لمعرفة السبب المحتمل لذلك.	

القياس والتقويم

1 - ما الفرق بين الوصلة التناكبية المغلقة والوصلة التناكبية المفتوحة؟

2 - اكتب قِيَم زاوية اللحام وزاوية العمل، عند لحام وصلة تناكبية مفتوحة في الوضع الأرضي؟

التمارين العملية :

التمرين السادس:

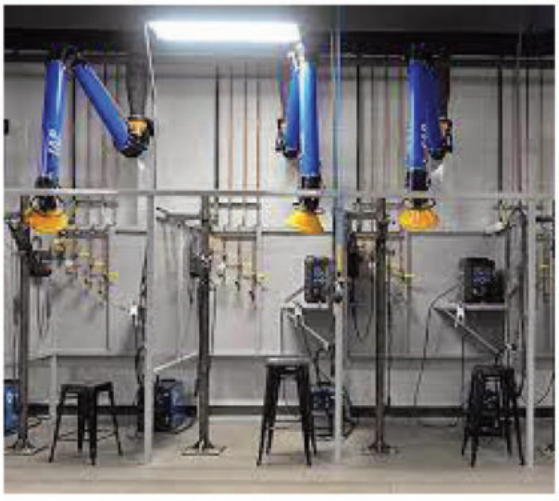
لحام وصلة تناكبية شطفة مفردة من قطعتين من الفولاذ الطري، أبعادهما (6×50×150)mm، بالقوس الكهربائي اليدوي في الوضع الأرضي

يُتوقّع من الطالب بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

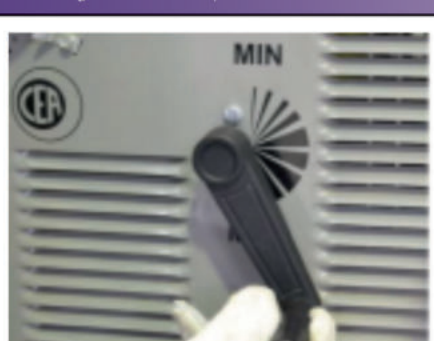
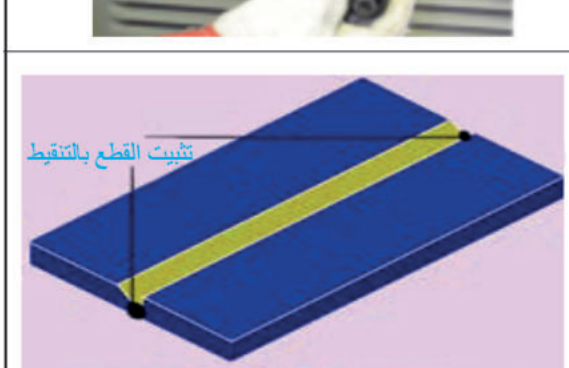
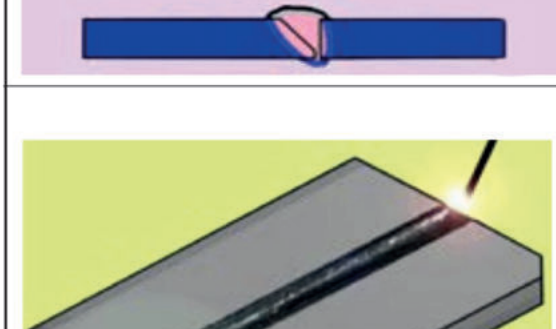
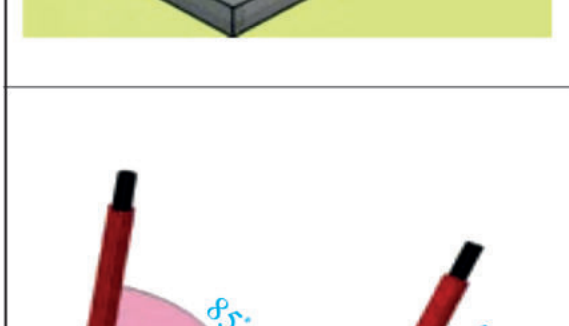
• يلحم وصلة تناكبية شطفة مفردة من قطعتين من الفولاذ الطري، أبعادها: (6×50×150)mm، بالقوس الكهربائي اليدوي في الوضع الأرضي.

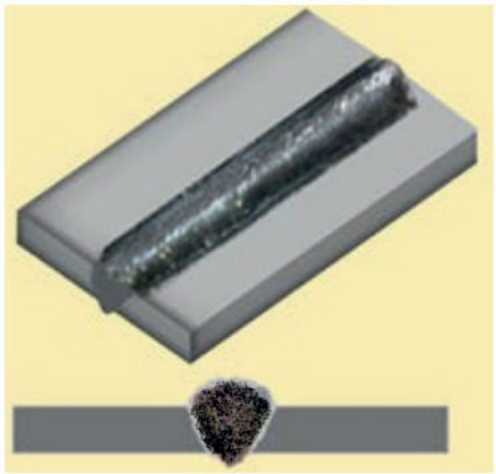
متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأوّلية
• معدّات السلامة والصحّة المهنية. • أدوات التخطيط والعلام (سُنبك، وخطّاط، ومسطرة، وحجر علام، وطباشير)، وأدوات التنظيف المختلفة (مطرقة لحام، وفرشاة سلكية، وإزميل وملقط لحام، ومطرقة). • محطّة لحام بالقوس الكهربائي.	• قطعة عمل من الفولاذ الطري، أبعادها (6 × 50 × 150) mm • إلكترودات لحام: (E 60 10)، (E 60 12)، (E 60 13)، أقطارها (3.25) mm

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1	- تأكّد من جاهزية مكان العمل من حيث النظافة والتهوية والإنارة.	
2	- جهّز قِطَع العمل الخاصّة بالتمرين بعد تنظيفها جيّدًا من الأوساخ والصدأ والزيوت والشحوم، مستعملًا أدوات التنظيف المتاحة وفرشاة سلكية.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
3	- اشطف إحدى القطعتين بزاوية (30°) تقريبًا باستعمال آلة الجلخ اليدوي	
4	- اختر إلكترود اللحام، وثبّته في مقبض اللحام بالطريقة الصحيحة في المكان المخصّص.	
5	- ضع قطعتَي العمل على طاولة اللحام في الوضع الأرضي.	
6	- تأكّد من عدم ملامسة إلكترود اللحام ومقبض اللحام لطاولة العمل، وأنّه معلّق في مكانه الصحيح.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
7	- شغّل آلة اللحام، ثمّ اضبط تيّار اللحام بما يتناسب وسُمك قطعة العمل المراد لحامها.	
8	- ثبّت قطعتَي العمل بالتنقيط.	
9	- أشعل القوس الكهربائي، إمّا بالنقر وإمّا بالخدش. - ابدأ بلحم القطعتين بحيث تكون القطع ملتصقة مع بعضها تمامًا. ويكون خطّ اللحام موزّعًا على القطعتين بالتساوي باستعمال حركة تموجية بسيطة.	
10	- حافظ على زاويتي اللحام: (زاوية الحركة، وزاوية العمل)، وحافظ على طول القوس وسرعة اللحام طوال عملية اللحام.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
11	- بعد الانتهاء من التمرين، أغلق آلة اللحام بالقوس الكهربائي.	
12	- نظّف القطعة الملحومة بعد أن تهبط درجة حرارتها إلى درجة حرارة الغرفة، ثمّ قارن لحامك باللحام الموضّح بالشكل المجاور.	
13	- تعرّف العيوب الموجودة في لحامك؛ عن طريق اطّلاعك على الصور في الدرس الرابع والجدول الملحق صفحة (225) لمعرفة السبب المحتمل لذلك.	

القياس والتقويم

1 - كم تساوي قيمة الزاوية التي يجري شطف قطعة العمل بها، في الوصلة التناكبية بشطفة مفردة؟

2 - اكتب قِيَم زاوية اللحام وزاوية العمل، عند لحام وصلة تناكبية بشطفة مفردة في الوضع الأرضي.

التمارين العملية :

التمرين السابع:

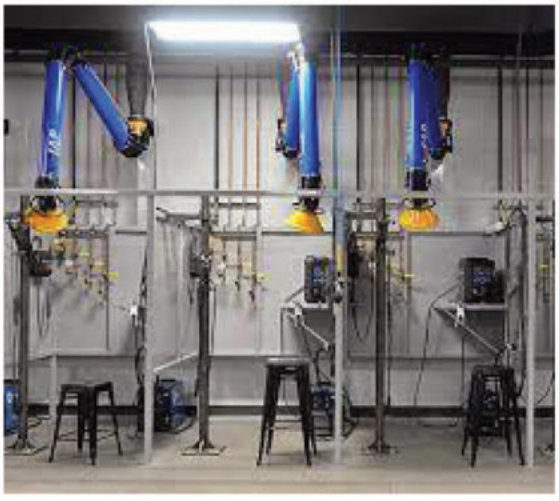
لحم وصلات زاوية (خارجية مفتوحة، وداخلية على شكل حرف (T)، وتطابقية) من قطعتين من الفولاذ الطري، أبعادها: (6×50×150)mm، بالقوس الكهربائي اليدوي في الوضع الأرضي

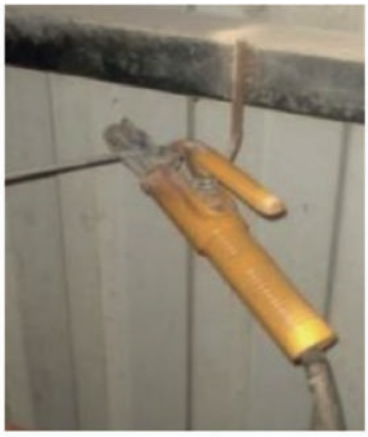
يُتوقّع من الطالب بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

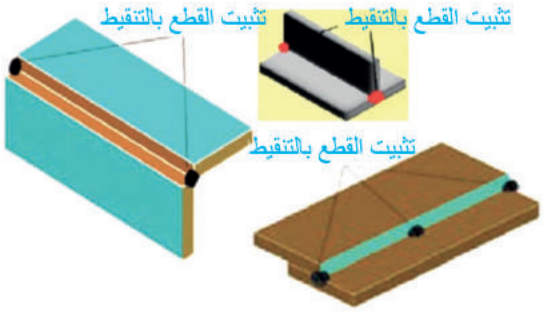
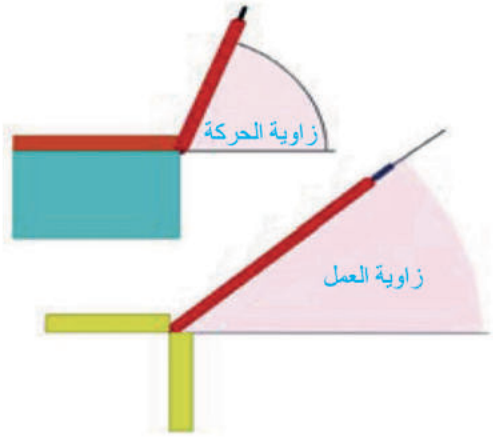
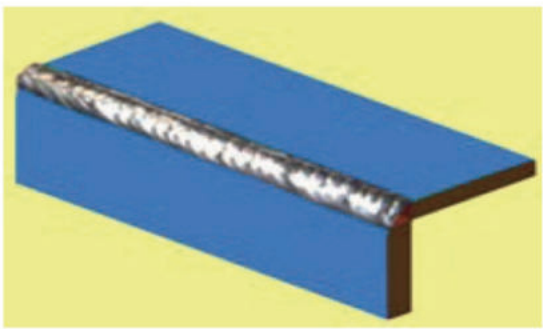
• يلحم وصلة زاوية خارجية مفتوحة من قطعتين من الفولاذ الطري، أبعادها: (6×50×150)mm، بالقوس الكهربائي اليدوي بالوضع الأرضي.

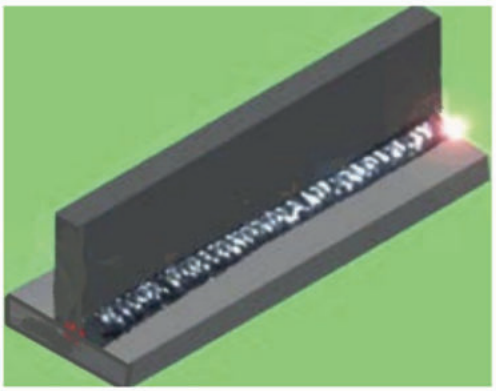
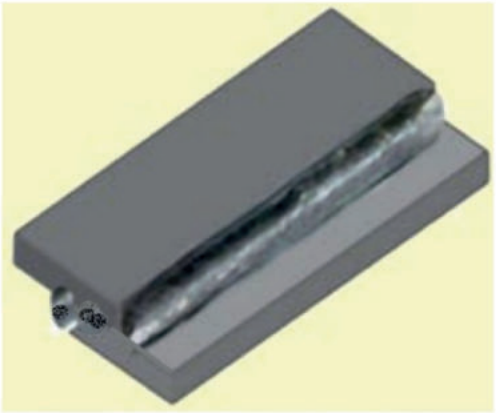
متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأوّلية
• معدّات السلامة والصحّة المهنية. • أدوات التخطيط والعلام (سُنبك، وخطّاط، ومسطرة، وحجر علام، وطباشير)، وأدوات التنظيف المختلفة (مطرقة لحام، وفرشاة سلكية، وإزميل وملقط لحام، ومطرقة). • محطّة لحام بالقوس الكهربائي.	• قطعة عمل من الفولاذ الطري، أبعادها (6 × 50 × 150) mm • إلكترودات لحام: (E 60 10)، (E 60 12)، (E 60 13)، أقطارها (3.25) mm

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1	- تأكّد من جاهزية مكان العمل من حيث النظافة والتهوية والإنارة.	
2	- جهّز قِطَع العمل الخاصّة بالتمرين بعد تنظيفها جيّدًا من الأوساخ والصدأ والزيوت والشحوم، مستعملًا أدوات التنظيف المتاحة وفرشاة سلكية.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
3	- اختر إلكترود اللحام، وثبّته في مقبض اللحام بالطريقة الصحيحة في المكان المخصّص.	
4	- ضع قطعتَي العمل على طاولة اللحام في الوضع الأرضي، بحيث تُشكّلان وصلة الزاوية المطلوبة.	
5	- تأكّد من عدم ملامسة إلكترود اللحام ومقبض اللحام لطاولة العمل، وأنّه معلّق في مكانه الصحيح.	
6	- شغّل آلة اللحام، ثمّ اضبط تيّار اللحام بما يتناسب وسُمك قطعة العمل المراد لحامها.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
7	- ثبّت قطعتَي العمل بالتنقيط.	
8	- ابدأ بلحام قطعتَي العمل، بحيث تكون زاوية العمل (45°)، وزاوية ميلان الإلكترود عن محور خطّ اللحام تتراوح بين (70° –80°)؛ كي يترسّب معدن اللحام على القطعتين بالتساوي كما في الشكل (2)، وحافظ على طول القوس وسرعة اللحام طوال عملية اللحام.	
9	- بعد الانتهاء من التمرين، أغلق آلة اللحام بالقوس الكهربائي.	
10	- نظّف القطعة الملحومة بعد أن تهبط درجة حرارتها إلى درجة حرارة الغرفة، ثمّ قارن لحامك باللحام الموضّح بالشكل المجاور.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
11	- بالخطوات نفسها، الحم وصلة لحام داخلية على شكل حرف (T)، وقارن لحامك باللحام الموضّح بالشكل.	
12	- الحم وصلة لحام داخلية (تطابقية)، وقارن لحامك باللحام الموضّح بالشكل المجاور.	
13	- تعرّف العيوب الموجودة في لحامك؛ عن طريق اطّلاعك على الصور في الدرس الرابع والجدول الملحق صفحة (225) لمعرفة السبب المحتمل لذلك.	

القياس والتقويم

1 - هل يوجد فرق في عمليات لحام كلّ من الوصلة التطابقية ووصلة حرف T، من حيث زوايا اللحام وحركات الإلكترود، في الوضع الأرضي؟

2 - اكتب قِيَم زاوية اللحام وزاوية العمل عند لحام وصلة تطابقية في الوضع الأرضي.

التمارين العملية :

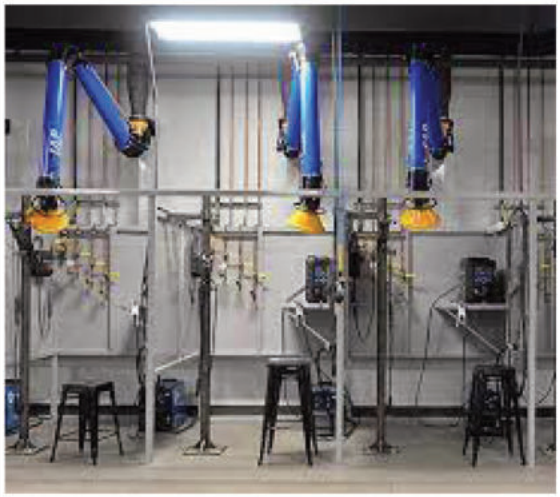
التمرين الثامن: لحام سطحي باستعمال آلة اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي، في الوضع الأفقي

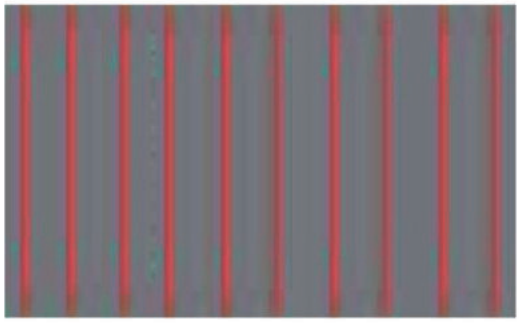
يُتوقّع من الطالب بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

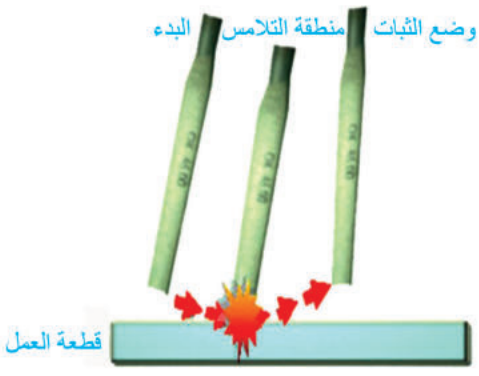
- يُجهّز قطعة العمل، ويُثبّتها على طاولة اللحام في الوضع الأفقي.
- يختار التيّار المناسب لعملية اللحام.
- يلحم خطوطًا مستقيمة وخطوطًا تموّجية بالقوس الكهربائي اليدوي في الوضع الأفقي، على قِطَع عمل من الفولاذ الطري، أبعادها (6 × 100 × 150)mm .

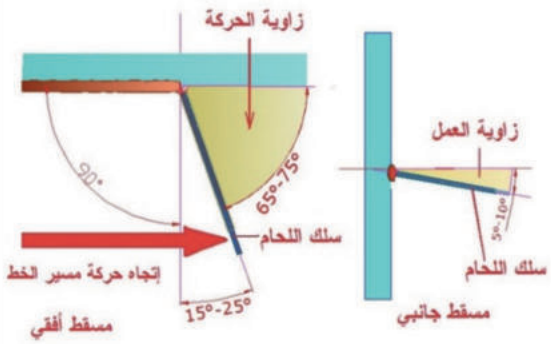
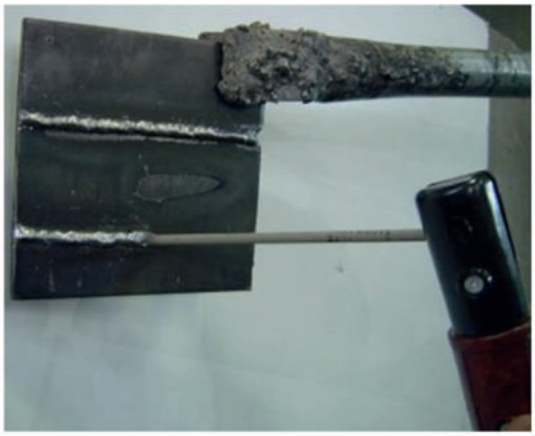
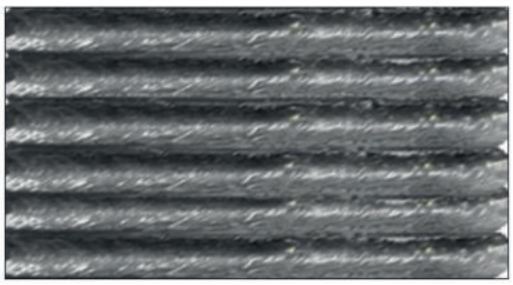
متطلّبات تنفيذ التمرين:

العُدَد اليدوية والتجهيزات	المواد الأوّلية
• معدّات السلامة والصحةّ المهنية. • أدوات التخطيط والعلام (سُنبك، وخطّاط، ومسطرة، وحجر علام، وطباشير)، وأدوات التنظيف المختلفة (مطرقة لحام، وفرشاة سلكية، وإزميل وملقط لحام، ومطرقة). • محطّة لحام بالقوس الكهربائي • حامل ومربط للوضع الأفقي.	• قطعة عمل من الفولاذ الطري، أبعادها (6 × 100 × 150) mm • إلكترود لحام قطره: (2.5) mm، (3.25) mm.

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1	- تأكّد من جاهزية مكان العمل من حيث النظافة والتهوية والإنارة.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
2	- خطّط قطعة العمل الخاصة بالتمرين، بعد تنظيفها جيّدًا من الأوساخ والصدأ والزيوت والشحوم؛ باستعمال أدوات التنظيف المتاحة وفرشاة السلك.	
3	- جهّز محطّة اللحام بالقوس الكهربائي، وتأكّد من صلاحية أجزائها، ثمّ ارتدِ أدوات السلامة العامّة الخاصّة باللحام.	
4	- شغّل آلة اللحام.	
5	- ركّب إلكترود اللحام في مقبض اللحام بالطريقة الصحيحة في المكان المخصّص.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
6	- ثبّت الماسك الأرضي بطاولة العمل، ثمّ ثبّت قطعة العمل على طاولة العمل بحيث تكون جاهزة للحام في الوضع الأرضي.	
7	- تأكّد من عدم ملامسة إلكترود اللحام ومقبض اللحام لطاولة العمل، وأنّه معلّق في مكانه الصحيح.	
8	- اضبط تيّار اللحام بما يتناسب وسُمك قطعة العمل المراد لحامها.	
9	- أشعل القوس الكهربائي، إمّا بالنقر وإمّا بالخدش.	

	خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
10	- ابدأ بلحام خطّ مستقيم حسب التخطيط، بحيث تحافظ على زاوية الحركة وزاوية العمل؛ مستعملًا قوسًا قصيرًا ومناسبًا للتيّار، وحافظ على ثبات القوس وسرعة اللحام؛ كي تُسيطر على بركة الصهر بحركة تردّدية بسيطة وتتفادى التحفير في أعلى الخطّ، والتراكب في الأسفل.	
11	- اترك قطعة العمل حتّى تبرد، ثمّ نظّفها مستعملًا أدوات التنظيف المناسبة والآمنة المتاحة، حتّى تشاهد خطوط من دون تراكب. اعرضها على معلّمك، وخذ رأيه في ذلك، وواصل حتّى تُتقن خطوط لحام مستقيمة ومتوازية من دون عيوب، وإذا وجدت مشكلة استعن بمعلّمك. - بعد الانتهاء من التمرين أغلق آلة اللحام، ثم نظّف القطعة الملحومة بعد أن تهبط درجة حرارتها إلى درجة حرارة الغرفة.	
12	- قارن لحامك باللحام الموضّح في الشكل المجاور.	
13	- تعرّف العيوب الموجودة في لحامك عن طريق اطّلاعك على الصور في الدرس الرابع والجدول الملحق صفحة (225) لمعرفة السبب المحتمل لذلك.	

1 - اكتب قِيَم زاوية اللحام وزاوية العمل عند لحام خطوط مستقيمة في الوضع الأفقي.

2 - اقترح اسمًا لحركة إلكترود اللحام الواجب استعمالها؛ لتفادي عيب التحفر والتراكب عند اللحام في الوضع الأفقي.

ملحق عيوب اللحام وأسبابها المحتملة ومعالجتها في مبحث التدريب العملي

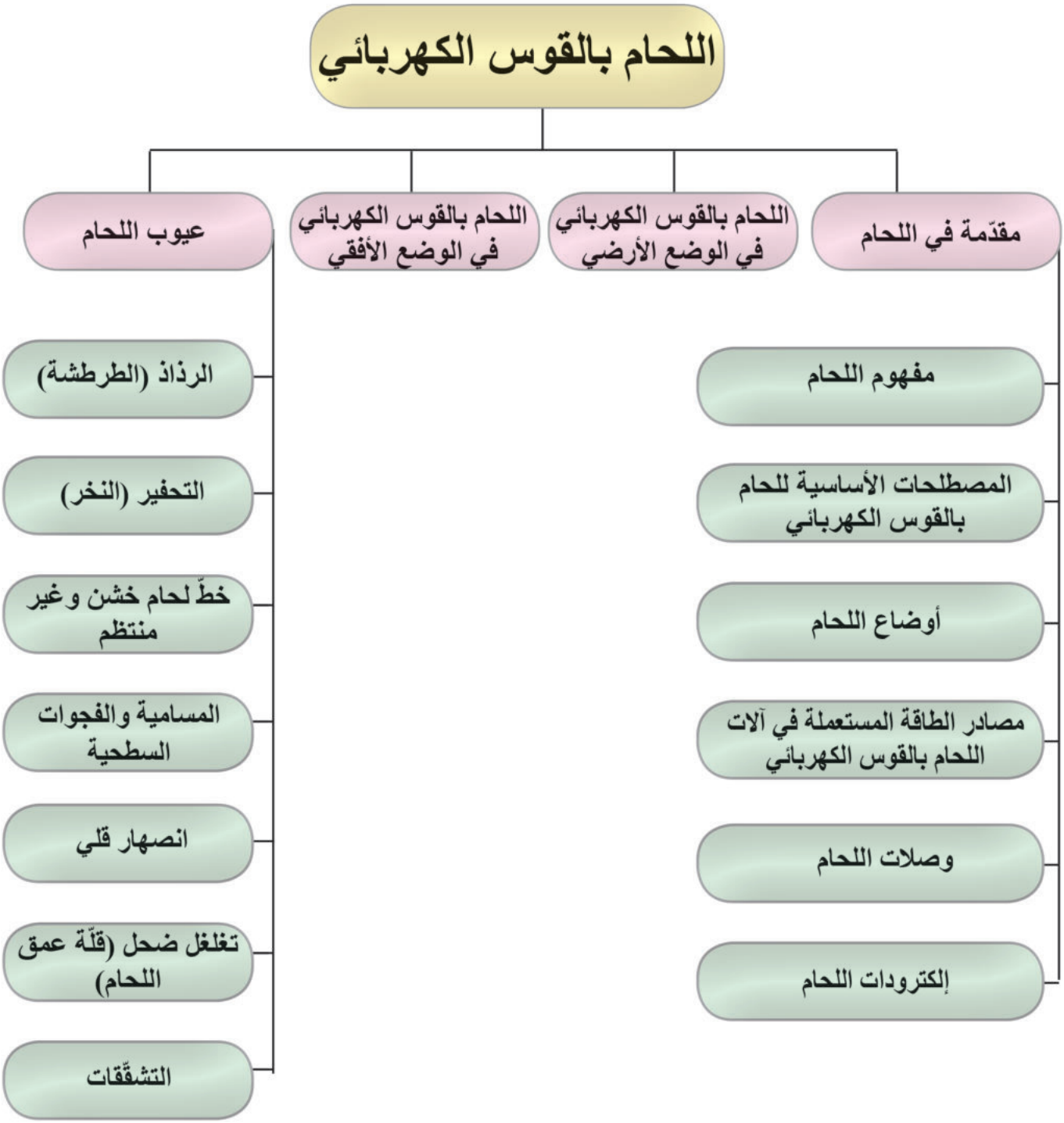
عيوب اللحام	الأسباب المحتملة	المعالجة
تشقّقات	تلوّث معدن الأساس ببعض العناصر كالكبريت والفسفور.	تقليل عمق التغلغل، أو تغيير تصميم الوصلة.
طرطشة	جريان المعدن المنصهر أمام القوس الكهربائي.	تعديل زاوية الإلكترود على خطّ اللحام.
طرطشة	انحراف القوس؛ بتأثير الحقول المغناطيسية.	محاذاة خطّ اللحام باتّجاه الانحراف.
	فجوة بين طرفي القطعة الملحومة.	تقليل الفجوة، أو استعمال حركة توّجية مناسبة
مسامية وفجوات سطحية	وجود صدأ أو رطوبة أو أوساخ.	تنظيف منطقة اللحام جيّدًا قبل اللحام.
لحام خشن وغير منتظم، طرطشة	رطوبة سلك اللحام.	التأكّد من جفاف أسلاك اللحام.
مسامية وفجوات سطحية	سرعة تجمّد بركة اللحام.	إبقاء البركة مدّة أطول؛ للتخلّص من الغازات.
تشقّقات، تحفير	زاوية الإلكترود غير مناسبة.	تعديل زاوية الإلكترود على خطّ اللحام.
تغلغل ضحل، تحفير	قطر الإلكترود كبير.	تبديل الإلكترود بقطر أصغر
مسامية وفجوات سطحية، طرطشة، تحفير	قوس كهربائي طويل.	تقليل طول القوس.
تغلغل ضحل، تحفير	سرعة لحام عالية.	ضبط سرعة اللحام.
	عدم نظافة الحوافّ.	تنظيف الحوافّ جيّدًا.
لحام خشن وغير منتظم	تيّار غير مناسب.	تعديل قيمة التيّار حسب توصيات المصنع.
لحام خشن وغير منتظم، طرطشة	قطبية غير صحيحة.	التأكّد من القطبية الصحيحة.
تشقّقات، طرطشة، تحفير	تيّار عالٍ.	تعديل قيمة التيّار ضمن الحد الموصى به.
تغلغل ضحل	تيّار قليل.	تعديل قيمة التيّار ضمن الحد الموصى به.

التقويم الذاتي

أستطيع بعد فهم هذا الدرس أن:

الرقم	مؤشر الأداء	ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أختار آلة اللحام المناسبة.			
2	أُطبّق تعليمات وقواعد السلامة المتعلّقة بلحام القوس الكهربائي.			
3	أُجهّز محطّة اللحام بالقوس الكهربائي، قبل البدء باللحام.			
4	أُحدّد نوع التيّار، وأضبط شدّة التيّار المناسبة.			
5	أُدرك مفهوم اللحام في الوضع الأرضي.			
6	أختار نوع الإلكترود المناسب وقطره للوضع الأرضي وخطّ اللحام.			
7	أُحافظ على زوايا ميل الإلكترود وطول قوس اللحام، في أثناء اللحام.			
8	ألحم خطوط لحام منتظمة ومستقيمة وخالية من العيوب.			
9	ألحم الوصلات المختلفة الخالية من العيوب، في الوضع الأرضي.			
10	ألحم خطوط لحام منتظمة ومستقيمة خالية من العيوب في الوضع الأفقي.			
11	أتخلّص من الخبث والشوائب باستعمال الأدوات الصحيحة الآمنة.			
12	أُحافظ على ممتلكات المشغل والمدرسة.			
13	أُدرك أسباب حدوث الانكماشات والتشوّهات للقطع الملحومة، وأستطيع تفاديها.			
14	أترك المجال لزملائي لاستعمال آلة اللحام عندما أُنهي العمل.			
15	أعمل بروح الفريق، وأتعاون مع المدرّب ومع زملائي.			

الخريطة المفاهيمية



مسرد المصطلحات

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية
التيار المتردد (المتناوب)	AC Current
الملزمة	Binding
المحامل	Bearing
زاوية الخلوص	Clearance angle
التشققات	Cracking
سرعة القطع	Cutting speed
عمق القطع	Cutting depth
زاوية القطع	Cutting angle
التيار المباشر (المستمر)	DC Current
التفريز السطحي	Face Milling
معدل التغذية	Feed rate
الجلخ	Grinding
أقراص الجلخ	Grinding Wheels
التفريز	Milling
المسامية	Porosity
خط لحام خشن	Rough Welding
فجوات سطحية	Surface Holes
اللحام	Welding
الرذاذ (الطرطشة)	Weld Spatter
التحفير (النخر)	Undercut

المصادر والمراجع

1 - فريد كولفن، فرانك ستانلي. فن التجليخ : الآلات والطرق المستعملة فعلًا في تشكيلة كبيرة من الأشغال، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة 1969م.

2 - محمد عبدالرحمن عناني، ابراهيم توفيق الرشيدي. حسابات قطع المعادن، مكتبة الخانجي للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة 1995.

3 - جورج شنايدر. تطبيقات عدد القطع، دار الرضوان للنشر والتوزي، عمان 2014م.

4 - رودلف جينسكي، عمليات قطع المعادن، المؤسسة الشعبية للتأليف، ألمانيا 1977م.

5- Bruce J. Black, Workshop Processes, Practices and Materials Fourth edition 2010.

6- Harold Hall, Tool and Cutter Sharpening, First Published by Special Interest Model Books Ltd, 2006.

7- Mikell P. Groover, Fundamentals of Modern Manufacturing. Material, Processes and System" Fourth Edition.

8- Robert H. Smith, Advanced Machine Work , Industrial Education Book Company Bostin, U.S.A, 7th Edition.2007

9- Serape Kalpak Jian and Steven R. Schmid, Manufacturing Engineering and Technology. Prentice Hall 2006.

10- U.K. Singh and Manish Dwivedi . Manufacturing Processes, Second Edition, New Age International Ltd. Published 2009.

تم بحمد الله تعالى