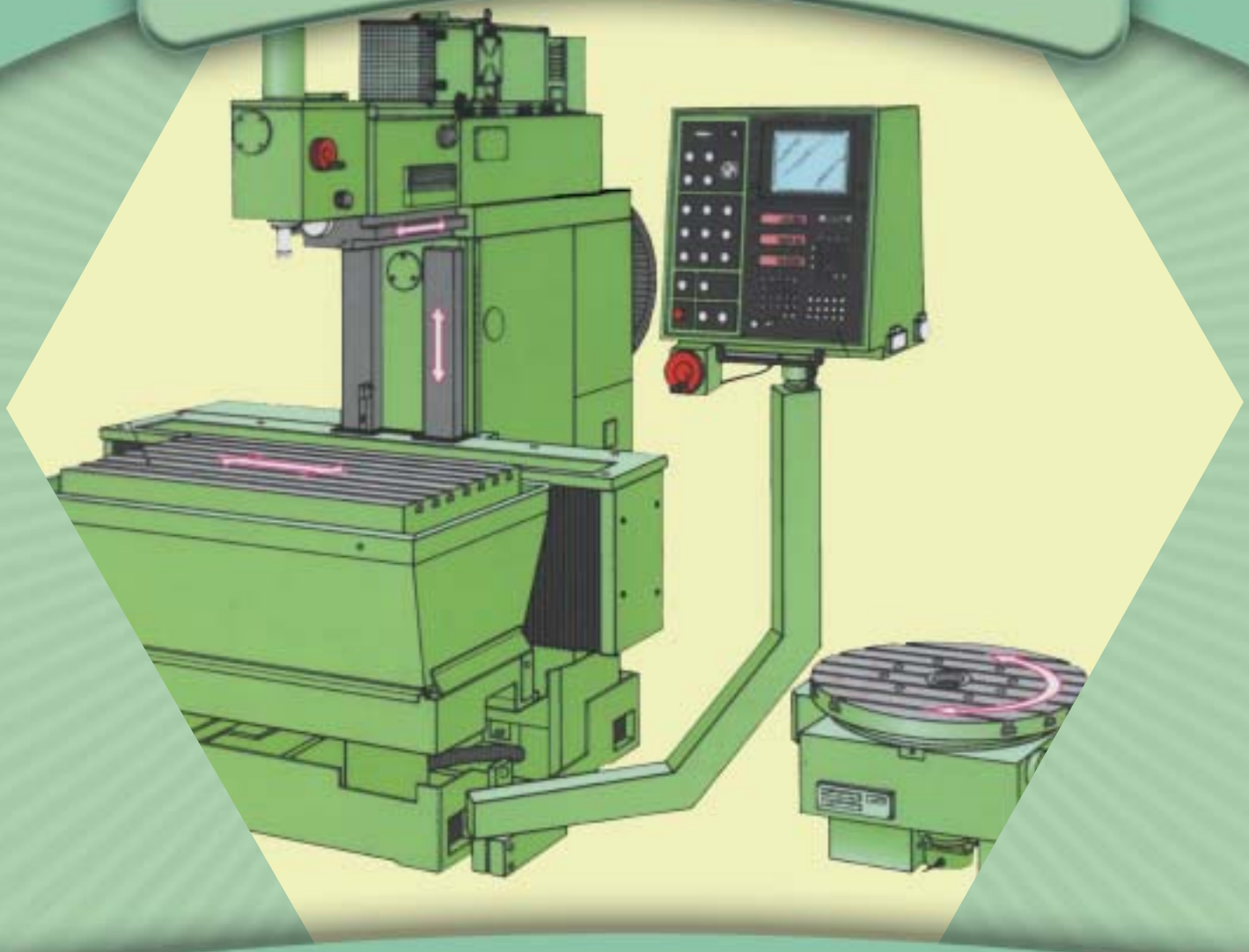
١١

دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم العالي

الفرع الصناعي

الخراطة والتسوية

للصف الأول الثانوي - الجزء الأول



بسم الله الرحمن الرحيم

دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم العالي

الخراطة والتسوية

الجزء الأول

للصف الأول الثانوي

الصناعي

المؤلفون

يوسف الفسفوس
عبدالله عبدالحفيظ
جلال السلايمة
نزيه الدراويش

م. عصام دويكات «مركز المناهج»

قررت وزارة التربية والتعليم العالي في دولة فلسطين
تدريس هذا الكتاب في مدارسها للعام الدراسي ٢٠٠٥ / ٢٠٠٦م

الإشراف العام

رئيس لجنة المناهج: د. نعيم أبو الحمص

مدير عام مركز المناهج: د. صلاح ياسين

مركز المناهج

إشراف تربوي : د.عمر أبوالحمص

الدائرة الفنية

- **إشراف إداري:** رائد بركات
- **تصميم:** شروق زيدان
- **الإعداد المحوسب للطباعة:** حمدان بحبوح
- **تحرير لغوي:** أحمد الخطيب
- **تنضيد:** سمر محمود عامر

الفريق الوطني لإعداد الخطوط العريضة لمنهاج التعليم المهني والتقني / الفرع الصناعي
تخصص: الخراطة والتسوية

عبد الله عبد الحفيظ — جلال السلايمة — وائل البظ

الطبعة الأولى التجريبية

٢٠٠٥م/ ١٤٢٦ هـ

© جميع حقوق الطبع محفوظة لوزارة التربية والتعليم العالي/ مركز المناهج

مركز المناهج – حي المصيون – شارع المعاهد – أول شارع على اليمين من جهة مركز المدينة
ص .ب ٧١٩ – رام الله – فلسطين
تلفون ٢٩٦٩٣٥٠-٢-٩٧٠+ ، فاكس ٢٩٦٩٣٧٧-٢-٩٧٠+
الصفحة الالكترونية: www.pcdc.edu.ps – العنوان الالكتروني: pcdc@palnet.com

تمهيد

رأت وزارة التربية والتعليم العالي ضرورة وضع منهاج يراعي الخصوصية الفلسطينية؛ لتحقيق طموحات الشعب الفلسطيني حتى يأخذ مكانه بين الشعوب. إن بناء منهاج فلسطيني يعد أساساً مهمّاً لبناء السيادة الوطنية للشعب الفلسطيني، وأساساً لترسيخ القيم والديمقراطية، وهوحق إنساني، وأداة تنمية للموارد البشرية المستدامة التي رسختها مبادئ الخطة الخمسية للوزارة.

وتكمن أهمية المنهاج في أنه الوسيلة الرئيسة للتعليم، التي من خلالها تتحقق أهداف المجتمع؛ لذا تولي الوزارة عناية خاصة بالكتاب المدرسي، أحد عناصر المنهاج؛ لأنه المصدر الوسيط للتعلم، والأداة الأولى بيد المعلم والطالب، إضافة إلى غيره من وسائل التعلم: الإنترنت، والحاسوب، والثقافة المحلية، والتعلم الأسري، وغيرها من الوسائط المساعدة.

أقرت الوزارة هذا العام (٢٠٠٥/ ٢٠٠٦)م تطبيق المرحلة الأولى من خطتها لمنهاج التعليم التقني والمهني، لكتب الصف الأول الثانوي (١١) بفروعه: الصناعي، والزراعي، والتجاري، والفندقي، والاقتصاد المنزلي(التجميل، تصنيع الملابس)وعدد الكتب ٦٤ كتاباً نظري وعملي، وسيتبعها كتب منهاج الصف الثاني الثانوي (١٢) في العام المقبل. وبها تكون وزارة التربية والتعليم العالي قد أكملت إعداد جميع الكتب المدرسية للتعليم العام للصفوف(١-١٢)، وتعمل الوزارة حالياً على توسيع البنية التحتية في مجال الشبكات والتعليم الإلكتروني، وعمل دراسات تقويمية وتحليلية لمناهج المراحل الثلاث، في جميع المباحث (أفقياً وعمودياً)؛ لمواصلة التطوير التربوي، وتحسين نوعية التعليم الفلسطيني.

وتعد الكتب المدرسية وأدلة المعلم التي أنجزت للصفوف الأحد عشر حتى الآن، وعددها يقارب ٣٥٠ كتاباً، ركيزة أساسية في عملية التعليم والتعلم، بما تشتمل عليه من معارف ومعلومات عُرضت بأسلوب سهل ومنطقي؛ لتوفير خبرات متنوعة، تتضمن مؤشرات واضحة، تتصل بطرائق التدريس، والوسائل والأنشطة وأساليب التقويم، وتتلاءم مع مبادئ الخطة الخمسية المذكورة أعلاه.

وتتم مراجعة الكتب وتنقيحها وإثراؤها سنويّاً بمشاركة التربويين والمعلمين والمعلمات الذين يقومون بتدريسها، وترى الوزارة الطبعات من الأولى إلى الرابعة طبعات تجريبية قابلة للتعديل والتطوير؛ كي تتلاءم مع التغيرات في التقدم العلمي والتكنولوجي ومهارات الحياة. إن قيمة الكتاب المدرسي الفلسطيني تزداد بمقدار ما يبذل فيه من جهود، ومن مشاركة أكبر عدد ممكن من المتخصصين في مجال إعداد الكتب المدرسية، الذين يحدثون تغييراً جوهريّاً في التعليم، من خلال العمليات الواسعة من المراجعة، بمنهجية رسخها مركز المناهج في مجالي التأليف والإخراج في طرفي الوطن الذي يعمل على توحيده.

إن وزارة التربية والتعليم العالي لايسعها إلا أن تتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى المؤسسات والمنظمات الدولية، والدول العربية والصديقة وبخاصة حكومة بلجيكا؛ لدعمها المالي لمشروع المناهج.

كما أن الوزارة لتفخر بالكفاءات التربوية الوطنية، التي شاركت في إنجاز هذا العمل الوطني التاريخي من خلال اللجان التربوية، التي تقوم بإعداد الكتب المدرسية، وتشكرهم على مشاركتهم بجهودهم المميزة، كلٌّ حسب موقعه، وتشمل لجان المناهج الوزارية، ومركزالمناهج، والإقرار، والمؤلفين، والمحررين، والمشاركين بورشات العمل، والمصممين، والرسامين، والمراجعين، والطابعين، والمشاركين في إثراء الكتب المدرسية من الميدان أثناء التطبيق.

وزارة التربية والتعليم العالي
مركز المناهج
أيلول ٢٠٠٥ م

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

الحمد لله رب العالمين . . والصلاة والسلام على أشرف الخلق والمرسلين ، سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين وبعد

بتوفيق من الله عز وجل نقدم هذا الكتاب المتواضع للفصل الأول في الرسم الصناعي لأبنائنا في الصف الحادي عشر الصناعي ، سائلين المولى عز وجل أن يكون عونا لهم في فهم أساسيات هذه المهارة المهمة في المجال الصناعي والتكنولوجي ويضعهم على بداية طريق الصناعة والإنتاج والتقدم التقني ، لينهضوا بهذا البلد الحبيب وينقلوه إلى ركب قطار التقدم التكنولوجي المنطلق في شتى بقاع الأرض .

فقد أدرجنا في الوحدة الأولى من هذا الكتاب أساسيات الرسم الصناعي وأبجدياته ، أما الوحدة الثانية فقد تضمنت بعض العمليات الهندسية المهمة والمشهورة والأساسية ، وقد اخترنا منها ما رأيناه مناسباً ومفيداً وتتكرر الحاجة إليه في التطبيقات القادمة في مجال الصناعة والإنتاج . وفي الوحدة الثالثة جرينا على غير المعهود في الكتب التقليدية وذلك بعد نقاش مطول ونتيجة لبعض الخبرة والمراس في تدريس هذه المواضيع ، فقد أفردنا هذه الوحدة لرسم المناظير المتعامدة كي ننمي مهارة التخيل والتصور في الأبعاد الثلاثة لدى الطالب قبل أن يدخل في مجال الإسقاط ، فاكتفينا في هذه الوحدة بتعريف الطالب على أهم طرق تمثيل المناظير المتعامدة وأثريناها بالأمثلة المتعددة والمختلفة لتحقيق الهدف من هذه الوحدة . أما الوحدة الرابعة والأخيرة فقد تناولت الإسقاط العمودي ورسم الساقط المتعامدة للمنظور ، كما تناولت تناولت مختلف أنواع الأسطح المتعامدة والمائلة والمنحنية ، وكذلك كتابة الأبعاد ومصطلحاتها ، وقد استخدمنا كل من الأرقام العربية والهندية كيفما اتفق بسبب شيوعهما . وقد أثرينا هذه الوحدة بكثير من الأمثلة والتمارين ليتسنى للطالب الفرصة الكافية لتأكيد فهمه لتصور المناظير وإيجاد إسقاطاتها بسهولة ويسر .

ونحن إذ نهدي هذا الكتاب لبلدنا الحبيب في هذه الأوقات العصيبة ، لا ندعي أننا قد وضعنا فيه كل المعلومات الخاصة بالرسم الصناعي ، وإنما اكتفينا في معظم المواضيع بالأمور الأساسية والضرورية لتكون بداية تفكير هندسي علمي سليم لطلابنا الأعزاء في المستقبل ، ونحن بذلك نترك لمن أراد الاستزادة من بحر هذا العلم الأساسي أن ينهل منه كما يشاء . كما نرجو من زملائنا المدرسين أن لا يبخلوا علينا بملاحظاتهم وآرائهم عند تدريسهم لهذا الكتاب من جميع النواحي ، فما هذا الكتاب إلا اجتهاد منا نحن البشر ، فإن أصبنا فالتوفيق من الله عز وجل وإن أخطأنا فمن أنفسنا ونعتذر إلى الله عليه .

وختاما فإننا نسأل العلي القدير أن يغفر لنا زلاتنا فيما قدمناه في هذا الكتاب ويبارك لنا حسناتنا فيه وأن يجعله من العلم الذي ينتفع به في حياتنا وبعد مماتنا .

المؤلفون

والله ولي التوفيق

المحتـويـات

الفصـل الـدراسـي الأول

الوحدة الأولى
تشكيل المعادن ٢
تشكيل المعادن ٣

الوحدة الثانية
المواد الهندسية ٩
المواد الهندسية ١٠

الوحدة الثالثة
أدوات القياس والضبط ٢٤
مفاهيم ومفردات للقياس ٢٥

الوحدة الرابعة
عمليات التشغيل الأساسية ٤٥
عمليات التشغيل الأساسية ٤٦

الوحدة الخامسة
الوصل والربط ٦١
الوصل والربط ٦٢

الوحدة السادسة
الآت القطع البسيطة ٧٦
الآت القطع البسيطة ٧٧

تشكيل المعادن

الاهداف:

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

- ١- تتعرف مفهوم المهنة .
- ٢- تتعرف اهمية العمل المهني على اسس علمية .
- ٣- تتعرف التقنيات المختلفة لتشكيل المعادن .
- ٤- تميز بين عمليات التشكيل بالقطع والتشكيل بدون قطع .
- ٥- تميز الات وماكينات تشكيل المعادن .
- ٦- تتعرف حقائق مستقبل مهنة الخراطة .

تشكيل المعادن

تمهيد:

ارتبط مفهوم المهنة في تفكير العامة بالممارسة اليدوية للأعمال ومايرتبط به ذلك من مجهود عضلي وتعب ومعاناة ، إلا أن الواقع غير ذلك تماماً فالمهنة هي كل عمل يقوم به الإنسان سواءاً كاناً عقلياً أم عضلياً أم بهما معاً ولكن على أسس وقواعد ثابتة وصحيحة ، فيوصف الطبيب والمدرس والمحامي والباحث والصحافي ...إلخ بأنه مهني وأن أدائه مهني إذا كان ناجحاً في عمله ويؤديه وفق القواعد الصحيحة لذلك العمل ، وعليه فقد تم توصيف ذوي القدرات المميزة في الأداء المنضبط بقواعد العمل مهما كان نوعه بالمهنين أو الخبراء أي الذين يؤدون عملهم دون تكلف وبأقصر الطرق وأقل مجهود لما تراكم لديهم من خبرات وتجارب ولما تميزوا به من معرفة دقيقة بتفصيلات وخفايا وأسرار مهنتهم.

يتضح مما تقدم أن لكل عمل أو مهنة قواعد وأسس ودقائق وتفصيلات لا يتم العمل على نحو سليم إلا بمعرفتها ولما كانت المعرفة البشرية هي نتاج تراكمي ، بمعنى أن معارفنا وخبراتنا هي إمتداد لتجارب ومعارف وخبرات الأباء و الأجداد وهي من الكثرة والتنوع بحيث لا بد من عمل جاد ودقيق لتناقلها بين الأجيال ، وذلك من خلال التعليم التخصصي والتدريب المنهجي المدروس ، الأمر الذي يوجب إيلاء ذلك إهتماماً وعناية فائقة ولاسيما حينما يتعلق الأمر بالتعليم المهني الصناعي وذلك للإعتبارات التالية :

- ١ – دخول الآلة في العملية الصناعية والإنتاجية صاحبة محاذير ومخاطر ، كان لابد معها من إعداد الفنيين على نحو يحول بينهم وبين الوقوع في الحوادث الصناعية وبالتالي تجنب الإصابات .
- ٢ – المنافسة الشديدة في الأسواق التي إقتضت إنتاج سلع أكثر دقة وأقل كلفة وأفضل جودة وليس من سبيل لتحقيق ذلك إلا بواسطة أداء فني كفؤ .
- ٣ – إن الإعداد الجيد للفنين القائمين على العملية الإنتاجية من شأنه الحفاظ على العناصر الأخرى للإنتاج (الالآت ، الخامات ، المرافق ، رأس المال ، البشر . . . إلخ) ، وبالتالي إستمرار العملية الإنتاجية في ظروف مثالية .
- ٤ – التطور التكنولوجي الهائل والمتسارع فرض على المتعاملين بالصناعة الخضوع لعملية متتابعة وتعلم مستمر لمواكبة التجديدات والإختراعات وتطور التقنيات المختلفة في كافة مراحل العملية الإنتاجية .
- ٥ – تنوع وتفاوت مستويات العاملين في الصناعة (مهندسون ، مساعدو مهندسين ، فنيون ، عمال مهرة

، عمال عاديون . . . إلخ)، اقتضى بالضرورة إعداد برامج دراسية وتدريبية لكل فئة خاصة بها تحتوي المعارف والخبرات والقدرات والمهارات اللازمة للقيام بالمهام المنوطة بها في حالة من التكامل والتوافق مع الفئات الأخرى ، وهذه البرامج هي الوسيلة الأسلم للترقي في العمل .

- ٦- زيادة العناصر الفنية في الآلآت من ميكانيكيات وآليات معقدة ومنظومات طاقة وتحكم كهربائي وإلكتروني، جعل من عملية الصيانة أمراً بالغ الأهمية والدقة مما يستدعي إعداد كوادر فنية قادرة على إجراء الفحص والصيانة بصورة عملية محكمة وفق أسس وقواعد سليمة بعيداً عن الإرتجالية والتجريب .

أولا : أهداف وغايات علم الصناعة

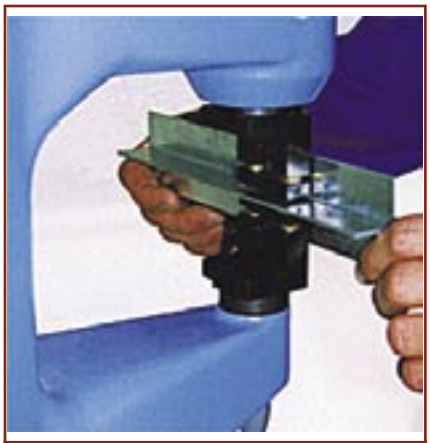
يهدف التعليم الصناعي إلى إعداد فنيين مؤهلين لمتابعة تواصلهم المهني بنجاح، بل وتميز في إحدى طريقتين :

- ١- الإنخراط في العمل الصناعي كفنيين لديهم إستعدادات مميزة في النواحي التالية :
- ٢- الفهم العملي والفني للعملية الصناعية والآلة والعلاقات الإنسانية في موقع العمل وذلك من خلال قدرتهم على قراءة البيانات الفنية والرسومات الهندسية ، وتعودهم الإلتزام بالإنضباط بظروف وأجواء العمل والقوانين الخاصة ولا سيما ما يتعلق منها بالسلوك العام والخاص في مواقع العمل .
- ٣- الإستعداد للملاحظة والإستقراء والإستنباط المنطقي لتسلسل وتتابع العمليات مما يسهم في تفكير عملي خلاق وقدرة على رسم إستراتيجيات التنفيذ وتنظيم الخطوات العملية، يقتضي ان يكون التفكير منهجياً ومنظماً كذلك .
- ٤- القدرة على الربط بين النظرية والتطبيق ينتج عن إكتساب المعارف من خلال الإستعداد للتعلم الذاتي بسرعة وإتقان .
- ٥- التميز في التواصل ونقل الأفكار للآخرين ولا سيما الفنية منها، وذلك من خلال الإستعداد لفهم وإعداد الرسومات الهندسية والتنفيذية بأسلوب محكم وفق الأسس العالمية .
- ٦- الحس الآلي والميكانيكي المميز يجعل من خريج المدارس الصناعية أقدر على التعاطي مع الآلآت، والتوائم مع عملية إدرارتها السليمة بسرعة هذه القدرات والإستعدادات وسواها، يجعل من الممكن لخريجي المدارس الصناعية أن يكون لهم حضور مميز في الصناعة المحلية وتنميتها وفهم مقتضياتها ربما في فترة زمنية قصيرة مما يحقق لهم سرعة النمو المعرفي وزيادة الإستعداد والخبرة .
- ٧- إستكمال الدراسة الجامعية وذلك بكل مستويات الدراسة الجامعية وعلى الأخص الهندسية والتطبيقية منها . وفي ذلك أثبتت التجربة العملية وجود قدرات وإستعدادات مميزة لخريجي المدارس المهنية على خريجي المدارس الأخرى وذلك في الموضوعات العملية والتطبيقية، وكذلك قدرة مميزة على قراءة الرسوم والتفكير الخلاق بصورة أكثر واقعية . وذلك إنسجاماً مع خبراتهم العملية المكتسبة في المدارس المهنية .

ثانيا : طرق تشكيل المعادن

منذ ان وجد الإنسان على الأرض كان عليه دوماً السعي لتطوير أدواته في عملية صناعية حثيثة نمت مع الوقت بوتائر ما بين الحضارات المختلقة مما نشأ عنه مستويات من المدنية والرفاه تبعاً لمستويات تطور الوسائل ، وقد وجد الإنسان نفسه مضطراً إلى تطويع ما حوله من الخامات للحصول على أشكال محددة مثل : شكل المعول للزراعة والسهم للصيد والرمح والمدية للدفاع عن النفس ...إلخ. ومن هنا بدأ الإهتمام بالتشكيل ، وقد إسترعت المعادن الإهتمام بصفة خاصة لما لها من قدرة على التشكل بأشكال مختلفة ولما لها من خواص تلائم بعض التطبيقات والإحتياجات الخاصة . ولاحظ الصانع القديم إمكانية الإستفادة من بعض العناصر والظروف المساعدة على عملية تشكيل المعادن كالصهر أو الإحماء في النار وبهذا بدأت للظهور تفنيات وأسس فنية لتشكيل المعادن ، كالحدادة والسباكة وإضافة عناصر معدنية مختلفة إلى بعضها وصولاً إلى تركيبات معدنية سبائكية جديدة حتى سمي عصر من عصور التاريخ الإنساني بالعصر البرونزي.

وعلى العموم فإن تشكيل المعادن يتم بمجموعة من التقنيات المختلفة التي يمكن تصنيفها ضمن نوعين رئيسين من التقنيات :



شكل (١-١) التشكيل بالقطع

- ١- **التشكيل بالقطع (التشغيل)** : حيث سيتم التطرق الى تقنيات التشكيل بالقطع عبر الوحدات القادمة . الشكل (١-١)
- ٢- **التشكيل بدون قطع** : أن هذه التقنيات تشترك في صفة واحدة هي عدم إزالة أجزاء من المعدن أثناء عملية التشكيل على شكل برادة أو نشارة أو رايش أي بدون إنتزاع أي أجزاء من المعدن أثناء عملية التشكيل. ومن الأمثلة على ذلك :

شكل (١-٢) السباكة والصب

- أ- **السباكة والصب** : حيث يصار إلى صهر المعدن المراد تشكيله ضمن أفران خاصة وإضافة خلائط معدنية بنسب محددة للحصول على مواصفات فنية دقيقة للمنتجات . ومن ثم تصب هذه السبائك ضمن قوالب خاصة أعدت مسبقاً لذلك ويترك المعدن المصهور ليبرد ويتصلب ليأخذ الشكل المطلوب . كما في الشكل(١-٢) .
- ب- **الدرفلة** : وبهذه العملية يمكن ان يكون المعدن ساخناً أو بارداً وتتم بإمرار المعدن المراد تشكيله بين إسطوانتين تدوران ، الواحدة عكس الأخرى ليتم عصر المعدن بينهما داخل مجارٍ تم تشكيلها مسبقاً مما ينتج عنه زيادة في طول المعدن على حساب مساحة مقطعه التي تأخذ شكل

المجاري المحفورة على إسطوانتي الدرفلة. كما في الشكل(١-٣) ومن الأمثلة على تلك المنتجات: حديد التسليح المستخدم في البناء وحديد الإنشاءات كالجسور والزوايا وحديد القاصون. . . . إلخ.

شكل (١-٣) الدرفلة

- **جـ- الحدادة والتطريق**: في هذا الأسلوب من التشكيل يتم إحماء المعادن إلى درجات حرارة مرتفعة دون الإنصهار. ويتم إستخدام مطارق وقوالب تشكيل خاصة أحياناً للحصول على الشكل المطلوب وذلك لكون المعدن وقتئذٍ طرياً بفعل الحرارة.
- **د- البثق**: تتم هذه العملية بواسطة كبس المعدن داخل حيز محصور وإجباره على الخروج عبر فتحة محددة الشكل، مما يجعله يأخذ شكل تلك الفتحة ويكون الناتج قضباناً طويلة بمقطع محدد ومن الأمثلة على ذلك: نروفيلات الألمنيوم المستخدم في صناعة النوافذ والأبواب. . . إلخ.
- **هـ- السك**: وفي هذه العملية يحشر المعدن ضمن حيز مغلق ويضغط ليأخذ شكل سلبي لتفصيلات ذلك الحيز. ومن الأمثلة على ذلك: سك القطع النقدية المعدنية.
- **و- القص**: يتعرض المعدن لسكينتي قص تطبقان عليه مما ينتج عن إنفصاله إلى جزئين.
- **ز- التخريم أو الإغفال**: يكبس المعدن بين فكي قالب ذكر وأنثى وينتج عن ذلك فصل قطع من الشكل المطلوب وفتحات بنفس الشكل.
- **ح- السحب العميق**: بعد أن يقص المعدن بالشكل المطلوب على شكل صفائح تكبس بواسطة قوالب ذكر وأنثى، بينهما فراغ مساوٍ لسمك المعدن تقريباً وبذلك تجبر هذه الكتل على المرور عبر فتحة القالب لتأخذ شكلاً جديداً مماثلاً لشكل شق القالب الذكري.

ولا يقتصر الأمر على هذه الأمثلة فحسب بل أن هناك عمليات تشكيل أخرى بدون قطع يضيق المجال هنا لبيانها بالتفصيل كسحب الأسلاك والتدويم . . . وغيرهما كثير.

ثالثا: الآت وماكنات تشكيل المعادن

لا يمكن بحال حصر الالآت والماكنات المستخدمة في تشكيل المعادن على وجه التحديد، وذلك بسبب تنوع وإختلاف عمليات التشكيل وتباين مستويات الدقة وطبيعة التجديد والتحديث التي تخضع لها عمليات التصنيع مع الزمن، ويمكننا هنا الإشارة إلى أن عمليات التصنيع الأساسية تتمثل فيما يلي:

- ١- عمليات السباكة والصب.
- ٢- عمليات التشكيل بدون قطع.
- ٣- عمليات التشغيل(القطع).
- ٤- عمليات الوصل والتجميع.
- ٥- معالجة السطوح والتشطيب.

- ٦- المعالجات الحرارية .
- ٧- التشغيل غير التقليدي .

ففي عمليات السباكة يمكن إستخدام الآت مختلفة كالأفران والآت تجهيز الرمال الخاصة بعمليات السباكة وتجهيز القوالب والقلوب، إضافة إلى الآت الحقن ذات القوالب الدائمة والآت الطرد المركزي ...إلخ.

وفي عمليات التشغيل بالقطع تستخدم الآت الخراطة والآت التطريز والمقاشط والآت الثقب والآت التجليخ ...إلخ.

وفي عمليات الوصل والتجميع يمكن أن تستخدم الآت اللحام المختلفة والآت الكبس ...إلخ. وفي عمليات معالجة السطوح يمكن ان تستخدم الآت دقيقة والآت تلميع وصقل والآت طلاء وتكسية خاصة.

وفي عمليات المعالجة الحرارية يتم إستخدام أفران خاصة والآت فحص وضبط وأجهزة مايكروسكوب ومختبرات...إلخ.

أما الآت المستخدمة في عمليات التصنيع غير التقليدية فهي من التنوع والدقة والحداثة المتجددة ، بحيث يصعب الحديث عنها في هذه العجالة ،فهي تعتمد تقنيات إلكترونية وليزر وموجات فوق صوتية وإلكتروكيمائية وبلازما وتشغيل بالتفريغ الكهربائي...إلخ، والشكل (١-٤) يبين آلة تفريز محوسبة

شكل (١-٤) آلة تفريز محوسبة

وخلاصة القول في هذا الصدد أن الالآت وتقنيات التشكيل والتشغيل بالقطع على وجه الخصوص قد أصبحت علماً متقدماً لايعتمد على القدرة العضلية والمهاراة الأدائية والمعرفة فحسب، وإنما يعتمد كذلك على الالآت محوسبة وتقنيات فنية ووسائل ضبط محكمة تخضع لمستويات من الدقة الفائقة وصولاً إلى مادون الميكرون(0.001 ملمتر).

مسقبل مهنة الخراطة

مهنة الخراطة إبتداءاً يقصد بها العمل في إنتاج قطع معدنية محكمة القياس والدقة و جودة الأسطح والشكل من خلال عمليات التشغيل بالقطع والعمليات غير التقليدية أحياناً ، وقد شكلت هذه المهنة فيما مضى ولازالت تشكل حتى الآن ، بل وسوف تشكل في المستقبل أيضاً حجر الزاوية والأساس للصناعات الدقيقة ولتطوير وبناء الالآت، إضافة إلى دورها في عمليات الصيانة.

ولبيان ذلك يمكن عرض الحقائق التالية :

- ١-تعرف مهنة الخراطة بأنها أم الالآت حيث ان إدامة عمل الآت الإنتاج المختلفة لا يتم إلا بها وذلك من خلال :

أ- تصنيع القوالب التي تعمل بها تلك الآت الإنتاجية بالدقة المطلوبة .

ب- الصيانة وتوفير قطع الغيار للآت المختلفة .

ج- إمكانيات التطوير والتحديث يجب أن تتم من خلال عمليات التشغيل بالقطع . ولا سيما في مراحل الإنتاج الأولى للالآت الحديثة .

- ٢- تعتبر مهنة الخراطة الأكثر إستفادة من ثورة التحكم والضبط الإلكتروني والعمل بالحاسوب من بين المهن التقليدية الأخرى حتى أصبحت ورشة الخراطة الحديثة محوسبة بالكامل تقريباً مما رفع من مستويات الدقة إلى حدود قياسية .
- ٣- حتى عهد قريب كانت تعرف هذه المهنة بأنها فن الخراطة، وهذا يعني أنها تتطلب مستويات خاصة من المهارة الأدائية والإستعداد الفني للمتعاملين بها، ولكن الأمر قد تعدى ذلك الآن حتى أصبحت علماً يتطلب الإلمام بكثير من المعارف والعلوم مثل . علم المواد وعلم القياس وعلم الحاسوب وعلم نظريات وأسس عمل الالآت المختلفة وهذا بدوره يجعل المتعاملين بهذه المهنة أكثر إنفتاحاً ووعياً للمفاهيم الفنية المختلفة ضمن تفكير متكامل قادر على الإبداع والفهم للمخططات الهندسية والجداول الفنية الأخرى .

من هنا يتضح أن هذه المهنة تتسم بالنمو والتطور المتسارع مع الوقت، بل وتتسم بالعلاقة التفاعلية مع باقي فروع الإنتاج والعمل الهندسي على وجه العموم، وأن حدود العمل الذي يمكن أن يشغله فنيوها آخذة في الإتساع بتزايد التطبيقات الهندسية، ولعل نظرة إلى الالآت التشغيل والخراطة القديمة قبل خمس عقود ومقارنتها بالالآت الحديثة المستخدمة في الخراطة والتشغيل بالقطع المستخدمة في المشاغل الفنية حالياً، تظهر حجم القفزة التي مرت بها ولا تزال تعايشها هذه المهنة اليوم وربما سينبئ المستقبل عن المزيد.

أسئلة الوحدة

؟ ١- وضح مفهوم المهنة .

؟ ٢- اذكر اربعة اسباب تحث على الاهتمام بالتعليم المهني الصناعي .

؟ ٣- اذكر اربع صفات تميز الفني خريج التعليم الصناعي عن المهني العادي .

؟ ٤- وضح المقصود بعملية الدرفلة .

؟ ٥- قارن بين عمليتي البثق والسك .

؟ ٦- وضح كيف تسهم مهنة الخراطة في خدمة المهن الاخرى .

المواد الهندسية

الأهداف:

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

١- تتعرف مفهوم المواد الهندسية وتصنيفاتها .

٢- تتعرف مفهوم الخواص الطبيعية (الفيزيائية) .

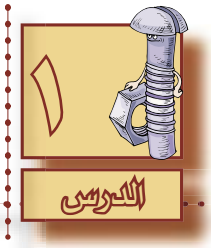
٣- تتعرف مفهوم الخواص الكيميائية .

٤- تتعرف كيفية استخلاص الحديد وتنقيته .

٥- تتعرف الصلب ألسبائكي وتمييز أنواعه واستخداماتها .

٦- تتعرف المعادن غير الحديدية .

٧- تتعرف المواد الملبدة .



المواد الهندسية

تمهيد:

الهدف من دراسة المواد الهندسية هو التعرف على خواصها المختلفة سواء الفيزيائية منها أو الميكانيكية وذلك وصولاً إلى إمكانية التحديد بدقة لمدى مطابقة المنتجات الصناعية لشروط الفنية المرجو تحقيقها منها وذلك قبل البدء في عملية التصنيع وللمفاضلة بين البدائل المتاحة من المواد.

والمواد الهندسية قد تكون طبيعية أو مصنعة أو مركبة أو معالجة بطرق فنية خاصة لتحسين خواصها . وهي تمثل التحدي الأكبر للمصممين والمنتجين مما جعل منها موضوعاً في غاية الأهمية لمراكز البحث والتطوير والشركات الإنتاجية الكبرى حول العالم وبالأخص لدى مراكز أبحاث الفضاء ومراكز البحوث العسكرية ، حتى أن هذه المجهودات قد تمكنت من تطوير مواد ثورية ذات مواصفات فائقة لبعض التطبيقات الهندسية.

أنواع المواد الهندسية

يمكن تصنيف المواد الهندسية إلى ما يلي :

أولاً: مواد معدنية (Metallic Materials) وتنقسم إلى:

١- معادن حديدية(**Ferrous Metals**) مثل الحديد المطاوع ، والفولاذ (**Steel**) وحديد الزهر (**Cast Iron**) .

٢- معادن غير حديدية (**Nonferrous Metals**) وتنقسم إلى :

- ١- معادن ثقيلة : مثل النحاس والنيكل .
- ٢- معادن خفيفة : مثل الألمنيوم والمغنيسيوم .
- ٣- معادن طرية : مثل الرصاص والقصدير .

ثانياً: مواد غير معدنية:

١- **مواد أرضية مثل** : الرخام والإسمنت والجبس والزجاج والإسبست . . . إلخ .

٢- **مواد عضوية طبيعية مثل** : الخشب ، الجلد ، المطاط الطبيعي ، الإسفنج الطبيعي والفلين .

ثالثاً: مواد مصنعة(مخلقة):

مثل اللدائن بمختلف انواعها كالبلاستيك والسيليكون والألياف الصناعية ...إلخ.

رابعاً: مواد الطاقة:

مثل الوقود والزيوت والمفرقعات والمواد النووية.

خواص المواد الهندسية

إن إستعمال المواد الهندسية في التطبيقات الصناعية المختلفة يتوقف على مدى وجود الخواص المتعلقة بذلك التطبيق وقد تكون بعض الخواص مرغوباً فيها إلى حدٍ بعيد قي تطبيق ما، في حين أنها تمثل عيباً واضحاً في تطبيق آخر.

وفيما يلي عرض للتقسيمات المختلفة لخواص المواد:

١-الخواص الطبيعية (الفيزيائية):

تتمثل هذه الخواص في الحالة (صلبة، سائلة، غازية) والكثافة والمسامية ونسبة الرطوبة واللون وطبيعة التركيب البنيوي (بلوري، عشوائي) التوصيل الحراري والكهربائي، ومعامل التمدد ودرجة الإنصهار والتبخر والحرارة الكامنة لذلك، ودرجة الإشتعال وبيان مدى مقاومة النيران والمغناطيسية...إلخ.

٢-الخواص الكيميائية :

مثل التركيب الكيميائي ومقاومة الأحماض والقلويات وكذلك سرعة التأكسد بفعل الرطوبة والهواء الجوي، وطبيعة أكسيد المادة البنائية ومدى تاثر المادة بالمواد الأخرى كالمذيبات العضوية وطبيعة نشاطها الكهروكيميائي ... إلخ.

٣-الخواص الميكانيكية:

بمعنى مدى تأثر المواد بالأحمال والقوى المختلفة وما قد تبديه من مقاومة أو إستجابة وخضوع للتشكيل أو مدى المرونة والإستعداد للرجوع لسابق شكلها وأبعادها بعد زوال تلك الأحمال والقوى فقد لوحظ على سبيل المثال إختلافاً في تأثر المواد الهندسية إعتماداً على طبيعة القوة أو الحمل، إذ تبدي تحملاً ومقاومة عالية للإجهادات الضغط وضعفاً ظاهراً لأحمال الشد والصدم كما في حديد السكب والزجاج والرخام ولهذا جمعت تحت تصنيف واحد ضمن المواد الهشة . وكذلك بدى أن طبيعة الحمل من حيث سرعة التحميل ديناميكي أو إستاتيكي أو متردد تؤثر بنسب متفاوتة على المواد المختلفة ، الأمر الذي إقتضى دراسة المواد الهندسية المختلفة فنياً وإبراز خواصها المختلفة ضمن جداول فنية وعلاقات بيانية هندسية دقيقة ليتسنى للمصممين والمهندسين تحديد الأنسب منها للتطبيقات المختلفة والعمل على تطوير هذه الخواص بمختلف الوسائل الفنية المتاحة والعمل أحياناً على إيجاد مواد هندسية جديدة ذات مواصفات أفضل من خلال عمل السبائك والمعالجات الحرارية واستخدام المواد المركبة والمواد الملبدة باستخدام تكنولوجيا المساحيق

المعادن الحديدية Ferrous Metals

الحديد هو أحد الفلزات الصلبة ، لونه فضي وهو يمتاز بخاصية مغناطيسية وقابليته للتشكيل سواءاً بالسحب أو الطرق ويعتبر من المعادن الثقيلة إذ تبلغ كثافته 7.875 غم/ سم3 وأما درجة إنصهاره فتبلغ (1540م) تقريباً وله موصلية جيدة للحرارة والكهرباء وإن كانت اقل من موصلية النحاس والألمنيوم .

والحديد يصدأ بسرعة إذا تعرض للهواء الرطب مكوناً أكسيد الحديد المائي (2Fe2O3.3H2O) ويتحد الحديد من الكربون مكوناً مجموعة من المركبات التي تتفاوت خواصها الميكانيكية تبعاً لنسبة الكربون فمثلاً الحديد المحتوي نسبة 2.5%-4.5% يسمى حديد الزهر أو السكب وهو هش سهل الكسر إذا تعرض للصدمات الفجائية أو الشد في حين انه يتحمل إجهادات وقوى الضغط إلى حد كبير ، والحديد المحتوي نسبة من الكربون أقل من 1.5% يسمى الفولاذ بانواعه المختلفة . ولعله من الواضح أن الحديد يعد المعدن الأكثر إستعمالاً في الحياة العملية ولاسيما في الأعمال الإنشائية وبناء الالآت ووسائل المواصلات المختلفة.

والحديد الصناعي في الغالب عبارة عن سبائك تحتوي إلى جانب الحديد كمكون أساسي عناصر أخرى فلزية كالنيكل والكروم او لافلزية كالسيليكون والفسفور والكبريت ولكن بنسب ضئيلة. وذلك لتحسين الخواص الميكانكية وقابلية التشغيل لهذه السبائك المعروفة بسبائك الفولاذ وكذلك لتحسين مقاومة هذه السبائك للصدأ وزيادة قابليتها للمعالجة الحرارية.

إستخلاص الحديد وتنقيته

يتم إستخلاص الحديد من خاماته المختلفة (Iron Ore) الموجودة في الطبيعة مثل : خامات أكسيد الحديد المغناطيسي (ماغنيتايت) وخامات الحديد الأحمر (هيماتيت) وأكسيد الحديد المائي (ليمونايت) وكربونات الحديد (السبار) ويتم تجهيز هذه الخامات بمجموعة من العمليات الأساسية كالتكسير والفرز والتصنيف والتحميص والغسل والتركيز والتلبيد ...إلخ.

ثم تشحن في الفرن العالي ويضاف لها كل من فحم الكوك والحجر الجيري، الأول كوقود وعامل إختزال والثاني كمساعد صهر . وتتم عملية الإستخلاص والتقنية من خلال سلسلة من التفاعلات الكيميائية الباعثة للحرارة والمختزلة مما ينشأ عن تركيز الحديد على شكل مصهور يتكون من الحديد المشبع بالكربون وهو ما يسمى بحديد الغفل (Fe3C) إضافة إلى عناصر ذائبة أخرى بنسب قليلة.

وللحصول على الأنواع المختلفة من الحديد الصناعي يتم معالجة الحديد الناتج من الفرن العالي (حديد الغفل) بواسطة افران حاصة مثل فرن الدست أو المحولات المختلفة كمحول بسمر ومحول مارتن ومحول توماس ، او الأفران الكهربائية أو العاكسة للحصول على حديد الزهر والحديد المطاوع والصلب (الفولاذ) وفيما يلي عرض موجز بخواص وإستعمالات هذه المنتجات الحديدية :

أولاً: حديد الزهر

ويسمى أيضاً حديد السكب (Cast Iron) وهو يحتوي على الكربون بنسبة عالية تصل إلى 3-4 % إضافة إلى

نسب قليلة من السليكـــون والفسفـور والمنغنيز وهو هش يتم كسره بسهولة إذا تعرض للصدمات وضعيف أمام أحمال الشد في حين أنه يبدي مقاومة واضحة إزاء احمال الضغط، وزنه النوعي 7.2 ولدى النظر إلى مناطق كسره تبدو جزئياته كبيرة ولامعة وبلورية ذات ملمس خشن ولونه رمادي ضارب إلى السمرة ولدى طرقه يسمع له صوت غليظ غير رنان.

أبرز مزاياه:

- ١-رخيص الثمن.
- ٢-إنخفاض درجة إنصهاره(١١٥٠-١٢٠٠) مئوي .
- ٣-سهولة القطع على الالآت التشغيل المختلفة.
- ٤-السيولة العالية مما ينتج عنه سهولة الصب.
- ٥-مقاومة الإحتكاك لوجود الكربون مما يساعد على الإنزلاق .

وأهم إستعمالاته:

- ١-صناعة إسطوانات وسكبات محركات السيارات.
- ٢-صناعة الأنابيب الكبيرة.
- ٣-صناعة أجسام المحركات التربنية والمضخات.
- ٤-صناعة المحابس والصمامات الكبيرة في المنشأت البترولية ومصافي النفط.
- ٥-بعض التجهيزات المنزلية كالمدافيء ومغاطس الإستحمام.
- ٦-بناء أجسام الماكينات وقواعدها.

ثانياً: الحديد المطاوع (Wrought Iron)

يمثل الحديد المطاوع أنقى أنواع الحديد ولا تزيد نسبة الشوائب به سواءاً الكربونية أو العناصر الأخرى عن 0.5% ويتم إستخلاصه بواسطة أفران خاصة تعرف بالفرن العاكس (Pudding Furnace) وتطرق نواتج هذا الفرن بعد إخراجها بمطارق آلية خاصة لتخليصها من الشوائب ثم تتم درفلتها إلى الأشكال والأبعاد المطلوبة.

أبرز خواص الحديد المطاوع:

- ١-الوزن النوعي(٨,٨٧).
- ٢-طري وذو قابلية عالية للسحب والتشكيل.
- ٣-درجة إنصهاره(١٥٠٠-١٥٣٩) مئوي.
- ٤-قابليته الفائقة للطرق ولاسيما على الساخن سواءاً للتشكيل أو حتى للحام بالطرق.

- ٥-يتأكسد إذا تعرض للهواء الجوي ساحناً مكوناً أكسيد أسود عند الإحماء إلى درجة الإحمرار ويحترق إذا رفعت حرارته إلى اللون الأبيض في وجود الهواء الجوي .
- ٦- مقاوم للعوامل الجوية في درجة حرارة الغرفة .

إستعمالاته:

- ١- صناعة السلاسل والمقابض وبعض الأدوات الزراعية .
- ٢- الصناعات الكهربائية ولاسيما الصفائح المستخدم في قلوب المحركات والمحولات الكهربائية .

ثالثاً: الصلب (الفولاذ) (Steel)

الفولاذ أو الصلب هو سبيكة من الحديد والكربون تتراوح نسبة الكربون فيها بين (0.035-2%) ويكون فيها الكربون متحداً بالكامل مع الحديد كيميائياً على شكل كربيد الحديد وهو ما يعرف بإسم سمنتيت (Fe3C) ، والصلب يمكن صبه في قوالب السباكة المعروفة ويمكن تشكيله وطرقه سواءاً على البارد أو الساخن كما يمكن قطعه و تشغيله على الآت التشغيل المعروفة بسهولة أيضاً.

وعند إضافة معادن اخرى بنسب محددة لهذه السبيكة كالتنجستن والنيكل والكروم تتحسن بعض خواصه وقابليته للتشغيل والتشكيل ويعرف عندها بالصلب السبائكي، و من أبرز أنواع وإستعمالات الصلب الكربوني هي الصلب منخفض الكربون، الصلب متوسط الكربون والصلب عالي الكربون.

أ- الصلب منخفض الكربون (Low Carbon Steel)

ويتم الحصول على الصلب منخفض الكربون بواسطة محولات(بسمر أو توماس) أو بطريقة مارتن وهو قابل للسحب والطرق ويمكن تشكيله على الساخن والبارد إلى الشكل المطلوب كالقضبان والصفائح أو المقاطع (بروفيلات) مثل مقطع U,L, I والفاصون وهذا النوع من الصلب أفضل من الحديد المطاوع في كثير من التطبيقات لذا فقد حل محله. وهذا النوع من الصلب لا يتأثر بعمليات المعالجة الحرارية التقليدية من الإحماء والتبريد الفجائي ولكن يمكن تصليده سطحياً بواسطة تقنيات خاصة.

ويستعمل الصلب منخفض الكربون لعمل الأسلاك والصفائح الرقيقة والأنابيب وكذلك للأعمال الإنشائية كالجسور والأبراج لما يمتاز به من سهولة التشكيل والتشغيل واللحام.

ب-الصلب متوسط الكربون (Medium Carbon Steel)

يتم الحصول على هذا النوع من الفولاذ بنفس المحولات التي يمكن الحصول منها على الفولاذ أو الصلب منخفض الكربون غير أن نسبة إحتواء هذا الصلب على الكربون قد تصل إلى 0.8% في حين ان نسبة المنخفض من الكربون لا تتعدى 0.3% ويمكن التمييز بينهما بالنظر إذ يبدو لون قشرة الصلب متوسط الكربون فاتح قليلاً.

وإذا سخن هذا الصلب إلى درجة الإحمرار ثم أطفئ فجأة في الماء أو الزيت فإن صلادته تزداد بشكل ملحوظ ومقدار هذه الزيادة يعتمد على نسبة الكربون التي يحتويها الفولاذ وعلى سرعة التبريد.

ولهذ النوع من الفولاذ مقاومة أعلى للشد ومتانة أكبر ولكن قابليته للسحب والطرق والتشكيل تكون أقل من الفولاذ منخفض الكربون .

وأبرز إستعمالاته:

صناعة المحاور والأنابيب وصناعة الأسلاك والعدد والأدوات كالمطارق والسنابك والأزاميل ولاسيما المستعملة في النجارة.

ج- الصلب عالي الكربون (High Carbon Steel)

وقد كان يعرف هذا النوع من الصلب باسم صلب العدة وذلك لقابليته للمعالجة الحرارية من خلال الإحماء والتبريد الفجائي السريع ، ولإحتوائه على الكربون بنسبة عالية قد تصل إلى 1.5% جعل من الضروري إجراء عمليات المراجعة الحرارية له بعد التقسية وذلك للتقليل من الضعف الناتج في مقاومته للصدمات . وعندها قد يبدي مقاومة نسبية للصدمات ولكنه قد ينكسر إذا ما تعرض للإنحناء وبشكل مفاجئ ، ويستعمل هذا النوع من الفولاذ في صناعة القوالب والأدوات كالفؤوس وعدد الحفر وصناعة الأدوات الحادة والمبارد اليدوية وريش الثقب وسكاكين خراطة الخشب وأجهزة القياس . وقد كان يستخدم سابقاً لصناعة أقلام الخراطة للمعادن ألى أن حل صلب السرعات العالية (H.S.S) مكانه.

المعادن غير الحديدية Non-ferrous Metals

إلى جانب الحديد والصلب ثمة معادن غير حديدية أخرى بالغة الأهمية في التطبيقات الصناعية وذلك لخواصها التي تمتاز بها على المعادن الحديدية والتي سنتعرف عليها بإيجاز ، ومن هذه المعادن : النحاس والألمنيوم .

أولاً: النحاس (Copper)

عرف الإنسان النحاس منذ فجر التاريخ من خلال خاماته الموجودة في الطبيعة التي تتمثل في أكاسيد النحاس وكبريتداته المعروفة باسم بيريت النحاس (Copper pyrite).

خواصه الطبيعية:

- ١- معدنه لامع لونه احمر نقي بينما سبائكه تميل إلى الصفرة .
- ٢- وزنه النوعي (٨,٩٢) لذا يعد من المعادن الثقيلة .
- ٣- درجة انصهاره (١٠٨٣)مئوي ودرجة غليانه (٢٣٦٠)مئوي .
- ٤- الموصلية العالية للتيار الكهربائي والحرارة .

الخواص الميكانيكية وقابلية التشكيل:

- ١- قابلية الطرق والسحب وإمكانية الدرفلة إلى صفائح رقيقة (عالي اللدونة) .
- ٢- صلادته تبلغ نصف صلادة الحديد تقريباً .

٣- تزداد صلادته بعد الدرفلة ويمكن أن يعود إلى ما كان عليه من الليونة إذا تم تسخينه إلى (٣٢٠)مئوي وتبريده .

٤- يصعب صبه لكونه يمتص الغازات مما ينتج عنه تكون فقاقيع في المصبوبات .

٥- تعتمد متانة المنتجات النحاسية على طريقة تصنيعها فتبلغ مقاومة الشد للمصبوبات (١٥-١٧) كغم/ مم^{٢} بينما تبلغ للمنتجات المدرفلة (٢١-٣٢)كغم/ مم^{٢} .

خواصه الكيمائية:

١- لا يتأكسد في الهواء الجاف بينما يتأكسد في الهواء الرطب مكوناً أكسيد النحاس الأحمر وكربونات النخاس الخضراء .

٢-لا يتفاعل مع القلويات ولا الحوامض المخففة ولكنه يتفاعل بسهولة مع حامض الكبريتيك المركز والساخن .

استعمالات النحاس:

١- الصناعات الكهربائية وشبكات نقل وتوزيع الطاقة (بسبب موصليته العالية للكهرباء) .

٢- صناعة المبدلات الحرارية وأجهزة التبريد والتدفئة(بسبب موصليته العالية للحرارة) .

٣- صناعة السبائك كالبرونز والنحاس الأصفر والأعمال الفنية .

٤- يستخدم في صناعة القوالب ولا سيما في الآت التشغيل بالتفريغ الكهربائي(EDM) .

الألمنيوم (Aluminum)

يعتبر خام الألمنيوم الأكثر انتشاراً في القشرة الأرضية وذلك إما على شكل أكاسيد أو سيليكات ولا يمكن وجوده خراً وذلك لنشاطه الكيمائي وسرعة تأكسده وأبرز خاماته يعرف باسم البوكسايت، ولعل من أسباب ارتفاع أسعار الألمنيوم على الرغم من كثرة توفر خامه في الطبيعة هي الكلفة العالية لاستخلاصه إذ أن ذلك يتم بالتخليل الكهربائي وبوسائل مكلفة إلى حد كبير.

خواص الألمنيوم الطبيعية:

١- لونه فضي لامع .

٢- وزنه النوعي (٢,٧) لذلك يعد من المعادن الخفيفة (كثافته=١/ ٣ كثافة الحديد تقريباً) .

٣- درجة انصهاره (٦٦٠)مئوي .

٤- موصل جيد للحرارة والكهرباء .

خواصه الميكانيكية وقابليته للتشكيل:

١- الألمنيوم ذو قابلية عالية للطرق والسحب والدرفلة وهو قابل للحام .

- ٢- تتراوح مقاومة الشد للألمنيوم (٩-١٥)كغم/ مم^{٢} حسب طريقة تشكيله .
- ٣- إمكانية تحسين الخواص إلى حد كبير بواسطة إضافات سبائكية من معادن أخرى كالنحاس والمنغنيز والخارصين أو مواد غير معدنية كالسليكون .

الخواص الكيمائية:

الألمنيوم سريع التأكسد في الهواء إذ يتكون على سطحه طبقة صلبة من الأكسيد تسمى (الألومين) وتكون شديدة الالتصاق بالمعدن ومتماسكة إلى حد أنها تحول دون وصول الأكسجين إلى الطبقات الداخلية من المعدن مما يجعل من هذه الطبقة من الأكسيد بمثابة الدهان الواقي من التأكسد وبهذا يحقق هذا المعدن لنفسه حماية ذاتية.

استعمالات الألمنيوم:

- ١- الصناعات الكهربائية وشبكات نقل الطاقة (لماذا) .
- ٢- الأواني المنزلية ، والتعليب وحفظ المواد الغذائية والمشروبات الخفيفة (لماذا) .
- ٣- الصناعات الجوية وبناء الطائرات وصناعة المحركات والصناعات العسكرية .
- ٤- صناعة الأثاث المنزلي والنوافذ والأبواب .
- ٥- صناعة قوالب صب وحقن البلاستيك .

السبائـــك (Alloys)

تمتزج بعض المعادن مع بعضها بشكل كلي على هيئة محاليل (تذاوب) لدى صهرها وتبقى على نفس الحالة من التذاوب حتى بعد تجمد محلولها السائل مكونةً ما يسمى بالمحاليل الصلبة أو السبائك ، وتستعمل هذه السبائك على نطاق واسع في الصناعة لما لها من خواص ميكانيكية وفنية تتفوق على خواص المعادن النقية ، ويمكن التحكم وضبط خواص الكثير من السبائك من خلال :

- ١- التركيب الكيمائي (النسب والإضافات) .
- ٢- البناء الداخلي البلوري(بالمعالجة الحرارية) وسنتعرف على بعض السبائك الأكثر أهمية لمهنة الخراطة وذلك كمثال وليس على سبيل الحصر .

أولاً: سبائك الصلب (Steel Alloys)

الصلب السبائكي هو صلب كربوني يحتوي على واحد أو أكثر من العناصر التالية : النيكل ، الكروم ، الفانديوم ، الملبيديوم ، الكوبالت ، التنجستن ، المنغنيز ، السليكون ، ويسمى باسم العنصر المضاف إليه فمثلاً يقال صلب كرومي أو نيكل كرومي أو سليكوني ...الخ.

ويقسم الصلب السبائكي حسب استعمالاته إلى ثلاث مجموعات :

- ١- الصلب السبائكي الإنشائي : في بناء ألا لآت والمنشآت .

- ٢- صلب العدة السبائكي : في أدوات القطع وشبلونات القياس .
- ٣- صلب السبائك الخاصة : في الصلب المقاوم للصدأ والصلب المغناطيسي والصلب المقاوم للتآكل .

أهم أنواع الصلب السبائكي:

١ - الصلب النيكلي :

ويقسم إلى منخفض وعالي النيكل ويستعمل في صناعة السيارات والطائرات لقدرته العالية على مقاومة الصدمات والاهتزازات ومقاومة التآكل وهو غير مغناطيسي ومعامل تمدده قليل لذا يستعمل في صناعة أدوات القياس .

٢ - الصلب الكرومي :

من مميزاته أنه شديد الصلادة ويقاوم التآكل والبري لذا يستعمل في صناعة كرات كراسي التحميل (البيل) وصناعة الآت طحن وتكسير الحجارة والمطارق .

٣- الصلب النيكل الكرومي :

قد يحتوي هذا الصلب على عناصر أخر بنسب قليلة كالمنغنيز والسليكون ومن مميزاته أنه شديد الصلادة ومقاوم للصدأ ويستعمل في صناعة الشاحنات الضخمة والروافع وذلك لقدرته الفائقة على تحمل الإجهادات والاهتزازات .

٤ - الصلب السليكوني :

يحتوي هذا الصلب السليكون بنسبة ٨ , ٠-٥ , ٢٪ ويستعمل في صناعة الزمبركات .

٥- الصلب المنغنيزي :

يحتوي هذا الصلب المنغنيز بنسب عالية (١١-٤١٪) وهو غير مغناطيسي ومعامل تمدده كبير وهو صلد جداً ولذا فهو يستعمل في صناعة فكوك الكسارات وأسنان الجرافات وفي عجلات القطارات .

٦- صلب السرعات العالية (High Speed Steel) :

يستعمل هذا الصلب في صناعة عدد القطع التي تتعرض لسرعات عالية ينشأ عنها حرارة مرتفعة تصل حتى(٦٠٠) مئوي مثل ريش الثقب ونصلات المناشير وسكاكين الخراطة والتفريز التي يجب أن تحتفظ بصلادتها رغم ارتفاع درجة الحرارة . وهو يتكون من الصلب أساساً مضافاً إليه التنجستن والفانديوم والكروم وربما الكوبالت أحيانا وذلك بهدف الحفاظ على المتانة والصلادة وزيادة مقاومة البري على حدود القطع مع زيادة الحرارة . وذلك بالنسب التالية :

كربون ٦ , ٠-٧ , ٠ ٪

كروم ٤ , ٠-٤٥ , ٠ ٪

تنجستن ١٤ , ٠-١٧ , ٠ ٪

فاناديوم ١-١,٥٪

كوبالت ٤٪

٧- **الصلب غير قابل للصدأ (Stainless Steel)** : هذا النوع من الصلب يحتوي كلاً من النيكل والكروم بنسب عالية ٩٪ نيكل ، ١,٨٪ كروم ولوجود النيكل بهذه النسبة تجده متيناً إذا ما قورن بالصلب الكربوني العادي وبسبب احتوائه هذه النسبة العالية من الكروم يتكون على سطحه غشاءاً متيناً من أكسيد الكروم الصلب يحول دون تكون صدأ الحديد المعروف مما يبقى على المظهر الفضي اللامع للمعدن .

ثانياً: سبائك النحاس(Copper Alloys)

أبرز سبائك النحاس هي البرونز والنخاس الأصفر التي تتميز على النحاس في بعض الخواص والتي سنتعرض لها بإيجاز لكل منهما :

أ- البرونز (Bronze)

ويسمى كالصلب السبائكي باسم العنصر المضاف ويشمل :

١- البرونز القصديري (Cu-Sn) :

يتكون بإضافة القصدير إلى النحاس بنسبة قد تصل حتى ٢٢٪ إضافة إلى عناصر سبائكية أخرى بنسب قليلة كالرصاص والخارصين والفسفور وأبرز خواصه :

- ١- القابلية العالية للتشكيل .
- ٢- مقاومة عالية للتآكل .
- ٣- انخفاض معامل الاحتكاك .
- ٤- زيادة الصلادة مقارنة بالنحاس .

ولخواصه السابقة فهو يستعمل في صناعة الصمامات (المحابس) وكراسي التحميل (البوكسات) وتركيبات أنابيب المياه والغاز والصناعات الكيماوية.

٢- البرونز الألومنيومي (Cu-Al) :

يحتوي هذا النوع من البرونز على الألمنيوم بنسبة (4-11%) إضافة إلى عناصر تسابك أخرى ويتميز بسهولة صبه وقلة تأثره بالكيماويات وإمكانية درفلته إلى شرائح أو قضبان أو أسلاك ويستعمل كذلك في صناعة المسكوكات النقدية.

٣-البرونز السليكوني (Cu-Si) :

يحتوي على السليكون بنسبة 3-4% وخواصه تتفوق على خواص البرونز القصديري لذا تجده قد حل مكانه في بعض التطبيقات الهندسية.

٤- البرونز البيريليومي (Cu-Be) :

يحتوي على 2% بيريليوم أبرز خواصه :

- ١- الصلادة والمتانة العاليتين .

- ٢- إمكانية التقسية بالمعالجة الحرارية (٨٠٠-٨٢٠)مئوي حيث يتم التبريد السريع والمراجعة عند درجة حرارة (٣٠٠-٣٥٠)مئوي .

ب- النحاس الأصفر(Brass)

يتكون النحاس الأصفر من سبيكة النحاس مع الزنك (Cu-Zn) وتتراوح نسبة الزنك فيه بين 10-40% وعلى الرغم من أن هذه السبيكة أرخص ثمناً من النحاس النقي إلا أنها تتفوق عليه في بعض الخواص ولاسيما الميكانيكية منها وكذلك تمتاز على النحاس النقي بقابليتها العالية للصب والتشغيل ويمكن معالجتها حرارياً بالتخمير (600-700)مئوي وكذلك مقاومة التأثيرات الجوية والكيماوية ولتحسين بعض الخواص يمكن أن يضاف إلى النحاس الأصفر العديد من العناصر كالألمنيوم والقصدير و النيكل والسليكون ... الخ.

و أبرز أنواع النحاس الأصفر :

- ١- التومباك يحتوي على (١٠)٪ زنك .
- ٢- المونتز يحتوي على (٣٠)٪ زنك .

جـ- سبائك الألمنيوم (Aluminum Alloys)

تتكون سبائك الألمنيوم من الألمنيوم كأساس لها وبعض العناصر المضافة الأخرى لتحسين الخواص مثل السليكون والنحاس والمغنيسيوم والخارصين والمنغنيز. وهي أكثر متانة ومقاومة للتآكل والصدمات من الألمنيوم النقي ولذا تجدها واسعة الاستعمال في الصناعات المختلفة. وسبائك الألمنيوم كثيرة وتصنف وفق اعتبارات مختلفة ، ولكننا هنا سنكتفي بعرض أهمها :

١- سبائك الألمنيوم-نحاس (Al-Zn) :

وتحتوي على (٤,٥-١١٪) نحاس وهي خواص ميكانيكية عالية وقابلة للمعالجة الحرارية ولذا تصنع منها . المكابس ورؤوس الأسطوانة في محركات الاحتراق الداخلي والأجزاء الأخرى عالية التحميل في الآت .

٢- سبائك الألمنيوم -مغنيسيوم (Al-Mg) :

وتحتوي على (٤,٥-١٠ ٪) مغنيسيوم وهي ذات مقاومة عالية للصدمات والتأكسد .

٣- سبائك الألمنيوم-خارصين(Al-Zn) :

تدعى بسبائك (السيلومين-خارصين) وتحتوي على ٦-٩٪ خارصين تمتاز بصلادتها العالية ومتانتها المتميزة ولا سيما بعد معالجتها حرارياً .

٤- سبائك (الدورلومين Duralumin) : تعد أشهر سبائك الألمنيوم على الإطلاق وذلك لاستعمالها على نطاق واسع في صناعة الطائرات والمركبات الفضائية والصناعات العسكرية والسيارات ولا سيما سيارت السباق وتحتوي هذه السبيكة إلى جانب احتوائها على النخاس بنسبة ٣,٥-٤,٥٪ على نسب من المغنيسيوم والمنغنيز . وتمتاز بأنها تتصلد بالتعتيق أي أنها تصبح صلدة جداً إذا ما تركت في الهواء الجوي لمدة أسبوع ولذا يجب إجراء عملية تلدين لها اذا

ما أريد تشغيلها بألآت القطع وتتم عملية التلدين بالتسخين حتى ٣٦٠ مئوي والتبريد البطيء في الهواء الجوي .

المـواد المـلبـدة (Sintered Materials)

لما كانت عملية التسابك بين المواد والمعادن المختلفة محكومة بالخواص الطبيعية لتلك المواد ومدى قابليتها للتذاوب مع بعضها وتكوين ما يعرف بالمحاليل الصلبة ، كان لا بد من التفكير بطرق وتقنيات جديدة للحصول على مواد بمواصفات وخواص محددة مثل الصلادة الفائقة وتحمل درجات الحرارة العالية المصاحبة لعمليات التشغيل بالسرعات العالية . فنشأ ما يعرف بتكنولوجيا المساحيق ، حيث يتم طحن وسحق المعادن والمواد المختلفة على شكل دقائق صغيرة جدا ثم تمزج جيداً إلى حد التجانس في التوزيع ضمن خليط موحد ، ويتم شحن قوالب كبس خاصة بالمخلوط وتضغط حتى 100كغم/ مم2 حتى تصل إلى ما نسبته 99% من كثافتها النظرية يلي ذلك مرحلة تعرف باسم التلبيد حيث توضع القطع الناتجة من عملية الكبس في أفران خاصة ذات جو خامل غير مؤكسد لمدة 1-3 ساعات إلى درجة حرارة تساوي تقريباً ثلثي درجة انصهار المكون الأساسي للخليط مما يزيد في مساحة التلامس بين الجزئيات ويساعد على إعادة التبلور وقد تتكون بعض المحاليل الصلبة والمركبات الكيماوية الأخرى .

ويمكن أن تتم عملية الكبس والتلبيد في نفس الوقت باستخدام قوالب كبس ساخنة أو ما يعرف بالكبس على الساخن مما ينتج عنه إنقاص الضغط المطلوب بنسبة 5-10% وكذلك إمكانية الحصول على أجزاء ذات أشكال معقدة وقياسات أكثر دقة.

وفي الغالب تكون المساحيق على شكل كربيدات مثل كربيد التنجستن، كربيد الموليبدنيوم وكربيد التيتانيوم .

وبشكل عام فان هذه المواد الملبدة تكون فائقة الصلادة ، تتحمل درجة حرارة تشغيل عالية ولكنها هشة للغاية ولا تتحمل الصدمات الفجائية ولذا تجد أن أقلام القطع تزود بأطراف على شكل لقم كربيدية كحدود قطع مسبقة التشكيل يمكنها درجة حرارة تصل إلى (1000) مئوي دون أن تتأثر صلادتها بشيء . ويصار إلى تثبيتها إلى حوامل خاصة إما لحاماً بواسطة النحاس الأحمر أو ربطها بواسطة تركيبات ميكانيكية خاصة.

اللـدائـــن (Plastics)

اللدائن مواد مصنعة من مواد طبيعية عضوية (هيدروكربونية) كالبترول والفحم ومخلفات المزرعة السليليلوزية أو حتى منتجات الألبان وقد تكون خاماتها غير عضوية كالسيليكونات. وتعتمد عملية تصنيعها على معالجة الخامات كيميائياً لتكوين وحدات بنائها الأساسية المعروفة باسم المونميرات وهي جزئيات كيميائية مركبة من ذرات عديدة مرتبطة بشكل خطي طويل ، ولدى تجمع عدد من المونمرات مع بعضها في تركيبات أكثر تعقيداً يتكون لدينا ما يسمى بالبوليمر وهو يعني عديد الجزئيات.

وتكون البوليمرات على شكل تجمعات شبكية تأخذ أحد الأشكال التالية :

- ١- شبكات خطية غير ملتحمة وهو ما يعرف باسم اللدائن الحرارية (أي التي تلين بالحرارة Thermo-plastic).

٢- شبكات ملتحمة ضيقة الفتحات وهو ما يعرف باللدائن التي تتصلد بالحرارة ولا يمكن إعادة تليينها Thermo-Set .

٣- الشبكات الملتحمة واسعة الفتحات وهو ما يعرق باسم اللدائن المرنة Elastomers

وتشترك اللدائن في جملة من الصفات الفنية والخواص جعلتها تجد استخدامات واسعة في الصناعة ومن ذلك :

١- انخفاض الكثافة نسبياً (خفة الوزن) .

٢- مقاومة الماء .

٣- مقاومة الطفيليات الحشرية وتأثير المناخ .

٤- المقاومة العالية للتأثيرات الكيمائية سواء الحامضية أو القاعدية .

٥- سهولة التصنيع وانخفاض كلفته .

وعلى الرغم من إمكانية إعادة تصنيع بعض اللدائن ولا سيما الحرارية منها إلا أنها تشكل أحياناً أخرى ملوثات طبيعية وذلك لصعوبة تحللها طبيعياً.

أسئلة الوحدة

؟١- املأ الفراغ في كل من الجمل التالية :

أ- يتم تصنيف الاسمنت والزجاج على أنها من مواد هندسية ـــــ بينما يصنف الجلد والإسفنج على أنها مواد هندسية ـــــ .

ب- من الخواص الفيزيائية للمواد : ـــــ و ـــــ و ـــــ ومن الخواص الكيميائية للمواد ـــــ و ـــــ و ـــــ

ج- إذا تعرض الحديد للهواء الرطب فانه ـــــ مكوناً ـــــ

د- يتم استخلاص الحديد وتنقيته من خلال سلسلة من ـــــ ينتج عنها حديد مشبع بالكربون يسمى ـــــ ويتم معالجته بواسطة أفران خاصة مثل ـــــ أو محولات كهربائي مثل ـــــ .

هـ- تصل نسبة الكربون في حديد الصلب إلى ـــــ أما في الحديد المطاوع فإنها ـــــ وفي حديد الصلب الفولاذي فإنها تكون بين ـــــ .

و- يتم زيادة صلادة الصلب متوسط الكربون بتسخينه إلى درجة الاحمرار ثم إطفاءه فجأة وتعتمد زيادة الصلادة على ـــــ وعلى ـــــ .

ي- كان الصلب عالي الكربون يعرف بصلب ـــــ إلى أن حل محله صلب ـــــ .

ز- من اهم المعادن غير الحديدية في التطبيقات الصناعية ـــــ و ـــــ .

ح- يتم تصنيع المواد الملبدة باستخدام تكنولوجيا ـــــ يتبعها مرحلة ـــــ .

ج- يتم تصنيع اللدائن من ـــــ وتكون البولمرات على شكل ـــــ .

؟ ٢- وضح معنى الخصائص الميكانيكية .

؟ ٣- يتم إضافة بعض العناصر لتحسين الخواص الميكانيكية للحديد اذكر ثلاثة عناصر فلزية و ثلاثة عناصر لا فلزية .

؟ ٤- اذكر ثلاث من خامات الحديد الموجودة في الطبيعة .

؟ ٥- اذكر أربعة من ابرز مزايا الحديد المطاوع .

؟ ٦- اذكر خمسة من أهم استعمالات حديد الزهر .

؟ ٧- عدد أنواع الصلب الكربوني وثلاثة استعمالات لكل منها .

؟ ٨- عدد اربعة الخواص الميكانيكية للنحاس واذكر أربعة من استعمالات النحاس .

؟ ٩- عدد أربعة من الخواص الكيميائية للألومينيوم واذكر أربعة استعمالات للألومينيوم .

؟ ١٠- وضح المقصود بالسبائك

؟ ١١- اذكر ثلاثة من سبائك الصلب واهم ميزات كل نوع و استعمالاته .

؟ ١٢- اذكر ثلاثة من سبائك النحاس واهم ميزات كل نوع و استعمالاته .

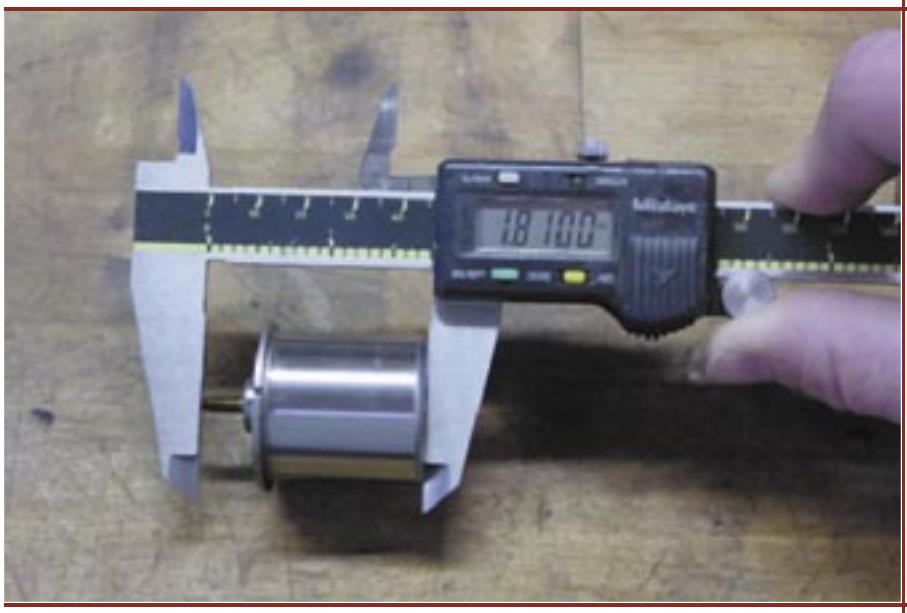
؟ ١٣- اذكر ثلاثة من سبائك الالومنيوم واهم ميزات كل نوع و استعمالاته .

؟ ١٤- اذكر أهم خصائص واستعمالات المواد المبلمرة .

؟ ١٥- اذكر أشكال البولميرات

الوحدة ٣

أدوات القياس والضبط



الأهداف:

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على :

- ١ – تتعرف على مفاهيم محددة في عمليات القياس كالدقة والمعايرة وأنظمة القياس المختلفة .
- ٢ – تحدد الأداة الأمثل للقياس وكيفية استعمالها .
- ٣ – تتعرف على الأساليب الأصح لحفظ وتداول أدوات القياس .
- ٤ – تتعرف أدوات وأجهزة الفحص والمعايرة واستخداماتها .
- ٥ – تتعرف أدوات وأجهزة القياس القابلة للتبديل واستخداماتها .
- ٦ – تميز أنواع قدمات القياس ذات الورنية ونظام تدريجها .
- ٧ – تميز أنواع ميكرميترات القياس ونظام تدريجها .

مفاهيم ومفردات للقياس

تكتسب عمليات القياس والضبط أهمية فائقة في مهنة الخراطة والتسوية وذلك لما لها من بالغ الأثر في قبول أو رفض المنتجات المشغلة على أساس مدى المطابقة وبالدقة المحددة للمطلوب .

وسوف نتعرف في هذه الوحدة على عمليات القياس والمغايرة وعلى الأدوات المستخدمة لذلك وكذلك على طرق التعامل مع هذه الأدوات بما يضمن ديمومة صلاحيتها للقياس بالدقة المطلوبة .

أولاً: مفاهيم ومفردات للقياس:

- ١-القياس : هو تحديد كمية فيزيائية كالطول أو الزمن أو الكتلة أو درجة الحرارة أو الزاوية بواسطة جهاز خاص .
- ٢-المعايرة : هي التحقق من وقوع مقدار كمي لصفة فيزيائية ما ضمن حدين مفروضين أو تجاوز ذلك المقدار الكمي لأحدها (زيادةً أو نقصاً) .
- ٣-المقارنة : هي عملية فحص أو اختبار مدى مطابقة أبعاد وشكل المنتج مع طبعات وقوالب القياس الخاصة بذلك .
- ٤-الدقة : مدى التطابق بين القيمة المقاسة والقيمة الحقيقية للكمية الفيزيائية كالبعد مثلاً .
- ٥-مقدار الخطأ : هو مقدار الفرق بين القيمة الفعلية والقيمة المفترضة .
- ٦-أجهزة القياس : هي المعدات والأدوات التي تستخدم للقراءة المباشرة أو غير المباشرة للكمية المقاسة بوحدات القياس المعروفة ضمن أنظمة القياس العالمية .
- ٧-أجهزة المعايرة : هي أدوات ومعدات قياس عالمية الدقة مضبوطة لكي تختبر عليها دقة أجهزة القياس للوقوف على مدى صلاحيتها وللقيام بضبطها .

ثانياً: أنظمة القياس:

لكي يكون للقياس مغنى لابد أن يكون ثمة إجماع على قيمة واحدة محددة لوحداته فلا يتصور أن تكون وحدة ما كالمتر مثلاً تختلف قيمتها بين بلد وأخر ولا يتصور أن تكون هناك تجارة أو صناعة ناجحة دون توحيد أو إجماع على وحدات وقيم ومفاهيم القياس المختلفة . الأمر الذي دفع بهيئات ومنظمات دولية للعمل على إخراج نظام دولي موحد للقياس عرف باسم النظام الدولي [(International System (SI] بعد أن كان العالم في بدايات القرن الماضي مقسماً بين النظام المتري الفرنسي والنظام الإنجليزي .

وفي النظام الدولي الموحد (SI) تم اعتماد الكميات والوحدات التالية :

الرقم	الكمية	الوحدة
١	١ – الطول	متر
٢	٢ – الكتلة	الكيلوغرام
٣	٣– الزمن	الثانية
٤	٤ – شدة التيار	الأمبير
٥	٥–درجة الحرارة	الكلفن
٦	٦ – شدة الضوء	الكانديل
٧	٧– كمية المادة	المول

وسوف تقتصر دراستنا على قياس الكميات المتعلقة بالأبعاد والزوايا في هذه الوحدة

ثالثاً: تصنيف أدوات القياس:

يمكن أن تصنف أدوات القياس إلى :

- ١ – أدوات القياس المباشر (مساطر القياس) .
- ٢ – أدوات قياس ناقلة (الفراجير) .
- ٣–أدوات وأجهزة الفحص والمعايرة (أدوات القيمة الثابتة) .
- ٤ – أدوات وأجهزة القياس القابلة للتبديل .

١- أدوات القياس المباشر:

أدوات القياس المباشر هي أدوات قياس خطي تتسم بسهولة استخدامها ولكنها ذات مستوى دقة منخفض يبلغ نحو نصف مليمتر تقريباً ومن أبرز الأمثلة عليها المساطر الفولاذية وأشرطة القياس .

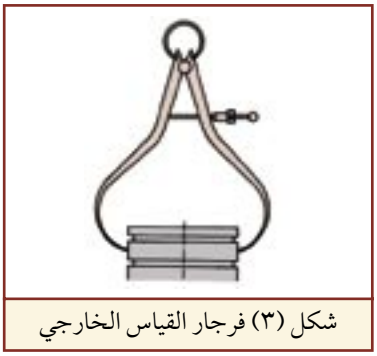
وربما كانت المساطر الفولاذية المرنة المتوفرة بأطوال مختلفة ١٢٠ ، ٦٠ ، ٣٠ سم هي الأكثر انتشاراً في ورشات الخراطة من هذا النوع من الأدوات ، والتي قد تكون مدرجة إما متريا أو بالإنش أو بهما معاً حيث تصنع من فولاذ العدد غير القابل للصدأ لضمان فعاليتها في الاستخدام ضمن ظروف العمل .

٢- أدوات القياس الناقلة:

تستخدم أدوات القياس الناقلة عند تعدد إمكانية القياس المباشر للأبعاد كالأقطار الداخلية المتدرجة مثلاً وتكون عادةً على شكل فراجير قابلة للضبط بدقة يختلف شكل ساقيها تبعاً لوضعية القياس المطلوب تنفيذه على الشغلة ، ثم تقاس المسافة بين طرفي الساقين على مسطرة القياس أو ورنية القياس حسب مستوى الدقة المطلوب ومن الأدوات الناقلة الأكثر انتشاراً :

- ١- فرجار القياس الداخلي (وتنفرج نهايتا ساقيه للخارج) .
- ٢- فرجار القياس الخارجي(وتنفرج نهايتا ساقيه للداخل) .
- ٣- المقسم : وطرفي ساقيه مدببان وفي وضع مستقيم .

شكل (٢) فرجار القياس الداخلي


شكل (٣) فرجار القياس الخارجي

شكل (٤) المقسم

- ٤- الفرجار المزدوج : وهو مزود بتدريج زاوي في جهة الرأس يمكن من قراءة المسافة بين طرفي ساقيه . وقد سمي بالمزدوج لإمكانية قلب أحد ساقيه ليعمل كأداة قياس داخلي أو خارجي .

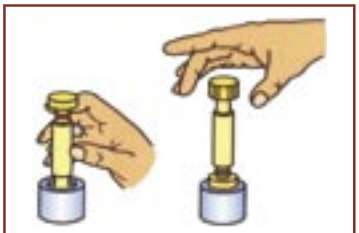
شكل (٥) المقسم

٣- أدوات وأجهزة الفحص والمعايرة:

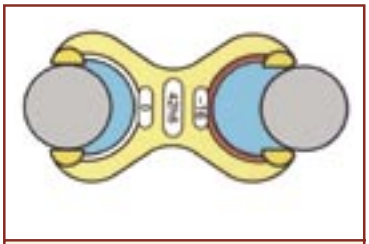
وتتصف هذه الأدوات بأنها ذات قيم ثابتة في الأعم ، وهي لا تعطي قراءات قيمة وإنما تستخدم لتحديد التطابق مع البعد المطلوب أو الشكل المطلوب وبالتالي قبول أو رفض المنتج بطريقة فحص دقيقة وسريعة . ومن الأمثلة عليها :

- ١- الضبعات (شبلونات القياس) مثل : شبلونات الأقواس وشبلونات الأسنان .
- ٢- قوالب القياس ومقاييس السمك التحسسية .
- ٣- المساطر الشعرية لفحص استواء الأسطح .
- ٤- المعايير الحدية الثابتة والقابلة للضبط والتي يمكن بواسطتها فحص الأقطار الداخلية والخارجية وحتى السلبات بطريقة(NoGo,Go) بدقة متناهية وبسرعة .

شكل (٦) جهاز فحص الأقطار الخارجية



شكل (٧) جهاز فحص الأقطار الداخلية



شكل (٨) جهاز فحص الأقطار الخارجية

شكل (٩) جهاز فحص الأقطار الخارجية

شكل (١٠) جهاز فحص الأقطار الخارجية

٤- أدوات وأجهزة الفحص القابلة للتبديل:

تعتبر هذه الأدوات الأكثر انتشاراً في ورش الخراطة والتسوية وباقي الورش الميكانيكية لما تمتاز به من دقة عالية في القياس وسهولة في الاستخدام وقد ظهر حديثاً منها أجهزة أكثر تطوراً تم إضافة مبينات رقمية لها أو ساعات ذات مؤشر وأبرز أنواعها :

- ١ – قدمات القياس ذات الورنية المختلفة .
- ٢ – ميكرميترات القياس المختلفة .

وسوف نتعرض في هذه الوحدة للأجهزة التقليدية فقط ولن نتحدث عن الأجهزة الرقمية .

١- قدمات القياس ذات الورنية (VERNIER CALIPER):

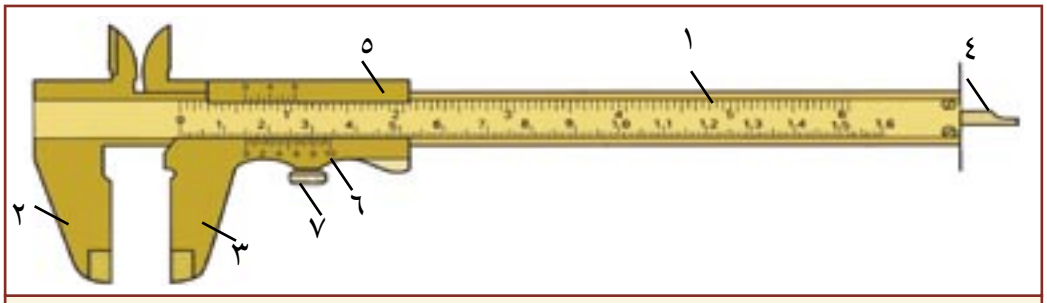
تصنع القدمة ذات الورنية من الصلب الذي لا يصدأ وهي عبارة عن مسطرة مقسمة الى مليمترات من جهة والبوصات من جهة أخرى ، ينتهي طرفها بفك ثابت يتعامد معها تعامداً تاماً .

تنزلق الورنية التي تنتهي بالفك المتحرك والتي تحمل التقسيم المساعد بالمليمترات والبوصات على المسطرة وذلك لتحديد القياس بدقة . يطلق عليه (الورنية) Vernier نسبة إلى اسم الرجل الذي اخترعها .

يختلف دقة القياس من قدمة لأخرى (١ , ٠ أو ٠٥ , ٠ أو ٠٢ , ٠ مليمتر) باختلاف تقسيم الورنية المنزلقة . كما سيوضح فيما بعد لكل نظام على حدة .

تعتبر القدمة ذات الورنية من أكثر أدوات القياس انتشاراً في الورشات لميزاتها المتعددة لصغر حجمها وقياساتها العامة ، لذلك فقد سميت بالقدمة ذات ورنية الشاملة .

تتكون القدمة ذات الورنية الموضحة بالشكل() من الأجزاء الآتية :



شكل (١١) قدمة القياس ذات الورنية (كليبر)

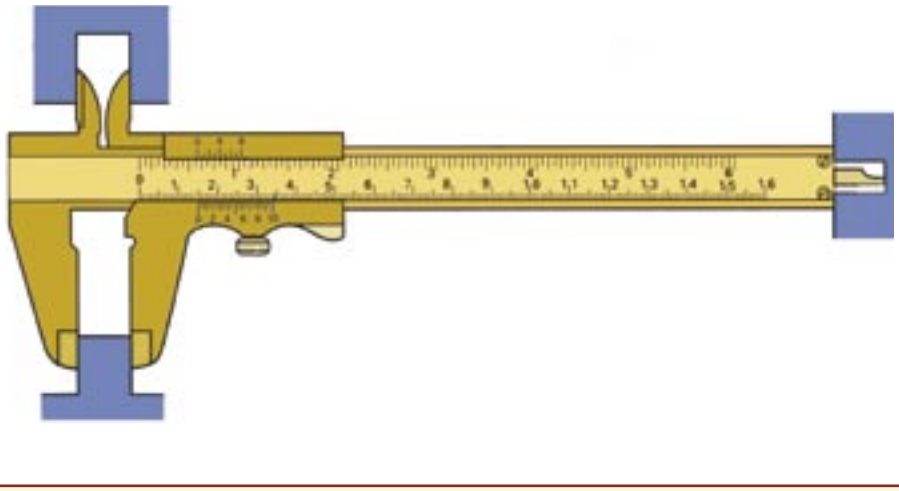
- ١- المسطرة : يوجد بها التقسيم الرئيسي بالمليمترات والبوصات .
- ٢- الفك الثابت : بنهاية المسطرة ويستخدم مع الفك المتحرك لقياس الأبعاد والأقطار الخارجية .
- ٣- الفك المتحرك : بنهاية الورنية المنزلقة ويستخدم مع الفك الثابت لقياس الأبعاد والأقطار الخارجية .
- ٤- ساق قياس الأعماق : مثبت بالورنية المنزلقة ويتحرك معها ويستخدم لقياس الإرتفاعات و أطوال الثقوب (الأعماق) .
- ٥- الورنية المنزلقة : تنزلق على المسطرة وتحمل التقسيم المساعد بالمليمترات والبوصات .
- ٦- التقسيم المساعد : الغرض منه هو تكبير الأجزاء الصغيرة من المليمتر أو الأجزاء الصغيرة للبوصة لسهولة قراءتها .
- ٧- مسمار التثبيت : لتثبيت الورنية المنزلقة على القياس المطلوب عند الحاجة لذلك .

مميزات القدمة ذات الورنية:

توجد عدة أشكال للقدمة ذات الورنية التي يختلف استخدام كل منها عن الأخرى باختلاف الجزء المطلوب قياسه، وبصفة عامة تتميز القدمة ذات الورنية بالصفات التالية :

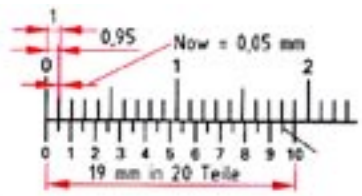
- ١- تصنع من الصلب الذي لا يصدأ .
- ٢- ذو حجم مناسب .
- ٣- سهلة الاستخدام .
- ٤- استخدامها للقياسات العامة كما هو موضح بالشكل
  أ- قياس الأبعاد والأقطار الخارجية ب- قياس الأبعاد والأقطار الداخلية . جـ-قياس الأعماق .
- ٥- إمكانية تثبيتها على القياس المطلوب .
- ٦- تجمع بين النظام المتري بالمليمترات والإنجليزي بالبوصات وأجزائها، وتصل الدقة بكل منهما إلى ٠,٠٢ مليمتر ، ٠,٠٠١ بوصة .

٧- تتدرج أطوال القدمة لإمكان استخدامها لقياس المشغولات ذات الأبعاد والأقطار الكبيرة لتصل إلى ١٥٠٠ مليمتر أي ١,٥ متر ، والتي تتميز بنفس الدقة السابق ذكرها .



شكل (١٢) استخدام القدمة ذات الورنية

نظرية الورنية (VERNIER THEORY):



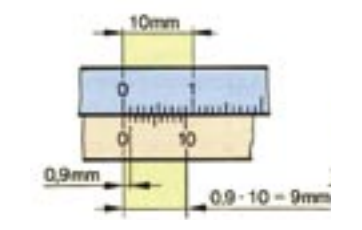
شكل (١٣) نظام الورنية

لا يمكن تصميم أداة واحدة يقسم عليها السنتيمتر الواحد إلى ١٠٠ جزء ليساوي الجزء الواحد منه ٠,١ مليمتر وإذا فرض تم ذلك فلا يمكن قراءة الأجزاء الصغيرة بالعين المجردة .

لذلك فقد صممت دور الصناعة ورنية تحمل تدريجاً بمثابة تقسيم مساعد للتقسيم الأساسي وهي عبارة عن تكبير للأجزاء الصغيرة لأقسام القياس الأساسي .

تنزلق الورنية على المسطرة . . لذلك سميت بالورنية المنزلقة يتم التقسيم الأساسي بالمسطرة لإمكان قراءة الأجزاء الصغيرة من المليمتر ليصل دقة قراءة القدمة إلى ٠,١ أو ٠,٠٥ أو ٠,٠٢ مليمتر بالقياس المتري (وإلى ٠,٠٠١ بوصة . .)

نظام تدريج الورنية المنزلقة 0.1 مليمتر:



شكل (١٤) نظام تدريج الورنية المنزلقة ٠,١ مليمتر

الشكل () يوضح رسم تخطيطي لجزء من القدمة أثناء انطباق صفر التقسيم الرئيسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية .

أخذت مسافة من مسطرة مقدارها ٩ مليمتر ، وقسمت إلى ١٠ أقسام متساوية على لورنية المنزلقة ، بحيث ينطبق صغر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية . وينتهي التدريج التاسع بالمسطرة بمحاذاة التدريج العاشر بالتقسيم المساعد على الورنية .

بذلك يكون القسم الواحد على الورنية =٩ مم ÷ ١٠ أجزاء= ٠,٩ مليمتر .

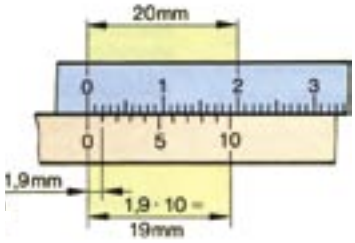
وهذا يعني أن الفرق بين قيمة القسم الواحد من التقسيم الأساسي بالمسطرة وقيمة القسم الواحد بالتقسيم المساعد على الورنية = ١ – ٠,٩ = ٠,١ مليمتر .

وهي دقة قياس الورنية المنزلقة أو دقة القدمة ذات الورنية , وهكذا . وبناءاً على طريقة تقسيم الورنية السابق ذكرها ، فإنه يمكن تدريج الورنية المنزلقة دقة ٠,٠٥ مليمتر، ٠,٠٢ مليمتر .

القدمة ذات الورنية دقة 0.05 مليمتر (VERNIER CALIPER 0.05 MM):

تتشابه القدمة ذات الورنية دقة ٠,٠٥ مليمتر مع القدمة ذات الورنية ٠,١ مليمتر ، ويختلفا في دقة القياس .

شكل () يوضح جزء من القدمة ذات الورنية دقة ١/٢٠ مليمتر أو ٠,٠٥ مليمتر أثناء انطباق صفر المسطرة مع صفر الورنية .



شكل (١٥) القدمة ذات الورنية دقة٠,٠٥ مليمتر

أخذت مسافة قدرها ٣٩ مليمتر من المسطرة وقسمت إلى ٢٠ قسم (أقسام متساوية) بالورنية المنزلقة ، بحيث يبتدئ صفر الورنية بمحاذاة صفر المسطرة وينتهي لأخر تدريج بمحاذاة التدريج التاسع والثلاثون من المسطرة .

بذلك يكون كل قسم من أقسام الورنية = ٩٣ مليمتر ÷ ٢٠ جزء = ٩٣ / ٠٢ مليمتر الذي يقابله قسمين من أقسام المسطرة قيمتها = ٢مليمتر .

وهذا يعني أن الفرق بين قيمة القسمين من التقسيم الأساسي بالمسطرة وقيمة قسم واحد من التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة .

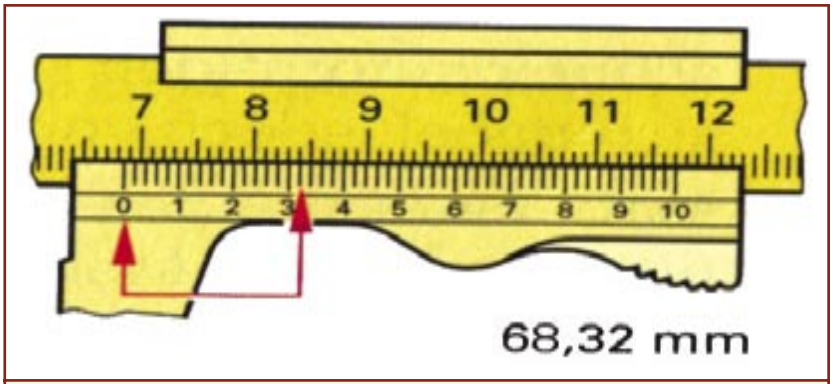
= ٢ – (٠٢/٩٣)

=(٠٢/٠٤)–(٠٢/٩٣)=١/٠٢مليمتر . . أي ٠,٠٥ مليمتر .

القدمة ذات الورنية دقة 0.02 مليمتر:

تتكون القدمة ذات الورنية دقة ٠,٠٢ مليمتر من نفس أجزاء القدمة ذات الورنية دقة ٠,١ ، ٠,٠٥ مليمتر باختلاف تدريج الورنية المنزلقة لإمكان قياسات أدق .

يوجد شكلا للقدمة ذات الورنية دقة ٠,٠٢ مليمتر شائعا الاستخدام وهما كالآتي :



شكل (١٦) القدمة ذات الورنية دقة0.02

الشكل الأول : هو الشكل الأساسي (القدمة جامعة الأغراض) المخصصة للقياسات العامة الآتية :

أ- قياس الأبعاد والأقطار الخارجية .

ب- قياس الأبعاد ولأقطار الداخلية .

ج- قياس الأعماق .

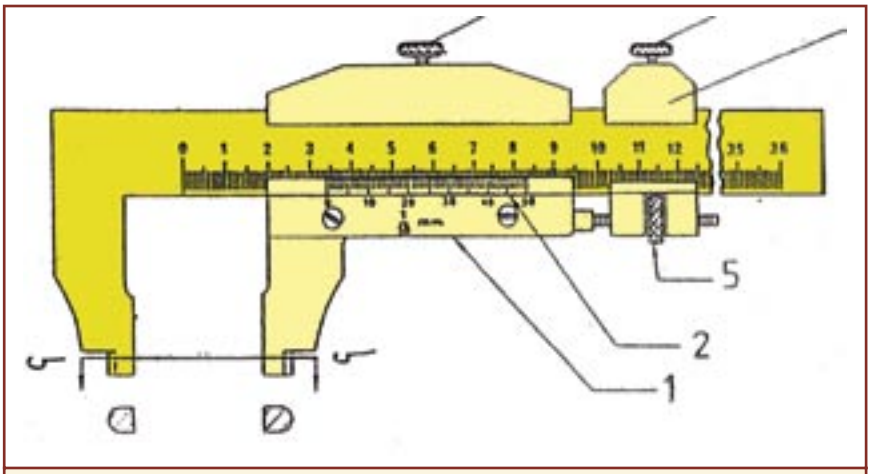
الشكل الثاني : القدمة ذات محدد الضبط الدقيق المخصصة للقياسات الآتية :

أ- قياس الأبعاد والأقطار الخارجية .

ب- قياس الأبعاد ولأقطار الداخلية .

الغرض من وجود محدد الضبط الدقيق في القدمة دقة ٠,٠٢ مليمتر . . هو سهولة التحكم في حركة الورنية المنزلقة عند القياس الدقيق .

القدمة ذات محدد الضبط الدقيق دقة 0.02 مليمتر:



شكل (١٧) القدمة ذات محدد الضبط الدقيق دقة ٠.٠٢

تتكون القدمة ذات محدد الضبط الدقيق دقة ٠,٠٢ مليمتر شكل () من نفس أجزاء القدمة ٠,١ ، ٠,٠٥ مليمتر بتغير تقسيم الورنية المنزلقة لإمكان قياسات أدق بالإضافة إلى بعض الأجزاء الأخرى وهي الآتي :

- ١- الورنية المنزلقة .
- ٢- التقسيم المساعد بالورنية .
- ٣- مسمار تثبيت الورنية المنزلقة .
- ٤- محدد الضبط الدقيق .
- ٥- عجلة التحكم في حركة محدد الضبط الدقيق .
- ٦- مسمار تثبيت محدد الضبط الدقيق .
- ٧- (س س) قطاع بالفكين الثابت والمتحرك يستخدمان للقياس الداخلي .

نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 مليمتر:

يوضح الشكل () رسم تخطيطي للقدمة أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة .

أخذت مسافة قدرها ٤٩ مليمتر من المسطرة وقسمت إلى ٥٠ قسم (أقسام متساوية) على الورنية المنزلقة بحيث يبتدئ صفر الورنية بمحاذاة التدريج ٤٩ من المسطرة .

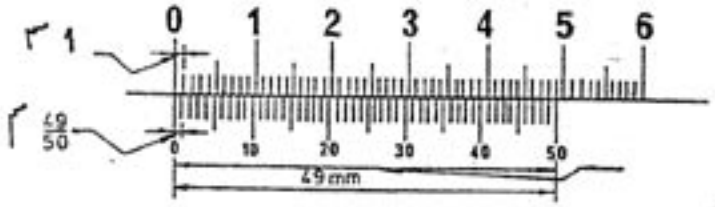
بذلك يكون كل قسم مدرجاً من الورنية المنزلقة =٩٤ مم ÷ ٥٠ جزء = (٩٤/ ٥٠) مم .

هذا يعني أن الفرق بين القسم الواحد من القياس الواحد من القياس الأساسي بالمسطرة وقيمة القسم الواحد من التقسيم المساعد بالورنية .

= ١ مم – (٥٠/ ٤٩)مم =١/ ٥٠ مم

= ٠,٠٢ مم .

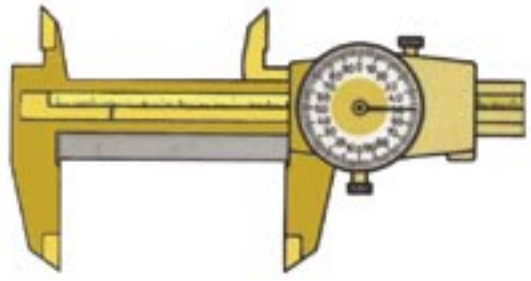
وهي دقة قياس المنزلقة أو دقة قياس القدمة ذات الورنية .



شكل (١٨) نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02

القدمة وجه الساعة

تتشابه لقدمة وجه الساعة مع القدمة ذات الورنية ولكن باختلاف الساعة البيانية والمؤشران اللذان يشيران إلى القياس بدلاً من تدريج المسطرة وتقسيم الورنية .



شكل (١٩) القدمة وجه الساعة

تعتبر مسطرة القدمة بمثابة جريدة مسننة يتحرك عليها ترس صغير يعطى حركته لمجموعة تروس أخرى ليتحرك المؤشران حركة دائرية ليشيرا إلى قراءة القياس .

للغرض من تصميم هذا النوع من القدمات هو سهولة قراءة القياسات المختلفة على الساعة من خلال المؤشرين . . لذلك يفضلها الفنيون وخاصة ضعاف النظر .

تستخدم القدمة وجه الساعة للقياسات العامة الآتية : –

- ١ – قياس الأبعاد والأقطار الخارجية .
- ٢ – قياس الأبعاد والأقطار الداخلية .
- ٣ – قياس الأعماق . (كما هو متبع بالقدمة ذات الورنية) .

تتكون القدمة وجه الساعة شكل من الأجزاء الآتية : –

- ١ – المسطرة : مثبت عليها جريدة مسننة ويوجد بها تقسيم بالسنتيمترات فقط لكونها مصممة للقياس بالنظام المتري .
- ٢ – الفك الثابت : يوجد بنهاية المسطرة ويتعامد معها تعامداً تاماً .
- ٣ – الفك المتحرك : مثبت بالمنزلقة ويتعامد مع المسطرة تعامداً تاما ويتوازى مع الفك الثابت ويحمل الساعة البيانية .
- ٤ – حد القياس الثابت : متعامد مع الجزء العلوي من المسطرة وهو على استقامة الفك الثابت .
- ٥ – حد القياس المتحرك : متعامد مع الجزء العلوي من المسطرة وهو على استقامة الفك المتحرك .
- ٦ – ساق قياس الأعماق : مثبت بالساعة المثبتة بالمنزلقة بحيث ينتهي بنهاية المسطرة .
- ٧ – المنزلقة : تحمل الساعة البيانية وتنزلق على المسطرة من خلال ترس صغير .
- ٨ – الساعة البيانية : مثبتة على المنزلقة ، مقسمة تقسيم دائري على ١٠ مليمترات وكل مليمتر مقسم على

١٠ أجزاء . (يساوي الجزء الواحد ١ , ٠ مليمتر) .

- ٩- المؤشر الصغير : يشير إلى قراءة السنتيمترات .
- ١٠- المؤشر الكبير : يشير إلى قراءة المليمترات وأجزائها .
- ١١- مسمار تثبيت : لتثبيت المنزلقة .
- ١٢- عجلة صغيرة : تستخدم لحركة المنزلقة .
- ١٣- مسمار ضبط : يستخدم لمطابقة صفر القرص المدرج على المؤشرين تماماً بعد انطباق الفك الثابت مع الفك المتحرك وذلك عند مراجعة القدمة من حين لآخر .

نظرية القياس بالقدمة وجه الساعة دقة 0.05 مليمتر:

تتلخص حركة القياس بالقدمة وجه الساعة من خلال دوران الترس الصغير المثبت بالمنزلقة على الجريدة المسننة المثبتة على المسطرة الذي يعطي حركته لمجموعة تروس لتتحكم في دقة حركة المؤشرين اللذين يحددان قيمة القياس .

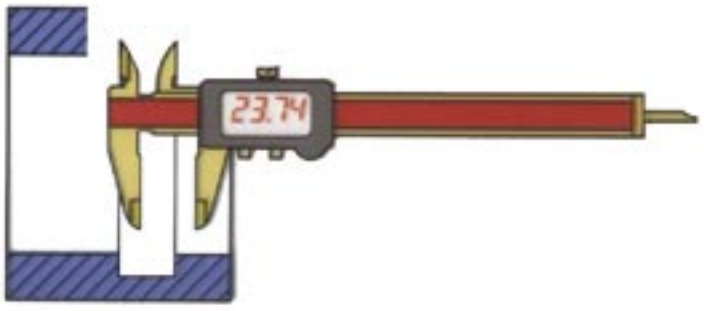
بنيت فكرة تدريج ساعة القدمة وحركة دوران المؤشرين على نظرية الساعة الميقاتية ، حيث يشير المؤشر الصغير إلى قراءة السنتيمترات كما يشير المؤشر الكبير إلى قراءة المليمترات وأجزائها .

فسمت الساعة البيانية للقدمة (تقسيم دائري) إلى ١٠ أقسام متساوية (قيمة القسم الواحد = ١ مليمتر)، وقسم المليمتر إلى عشرة أجزاء متساوية (قيمة الجزء الواحد = ٠ , ١ مليمتر) ، كما يوجد تقسيم بشكل نقط ينصف الجزء الواحد ليساوي ٠٥ , ٠ مليمتر . . وهي دقة قراءة القدمة وجه الساعة .

القدمات ذات الأشكال الخاصة

توجد عدة أنواع من القدمات وهي كالآتي : -

- ١- القدمات ذات الورنية بأشكالها المتعددة .
- ٢- قدمة قياس الأعماق بأشكالها المتعددة .
- ٣- قدمة قياس الخوابير .
- ٤- قدمة قياس أسنان التروس .
- ٥- قدمة قياس الإرتفاعات .



شكل (٢٠) القدمات ذات الأشكال الخاصة

الميكرومترات

تختلف قطع التشغيل المصنعة باختلاف أداة القياس المستخدمة والدقة المطلوبة أو حسب أهمية هذا الجزء وطريقة تركيبه وتعامله مع باقي الأجزاء ، لذلك صممت القدمات ذات الورنية المتعددة الأشكال والطوال لقياس المشغولات المختلفة التي تصل دقتها إلى ٠ , ١ أو ٠ , ٠٥ أو ٠ , ٠٢ مليمتر ، لكن هناك أجزاء ميكانيكية تحتاج

أجزاء ميكانيكية تحتاج عند تجميعها إلى دقة أكثر أثناء التشغيل، الأمر الذي يترتب عليه ضرورة استخدام أدوات قياس أكثر دقة مثل الميكرومترات التي تفوق القدمات بصفة عامة بدرجة كبيرة من حيث دقة القياس الذي يبلغ ٠,٠١ مليمتر ويصل إلى ٠,٠٠١ مليمتر ، بالإضافة إلى سهولة قراءة أجزاء من المائة من المليمتر أو جزء من الألف من المليمتر .

توجد أنواع أساسية من الميكرومترات التي تختلف أشكالها باختلاف نوع القياس المطلوب من أجلها وهي :

- ١- ميكرومتر القياس الخارجي .
- ٢- ميكرومتر القياس الداخلي .
- ٣- ميكرومتر قياس الأعماق .
- ٤- ميكرومتر قياس سن القلاووظ .

كما توجد ميكرمترات أخرى للقياس الخاصة مثل ميكرومتر قياس سكاكين الفرايز والتروس وميكرومتر قياس سمك المواسير و ميكرومتر قياس أعماق الخوابير . . . . . وغيرها .

الميكرومترات من أدوات القياس الدقيقة . . تتأثر من انتقال الحرارة من خلال يد الفني الذي يستخدمها . . لذلك صممت الميكرمترات بوجود قطعتين من البكاليت على جانبي الإطار كما أضيف ببعض الميكرمترات على اسطوانة القياس الخارجية أجزاء اسطوانية من البكاليت لعدم انتقال الحرارة إليه بالإضافة انه يوصى باستخدامه وتخزينه عند درجة حرارة قدرها ٢٠ درجة مئوية وعند استخدامه لفترة طويلة يجب تثبيته على حامله الخاص لتلافي التمدد الطولي .

ميكرومتر القياس الخارجي

يستخدم ميكرومتر القياس الخارجي في قياس الأبعاد والأقطار الخارجية لقطع التشغيل والأجزاء ذات الأسطح المشطبة الدقيقة .

يتكون ميكرومتر القياس الخارجي شكل من الأجزاء التالية :

- ١- **الإطار** : هو الهيكل الرئيسي الذي يحمل جميع أجزاء الميكرومتر وهو على حرف **U** . يصنع الإطار من الصلب أو من سبيكة تتكون من النيكل والزنك والنحاس الأحمر وهي سبيكة غير قابلة للصدأ . عادة يثبت عند موضع حامله عازلة كالبكاليت (بكلتا جانبي الإطار) لمنع تسرب حرارة اليد إليه أثناء استخدامه .
- ٢-**اسطوانة القياس الداخلية** : مثبتة بالإطار وتحمل التقسيم الرئيسي بالمليمترات وأنصاف المليمترات .
- ٣- **التقسيم الرئيسي** : هو تقسيم طولي باسطوانة القياس الداخلية بجميع أنواع الميكرومترات بطول ٢٥ مليمتر فقط مهما كان نطاق قياسه ، عليه لقسيم بالمليمترات من الجهة العليا وأنصاف المليمترات من الجهة السفلى .
- ٤- **إسطوانة القياس الخارجية** : عبارة عن جلبة اسطوانية أو غلاف اسطواني بقلاووظ داخلي خطوته ٠,٥ مليمتر وهي نفس خطوة قلاووظ عمود القياس . يوجد ببدايتها مخروط مقسم إلى ٥٠ قسم (أقسام متساوية) حيث

شكل (٢١)ميكرومتر القياس الخارجي

يقابل التقسيم الرئيسي الأفقي الذي يحدد قيمة القياس بدقة .

أثناء دوران اسطوانة القياس الخارجية (الغلاف الاسطواني) تتحول الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة بعمود القياس في اتجاه قاعدة الارتكاز أو عكسها حسب اتجاه الدوران .

- ٥- **عمود القياس** : هو العمود المتحرك الذي يحصر الجزء المراد قياسه بينه وبين قاعدة الارتكاز المقابلة له . يوجد بنهاية عمود القياس قلاووظ خارجي خطوته ٠,٥ مليمتر (الجزء الداخلي الموضح بالقطاع) معشق مع القلاووظ الداخلي لاسطوانة القياس الخارجية . عند دوران إسطوانة القياس الخارجية في اتجاه عقارب الساعة . . . يتحرك عمود القياس حركة مستقيمة في اتجاه قاعدة الارتكاز لينحصر الجزء المراد قياسه بين عمود القياس وقاعدة الارتكاز .
- ٦- **قاعدة الارتكاز** : مثبتة بالإطار ، ينحصر الجزء المراد قياسه بينها وبين عمود القياس .
- ٧- **فرملة حلقية** : تستخدم بمثابة صمولة لتثبيت عمود القياس عند الحاجة إلى ذلك وتحل الفرملة لكي يستخدم الميكرومتر لقياس آخر .
- ٨- مسمار التحسس : مثبت بنهاية اسطوانة القياس الخارجية والغرض منه هو تحديد قوة الضغط أثناء القياس . ضمن دقة وحساسية الميكرومتر وتأكيدا لصحة دقة القياس .
- ٩- حلقة ضبط الخلوص : حلقة ضبط الخلوص مثبتة على نهاية قلاووظ اسطوانة القياس الداخلية الغرض منها هو ضبط الخلوص بين عمود القياس واسطوانة القياس الداخلية وأيضاً لضبط اسطوانة القياس الخارجية على الصفر وذلك في حالة وجود أي خلوص أثناء اختبار الميكرومتر من حين لآخر .

للحفاظ على دقة وحساسية الميكرمترات المختلفة يوضع عند تصنيعها كساء من معدن صلد على السطح الجانبي لعمود القياس وأيضاً على السطح الجانبي لقاعدة الارتكاز وذلك للحفاظ عليهما من التآكل نتيجة لكثرة إحتكاكهما بالمشغولات المعدنية المختلفة أثناء القياس .

يوصى باختبار الميكرمترات من حين لآخر بواسطة قوالب القياس ذات الأسطح المتوازية لضبطها أو للتأكد من دقتها .

نطاق قياس الميكرومتر

ميكرومترات النظام المتري بجميع أنواعها وأشكالها وأحجامها . طول مشوار عمود القياس بكل منها هو ٢٥ مليمتر ، والغرض من تصنيعه بهذه الصورة وعدم زيادة طول مشوار عمود القياس هو المحافظة على دقة وحساسية الميكرومتر .

أما مدى نطاق قياس الميكرومتر شكل فإنه يزيد بمقدار ٢٥ مليمتر كالآتي :

ميكرومتر خارجي صفر : ٢٥ مليمتر .

// // ٢٥ : ٥٠ //

// // ٥٠ : ٧٥ //

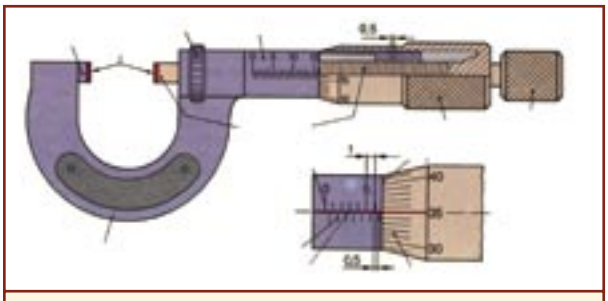
// // ٧٥ : ١٠٠ //

// // ١٠٠ : ١٢٥ //

// // // ١٢٥ : ١٥٠ //
// // // ١٥٠ : ١٧٥ //
// // // ١٧٥ : ٢٠٠ //

نظرية الميكرومتر

بنيت نظرية الميكرومتر على فكرة محدد الضبط الدقيق بالقدمة ذات الورنية . . ومحدد الضبط الدقيق عبارة عن مسمار قلاووظ وصامولة الغرض منعما هو التحكم الدقيق في حركة الورنية .



شكل (٢٢) نظرية الميكرومتر

إذا الحركة الأساسية التي بنيت عليها نظرية تصميم الميكرومتر شكل هي التحكم في حركة دوران مسمار قلاووظ بصامولة مثبت بها قاعدة على شكل حرف U ، فإذا كانت خطوة سن قلاووظ المسمار والصامولة ١ مليمتر فإنه عند دوران المسمار دورة كاملة ينتج عن تحرك المسمار إلى الأمام أو إلى الخلف حسب اتجاه الدوران مسافة قدرها ١ مليمتر .

أي تحويل الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة وهي القاعدة الأساسية لحركة الميكرومتر . خطوة سن القلاووظ المعتادة والشائعة بالميكرومتر هي ٠,٥ مم . . والغرض من صغر الخطوة هو الحركة الدقيقة للميكرومتر .

يوجد بمخروط اسطوانة القياس تدريج مقسم إلى ٥٠ قسم (أقسام متساوية) الغرض منه هو تكبير الأجزاء الصغيرة . . مما يرفع دقة القراءة ، تضاف هذه الأجزاء إلى قيمة القياس الأصلي بالتقسيم الرئيسي الموضحة باسطوانة القياس الداخلية . . للحصول على قراءات دقيقة .

تطورت هذه الفكرة لتصل الدقة بالميكرومتر المتري إلى ٠,٠٠١ مليمتر والميكرومتر الإنجليزي إلى ٠,٠٠٠١ بوصة .

نظام تدريج الميكرمتر دقة 0.01 مليمتر

عادة يكون قلاووظ عمود القياس خطوته ٠,٥ مليمتر وهي نفس خطوة القلاووظ الداخلي لاسطوانة القياس ، وهذا يعني أنه إذا أديرت اسطوانة القياس الخارجية دورة كاملة يتحرك عمود القياس إلى الأمام أو إلى الخلف وذلك حسب اتجاه الدوران مسافة قدرها ٠,٥ مليمتر .

الميكرومتر المقسم مخروط اسطوانة القياس به إلى ٥٠ قسم . . يكون خطوة قلاووظ عمود قياسه ٠,٥ مليمتر .

تقسيم مخروط اسطوانة القياس إلى ٥٠ قسم يعني أن خطوة القلاووظ عمود القياس = ٠,٥ مم . يوجد باسطوانة القياس الداخلية تقسيم رئيسي على خط طولي مقداره ٢٥ مليمتر وهو نطاق قياس الميكرومتر .

التقسيم العلوي . . يشير إلى المليمترات الكاملة .

التقسيم السفلي . . يشير إلى أنصاف المليمترات .

أي الدورة الكاملة لاسطوانة القياس = خطوة قلاووظ عمود القياس = قسم واحد من التقسيم الرئيسي الأسفل

باسطوانة القياس الداخلية=٥ , ٠ مليمتر .

إذا أديرت الاسطوانة الخارجية لتبتعد عن خط التقسيم الرئيسي باسطوانة القياس الداخلية بمقدار جزء واحد فقط . تكون قيمة الجزء بمخروط اسطوانة القياس = جزء واحد من مجموع أجزاء مخروط اسطوانة القياس X خطوة قلاووظ عمود القياس= (١/ ٥٠) X (١/ ٢) = (١/ ١٠٠) أو ٠ , ٠١ مليمتر . وهي دقة قياس الميكرومتر .

ميكرومتر القياس الخارجي ذو الورنية دقة 0.001 مليمتر

يستخدم ميكرومتر القياس الخارجي ذو الورنية لقياس الأبعاد والأقطار الخارجية لقطع التشغيل والأجزاء الهامة التي يتطلب لها قياسات دقيقة .

يتكون شكل بنفس أجزاء الميكرومتر الخارجي دقة ٠ , ٠١ مليمتر بإضافة الورنية التي تتشابه مع ورنية القدمة المنزلقة . دقة قياس الميكرومتر ٠ , ٠١ مليمتر ليصبح دقة قياس الميكرومتر ٠ , ٠٠١ مليمتر .

الميكرومتر الداخلي

يستخدم الميكرومتر الداخلي لقياس المشغولات والأجزاء الدقيقة ، يوجد ثلاثة أشكال للميكرومترات الداخلية وهي كالآتي : -

- ١ - الميكرومتر الداخلي ذو الفكين .
- ٢ - الميكرومتر الداخلي المجهز بقط امتداد .
- ٣ - الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة أذرع .

الميكرومتر الداخلي ذو الفكين

يتشابه الميكرومتر الداخلي ذو الفكين مع الميكرومتر الخارجي باختلاف الفكين بدلا من الإطار على شكل قوس دقة قياسه ٠ , ٠١ مليمتر . أضيف عليه تقسيم مساعد لتصل دقة قياسه إلى ٠ , ٠٠١ مليمتر . يتكون الميكرومتر الدالي ذو الفكين شكل من الأجزاء التالية :

- ١ - الهيكل الأساسي .
- ٢ - الفك الثابت .
- ٣ - الفك المتحرك .
- ٤ - القراءة الأساسية المباشرة .
- ٥ - التقسيم المساعد .
- ٦ - مسمار تحسس .
- ٧ - فرملة حلقية .

شكل (٢٣) الميكرومتر الداخلي ذو الفكين

يبلغ طول مشوار الفك المتحرك ٢٥ مليمتر أما مدى القياس فيكون كالآتي :

٠٥ : ٥٧ مليمتر .

٧٥ : ١٠٠ مليمتر .

١٠٠ : ١٢٥ مليمتر .

١٢٥ : ١٥٠ مليمتر .

١٥٠ : ١٧٥ مليمتر .

١٧٥ : ٢٠٠ مليمتر .

الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد

يتشابه الميكرومتر الداخلي المجهز بقط امتداد مع الميكرومتر الخارجي في التقسيم الرئيسي باسطوانة القياس الداخلية وتدريج مخروط اسطوانة القياس الخارجية .

شكل (٢٤) الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد

يستخدم الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد لقياس الأقطار الداخلية الكبيرة كما يستخدم بهد ربط وتثبيت ذراع التطويل لقياس الأقطار الداخلية العميقة .

يتكون الميكرومتر الداخلي المجهز امتداد شكل من الأجزاء التالية :

- ١ – اسطوانة القياس الداخلية .
- ٢ – اسطوانة القياس الخارجية .
- ٣ – حلقة اسطوانية للتحسس .
- ٤ – مسمار تثبيت .
- ٥ – قطع امتداد .

ملاحظة

صمم السطحان الجانبيان لأعمدةقياس الميكرومتر الداخلي المجهزبقطع امتداد على شكل قوس ليكون تلامي كل منهما على نقطة وذلك للحصول على قياسات دقيقة .

نطاق قياس الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد

يبدأ نطاق الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد من ٥٣ : ٥٠مليمتر

وبعدها يتشابه مع نطاق قياس الميكرومتر الخارجي حيث طول مشوار عمود القياس ٢٥ مليمتر ليزيد مجال قياسه بمقدار ٢٥ مليمتر كالآتي :

٣٥ : ٥٠ مليمتر

٥٠ : ٧٥ مليمتر

٧٥ : ١٠٠ مليمتر

١٠٠ : ١٢٥ مليمتر

١٢٥ : ١٥٠ مليمتر

وهكذا بزيادة قدرها ٢٥ مليمتر إلى أن يصل نطاق قياسه إلى ٥٠٠ مليمتر

طرق القياس باستخدام الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد

- ١ – يستخدم الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد للقياس المباشر شكل وذلك بحمله بكلتى يدي الفني

بوضع السطحين الجانبين لأعمدة قياس الميكرومتر داخل السطح الداخلي لقطعة التشغيل وبزيادة طول الميكرومتر شيئاً فشيئاً نع حركة عمود القياس بحركة على شكل قوس باحتراس حتى يتلامس السطحان الجانبيان لأعمدة قياس الميكرومتر بشكل عمودي شكل للوصول إلى القياس المطلوب وبدقة .

الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة أذرع

يسمى أيضاً بالميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز . ويعتبر من أفضل أنواع الميكرومترات الداخلية وذلك لوجود ثلاث نقط ارتكاز يتلامسون مع السطح الداخلي لقطر المشغولة المراد قياسها ليعطى قياسات ذات جودة ودقة عالية .

يتكون الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة نقط ارتكاز شكل من الأجزاء الآتية :

- ١ – الهيكل .
- ٢ – نقط ارتكاز .
- ٣ – اسطوانة القياس الداخلية .
- ٤ – اسطوانة القياس الخارجية .
- ٥ – الورنية . . (التدريج المساعد) .
- ٦ – حلقة اسطوانية للتحسس .

شكل (٢٥)الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة أذرع

يستخدم الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة نقط ارتكاز في قياس الأقطار الداخلية ٦ : ٣٠٠ مليمتر كما يستخدم قياس أقطار المجاري الداخلية .

يتشابه الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة نقط ارتكاز مع الميكرومتر الخارجي في التقسيم الرئيسي باسطوانة القياس الداخلية وتدريج مخروط اسطوانة القياس الخارجية .

ذود الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة نقط ارتكاز بورنية (تقسيم مساعد) ليصل دقة قياسه إلى ٠,٠٠١ مليمتر .

نطاق قياس الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة أذرع

يختلف نطاق قياس الميكرومترات الداخلية ذات الثلاثة أذرع عن ما هو متبع بالميكرومترات الخارجية وذلك لاختلاف الحركة بينهما ، فقد صمم نطاق قياسهما بأقل مدى ممكن وذلك على جودة الحركة الميكانيكية للميكرومترات بالإضافة إلى الحصول على قياسات أدق .

ميكرومتر قياس الأعماق

تستخدم قدمة الأعماق في قياس أعماق الثقوب و الإرتفاعات ، علنا بأن دقة قياسهما ٠,٠٥ أو ٠,٠٢ مليمتر كما يستخدم ميكرومتر الأعماق في قياس أعماق الثقوب والإرتفاعات للمشغولات الهامة والأكثر دقة . . حيث

دقة قياسه إلى ٠١ , ٠ مليمتر .

يتشابه ميكرومتر الأعماق مع الميكرومتر الخارجي في نظرية القياس أي في خطوة قلاووظ عمود القياس وهي ٥ , ٠ مليمتر والتقسيم الرئيسي باسطوانة القياس الداخلية وتدريج مخروط اسطوانة القياس الخارجية ولكن يختلف في القراءة العكسية للتقسيم الرئيسي حيث صمم التدريج بشكل عكسي عن ما هو متبع بالميكرومترات الخارجية والداخلية .

يتكون ميكرومتر قياس الأعماق شكل من الأجزاء الآتية :

- ١ – عمود القياس .
- ٢ – ذراعا الارتكاز . يتعامدان مع عمود القياس بزاوية ٩٠ .
- ٣ – التقسيم الرئيسي بشكل عكسي .
- ٤ – اسطوانة القياس الخارجية .
- ٥ – مسمار تحسس .
- ٦ – فرملة حلقية . . لتثبيت اسطوانة القياس الخارجية على القراءة المطلوبة .
- ٧ – قطع امتداد .

شكل (٢٦) ميكرومتر قياس الأعماق

نطاق قياس ميكرومتر الأعماق

مجال قياس ميكرومتر الأعماق وهو صفر ٥٢ مليمتر حيث طول مشوار عمود القياس ٢٥ مليمتر . زود بمجموعة قطع امتداد لزيادة مجال قياسه لإمكان استخدامه لقياس المشغولات المختلفة التي تزيد أطوالها عن ٢٥ مليمتر ليصل نطاق قياسه إلى ٣٠٠ مليمتر .

إرشادات عند استخدام الميكرومترات

لارتفاع ثمن الميكرومترات وللمحافظة على دقتها وحساسيتها . يجب إتباع الإرشادات الآتية :

- ١ – عند التشغيل على الماكينات بصفة عامة . . يجب وضع الميكرومترات منعزلة باقي العدد ويجب أن توضع فوق قاعدة لينة .
- ٢ – يجب مراعاة أن الميكرومترات تتمدد بالحرارة لذلك يجب استخدامها من خلال الجانبين البكاليت لعدم تأثرها بحرارة اليد .
- ٣ – يجب استخدام مسمار التحسس لتلامس فكي الميكرومتر على الجزء المراد قياسه وعدم استخدام اسطوانة القياس بمحاولة ربطها على المشغولة . فهذا يؤثر على دقة القياس بالإضافة إلى تلف الميكرومتر .
- ٤ – يجب ترك مسافة صغيرة بين فكي الميكرومتر أثناء التخزين وعدم تخزينها وفكاها متلاصقان حتى لا

ينتج عن ذلك تآكل في سطحيهما بمضي الوقت .

- ٥- يجب اختبار الميكرومترات وضبطها من حين لآخر بواسطة قوالب القياس .

طرق قياس الزاويا

تنقسم الزاويا إلى نوعين :

- ١- ثابتة .
- ٢- متحركة .

١- الزوايا الثابتة

تصنع الزاويا الثابتة من الصلب الثابت الصلادة وتقسى وتجلخ الزاويا .

الزاويا الثابتة تنقسم إلى نوعين :

- ١- الزاويا القائمة (٩٠°) .
- ٢- زاويا معينة حادة ومنفرجة .

أولاً: الزاوية القائمة

- ١- زاوية مسطحة .
- ٢- زاوية مصد .
- ٣- زاوية مصد متصالب .
- ٤- زاوية شعرية . عند القياس بزاويا ثابتة يجب أن تسند هذه الزاويا على قطعة العمل بحيث يقف كلا الضلعين عمودياً على سطح الشغلة .

شكل (٢٧) زاوية قائمة

ثانياً: الزاويا المتحركة

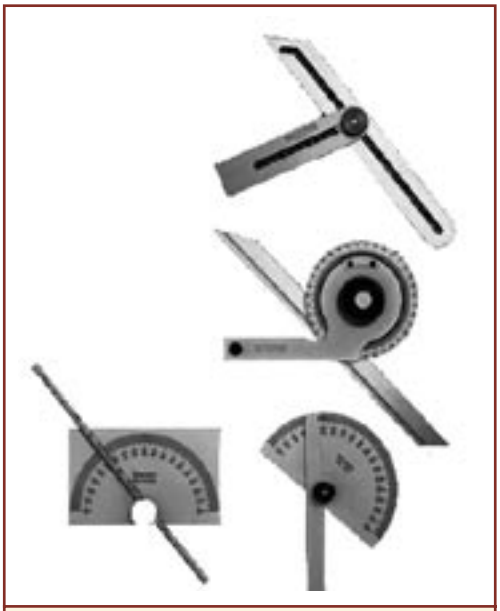
تصنع من الصلب متوسط الصلادة وتتكون من جزأين أو أكثر . صممت الزاويا المتحركة بعدة أشكال والغرض من ذلك قياس زاويا المشغولات المختلفة ومنها :

- أ- الزاوية القابلة للضغط
- ب- المنقلة البسيطة
- ج-المنقلة الشاملة

الزاوية القابلة للضغط (منثنية بسيطة)

المنقلة البسيطة

وهي على شكل نصف دائرة مقسمة إلى ١٨٠° وتستخدم للتخطيط والاختبار ومراجعة زوايا المشغولات غير الدقيقة بحيث توضع المسطرة الثابتة على قطعة تشغيل وتحرك المسطرة المتحركة لتتطابق مع المنقلة وبذلك يتم



شكل (٢٨) منقلة بسيطة

الزاوية ذات الورنية(الشاملة)

هي أداة دقيقة تستخدم للتحقيق ولرسم جميع أنواع الزاويا مهما كان شكل وحجم المشغولة وتسمى زاوية كوستيلا .

مكونات الزاويا ذات الورنية :

نظام تدريج الزاوية ذات الورنية

عند قراءة قياس الزاوية يقرأ أولاً الدرجة الثابتة على الورنية الرئيسية وذلك ابتداءً من الصفر ثم يقرأ بعدها في نفس الجعبة بالتتابع عدد الدقائق بحيث ينطبق مع أي خط من التدريج الرئيسي .

إرشادات عند استخدام أدوات القياس

لارتفاع ثمن أدوات القياس وللحفاظ عليها عند استخدامها للحصول على دقة عالية للقياس . يجب إتباع الإرشادات الآتية :

- ١- عند التشغيل على الماكينات بصفة عام . يجب وضع أدوات القياس منعزلة عن باقي العدد ويفضل أن تكون فوق قاعدة لينة .
- ٢- يجب تنظيف قطعة التشغيل من الرايش وإزالة الزيت أو الشحم إذا كان متعلقاً بها قبل البدء في عمليات القياس .
- ٣- عدم قياس قطعة التشغيل وهي في درجة حرارة مرتفعة . . (فهذا يؤثر على دقة القياس) .
- ٤- يجب تلامس فكي أدوات القياس المستخدمة على قطعة التشغيل بضغط معتدل وعدم الضغط عليهما بقوة .

- ٥- عدم استخدام أدوات القياس بالعنف أو الضغط عليها وعدم تعرضها للصدمات أو استخدامها للربط أو إلقائها على الأرض فهذا بسبب تلفها .
- ٦- بعد الانتهاء من العمل يجب تخزين أدوات القياس بالأماكن المخصصة لها وعدم إلقائها وسط العدد .

أسئلة الوحدة

؟ ١- عرف ما يلي :

المعايرة، المقارنة، الدقة، مقدار الخطأ .

؟ ٢- أذكر وحدات قياس كل من الكميات التالية :

الكتلة، الطول، درجة الحرارة، كمية المادة .

؟ ٣- وضح المقصود بأدوات القياس المباشر .

؟ ٤- وضح مع الرسم استخدام الفرجار المزدوج وميزته .

؟ ٥- اذكر صنف كل من أدوات القياس التالية :

الضبعات (شبلونات القياس)، الميكروميتر، الفرجار المزدوج، المسطرة الفولاذية المرنة .

؟ ٦- على الشكل المجاور للقدمة ذات الورنية . أذكر الجزاء المشار إليها .

؟ ٧- اذكر خمسة ميزات للقدمة ذات الورنية .

؟ ٨- قارن بين القدمة ذات الورنية المنزلقة و الورنية وجه الساعة من حيث :

وسيلة قراءة القياس، طريقة تقسيم القياس، الاستخدام، الدقة .

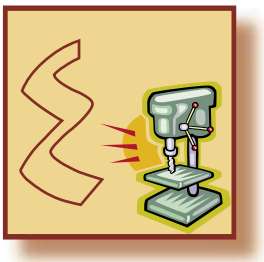
؟ ٩- قارن بين القدمة والميكروميتر من حيث :

الدقة، الاستخدام، التأثر بالعوامل المجاورة .

؟ ١٠- على الشكل المجاور للميكروميتر اذكر اسم ووظيفة كل من الأجزاء المشار إليها .

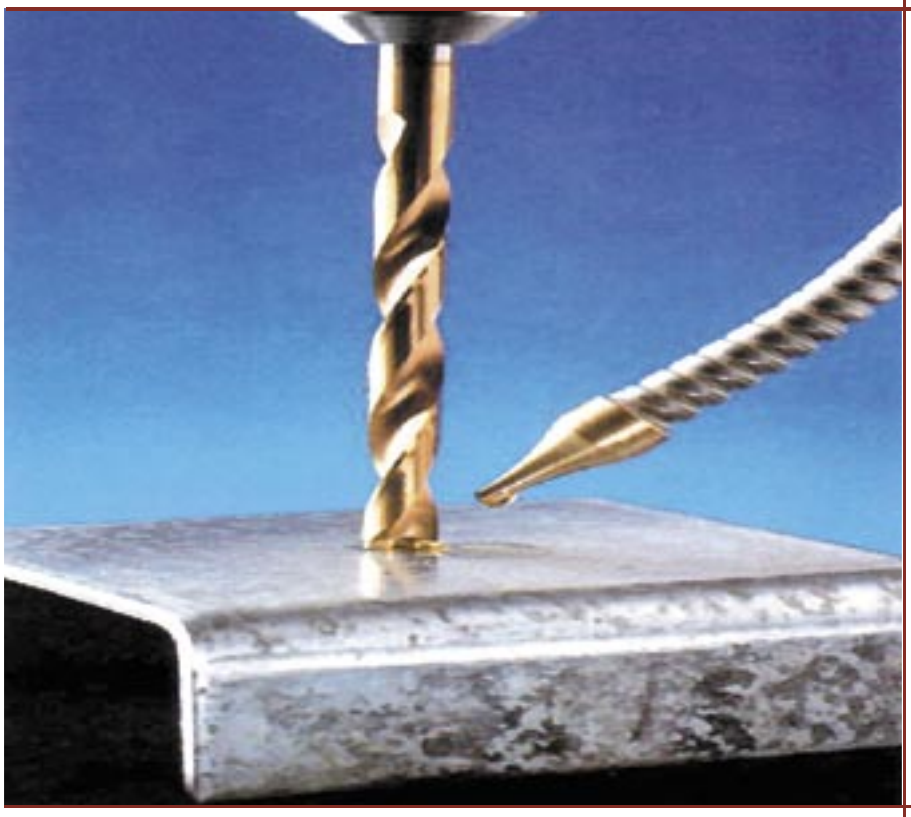
؟ ١١- اذكر أنواع الميكروميتر الداخلي وميزات واستخدام كل نوع .

؟ ١٢- اذكر أنواع واستخدامات الزوايا المتحركة .



الوحدة ٤

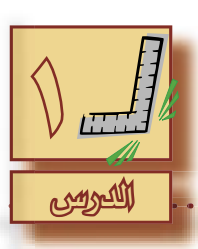
عمليات التشغيل الأساسية



الأهداف:

سيتم في هذه الوحدة تناول عمليات التشغيل الأساسية من نشر ، وبرد ، وجلخ ، وثقب ليصبح الطالب قادراً على أن :

- يميز أنواع الملازم ومساعدات الربط واستخداماتها .
- يحدد زوايا الحد القاطع للأزميل .
- يميز أنواع نصلات المنشار ومواصفاتها واستخداماتها .
- يميز انواع المبارد ومواصفاتها واستخداماتها .
- يميز مفاهيم سرعة القطع ، التغذية . عمق القطع وزمن التشغيل .



عمليات التشغيل الأساسية

مقدمة

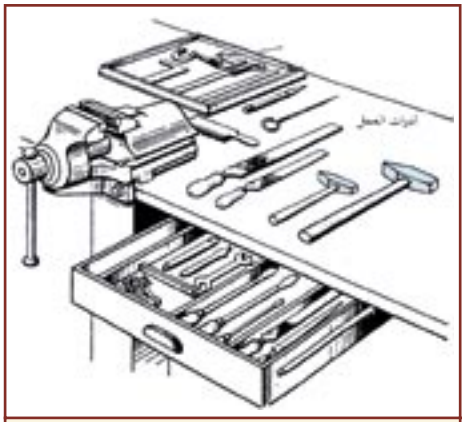
عادة ما تتم تهيئة قطعة العمل باشكال وابعاد مناسبة حتى تصبح مناسبة لوضعها على الآلة واجراء عملية التشغيل المطلوبة ، وكذلك قد تتطلب اجراء عمليات اخرى بعد التشغيل لتصبح مناسبة للإستخدام . كما ان هناك بعض القطع التي يتم تشغيلها بالكامل يدويا .

أولا:مكان العمل

مكان العمل هو المساحة المحددة من المشغل المتواجد فيه طالب واحد (أو مجموعة من العمال) للقيام بعمل محدد ومزود بالات وعدد وأدوات ومواد ضرورية لهذا العمل .

طاولة العمل:

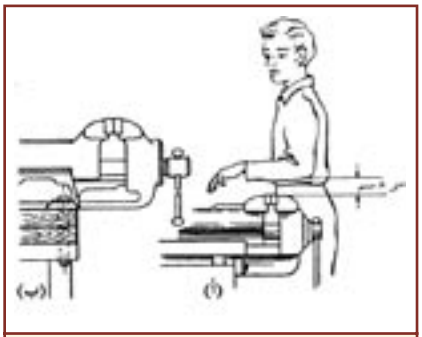
وهي عبارة عن لوح خشبي سميك يثبت على قوائم خشبية أو معدنية بحيث يحتفظ باستوائه ويتم تزويد الطاولة بملزمة (أو عدة ملازم) وأدراج ، حيث يتم وضع العدد والأدوات التي تستعمل على يمين الملزمة فيما توضع أدوات القياس على الجهة اليسرى من الملزمة ، وتحفظ العدد اليدوية التي تم تنظيفها في الأدراج وقد تزود الطاولة بحاجز أمامي واقي أو مصدر إضاءة كما يبين الشكل(٤-١) .



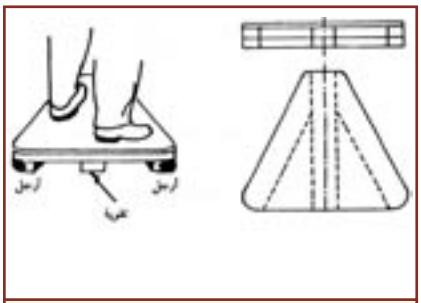
شكل (٤-١)طاولة العمل

الملازم:

تستخدم الملازم في ربط المشغولات التي يتم عليها بعض عمليات التشغيل أو التركيب والتجهيز أو التجميع ، ويصنع جسم الملزمة من الحديد الكربوني فيما تصنع الفكوك الثابتة والمتحركة من حديد السكب .



شكل (٤-٢) الوضع الصحيح للملزمة



شكل (٤-٣)رفع العامل

يتم تثبيت الملزمة على طاولة العمل بحيث يكون فك الملزمة أسفل مرفق ذراع العامل بحوالي ٥-٨سم كما هو مبين في الشكل (٤-٢) . وبذلك يتم ضبط ارتفاع الملزمة تبعا لطول الفني ، ويمكن تعويض الفرق في طول الفني أو ارتفاع الملزمة من خلال وضع قطعة خشبية أسفل الملزمة كما في الشكل (٤-٣)

للفني طويل القامة أو بوضع قطعة خشبية يقف عليها العامل قصير القامة كما في الشكل (٤-٣) .

وهناك أنواع مختلفة من الملازم :

- أ- **الملازم المتوازية** : وتقسم إلى نوعين رئيسيين هما الملازم الثابتة والملازم الدوارة . وتصنع الفكوك المتحركة والثابتة وكذلك الجزء الدوار من حديد السكب ، أما المحور الملولب (البرغي) وبقية أجزاء الملزمة فتصنع من الفولاذ الكربوني .

وتتوفر هذه الملازم بالمقاسات التالية :

من حيث عرض الفك (٦٠ ، ٨٠ ، ١٠٠ ، ١٢٠) ملم .

من حيث المسافة القصوى بين الفكوك(٥٤ ، ٦٥ ، ١٠٠ ، ١٤٠ ، ١٨٠) ملم .

- ب- **ملازم الطاولة** : ومنها الثابتة والدوارة وتمتاز ببساطة التركيب والصلادة العالية ، ولكن اهم سلبياتها تدني جودة العمل عليها .

وتتوفر بالمقاسات التالية :

من حيث عرض الفك (١٥٠ ، ١٣٠ ، ١٠٠) ملم .

من حيث المسافة القصوى بين الفكوك(٩٠ ، ١٣٠ ، ١٥٠ ، ١٨٠) ملم .

مساعدات الربط:

تستعمل في حالات القطع غير المستوية والتي لا يمكن ربطها على الملازم بشكل مباشر ، وكذلك للمحافظة على جودة سطوح قطع العمل المراد ربطها ، وأنواعها عديدة منها :

- أ- **فكوك تركب على الملازم** : وتصنع من المعادن الطرية مثل الرصاص والألمنيوم أو من الجلد أو الجلد المضغوط للمحافظة على جودة سطوح قطع العمل.
- ب- **المرابط الطوقية** : وتستخدم لربط قطع العمل الزّاوية والاسطوانية ، وتصنع من المعدن أو الخشب .
- ج- **الفكوك المخصصة لتثبيت الأجزاء الاسطوانية** .

ثانيا: الازمله

هي عملية قطع باستخدام أداة ذات طرف حاد لإزالة طبقة سميكة أو جزء غير مرغوب فيه من معدن المشغولة تسمى الازميل .

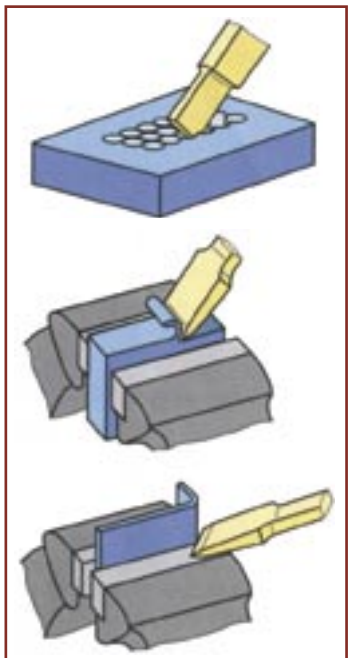
وتستخدم عملية الأزملة أو القطع بالأزميل على المشغولات التي يتعذر عليها القطع باستخدام المقاشط أو الفرايز وفي فتح مجاري الخوابير وقنوات التزييت وتقطيع الخامات

تقتصر عملية القطع بالأزميل على العمليات التي لا تتطلب دقة عالية كعمليات الإزالة والتهذيب والقطع ، حيث تكون دقة الأسطح الناتجة منخفضة .

عملية الأزملة:

يمكن إجراء عملية القطع بالأزميل بتثبيت المشغولة جيدا بالملزمة ، كما يمكن إجراؤها مباشرة على الأجزاء ذات الأحجام الكبيرة .

ويراعى أن تنحرف الأزميل على سطح المشغولة انحرافا مناسبا كما في الشكل (٤-٥) . ويتم تسليط قوة عليها بوساطة مطرقة يدوية مناسبة مما يؤدي إلى إزالة جزء منتظم من المعدن .

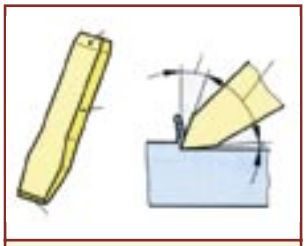


شكل (٤-٤) عملية الأزملة

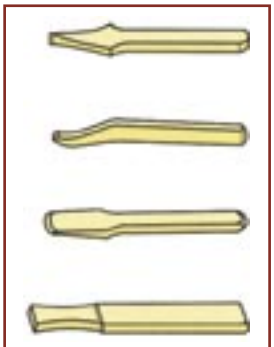
زوايا الحد القاطع للأزميل:

تمثل الأزميل (chisel) ابسط أنواع عدد التشغيل ، وتصنع على أشكال مختلفة واستخدامات مختلفة وتصنع من الصلب الكربوني (كربون-٠,٧٪ ٠,٦٥٪) وتعامل حراريا لتصليد الجزء القاطع ثم يجري تجليخها للحصول على زوايا الحد القاطع كما في الشكل ، حيث تكون قيم هذه الزوايا في الأعمال العامة كما يلي :

- ١- زاوية الخلوص α = ١٠ درجة
- ٢- زاوية السن β = ٦٠ درجة
- ٣- زاوية الجرف γ = ٢٠ درجة .
- ٤- ويوضح الشكل (٤-٦) رسما لأهم أنواع الأزاميل حيث يظهر بوضوح أن زاويةالسن لمعظم أنواع الأزاميل هي ٦٠ درجة وذلك عند قطع المعادن الحديدية .
- ٥- ويتوقف حجم وسمك الأزميل على شكل حد القطع المراد تشغيله ونوع المشغولة وقد يصل سمك طرف الأزميل إلى حوالي ٥ , ١ ملم عند قطع معادن غير حديدية مثل الألمنيوم والزنك والرصاص .



شكل (٤-٥)زوايا الأزميل

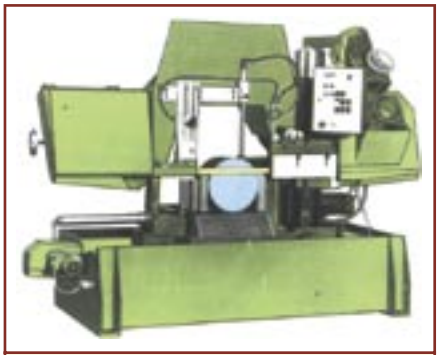


شكل (٤-٦)أنواع الأزاميل

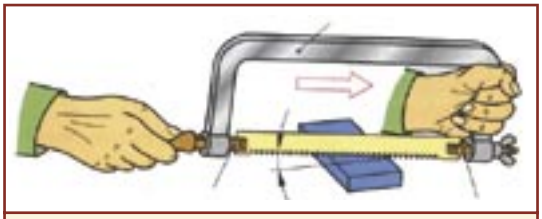
ثالثا: نشر المعادن

النشر هو عملية تشغيل بالقطع للمعدن يتم فيها إزالة شظايا باستخدام آداه تحتوي حدود قاطعة متتابعة (أسنان نصل المنشار) .

تستخدم عملية النشر لقطع الأعمدة والقضبان ولقطع المواسير والأنابيب وكذلك لتشكيل المجاري والشقوق والأطراف الخارجية . وتتم عملية النشر باستخدام المناشر اليدوية او الآلية ، الشكلين(٤-٨أ) (٤-٨ب)



شكل (٤-٧) المنشارالآلي



شكل (٤-٨) المنشار اليدوي

نصلة المنشار

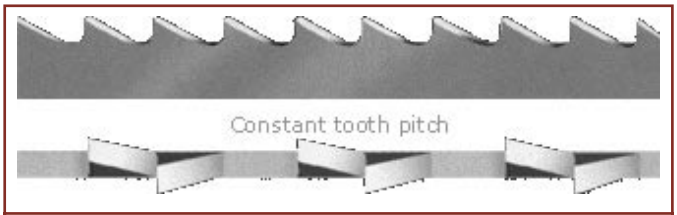
وتصنع من الفولاذ الكربوني أو فولاذ السرعات العالية يضاف اليه المولبيديوم أو التنجستن، وعادة يتم تقسية النصلة بالكامل أو تقسية الأسنان فقط وذلك لزيادة مقاومتها للاجهادات وإطالة عمرها .

أنواع النصلات:

وتتوافر نصلات المناشير بأشكال مختلفة تبعا لإستخدامها ومنها :

١- **نصلات الصفيحة** : وهي صفيحة مستقيمة مرنة تستخدم في المناشير اليدوية او المناشبر الآلية الترددية ويتم تسنينها باشكال مختلفة كما يلي :

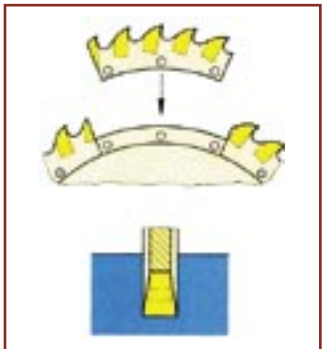
- أ- النصل مفرد التسنين : وتكون الأسنان على جهة واحدة ويصنع باطوال محددة : ٥٢سم ، ٢٧,٥ سم ، ٣٠سم ، وبسمك يتراوح من(٠,٦٥-٠,٨٥ ملم .)وعرض(١٣-١٦)ملم .
- ب- النصل مزدوج التسنين : وتكون الأسنان على الجهتين ويصنع بأطوال ٣٠سم ، ٣٥سم ، وبعرض ٢,٥ سم وسمك٧٥ملم .
- ج- النصل ذات التسنين المتصاعد : وتبدأ بسن قطع ناعم ثم متوسط فخشن .



شكل (٤-٩) النصلة الشريطية

٢-**النصلة الشريطية** : وهي عبارة عن نصلة مرنة، طويلة ، مسننة على اتجاه واحد يتم لحامها على شكل حلقه وتستخدم في المنشار الألي الشريطي . الشكل(٤-٩)

٣- **النصلة القرصية** : وهي عبارة عن قرص غير مرن، محيطه مسنن ويستخدم في منشار الصينية(ذو القرص) . وقد تكون الأسنان جزء من القرص أو لقم خاصة تضاف إلى القرص . الشكل (٤-١٠)



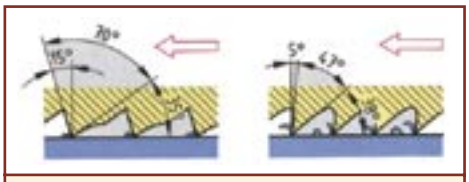
شكل (٤-١٠) النصلة القرصية

زوايا أسنان النصلة:

تصنع اسنان المنشار بزوايا حادة، كما يظهر في الشكل(٤-١١)، وتعرف هذه الزوايا كما يلي :

- زاوية الخلوص وتتراوح من(٣٠-٣٣) درجة .
- زاوية السن وتتراوح من (٥٠-٥٥) درجة .
- زاوية الجرف وتتراوح من(٥-٧) درجة .

ويذكر أن مجموع هذه الزوايا يساوي ٩٠درجه .



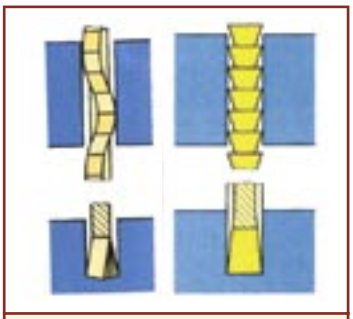
شكل (٤-١١) زوايا أسنان النصلة

وتسمى المسافة بين سنين متتاليين بالخطوة، ويرمز لها بالرمز(خ) وتقاس بالملم .

ويتم اختيار الزوايا طبقا لنوع مادة قطعة العمل وسمكها وصلادتها .

تفليج أسنان النصلة:

يتم تصنيع النصلات بحيث تكون الأسنان مائلة الى الجوانب قليلاً (تفليج) مما ينتج عنه فتح مجرى أكثر سمكا من النصلة وذلك لتوفير خلوص جانبي بين النصلة وقطعة العمل يمنع انحشار النصلة داخل القطعة ويقلل من الاحتكاك . كما في الشكل(٤-١٢) ويكون التفليج بإحدى الطرق التالية :

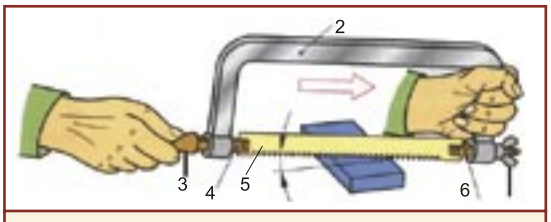


شكل (٤-١٢) تفليج أسنان النصلة

- أ- تفليج متخالف : وتتم بامالة الأسنان بالتناوب الى اليمين واليسار ويستخدم في النصل الخشن .
- ب- تفليج مموج : وتتم بامالة الأسنان بشكل متموج نحو اليمين واليسار ويستخدم في النصل الناعم .
- ج- أسنان مشكله بحد قطع عريض : وتتم من خلال تشكيل الأسنان بحيث تكون حدود القطع فيها اكبر قليلا من سمك ألنصله من الجانبين .

المنشار اليدوي:

تتوافر أنواع متعددة من المناشير اليدوية وتصنف طبقاً لشكل المقبض ولطول وشكل الهيكل المعدني . أجزاء المنشار اليدوي : ويتكون كما في الشكل (٤-١٣) من الأجزاء التالية :



شكل (٤-١٣) المنشار اليدوي

- ١ - صامولة الشد(عصفورة الشد) .
- ٢ - الهيكل ويصنع من الفولاذ .
- ٣ - المقبض ويصنع من الخشب او البلاستيك .
- ٤ - الرأس الثابت .
- ٥ -النصل .
- ٦ -الرأس المتحرك .

عملية النشر اليدوي:

لانجاز عملية النشر يجب المرور بالخطوات التالية :

- ١- تركيب النصلة المناسبة وضبطها بحيث يتطابق ميل الأسنان مع اتجاه القطع وشدها الشد المناسب .
- ٢- ربط قطعة العمل على الملزمة او بواسطة مساعدات الربط .
- ٣- حركة المنشار : تعتمد على القوة العضلية للعامل مع مراعاة لوضع المنشار بمستوى اقل كما في الشكل(٤-١٢) مع الضغط على المنشار اثناء تحريكه في اتجاه القطع (مشوار القطع) وازالة الضغط في مشوار الرجوع مع عدم اخراج النصلة من القطعة .

البرادة:

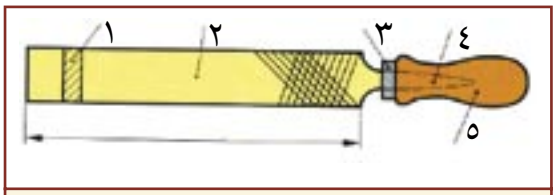
البرادة : هي عملية تشغيل بالقطع تتم بإزالة أجزاء من سطح قطعة العمل على شكل شظايا رقيقة (رايش) وذلك بوساطة أسنان قاطعة على شكل صفوف منتظمة موجودة على سطح أداة تسمى المبرد .

تستخدم عملية البرادة للحصول على أسطح مستوية أو متوازية أو أسطح منحرفة وفي ازالة الأطراف الحادة للقطع ، كما تستخدم لتشغيل الشقوق والمجاري ويتراوح سمك الشظايا المزالة من ٠,٢٥ ملم وتصل في حالات خاصة الى ٠,٠٠١ تبعا لخشونة الاسنان .

مواصفات المبارد وتصنيفها:

يبين الشكل (٤-٤٢) العناصر الأساسية للمبرد واجزاؤه :

١- الطرف
٢- الجسم
٣- سوار معدني
٤- الذيل
٥- المقبض

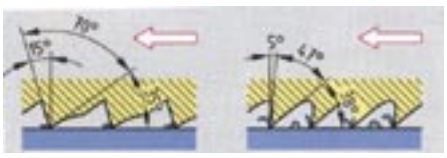


شكل (٤-١٤) مبرد

كما وتحدد مواصفات المبارد المختلفة بما يلي :

- ١- **طول المبرد** : ويعرف بطول الجزء القاطع من طرف المبرد الى العقب ويتراوح الطول بين (٤-٢١) انش وبالنظام المتري بين (١٠-٣٥)سم .
- ٢- **شكل المقطع** : تصنع المبارد بمقاطع متعددة الأشكال لكي تفي بالغرض والشكل (٤-١٥) يوضح الأشكال المختلفة لمقطع المبرد .
- ٣- **الأسنان** : وتصنع بطرق متنوعة بحيث تكون زوايا الحد القاطع : زاوية الجرف ، وزاوية السن ، وزاوية الخلوص وزاوية القطع كما في الشكل(٤-١٦) وتختلف قيم هذه الزوايا في المبارد من نوع الى آخر تبعا لصلابة وخواص المواد المراد تشغيلها ونعومة أو خشونة المبرد . أما الأنواع فهي :

شكل (٤-١٥) مقاطع المبارد



شكل (٤-١٦) زوايا سن المبرد

أ- مبارد مفردة القطع (التحزيز): وتكون زاوية الجرف ١٦ ، وزاوية السن ٤٨ ، وزاوية الخلوص ٣٦ وزاوية القطع ١٠٦ . وتكون الحزوز على شكل خطوط أو أقواس متتابعة على طول الجزء الفعال من المبرد ومائلة بزاوية عن محوره. وتستعمل هذه المبارد لبرادة المعادن الطرية (الزنك، الألمنيوم، النحاس).

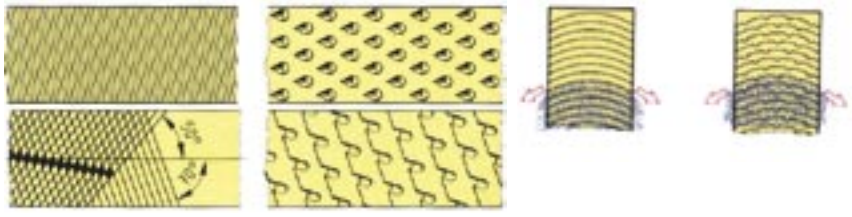
ب- مبارد مزدوجة القطع(مزدوجة التحزيز): وتكون زواياه كما في المبارد مفردة التحزيز، وتستعمل لبرادة الفولاذ وحديد السكب والمواد الصلبة وتصنع من حزين اساسي ويكون بزاوية ٥٠ وثانوي بزاوية ٧٠.

ج- مبارد ذات الأسنان المبشورة: وتستخدم لبرادة المواد الطرية مثل البلاستيك والخشب والمطاط والجلد كما في الشكل (٤-٩٢):

د- المبارد ذات الأسنان المفرزة: وتكون زاوية الجرف (٥-١٠) وزاوية السن (٦٠- ٦٥) وزاوية الخلوص (٢٠-٣٥)وتستخدم بفعالية أكثر للمواد التي تستخدم لها المبارد مفردة التحزيز حيث يصار إلى تحزيزها بالات التفريز بزاوية ميل ثانوية لتسهيل عملية تغلغلها في سطح المعدن:

هـ-المبارد ذات الأسنان المنحنية : وتستعمل لبرادة المعادن الطرية وكذلك لبرادة اللدائن البلاستيكية.

و- المبارد المخرقة: وتكون زاوية الجرف ٥ وزاوية السن ٥٥ وزاوية الخلوص ٤٠ وزاوية القطع كما في الشكل (٤-١٧) الذي يبين الأشكال المختلفة لأسنان المبرد وتمتاز بسهولة التغلغل مما يؤدي الى زيادة الإنتاجية:



شكل (٤-١٧)أنواع أسنان المبارد

- ٤- عدد الأسنان في وحدة الطول: حيث تحدد درجة او نعومة او خشونة المبرد بناءا على عدد الأسنان لكل بوصة وعلى ا لطول الكلي للمبرد، أو بناءا على الخطوة وهي المسافة بين السن والذي يليه مقاسه بالملم.
- ٥- الإستخدامات الخاصة، وتقسم الى:

أ- مبارد لبرادة السبائك الطرية: وتصنع مزدوجة التحزيز ويكون الجزء الأول بزاوية ٤٥ والثاني بزاوية ٦٠ لقطع سبائك الألمنيوم.

ب- مبارد لبرادة المواد غير المعدنية: وتمتاز بحزوز عميقة مقارنةً بالمبارد العادية.

ج- مبارد المواد الصلدة: وتستخدم لبرادة المواد الصلدة مثل سكاكين الخراطة والقوالب وكذلك الزجاج والسيراميك وتصنع من الماس وتكون للخراطة الناعمة والخشنة حسب حبيبات الماس .

د-المبارد الإبرية: وتستخدم للأعمال الدقيقة مثل أعمال الزخرفة والصياغة وهي مبارد صغيرة ويتراوح طولها من ٨٠-١٦٠ ملم واسنانها متصالبة الحزوز وتصنع عادة من فولاذ العدة والشكل (٤-١٨) يبين الأنواع المختلفة لمبارد الاستخدامات الخاصة .

عملية البرادة:

تعتمد عملية البرادة الصحيحة على العوامل التالية :

١- **الوقوف السليم**: حيث يجب ان يكون جسم العامل مستقيماً والزاوية بين مرفق اليد اليمنى وساعدها هي ٩٠ كما يجب ان يكون الزاوية بين محور الملزمة والخط الواصل بين الكتفين ٤٥ ، اما بالنسبة للأرجل فيجب ان تتقدم الرجل اليسرى على اليمنى وتكون المسافة بين الكعبين ٢٠٠-٣٠٠ ملم ودلك لكي يستند جسم العامل على الرجل اليمنى عند زاوية القطع وعلى الرجل اليسرى عند الضغط على المبرد .

٢- **طريقة مسك المبرد**: حيث تعتمد على طول المبرد وشكل البرادة المطلوبة، ونوعها كما يلي :

أ- مسك المبرد عند البرادة الخشنة : يمسك المبرد باليد اليمنى بحيث تستند نهاية المقبض على تجويف راحة اليد، ويكون الإبهام من الأعلى وتلف الأصابع على المقبض من الأسفل وتوضع راحة اليد اليسرى على بعد ٢٠-٣٠ ملم من طرف المبرد من الأعلى .

ب- مسك المبرد عند البرادة القائمة : تمسك اليد اليمنى المقبض ويكون الإبهام او السبابة من الأعلى اما اليد اليسرى فيكون مكانها حسب الضغط المطلوب إما من الأمام او من الخلف أو من الوسط .

٣- **حركة المبرد**: للحصول على برادة جيدة، يتم الضغط على المبرد باليد اليسرى في بداية الشوط ودفع المبرد الى الأمام باليد اليمنى بشكل افقي، وخلال شوط القطع يقل ضغط اليد اليسرى ويزداد ضغط اليد اليمنى، ويتمثل شوط الرجوع بسحب المبرد على سطح قطعة العمل دون ضغط، وفي البرادة الخشنة يستعان بثقل الجسم لزيادة الضغط على المبرد كما في الشكل(٤-٤٠) .

برد السطوح:

تختلف عمليات البرد باختلاف السطح المراد برده وتتم فيها حركة المبرد بالطريقة التي تضمن الحصول على شكل السطح المطلوب خال من الحزوز .

١- **برد السطوح المستوية** :

وتتم باحدى الطرق التالية :

١- البرد المتصالب : ويكون البرد في اتجاهين متعامدين حيث تكون حركة المبرد وهو مائل بزاوية ٣٠-٤٠ مره إلى اليسار ومره الى اليمين وتستخدم عند برد السطوح الكبيرة نسبيا .

٢- البرد العرضي : وتستخدم في البرد الخشن وينصح بامالة المبرد بزاوية ١٥ درجة عن السطح .

٣- البرد الطولي : وتستخدم في البرد الناعم وينصح بامالة المبرد بزاوية ١٥درجة عن السطح .

٢- برد السطوح المحدبة :

وتتم بإمالة المبرد بشكل طولي حيث تبدأ حركة المبرد في اتجاه السهم الاقصى ثم بالاتجاه القوسي، واما بشكل عرضي .

٣- برد السطوح المقعرة :

وتكون حركة المبرد حركة مركبة (حركة طولية وحركة دورانية) .

٤- برد السطوح الاسطوانية : وتكون حركة المبرد حركة دورانية ويفضل ربط قطعة العمل الصغرى بملزمة يدوية .

٥- برد السحب : ويستخدم للبرد الناعم وينصح برش مسحوق الطباشير بين قواطع المبرد كما .

ضبط السطوح:

تتم هذه العملية لفحص استوائية سطح قطعة العمل بعد البراده حيث تستخدم المسطرة الشعرية وذلك بوضعها في اماكن مختلفة على طول خط قطعة العمل وملاحظة تعامد المسطرة مع سطح قطعة العمل وملاحظة الشق الضوئي . وقد تستخدم الزاوية القائمة ذات الحواف المستقيمة .

صيانة المبارد وتخزينها:

عادة ما تعلق شظايا ورايش بين فراغات حزوز القطع في المبرد بعد إجراء عملية البرادة مما يعطي سطوحا غير جيدة عند استخدامها مرة اخرى وتنعدم قدرة المبرد على القطع ما لم يتم تنظيفها وازالة الرايش والشظايا وتتم عملية التنظيف باحدى الطرق التالية :

- **١- استخدام فرشاة السلك :** وهي أداه تستخدم لتنظيف المبارد بعد برادة قطع ذات صلادة عادية او عالية ، ويتم التنظيف بسحب الفرشة من جهة الحزالعلوي كي نتحاشى ثلم المبرد .
- **٢- استخدام المحاليل :** في حالة برادة سطوح مطلية بالدهان او البلاستيك تتم عملية التنظيف باستخدام محاليل الماء والصابون أو الماء والصودا ، والكاز والتربنتين .
- **٣- استخدام سلك معدني (صفيح معدني) :** ويستخدم لإزالة الشظايا المتغلغلة بين الاسنان ، ويصنع من معدن لين كالالمنيوم ولا يصنع من الفولاذ(لماذا ؟؟؟) .

تخزين المبارد:

بعد الانتهاء من عملية البرد وتنظيف المبرد يتم تخزينه بشكل امن وسليم وذلك إما على حاملات المبارد كما في الشكل (٤-١٥٠) أو على رف خاص كما في الشكل (٤-٥٠ب) وذلك تفاديا لاحتكاك المبارد مع بعضها البعض أو بطاولة العمل أو أي أجسام صلدة .

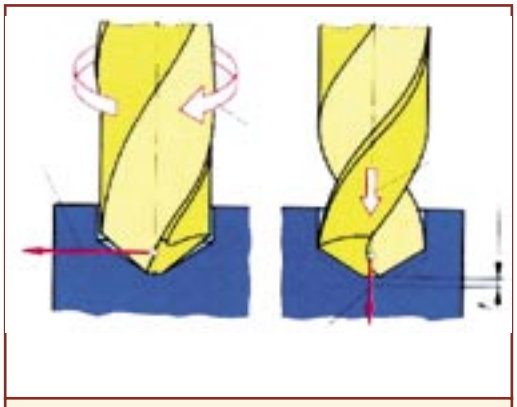
الثقب:

الثقب هو عملية تشكيل فجوات اسطوانية منتظمة داخل قطع العمل تتم بواسطة أداة قطع ذات حدين تتحرك حركة دورانية وتسمى ريشة الثقب ، ويبين الشكل (٤-١٥) عملية إجراء ثقب .

وتستخ عملية الثقب لعمل ثقوب نافذة وغير نافذ وتستخدم هذه الثقوب كمجاري لتمرير السوائل ولحمل الأعمدة والمحاور وأحيانا لتخفيف وزن المشغولات أو لعمليات الربط . وتتم عماية الثقب يدوياً و آلياً بمثاقب ثابتة و متنقلة .

ريشة الثقب:

تتميز ريشة المثقاب بقنواتها اللولبية والتي تسهل خروج الرايش المزال من القطعة، كما تتميز بزاوية ثقب الريشة و هي الزاوية المحصورة بين حدي القطع الرئيسيين في المقدمة كما في الشكل (٤-٢٠)، وتحدد قيمة هذه الزاوية حسب المادة المراد ثقبها على النحو التالي :



شكل (٤-١٨) ريشة الثقب

- ١- المعادن الخفيفة والمطاط القاسي ٥٠ .
- ٢- الفولاذ و الزهر الرمادي و البرونز ١١٨ .
- ٣- الألومنيوم و النحاس ١٤٠ .

و تصنف ريش الثقب طبقاً لمعدنها أو شكلها أو استعمالها اضافة إلى نوع المعدن المراد ثقبه حسب الآتي :

- ١- حسب المعدن المصنوعة منه : حيث تصنع ريش الثقب من المعادن التالية : الفولاذ الكربوني العالي، فولاذ السرعات العالية، الكربيد .
- ٢- حسب الشكل : و الشكل (٤-٢١) يوضح الأشكال المختلفة لريش الثقب .
- ٣- حسب الاستعمال : و الشكل (٤-٢٢) يوضح أنواع الريش حسب استعمالها .

ربط قطعة العمل:

من الضروري ربط قطعة العمل ربطاً محكماً بدرجة تكفي مقاومة جذب الثاقب لها والعمل على تدويرها، إذ أن ذلك يسبب مصدراً كبيراً للخطر .

ويتم التثبيت بإحدى الطرق التالية :

- ١- التثبيت بقبضة اليد : وتستخدم للثقوب الصغيرة في قطع يمكن السيطرة عليها باليد دون خطورة .
- ٢- التثبيت بواسطة ظرف المخرطة .
- ٣- التثبيت بواسطة المرابط اليدوية : وتستخدم لربط القطع قليلة السمك و الصغيرة نسبياً .
- ٤- التثبيت بواسطة كتلة حرف "V" : و تستخدم لربط القطع الإسطوانية .
- ٥- التثبيت المباشر على الآلة : و تستخدم لربط قطع كبيرة باستخدام براغي الربط .
- ٦- التثبيت بواسطة ملزمة الآلة : و تستخدم لتثبيت قطع العمل الصغيرة و منتظمة الشكل .

آلات الثقب:

توجد أنواع مختلفة من آلات الثقب منها :

- ١- المثاقب اليدوية : والتي يمكن حملها باليد، حيث يتم تدوير الريشة إما باستخدام اليد أو بواسطة محرك كهربائي أو الهواء، و الشكل (٤-٢٣) يبين أنواع المثقاب .
- ٢- المثاقب الآلية : و يتم تدوير الريشة من مصدر كهربائي، و هناك المثاقب العمودية والمثاقب الأفقية، و التي سيتم بحثها في الوحدة القادمة .
- ٣- آلات التفريز وآلات الخراطة : حيث يمكن إجراء عملية الثقب بهذه الآلات و لكي تتم عملية الثقب بالشكل السليم و الفعال لا بد أن تتوفر في الريشة الشروط التالية :

أ- الصلادة : بحيث تفوق صلادة المادة المراد ثقبها .

ب- وجود وجه للحد القاطع ينساب عليه الرايش ويميل عن محور الدوران بزاوية مناسبةتسمى زاوية الجرف γ .

ج- وجود سطح في أسفل الحد القاطع يميل عند السطح المراد قطعه بزاوية تسمى زاوية الخلوص لمنع الاحتكاك .

عملية الثقب:

تتم عملية الثقب من خلال حركة دورانية تتمثل في دوران الريشة حول محورها وتسمى حركة القطع، و حركة أمامية تتضمن دخول الريشة في قطعة العمل و تسمى التغذية، وتعتمد عملية القطع على التغذية و سرعة القطع .

١- سرعة القطع :

و يمكن حساب سرعة القطع على النحو التالي :

$$\text{سرعة القطع (س . ق)} = \frac{\text{ق} \times \pi \times \text{ن}}{١٠٠٠} \quad \text{م/ دقيقة .}$$

حيث :

ق : قطر الريشة . (ملم)

ن : سرعة دوران الريشة (دورة/ دقيقة) .

و تتوقف سرعة القطع بآلات الثقب على نوع معدن قطعة العمل و معدن أداة القطع (الريشة) .

٢- التغذية :

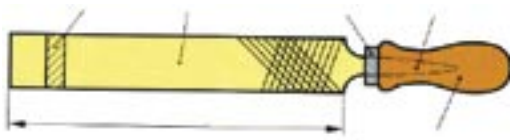
و تمثل مقدار تغلغل الريشة في قطعة العمل لكل دورة و تقاس بالملمتر/ دورة .

٣- عمق القطع :

و يعرف عمق القطع بالمسافة الكلية التي تتغلغلها الريشة في قطعة العمل، و يقاس بالملمتر .

٤- زمن التشغيل :

وهو الزمن الذي يستغرق أثناء عملية الثقب لانتاج الثقب بالقطعة و بالعمق المطلوب، و يمكن ايجاد زمن تشغيل عملية الثقب كما يلي : زمن القطع = العمق دقيقة سرعة الدوران Xالتغذية



شكل (٤- ١٩) عملية الثقب

ولإجراء ثقوب ذات أقطار كبيرة يتم استخدام ريش ذات أقطار متدرجة من الصغر إلى الأكبر .

التسنين اليدوي (أللولبه):

تعرف عملية اللولبة بأنها عملية لقطع الأسنان على السطح الداخلي لجسم اسطواني (لولبه داخلية) لانجاز الصواميل أو قطع ألأسنان على السطح الخارجي لجسم اسطواني (لولبه خارجية) لانجاز البراغي . وعادة ما تأخذ هذه الأسنان أشكالا مختلفة فمنها المثلث ومنها المربع ومنها شبه المنحرف وقد يتم قطع هذه الأسنان آليا باستخدام آلات التشغيل باستثناء المثلث الذي يتم إنتاجه يدويا باستخدام أدوات اللولبة .

يعتبر السن المثلث أكثر الأشكال استخداما ويستعمل لإغراض الربط . وعبر عن المسافة بين نقطتين متناظرتين على سنين متتاليين بالخطوة إما عمق السن فهو البعد بين قاع السن ورأسه والشكل (٥-٢٤)يبين عملية التسنين .

السن المثلث:

وهناك نظامان للسن المثلث :

- **١- نظام السن المثلث المتري** : وهو السن الذي تكون جميع مقاساته بالمليمترات وزاوية السن فيه ٦٠ وتقاس فيه ألخطوه بالمليمتر وكتب رمز السن باستخدام الحرف M كما يلي (M٢٤x٣)وتعني أن السن متري قطره الخارجي ٢٤ملم وخطوته ٣ ملم .
- **٢- نظام السن المثلث الانشي (ويت وورث)**: وهو يشبه السن المتري ولكن جميع مقاساته بالبوصة ويكتب على النحو الآتي (٢/ ١٢x١) ويعني أن قطر السن الخارجي نصف أنش وعدد أسنانه ١٢ سن في ألبوصه السن المتري والانشي .

وتقاس خطوات الأسنان المختلفة بواسطة معيار أللولبه (مشط الأسنان)والذي يتكون من مجموعه من الصفائح المعدنية .

أدوات أللولبه اليدوية:

تتم عمليه أللولبه اليدوية باستخدام أدوات خاصة تحددها نوع أللولبه المطلوبة :

١- أدوات أللولبه الداخلية:

تتم عمليه أللولبه الداخلية باستخدام ذكر أللولبه (ذكر القلاووظ)والذي يصنع من فولاذ العدة الكربوني أو من فولاذ السرعات العالية ، وله زاوية جرف صغيره للولبه المعادن الصلدة وزاوية جرف كبيرة للمعادن الخفيفة الطرية وبسطح أداة أللولبه أربعة مجاري للولبة المعادن الصلدة وثلاثة مجاري للولبة المعادن الطرية كما هو مبين .

وتوجد ذكور اللولبة على شكل أطقم كل طقم يتكون من ثلاثة ذكور (ثلاثة أبواب كما في الشكل (٥-٢٥) حيث تتم العملية على ثلاثة مراحل :

١- **الباب الأول** : والذي يكون مسلوب سلبة طويلة تسهل عملية دخول الذكر في الثقب المراد تسنينه ويستخدم في المرحلة الأولى من التسنين ويزيل هذا الباب ٥٥٪ من كمية الخامة المراد قطعها ويميز هذا الباب

عن الأبواب الأخرى بحلقة واحدة على جذعة

٢- **الباب الثاني** : ويكون مسلوب سلبة اقل من الأول ويزيد فيه عمق القطع فيزيل ٪٢٠من الخامة ويميز هذا الباب بحلقتين .

٣- **الباب الثالث** : الذي يزيل ما تبقى من عمق السن في المرحلة الثالثة والتي تسمى مرحلة الإنجاز . ويميز هذا الباب بثلاثة حلقات .

٢- أدوات اللولبة الخارجية:

يستخدم لإجراء اللولبة الخارجية أدوات تسمى بلقم التسنين الخارجي أو التختاية حيث تصنع من صلب العدة وتكون هذه اللقمة إما مشقوقة وذلك للشد على التختاية بعد كل مشوار قطع إذا لزم الأمر ، أو بدون شق (ثابتة) تستعمل لمشوار واحد فقط عند التسنين ويبين الشكل ()اللقم المشقوقة والثابتة .

وهناك لقم تسنين خارجي مشقوقة إلى نصفين عند مستوى يمر بالمحور ، وتكون هذة اللقم مربحة الشكل وتسمح بضبطها حسب قطر اللولب المطلوب ويتم تثبيت قطعتي أللقمه داخل إطار يحكمها في وضع ثابت بالنسبة لمحور الجسم المراد لولبته ويتم ضبط المسافة بينهما من خلال برغي الضبط كما هو مبين في الشكل () .

الكشط اليدوي:

هو عملية تهذيب وتنعيم للسطوح المعدنية باستخدام أداة قطع تسمى المكاشط اليدوية ، إذ تشكل السطوح عند تطابقها تلامسا كاملا يمنع ويحول دون تسرب السوائل والغازات منها .

لإجراء عملية الكشط يجب إتباع الخطوات التالية :

- ١- **التحبير** : وهي عملية تتم لتحديد المناطق البارزة على سطع قطعة العمل والمراد كشطها باستخدام أدوات ومواد خاصة ، هي :

أ – بلاطة التحبير " التسوية " : وهي عبارة عن بلاطة تصنع من حديد الزهر الرمادي أو الجرافيت الأسود وبدرجة استوائية عالية ، وتستخدم هذه البلاطة لتحبير القطع التي تقل مساحتها عن مساحة الطاولة وبلاطة التسوية .

ب – قوالب وجسور التحبير : هي قوالب وجسور تستخدم لإجراء عملية التحبير للقطع الكبيرة ، ويبين الشكل ( ) أنواعا منها .

ج – مواد التحبير : تستخدم للتحبير مواد مختلفة منها مكون من أكسيد الرصاص الأحمر والزيت ، ويمكن استخدام السناج الأسود مع الزيت ومواد اخرى .

- ٢- **عملية التحبير** : تتم عملية التحبير بطلاء سطع قطعة العمل وحكها بسطح بلاطة التسوية مع ضغط خفيف ، إذ تمثل النقاط البيضاء المناطق المرتفعة في سطح قطعة العمل والتي يجب كشطها بواسطة المكشطة اليدوية . وقد تتم العملية بطلاء سطح بلاطة التسوية وتكون النقاط البارزة في قطعة العمل مطلية .

تتم بواسطة أدوات الكشط المبينة في الشكل (٥-٢٦) والتي تصنع من الصلب الكربوني (صلب العدة) وتشحذ مبدئيا وتقسى الأجزاء القاطعة ، ثم تشحذ جيدا على حجر الزيت ، وتستخدم لقطع السطوح المعدنية بإزالة شظايا

صغيرة نتجت عن عمليات تشغيل سابقة وبهدف زيادة نعومة واستوائية السطوح المعدنية ، ويتم ذلك من خلال عمليتي الكشط .

المنبسط والكشط المستدير على النحو الآتي :

- **أ – عملية الكشط المنبسط** : وتتم بتتابع صدمات الكشط المستوي الابتدائي " الخشن " . ونلاحظ أن الصدمات تبدأ من أحد جوانب قطعة العمل وبشكل صفوف متتابعة من الداخل على الخارج وبزاوية ٤٥° عن اتجاه حزوز التشغيل .
- **ب – عملية الكشط المستدير " القوسي "** : يختلف تسلسل الأشواط في الكشط المستدير تبعا لحركة الكشط ساحبةً كانت أم ضاغطة .

أسئلة الوحدة

؟ ١ – وضح المقصود بطاولة العمل .

؟ ٢ – كيف يتم ضبط ارتفاع الملزمة تبعا لطول الفني .

؟ ٣ – اذكر ثلاثة من مساعدات الربط واستخداماتها

؟ ٤ – متى يتم استخدام عملية الازملة اليدوية

؟ ٥ – ارسم رسما لسن نصلة منشار موضحا عليه زوايا أسنان النصلة و الخطوة

؟ ٦ – قارن بين نصلة المنشارالشريطية ونصلة المنشار القرصية من حيث :

الشكل ، المرونة ، التسنين ، و الاستخدام

؟ ٧ – وضح المقصود بتفليج أسنان نصلة المنشار و الغاية ووضح طرق التفليج على الشكل المجاور حدد أجزاء المنشار اليدوي .

؟ ٨ – وضح المقصود بعملية البرادة واستخدامها

؟ ٩ – قارن بين المبارد مزدوجة التحزيز والمبارد ذات الأسنان المفرزة من حيث :

زوايا الحد القاطع ، ميل الأسنان عن المحور والاستخدام .

؟ ١٠ – قارن بين المبارد الابرية و مبارد المواد الصلدة من حيث :

مادة التصنيع و الاستخدام ،

؟ ١١ – اذكر العوامل التي تعتمد عليها صحة عملية البرادة

؟ ١٢ – قارن بين عملية البرد المتصالب للسطوح المستوية وبرد السطوح المحدبة من حيث : وضع المبرد وحركة المبرد .

؟ ١٣ – وضح المقصود بعملية ضبط السطوح

؟ ١٤ – وضح طرق (ثلاث طرق) تنظيف المبارد

؟ ١٥- وضح المقصود بعملية الثقب واستخداماتها

؟ ١٦- عدد الأنواع المختلفة لآلات الثقب

؟ ١٧- عدد الصفات الواجب توافرها في ريشة الثقب لكي تتم العملية بطريقة صحيحة

؟ ١٨- وضح المقصود بعملية التسنين البدوي واستخداماتها .

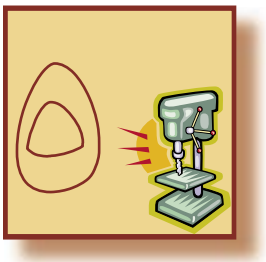
؟ ١٩- على الشكل المجاور حدد عناصر اسنان البرغي .

؟ ٢٠- قارن بين ذكور طقم التسنين الداخلي من حيث :

الشكل ، الاستخدام ، طريقة التمييز .

؟ ٢١- وضح المقصود بعملية الكشط واستخداماتها .

؟ ٢٢- وضح خطوات عملية الكشط .



الوحدة

الوصل والربط

الأهداف:

سيتم في هذا الوحدة تناول طرق الربط والوصل المختلفة بحيث يصبح الطالب قادرا على :

- يتعرف أنواع البراغي واستخدامها في التوصيل .
- يتعرف تصنيف الخوابير واستخداماتها .
- يتعرف ميزات الربط بالبرشمة .
- يعدد طرق اللحام بالمقاومة الكهربائيه .
- يحدد عوامل جودة اللحام بالا وكسي استيلين .
- يتعرف طريقة اللحام بالقوس الكهربائي .
- يميز أنواع وأشكال وصلات اللحام .

الوصل والربط

عادة ما يتكون المنتج من عدد من القطع يتم ربطها أو وصلها معا، وتختلف طريقة الوصل أو الربط حسب الحاجة، فبعض القطع يلزم أن تتصل معا لتشكل قطعة واحدة، وبعضها يلزم ربطها بطريقة تعطيها حرية حركة. وقد يلزم أن تكون عملية الربط دائمة أو مؤقتة ويمكن فكها لإجراء بعض عمليات الصيانة أو استبدال قطع.

وبشكل عام فإن طرق الربط والوصل تصنف كما يلي:

- ١- الوصل الميكانيكي: وقد يكون مؤقت أو دائم ويضم طريقة الوصل بالبراغي والصواميل، المسامير، التباشيم(البرشمة)، الخوابير وأعمدة الوصل.
- ٢- الربط وعادة ما يكون دائما ويشمل اللحام واستخدام المواد اللاصقة. وسيتم في هذه الوحدة التعرف على طرق التوصيل والربط المختلفة.

أولا: الوصل بالبراغي والصواميل:

تعرفت في الوحدة السابقة كيفية لولبة البراغي والصواميل يدويا، وستتعرف في الوحدات اللاحقة كيفية اللولبة باستخدام الآلات، أما في هذه الوحدة فستتعرف على كيفية استخدام اللوالب(البراغي والصواميل)في عمليات توصيل المشغولات. حيث تعتبر هذه الطريقة من أهم طرق التوصيل وأكثرها انتشارا وتمتاز بكونها قابلة للفك وإعادة التوصيل والمتانة الفائقة للتوصيل. علما بان هناك استخدامات أخرى للبراغي غير التوصيل مثل:

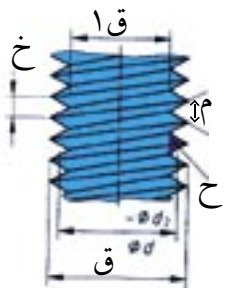
- ١- نقل الحركة والقدرة مثل الرافعة.
- ٢- المعايرة والضبط مثل الراسم والميكروميتر.
- ٣- الضغط والتثبيت مثل لوالب المرابط والملزمة.

قد يتم التوصيل باستخدام قطعتين(برغي وصامولة)للثقوب النافذة وقد يكون باستخدام برغي فقط للثقوب غير النافذة على أن يكون الثقب ملولب ليقوم مكان الصامولة.

البراغي:

تختلف البراغي في أحجامها واستخدامها إلا أن جميعها عبارة عن أسطوانة عليها بروز حلزونية(السن)، تمتلك المفاهيم الأساسية المبينة في الشكل(٥-١).

- ١- القطر الخارجي (ق) وهو قطر الأسطوانة المشكلة من رؤوس الأسنان للبرغي.



شكل (٥-١)برغي

- ٢- القطر الداخلي (ق١) وهو قطر الأسطوانة المشكلة من قاع سن البرغي .
- ٣- الخطوة (خ) وهي المسافة بين نقطتين متناظرتين على سنين متتاليين (قاعين أو قمتين متتاليتين) . والخطوة تحدد مدى خشونة أو نعومة السن .
- ٤- عمق السن (ع) وهو المسافة بين قمة السن وقاعه (الفرق بين نصف القطر الخارجي ونصف القطر الداخلي) .
- ٥- زاوية الحلزونة(ح) أو زاوية الخطوة وتمثل الزاوية التي يتصاعد فيها الخط الحلزوني .
- ٦- زاوية السن (م) وهي الزاوية المحصورة بين جانبي السن القطري .

وتختلف أشكال الأسنان حسب استخدام البرغي حيث يكون سن البرغي المستخدمة للوصل على شكل مثلث ويمكن تصنيف الأسنان حسب مقدار الخطوة كالآتي :

- ١-سن خشن (UNC) ويستعمل بشكل عام عندما تكون هناك حاجة مستمرة للفك وإعادة التركيب ولا ينصح باستعماله عندما يكون هناك اهتزازات . ويستخدم للمعادن غير الحديدية .
- ٢-سن ناعم : ويستخدم بشكل خاص في الأماكن التي تعاني من اهتزازات ويستخدم للمعادن الحديدية .
- ٣- سن أكثر نعومة : ويستخدم في التطبيقات الدقيقة وفي المواقع المتوقع أن تتعرض لاهتزازات و صدمات ويصنع من سبائك الحديد .
- ٤- سن ذو نعومة خاصة : ويتم تصنيعه حسب الحاجة .

شكل (٥-٢أ) صواميل

الصواميل:

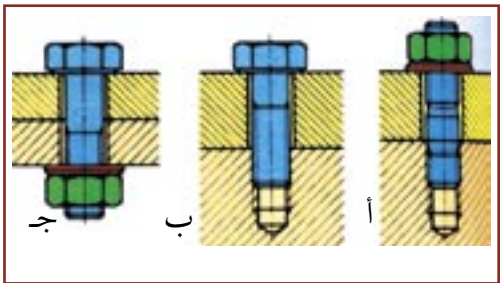
قد تتم عملية التوصيل باستخدام البراغي من خلال ثقب نافذ وهذا يتطلب وجود قطعة أخرى ملولبة من الداخل تشكل مع البرغي أداة الربط وهي الصامولة وتعتبر الصامولة المسدسة أكثر الأنواع استعمالا والشكل (٥-٢) يبين الأنواع المختلفة للصواميل .

شكل (٥-٢ب) صواميل

أنواع لوالب الربط (البراغي):

وتقسم إلى عدة أنواع حسب استخدامها :

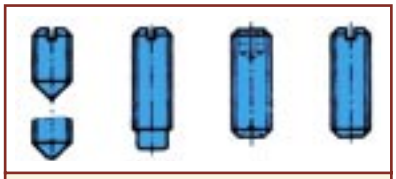
- ١- مسمار لولب (برغي) عادي : ويكون له رأس عادة ما يكون مسدس و يستخدم لوصل جزئين بثقب نافذ لأحدها وثقب غير نافذ للثاني مع قلوظة (تسنين) الثقب الثاني ، ويجب أن يكون عمق الثقب المسنن (غير النافذ) أكبر من قطر البرغي وأقل من طول الجزء المسنن من البرغي كما في الشكل (٥-ب) .
- ٢- مسمار لولب (برغي)نافذ : ويكون له رأس عادة ما يكون مسدس ، ويستخدم لوصل جزأين من المعدن من



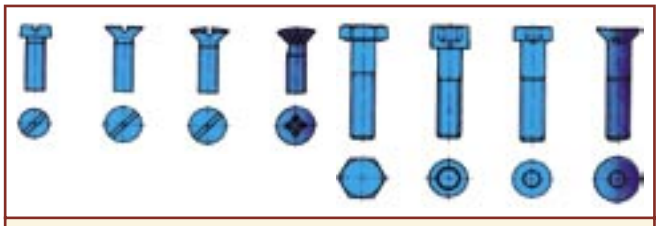
شكل (٥-٣) الربط بالبراغي

خلال ثقب نافذ في كلا الجزأين ويقفل بصامولة وقد يكون قطر الثقب أكبر من قطر المسمار بما يسمى الخلوص أما إذا تطلب الأمر تثبيت الجزأين مربوطين قبالة بعضهما وعدم حدوث إزاحة جانبية والتغلب على قوى القص العرضية فإنه لا يستحب وجود هذا الخلوص والشكل (٥-٣جـ) يوضح طرق الربط بالبرغي النافذ.

- ٣- المسمار الملولب (stud : الجاويط) : ويكون المسمار مسنن من الطرفين ، طرف يتم تثبيته في ثقب مسنن في أحد الجزأين المراد ربطهما (جسم الآلة) والطرف الآخر يقفل بالصامولة بعد نفاذه من الجزء الثاني المراد ربطه ، ولتلافي تلف السن في جسم الآلة يتم تكرار الفك والربط من خلال الصامولة ويظهر الشكل(٥-٣أ) عملية ربط باستخدام الجاويط .

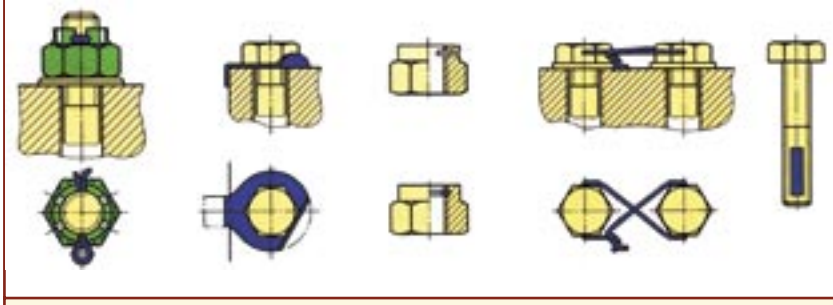

شكل (٥-٤) مسامير الضبط والضغط

- ٤- مسامير الضبط والضغط(الأصابع الملولبة) : وتستعمل لمنع الحركة النسبية بين الأجزاء في الآلة ومنع دوران جزء بالنسبة للآخر كما في المحامل (البيل) وكذلك تستخدم لسد فتحات الزيت، وتكون بدون رأس ويتم شدها بواسطة مفتاح ألن وقد تكون مثقوبة ويستخدم لشدها مفك والشكل (٥-٤) يبين أنواع من مسامير الضبط .


شكل (٥-٥) مسامير ملولبة ذات رأس مشقوق

- ٥- المسامير الملولبة ذات الرأس المشقوق : ويكون رأسها بشق واحد أو شقين متصالبين ويستخدم لربطها المفك العادي أو المفك المصلب وتكون المسامير ذات الرأس المصلب أقوى، كما إن هذه المسامير قد تكون مستقيمة حتى النهاية أو أن يكون لها جذع غير مسنن والشكل (٥-٥) يوضح هذه المسامير بأنواعها .
- ٦- مسامير الألواح المعدنية : وتستخدم لوصل وتثبيت ألوح الصاج، وهي ذاتية القطع إذ يقوم البر غي بتسنين الثقب مما يغني عن استخدام ذكور اللولبة وتكون وصلاتها متينة لا تتأثر بالارتجاجات، وتكون رؤوسها ذات شق واحد أو شقين متصالبين .
- ٧- براغي التثبيت الأرضية : وتستخدم لتثبيت الأجزاء الكبيرة والماكينات بالأرضية وتكون هذه البراغي مسننة من طرف والطرف الآخر على شكل شوكة أو حرف L يتم تثبتها في الخرسانة .

وسائل تأمين الربط بالبراغي:



شكل (٥-٦) وسائل تأمين الربط بالبراغي

تتم عملية الربط باستخدام البراغي بسبب الاحتكاك بين أسنان البر غي والصامولة أو الثقب وتكون ذاتية الإحكام إلا أنها كثيرا ما تتعرض لإجهادات واهتزازات متكررة تؤدي إلى خلخلة هذه البراغي وبالتالي انحلالها . ولضمان استمرارية عملية الربط وتأمينها تستعمل عدة طرق لذلك منها :

- حلقات التأمين المرنة(روندلة زنبرك) .
- حلقات تأمين صفائحية(روندلة)
- أسلاك يتم بها ربط أكثر من برغي معا .
- استخدام صامولتين . والشكل (٥-٦) يبين الطرق والأدوات المختلفة لتأمين عملية الربط .

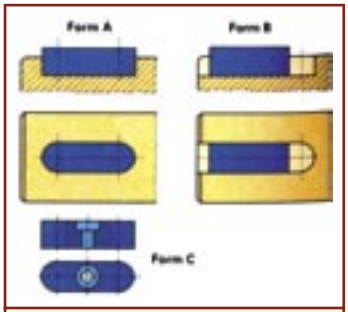
مفاتيح الربط:

شكل (٥-٧) مفاتيح الربط

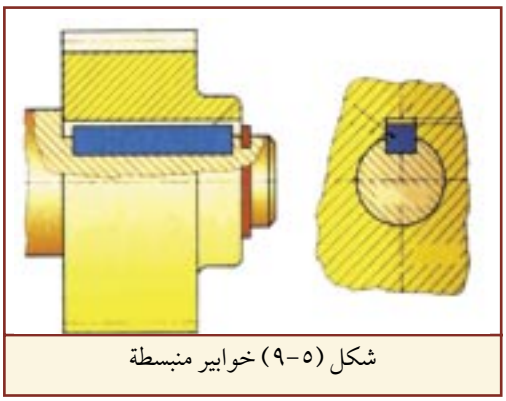
تستخدم مفاتيح الربط بمقاسات ملائمة لإتمام عملية شد البراغي ويجب أن يكون طول الذراع مناسب إذ أن طول الذراع يؤدي إلى زيادة العزم مما يؤدي إلى زيادة الاجهاد على البر غي أو الصامولة وبالتالي إلى تلفهما وكذلك فان اتساع فتحة المفتاح أكثر من حجم البر غي أو الصامولة يؤدي إلى تشوه الرأس وقد يؤدي إلى حوادث نتيجة انفلات المفتاح والشكل (٥-٧) يبين الأشكال المختلفة لمفاتيح الربط .

ثانياً: الوصل بالخوابير:

تستخدم الخوابير لنقل العزم وبالتالي منع حركة المحور الدوار بالنسبة للقطع الميكانيكية مثل التروس والبكرات والحدبات وغيرها . وكذلك فإنها تمنع انزلاق القطع الدوارة على محور الدوران وتتنوع الخوابير بناء على العزم المراد نقله ونوع الحمل ويتم فتح موقع الخابور في المحور باستخدام الفريزة، وأحيانا يتم تثبيت الخابور بوساطة برغي غارق الرأس من خلال ألصره . كما ستتعرف في الوحدات القادمة والشكل (٥-٨) يوضح طريقة الوصل بالخوابير . وعادة ما تصنع الخوابير من فولاذ خاص وتقسم إلى :



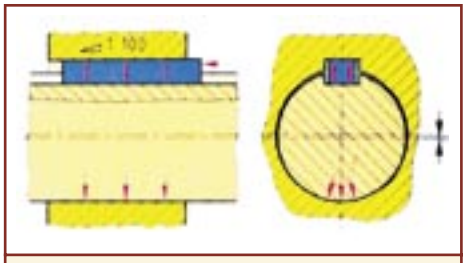
شكل (٥-٨) الوصل بالخوابير



شكل (٥-٩) خوابير منبسطة

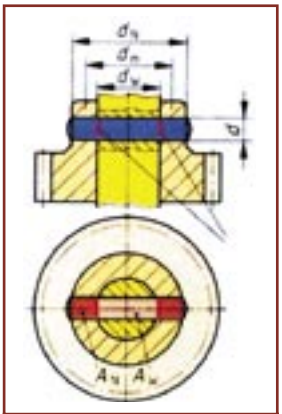
١-**الخوابير المنبسطة** : ويكون مقطعها إما مربع أو مستطيل كما في الشكل (٥-٩) ، ويعتبر المربع أكثرها استعمالا حيث يجب أن يكون العرض مساويا ٠,٢٥ قطر المحور الدوار ويتم تثبيت الخابور بحيث يكون نصف سمكه غارقا في المحور والنصف الآخر في القطعة الميكانيكية(الترس) . أما الخابور المبسط مستطيل المقطع فيستخدم عندما يكون الصره قليل السماكة فيكون معظم الخابور غارقا في المحور الدوار ويكون عمق المجرى في الصره قليل جدا . وتستخدم في السرعات العالية والسرعات المنتظمة .

٢- **الخوابير المستدقة (Tapered)** : وتتم نقل الحركة باستخدامها من خلال قوة الاحتكاك التي تنشأ نتيجة حشر الخابور بين المحور الدوار والصره وقد يكون السطح السفلي للخابور المستدق منبسط (مسطح) ويتم شق مجرى في المحور الدوار، أو أن يكون سطحه السفلي مقعر ولا داعي لفتح المجرى حيث ينطبق السطح المقعر على سطح المحور الدوار . ولا تصلح الخوابير المستدقة لنقل سرعات عالية أو سرعات منتظمة وقد يكون الخابور المستدق مزود برأس لتسهيل استخراجه عند الحاجة بحشر أداة خلف الرأس ومن ثم دفعه أو سحبه) إلى الخارج والشكل (٥-١٠) يبين أنواع مختلفة من الخوابير المستدقة .



شكل (٥-١٠) خوابير مستدقة

٣- **خوابير الاستخدامات الخاصة** : وهي أنواع مختلفة يستخدم كل منها بشكل خاص ومنها :

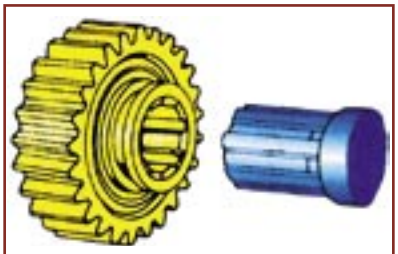


شكل (٥-١١)وصلة بخابور مستعرض

- الخابور المستعرض : ويستخدم لأجزاء الآلات ذات الشكل القضيبي ويتم تثبيته بشكل عمودي على المحور والشكل(٥-١١) يبين وصلة بخابور مستعرض .
- خوابير التماس : وتستخدم لنقل العزوم العالية وفي حالة الأحمال المترددة (الصدمات) ويتكون الخابور من قطعتين ويتم استخدام زوجين من الخوابير(أربع قطع) تكون الزاوية بين كل زوجين ١٢٠ .
- الخابور الطولي : ويستخدم في مجموعات نقل الحركة التي يتحكم فيها تحريك التروس أو الأقراص بشكل محوري، ويتحدد طول الخابور بمقدار الإزاحة المحورية المطلوبة ويجب أن يتم تثبيت هذا النوع من الخوابير في المحور الدوار بالبرغي . كما أن هناك أنواع أخرى تستخدم لنقل العزوم العالية والأحمال الصدمات والمترددة .

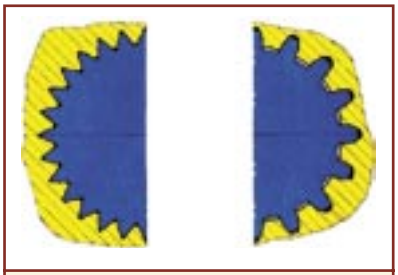
ثالثاً: الوصل بالأعمدة :

وتتميز هذه الطريقة بأن الوصل بين المحور الدوار و القطعة الميكانيكية (الترس ، القرص)تتم دون وجود قطعة وصل . ويستخدم لنقل العزوم والأحمال العالية حيث لا يتم إضعاف المحور نتيجة شق موقع الخابور أو أن الخابور يصبح من نفس جسم المحور ومنها :



شكل (٥-١٢) الأعمدة المفروزة

- **١- الأعمدة المفروزة:** حيث يتم تفريز سطح المحور الدوار بشكل طولي كما في الشكل (٥-١٢) وبالتالي تشكيل عدد من الخوابير تكون من نفس جسم العمود و بالمقابل تفريز السطح الداخلي للقطع الدوارة و الصره .

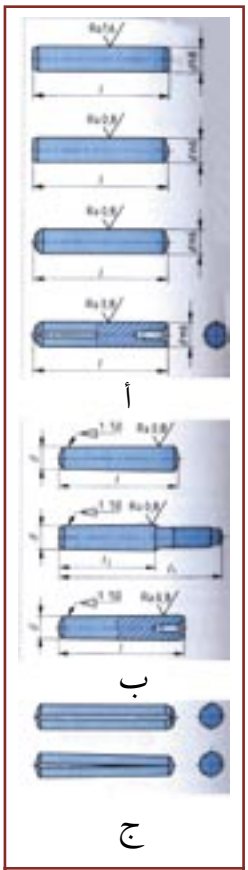


شكل (٥-١٣) وصلة ذات أسنان

- ٢- الوصلات ذات الأسنان المثلثة : الشكل (٥-١٣) يبين الوصلات ذات الأسنان المفزره حيث يتم فيها تسنين سطح المحور الدوار وتستخدم عند الحاجة إلى عدد كبير من الأسنان لتثبيت الأجزاء بأوضاع متعددة مختلفة بالنسبة لبعضها البعض . وتتم عملية التسنين والتفريز للأعمدة بأسلوب التقسيم أو عدة تفريز اسطوانية بينما يتم تشكيل القطعة المقابلة بالتخليق .

رابعاً: الوصل بالتيل:

تعتبر وصلات المسامير الإصبعية (التيل) من الوصلات المؤقتة . وتصنف بحسب الغرض منها وتصنف إلى :



شكل (٥-١٥) الوصل بالتيل

- ١- التيل التوافقية : وتستخدم لتحديد أجزاء الوصلة بالنسبة لبعضها البعض بدقة مما يسهل من عملية تجميعها ويمنع أزاحتها في الاتجاه المستعرض .
- ٢- تيل التثبيت : وتعتبر وسيلة التثبيت الوحيدة لبعض الوصلات ، وتستخدم لنقل القوى ألصغيره ، كما تستخدم كوسيلة تأمين تمنع انحلال الأجزاء الموصولة معا .
- ٣- تيل القص : وتستخدم لمنع زيادة الاجهادات في الآلات حيث يتم تركيبها مثلا بين مجموعة الإدارة وعمود التشغيل لتنكسر بالقص عند زيادة الإجهاد الواقع على أجزاء الوصلة مما يؤدي إلى فكها ويتم وضع تيلة جديدة بعد الصيانة وإزالة السبب .

والشكل (٥-١٤)يبين الأغراض المختلفة لاستخدام التيل .

ويمكن أن تصنف التيل حسب شكلها فمنها :

- ١- التيل الاسطوانية كما في الشكل (٥-١٤أ) .
- ٢- التيل المستدقه كما في الشكل (٥-١٤ب) .
- ٣- التيل المشقوقة كما في الشكل (٥-١٤جـ) .

خامساً:الوصل بالبرشام(التباشيم):

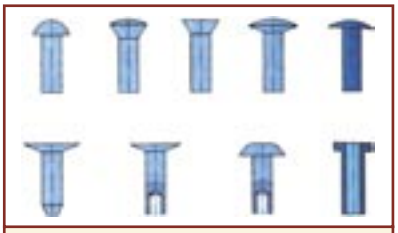
تعتبر عملية البرشمة إحدى طرق الربط الدائمة وتستعمل لوصل الألواح غير القابلة للفك، وتمتاز بمتانتها وتحملها للاهتزازات ولذلك تستخدم في السفن والطائرات والجسور كما أنها تمتاز بمنعها للتسرب في أوعية الغازات والسوائل، ويمكن فك وصلة البرشام ولكن بإتلاف مسمار البرشام دون تعريض القطع الموصولة للتلف.

مسامير البرشام:

وتصنع من الحديد وأحيانا من سبائك النحاس، البراس أو الألمنيوم. ويتكون مسمار البرشام في شكله النهائي من رأس الارتكاز وساق المسمار ورأس الأطباق والذي يتشكل من النهاية البارزة للمسمار بعد إتمام العملية.

ويمتاز مسمار البرشام بشكل الرأس و منها:

- ١- الرأس المدور (نصف كروي): ويستعمل للصفائح الرقيقة والسميكة عندما يتطلب قوة عالية.
- ٢- الرأس المخروطي: ويستخدم كما الرأس نصف الكروي ولكنه أقل استخدام.
- ٣- الرأس الغاطس: ويستخدم عندما يراد إخفاء الرأس لمنع معارضته للأجزاء الأخرى.
- ٤- وهناك أنواع خاصة تمتاز بشكل المسمار وليس بشكل الرأس فقط مثل المسمار المجوف المستخدم في الطائرات و المسمار ذو الرأسين المستخدم في صناعة الجلود والشكل (٥-١٥) يبين الأشكال المختلفة لمسامير البرشام.



شكل (٥-١٥)مسامير البرشام

عملية البرشمة:

قد تتم عملية البرشمة بالتشغيل على البارد وذلك للمسامير التي تقل أقطارها عن ١٠ملم، أو بالتشغيل على الساخن وذلك للمسامير ذات الأقطار ١٠ملم فأكثر، ولتتم عملية البرشمة لا بد مما يلي:

- **١- طريقة الربط، وهناك عدة طرق للربط:**

ا- البرشمة التراكبية: وهي أبسط عمليات الربط وتتم بوضع أحدى القطعتين المراد ربطهما فوق الأخرى كما في الشكل (٥-١٦) على أن الحافة التراكبية لا تقل عن ضعف قطر المسمار وذلك لوقاية حرف القطعة من التلف. ومع أن هذه الطريقة أكثر الطرق استخداما إلا أنه قد تؤدي إلى انحناء أطراف القطع ولذلك يستحسن حني طرف أحد الألواح قبل إجراء العملية.

ب- البرشمة التناكبية المفردة: حيث توضع القطع المراد ربطها إحداها مقابل الأخرى في نفس المستوى، ثم توضع قطعة ثالثة فوق خط الوصل وتتم برشمتها مع كلا القطعتين كما في الشكل (٥-١٧) على أن لا يقل سمكها عن سمك إحدى القطعتين.

ج-البرشمة التناكبية المزدوجة: وهي بنفس طريقة البرشمة التناكبية المفردة إلا أنه توضع قطعة إضافية من الأعلى وقطعة إضافية من الأسفل.

٢- عدد وتوزيع المسامير :

عدد و توزيع المسامير تعتمد على عدة عوامل منها طريقة الربط ومقدار وشكل القوى المؤثرة وقطر المسمار وكذلك طريقة الاستخدام بعد الوصل . . . وغيرها .

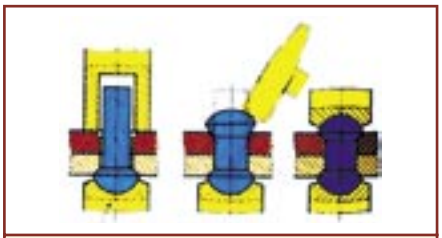
وأما المسافة بين طرف اللوح المراد ربطه ومحور البرشام (خط المسامير) يجب أن لا يقل عن ضعف قطر المسمار كما أشير سابقا وأما المسافة بين مسمارين متتاليين (خطوة البرشمة) يجب أن لا تقل عن ثلاثة أضعاف قطر المسمار حتى لا تتداخل الرؤوس مع بعضها البعض، وأما أقصى مسافة بين المسمارين بحيث لا تسمح بتموج الألواح، ويكون توزيع المسامير كما يلي :

- تكون المسامير في صف واحد .
- تكون المسامير في صفين متقابلين .
- تكون المسامير في خطين متخالفين .
- و قد تكون في ثلاثة صفوف أو أكثر .

٣- الثقب :

تتوقف قوة وصلة البرشام على تناسب قطر الثقب مع قطر مسمار البرشام إذ أن الثقب الضيق لا يسمح بنفاذ المسمار بينما الثقب الواسع لا يسمح بتشكيل الرأس المناسب وتصبح البرشمة سريعة الخلع . وعليه يجب أن يكون قطر الثقب أكبر من قطر مسمار البرشام بمقدار خلوص معين . وتتم عملية الثقب بعد تعيين وتعليم أماكن المسامير إما يدويا بواسطة قطعة مدببة الرأس أو بواسطة المثقاب الكهربائي باستخدام ريشة مناسبة .

طَرْق المسمار وتشكيل الرأس:



شكل (٥-١٦) طرق المسمار وتشكيل الرأس

بعد التأكد من وضع المسمار بالثقب بالوضع الصحيح يتم إسناده برأس المسمار وضغط الألواح ومن ثم الطرق على الطرف . الأخر للمسمار لتشكيل رأس الإطباق وتتم عملية الطرق إما يدويا بمطرقة أو آليا . ويمكن استخدام بعض الأدوات التي تقوم بعملية سحب المسمار وبالتالي ضغط الألواح و من ثم الطرق على طرف المسمار .

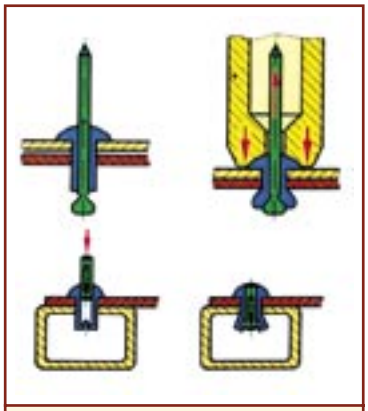
ولضمان كون عملية البرشمة قد تمت بالشكل الصحيح يجب ملاحظة ما يلي :

- أن مسمار البرشمة قد ملء الفراغ تماما .
- أن الأجزاء المربوطة خالية من أي فراغ .
- التأكد من عدم تحرك مسمار البرشام أو الألواح عند الطرق . والشكل(٥-١٦) يوضح كيفية عملية البرشمة .

البرشمة العمياء (البرشمة من طرف واحد):

وتتم عندما لا يتيسر الوصول إلى موضع البرشمة إلا من ناحية واحدة فقط مثل المواسير و الأجزاء المجوفة

المغلقة الشكل (٥-٣٠) وتتباين أنواع المسامير المخصصة لهذا الغرض و المتداولة تجاريا مشكلة غالبا على هيئة برشام شوكة وهي تتكون من مسمار برشام أساسي ومن الشوكة وهي ذات رأس مخروطي أو كروي، وبواسطة كلابة خاصة يتم سحب رأس الشوكة في نهاية عمود البرشام المجوف البارزة مما يترتب عليه توسع هذه النهاية على هيئة رأس إطباق ويوجد حز على الشوكة يساعد كموضع كسر مقصود. والشكل (٥-١٧) يبين البرشمة العمياء.



شكل (٥-١٧) البرشمة العمياء

سادسا: الوصل باللحام:

يعتبر اللحام طريقة من طرق وصل المواد المختلفة، وتتم عملية اللحام للمعادن المختلفة بواسطة طرق عديدة، حيث يتم في كل منها صهر الأطراف المشتركة للقطع المراد وصلها وامتزاجهما معاً لتشكيل منطقة ربط عادة ما تكون أقوى من المادة الأصلية وقد تكون المادة المصهورة مادة ثالثة.

وتتم عملية الصهر بتأثير الحرارة التي يمكن توليدها إما عن طريق الطاقة الكهربائية أو الطاقة الكيميائية وقد يستخدم الضغط أيضاً.

تعتبر عملية اللحام من أقدم طرق الوصل المعروفة إلا أنها حديثا شهدت تطوراً هائلا، وأصبح هناك العديد من طرق اللحام ولكل منها ميزاتها وعيوبها، إلا أن هناك العديد من العوامل التي تحدد اختيار الطريقة الأنسب للحام مثل متانة وصلة اللحام وسهولة اللحام وأداء الوصلة في الاستخدام ومقاومة الإجهاد.

طرق اللحام:

يمكن تصنيف عمليات اللحام كما يلي:

أ- اللحام بالسبائك اللاحديدية مثل لحام القصدير والنحاس.

ب- اللحام بالضغط

ج- اللحام بالانصهار

وسنتناول كلا من هذه الطرق باختصار.

١- لحام القصدير والنحاس (لحام المونة):

يعتبر اللحام بالنحاس أو القصدير أحد طرق اللصق وليس من طرق اللحام لأن قطعتي المعدن الأساس لا يتم انصهارهما بل تسخينهما فقط وتتم عملية اللصق بوساطة معدن آخر في نقطة انصهار أقل من معادن الأساس وقد تكون هذه المعادن سبيكة من النحاس أو أن تكون سبيكة من الرصاص والقصدير، أو من النحاس الأصفر (نحاس و زنك).

٢- طرق اللحام بالضغط:

تتم عملية اللحام بعد تعريض الأجزاء المراد لحامها إلى حرارة لتسخينها بحيث تصبح طرية، ثم يتم التأثير عليها

بضغط عالي مما ينتج عنه اتصال المناطق الطرية معاً وتصنف هذه الطرق بناءاً على طريقة التسخين ومنها :

أ- لحام المقاومة الكهربائية:

ويتم اللحام بهذه الطريقة بتسخين المعدن من خلال امرار تيار كهربائي عالي الشدة، حيث أن مقاومة المعادن لسريان التيار تؤدي إلى تعجن المعدن وبضغط عالي على المعدن تتم عملية اللحام، ومن أنواعه :

١- لحام النقطة:

حيث يتم وضع الألواح بشكل تراكبي يتم ضغطها بقوة بين قضيبين معدنيين (الكترودات) بينما يتم امرار تيار كهربائي عالي كما في الشكل (٥-١٨أ) .

وميزات هذه الطريقة أنها تتم بسرعة عالية مما يجعل كمية التشوهات قليلة ولذلك فإنها لا تتأثر بالغارات الجوية مثل الأكسجين والنيتروجين وتستخدم في لحام المنشآت وأجسام الطائرات والأجهزة الكهربائية .

٢- لحام البروز (النتوء):

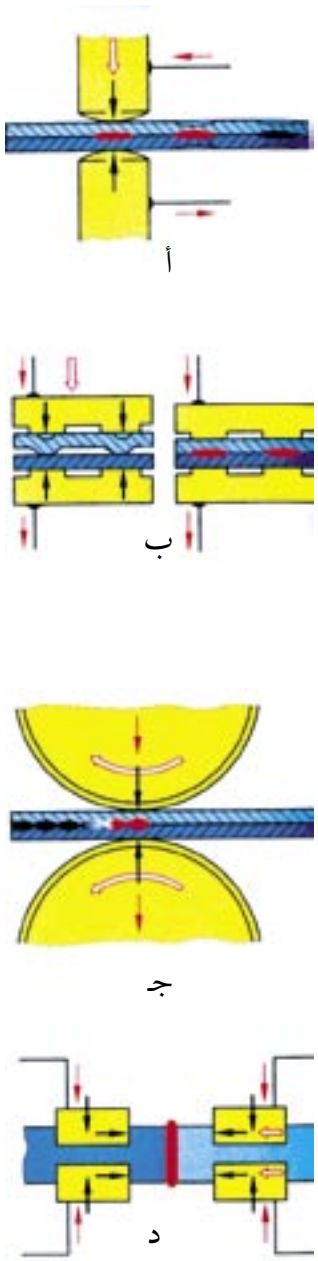
وفي هذه العملية يتم تصميم بروزات على أحدى القطع المراد لحامها ثم يتم ضغط القطعتين وامرار تيار كهربائي عال يؤدي إلى ذوبان النتوء الذي يشكل وصلة اللحام كما في الشكل(٥-١٨ب)

٣- لحام الدرزة:

وهي بنفس مبدأ لحام النقطة إلا أنه يتم استخدام عجلين بدل القضيبين ويتم امرارالقطعتين المراد لحامهما معا من بين العجلين حيث يتم وصل وقطع التيار كهربائي العالي مما يؤدي إلى عملية اللحام، ويمتاز هذا النوع بأنه يمنع التسرب ويستخدم في لحام التنكات والعلب والشكل (٥-١٨جـ) يوضح لحام الدرزه

٤- لحام الومضة:

ويتم ضغط أطراف القطع المراد لحامها (وصلة تناكبية) وينتج مرور تيار عالي الشدة في الفراغ بين القطعتين ومقاومة عالية فيتولد قوس كهربائي أو وميض يعمل على رفع الحرارة وإذابة المعدن الذي يلتحم نتيجة الضغط والشكل (٥-١٨د) يوضح لحام الومضة .

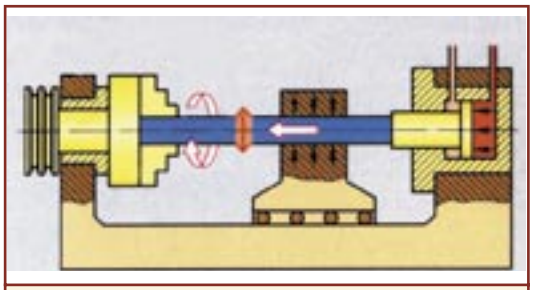


شكل (٥-١٨) لحام المقاومة الكهربائية

ب- اللحام بالغاز والضغط:

حيث يستخدم لهب الأكسجين والأسيلين كمصدر حرارة حيث تسخن منطقة اللحام بطريقة متجانسة ثم يتبع ذلك عملية ضغط وتستخدم هذه الطريقة في لحام القضبان الحديدية ومواسير الصلب في الموقع .

ج- للحام بالاحتكاك:


شكل (٥-١٩) اللحام بالاحتكاك

في هذه الطريقة يتم تدوير أحد القطعتين المراد لحامهما وتضغط القطعة الأخرى مما يؤدي إلى تولد احتكاك يولد كمية حرارة كافية لوصول حافتي المعدن إلى حالة اللدونة ثم يتم ضغطهما بقوة أكبر لإتمام عملية اللحام وهذه الطريقة ينتج عنها سطح لحام نظيف. وتمتاز هذه الطريقة بكونها مناسبة للإنتاج الكمي ودقيقة الأبعاد، كما أن الخواص لا تتغير في منطقة اللحام لأن الحرارة غير كافية لتغيير الخواص.الشكل (٥-١٩).

د- اللحام بالحرارة:

ويتم تسخين القطعتين ومن ثم الطرق عليها لإحداث عملية اللحام. وهي من أقدم الطرق

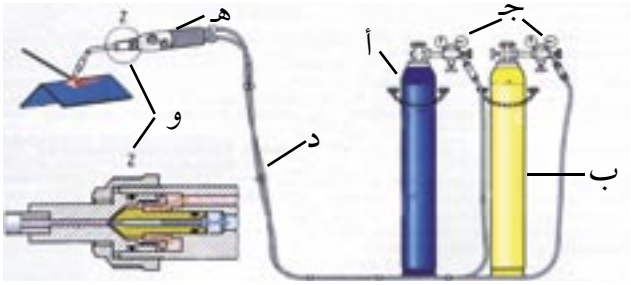
٣- طرق اللحام بالانصهار:

يستخدم لحام الانصهار عادةً لوصل المعادن المتشابهة بصهرها بالحرارة عند موضع الوصل مما يؤدي إلى امتزاج مصهور القطعتين لتشكيل وصلة اللحام، وقد تستخدم مادة مساعدة. وتصنف هذه الطرق بناءاً على مصدر الحرارة اللازمة لعملية اللحام ومنها:

١- اللحام بالاكسي أستيلين:

يتم الحصول على الحرارة اللازمة في هذا اللحام عن طريق اللهب الناتج عن احتراق غاز الأستيلين بواسطة الأكسجين وتحتاج العملية إلى معدات خاصة لتجهيز اللهب والحرارة.

- **١- معدات لحام الأكسي أستيلين الشكل (٥-٢٠) :**



شكل (٥-٢٠) اللحام بالاكسي استيلين

أ- **اسطوانة الأكسجين**: وتصنع من الصلب الفولاذي غير الملحوم لكي تتحمل الصدمات والضغط العالي وتميز باللون الأخضر والأزرق والأسود.

ب- **اسطوانة الأستيلين**: لا تختلف عن اسطوانة الأكسجين إلا أنها تميز باللون الأصفر، وتتم تعبئة الأستيلين مذاباً في الأسيتون.

جـ- **منظمات الغاز**: وتعمل على تنظيم خروج الغاز من الاسطوانة إلى جو العمل.

د- **الخراطيم**: تصنع من المطاط وتصنع لها أطراف تثبيت.

هـ- **مشعل اللحام**: ويتم فيه خلط غازي الأكسجين والأستيلين بالكمية المطلوبة ثم تصريف الخليط

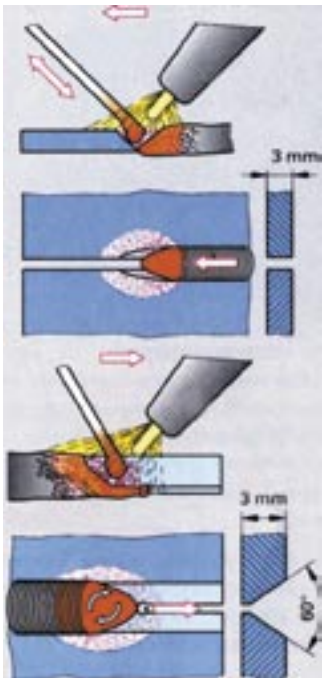
إلى منطقة اللحام حيث يتم إشعاله .

د- **راس اللحام (الفونية)** : ولها دور كبير في تحديد جودة اللحام لأن من خلالها تستطيع تحديد كمية الحرارة التي تناسب سمك المعدن ولها عدة قياسات .

٢- عوامل جودة لحام الأكسي أستيلين :

تعتمد جودة الوصلات الملحومة بالأكسي أستيلين على عوامل عدة أهمها :

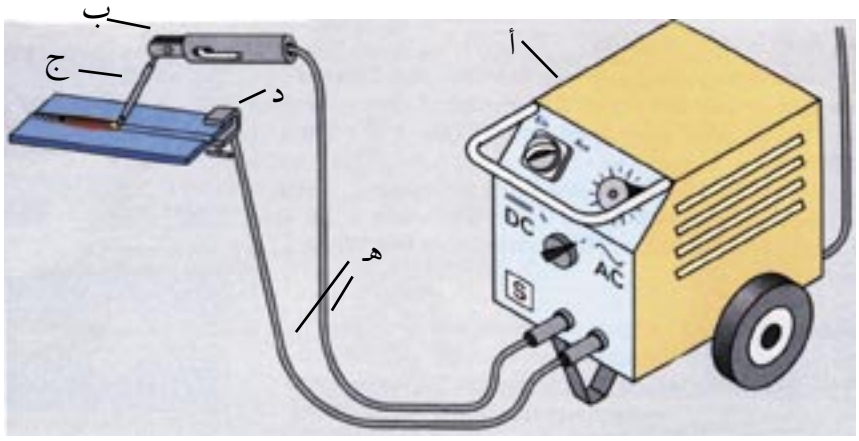
- **كمية الحرارة** : يجب أن تكون الحرارة المناسبة للحصول على انصهار جيد في بؤرة اللحام وتتحدد كمية اللحام بسمك المعدن وشكل الوصلة .
- **المسافة بين رأس مخروط اللهب وقطعة العمل** : وتعتمد المسافة على مقياس رأس اللحام وسمك القطعة وحجمها ، حيث أن المسافة الكبيرة تؤدي إلى انتشار الحرارة إلى غير مكان اللحام بينما المسافة القصيرة جداً تؤدي إلى ارتفاع حرارة المشعل وتناثر المعدن المنصهر .
- **سرعة الانتقال (حركة المشعل)** : وهي سرعة حركة المشعل فوق قطعة العمل ، إذ أن السرعة العالية تؤدي إلى نقص التعبئة مما ينتج درزات ضعيفة وقليلة مع تموجات ، أما السرعة البطيئة فينتج عنها زيادة التعبئة ويؤدي ذلك إلى درزات عريضة وقد يحدث ثقوب عن لحام القطع الرخيصة .
- **زاوية المشعل وسلك اللحام** : وهي تؤدي إلى تركيز الحرارة على قطعة العمل وسلك اللحام الشكل (٥-٢١) .



شكل (٥-٢٢) عوامل جودة لحام الأكسي أستيلين

٢- لحام القوس الكهربائي:

ويتم الحصول على الحرارة اللازمة في هذا اللحام نتيجة لتولد قوس كهربائي ينتج عن عبور التيار لفراغ في الدائرة الكهربائية ، وتصل حرارة هذا القوس إلى حوالي ٥٠٠ درجة مئوية . كما أن التحكم بتوجيه هذا القوس وتركيزه على بقعة محددة يؤدي إلى إذابة المعدن في منطقة الوصلة وبتحريك القوس على طول الوصلة يمتزج المعدن المصهور ثم يتجمد ليكون وصلة اللحام .



شكل (٥-٢٢) لحام القوس الكهربائي

١- معدات لحام القوس الكهربائي :

الشكل (٥-٢٢) يوضح الأجزاء التي تشكل الدائرة الكهربائية المغلقة للحام القوس الكهربائي وتشمل :

أ- **ماكينة اللحام** : وتعتبر مصدر الطاقة التي تزود الدائرة بالتيار اللازم وقد يكون هذا التيار إما تيار مستمر (D . C) أو تيار متردد (A . C) وقد صممت ماكينات اللحام بأنواع وأحجام وقدرات مختلفة ومن خلال التحكم بالتيار والفولتية لماكينات اللحام يمكن تحديد كمية الحرارة الناتجة والشكل (٥-٤٢) يبين صورة ماكينة لحام .

ب- **ماسك الالكترود** : ويصنع من سبيكة معدنية جيدة التوصيل للتيار وتستخدم لتثبيت سلك اللحام .

جـ- **الالكترود (سلك اللحام)** : وهي أسلاك تستعمل للتعبئة إثناء اللحام و مغلفه بماده تشبه البودرة تحتوي على مواد كيميائيه تحسن خواص اللحام ولها مواصفات خاصة .

د- **الماسك الأرضي** : وهو عبارة عن خطاف أو ملقط من النحاس يتم وصله بطاولة العمل الخاصة لإكمال الدائرة الكهربائية

هـ- **الأسلاك (الكابلات)** : وهي عبارة عن كوابل مرنة موصلة للتيار الكهربائي

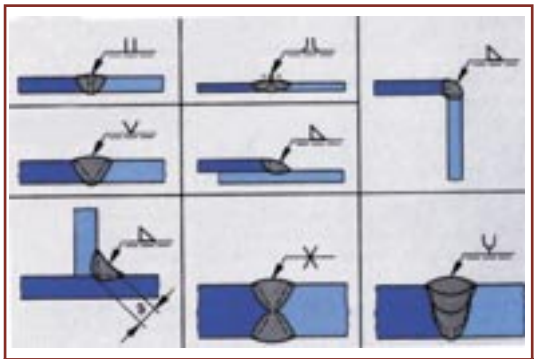
و- **طاولة اللحام** : وتصنع من الفولاذ لتوصيل التيار الكهربائي

٢- عوامل جودة اللحام بالقوس الكهربائي :

أ- **القوس الكهربائي** : ويتم إشعاله بملامسة طرف الالكترود مع سطح القطعة ثم سحبه إلى مسافة تساوي قطر الالكترود تقريبا لإبقاء القوس مشتعلا بقوة إذ أن إبعاده يضعف القوس . وتشبه حركة إشعال القوس حركة إشعال عود الكبريت .

ب- **استقرار القوس** : حتى يمكن إنتاج لحامات ناعمة وجيده يجب أن يبقى القوس مستقرا ومتزنا وثابتا ويعتمد ذلك على الدائرة التي تغذي التيار ونوعية الالكترود وكذلك الأداء الجيد بتحريك الالكترود حركة تقدميه مستمرة ومنتظمة في اتجاه سير اللحام .

ج- **زوايا اللحام** : وهي زاوية ميل الالكترود عن المحور الرأسي (زاوية التقدم) وكذلك زاوية العمل المبينة في الشكل تعتبر من أهم العوامل التي تؤثر في جودة اللحام بحيث يتم تكوين وتحديد حجم وشكل درزات اللحام بالإضافة إلى ترسيب مادة اللحام في المكان المناسب . والشكل(٥-٤٧) يبين وضع زاوية الميل مع اختلاف شكل ووضع الوصلة . إذ أن زوايا الميل غير الصحيحة قد تؤدي إلى حدوث قطع سفلي أو حدوث درزات واسعة أو اختراق ضعيف لمعدن اللحام في المعدن الأساس .



شكل (٥-٢٣) وصلات اللحام المختلفة

د- **إعادة إشعال القوس** : عند إعادة إشعال القوس لمواصلة اللحام يجب أن يتم إشعال القوس عند النهاية الأمامية الباردة (بركة الانصهار)بمقدار ٢سم ثم يحرك رجوعا فوق بركة الانصهار ثم إلى الأمام ثانية لمواصلة اللحام .

هـ- **وصلات اللحام** : والشكل(٥-٢٣) يبين الأنواع المختلفة لوصلات اللحام .

؟ ١- على الرسم المجاور للبرغي حدد عناصر البرغي .

؟ ٢- وضح بالرسم الفرق بين زاوية الحلزون (زاوية الخطوة) وزاوية السن .

؟ ٣- قارن بالرسم بين البرغي النافذ والبرغي الجاويط من حيث :

الشكل وطريقة الربط .

؟ ٤- وضح كيفية استخدام الالواح المعدنية .

؟ ٥- وضح الية استخدام مفاتيح الربط .

؟ ٦- وضح ميزات طريقة الربط بالخوابير .

؟ ٧- قارن بين الخوابير المنبسطة والخوابير المستدقةمن حيث :

الشكل، طريقة الربط و نقل السرعات .

؟ ٨- وضح اهمية الربط بالخابور الطولي .

؟ ٩- وضح ميزات طريقة الوصل بالأعمدة واذكر طريقتين منها .

؟ ١٠- اذكر ثلاثة أصناف من المسامير الإصبعية (التيل) بحسب الغرض منها .

؟ ١١- اذكر أصناف المسامير الإصبعية (التيل) من حيث الشكل مع الرسم .

؟ ١٢- وضح ميزات طريقة الربط بالتباشيم .

؟ ١٣- وضح بالرسم وصلة تراكبية بالتباشيم مع توزيع المسامير في صفين متقابلين .

؟ ١٤- وضح بالرسم وصلة تناكبية مزدوجة بالتباشيم مع توزيع المسامير في صف واحد .

؟ ١٥- وضح المقصود بالبرشمة العمياء .

؟ ١٦- وضح المقصود بلحام المونة .

؟ ١٧- قارن بين لحام النقطة ولحام الدرزة من حيث:

؟ ١٨- امرار التيار، وسيلة امرار التيار والضغط ، الميزات.

؟ ١٩- وضح بالرسم معدات لحام الاوكسي استلين.

؟ ٢٠- اذكر أربع عوامل تؤثر في لحام الاوكسي استيلين ودور كل منها.

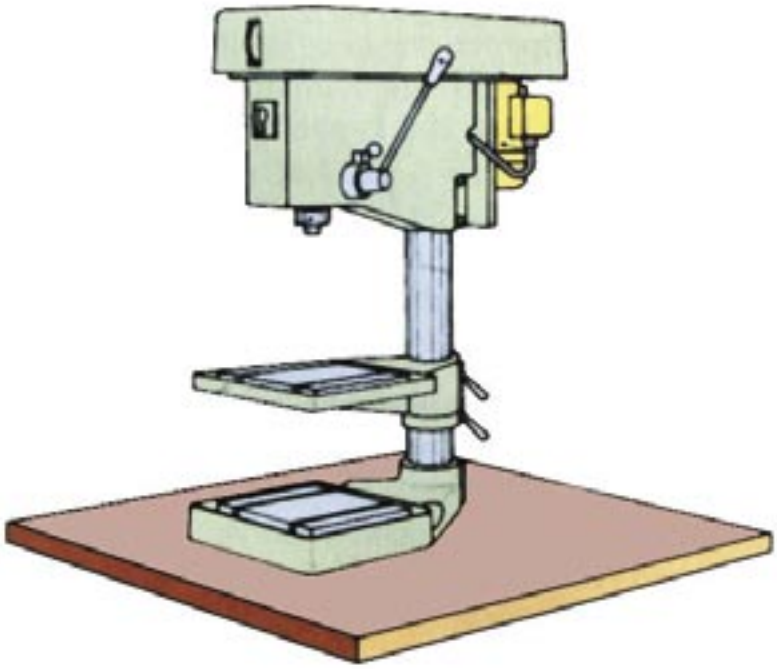
؟ ٢١- وضح آلية اللحام بالقوس الكهربائي.

؟ ٢٢- اذكر أربع عوامل تؤثر في لحام القوس الكهربائي ودور كل منها.

؟ ٢٣- وضح بالرسم ثلاث أنواع من وصلات اللحام.

الوحدة

الآت القطع البسيطة



الأهداف:

سيتم في هذا الوحدة تناول طرق الربط والوصل المختلفة بحيث يصبح الطالب قادرا على :

- ١ – تميز آلات القطع البسيطة .
- ٢ – تميز أنواع المناشير الآلية واستخداماتها .
- ٣– تتعرف آلات الجلخ واستخدامها .
- ٤ – تتعرف أنواع احجارالجلخ وأشكالها ومواد تصنيعها .
- ٥ – تميز أنواع آلات الثقب .

الآت القطع البسيطة

يستخدم في كثير من الورش و المصانع آلات قطع بسيطة مثل المناشير الآلية و المثاقب الآلية و آلات الجلخ فقد تعرفت في الوحدات السابقة على استخدام أدوات قطع يتم استخدامها يدويا تعمد على الجهد العضلي في حركتها ، لكن آلات القطع البسيطة التي سنتعرف عليها في هذه الوحدة تأخذ حركتها من محرك كهربائي و بالتالي يتم تقليل زمن التشغيل و زيادة الإنتاج .

أولا: المناشير الآلية:

تستخدم المناشير الآلية لتسهيل عمليات النشر و زيادة الأنتاج حيث حيث تدار هذه الآلات بوساطة محرك كهربائي وهنالك ثلاثة أنواع من المناشير الاليةهي :

١- المنشار الآلي الترددي:

عبارة عن منشار قوسي مدار بمجموعة إدارة مرفقية و تعتبر هذه المناشير أكثر أنواع المناشير استخداما في المصانع و الورش الانتاجية و ذلك لأنها مأمونة التشغيل لبساطة تصميمها و لكن من عيوبها ضرورة وجود شوط فارغ عقب كل شوط عمل و بالتالي تؤدي الى زيادة زمن التشغيل .

شكل (٦-١)المنشار الآلي الترددي

- مبدأ عمل المنشار الآلي الترددي:

يعتمد مبدأ عمل المنشار الآلي الترددي على تحويل الحركة الدورانية الناتجة عن دوران القرص المرفقي المتصل بالمحرك الكهربائي الى حركة مستقيمة ترددية لنصلة المنشار ، و تعمل هذه المناشير حسب تصميمها إما ساحبة أو دافعة فعند القطع بالدفع ، يرتفع نصل المنشار عن المشغولة أثناء شوط الرجوع و ذلك من خلال حدبة لا مركزية ، و تنظم قوة القطع المؤثرة الى أسفل بواسطة ثقل قابل للإزاحة أو هيدروليكيا و يبين الشكل أجزاء المنشار الآلي الترددي(٦-١)

- نصلات المنشار الترددي:

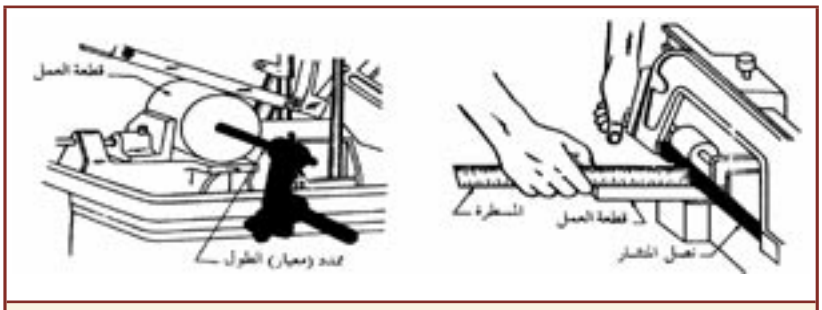
يعتمد إختيار النصلات المستعملة لهذه المناشير على

نوع المعدن المراد نشره و على حجم الإطار إذ أن أطوال النصلات تكون ١٢، ١٤، ١٦ بوصة أما من حيث نوع المعدن فتستعمل النصلات خطوة أسنانها متقاربة لنشر الصلب و لنشر مواسير النحاس الأصفر و الأحمر و نشر المعادن الرقيقة، و تستخدم النصلات ذات الخطوة المتباعدة لنشر الألمنيوم و اللدائن البلاستيكية مثل الأكلن و التفلن .

أما خطوة أسنان المناشير الآلية فتكون من ١٨ ، ١٤ ، ١٠ ، ٨ سن في البوصة .

١ - ضبط و تثبيت المشغولات:

يتم ربط المشغولة على المنشار بوساطة ملزمة الربط و يتم تحديد طول القطعة بإستخدام المسطرة أو بإستخدام معيار ضبط المسافة كما هو مبين في الشكل(٦-٢)



شكل (٦-٢) ضبط وتثبيت المشغولات

٢- المناشير الشريطية:

سميت كذلك نسبة لنصلة المنشار و هي عبارة عن حلقة شريطية مرنة كما هوموضح . يوجد على أحد طرفيها الأسنان القاطعة و ميزة هذا النوع من المناشير هو سرعة قطع المعادن وذلك لأن نصلة المنشار تدور بشكل مستمر و بالتالي فإن زمن التشغيل يكون كامل ، و كبر حجم أقطار المعادن التي تصل الى ٢٠٠ مم .

تنقسم المناشير الشريطية الى نوعين ر ئيسيين هما :

١ - المشار الآلي الشريطي الأفقي :

حركة القطع في هذا المنشار خطية مستمرة حيث تدور حول طارتين إحداهما تكون القائدة و الأخرى المنقادة .

- النصلات :

يصل طول النصلة في هذا النوع الى حوالي ٣,٥ متر و بعرض ١٩ ملم و عدد الاسنان تكون فيها ١٨، ١٤، ١٢، ١٠، ٨، ٦ سن لكل بوصة .

- ضبط سرعة القطع و التغذية :

لهذا النوع من المناشير أربع سرعات قطع مختلفة تكون ٨٣، ٥٠، ٣٠، ١٧ متر في الدقيقة و يتم تغيير سرعة القطع و ضبطها بتغيير أوضاع السيور الناقلة على البكرات حيث تعتمد سرعة القطع على نوع مادة القطعة المراد نشرها و سمكها و صلادتها إضافة الى استخدام سائل التبريد .

شكل (٦-٣) المنشار الآلي الشريطي الرأسي

- حركة التغذية :

تتم حركة التغذية لنصل المنشار بوساطة تجهيزة خفض هيدروليكية .

٢ - المنشار الآلي الشريطي الرأسي :

يبين الشكل (٦-٣) أجزاء المنشار الشريطي الرأسي تستخدم هذه المناشير لنشر ألواح الصاج و المواسير و القطع المبسطة و قطع الاشكال الداخلية .

-حركة القطع و التغذية :

تنتج حركة القطع نتيجة لدوران نصل المنشار و التي هي خطية رأسية مستمرة، حيث تدور النصلة حول طارتين إحداهما القائدة و الأخرى المنقادة و يتم تغيير سرعة القطع و ضبطها حسب نوع المعدن و حجم قطعة العمل ، أما حركة التغذية فتتم يدويا بتقديم قطعة العمل بإتجاه نصل المنشار .

٣- منشار الصينية :

تمتاز هذه المناشير بالكفأة العالية و تستخدم لتقطيع المشغولات السميكة ذات المقاطع الأسطوانية و المربعة و المستطيلة ، كما تستخدم لقص المشغولات بزوايا مختلفة و عمل الشقوق و المجاري .

- حركة القطع و التغذية :

تنتج حركة القطع نتيجة لدوران صينية النشر حيث يدار هذا القرص بواسطة محرك كهربائي عبر مجموعة تروس، أما حركة التغذية فتتم يدويا بتحريك قطعة العمل باتجاه صينية النشر .

- النصلات :

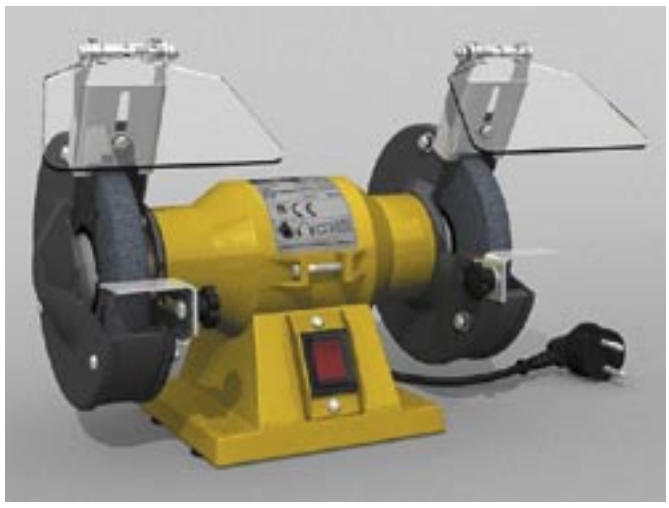
تصنع أنصال مناشير الصينية من أقراص مسننة من فولاذ السرعات العالية أو أقراص يتم تطعيمها بلقم كربيدية أو تركيب قطاعات مسننه عليها .

ثانيا: آلات الجلخ:

تعتبر آلات الجلخ من الآلات الهامة في الورش، إذ تستخدم في عمليات شحذ و تجليخ العدد و التجليخ الاسطواني الداخلي و الخارجي و التليخ التشكيلي و تجليخ اللوالب و الفصل بالتجليخ و تجليخ المصبوبات في أقسام تهذيبها، و يمكن تقسيم آلات الجلخ الى ثابتة و متنقلة :

١- آلات الجلخ الثابته:

و تكون هذه الآلات إما مثبته على طاولة العمل أو يكون لها قاعدة معدنية مثبته في في أرضية المشغل، و تزود هذه الآلات بزوج من أقراص التجليخ المستوية و تدار هذه الأقراص بواسطة محرك كهربائي و تستخدم هذه الآلات في شحذ أدوات القطع و تشكيل بعض قطع العمل البسيطة، و يجب أن يكون مسند المشغولة أقرب ما يمكن من



شكل (٦-٤)الآت جلخ ثابتة

حجر التجليخ لتحاشي إنقلاب المشغولة و إنحصارها بين الحجر و المسند مما يؤدي الى إنكسار قرص التجليخ و تعطل قطعة العمل، ويبين الشكل(٦-٤) آلات الجلخ الثابته. كما و تستخدم آلات الجلخ في عمليات قص قطع العمل المصلدة و غير المصلدة من أنواع الفولاذ و الزهر و الألمنيوم و يبين الشكل(٦-٩) آلة الفصل بالتجليخ.

آلات الجلخ المتنقلة:

و هي الآلات التي يمكن نقلها و استخدامها باليد الطليقة خارج المشغل، و تستخدم هذه الآلات لشحذ النتؤات الناشئة عن الصب أو الكبس و تنعيم خطوط اللحام و تهذيب حواف قطع العمل الحادة، و إذا لم يستطع المرء إيصال القطع الى قرص الشحذ لكبر حجمها أو لتعقد شكلها فيستعمل عندئذ أدوات شحذ قابلة للنقل، يحرك قرص شحذ هذه الأدوات من محرك بواسطة محور قابل للإنحناء و يمكن الوصول بقرص التجليخ الى مكان الجلخ و يبين الشكل(٦-١٠) آلة جلخ متنقلة.

كما تستخدم بعد تزويدها بأقراص خاصة لفصل المشغولات و في إزالة الصدأ بعد تزويدها بفرش من أسلاك فولاذية و يبين الشكل(٦-١١) آلة شحذ متنقلة.

شكل (٦-٨)الآت جلخ متنقلة

أجزاء آلات الجلخ:

- ١- قرص التجليخ: و يشكل أداة القطع في عمليات التجليخ.
- ٢- المحرك و هو مصدر الحركة و هو عبارة عن محرك كهربائي.
- ٣- مسند الجلخ: يستعمل لإسناد قطع العمل أثناء عملية الجلخ و يجب أن يكون على بعد مناسب من حجر الجلخ.
- ٤- واقي القرص: يقي القرص من الصدمات و يحمي من الحوادث التي يمكن أن يتسبب بها قرص التجليخ و يجب ان يغطي الواقي ٤/ ٣ سطح القرص.

- أحجار التجليخ:

أحجار التجليخ هي أدوات قطع متعددة الحدود و تتألف حبيبات المادة الكاشطة و مادة الربط القابضة و تتكون قواطع التجليخ من حواف الحبيبات الكثيرة غير منتظمة الشكل الموجودة في المادة الكاشطة.

شكل (٦-٩)الآت جلخ متنقلة متعددة الأغراض

١- المواد التي تصنع منها أقراص التجليخ:

تقسم المواد التي تصنع منها أقراص التجليخ الى مواد طبيعية و أخرى صناعية:

- مواد الشحذ الطبيعية: و منها الكوارتز و السنفرة و الكورونديم الطبيعي لكن هذه المادة تحتوي على شوائب يصعب التخلص منها و نسبة المادة القاطعة فيها غير ثابته لذا إستعمالها في الوقت الحاضر قليل.

- **مواد الشحذ الصناعية** : و تصنع من الكورووندم المكرر و كربيد السيلكون ، و تمتاز عن أقراص الجلخ الطبيعية بقوة تجانس تركيبها .

٢- أشكال أقراص التجليخ :

تطلب أعمال الشحذ المختلفة أقراص مختلفة الأشكال و يبين الشكل(٦-١٢) أشكال أحجار التجليخ الشائعة الاستعمال :

١- **قرص التجليخ المستقيم** : يستخدم في شحذ السطوح الاسطوانية و المستوية الخارجية و شحذ أدوات القطع مثل سكاكين الخراطة و ريش المثقاب و الأزاميل إضافة الى عمليات التجليخ البسيطة لتشكيل قطع العمل .

٢- **قرص التجليخ الطبقي** : يستخدم لشحذ حدود سكاكين القطع للفرايز .

٣- **قرص التجليخ الاسطواني المجوف** : يستخدم في عمليات التجليخ الجبهي المستوي و عمليات الشحذ النهائية لسكاكين المخارط و المكاشط .

٤- **قرص تجليخ مخروطي مجوف** : يستخدم لشحذ زوايا الخلوص في حدود سكاكين التفريز و عمليات التجليخ الجبهي المستوي للقطع قليلة العرض .

٥- **قرص التجليخ القطاعي** : و هو قرص معدني مثبت عليه لقم التجليخ و يستخدم في عمليات التجليخ الجبهي المستوي للسطوح الكبيرة .

٦- **أقراص التجليخ الداخلية** : و هي على أشكال متعددة و تستخدم في عمليات التجليخ الداخلي الاسطواني ، المخروطي و التشكيلي .

شكل (٦-١٠)أشكال أقراص الجلخ

٣- إختيار أحجار التجليخ :

يتم اختيار حجر الجلخ بناء على صلادة و شكل المشغولة و درجة الجودة السطحية المطلوبة و حجم الجذاذة المراد إزالتها ، و بشكل عام تستخدم أحجار تجليخ لينة للمواد الصلدة و أحجار تجليخ صلدة للمواد اللينة و تعتمد صلادة حجر الجلخ على متانة تماسك الحبيبات مع المادة الرابطة و ليس على صلادة حبيبات المادة الكاشطة .

٤- موازنة أحجار التجليخ :

يقصد بموازنة أحجار التجليخ الحصول على دوران منتظم و هادئ لقرص التجليخ في أثناء عملية التشغيل من خلال جعل القوة الطاردة المركزية للقرص متعادلة ، حيث أن الاتزان في دوران قرص التجليخ ينتج عنه إهتزازات ، الأمر الذي يلحق أضرارا بآلة الجلخ نفسها و بالعامل الذي يقوم بعملية الجلخ على الآلة ، لذلك تعتبر موازنة أحجار

الجلخ ضرورية لتحقيق دورانها بهدوء و انجاز سطوح التجليخ بشكل آمن و سليم، و يستخدم لتحقيق الاتزان لأحجار التجليخ أدوات و تجهيزات خاصة .

ثالثا: المثاقب الآلية:

يعد الثقب من العمليات المهمة في تشغيل المعادن، وتستخدم آلات الثقب لتشغيل الثقوب أو التجاويف الأسطوانية، و تقسم آلات الثقب الى نوعين ر ئيسيين :

١- آلات الثقب المتنقلة:

تتميز هذه المثاقب بسهولة حملها و نقلها و تشغيلها يدويا في مكان العمل المطلوب دون الحاجة الى نقل الشغلة، إلا أن استخدامها يقتصر على تشغيل الثقوب الصغيرة(في حدود ١٣مم) و التي لا يهتم فيها بدقة معينة .

تدار هذه المثاقب إما عن طريق الهواء المضغوط أو بواسطة محرك كهربائي و هي الأكثر استعمالا و يبين الشكل( ) أجزاء المثقاب الكهربائي المتنقل . و تتم حركة التغذية في هذه المثاقب باليد في اتجاه محور أداة الثقب .

شكل (٦-١١)الآت ثقب متنقلة

٢- آلات الثقب الثايته:

و هي المثاقب التي تكون ثابته داخل و رشة العمل، و تتوافر بأنواع متعددة و بقدرات مختلفة و من أهم أنواعها :

شكل (٦-١٢)مثقاب طاولة

أ- مثقاب الطاولة:

و يثبت هذا النوع على طاولة العمل، و تدار هذه المثاقب بواسطة محرك كهربائي مثبت علية طارة مدرجة، تتصل هذه الطارة بالطارة المثبته على عمود الثقب بواسطة سير ناقل، و تكون هذه الطارات ذات درجات متعددة للحصول على سرعات مختلفة بنقل السير على مختلف درجات الطارتين، أما حركة التغذية فتتم باليد عن طريق ذراع بتحريكه الى أسفل أو الى أعلى، و يثبت ظرف لربط العدة في الطرف السفلي لعمود الثقب، و تثبت الشغلة بوساطة ملزمة مناسبة تثبت على قاعدة المثقاب، يستخدم هذا النوع من المثاقب لإنجاز الثقوب حتى ١٣ مم في قطع العمل الصغيرة نسبيا و يبين الشكل( ) مثقاب الطاولة .

ب- المثاقب القائمة:

و هي أكثر الأنواع شيوعا و استخداما في ورش العمل و يوجد منها نوعان :

- **١ – المثاقب القائمة التي تدار بوساطة السيور الناقلة** : و هي لا تختلف عن مثقاب الطاولة إلا في كون جذعها

الاسطواني طويل و يثبت في قاعدة المثقاب المثبته على الارض، ثم يحمل الجذع قاعدة إضافية يمكن ضبط ارتفاعها لتثبيت الشغلة فوقها هذا بالإضافة الى ارتفاع قدرة المحرك الكهربائي المستخدم لإنجاز ثقوب أكبر لقطع عمل ذات حجم أكبر، و يبين الشكل( ) مثقاب قائم يدار بواسطة سيور .

شكل (٦-١٣)مثقاب قائم

شكل (٦-١٤)مثقاب قائم يدور بواسطةتروس

- **٢- المثاقب القائمة التي تدار بواسطة التروس:** تشابه المثاقب السابقة في تصميمها باستثناء أنها لا تدار بواسطة سيور وتزداد فيها قدرة المحرك، و يضم رأس المثقاب صندوق سرعات خاص و بذلك يمكن تحقيق مدى واسع من السرعات، و تتم حركة التغذية إما يدويا عن طريق الذراع أو آليا بواسطة تروس التغذي و يبين الشكل( ) مثقاب قائم يدار عن طريق تروس .

ج - المثقاب ذو المحاور المتعددة:

و هي تشبه النوع السابق في مبدأ عملها إلا أنها تختلف عنها في كون محركها الكهربائي ذو قدرة عالية، حيث يدير محورا رئيسيا يقوم بدوره بادارة عدة أعمدة لأدوات ثقب مرنة التحرك يمكن ضبط أوضاعها بالنسبة لبعضها البعض و بالتالي يمكن تنفيذ عدة ثقوب في آن واحد بضبط أعمدة الادارة المتعددة في المواقع المرغوبة حسب مواقع الثقوب المراد تشغيلها في الشغلة وأبعادها وبالتالي يتم توفير و قت التشغيل و احكام تطابق مواقع الثقوب في الانتاج الكبير لأشغال متطابقة و يبين الشكل ( ) مثقاب متعدد المحاور .

شكل (٦-١٥)مثقاب ذو محاور متعددة

هـ- مثقاب الدف:

شكل (٦-١٢)الآت ثقب ثابتة

تتصف هذه المثاقب بامكانياتها الكبيرة في تحريك مواقع أداة الثقب في الأبعاد الثلاثة و هي تصلح بصفة خاصة للأشغال الكبيرة و التي يصعب حملها أو نقلها أو تحريكها، و كذلك عندما تتعدد الثقوب المطلوب تشغيلها في الشغلة، و يتكون المثقاب من قاعدة كبيرة مثبت عليها قائم اسطواني الذي يحمل الدف و ينزلق على الدف ذهابا و ايابا العربة و التي تحمل صندوق تغيير السرعات، و تأخذ حركة القطع من محرك كهربائي بأعلاها و تنقلها عبر صندوق السرعات و صندوق التحكم في التغذية الأتوماتيكية الى طرف تثبيت المثقاب، و يمكن للدف أن يتحرك الى أعلى و الى أسفل على العمود القائم بواسطة عامود لولب يتحرك بمحرك كهربائي و الدف يمكنه التحرك حركة زاوية حول القائم و يبين الشكل( ) أجزاء مثقاب الدف، و هناك آلات ثقب عديدة أخرى يضيق بنا المجال هنا للحديث عنها بالتفصيل مثل المثقاب العمودي عالي الدقة و المثاب الأفقي و المثاقب المصطفة و غيرها من المثاقب.

أسئلة الوحدة

؟ ١- وضح بالرسم مبدأ عمل المنشار الآلي الترددي.

؟٢- قارن بين المنشار الالي الترددي والمنشار الشريطي من حيث:

نوع النصلة المستخدمة، زمن القطع.

؟٣- وضح كيفية ضبط سرعة القطع والتغذية لمنشار الي شريطي افقي.

؟٤- اذكر ميزات منشار الصينية.

؟٥- اذكر خمسة استخدامات لآلات الجلخ.

؟٦- اذكر أجزاء آلة الجلخ وعمل كل جزء.

؟٧- اذكر أربعة أشكال لأحجار الجلخ واستخداماتها.

؟٨- وضح المقصود بموازنة أحجار التجليخ وأهميتها.

؟٩- قارن بين مثقاب الطاولة والمثقاب القائم المدار بالتروس من حيث:

الشكل، ضبط السرعات، حركة التغذية، تثبيت الشغلة.

؟١٠- اذكر ميزات المثقاب ذو المحاور المتعددة.