الباب الثاني

2

معدات التخطيط والشنكرة

MARKING OUT TOOLS

الفصل الأول

أدوات قياس الأطوال

Length Measuring Instruments

تمهيد

يعتبر قياس الأبعاد التي تجرى خلال عمليات التشغيل والإنتاج الصناعي للقطع من بين أهم العمليات التكنولوجية، حيث تلعب هذه العملية دورا هاماً في تصنيع المشغولات المختلفة حسب المواصفات الفنية .. وبالتالي ضمان جودتها. تستعمل كذلك القياسات الدقيقة كأداة تقييم العمليات الإنتاجية و ضمان تصنيع منتجات تحقق مستوى الأداء المطلوب.

رغم التقدم التكنولوجي الهائل في مجال القياسات الذي سمح بتوفير أدوات وأجهزة القياس التقليدية الدقيقة، وأجهزة القياس الإلكترونية الفائقة الدقة لقياس الأبعاد ، إلا أن الأجهزة الميكانيكية البسيطة تظل سيدة مجال القياسات في ورش التشغيل والمعامل والمختبرات. و من أهم هذه الأدوات والأجهزة والتي ما زالت و ستظل إلى أجل غير مسمى في متناول الفني و المهندس لإجراء قياسات الأبعاد هي المسطرة الحديدية Steel rule . القدمة ذات الورنية Caliper Vernier ـ الميكرومتر Micrometer

يتناول هذا الباب استعمال المسطرة الحديدية لقياس الأبعاد، أما القدمات ذات الورنية والميكرومترات سنتعرض إليها بالأبواب التالية.

وتعتبر عمليات التخطيط والشنكرة من العمليات الأساسية التي تجرى بالورشة ، بل من أهم وأدق العمليات التي يتوقف عليها صلاحية وجودة الإنتاج.

يستخدم لعملية تخطيط وشنكرة المشغولات التي يتم تصنيعها بالطرق اليدوية أو الآلية ، أدوات ومعدات قياس مختلفة ، وهي التي يعرضها ويناقشها هذا الباب.

ولضخامة ودسامة هذا الباب ، فقد قسم إلى أربعة فصول لتكون أكثر توضيحاً وهي كالآتي :-

- الفصل الأول : أدوات قياس الأطوال.
- الفصل الثاني : أدوات القياس الناقلة.
- الفصل الثالث : أدوات وأساليب قياس الزوايا.
- الفصل الرابع : معدات التخطيط والعلام (الشنكرة).

علم القياس

Metrology

عرف علم القياس أو المترولوجيا Metrology في القاموس الدولي للقياسات عام ١٩٩٣م بأنه علم إجراء عملية القياس مع تحديد نسبة الخطأ المترتبة على عملية القياس.

العناصر الأساسية لعلم القياس : Components of Metrology Basic

يمكن تلخيص العناصر الأساسية لعلم القياس في العناصر الثلاثة التالية .. وهي كالآتي :-

١. أدوات القياس المستخدمة في عملية القياس Measurement

٢. نظام وحدات القياس الدولي International System Of Units - SI

٣. مرجعية عملية القياس Traceability

عملية القياس : Measurement

تعرف عملية القياس بأنها عملية مقارنة بين البعد المراد قياسه ووحدة قياس معلومة مجسدة في أداة أو جهاز القياس المستخدم، حيث

تسمح عملية القياس بتحديد قيمة البعد المقاس بقيمة عددية بالنسبة لوحدة قياس معلومة. وتتم عملية القياس باستخدام أدوات ومعدات وأجهزة خاصة مهيأة لهذا الغرض.

تحتوي نتيجة عملية القياس على ثلاثة معلومات أساسية .. هي كالآتي :-

١. القيمة العددية التي من خلالها يحدد وصف للبعد المقاس.

٢. وحدة قياس مناسبة متفق عليها في إطار نظام وحدات القياس الدولي.

٣. نسبة خطأ معينة بحيث أن كل عملية قياس بها نسبة خطأ معين يعود لأسباب متعلقة بأداة أو جهاز القياس، أو من وطريقة أو ظروف الاستعمال.

أدوات قياس الأطوال

Length Measurement apparatus

تتكون أدوات قياس الأطوال من مساطر مصنوعة من الصلب ومقاييس شريطية ملتفة بأطوال مختلفة وقدد.

وتعرف عملية القياس Measurement بأنها عملية مقارنة بين البعد المراد قياسه، بوحدة قياس معلومة مجسدة في أداة أو جهاز قياس.

طرق إجراء عملية القياس :

تجرى عمليات **القياس بصفة عامة بطريقتين** أساسيتين هما:-

أولا : **القياس المباشر** Direct Measurement

يتم القياس المباشر بمقارنة البعد المراد قياسه مباشرة مع أداة أو جهاز القياس المستخدم.

ثانيا : **القياسي غير المباشرة** Indirect Measurement.

يتم **القياس غير مباشر** عن طريق وسائل مساعدة مثل الفرجير (البراجل) لاستشعار البعد المراد قياسه، ومن ثم مقارنته مع أداة أو جهاز قياس مثل المسطرة أو القدمة ذات الورنية أو الميكرومتر ، بحيث تسمح الوسيلة المساعدة (الفرجار) بنقل قيمة البعد المراد قياسه من الشغلة إلى أداة أو جهاز القياس.

تستعمل هذه الوسائل في الحالات التي يتعذر فيها وصول أداة أو جهاز القياس إلى البعد المراد قياسه.

فيما يلي عرض لأدوات وعمليات قياس الأطوال بالطريقتين السابق ذكرهما (القياس المباشر والقياس غير المباشر) كل منهما على حدة.

الإجراءات العملية لتحديد القياس بدقة :

من خلال إجراء عمليات القياس في المعامل والمختبرات وورش التشغيل، تكمن مهمة مستخدم أدوات وأجهزة القياس في تحديد قيم الأبعاد بالنسبة لوحدة القياس الدولية بالدقة اللازمة، مع اتخاذ جميع التدابير للحيلولة دون وقوع أخطاء قياس بنسب كبيرة .. أهم هذه الإجراءات هي الآتي :-

١. المحافظة على أدوات وأجهزة القياس في حالة جيدة و عدم تعرضها للتلف.
٢. العمل وتخزين أدوات وأجهزة القياس في درجة حرارة ٢٠ ^{0}م ودرجة رطوبة ٥٠% وفي بيئة عمل نظيفة.
٣. اتخاذ جميع الاحتياطات لإجراء قراءة نتيجة القياس الصحيحة .. أي القراءة العمودية على أداة أو جهاز المستعمل.
٤. استعمال وحدة القياس مناسبة.
٥. المعايرة الدورية لأدوات وأجهزة القياس بمقارنته مع معايير قياس إمامية.

مساطر الصلب : Steel Rules

القياس بالمساطر من أقدم وأبسط الطرق ، وعلى الرغم من الوصول إلى التقدم الكبير في أدوات وأجهزة القياس الدقيقة .. إلا أنها مازالت تستخدم بالورش والمصانع للقياس بجانب هذه الأدوات.

تستعمل عادة في إجراء القياسات العادية للقطع والمشغولات وفي نقل الأبعاد من الرسومات والتصاميم إلى خامات التشغيل والقطع المصنعة.

تستعمل المساطر المصنوعة من الخشب أو البلاستيك للرسومات الهندسية ، ونظراً لأن المساطر التي تستخدم بالمصانع والورش معرضة للتلوث بالزيوت والشحومات ، لذلك فإنها تصنع من الصلب الغير قابل للصدأ لتحملها وعدم تأثرها بالزيوت بالتغيرات التي قد تحدث في محيط العمل من درجة حرارة ورطوبة وغيرها. بالإضافة إلى مقاومتها للخدش كما يسهل تنظيفها.

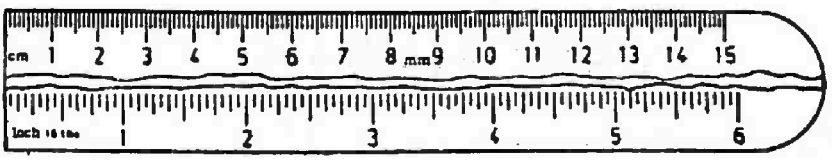
تعرف المسطرة الصلب (بالقدم) شكل ٢ – ١ حيث طولها المعتاد 30 سنتيمتر وهي تتماثل تقريباً مع طول القدم الذي يساوي ١٢ بوصة.

تصنع المساطر المصنوعة من الصلب والمصنعة بالنظام الدولي للقياسات SI بأطوال مختلفة كالتالي :-

200 – 250 – 300 – 400 – 500 ملليمتر .. تتدرج في الطول لتصل إلى ٢٠٠ ملليمتر .. أي ٢ متر.

أما المساطر المصنعة بالنظام الإنجليزي والتي يكثر استخدامها بالورش فهي بالأطوال التالية :-

٦″ . ١٢″ . ١٨″.



شكل ٢ – ١

المسطرة

المساطر بصفة عامة حافتها مدرجة بالسنتيمترات والملليمترات وأنصاف الملليمترات من جهة وبالبوصات وأجزاؤها من الجهة الأخرى ، كما توجد مساطر أخرى مدرجة من كلا جانبيها بالسنتيمترات وأجزاؤها فقط أو بالبوصات وأجزاؤها فقط.

ينصح باستعمال وحدة الملليمتر في جميع القياسات، وذلك تماشياً مع النظام الدولي للقياسات SI، إلا أنه في بعض الحالات .. أى عند تصنيع أجزاء الماكينات أو قطع الغيار للآلات القديمة المصممة والمصنعة بالمقاييس الإنجليزية كاللوالب (القلاووظات) على سبيل المثال، والتي لا يمكن تصنيعها بقياس المتري .. أي باستخدام النظام الدولي للقياسات SI.

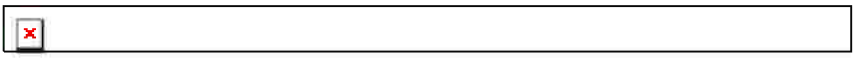
أما القطع أو الأجزاء المصنعة بالمقاييس الإنجليزية بأشكال نمطية الطولية أو الأسطوانية أو المخروطية ..... وغيرها فإنه يمكن تحويل قياسها من النظام الإنجليزي بالبوصة إلى النظام المتري بالملليمتر من خلال معدلات التحويل، كما يمكن استعمال الجداول الخاصة بالتحويل من وحدة البوصة إلى وحدة الملليمتر المتواجدة في الورش.

أنواع المساطر الحديدية :

تختلف أنواع مساطر الصلب عن بعضها البعض من حيث الشكل والطول والعرض والسمك، كما يختلف نوع الصلب تبعاً لتصميم دور الصناعة الذي ينتجها لتغطية المتطلبات المتعددة في الصناعة .. شكل ٢ – ٢ يوضح بعض أنواع وأشكال خاصة لهذه المساطر.

(أ)

(ب)



(ج)

(د)

شكل ٢ – ٢

بعض نماذج لأنواع المساطر المستخدمة بالورش الميكانيكية

(أ) مسطرة مصممة للحصول على أفضل دقة قياس، حيث يمكن وضع نهايتها مع حافة القطعة المراد قياسها.

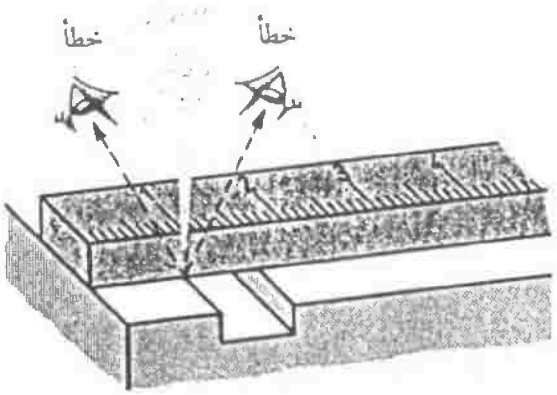
(ب) مسطرة مصممة بحافة جانبية لوضعها على بداية المشغولة، لغرض الحصول على أفضل دقة قياس.

(ج) مسطرة ضيقة للاستخدامها في قياس أعماق الثقوب.

(د) مسطرة صغيرة مع ممسك لاستخدامها في قياس الأبعاد الصغيرة.

القياس بمساطر الصلب :

في أثناء قياس أطوال المشغولات، يجب النظر إلى المسطرة في الاتجاه العمودي عليها كما هو موضح بشكل ٢ – ٣ حيث أن النظر بزاوية مائلة ينتج عنه خطأ في القراءة يرجع ذلك إلى اختلاف النظر.



شكل ٢ – ٣

خطأ القياس من خلال النظر بزوية مائلة

قراءة القياس بالمسطرة الحديدية :

تعتبر المسطرة الحديدية من أدوات قياس الأبعاد التي سبق استعمالها بالمدارس الابتدائية نظراً لسهولة استعمالها، حيث أن قراءة القياس عليها بسيط. عادة تكون المسطرة مدرجة بالمليمترات وأصاف المليمترات.

تسمح المسطرة الحديدية بإجراء قياس أطوال المشغولات بدقة قياس ١ مم، في حين إنه مساطر أخرى يصل دقة قياسها إلى ٠.٥ مم كما هو موضح بشكل ٢ – ٤.

شكل ٢ – ٤

دقة المسطرة = ٠.٥ مم

شكل ٢ – ٥ (أ) يوضح طريقة استعمال المسطرة في القياس ، وشكل ٢ – ٥ (ب) يوضح أمثلة على قراءة قياسات المسطرة.

عند إجراء القياس أعلى المسطرة الحديدية فإنه يجب إتباع الآتي :-

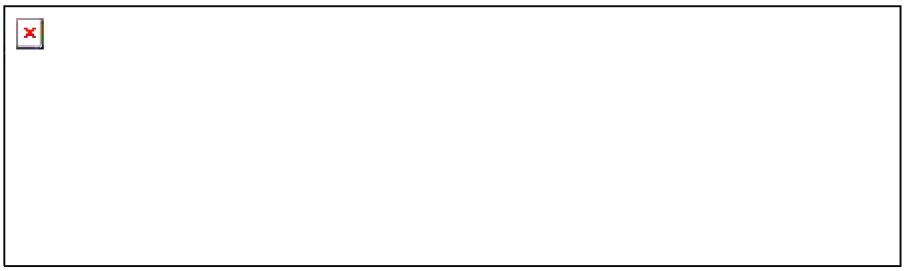
١. تحديد دقة القياس على المسطرة ، بحيث يكون ١ مم أو ٠.٥ مم في حالة المسطرة المترية، أو أحد أجزاء البوصة في حالة المسطرة الإنجليزية دقة ٨/١ " أو ١٦/١ ".

٢. توازي الحافة الأولى للبعد المراد قياسه مع صفر المسطرة (عادة ما يكون مع حافتها).

٣. نقرأ قيمة القياس على المسطرة و الذي يكون موازيا للحافة الثانية للبعد.

٤. يجب أن نراعي دائما أن يكون النظر عمودياً على القياس ن حيث أن القراءة بزاوية (غير عمودية) تؤدي إلى أخطاء خطأ في القياس يسمى بخطأ الزاوية Parallax Error.

(أ)



(ب)

شكل ٢ – ٥

أمثلة عن قراءة القياس على المسطرة

(أ) دقة قياس المسطرة ١٦/١ ″.

(ب) أمثلة عن قراءة القياس على المسطرة

القياس A على التدرج ٢٢ بالمليمتر الصحيح و بالتالي فنتيجة قياس A وهي٢٢ مم.

بنفس الطريقة تحدد نتيجة قياس B وهي = ١٢ مم

بنفس الطريقة تحدد نتيجة قياس في C وهي ٣١ + ٠.٥ = ٣١.٥ مم

بنفس الطريقة تحدد نتيجة قياس D وهي ٤٠ + ٠.٥ = ٤٠.٥ مم

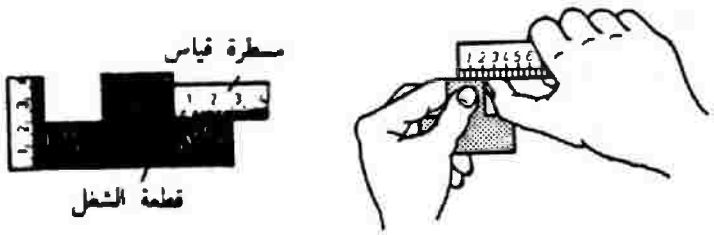
استخدام مساطر الصلب :

تستخدم مساطر الصلب في القياسات التالية :-

١. القياس المباشر: Direct Measurement

تستخدم مساطر الصلب للقياس بصورة مباشرة بتقارن أطوال قطع التشغيل بتداريج المسطرة كما هو موضح بشكل ٢ – ٦ ، علماً بأن دقة القياس بالمسطرة تبلغ حوالي ٠.٥ أو 1 ملليمتر . تتم عملية القياس باستخدام أجهزة و معدات خاصة مهيأة

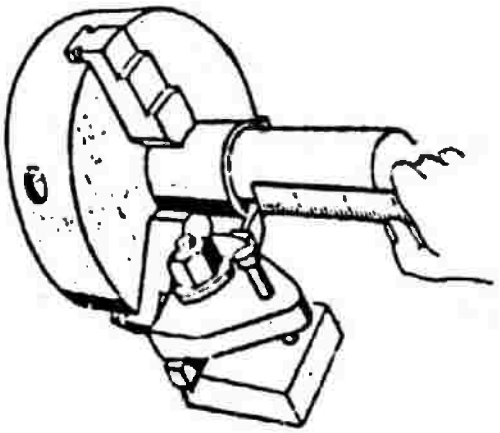
لأغراض القياس.



شكل ٢ – ٦

قياس مباشر لطول الشغلة .. أي مقارنة طول الشغلة بمسطرة القياس

كما تستخدم المساطر في القياس بصورة مباشرة للمشغولات التي لا يتطلب بها الدقة في الأطوال كما هو موضح بشكل ٢ – ٧ .



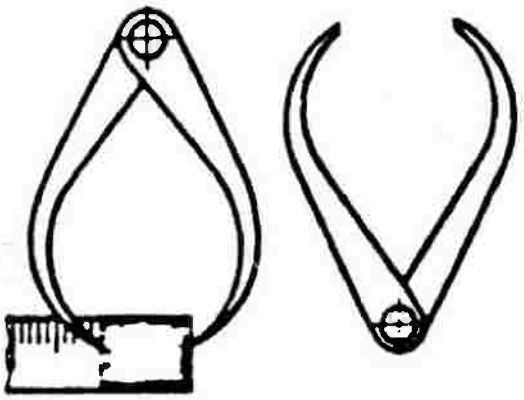
شكل ٢ – ٧

قياس مباشر لطول شغلة أسطوانية باستخدام المسطرة

٢. **القياس غير المباشر** : Indirect measurement

تستخدم مساطر الصلب للقياس بصورة غير مباشرة عند تحديد أبعاد وأقطار المشغولات عن طريق وسيط للقياس، مثل فرجار القياس الخارجي أو فرجار القياس الداخلي شكل ٢ – ٨ حيث يمكن بهذه الطريقة الحصول على أقطار قطع التشغيل

الخارجية والداخلية.



شكل ٢ – ٨

القياس الغير مباشر باستخدام الفراجير

شريط القياس : Measuring Tape

من المستحيل قياس الأطوال الكبيرة بالقدم الصلب أو بالمتر، لذلك فقد صمم شريط القياس Measuring tape لاستخدامه لقياس أطوال المشغولات والمسافات الطويلة.

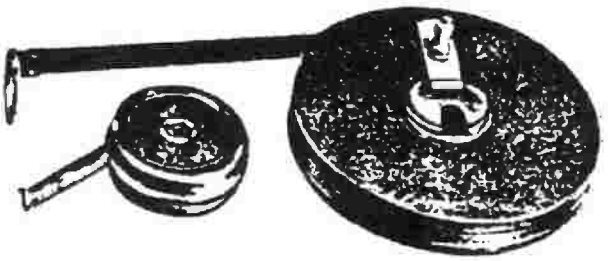
شريط القياس شكل ٢ – ٩ (أ) عبارة عن علبة أسطوانية مصنوعة من الصلب أو اللدائن (البلاستيك) ومثبت بداخلها شريط معدني مصنوع من الصلب المرن الرقيق بأطوال مختلفة يتراوح ما بين 1 : 5 متر.

يثبت نهاية الشريط بنابض (ياي التوائي) spring التوائي بداخل العلبة، الغرض منه هو سهولة وسرعة دخول الشريط داخل العلبة عند الضغط على الزر المثبت بوسط العلبة المتصل بالياي بعد إتمام عملية القياس.

كما يصنع شريط قياس المسافات الطويلة من التيل شكل ٢ – ٩ (ب) بأطوال مختلفة تتراوح ما بين 20 . 50 متر.

يثبت نهاية الشريط بالمسمار الذي بداخل العلبة والذي يظهر خارجها والمثبت عليه المقبض، ويسحب الشريط من الحلقة المثبت ببداية الشريط، ويستخدم المقبض بدورانه يدوياً لدخول الشريط داخل العلبة بعد إتمام عملية القياس.

يستخدم الشريط المصنوع من التيل لقياس الأراضي والمباني وما يشابهها.



(أ) (ب)

شكل ٢ – ٩

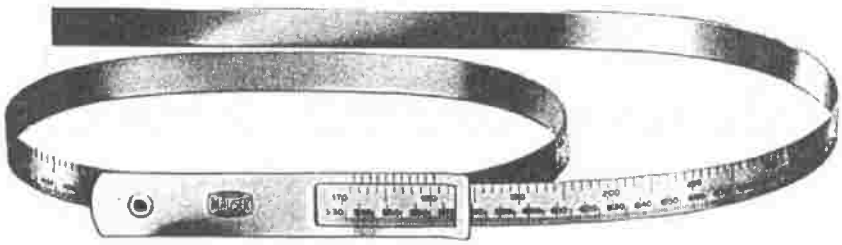
شريط القياس

صمم شريط القياس بصفة عامة داخل علبة مستديرة أو مربعة لسهولة استخدامه وتداوله.

من المعتاد وجود فروق بشريط القياس قد تصل إلى 5 ملليمتر.

شريط القياس ذو الورنية : Venire Measuring Rape

تغلبت دور الصناعة على عيوب الفروق التي تظهر باستخدام شريط القياس السابق ذكره بتصميم شريط قياس بورنية كالموضح بشكل ٢ – ١٠ الذي يجمع بين النظام المتري الملليمتر والنظام البريطاني بالبوصة لاستخدامه لقياس محيط المشغولات الدائرية والبيضاوية الكبيرة بدقة تصل إلى 0.1 ملليمتر أو $\frac{1}{64}$ بوصة.



شكل ٢ – ١٠

شريط القياس ذو الورنية

صمم شريط القياس ذو الورنية بعدة أطوال ليتناسب مع المشغولات البيضاوية والدائرية ذات الأقطار المختلفة. وفيما يلي عرض لأطوال الشريط المتداولة بالأسواق.

20 - 300 ملليمتر
300 - 700 ملليمتر
700 - 1100 ملليمتر
1110 - 1500 ملليمتر

نظام تدريج ورنية شريط القياس :

تتشابه ورنية شريط القياس بورنية القدمة دقة 0.1 ملليمتر، ونظام تدريج الورنية كالآتي :-

أخذت مسافة من شريط القياس مقدارها 9 ملليمتر وقسمت إلى 10 أقسام متساوية على الورنية المنزلقة ، بحيث ينطبق صفر التقسيم الأساسي بالشريط على صفر التقسيم المساعد بالورنية وينتهي التدريج التاسع بالشريط بمحاذاة التدريج العاشر بالتقسيم المساعد بالورنية.

بذلك يكون القسم الواحد بالورنية = 9 مم ÷ 10 أجزاء = 0.9 ملليمتر

وهذا يعني أن الفرق بين قيمة القسم الواحد من التقسيم الأساسي بالشريط وقيمة القسم الواحد من التقسيم المساعد بالورنية = 1 – 0.9 = 0.1 ملليمتر.

وهي دقة قياس الورنية المنزلقة أو دقة قياس شريط القياس.

القــدة : Steel Straight Edge

القدة عبارة عن قضيب طويل مصنوع من الصلب الغير مقسي والغير قابل للصدأ ، مقطعها مستطيل الشكل.

تتشابه القدة مع المسطرة الصلب باختلاف عدم تدريجها وزيادة عرضها وسمكها ووزنها.

مميزات القــدة :

من أهم مميزات القدة الآتي:-

١. أسطحها مستوية تماماً.

٢. جوانبها حادة وقائمة.

٣. على درجة عالية من الدقة.

تستخدم القدة الموضحة بشكل ٢- ١١ في تحقيق ومراجعة إستواء أسطح المشغولات ذات الأبعاد الكبيرة.

شكل ٢ – ١١

القــدة

أبعاد القدة كالآتي :-

500 × 50 × 12 مم

800 × 60 × 12 مم

1000 × 69 × 12 مم

تختلف شكل القدرة باختلاف طولها كما يختلف نوع الصلب المستخدم في صناعتها.

شكل ٢ – ١٢ يوضح قدة بشكل آخر ، حيث يتراوح أبعادها ما بين 200 × 25 × 10 مم إلى 2000 × 80 × 20 مم

شكل ٢ – ١٢

القـدة

كما تنتج بعض دور الصناعة قدد بأطوال خاصة تصل إلى 4000 ملليمتر أي 4 متر.

توضع القدة عند استخدامها بشكل مائل على قطعة التشغيل أو الجزء الطلولب التحقيق من استواء سطحه لتوضيح عيوب السطح (محدب أو مقعر) أو للتأكد من استوائه تماماً.

إرشادات عند استخدام القدة :

قدة البراد أداة دقيقة للغاية ، وللحفاظ عليها عند استخدامها للوصول للدقة المطلوبة عند التحقق من استواء أسطح المشغولات المختلفة ، يجب إتباع الإرشادات الآتية:-

١. تنظيف السطح المراد التحقيق من إستوائه من الرايش والزيوت والشحوم المتعلقة به.
٢. تجنب اصطدامها أو احتكاكها بالأدوات أو العدد الأخرى.
٣. عدم الطرق عليها أو إلقائها على الأرض فهذا يسبب تلفها.
٤. توضع القدة مائلة على السطح المراد التحقيق من استوائه مع تحاشي انزلاقها خوفاً من تلف حفاتها.
٥. بعد الانتهاء من العمل بها يجب تنظيفها وتخزينها في صندوقها الخشبي بالمكان المخصص لها.

نتائج عمليات القياس المباشرة وغير المباشرة :

يمكن تلخيص نتائج عمليات القياس المباشر والقياس غير المباشر في الحصول على الآتي :-

١. القيمة العددية التي من خلالها يحدد وصف للبعد أو الخاصية المقاسة.

٢. استخدام وحدة قياس مناسبة متفق عليها في إطار نظام وحدات القياس الدولي.

٣. نسبة خطأ معينة ، حيث أن كل عملية قياس بها نسبة خطأ معين ، يعود أسباب هذا الخطأ إلى أسباب متعلقة بالآتي :-

- خطأ في أداة أو جهاز القياس المستخدم.
- خطأ في استعمال أداة أو جهاز القياس.
- خطأ في تحديد قيمة القراءة من خلال النظر للقراءة بزاوية مائلة.

إجراء عملية القياس في المعامل أو المختبرات وفي ورش التشغيل :

من خلال إجراء عملية القياس في المعامل والمختبرات وفي ورش التشغيل المختلفة ، تكمن تحديد قيم الأبعاد بالنسبة لوحدة القياس الدولية بالدقة المطلوبة ، ومن ثم فإنه يجب إتخاذ جميع التدابير للحيلولة دون وقوع أخطاء قياس بنسب كبيرة ، وذلك من خلال إتباع الآتي :-

١. المحافظة على أدوات وأجهزة القياس بحيث تكون دائماً في حالة عملية جيدة ، وعدم تعرضه للسقوط أو التلف.

٢. يجب استعمال أو تخزين أدوات وأجهزة القياس في درجة حرارة قدرها ٢٠ ^{0}م، ودرجة رطوبة قدرها ٥٠% وفي بيئة نظيفة.

٣. قراءة نتيجة القياس الصحيحة ، بحيث تكون القراءة عمودية على أداة أو جهاز القياس.

٤. استعمال وحدة قياس مناسبة.

٥. المعايرة الدورية لأدوات وأجهزة القياس ، وهذا من خلال بمقارنتها مع معايير إمامية.

الفصل الثاني
أدوات القياس الناقلة
Movable Measurement Instruments

تمهيد

أدوات القياس الناقلة هي عبارة عن مجموعة من الفراجير (البراجل) المختلفة الأشكال، وتسمى بأدوات القياس الناقلة حيث إنها تنقل المقاييس المختلفة من المساطر أو من مشغولات نموذجية إلى المشغولة المراد قياسها.

تستخدم الفراجير بصفة عامة في نقل القياسات من القدم الصلب إلى القطع المطلوب تشغيلها، حيث يستخدمها البراد في رسم الخطوط المتوازية، والتحقيق من توازي الأسطح الخارجية أو الداخلية للمشغولات، كما يستخدمها الخراط في مقارنة قياس الأجزاء الأسطوانية بمشغولات نموذجية، ومراجعة وفحص توازي الأسطح الداخلية للثقوب.

تصنع الفراجير من الصلب الذي لا يصدأ أو من الصلب المتوسط الصلادة، وتتكون بصفة عامة من ساقين مثبتين بمسمار بحيث يكونا قابلا للحركة. تختلف أشكال الفراجير بعضها عن بعض باختلاف استخدام كل منها.

يناقش هذا الفصل جميع أنواع وأشكال الفراجير، كل منها على حدة.

الفراجـــير

Dividers

تعتبر الفراجير (البراجل) من الأدوات التكميلية للقدم الصلب ، تستخدم في نقل الأبعاد كما تستخدم في عمليات التخطيط والشنكرة.

تصنع الفراجير من الصلب المتوسط الصلادة وتتكون من ساقين بأشكال مختلفة. يتكون رأس الفرجار الموضح بشكل ٢ – ١٣ من محور من الصلب الطري ووردتين أو أربعة ورد ، يثبت المحور داخل الثقبين الموجودين برأس الساقين بحيث يحتك احتكاكاً ناعماً.

شكل ٢ – ١٣

رأس الفرجار

تختلف أنواع الفراجير (البراجل) باختلاف أشكال ساقي كل منهما لتكون الأنواع التالية :-

١. فرجار القياس الخارجي.

٢. فرجار القياس الداخلي.

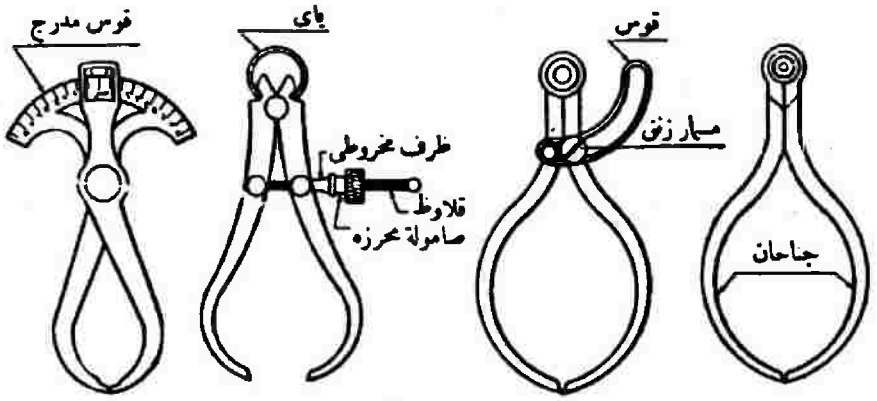
٣. فرجار التقسيم.

٤. فرجار بشوكة.

فرجار القياس الخارجي: Outside Calipers

يسمى بالفرجار الكروي ويعرف من ساقيه المنحنيتين على شكل قوسين . تصنع فراجير القياس الخارجية بتصميمات مختلفة كما هو موضح بشكل ٢ – ١٤ لتفي كافة

الأغراض.



شكل ٢ – ١٤

التصميمات المختلفة لفراجير القياس الخارجية

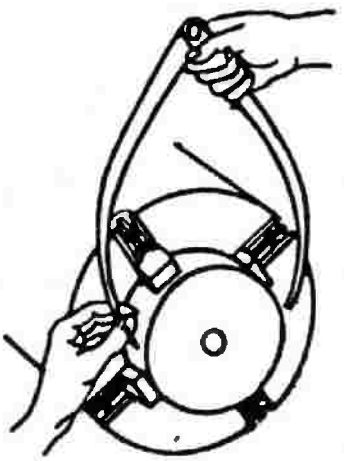
(أ) فرجار القياس الخارجي البسيط، من عيوبه إنه يفقد ضبط فتحته بسهولة.

(ب) فرجار القياس الخارجي ذو القوس ، مزود بمسمار قلاووظ للتثبيت، من عيوبه إنه يضبط بصعوبة.

(ج) فرجار القياس الخارجي الدقيق، مزود بنابض حلقي (ياي) **spring** وقلاووظ ذو سن دقيق يساعد على ضبط القياس بدقة كبيرة.

(د) فرجار القياس الخارجي ذو القوس المدرج، مزود بقوس مدرج يسمح بالحصول على القراءة المباشرة للقياس، يتميز هذا الفرجار بإمكانية استخدامه للقياس الخارجي والداخلي.

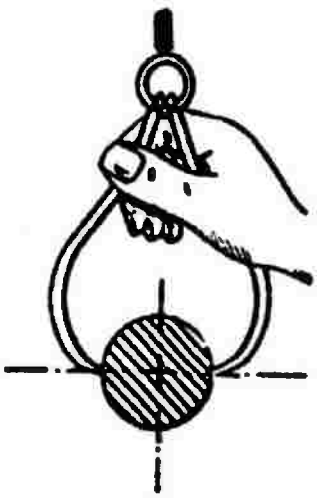
يستخدم فرجار القياس الخارجي لقياس ومراجعة الأقطار والأبعاد الخارجية للمشغولات المختلفة في أثناء تشغيلها كما هو موضح بشكل ٢ – ١٥ بتلامس طرفا ساقيه بلطف.



شكل ٢ – ١٥

استخدام فرجار القياس الخارجي في قياس ومراجعة
الأقطار والأبعاد الخارجية للمشغولات المختلفة

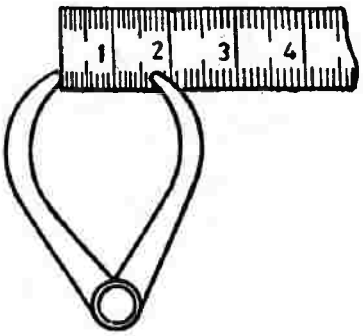
يراعى عند إستخدام الفرجار أثناء استخدامه لقياس المشغولات أن يكون بشكل بشكل عمودي على محور قطعة التشغيل كما هو موضح بشكل ٢ – ١٦ .



شكل ٢ – ١٦

استخدام فرجار القياس الخارجي بالوضع الصحيح عند لقياس المشغولات

يرفع الفرجار بلطف بعد إتمام عملية قياس قطر أو بعد قطعة التشغيل، ويستخدم القدم الصلب لمعرفة القياس التقريبي كما هو موضح بشكل ٢ – ١٧ .



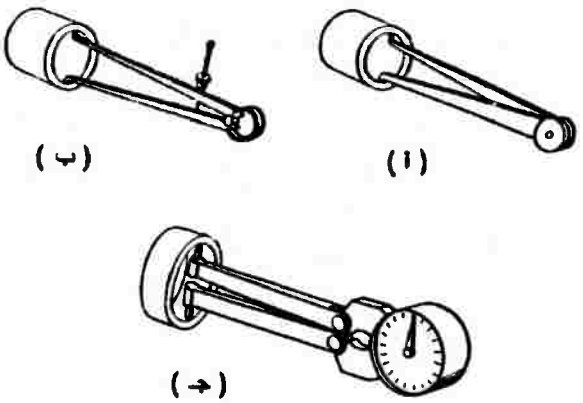
شكل ٢ – ١٧

تحديد قياس الفرجار الخارجي التقريبي باستخدام القدم الصلب

فرجار القياس الداخلي : Inside Calipers

يسمى أيضاً بالفرجار المقص ويعرف من ساقيه المستقيمتين نهايتهما إلى الخارج.

تصنع فراجير القياس الداخلية بتصميمات مختلفة كما هو موضح بشكل ٢ – ١٨ لتفي كافة الأغراض.



شكل ٢ – ١٨

التصميمات المختلفة لفراجير القياس الداخلية

(أ) فرجار القياس الداخلي البسيط، من عيوبه أنه يفقد ضبط فتحته بسهولة.

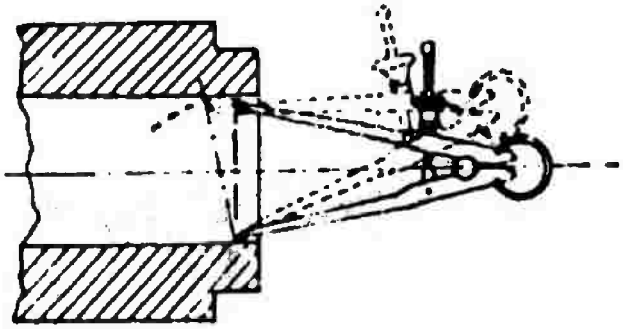
(ب) فرجار القياس الداخلي الدقيق ، مزود بنابض حلقي (ياي) ومسمار قلاووظ وصامولة ذو سن دقيق يساعد على ضبطها القياس بدقة كبيرة.

(ج) فرجار القياس الداخلي ذو الساعة ، مزود بساعة قياس (دقة قياسها 0.1 – 0.05 – 0.02 – 0.01 مم) . يتميز هذا النوع من الفراجير بقياسه المباشر، كما يستخدم في القياسات الداخلية الدقيقة وفي قياس المجاري الداخلية للثقوب.

تستخدم فراجير القياس الداخلية بصفة عامة في قياس الأقطار والأبعاد الداخلية كما تستخدم في اختبار توازي الأسطح الداخلية للمشغولات.

يراعى أن يكون طرفا ساقي حدا القياس بشكل كروي ليكون موضع تلامس ساقي الفرجار في أثناء القياس على شكل نقطة.

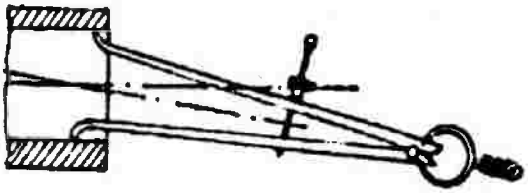
شكل ٢ – ١٩ يوضح الطريقة الصحيحة لقياس الأقطار والأبعاد الداخلية للمشغولات، وذلك بارتكاز أحد ساقي الفرجار وحركة الساق الأخرى حركة على شكل قوس مع زيادة فتحة الفرجار حتى يتلامس طرفا ساقي الفرجار على السطح الداخلي للمشغولة مع تطابق محور الفرجار مع محور قطعة التشغيل.



شكل ٢ – ١٩

الطريقة الصحيحة لقياس الأقطار والأبعاد الداخلية للمشغولات

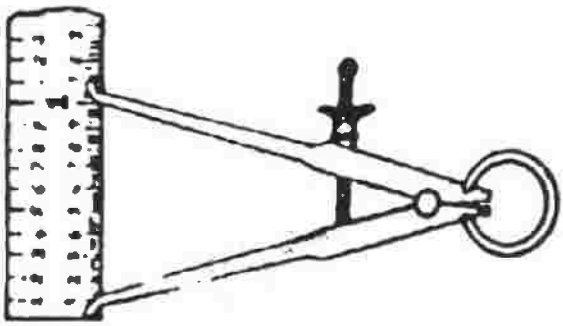
كما يوضح ٢ – ٢٠ الطريقة الخاطئة لقياس الأقطار والأبعاد الداخلية للمشغولات، حيث تكون القراءة خاطئة وذلك لعدم تطابق محور الفرجار مع محور المشغولة.



شكل ٢ – ٢٠

الطريقة الخاطئة لقياس الأقطار والأبعاد الداخلية للمشغولات

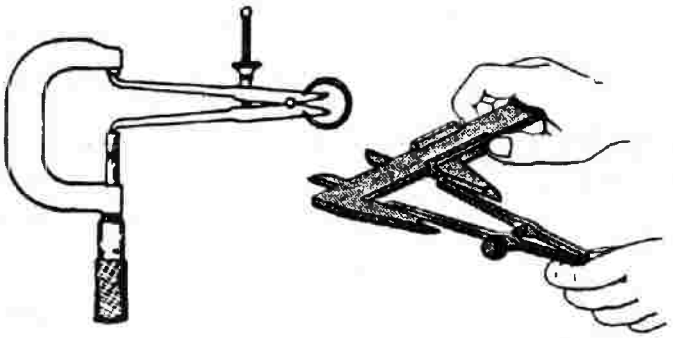
شكل ٢ – ٢١ يوضح طريقة استخدام القدم الصلب لتحديد قياس فتحة الفرجار الداخلي، علماً بأن هذه الطريقة غير دقيقة.



شكل ٢ – ٢١

استخدام القدم الصلب لتحديد قياس فتحة الفرجار الداخلي

ويمكن استخدام القدمة ذات الورنية أو ميكرومتر القياس الخارجي لتحديد فتحة قياس الفرجار الداخلي كما هو موضح بشكل ٢ – ٢٢ (أ ، ب).

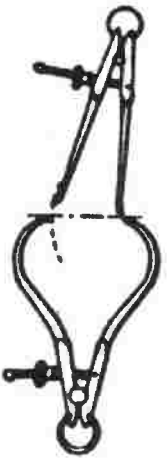


(ب) (أ)

شكل ٢ – ٢٢

استخدام القدمة ذات الورنية أو ميكرومتر القياس الخارجي
لتحديد فتحة قياس الفرجار الداخلي

علماً بأنه يمكن نقل قياس الفرجار الخارجي إلى الفرجار الداخلي أو العكس، وذلك بارتكاز إحدى ساقي الفرجار الداخلي مع إحدى ساقي الفرجار الخارجي، وحركة الساق الأخرى للفرجار الداخلي حركة على شكل قوس مع زيادة فتحة الفرجار حتى يتلامس طرفا ساقي الفرجارين كما هو موضح بشكل ٢ – ٢٣ .

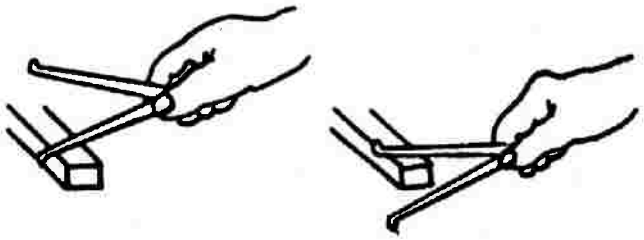


شكل ٢ – ٢٣

نقل القياس من فرجار القياس الخارجي إلى فرجار القياس الداخلي

طرق تكبير أو تصغير فتحة الفرجار الداخلي :

في أثناء استخدام الفرجار الداخلي لقياس أبعاد أو أقطار المشغولات المختلفة، يراعى استخدامه بالطريقة الصحيحة كما هو موضح بشكل ٢ – ٢٤ وذلك بطرق إحدى ساقي الفرجار على قطعة معدنية بطرقات خفيفة.



(أ) (ب)

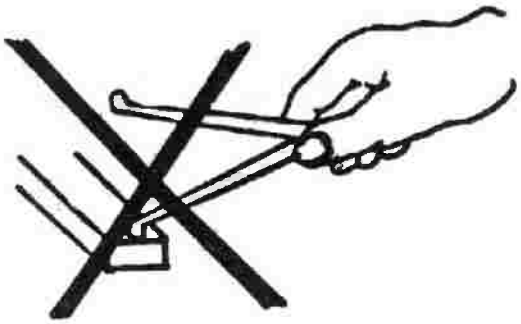
شكل ٢ – ٢٤

الطرق الصحيحة لتكبير أو تصغير فتحة الفرجار الداخلي

(أ) الطريقة الصحيحة لتكبر فتحة فرجار القياس الداخلي.

(ب) الطريقة الصحيحة لتصغير فتحة فرجار القياس الداخلي.

علماً بأن الطرق على طرفا ساقي الفرجار الداخلي كما هو موضح بشكل ٢ – ٢٥ يعتبر استخدام خاطئ، ويؤدي إلى سرعة تلف الفرجار وذلك لتشوه الشكل الدائري لطرفي الساقين وعدم تلامس طرفي الفرجار التلامس الصحيح.



شكل ٢ – ٢٥

الطريقة الخاطئة لتصغير فتحة فرجار القياس الداخلي

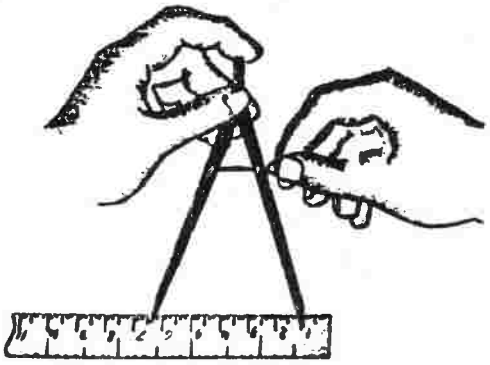
فرجار التقسيم : Firm Joint Divider

يسمى أيضاً بالبرجل العدل، لكونه يتكون من ساقين مبططين مستقيمين ينتهي كل منهما بسن مدبب على شكل شوكة كما هو موضح بشكل ٢ – ٢٦ .

شكل ٢ – ٢٦

فرجار التقسيم

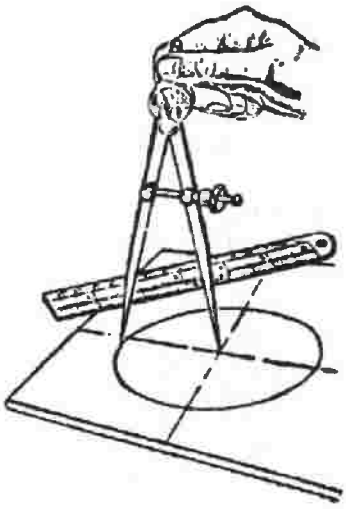
يستخدم فرجار التقسيم شكل ٢ – ٢٧ في تقسيم المسافات ونقل الأبعاد أو نقل بعد بين نقطتين على سطح قطعة تشغيل بالاستعانة بالقدم الصلب.



شكل ٢ – ٢٧

استخدام فرجار التقسيم في تقسيم المسافات ونقل الأبعاد

كما يستخدم فرجار التقسيم في عمليات التخطيط والشنكرة لرسم الأقواس والدوائر كما هو موضح بشكل ٢ – ٢٨ .



شكل ٢ – ٢٨

استخدام فرجار التقسيم في تقسيم رؤوس الأقواس والدوائر

فرجار التقسيم ذو الورنية : Verniar Firm Joint divider

يتشابه فرجار التقسيم ذو الورنية مع فرجار التقسيم العادي من حيث وجود ساقين مستقيمين ينتهي كل منهما بسن على شكل شوكة.

يتكون فرجار التقسيم ذو الورنية الموضح بشكل ٢ – ٢٩ من الأجزاء الآتية:-

١. المسطرة: تتشابه مع مسطرة القدمة ومقسمة إلى ملليمترات.

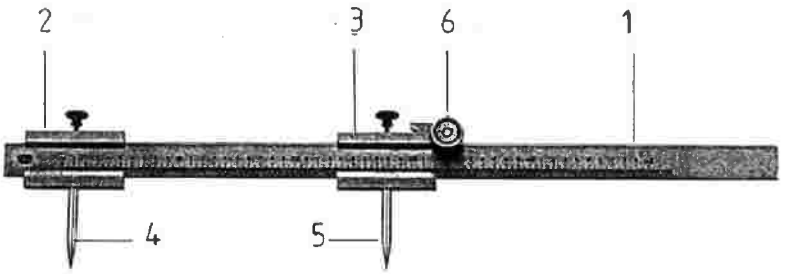
٢. فك ثابت: عبارة عن دليل ارتكاز.

٣. فك متحرك: يحمل الورنية التي تحمل التقسيم المساعد لتحديد القياس بدقة.

٤. شوكة الفك الثابت: مصنوعة من الصلب المقسي ومثبتة في قاعدة دليل الارتكاز.

٥. شوكة الفك المتحرك: مصنوعة من الصلب المقسي ومثبتة في قاعدة الفك المتحرك.

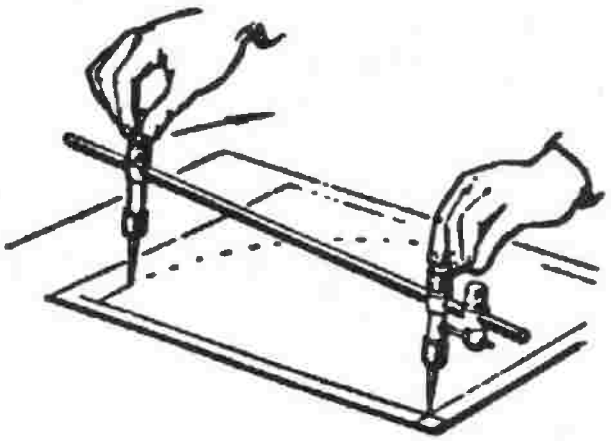
٦. مقبض الضبط الدقيق: لاستخدامه في حركة الفك المتحرك في أثناء الضبط الدقيق للقياس.



شكل ٢ – ٢٩

فرجار التقسيم ذو الورنية

يستخدم فرجار التقسيم ذو الورنية في قياس وتقسيم المسافات الطويلة، وتخطيط الأقواس والدوائر ذات الأقطار الكبيرة التي يزيد قطرها عن مدى قياس فرجار التقسيم. شكل ٢ – ٣٠ يوضح كيفية استخدام فرجار التقسيم ذو الورنية.



شكل ٢ – ٣٠

كيفية استخدام فرجار التقسيم ذو الورنية

صمم فرجار التقسيم ذو الورنية بأطوال مختلفة لإمكان استخدامه في المقاييس الكبيرة التي تبدأ ما بين 500 . 2000 ملليمتر بزيادة قدرها 500 ملليمتر، حيث يصل أقصى مدى لمسطرة الفرجار إلى 2 متر، أي إنه يمكن تخطيط دائرة قطرها 4 متر.

مميزات فرجار التقسيم ذو الورنية :

١. تعدد أطوله حيث يصل مدى قياسه ما بين 500 ـ 2000 ملليمتر، وذلك لاستخدام الفرجار حسب القياس المناسب المطلوب تخطيطه.

٢. عدم الاحتياج إلى مسطرة أو أي أدوات قياس أخرى عند استخدامه.

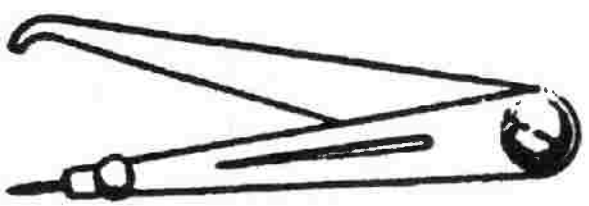
٣. الورنية تساعد على تحديد القياس بدقة 0.1 مم.

٤. مسامير التثبيت تساعد على عدم تحرك إحدى ساقي الفرجار أثناء استخدامه.. وبالتالي عدم تغيير فتحة القياس.

الفرجار ذو الشوكة : Hermaphrodite Calipers

يتكون الفرجار ذو الشوكة من ساقين أحدهما يماثل إحدى ساقي فرجار القياس الداخلي أي ذو ساق مستقيمة تنتهي بانحناء إلى الداخل، والساق الأخرى تماثل إحدى ساقي فرجار التقسيم. أي ذو ساق مستقيمة وتنتهي بسن على شكل شوكة.

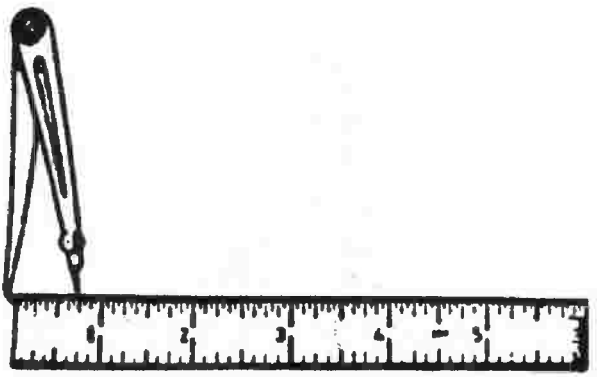
يعتبر الفرجار ذو الشوكة الموضح بشكل ٢ – ٣١ وسط بين فرجار التقسيم وفرجار القياس الداخلي.



شكل ٢ – ٣١

الفرجار ذو الشوكة

يستخدم القدم الصلب لتحديد قياس الفرجار ذو الشوكة وذلك بسند طرف الفرجار المنحني على حافة المسطرة، بينما تتحرك الساق الأخرى للفرجار لتنطبق على القياس المطلوب كما هو موضح بشكل ٢ – ٣٢ .



شكل ٢ – ٣٢

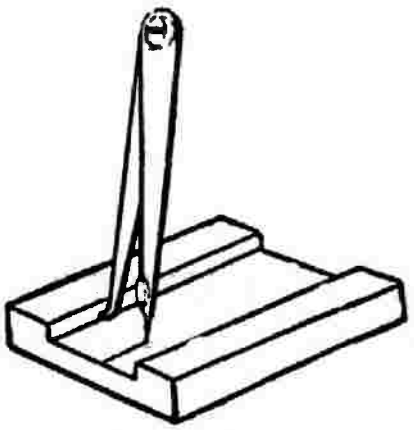
تحديد قياس الفرجار ذو الشوكة باستخدام القدم الصلب

يستخدم الفرجار ذو الشوكة في عمليات التخطيط والشنكرة وذلك لرسم الخطوط المتوازية للأسطح الجانبية الخارجية للمشغولات كما هو موضح بشكل ٢ – ٣٣ .

شكل ٢ – ٣٣

استخدام الفرجار ذو الشوكة في رسم الخطوط المتوازية
للأسطح الجانبية الخارجية للمشغولات

كما يستخدم لرسم الخطوط المتوازية للأسطح الجانبية الداخلية للمشغولات كما هو موضح بشكل ٢ – ٣٤ .



شكل ٢ – ٣٤

استخدام الفرجار ذو الشوكة لرسم الخطوط المتوازية

للأسطح الجانبية الداخلية للمشغولات

للحصول على أفضل النتائج عند استخدام الفرجار ذو الشوكة يجب أن يكون الفرجار بشكل عمودي على قطعة التشغيل ، مع ملاحظة أن يكون سن الساق المستقيم مدبباً وبشكل حاد.

الفصل الثالث

أدوات وأساليب قياس الزوايا

Angle Measuring Equipment & Techniques

تمهيد

يتم تخطيط وقياس الزوايا المختلفة (الحادة . القائمة . المنفرجة) باستخدام زوايا ثابتة، وهي أدوات قياس ذات قيم ثابتة، أو باستخدام زوايا متحركة وهي أدوات قياس قابلة للضبط مزودة بمعايير مدرجة لتحديد قيم الزوايا المطلوب تخطيطها أو فحصها.

يناقش هذا الفصل جميع أنواع الزوايا المستخدمة في عمليات التخطيط والفحص، كما يتناول نظام تدريج الزوايا المتحركة ذات الورنية القابلة للضبط، مع عرض قراءات مختلفة لكل منها على حدة.

الـزوايـا .. Angles

تعتبر الزوايا المختلفة الأنواع والأشكال من أدوات الشنكرة، كما تعتبر الزاوية القائمة من أساسياتها.

تنقسم الزوايا إلى نوعين أساسيين هما:-

١. زوايا ثابتة.

٢. زوايا متحركة.

الزوايا الثابتة : Flat Squares

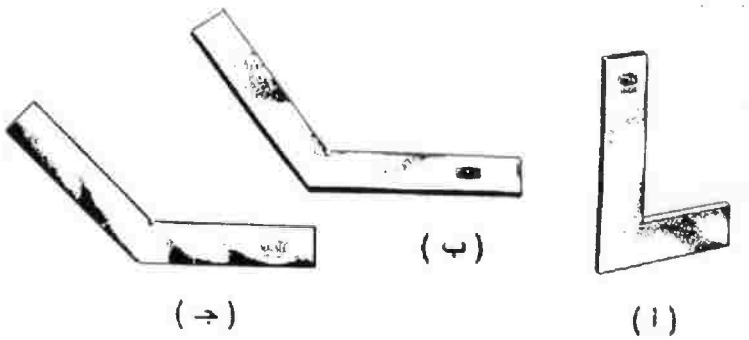
تصنع الزوايا الثابتة من الصلب المتوسط الصلادة (صلب لا يصدأ) تقسي وتجلخ. مقطعها مستطيل أما الجزء العلوي الذي يسمى بالوجه مقطعه مستطيل ذو سمك رقيق أو مشطوف ليساعد على وضوح الرؤية أثناء استخدامها لاختبار استواء المشغولات.

تتكون الزوايا الثابتة الموضحة بشكل ٢ – ٣٥ من جانبين محصورة بينهما زاوية كما يلي :-

(أ) زاوية قائمة 90^0 وهي الأكثر إنتشاراً.

(ب) زاوية منفرجة 120^0 لاستخدامها أثناء مراجعة المشغولات المسدسة.

(ج) زاوية منفرجة 135^0 لاستخدامها أثناء مراجعة المشغولات المثمنة.



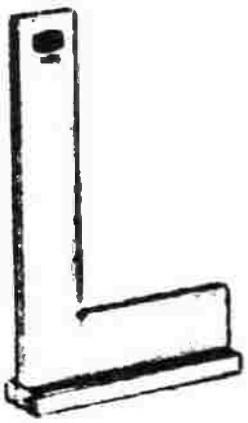
الشكل ٢ – ٣٥

الزوايا الثابتة

وتوجد الزوايا الثابتة الحادة كالزاوية 30° ، 45° ، 60° وهم أقل انتشاراً ، كما

توجد الزاوية القائمة ذات القاعدة شكل ٢ – ٣٦ تماثل الزاوية القائمة السابق ذكرها بإضافة قاعدة على شكل جناحين.

الغرض من الزاوية القائمة ذات القاعدة هو ارتكازها على زهرة الاستواء على قاعدتها بشكل رأسي، لاستخدامها لعمل الخطوط الرأسية العمودية أو لشنكرة المشغولات أو لاختبارات ومراجعة تعامدها.



شكل ٣ – ٣٦

الزاوية القائمة ذات القاعدة

الزوايا المتحركة : Moving Angles

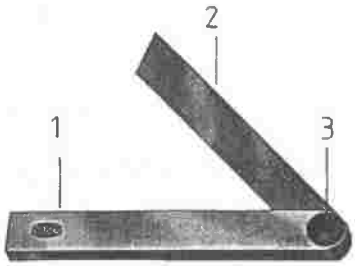
تصنع الزوايا المتحركة من الصلب المتوسط الصلادة أو من الصلب الذي لا يصدأ. تتكون من جزأين أو أكثر. تنزلق المسطرة المتحركة على المسطرة الثابتة التي تحمل المنقلة على مجاري انزلاق، تثبت المسطرة المتحركة بمسمار قلاووظ عند إتمام عملية القياس. المنقلة هي الجزء الأساسي بجميع أشكال الزوايا المتحركة، حيث تثبت المنقلة على المسطرة الثابتة لتحديد قيمة الزوايا أثناء تخيطها أو مراجعتها.

صممت الزوايا المتحركة بعدة أشكال، الغرض منها هو قياس زوايا المشغولات المختلفة وأنواع الزوايا المتحركة هي كما يلي:-

الزاوية المتحركة البسيطة : Simple Moving Angle

الزاوية المتحركة البسيطة هي عبارة عن جهاز بسيط لضبط ورسم أي زاوية بخلاف الزاوية القائمة ، حيث تعتمد على نقل الزوايا من القطع الأصلية إلى الأجزاء المراد اختبارها أو تخطيطها.

تتكون الزاوية المتحركة البسيطة الموضحة بشكل ٢ – ٣٧ من الأجزاء الآتية :-



شكل ٢ – ٣٧

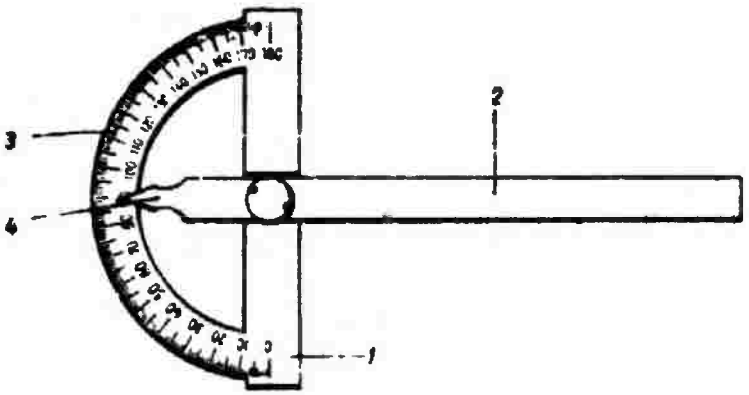
الزوية المتحركة البسيطة

1. **المسطرة الثابتة : هي قاعدة الزوية بها مجرى طولية.**
2. **المسطرة المتحركة : تثبيت مع المسطرة الثابتة بواسطة مسمار قلاووظ.**
3. **مسمار تثبيت : مسمار قلاووظ لتثبيته على الزوية المطلوبة.**

المنقلة البسيطة: Simple Protractor

تسمى أيضاً بمنقلة البراد وهي على شكل نصف دائرة ، وهي مقسمة على $^{0}١٨٠$.

تتكون المنقلة البسيطة الموضحة بشكل ٢ – ٣٨ من الأجزاء الآتية:-



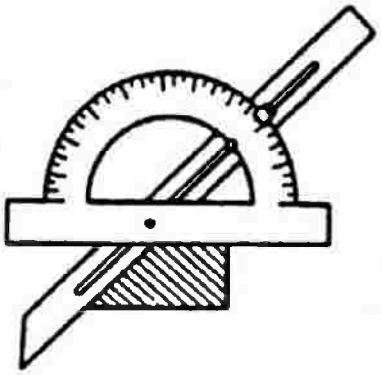
شكل ٢ – ٣٨

المنقلة البسيطة

1. المسطرة الثابتة : توجد بقاعدة المنقلة.
2. المسطرة المتحركة : تثبت على المسطرة الثابتة بواسطة مسمار قلاووظ.
3. قوس المنقلة : يحمل التدريج بالدرجات.
4. المؤشر : يوجد بنهاية المسطرة المتحركة والغرض منه هو تحديد قيمة الزوايا بالدرجات.

تستخدم المنقلة البسيطة للتخطيط ولاختبار ومراجعة زوايا المشغولات الغير دقيقة. توضع المسطرة الثابتة على قطعة التشغيل المطلوب مراجعة قياسها أو تخطيطها ، وبتحرك المسطرة المتحركة لتتطابق مع المشغولية .. يتم تحديد قيمة الزوايا بالدرجات . تصل دقة قراءة المنقلة إلى ١ ^{0} (درجة واحدة) .

يوضح شكل ٢ – ٣٩ المنقلة أثناء مراجعة زاوية ميل لقطعة تشغيل ، علماً بأنه يمكن استخدامها لمراجعة الزوايا القائمة للمشغولات ، وذلك بضبط المؤشر على زاوية ٩٠ ^{0} .



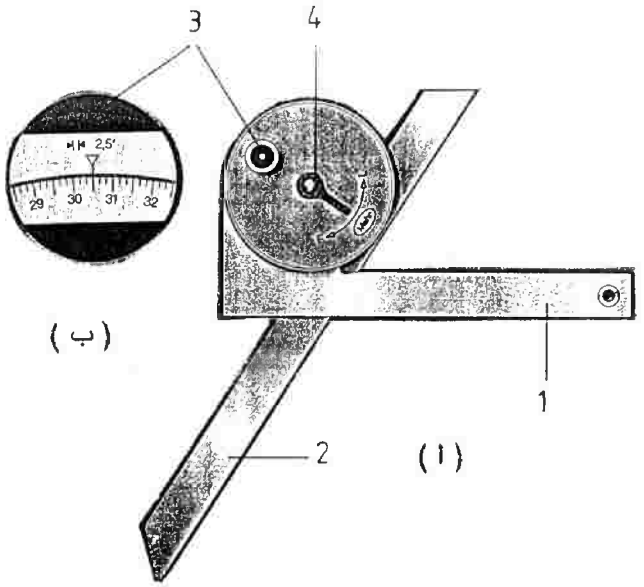
شكل ٢ – ٣٩

مراجعة زوية ميل مشغولة باستخدام المنقلة البسيطة

المنقلة البسيطة ذات الورنية :

Vernier Simple Protractor

تتكون المنقلة البسيطة ذات الورنية الموضحة بشكل ٢ – ٤٠ بنفس أجزاء المنقلة البسيطة باختلاف إضافة ورنية لتصل دقة قياسها إلى $\frac{1^{\circ}}{3}$ أو $20'$.



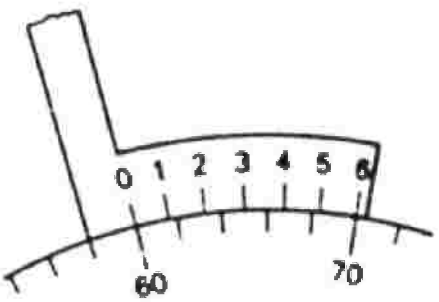
شكل ٢ – ٤٠

المنقلة البسيطة ذات الورنية

1. المسطرة الثابتة.
2. المسطرة المتحركة.
3. المنقلة (تحمل التقسيم الرئيسي).
4. الورنية.

نظام تدريج ورنية المنقلة البسيطة :

المنقلة تحمل التقسيم الأساسي 180°، مدرجة بحيث يكون كل قسم يساوي 2°، مرقم علي كل 10° كما هو موضع بشكل ٢ – ٤١.



شكل ٢ – ٤١

نظام تدريج ورنية المنقلة البسيطة

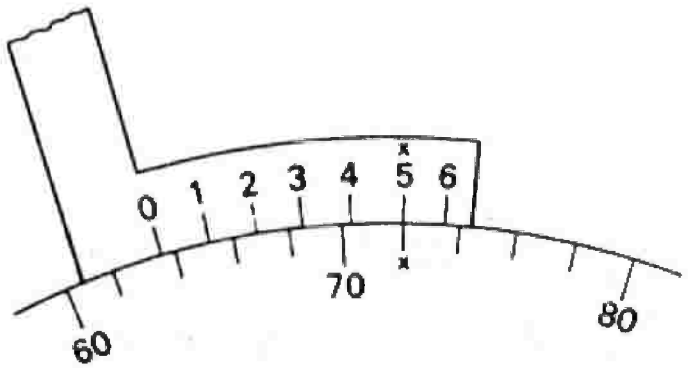
أخذت مسافة قدرها ١٠°من التقسيم الأساسي وقسمت إلى 6 أقسام متساوية بالورنية، بذلك يكون مقدار القسم الواحد بالورنية = 10° ÷ 6 = $1\frac{2}{3}^{\circ}$

وحيث أن كل قسم من التقسيم الأساسي يساوي ٢° (درجتين) ويكافئ قسم واحد من التقسيم المساعد بالورنية ، هذا يعني أن الغرض بين القسم الواحد من التقسيم الأساسي والقسم الواحد من التقسيم المساعد بالورنية.

$= 2 - 1\frac{2}{3} = \frac{1}{3}^{\circ}$ أو 20′

وهي دقة قياس ورنية المنقلة البسيطة.

شكل ٢ – ٤٢ رسم تخطيط لجزء من المنقلة البسيطة ذات الورنية يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-



شكل ٢ – ٤٢

قراءة المنقلة = $63^{0}\ 40'$

يشير صفر الورنية إلى قراءة الدرجات الصحيحة على المنقلة وهي ما بين 62^{0} ، 64^{0} .. أي أن القياس أكبر من 62^{0} وأقل من 64^{0}.

وهذا يعني أن قراءة الدرجات الصحيحة = 62^{0}، يضاف إليها جزء من الدرجة الذي يشير إليه التدريج المساعد بالورنية (5 أقسام).

= 5 أقسام × $20'$ = $100'$

∴ قراءة المنقلة = $100'$ 62^{0} أي $40'$ 63^{0}

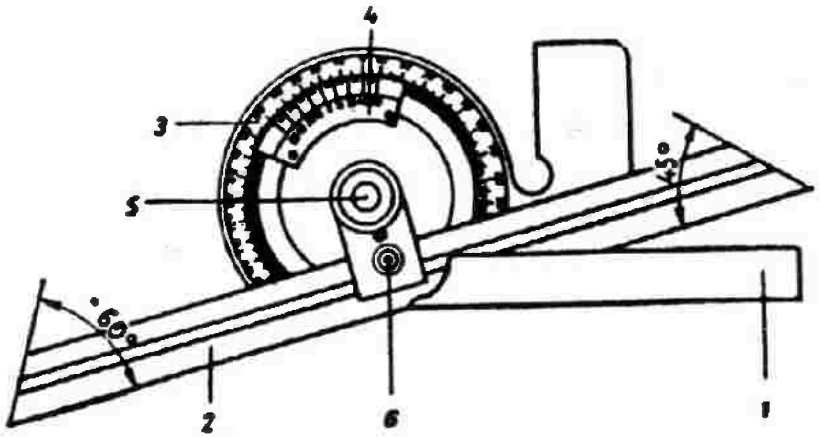
الزاوية ذات الورنية

Vernier Angle

تسمى أيضاً المنقلة الدائرية ذات الورنية أو بزاوية كوستيلا، وهي جهاز دقيق يستخدم للتحقيق ولرسم جميع أنواع الزوايا مهما كان شكل وحجم المشغولة.

بنية نظرية تدريج ورنية الزاوية على نظرية منقلة البراد (المنقلة البسيطة) بعد تطويرها.

تتكون الزاوية ذات الورنية الموضحة بشكل ٢ – ٤٣ من مسطرة ثابتة تحمل قرص المقاس الرئيسي المقسم على 360^{0} ومسطرة متحركة تحمل القرص الذي يحمل الورنية. دقة قياس الورنية $\frac{1^{0}}{12}$ أي .. $5'$ (خمس دقائق).



شكل ٢ – ٤٣

الزويـة ذات الورنيـة

١. المسطرة الثابتة .. (مثبتة مع قرص التقسيم الرئيسي).

٢. المسطرة المتحركة أو ذراع القياس .. تتحرك داخل منزلقة في قرص الورنية.

٣. منقلة دائرية أو قرص مدرج يحمل التقسيم الرئيسي على 360^0 .

٤. ورنيـة منزلقـة دقة قياسها $\frac{1^0}{12}$ أو $5'$.. (الورنيـة مثبتـة علـى قرص يسمى بقرص الورنية).

٥. مسمار تثبيت قرص الورنية.

٦. مسمار تثبيت المسطرة المتحركة.

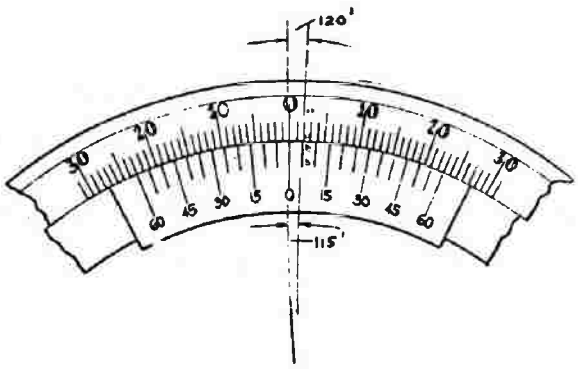
تقسم المنقلة الدائرية أو القرص المدرج الذي يحمل التقسيم الرئيسي إلى أربعة أقسام كل منها 90^0، وترقم التقسيمات في كل قسم من صفر إلى 90^0 وفي اتجاه ، ثم من 90^0 إلى صفر في ترتيب تنازلي.

تتميز الزاوية أو المنقلة الدائرية بوجود ورنية مثبتة على المسطرة المتحركة ، تنزلق على التقسيم الرئيسي وذلك للحصول على قياسات أكثر دقة من المنقلة البسيطة ، حيث تحدد قيمة الزوايا المختلفة بالدرجات والدقائق والتي يصل دقة قياسها إلى خمس درجات، بالإضافة إلى وجود زاوية قدرها 45^0 ، 60^0 على جانبي المسطرة المتحركة ، وتنتهي بزاوية 90^0 بجانب المسطرة الثابتة وذلك لمراجعة الزوايا ذات القيم الثابتة.

نظام تدريج ورنية الزاوية :

يختلف تدريج ورنية الزاوية عن تدريج الورنية بالقدمة، حيث أن ورنية الزاوية مقسمة بواسطة خط صفر التدريج الرئيسي ، كما يستخدم الجزء الأيسر من الورنية عندما يقع صفر الورنية على يسار خط صفر التدريج الرئيسي.

يوضح شكل ٢ – ٤٤ رسم تخطيطي للزاوية أو للمنقلة الدائرية أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمنقلة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية.



شكل ٢ – ٤٤

نظام تدريج ورنية الزوية

أخذت مسافة قدرها ٢٣° من التقسيم الأساسي من كلا الجهتين اليمنى واليسرى بالمنقلة الدائرية وقسمت إلى ١٢ قسم (أقسام متساوية) على الورنية المنزلقة من كلا الجهتين اليمنى واليسرى أيضاً ، بحيث ينطبق صفر التقسيم الرئيسي بالمنقلة الدائرية مع صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة . بذلك يكون مقدار القسم الواحد بالورنية المنزلقة.

$$= ٢٣^{0} \div ١٢ \text{ قسم} = 1\frac{11}{12}^{0}$$

وحيث أن كل قسمين من التقسيم الرئيسي بالمنقلة الدائرية يساوي ٢° ويكافيء قسم واحد من التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة ، هذا يعني أن الفرق بين قيمة قسمين من التقسيم الرئيسي وقسم واحد من التقسيم المساعد بالورنية.

$$= ٢ - 1\frac{11}{12} = \frac{1^{0}}{12}$$

وبالتحويل من الدرجات إلى دقائق = $\frac{1}{12}$ × ٦٠ = ٥′

وهي دقة قياس ورنية المنقلة الدائرية.

ولسهولة قراءة الورنية المنزلقة يرقم كل ثالث خط بتدريجها، ابتداء من الصفر على التوالي بالأرقام التالية:-

15′ - 30′ - 45′ - 60′

ويمكن التعرف علي نظام تدريج ورنية المنقلة الدائرية من خلال تطبيق النظام السابق بالدقائق كما يلي:-

أخذت مسافة قدرها ٢٣° من التقسيم الرئيسي من كلا الجهتين اليمنى واليسرى بالمنقلة الدائرية أي (٢٣° × ٦٠ = ١٣٨٠′) وقسمت إلى ١٢ قسم أقسام متساوية على الورنية المنزلقة من كلا الجهتين اليمنى واليسرى.

بذلك يكون مقدار القسم الواحد من أقسام الورنية المنزلقة

= ١٣٨٠′ ÷ ١٢ قسم = ١١٥′

ولما كان كل قسمين من التدريج الرئيسي يساوي ٢° درجة أي ١٢٠′ .

هذا يعني أن الفرق بين قيمة درجتين من التقسيم الرئيسي وقسم واحد من التقسيم المساعد بالورنية.

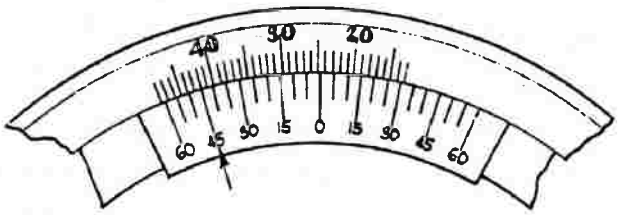
= ١٢٠′ - ١١٥′ = ٥′

وهي دقة قياس ورنية المنقلة الدائرية.

قراءات مختلفة للزاوية ذات الورنية دقة ٥′ :

فيما يلي رسوم تخطيطية توضح قراءات مختلفة للمنقلة الدائرية دقة 5′ ، وذلك نتيجة لتحرك المسطرة المتحركة والورنية المنزلقة لتحديد قيمة الزاوية المراد قياسها.

شكل ٢ – ٤٥ رسم تخطيطي لجزء من المنقلة والورنية الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-



شكل ٢ – ٤٥

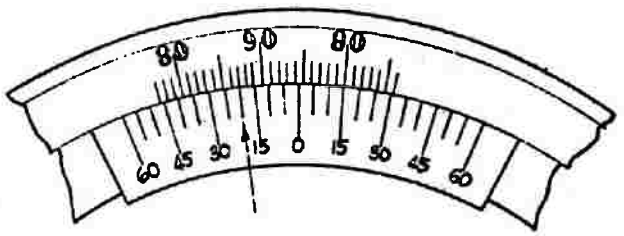
قراءة المنقلة = 24^{0} $45'$

يشير صفر الورنية إلى قراءة الدرجات الصحيحة على المنقلة الدائرية وهي ما بين ٢٤° ، ٢٥° .. أي أن القياس أكبر من ٢٤° وأقل من ٢٥°.

وهذا يعني أن قراءة الدرجات الصحيحة = ٢٤° يضاف إليها جزء من الدرجة الذي يشير إليه السهم الموضح بالتدريج المساعد بالورنية وهو ٤٥′.

∴ قراءة المنقلة = 24^{0} $45'$

شكل ٢ – ٤٦ رسم تخطيطي لجزء من المنقلة والورنية الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-



شكل ٢ – ٤٦

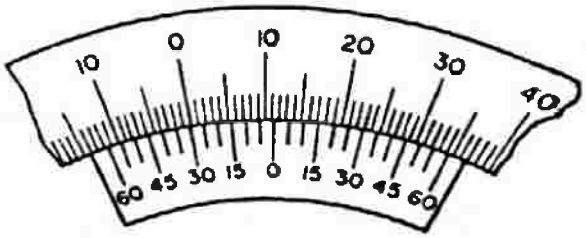
قراءة المنقلة = 85^{0} $20'$

يشير صفر الورنية إلى قراءة الدرجات الصحيحة على المنقلة الدائرية وهي ما بين ٨٥° ، ٨٦ ° .. أي أن القياس أكبر من ٨٥° وأقل من ٨٦°.

وهذا يعني أن قراءة الدرجات الصحيحة = ٨٥° يضاف إليها جزء من الدرجة الذي يشير إليه السهم الموضح بالتدريج المساعد بالورنية وهو ٢٠′ .

∴ قراءة المنقلة = 85^{0} $20'$

شكل ٢ – ٤٧ رسم تخطيطي لجزء من المنقلة والورنية الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-



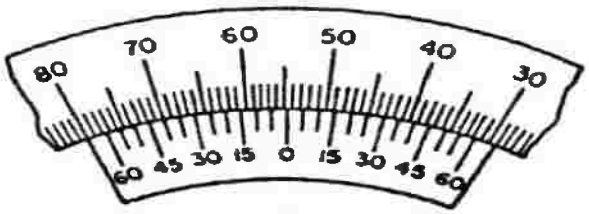
شكل ٢ – ٤٧

قراءة المنقلة = $25'$ 11^0

يشير صفر الورنية إلى قراءة الدرجات الصحيحة وهي = 11^0 ، أما كسر الدرجة فإنه يقرأ على الورنية بالدقائق وهو = $25'$

∴ قراءة المنقلة = $25'$ 11^0

شكل ٢ – ٤٨ رسم تخطيط لجزء من المنقلة والورنية الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-



شكل ٢ – ٤٨

قراءة المنقلة = $20'$ 54^0

يشير صفر الورنية إلى قراءة الدرجات الصحيحة وهي = 54^0 ، أما كسر الدرجة فإنه يقرأ على الورنية بالدقائق وهو = $20'$

∴ قراءة المنقلة = $20'$ 54^0

الزاوية الجامعة

Universal Bevel Protractor

الزاوية الجامعة شكل ٢ – ٤٩ تسمى بالجامعة لكونها تستخدم لمجموعة أغراض مختلفة كالآتي:-

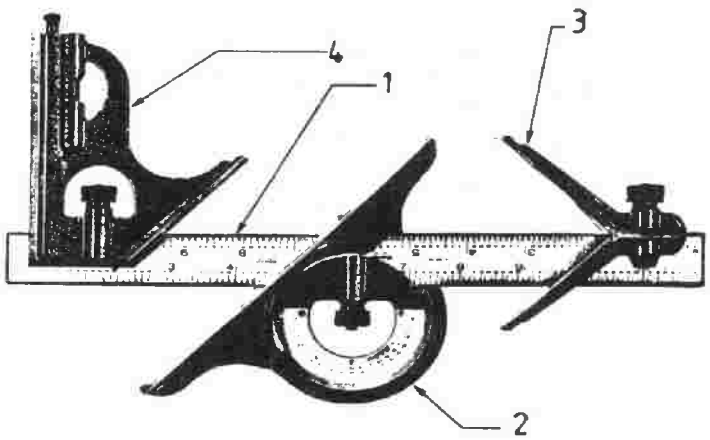
١. قياس ومراجعة ورسم الزوايا المختلفة بالدرجات والدقائق.

٢. تخطيط (شنكرة) المشغولات الأسطوانية لتحديد المراكز باستخدام زاوية تحديد المراكز.

٣. مراجعة الاستواء باستخدام ميزان الماء.

٤. استخدامها كزاوية قائمة لتخطيط وقياس ومراجعة المشغولات العمودية.

٥. استخدامها كمسطرة مدرجة رأسية.



شكل ٢ – ٤٩

الزويـة الجامعـة

تتكون الزاوية الجامعة من الأجزاء الآتية :-

١. المسطرة : تستخدم للقياسات العادية وتركب عليها جميع أجزاء الزاوية ، ويمكن استخدامها مع القاعدة بشكل رأسي لتقوم بعمل الزاوية القائمة والمسطرة المدرجة الرأسية.

٢. المنقلة : هي الجزء الأساسي بالزاوية الجامعة ، وتستخدم في ضبط والتحقيق

ومراجعة ورسم الزوايا المختلفة.

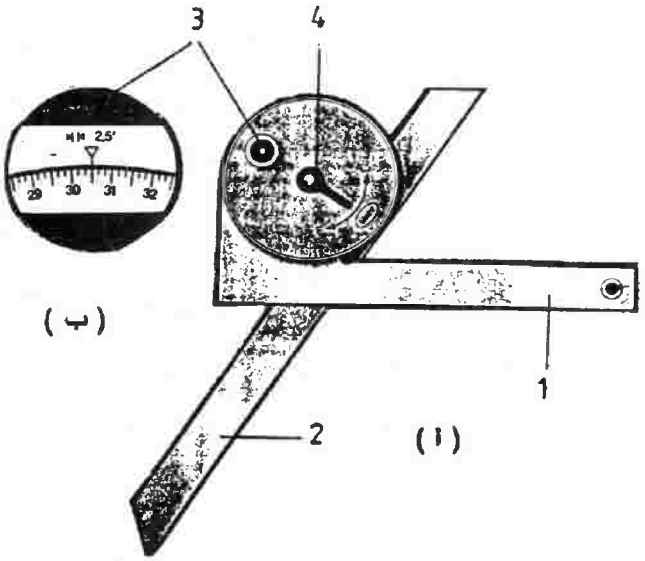
٣. زاوية المراكز: تستخدم لتحديد مراكز المشغولات الأسطوانية.

٤. قاعدة الزاوية : تحمل ميزان ماء وتستخدم في مراجعة واختبار استواء المشغولات.

الزاوية البصرية

Optical Bevel Protractor

طورت دور الصناعة المنقلة الدائرية لتكون أكثر دقة وخاصة أثناء تحديد القياس بقراءة مباشرة، حيث أضافت عدسات (عينية) تمكن من إظهار قيمة الزاوية المضبوطة مكبرة على شاشة معتمدة. شكل ٢ – ٥٠ (أ) يوضح زاوية بصرية، مع تكبير لقيمة الزاوية شكل ٢ – ٥٠ (ب) التي تم قياسها من خلال العدسة العينية.



شكل ٢ – ٥٠

الزويـة البصريـة

١. المسطرة الثابتة.

٢. المسطرة المتحركة.

٣. العدسة المكبرة.

٤. مسمار تثبيت.

نظام تدريج الزاوية البصرية دقة $2.5'$:

المنقلة المتحركة التي تحمل التقسيم بالدرجات على 360^0 ، قسمت كل درجة إلى ٢٤ جزء.

∴ قيمة الجزء الواحد = 1^0 ÷ ٢٤ قسم

= $60'$ ÷ ٢٤ قسم = $2.5'$

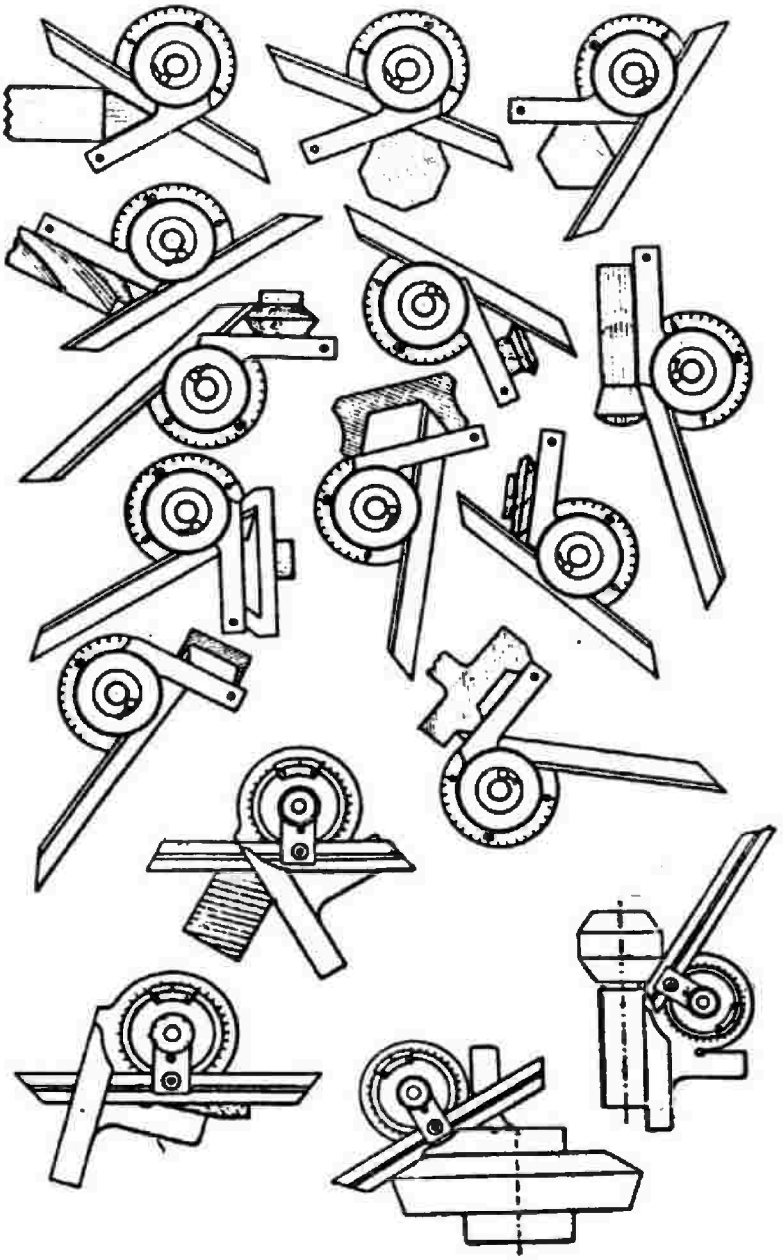
وهو دقة قياس الزاوية البصرية.

من خلال التكبير بالعدسات التي تبلغ ٣٠ ضعفاً يمكن قراءة الزوايا المختلفة بدقة تصل إلى ٢.٥ دقيقة بدون اللجوء إلى تقسيم مساعد بورنية.

شكل السابق ٢ – ٥٠ (ب) يوضح تكبير لقيمة زاوية من خلال العدسة، حيث يشير سهم القراءة المباشرة إلى 30.5^0 أي $30'$ 30^0.

استخدامات الزوايا المتحركة :

تستخدم الزوايا المتحركة (المناقل الدائرية والزوايا البصرية) لقياس ومراجعة زوايا المشغولات المختلفة كما هو موضح بشكل ٢ – ٥١ ، وذلك لتحديد قيمتها بالدرجات والدقائق بدقة.



شكل ٢ – ٥١

استخدام الزوايا المتحركة للقياسات المختلفة

الفصل الرابع

معدات التخطيط والعلام (الشنكرة)

Marking Out Equipment

تمهيد

لا تختلف عملية رسم خطوط التشغيل على الأسطح المستوية المعدنية عن عملية الرسم العادية على الورق ، إلا من حيث استعمال أداة الخدش (شوكة العلام) بدلاً من القلم.

فالشنكرة هي عملية نقل خطوط وأبعاد ومراكز الثقوب الموجودة على الرسم إلى المشغولة المطلوب تنفيذها ، تلك الخطوط التي تحدد أجزاء المعدن المطلوب إزالته.

لذلك فإن عملية التخطيط والعلام (الشنكرة) تعتبر من أهم وأدق العمليات التي يقوم بتنفيذها البراد والتي تتطلب عناية وإتقان ، حيث تتوقف صلاحية المشغولات المصنعة على دقة عمليات التخطيط والشنكرة.

يتناول هذا الفصل عرض لجميع معدات التخطيط والعلام المستخدمة في عمليات الشنكرة ، كما يعرض طرق استخدام كل منها على حدة.

التخطيط والعلام (الشنكرة)

Marking Out

الشنكرة هي عملية رسم وتخطيط الشكل المطلوب تنفيذه من خلال نقل الأبعاد والمقاسات الموجودة على الرسم إلى قطعة التشغيل ، وذلك بوضع الخطوط المميزة التي تحدد الطول والعرض، والارتفاع والعمق وأيضاً أمكن ومكان تحديد الثقوب والفتحات والمجاري وغير ذلك من عمليات التشغيل المختلفة التي سوف تجرى على قطعة التشغيل بواسطة العدد والآلات المتنوعة ، لأجل الحصول على الشكل النهائي للمشغولة، لذلك فإن عملية الشنكرة تعتبر من أهم وأدق العمليات التي تتم بالورشة والتي تتطلب عناية فائقة أثناء تخطيط أي مشغولة حيث يتوقف عليها صلاحية الشغلة وصلاحية الإنتاج ، إذ أن خطوات التشغيل والتشكيل الأخرى مهما كانت عناصرها دقيقة لا يمكن إنتاج مشغولات دقيقة أساسها خاطئ عند التخطيط، حيث تكون النتيجة تلف المشغولات وضياع مجهود عمل كبير.

والغرض الأساسي من عملية الشنكرة هو توضيح وإرشاد الفني الذي سوف يقوم بتصنيع المشغولة إلى تحديد الأماكن المراد إزالتها من كل جانب ، وإلى قرب الوصول إلى الأبعاد النهائية لمراجعة قياساتها لتلاشي الأخطاء.

تعتبر عملية الشنكرة من العمليات الأساسية في جميع أشغال البرادة والسمكرة (أشغال الصاج) كما تستخدم في بعض أشغال الخراطة المقاشط ، لذلك يجب إجراؤها بدقة وعناية لكونها الدليل الذي يعتمد عليه عند التنفيذ.

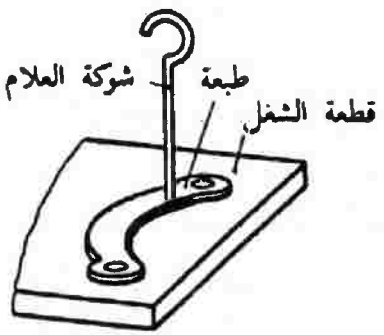
توجد طريقتان أساسيتان لعملية الشنكرة هما:-

١. الشنكرة بالطبعة.

٢. الشنكرة بزهرة الاستواء.

الشنكرة بالطبعة:

يستعان بالطبعات المصنعة من شرائح الصلب بالأشكال المطلوب تنفيذها بدقة وعناية أو بقطع التشغيل المراد تصنيع قطع مماثلة لها بإنتاج كمي (إنتاج القطعة الواحدة إنتاجاً كبيراً متكرراً) أو عند تشغيل بعض الأجزاء ذات الأشكال المعقدة، حيث توضح الطبعة على الجزء الخام المطلوب تشغيلها، ويتم تحديد شكلها باستخدام شوكة العلام كما هو موضح بشكل ٢ – ٥٢ .



شكل ٢ – ٥٢

العلام باستخدام الطبعة

الشنكرة باستخدام زهرة الاستواء :

يستعان بزهرة الاستواء عند تصنيع قطعة واحدة وذلك برسم وتخطيط الشكل المطلوب تنفيذه بإبعاده وأقطاره النهائية مع تحديد أماكن الثقوب ، وذلك بالاستعانة بأدوات الشنكرة المختلفة ، حيث تطلى القطعة المطلوب تخطيطها بمادة إظهار (طباشير أو كبريتات نحاس مخفف) بعد تجهيز سطح أو أكثر كمستوى أساسي للتخطيط، ثم توضع المشغولة على الزهرة وباستخدام قدمة الارتفاعات والمعدات الأساسية للشنكرة والمكملة لها يمكن تخطيط ورسم الشكل المطلوب تنفيذه ، ويمكن تمييز الخطوط بواسطة دق ذنب باستخدام جاكوش بطرقات خفيفة ، بحيث تكون الذنب متباعدة على الخطوط الطولية ومتقاربة على الخطوط ذات المسار المنحنى.

ويلاحظ استخدام ذنبة العلام بزاوية 60^0 عند تمييز الخطوط المختلفة ، وبزاوية

120^0 بأماكن الثقوب وذلك لتماثلها مع زاوية المثاقب (البنط). بعد إتمام عملية التخطيط والشنكرة ومراجعتها .. تبدأ عملية التشغيل.

معدات الشنكرة

Marking Out Equipment

لا تختلف عملية رسم خطوط التشغيل على الأسطح المعدنية المستوية عن عملية الرسم العادية على الورق ، إلا من حيث استخدام أدوات معدنية بدلاً من الأدوات المكتبية المصنوعة من البلاستيك ، حيث يستخدم مثلاً أداة الخدش (شوكة العلام) بدلاً من القلم ، وقد يلزم في بعض الأحيان وضع علامات ثابتة على الخطوط المرسومة على السطح لتثبيت التحديد بوضع نقط على مسافات متساوية باستخدام ذنبة لتأكيد مواضع خطوط التشغيل والاستدلال بها في أثناء عملية القطع ، حتى لا يتجاوز مسار التشغيل الحدود الموضحة بهذه النقط.

تشتمل معدات التخطيط والعلام (معدات الشنكرة) على ما يلي :-

زهرة الاستواء : Surface Plate

زهرة الاستواء هي عبارة عن لوحة ذات جساءة عالية، تصنع بطرق بحيث تضمن عدم تقوسها في أثناء وضع الأجزاء الثقيلة عليها ، يقشط وجه قياسها (سطح الزهرة العلوي) ويتم تشغيلها بعناية وعادة يجري تجليخها بدقة عالية ، بحيث يمكن اعتبار وجهها المستوى الأساسي كمرجع لجميع المشغولات أثناء عمليات القياس والتخطيط.

يزود السطح الأسفل لزهرة الاستواء الموضحة بشكل ٢ – ٥٣ بأعصاب مترابطة تربط قواعد الارتكاز بعضها ببعض ، كما تعمل هذه الأعصاب على تقوية جميع مقاطع الزهرة بحيث يعطيها الجساءة العالية.

سميت زهرة الاستواء بهذا الاسم لكونها مستوية تماماً ، كما تسمى أيضاً بزهرة

الشنكار لاستخدامها لهذا الغرض.

شكل ٢ – ٥٣

زهرة الإستواء

تصنع زهرة الاستواء من حديد الزهر أو من خليط مكون من الزهر النقي والصلب المقسي بطرق خاصة تجعلها خالية من الفجوات ، كما تعامل حرارياً للتخلص من الإجهادات الداخلية.

تثبت زهرة الاستواء من خلال الثلاثة نقط البارزة بقاعدة الارتكاز على قاعدة حديدية.. في حالة الزهرات ذات الأحجام الكبيرة ، كما توضع الزهرة على التزجة مباشرة.. في حالة الأحجام الصغيرة..

تنتج زهرة الاستواء من عدة مقاسات متدرجة من 300 × 200 × 62 مم إلى 2000 × 1000 × 200 مم ، وبعدة أشكال تختلف دقة كل منها عن الأخرى لتفي بجميع الأغراض الصناعية.

الشروط الواجب توافرها في زهرة الاستواء :

توجد شروط يجب أن تتوافر في زهرة الاستواء .. أهمها الآتي :-

١. استواء سطحها تماماً وخلوه من الخدوش والمسامات الإسفنجية.

٢. استقامة جوانبها وتعامدها مع بعضها البعض.

٣. عدم وجود حافات حادة.

٤. طلاء جميع الأسطح الغير مشغلة.

إرشادات عند استخدام زهرة الاستواء:

للمحافظة على زهرة الاستواء يجب إتباع الإرشادات التالية :-

١. يجب إزالة الأتربة والأوساخ والشحومات المتعلقة على سطح القياس ببنزين نقي أو بأي منظف آخر ، حتى لا يؤثر على دقة القياس في أثناء وجوده أسفل المشغولة أو بأسفل الأدوات المستخدمة على الزهرة.

٢. عدم إسقاط الأجزاء الثقيلة على سطح الزهرة ، بل يجب وضعها بطريقة الانزلاق وذلك بارتكازها على أي جانب من سطح الزهرة ، ثم انزلاقها بحرص حتى تأخذ مكانها لتكون في وضع التشغيل .. وهذه العملية تساعد على حماية سطح الزهرة من الخدش.

٣. يجب حمل المشغولات المراد قياسها أو تخطيطها كالمسبوكات الخشنة أو ما يشابهها على متوازيات وذلك لحماية سطح الزهرة من الخدش ، حيث غالباً ما تكون أسطح هذه المشغولات خشنة وتحتوي على حبيبات أو قشور معدنية صلبة.

٤. يجب إزالة الرايش والزوائد الحديدية من المشغولات قبل وضعها على سطح الزهرة وذلك لحمايتها من الخدش ، وكذلك لتجنب وقوع أية أخطاء في عمليات القياس أو التخطيط.

٥. يجب تغطية سطح الزهرة في حالة عدم استخدامها بغطاء مناسب من الخشب ، كما يجب حمايتها بوضع طبقة رقيقة من الزيت على سطحها قبل وضع الغطاء الخشبي وخاصة أثناء الأجازات الطويلة أو العطلات الأسبوعية.

الشنكار: Scribing Block

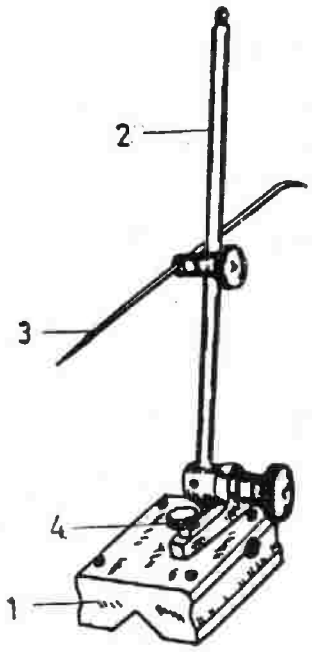
يعتبر الشنكار من أهم معدات التخطيط والعلام (الشنكرة) . يتكون الشنكار شكل ٢ – ٥٤ من الأجزاء الآتية:-

١. قاعدة ارتكاز .. مصنوعة من حديد الزهر أو الصلب وغالباً يوجد بها تجويف على شكل حرف V.

٢. العمود القائم .. مثبت بمسمار وصامولة متصلاً بالقاعدة ، يثبت العمود من خلال ربط الصامولة بعد تغيير وضعه بالنسبة للقاعدة.

٣. شوكة العلام .. تثبت مع العمود القائم بواسطة مسمار وصامولة (ماسك) ، بحيث يمكن تحركها إلى أعلى وإلى أسفل أو إلى أي ارتفاع أو أي ميل يناسب عملية التخطيط والشنكرة المطلوب إجراؤها على المشغولات.

٤. مسمار الضبط الدقيق .. يتحكم في حركة ارتفاع أو انخفاض شوكة العلام للوصول إلى المستوى المطلوب بدقة.



شكل ٢ – ٥٤

الشنـكار

1. قاعدة ارتكاز.

2. عمود قائم.

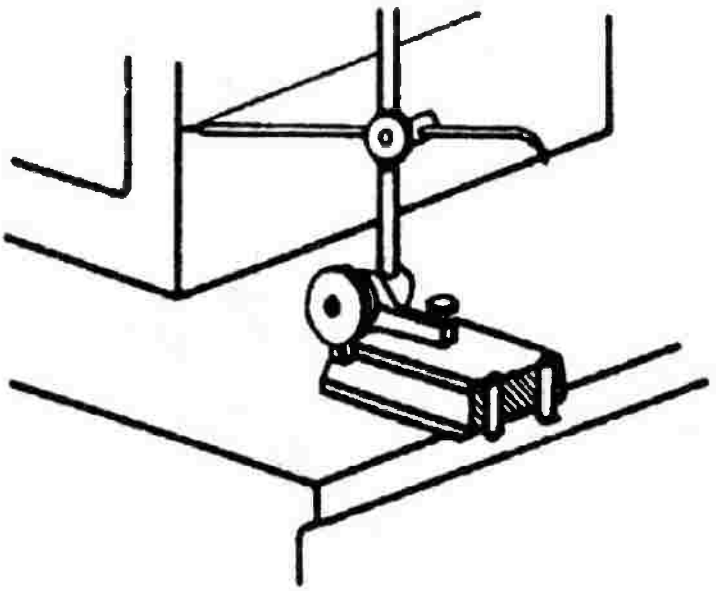
3. شوكة علام.

4. مسمار الضبط الدقيق.

استخدام الشنكار :

يستخدم الشنكار في رسم الخطوط الأفقية المتوازية لزهرة الاستواء ، كما يستخدم في بعض اختبارات التوازي .. فيما يلي عرض لأهم استخدام الشنكار.

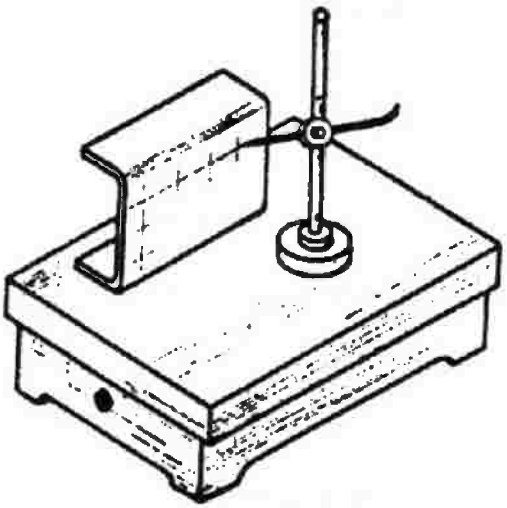
١. (أ) رسم الخطوط الأفقية المتوازية لسطح زهرة الاستواء على قطع التشغيل شكل ٢ – ٥٥ .



شكل ٢ – ٥٥

رسم الخطوط الأفقية المتوازية لسطح زهرة الاستواء

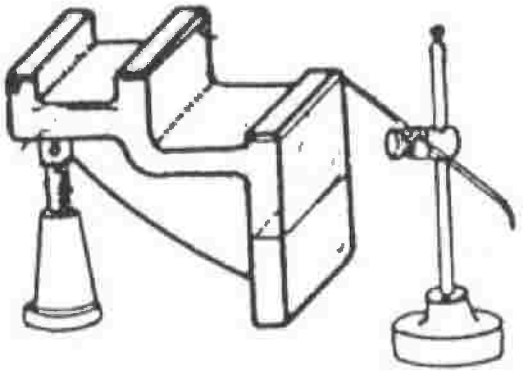
(ب) رسم الخطوط الأفقية المتوازية لسطح زهرة الاستواء لتحديد أماكن الثقوب شكل ٢ – ٥٦ ، وذلك بالاستعانة بزاوية قائمة.



شكل ٢ – ٥٦

رسم الخطوط الأفقية لتحديد أماكن الثقوب

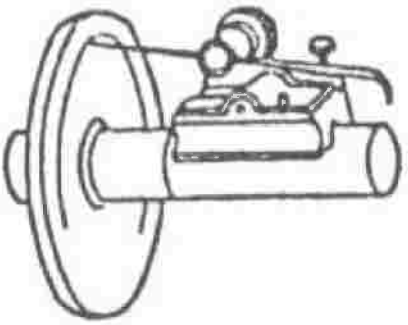
٢. رسم الخطوط الأفقية المتوازية لسطح زهرة الاستواء على المشغولات المعقدة باستخدام الزهرة القائمة والرافعة (كريك) كما هو موضح بشكل ٢ – ٥٧ .



شكل ٢ – ٥٧

رسم الخطوط الأفقية باستخدام الزهرة القائمة والرافعة

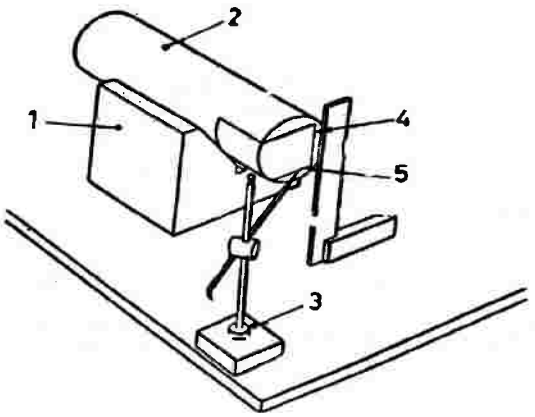
٣. رسم الخطوط الدائرية على المشغولات الأسطوانية كما هو موضح بشكل ٢ – ٥٨ .



شكل ٢ – ٥٨٩

رسم الخطوط الدائرية على المشغولات الأسطوانية

٤. رسم الخطوط الأفقية الموازية لسطح زهرة الاستواء على القطع الأسطوانية لتخطيط الأشكال المربعة باستخدام زهرة حرف V وزاوية قائمة كما هو موضح بشكل ٢ – ٥٩ .

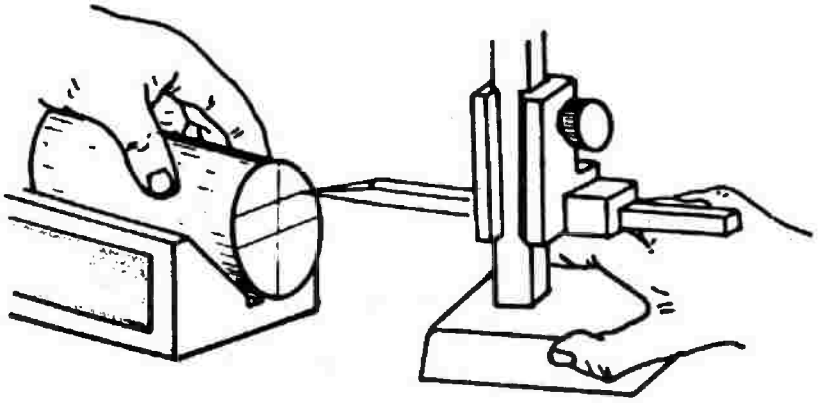


شكل ٢ – ٥٩

استخدام الشنكار والزوية القائمة في رسم الأشكال المربعة على القطع الأسطوانية

1. زهرة حرف V.
2. المشغولة الأسطوانية.
3. الشنكار.
4. خط سابق تعليمه (خدشه) بخط رأسي باستخدام زوية قائمة.
5. خط تم تعليمه (خدشه) موازي لسطح زهرة الاستواء.

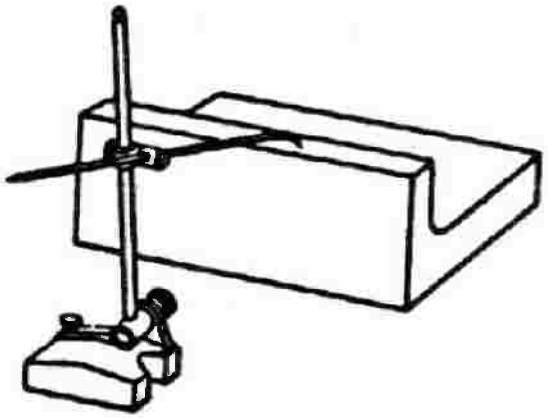
٥. تجهيز القطع الأسطوانية لتشغيلها بخراطة لا مركزية برسم خطوط الشنكرة ، باستخدام زهرة حرف V وزاوية قائمة لتحديد المحور الأساسي المركزي والمحور اللامركزي كما هو موضح بشكل ٢ – ٦٠ .



شكل ٢ – ٦٠

رسم خطوط متوازية متقاطعة على كلا السطحين الجانبين للمشغولة لتجهيزها للخراطة اللامركزية

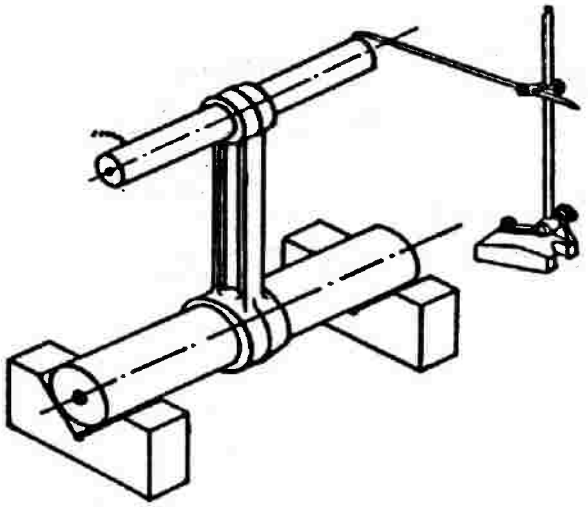
٦. اختبار توازي الأسطح المستوية الأفقية شكل ٢ – ٦١ .



شكل ٢ – ٦١

إختبار توازي الأسطح المستوية الأفقية

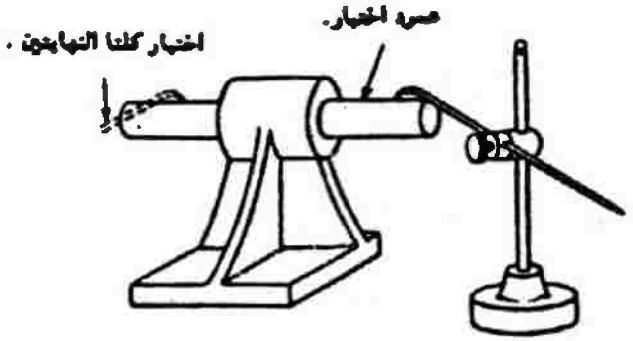
٧. اختبار توازي الأسطح الأسطوانية واختبار الاستقامة الطولية لذراع توصيل كما هو موضح بشكل ٢ – ٦٢ .



شكل ٢ – ٦٢

اختبار التوازي والاستقامة الطولية للأسطح الأسطوانية

٨. اختبار أفقية ثقب (تجويف أسطواني) متوازي مع القاعدة باستخدام عمود أسطواني قطره يتماثل مع الثقب شكل ٢ – ٦٣ .



شكل ٢ – ٦٣

اختبار أفقية تجويف أسطواني متوازي مع القاعدة
باستخدام عمود أسطواني قطر، يتماثل مع قطر التجويف

إرشادات عند استخدام الشنكار :

يستخدم الشنكار في رسم (شنكرة) الخطوط الأفقية الموازية لسطح زهرة الاستواء كما هو موضح بشكل ٢ – ٦٤ .

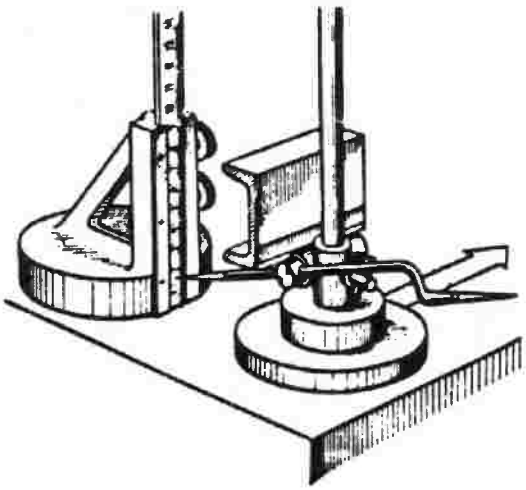
يتم التحكم في ضبط ارتفاع شوكة الشنكار على الارتفاع المطلوب بالاستعانة بالمسطرة العمودية ، وخدش المشغولة بخطوط أفقية بإتباع الخطوات التالية :-

١. تثبيت الشوكة بوضع أفقي على الارتفاع التقريبي المطلوب.

٢. يستخدم مسمار الضبط الدقيق المثبت بقاعدة الارتكاز للوصول إلى الارتفاع المطلوب.

٣. تثبيت الجزء المراد تخطيطه باليد اليسرى.

٤. التحكم في حركة الشنكار باليد اليمنى لرسم الخط الموازي لسطح زهرة الاستواء بالارتفاع المطلوب ، مع مراعاة استمرار تلامس سن الشوكة على سطح المشغولة بضغط مناسب ، وفي حالة إعادة خدش الخط السابق، فإنه يجب تكرار العملية السابقة بحيث يكون في نفس الاتجاه.



شكل ٢ – ٦٤

استخدام الشنكار في رسم الخطوط المتوازية لسطح زهرة الاستواء

تذكر أن :

يراعى نظافة قاعدة ارتكاز الشنكار بحيث تكون مطابقة تماماً لسطح زهرة الاستواء، وبذلك تتوفر الدقة المطلوبة.

قدمة قياس الارتفاعات

Vernier Height Gauge

تسمى أيضاً بالشنكار الحساس ، حيث تتشابه قياس الإرتفاعات مع الشنكار العادي باختلاف بسيط ، من خلال إضافة المسطرة القائمة والورنية المنزلقة التي يمكن من خلالهما تحديد القياس مباشرة وبدقة تصل إلى 0.02 ملليمتر.

قدمة قياس الارتفاعات الموضحة بشكل ٢ – ٦٥ تتكون من الأجزاء الآتية:-

١. القاعدة : هي عبارة عن جزء ثقيل يثبت عليها المسطرة القائمة.

٢. المسطرة القائمة : مثبتة ومرتكزة مع القاعدة بوضع عمودي، مدرجة بالملليمترات والبوصات، تنزلق عليها الورنية.

٣. الورنية المنزلقة : تنزلق على المسطرة وتحمل التقسيم المساعد بالملليمترات، الغرض من التقسيم المساعد هو تكبير للأجزاء الصغيرة التي أقل من الملليمتر لسهولة قراءتها.

صممت الورنية المنزلقة بحيث يركب عليها المؤشر أو مبين القياس ذو القرص المدرج Dial Indicator.

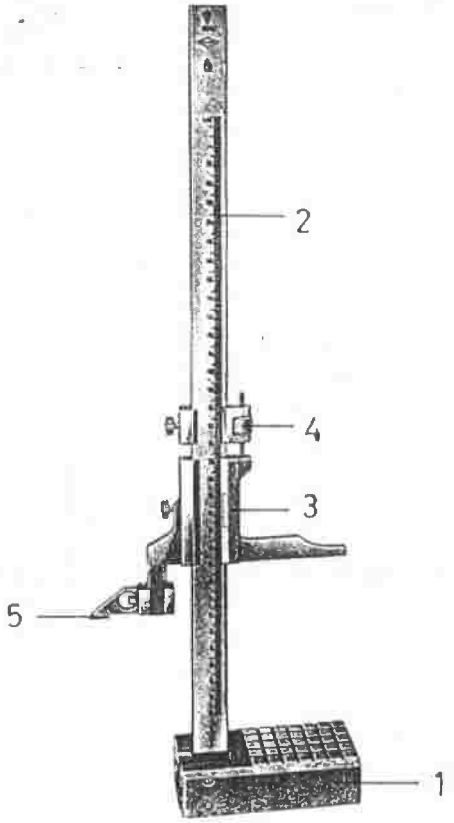
٤. حلقة الضبط الدقيق : الغرض منها هو تحديد القياس بدقة من خلال دوران الحلقة نحو اليمين أو اليسار.

٥. المؤشر : يسمى أيضاً بقلم الشنكار، له طرف مشطوف حاد (بزاوية حادة) يثبت بالورنية المنزلقة عن طريق مسمار قلاووظ.

يصنع المؤشر من الصلب السبائكي المخلوط بنسبة عالية (صلب السرعات العالية)، وذلك لإمكان عمل الخدوش على شكل خطوط مستقيمة على المشغولات

المعدنية المختلفة أثناء تخطيطها وشنكرتها دون أي تأثير على الجزء المشطوف .

صمم المؤشر بحيث يمكن تركيبه واستبداله.



شكل ٢ – ٦٥

قدمة قياس الارتفاعات

١. القاعدة.

2. المسطرة القائمة.

3. الورنية المنزلقة.

4. حلقة الضبط الدقيق.

5. المؤشر.

تستخدم قدمة قياس الارتفاعات أثناء الشنكرة للتحديد الدقيق للخطوط، لاختبار مواضع الثقوب وكذلك بالنسبة لبعضها البعض ، وكما يدل عليه اسمها فهي تستخدم لقياس الارتفاعات ، حيث إن القاعدة ترتكز على زهرة الاستواء ، ويعتبر هذا السطح أساساً لجميع المشغولات، لذلك يجب قراءة ضبط صفر القدمة عندما يتلامس المؤشر مع السطح العلوي لزهرة الاستواء.

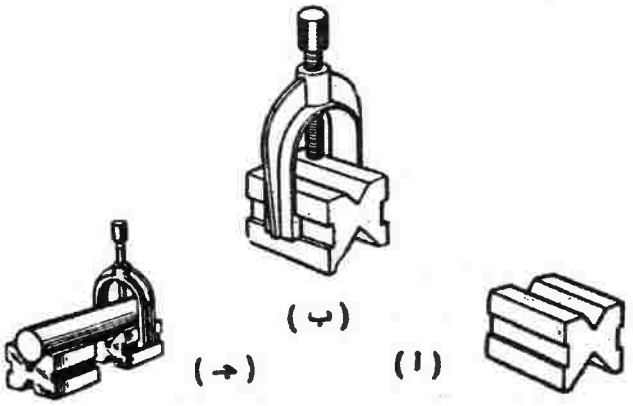
توجد عدة مقاسات لقدمة قياس الارتفاعات ، ويعرف قياسها بأقصى مسافة يمكن قياسها فمثلاً القدمة 250 ملليمتر .. هذا يعني أن أقصى ارتفاع يمكن قياسه هو 250 ملليمتر. المقاسات الشائعة لقدمة قياس الارتفاعات هي 250 ملليمتر ، 400 ملليمتر.

الزهرة حرف V : V Block

تعتبر الزهرات التي على الموضحة بشكل حرف V شكل ٢ – ٦٦ من أدوات الشنكرة المساعدة ، وهي عبارة عن قاعدة منشورية على هيئة متوازي مستطيلات.

تصنع الزهرات من الزهر الطري أو من الصلب ، يوجد بها عدة تجاويف كل منها بزاوية قدرها 90^0 ، تجرى عليها عمليات القشط والتجليخ بدقة.

تستخدم الزهرة حرف V في حمل المشغولات الأسطوانية المطلوب تخطيطها على زهرة الاستواء ، ويمكن استخدام زهرتان متشابهتان عند تخطيط المشغولات الأسطوانية الطويلة ، كما تستخدم الزهرة حرف V بزرجينة لتثبيت قطع التشغيل الأسطوانية وذلك لضمان عدم تحركها أثناء تخطيطها.



شكل ٢ – ٦٦

زهرة حرف V

(أ) زهرة حرف V.

(ب) زهرة حرف V بزرجينة.

(ج) زهرتان متشابهتان مثبتة على إحداهما زرجينة.

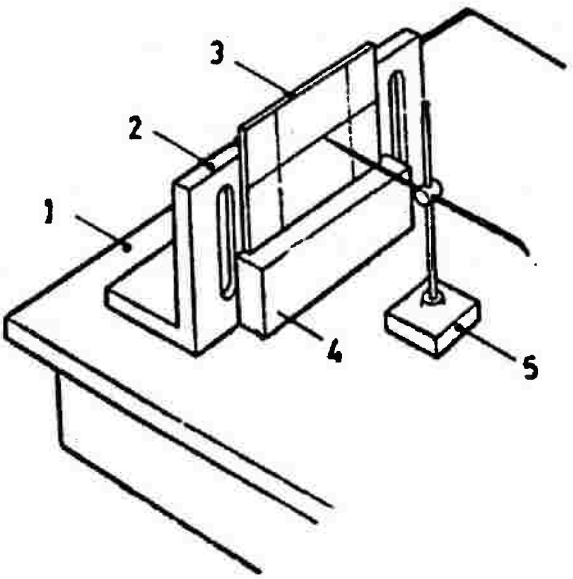
الزهرة القائمة : Surface Plate

الزهرة القائمة الموضحة بشكل ٢ – ٦٧ تسمى أيضاً باللوح الزاوي حرف L . تحتوي على عدد كبير من الفتحات (المشقبيات) بشكل أفقي ورأسي لتلاءم المسامير اللازمة لتأمين وتثبيت الأجزاء المراد تخطيطها.

شكل ٢ – ٦٧

الزهرة القائمة

تستخدم الزهرة القائمة عند الحاجة إلى تثبيت الأجزاء المراد تخطيطها، كالألواح التي تثبت في وضع رأسي بحيث يتلاصق سطحها الخلفي مع السطح الرأسي للزاوية، وذلك لضمان دقة التخطيط شكل ٢ – ٦٨ .



شكل ٢ – ٦٨

تخطيط الألواح باستخدام الزهرة القائمة

١. زهرة استواء.

٢. زهرة قائمة

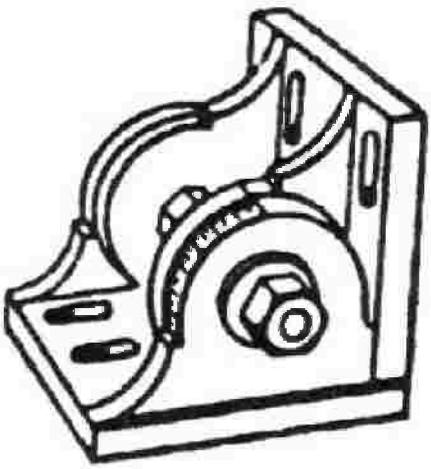
٣. المشغولة المراد تخطيطها.

٤. لقمة متوازية.

٥. شنكار.

الزهرة المتحركة القابلة لضبط الميل : Adjustable Surface Plate

الزهرة المتحركة القابلة لضبط الميل الموضحة بشكل ٢ – ٦٩ عبارة عن لوحين ، يوجد بكل منهما فتحات (مشقبيات) ، يثبت اللوحان من خلال مسمار قلاووظ وصامولة بعد ضبط الزاوية المطلوبة.



شكل ٢ – ٦٩

الزهرة المتحركة القابلة لضبط الميل

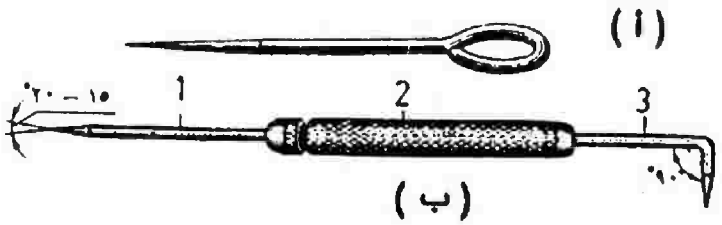
تستخدم الزهرة المتحركة القابلة لضبط الميل عند الحاجة إلى تخطيط (شنكرة) المشغولات ذات الزوايا المختلفة الميل ، وذلك بعد تثبيت المشغولة لضمان دقة التخطيط ، كما تستخدم في أثناء التشغيل على المخرطة بعد تثبيتها بربطها بالصينية وتثبيت الجزء المراد تشغيله.

شوكة العلام : Scriber Punch

هي عبارة عن قضيب معدني قطره 4 . 6 ملليمتر ، وطوله يتراوح ما بين 150 . 200 ملليمتر.

شوكة العلام الموضحة بشكل ٢ – ٧٠ (أ ، ب) تصنع من الصلب ، يقسى طرفاها لتصل إلى درجة عالية من الصلادة ، تجلخ بشكل مخروطي بزاوية قدرها 15 ـ 20^0 . الغرض من تقسية طرفيها هو خدش المشغولات المعدنية أثناء رسم خطوط الشنكرة على قطع التشغيل المختلفة دون تأثير.

تطلى قطعة التشغيل بالطباشير أو بأحد مواد الإظهار قبل تخطيطها ، وذلك لتوضيح خطوط الشنكرة.



شكل ٢ – ٧٠

شوكة العلام

(أ) شوكة العلام من النوع البسيط.

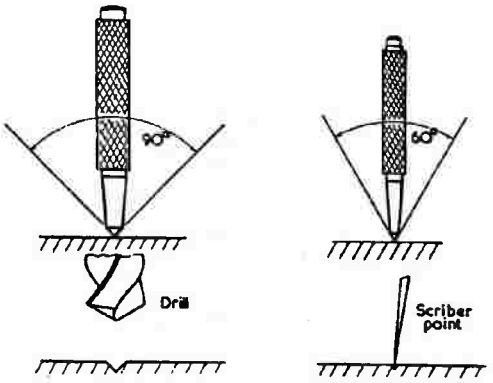
(ب) شوكة العلام من النوع المركب . تتكون من ثلاثة أجزاء ينتهي طرفا الجزأين 1 ، 3 بقلاووظ خارجي ليثبت بالجزء 2 من خلال قلاووظ داخلي ، لتظهر الشوكة بشكل قطعة واحدة . الغرض من تخشين الجزء 2 بالترترة هو إمكان قبضة الشوكة والتحكم بها.

ذنبة العلام : Centre Punch

تصنع ذنبة العلام من الصلب بشكل مضلع منتظم أو أسطواني مترترة ، الغرض من التخشين بالترترة هو إمكان قبضتها والتحكم بها ، يقسى طرفها بدرجة عالية من الصلادة ثم تجلخ بشكل مخروطي بزاوية قدرها 60^0 .

ذنبة العلام شكل ٢ – ٧١ (أ) تستخدم لتحديد خطوط الشنكرة وذلك بوضعها على الخطوط المرسومة بدقة ثم يطرق على رأسها طرقاً خفيفاً بمطرقة مناسبة لتوضيح عدد من النقط المتقاربة على خطوط الشنكرة لتجنب تلاشيها.

ذنبة تحديد مراكز الثقوب شكل ٢ – ٧١ (ب) تتشابه مع ذنبة العلام ولكنها تختلف في زاوية السن حيث مقدارها 90^0 ، صممت هذه الذنبة لاستخدامها في تحديد مراكز الثقوب ليتناسب أثرها المتسع بقطعة التشغيل مع زاوية الحدود القاطعة للمثاقب ومقدارها 120^0 تقرباً والمستخدمة للثقب.



شكل ٢ – ٧١

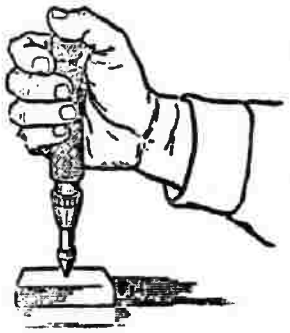
ذنبة علام

(أ) ذنبة علام تستخدم لتحديد خطوط الشنكرة مقدار زويتها 60^0.

(ب) ذنبة تحديد مراكز الثقوب مقدار زويتها 90^0.

الذنبة الطارقة : Centre Punch Hemmer

تطورت ذنبة العلام حيث زودت بنوابض لولبية (ياءات) لاستعمالها مباشرة بدون استخدام مطرقة ، حيث توضع الذنبة بوضع رأسي على النقطة المراد تعليمها ، ثم يضغط عليها لأسفل ليتحرك الجزء الأمامي إلى أعلى وإلى أسفل حركة سريعة تسمى بانطلاقة الذنبة كما هو موضح بشكل ٢ – ٧٢ .



شكل ٢ – ٧٢

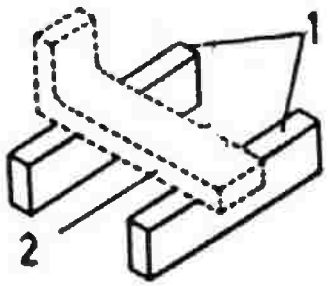
الذنبة الطارقة

الشرائح المتوازية : Parallel Strips

الشرائح المتوازية عبارة عن قطع على شكل متوازي مستطيلات مصنوعة من الصلب المتوسط الصلادة ومجلخة بدقة.

توجد الشرائح المتوازية على شكل أطقم (أزواج متشابه الأبعاد) بعدة مقاسات. يحتوي كل طقم على قطعتين متشابهتين تماماً.

تستخدم الشرائح المتوازية الموضحة بشكل ٢ – ٧٣ كمرتكزات لحمل المشغولات المراد تخطيطها على زهرة الاستواء، وهي المشغولات التي يصعب تخطيطها مباشرة على زهرة الاستواء.



شكل ٢ – ٧٣

الشرائح المتوازية

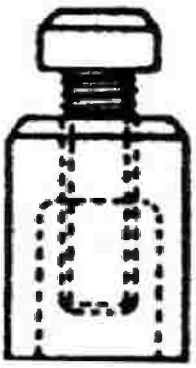
1. الشرائح المتوازية.

2. المشغولة المراد تخطيطها.

الرافع : Jack

يتكون الرافع (الكوريك) الموضح بشكل ٢ – ٧٤ من جزأين أساسيين هما ، القاعدة ومسمار قلاووظ ذو رأس.

يستخدم المرفاع كوسيلة سهلة لرفع أو ضبط أفقية المشغولات في أثناء تخطيطها أو تشغيلها ، وذلك من خلال دوران رأس مسمار قلاووظ نحو اليمين أو نحو اليسار ليرتفع أو ينخفض حسب الطلب.



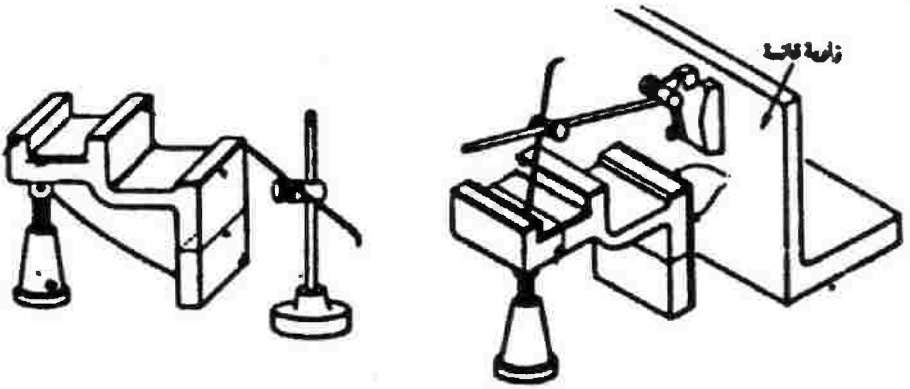
شكل ٢ – ٧٤

الرافـع .. (الكوريك)

شكل ٢ – ٧٥ يوضح بعض استخدامات الرافع في أثناء عملية الشنكرة.

(أ) استخدام الرافع لضبط أفقية سطح مشغولة.

(ب) استخدام الرافع لضبط سطح مشغولة بوضع رأسي.



شكل ٢ – ٧٥

بعض استخدامات الرافع في أثناء عملية الشنكرة

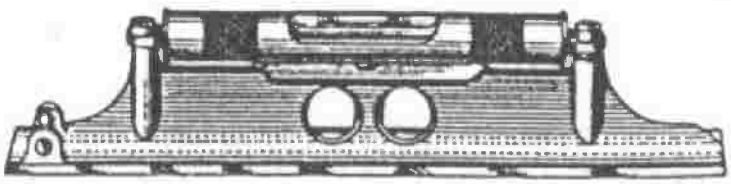
ميزان التسوية (ميزان المياه) : Spirit Level

تنتج دور الصناعة ميزان التسوية بأشكال ومواد مختلفة وأكثرها انتشاراً على شكل قضيب مقطعه مستطيل كما هو موضح بشكل ٢ – ٧٦ .

يصنع هيكل ميزان التسوية من الألومنيوم أو الخشب على شكل متوازي مستطيلات ، يحتوي على قارورتان من الزجاج ، أحدهما أفقية وتوجد بمنتصف السطح العلوي ، والأخرى رأسية وهي عادة تكون بالقرب من نهاية هيكل الميزان.

القارورتان مملوءتان بالكحول أو الإيثير (أي لا يوجد بهما ماء) ، بحيث يكون بداخل كل منهما فقاعة هوائية صغيرة.

يستخدم ميزان التسوية (المعروف بميزان الماء) في ضبط إستواء الأسطح أفقياً أو رأسياً ، كما يستخدم بالمصانع والورش بصفة خاصة في ضبط استواء أفقية أسطح فرش الماكينات المختلفة أثناء تثبيتها.



شكل ٢ – ٧٦

ميزن التسوية (ميزن الماء)

تتحرك الفقاعة الهوائية أثناء فحص الأسطح المستوية الأفقية لتستقر بأعلى نقطة بمنتصف القارورة الزجاجية ، وفي حالة وجود أي ميل بالسطح تتحرك الفقاعة الهوائية بالقارورة لتستقر نحو اليمين أو اليسار لتوضح الجهة المطلوب تعديلها.