الباب الخامس

القـــــــياس

Measurement

تمهيد

من المبادئ الأساسية الهامة في عمليات القياس هو استخدام أدوات أو أجهزة مناسبة للأجزاء المراد قياسها، ويتم اختيار الأدوات أو الأجهزة حسب أهمية هذه الأجزاء، من حيث تركيبها أو طريقة تشغيلها لتحقيق درجة الدقة المطلوبة .

سيتناول هذا الباب عرضاً لأكثر أنواع أدوات وأجهزة القياس المستخدمة في الورش الميكانيكية والمصانع الإنتاجية مثل القدمات ذات الورنية بأنواعها وأشكالها المختلفة، الميكرومترات بأنواعها وأشكالها المختلفة.

كما يتعرض لأدوات وأجهزة القياس الفائقة الدة مثل .. قوالب القياس، ــ محددات القياس ــ المبينات ذات وجه الساعة ..... وغيرها، لاختبار الأبعاد والأقطار الدقيقة للمنتجات المصنعة للوصول إلى الجودة العالية المطلوبة في عمليات الإنتاج.

القيـــاس

Measurement

يعرف القياس بأنه النتيجة التي يمكن الحصول عليها من خلال مقارنة قيم غير معروفة بقيم أخرى معروفة المقدار والكم ، وعلى سبيل المثال لا يمكن تحديد وزن أي سلعة إلا بعد مقارنتها بالأوزان النمطية ، ولا يمكن الحصول على نتيجة قياس دقيق لأحد الأبعاد الميكانيكية إلا بعد استخدام الأدوات والأجهزة النمطية كالمسطرة أو القدمة ذات الورنية أو الميكومتر .... إلخ ، ولا يمكن الحصول على قياس لدرجات الحرارة إلا عن طريق استخدام الترمومتر .

وبذلك يمكن التعبـــير عن القياس بأنه مقدار دقيق يعطى بالأرقام للتحديد أى قيمة ســـواء للأبعاد ــ الأقـــطار ــ الزاويا ــ الخشونة ــ القوى ــ الأحجام ــ الأوزان ..... إلخ .

معامل القياس

Measurement laboratory's

معامل القياس هي عبارة عن حجرات أو قاعات خاصة للقياسات الدقيقة ، تحتوي على العديد من الأدوات وأجهزة القياس والمعايرة ، لاستخدامها في قياس ومراجعة المنتجات المصنعة.

توجد هذه المعامل في جميع المصانع الإنتاجية ، الغرض منها هو فحص ومعايرة قياسات المشغولات المصنعة Work Pieces ومقارنة قياساتها بقياسات الأجزاء الأساسية النموذجية Master Gauge ، وذلك لتحديد الانحرافات Deviations (مقدار الزيادة أو النقص في القياس الأساسي) ، للتعرف على الأجزاء المقبولة Accepted أو الأجزاء المرفوضة Rejected .

الشروط الواجب توافرها في معامل القياس:

Conditions to be available at measuring laboratory's

هناك شروط يجب أن تتوفر قي معامل القياس (حجرات أو قاعات القياس) ، لضمان الدقة العالية عند مراجعة ومعايرة المنتجات المصنعة .. لذلك يجب أن تتوفر بها الشروط التالية :-

1ـ درجة حرارة ثابتة ^{0}20م : Constant temperature 20 ^{0}C

يعتبر هذا الشرط من أهم الشروط الواجب توافرها في معامل القياس ، لذلك يجب أن يزود المعمل بجهاز تكييف هواء ، كما يجب أن تكون حوائطه مبطنة بعوازل حرارية وتغطية أرضية وسقفه بطبقة عازلة للحرارة.

2ـ نسبة رطوبة مناسبة Suitable humidity rates :

يفضل أن تكون نسبة الرطوبة في جو المعمل ما بين 50 ــ 55% وذلك لراحة الفنيين والمهندسين العاملين ، بالإضافة إلى المحافظة على أدوات وأجهزة القياس والمشغولات المطلوب قياسها أو فحصها من الصدأ.

3ـ النظافة والخلو من الأتربة Cleaning & dust free :

يجب توفر النظافة المستديمة وخلو المعمل من الأتربة والغبار لعدم حدوث خدوش بأسطح العدسات والأجزاء البصرية ، بالإضافة إلى عدم تعرض أجهزة القياس الأخرى للتآكل.

4ـ البعد عن مصادر الاهتزازات Avoiding Resources of vibration:

أى اهتزاز بالمبنى ينتج عنه إزاحة للمشغولات المراد فحصها وكذلك أدوات وأجهزة القياس المستخدمة ، لذلك يجب أن يكون المعمل بالدور الأرضي ، وفى حالة وجود ماكينات قياس ، يفضل تثبيتها على قواعد خرسانية ومخدات من الكاوتشوك.

أسس تصميم أدوات وأجهزة القياس :

Bases of measurement apparatus & instruments design

تصميم أدوات وأجهزة القياس ، بحيث يمكن استعمالها في أوسع مجال في

القياسات ، وتتلخص أهم أسس تصميماتها فيما يلي:-

1. تقسيم أدوات القياس ذات التدريج إلى أقسام تمثل وحدات قياس ، كما هو الحال **في المسطرة Rule أو المنقلة Protractor ، بحيث يمكن قراءة قيمة البعد أو** المقاس مباشرة على هذا التدريج ، مع تقدير قيمة أجزاء القسم الواحد اعتماداً على النظر.
2. يمكن زيادة دقة القياس بتزويد التدريج أو المقياس الرئيسي بورينة منزلقة **Vernier** مدرجة تنزلق عليه ، ويمكن بواسطتها قياس أجزاء من القسم الواحد.
3. يمكن أيضاً زيادة دقة القياس بالاستعانة بوسائل مختلفة لتكبير أقسام التدريج باستعمال عدسة مكبرة أو مجهر.
4. تصميم بعض أدوات وأجهزة القياس بحيث يمكن مراجعة قياس البعد المطلوب عن طريق حركة مؤشر على تدريج ، ويجرى فيه تكبير هذه الحركة بواسطة ترتيبات ميكانيكية مختلفة كما هو الحال في مبينات القياس **Indicators Gauge**.
5. اعتماد بعض أجهزة القياس على استعمال حركة الشعاع الضوئي أو على إسقاطه ، كما تبنى التصميمات في بعضها على خاصية التداخل الضوئي.
6. استعمال فرق ضغوط الهواء في قياس الانحرافات في الأبعاد.
7. تصميم أدوات قياس بمقاسات محددة ، وهى أدوات قياس فائقة الدقة والمعروفة بمحددات القياس **Limit Gauges** ، وذلك للكشف عن القياس أو البعد بين حدين **Limits** معينين ، بحيث يكون المنتج مقبولا ، وعند وقوع القياس أو البعد خارج هذين الحدين (بالزيادة أو بالنقص) يكون المنتج غير مطابق للمواصفات الموضوعة ويصير بذلك مرفوضاً.

ويؤخذ في الاعتبار عند تصميم هذه المحددات، التآكل **Wear** التي ستتعرض لها هذه الأدوات من كثرة استعمالها، وهناك أيضاً محددات قياس أخرى قابلة للضبط **Adjustable** الأمر الذي يزيد كثيراً في مجال استعمالها.

دقة القياس

Measurement precision

القياس هو العلم والفن المتعلقان بتحديد الأطوال وضبط الأبعاد ، والقياس الدقيق هو الصرح القوى الذي تقوم عليه الصناعات الحديثة ، وهو الدعامة الأولى بل الأساس الذي يعتمد عليه الإنتاج الصناعي في جميع مراحله ، وما يترتب عليه من تبادل السلع بين دول العالم ، إلى حتمية تصنيع منتجات بقياسات موحدة متفق عليها دولياً بتفاوتات تكاد تكون معدومة في معظم المشغولات.

ولإمكان تصنيع المنتجات المختلفة ، فإنه يجب استخدام أدوات وأجهزة القياس . تختلف هذه الأدوات والأجهزة باختلاف درجة الدقة المطلوبة وأهمية الجزء المراد قياسه وعلاقته بالأجزاء المكملة له .. وأنواع أدوات وأجهزة القياس هى كالآتي:-

1. أدوات قياس ناقلة أو أدوات قياس غير مباشرة مثل الفراجير (البراجل) بأنواعها وأشكالها المختلفة.
2. أدوات قياس مباشرة مثل القدمات ذات الورنية بأنواعها وأشكالها – الميكرومترات بأنواعها وأشكالها المختلفة ، وهى الأدوات الأكثر انتشاراً بالورش الميكانيكية والمصانع الإنتاجية.
3. أدوات وأجهزة الفحص والمقارنة مثل قوالب ومحددات القياس – المبينات ذات وجه الساعة .. وهى أدوات وأجهزة قياس ذات دقة عالية.
4. أجهزة القياس الضوئية والبصرية .. وهى ما تسمى بأجهزة القياس الفائقة الدقة.

أدوات القياس الناقلة

Movable Measurement Instruments

أدوات القياس الناقلة هى عبارة عن مجموعة من الفراجير (البراجل) المختلفة الأشكال ، وتسمى بأدوات القياس الناقلة حيث أنها تنقل المقاييس المختلفة من المساطر أو من المشغولات النموذجية 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 توازى الأسطح الخارجية أو الداخلية للمشغولات ، كما يستخدمها الخراط في مقارنة قياس الأجزاء الأسطوانية بمشغولات أخرى نموذجية ، ومراجعة وفحص توازى الأسطح الداخلية للثقوب.

تصنع الفراجير من الصلب الذي لا يصدأ أو من الصلب المتوسط الصلادة ، وتتكون بصفة عامة عن ساقين مثبتين بمسمار بحيث يكونا قابلا للحركة.

تختلف أشكال الفراجير بعضها عن بعض باختلاف استخدام كل منها .. فيما يلي عرض لجميع أنواع وأشكال الفراجير كل منها على حدة.

الفراجير (البراجل)

Dividers

تعتبر الفراجير (البراجل) من الأدوات التكميلية للمسطرة (القدم الصلب) ، وتستخدم في نقل الأبعاد وفى عمليات التخطيط والشنكرة.

تصنع الفراجير من الصلب المتوسط الصلادة ، وتتكون من ساقين بأشكال مختلفة . تختلف أنواع الفراجير باختلاف أشكال ساقيها ، وأنواع الفراجير هى:-

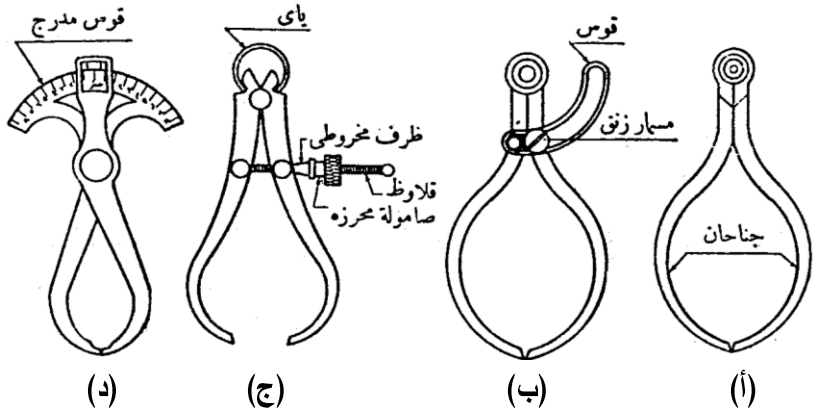
1. فرجار القياس الخارجي.
2. فرجار القياس الداخلي.

3. فرجار التقسيم.

4. فرجار بشوكة.

فرجار القياس الخارجي Outside Calipers:

يسمى بالفرجار الكروي ويعرف من ساقية المنحنيين على شكل قوس . تصنع فراجير القياس الخارجية بتصميمات مختلفة كما هو موضح بشكل 5 – 1 لتفي كافة الأغراض.



شكل 5 – 1

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) 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 للقياسات الخارجية والداخلية.

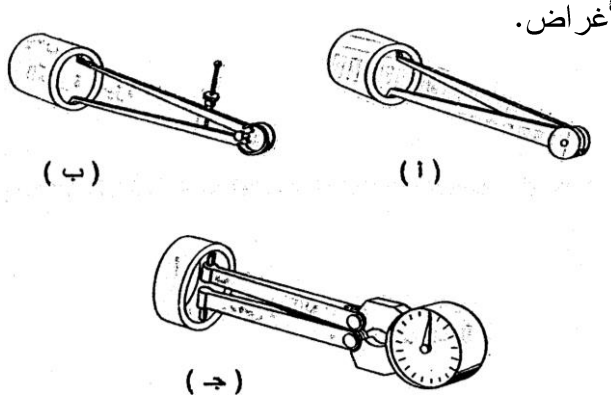
يستخدم فرجار القياس الخارجي في قياس ومراجعة الأقطار والأبعاد الخارجية للمشغولات المختلفة . ويراعى عند إستخدامه أن يكون وضعه بشكل عمودي على

المشغولة المراد قياسها مع تلامس طرفا ساقية بلطف.

فرجار القياس الداخلي Inside Calipers:

يسمى أيضا بالفرجار المقص ويعرف من ساقية المستقيمين المنحني نهايتها إلى الخارج.

تصنع فراجير القياس الداخلية بتصميمات مختلفة كما هو موضح بشكل 5 – 2 لتفي كافة الأغراض.



شكل 5 – 2

التصميمات المختلفة لفراجير القياس الداخلية

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

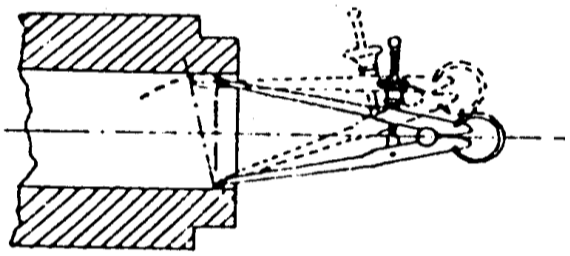
(ب) فرجار القياس الداخلي الدقيق ، مزود بنابض حلقي (ياي) ومسمار قلاووظ وصامولة ذو سن دقيق يساعد على ضبط القياس بدقة كبيرة.

(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 وفى قياس المجارى الداخلية للثقوب.

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

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

شكل 5 – 3 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 . ولدقة القياس فإنه يجب أن يكون محور الفرجار مطابق تماماً لمحور قطعة التشغيل.

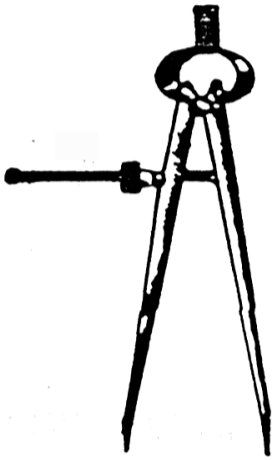


شكل 5 – 3

الطريقة الصحيحة لقياس الأقطار والأبعاد الداخلية للمشغولات

فرجار التقسيم Firm Joint Divider :

يسمى أيضا بالبرجل العدل ، لكونه يتكون من ساقين مبططين مستقيمين ، ينتهي كل منهما يسن على شكل شوكة كما هو موضح بشكل 5 – 4 .



شكل 5 – 4

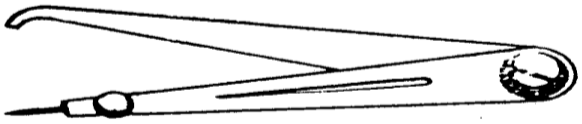
فرجـــار التقســـيم

يستخدم فرجار التقسيم في تقسيم المسافات ونقل الأبعاد ورسم الأقواس والدوائر أثناء عمليات التخطيط والشنكرة ، وذلك من خلال الاستعانة بالمسطرة (القدم الصلب).

الفرجار ذو الشوكة Hermaphrodite Calipers :

يتكون الفرجار ذو الشوكة من ساقين أحدهما يماثل إحدى ساقي فرجار القياس الداخلي أى ذو ساق مستقيم ينتهي بانحناء إلى الداخل ، والساق الأخرى تماثل إحدى ساقي فرجار التقسيم .. أى ذو ساق مستقيم ينتهي بسن على شكل شوكة.

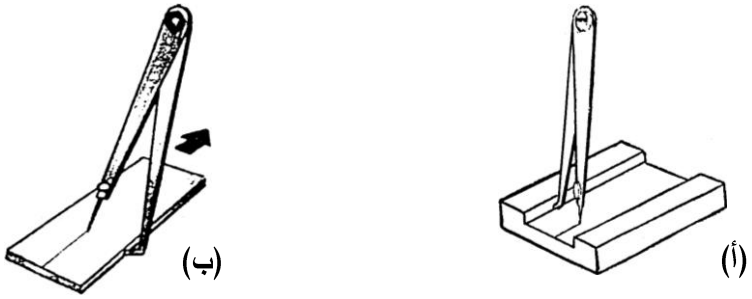
يعتبر الفرجار ذو الشوكة الموضح بشكل 5 – 5 وسط بين فرجار التقسيم وفرجار القياس الداخلي.



شكل 5 – 5

الفرجـــار ذو الشـــوكة

يستخدم الفرجار ذو الشوكة في عمليات التخطيط والشنكرة وذلك لرسم الخطوط المتوازية للأسطح الجانبية الخارجية للمشغولات كما هو موضح بشكل 5 – 6 (أ)، كما يستخدم لرسم الخطوط المتوازية للأسطح الجانبية الداخلية للمشغولات كما هو موضح بشكل 5 – 6 (ب).



شكل 5 – 6

استخدام الفرجار ذو الشوكة لرسم الخطوط المتوازية للأسطح الجانبية الخارجية والداخلية للمشغولات.

ملاحظـة :

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

أدوات وأساليب قياس الزوايا

Angle Measuring Equipment & Techniques

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

فيما يلي عرض لجمــيع أنواع الزوايا المستخدمة في عمليات التخطيط والفحص ، ونظام تدريج الزوايا المتحركة ذات الورنية القابلة للضبط ، مع عرض قراءات مختلفة لكل منها على حدة.

الزوايا Angles :

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

تنقسم الزوايا إلى نوعين أساسيين هما :-

1- زوايا ثابتة.

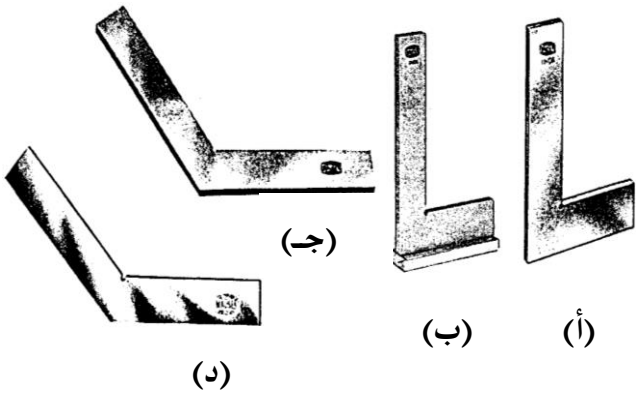
2- زوايا متحركة.

الزوايا الثابتة Flat Squares :

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

المشغولات.

تتكون الزوايا الثابتة من ضلعين محصورة بينهما زاوية ذات قيمة ثابتة كما هو موضح بشكل 5 – 7 وهى كما يلي:-



شكل 5 – 7

الزوايا الثابتة

(أ) زاوية قائمة 90° وهى الأكثر انتشاراً .. تستخدم في اختبار تعامد المشغولات.

(ب) زاوية قائمة 90° ذات قاعدة .. لاستخدامها في شنكرة ومراجعة تعامد المشغولات.

(ج) زاوية منفرجة 120° .. لاستخدامها في اختبار تعامد المشغولات المسدسة.

(د) زاوية منفرجة 135° .. لاستخدامها في اختبار تعامد المشغولات المثمنة.

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 مجارى انزلاق ، تثبت المسطرة المتحركة بمسمار قلاووظ عند إتمام عملية القياس . المنقلة هى الجزء الأساسي بجميع أشكال الزوايا المتحركة ، حيث تثبت المنقلة على المسطرة الثابتة لتحديد قيمة الزوايا أثناء تخطيطها أو مراجعتها.

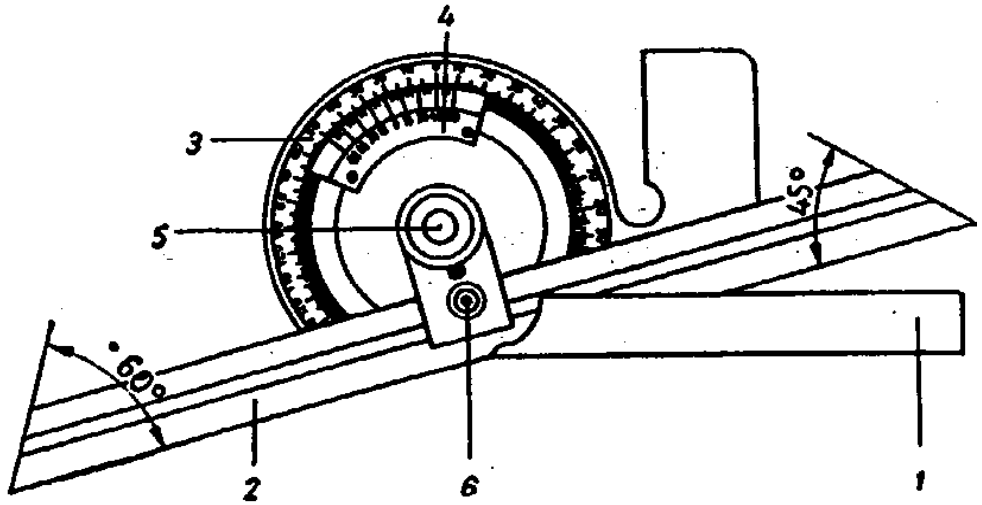
صممت الزوايا المتحركة بعدة أشكال ، الغرض منها هو قياس زوايا المشغولات المختلفة وأنواع الزوايا المتحركة هى كما يلي:-

الزاوية ذات الورنية Vernier Angle :

تسمى أيضا بالمنقلة الدائرية ذات الورنية أو بزاوية كوستيلا ، وهـــى جهـــاز 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 5 – 8 من مسطرة ثابتة تحمل قرص المقاس الرئيسي المقسم على 360^{o} ومسطرة متحركة تحمل القرص الذي يحمل الورنية . دقة قياس الورنية $\frac{1}{12}^{o}$ أى $5'$ .. (خمسة دقائق).



شكل 5 – 8

الزاويـــــة ذات الورنيـــــة.

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

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

3. منقلة دائرية أو قرص مدرج يحمل التقسيم الرئيسي على 360^{o}.

4. ورنية منزلقة دقة قياسها $\frac{1}{12}^{o}$ أى $5'$.. (الورنية مثبتة على قرص يسمى بقرص الورنية).
5. مسمار تثبيت قرص الورنية.
6. مسمار تثبيت المسطرة المتحركة.

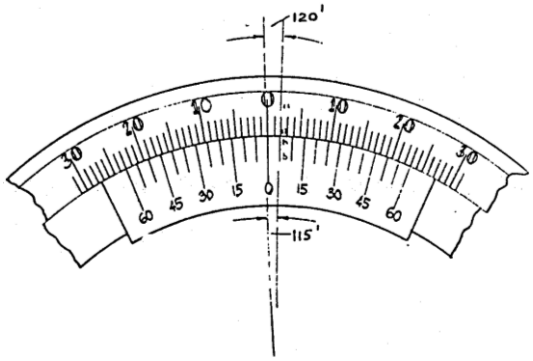
تقسم المنقلة الدائرية أو القرص المدرج الذي يحمل التقسيم الرئيسي إلى أربعة أقسام كل منها 90^{o}، وترقم التقسيمات في كل قسم من صفر إلى 90^{o} في اتجاه ، ثم من 90^{o}إلى صفر في ترتيب تنازلي.

تتميز الزاوية أو المنقلة الدائرية بوجود ورنية 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 دقائق ، بالإضافة إلى وجود زاوية قدرها 45^{o}، 60^{o} على جانبي المسطرة المتحركة ، وتنتهي بزاوية 90^{o}بجانب المسطرة الثابتة ، وذلك لمراجعة الزوايا ذات القيم الثابتة.

نظام تدريج ورنية الزاوية System of Vernier angle :

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 5 – 9 رسم تخطيطي للزاوية أو للمنقلة الدائرية أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمنقلة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية.



شكل 5 – 9

نظام تدريج ورنيـــــة الزاوية

أخذت مسافة قدرها 23 درجة من التقسيم الأساسي من الجهتين اليمنى واليسرى بالمنقلة الدائرية وقسمت إلى 12 قسم (أقسام متساوية) على الورنية المنزلقة من كلا الجهتين اليمنى واليسرى ، بحيث ينطبق صفر التقسيم الرئيسي بالمنقلة الدائرية مع صغر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة . بذلك يكون مقدار القسم الواحد بالورنية المنزلقة.

$$23 \text{ درجة} \div 12 \text{ قسم} = 1^{o}\frac{11}{12}$$

حيث أن كل قسمين من التقسيم الرئيسي بالمنقلة الدائرية يساوى 2 درجة ويكافئ قسم واحد من التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة، هذا يعنى أن الفرق بين قيمة قسمين من التقسيم الرئيسي وقسم واحد من التقسيم المساعد بالورنية.

$$\text{درجة } \frac{1}{12} = \frac{11}{12} - 2 =$$

$$\text{التحويل من الدرجات إلى دقائق} = \frac{1}{12} \times 60 = 5^{/}$$

وهى دقة قياس ورنية المنقلة الدائرية.

ولسهولة قراءة الورنية المنزلقة ، يرقم كل ثالثة خطوط ابتداء من الصفر على التوالي بالأرقام التالية:-

$$60^{o} \quad - \quad 45^{o} \quad - 30^{o} \quad - 15^{o}$$

ويمكن تحقيق نظام تدريج ورنية المنقلة الدائرية بالدقائق كما يلي:-

أخذت مسافة قدرها 23 درجة من التقسيم الرئيسي من كلا الجهتين اليمنى واليسرى بالمنقلة الدائرية أى 23 × 60 = 1380 دقيقة ، وقسمت إلى 12 قسم أقسام متساوية على الورنية المنزلقة من كلا الجهتين اليمنى واليسرى.

بذلك يكون مقدار القسم الواحد من أقسام الورنية المنزلقة

= 1380 دقيقة ÷ 12 قسم = 115′

ولما كان كل قسمين من التدريج الرئيسي يساوى 2 درجة أى 120 دقيقة .. هذا يعنى أن الفرق بين قيمة درجتين من التقسيم الرئيسي وقسم واحد من التقسيم المساعد بالورنية.

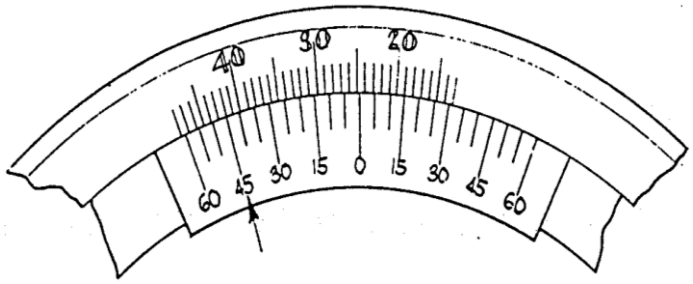
= 120 - 115 = 5′

وهى دقة قياس ورنية المنقلة الدائرية.

قراءات مختلفة للزاوية ذات الورنية دقة 5: Reading the Vernier angle 5`

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

شكل 5 – 10 رسم تخطيطي لجزء من المنقلة والورنية الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-



شكل 5 – 10

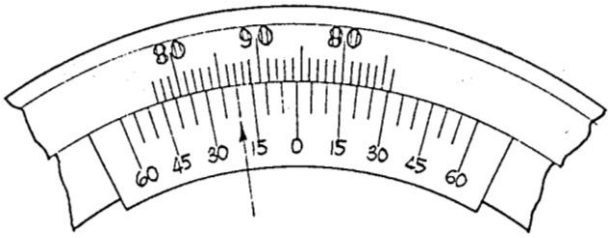
قراءة المنقلة = 45′ 24°

يشير صفر الورنية إلى قراءة الدرجات الصحيحة على المنقلة الدائرية وهى ما بين 24°، 25°.. أى أن القياس أكبر من 24° وأقل من 25° .

وهذا يعنى أن قراءة الدرجات الصحيحة = 24° يضاف إليها جزء من الدرجة الذي يشير إليه السهم الموضح بالتدريج المساعد بالورنية 45′.

∴ قراءة المنقلة = 45′ 24°

شكل 5 – 11 رسم تخطيطي لجزء من المنقلة والورنية الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-



شكل 5 – 11

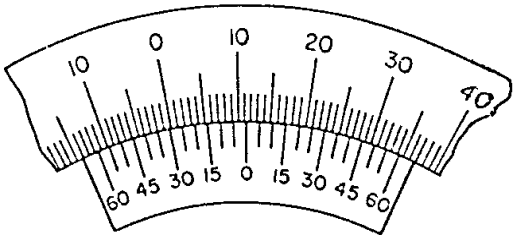
قراءة المنقلة = 45′ 85°

يشير صفر الورنية إلى قراءة الدرجات الصحيحة على المنقلة الدائرية وهى ما بين 85° ، 86° درجة .. أى أن القياس أكبر من 85° درجة وأقل من 86°.

وهذا يعنى أن قراءة الدرجات الصحيحة = 85° يضاف إليها جزء من الدرجة الذي يشير إليه السهم الموضح بالتدريج المساعد بالورنية 20 ’.

∴ قراءة المنقلة = 20′ 85°

شكل 5 – 12 رسم تخطيطي لجزء من المنقلة والورنية الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-



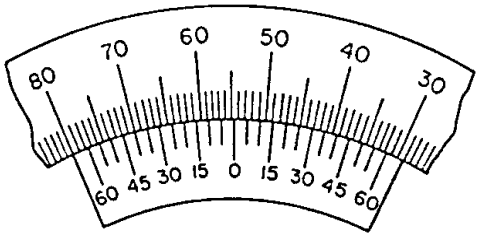
شكل 5 – 12

قراءة المنقلة = 11^{o} ′25

يشير صفر الورنية إلى قراءة الدرجات الصحيحة وهى = 11^{o} ، كسر الدرجة يقرأ على الورنية بالدقائق وهى = ′25 .

∴ قراءة المنقلة = 11^{o} ′25

شكل 5 – 13 رسم تخطيطي لجزء من المنقلة والورنية الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-



شكل 5 – 13

قراءة المنقلة = 54^{o} ′20

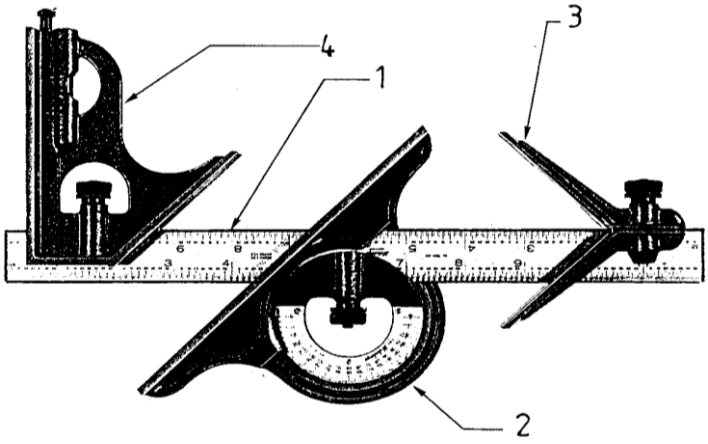
يشير صغر الورنية إلى قراءة الدرجات الصحيحة وهى = 54^{o} ، وكسور الدرجة التي تقرأ على الورنية بالدقائق وهي = ′20

∴ قراءة المنقلة = 54^{o} ′20

الزاوية الجامعة Universal Bevel Protractor :

الزاوية الجامعة الموضحة بشكل 5 – 14 ، تسمى أيضاً بالزاوية العامة ، وســـميت بالزاوية الجامعة لكونها تســـتخدم كمجموعة متكاملة لقياس ومراجعة الزوايا للأغراض المختلفة التالية :-

1. قياس ومراجعة ورسم الزوايا المختلفة بالدرجات والدقائق.
2. تخطيط (شنكرة) المشغولات الأسطوانية لتحديد المراكز باستخدام زاوية تحديد المراكز.
3. مراجعة الاستواء باستخدام ميزان الماء.
4. استخدامها كزاوية قائمة لتخطيط وقياس ومراجعة المشغولات العمودية.
5. استخدامها كمسطرة مدرجة رأسية.



شكل 5 – 14

الزاويـــة الجامـــعة

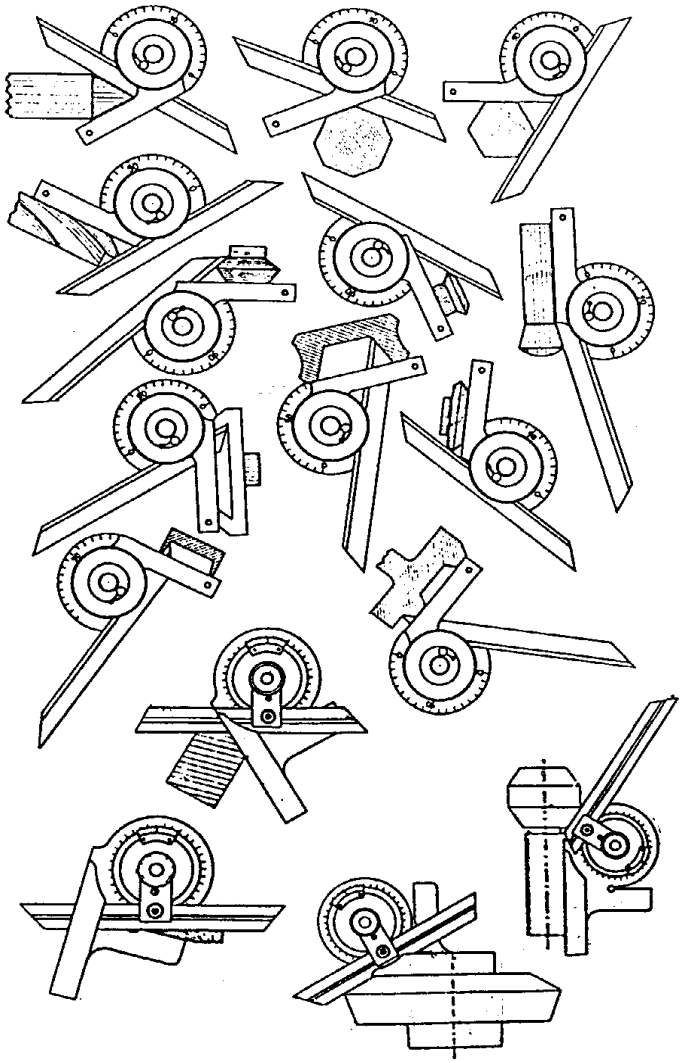
تتكون الزاوية الجامعة من الأجزاء الآتية :-

1. المسطرة : تستخدم للقياسات العادية وتركب عليها جميع أجزاء الزاوية ويمكن استخدامها مع القاعدة بشكل رأسي لتقوم بعمل الزاوية القائمة والمسطرة المدرجة الرأسية.
2. المنقلة : هى الجزء الأساسي بالزاوية الجامعة وتستخدم في ضبط والتحقيق ومراجعة ورسم الزوايا المختلفة.

3. زاوية المراكز : تستخدم لتحديد مراكز المشغولات الأسطوانية .
4. قاعدة الزاوية : تحمل ميزان ماء وتستخدم في مراجعة واختبار إستواء المشغولات.

استخدامات الزوايا المتحركة : Usage's of movable Vernier angles

تستخدم الزوايا المتحركة (المناقل الدائرية والزوايا البصرية) لقياس ومراجعة زوايا المشغولات المختلفة كما هو موضح بشكل 5 – 15 ، وذلك لتحديد قيمتها بالدرجات والدقائق بدقة.



شكل 5 – 15

استخدامات الزوايا المتحركة للقياسات المختلفة

القدمة ذات الورنية

Vernier Caliper

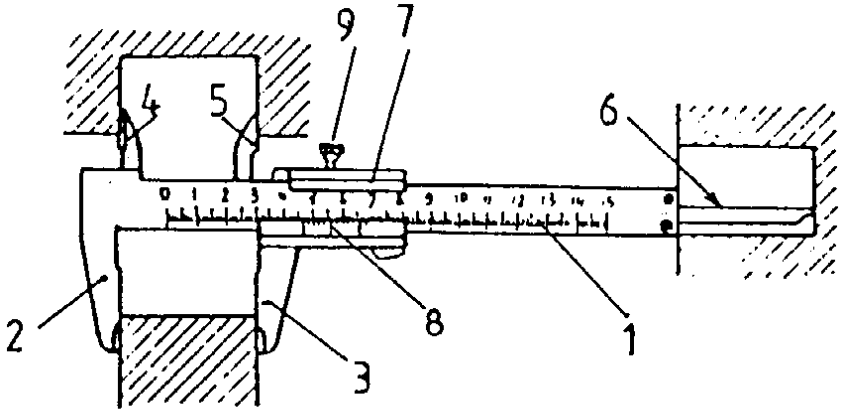
تصنع القدمة ذات الورنية من الصلب الذي لا يصدأ وهى عبارة عن مسطرة مقسمة بالملليمترات من جهة والبوصات من جهة أخرى ، ينتهي طرفها بالفك الثابت بحيث يتعامد معها تعامداً تاماً.

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

يختلف دقة القياس من قدمة إلى أخرى (0.1 أو 0.05 أو 0.02 ملليمتر) باختلاف تقسيم الورنية المنزلقة .. وهو موضح فيما بعد لكل نظام على حدة.

تعتبر القدمة ذات الورنية من أكثر أدوات القياس انتشارا بين الوسط الفني لميزاتها المتعددة وأهمها صغر حجمها وقياساتها العامة ، لذلك فقد سميت بالقدمة ذات الورنية جامعة الأغراض.

تتكون القدمة ذات الورنية الموضحة بشكل 5 ــ 16 من الأجزاء الآتية:-



شكل 5 – 16

القدمـــــة ذات الورنيـــــة

1- المسطرة: يوجد بها التقسيم الرئيسي بالملليمترات والبوصات.

2- الفك الثابت: بنهاية المسطرة ويستخدم مع الفك المتحرك لقياس الأبعاد والأقطار الخارجية.

3- الفك المتحرك: بنهاية الورنية المنزلقة ويستخدم مع الفك الثابت لقياس الأبعاد والأقطار الخارجية.

4- حد القياس الثابت: مثبت بالورنية المنزلقة ويستخدم مع حد القياس المتحرك للقياس الداخلي.

5- حد القياس المتحرك: مثبت بالورنية المنزلقة ويستخدم مع حد القياس الثابت للقياس الداخلي.

6- ساق قياس الأعماق: مثبت بالورنية المنزلقة ويتحرك معها ويستخدم لقياس الارتفاعات وأطوال الثقوب (الأعماق).

7- الورنية المنزلقة: تنزلق على المسطرة وتحمل التقسيم المساعد بالملليمترات والبوصات.

8- التقسيم المساعد: الغرض منه هو تكبير الأجزاء الصغيرة من الملليمتر أو الأجزاء الصغيرة للبوصة لسهولة قراءتها.

9- مسمار تثبيت: لتثبيت الورنية المنزلقة على القياس المطلوب عن الحاجة لذلك.

مميزات القدمة ذات الورنية Advantages of Vernier caliper :

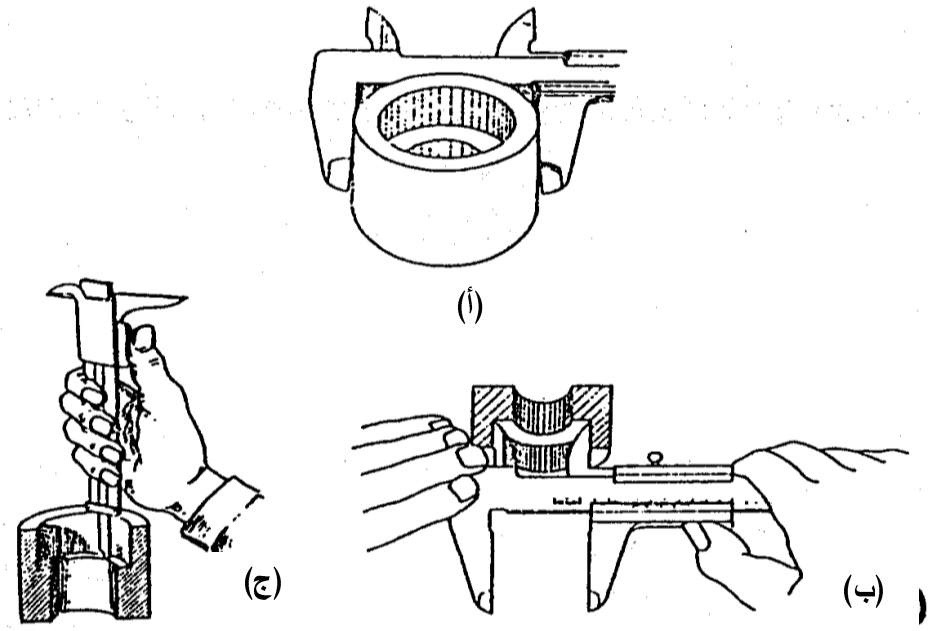
توجد عدة أشكال للقدمة ذات الورنية التي يختلف استخدام كل منها عن الأخرى باختلاف الجزء المطلوب قياسه ، وبصفة عامة تتميز القدمة ذات الورنية بالصـــفات التالية:-

1. تصنع من الصلب الذي لا يصدأ.
2. ذو حجم مناسب.
3. سهلة الاستخدام.
4. استخدامها للقياسات العامة كما هو موضح بشكل 5 – 17.

5- إمكان تثبيتها على القياس المطلوب.

6- تجمع بين النظامـــين المتري بالملليمترات والإنجليزي بالبوصات وأجزاء كل منهما . تصل الدقة بكل منهما إلى 0.02 ملليمتر ، 0.001 بوصة .

7- تتدرج أطوال القدمة لإمكان استخدامها لقياس المشغولات ذات الأبعاد والأقطار الكبيرة لتصل إلى 1500 ملليمتر أى 1.5 متر ، والتي تتميز بنفس الدقة السابق ذكرها.



شكل 5 – 17

استخدام القدمة في القياسات العامة

(أ) قياس الأبعاد والأقطار الخارجية.

(ب) قياس الأبعاد والأقطار الداخلية.

(ج) قياس الارتفاعات والأعماق.

نظرية الورنية

Vernier Theory

يستحال تصميم أداة قياس يقسم عليها السنتيمتر الواحد إلى 100 جزء ليساوى الجزء الواحد منه 0.1 ملليمتر .. وإذا فرض تم ذلك فلا يمكن قراءة الأجزاء الصغيرة بالعين المجردة.

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

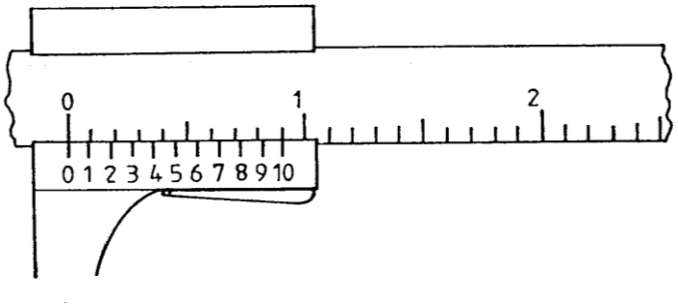
تنزلق الورنية على المسطرة .. لذلك سميت بالورنية المنزلقة . تستخدم الورنية المنزلقة مع التقسيم الأساسي بالمسطرة لإمكان قراءة الأجزاء الصغيرة بالعين المجردة بسهولة ودقة ، حيث يصل دقة قراءة القدمة إلى 0.1 أو 0.05 أو 0.02 ملليمتر للقياس المتري ، وإلى 0.001 بوصة للقياس الإنجليزي .

نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة 0.1 ملليمتر:

System of slide vernier graduation 0.1mm

شكل 5 – 18 يوضح رسم تخطيطي لجزء من القدمة أثناء انطباق صفر التقسيم الرئيسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية.

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



شكل 5 – 18

نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة 0.1 ملليمتر

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

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

وهى دقة قياس الورنية المنزلقة أو دقة القدمة ذات الورنية.

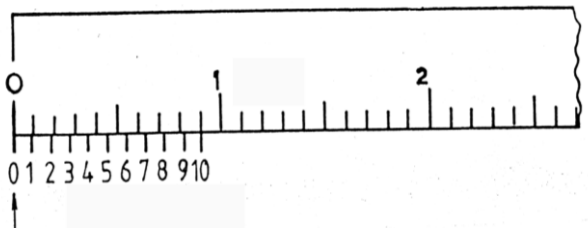
وهكذا .... وبناء على طريقة تقسيم الورنية السابق ذكرها ، فإنه يمكن تدريج الورنية المنزلقة دقة 0.05 ملليمتر أو 0.02 ملليمتر.

قراءات مختلفة للقدمة ذات الورنية دقة 0.1 ملليمتر:

Different readings of Vernier Caliper 0.1 mm

فيما يلي رسم تخطيطي يوضح قراءات مختلفة للقدمة ذات الورنية دقـــة 0.1 ملليمتر ، وذلك نتيجة لتحرك الورنية المنزلقة على مسطرة القدمة لتحديد المسافة بين الفكين الثابت والمتحرك.

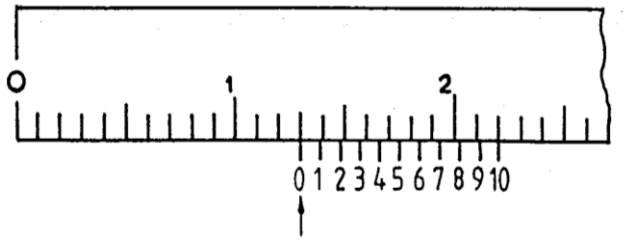
1. عند تلامس الفك الثابت للقدمة مع الفك المتحرك ينطبق صفر المسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة كما هو موضح بشكل 5 – 19 ، الذي يشير إليه السهم حيث لا توجد قراءة ، أو القراءة تساوى صفر.



شكل 5 – 19

قراءة القدمـــــة = صفر

2. عند تحرك الورنية المنزلقة على المسطرة ليتجاوز صفر الورنية 10 ملليمتر لينطبق على القسم الثالث من التقسيم الأساسي بالمسطرة كما هو موضح بشكل 5 – 20 ، حيث يشير السهم إلى صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة لتحديد قراءة المليمترات الصحيحة بمسطرة القدمة وهى تساوى 13 ملليمتر.

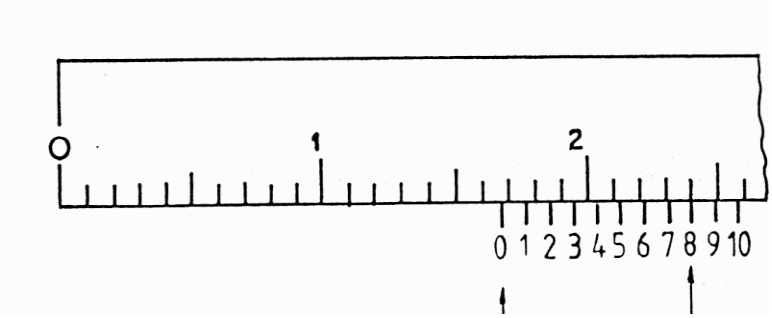


شكل 5 – 20

قراءة القدمة = 13 ملليمتر

3. عند تحرك الورنية المنزلقة على المسطرة كما هو موضح بشكل 5 – 21 ليتجاوز صفر الورنية 16 ملليمتر ، ليشير السهم الصغير لتحديد قراءة بالمليمترات الصحيحة على المسطرة وهى ما بين 16 ملليمتر، 17 ملليمتر، أى أن القياس أكبر من 16 ملليمتر وأقل من 17 ملليمتر .. هذا يعنى أن قراءة المليمترات الصحيحة هى 16 ملليمتر ، يضاف إليها جزء من المليمتر الذي يشير إليه السهم الكبير بالتقسيم المساعد بالورنية المنزلقة وهو 0.8 ملليمتر.

∴ قراءة القدمة = 16 + 0.8 = 16.8 ملليمتر



شكل 5 – 21

قراءة القدمة = 16.8 ملليمتر

القدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر

Vernier Caliper 0.05 mm

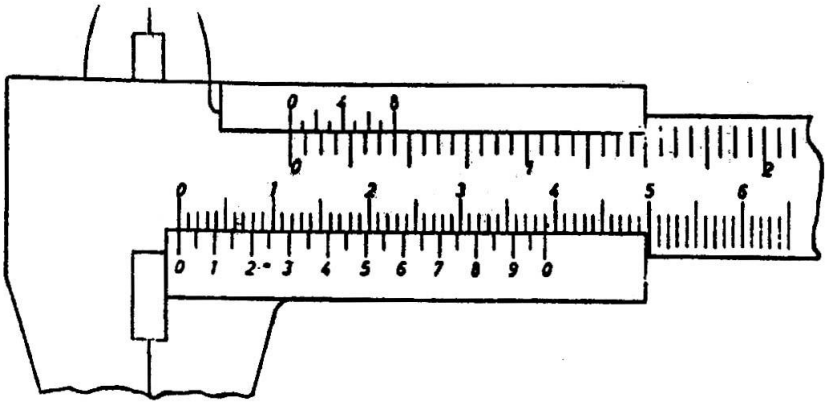
تتكون القدمة ذات الورنية دقة 20/1 ملليمتر أو 0.05 ملليمتر بنفس أجزاء القدمة ذات الورنية دقة 0.1 ملليمتر ، باختلاف تدريج الورنية المنزلقة لإمكان قياس أدق.

نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة 0.05 ملليمتر:

Graduation Slide Vernier system0.05mm

تتشابه القدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر مع القدمة ذات الورنية دقة 0.1 ملليمتر، ويختلفا في دقة القياس.

شكل 5 – 22 يوضح جزء من القدمة ذات الورنية دقة 20/1 ملليمتر أو 0.05 ملليمتر أثناء انطباق صفر المسطرة مع صفر الورنية.



شكل 5 – 22

نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة 0.05 ملليمتر

أخذت مسافة قدرها 39 ملليمتر من المسطرة وقسمت إلى 20 قسم (أقسام متساوية) على الورنية المنزلقة، بحيث يبتدئ صفر الورنية بمحاذاة صفر المسطرة وينتهي آخر تدريج بمحاذاة التدريج التاسع والثلاثون من المسطرة.

بذلك يكون كل قسم من أقسام الورنية = 39 مم ÷ 20 جزء = $\frac{39}{20}$ مم

الذي يقابلها قسمين من أقسام المسطرة قيمتيها = 2 مم

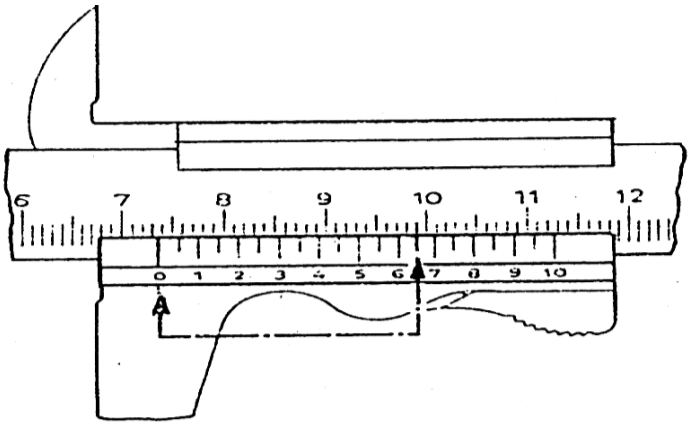
وهذا يعني أن الفرق بين قيمة القسمين من التقسيم الأساسي بالمسطرة وقيمة القسم الواحد من التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة.

$= 2 - \frac{39}{20} = \frac{40}{20} - \frac{39}{20} = \frac{1}{20}$ مم .. أي 0.05 ملليمتر.

قراءة القدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر:

Reading of Vernier caliper 0.05mm

شكل 5 – 23 يوضح جزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر الذي يوضح قيمة قياس.



شكل 5 – 23

قراءة القدمة = 73.65 ملليمتر.

السهم الصغير يشير إلى صفر الورنية لتحديد قراءة المللليمترات الصحيحة على المسطرة وهى ما بين 73 ملليمتر و 74 ملليمتر، أى القياس أكبر من 73 ملليمتر وأقل من 74 ملليمتر.

وهذا يعنى أن قراءة المللليمترات الصحيحة = 73 ملليمتر يضاف إليها جزء من المللليمتر الذي يشير إليه السهم الكبير بالتقسيم المساعد بالورنية المنزلقة كالآتي:-

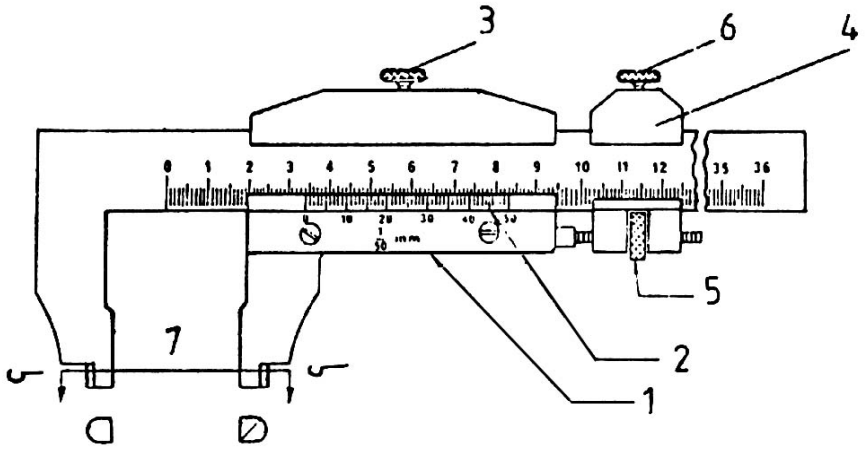
قيمة كسر المللليمتر الموضحة على الورنية = 0.6 + 0.05 = 0.65 ملليمتر

∴ قراءة القدمة = 73 + 0.65 = 73.65 ملليمتر.

القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر

Vernier Caliper Accuracy 0.02 mm

تتكون القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر الموضحة بشكل 5 – 24 من نفس أجزاء القدمة ذات الورنية دقة 0.1 ملليمتر و 0.05 ملليمتر ، باختلاف تدريج الورنية المنزلقة لإمكان قياسات أدق.



شكل 5 – 24

القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر

1- الورنية المنزلقة.

2- التقسيم المساعد بالورنية.

3- مسار تثبيت الورنية المنزلق.

4 -محدد الضبط الدقيق.

5- عجلة التحكم في حركة محددة الضبط الدقيق.

6- مسمار تثبيت محدد الضبط الدقيق.

7- الفكين الثابت والتحرك .. يستخدمان في القياس الخارجي والداخلي.

SS قطاع بالفكين الثابت والتحرك يوضح الأقواس الخارجية بالفكين للحصول على قياسات داخلية دقيقة.

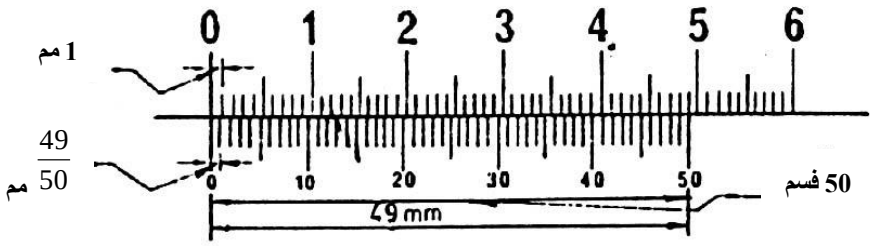
نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر:

Graduation System of slide Vernier Caliper 0.02mm

يوضح شكل 5 – 25 رسم تخطيطي للقدمة أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة .

أخذت مسافة مقدارا 49 ملليمتر من المسطرة وقسمت إلى 50 قسم (أقسام متساوية) على الورنية المنزلقة ، بحيث يبتدئ صفر الورنية بمحاذاة صفر المسطرة

وينتهي آخر تدريج بمحاذاة التدريج 49 من المسطرة .



شكل 5 – 25

نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر

بذلك يكون كل قسم مدرج بالورنية المنزلقة = 49 مم ÷ 50 جزء = $\frac{49}{50}$ مم

هذا يعنى أن الفرق بين قيمة القسم الواحد من القياس الأساسي بالمسطرة ، وقيمة القسم الواحد من التقسيم المساعد بالورنية.

$= 1 - \frac{49}{50} = \frac{1}{50}$ مم .. أي 0.02 مم

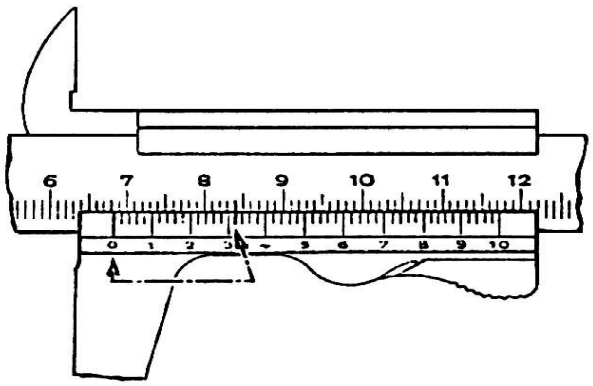
وهي دقة قياس الورنية المنزلقة أو دقة قياس القدمة ذات الورنية.

قراءات للقدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر:

Reading of Vernier Caliper 0.02mm

فيما يلي قراءات مختلفة للقدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر ، وذلك نتيجة تحرك الورنية المنزلقة لتحديد مسافة بين الفكين الثابت والمتحرك .

1- شكل 5 – 26 يوضح جزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر ، والسهم يشير إلى قراءة القياس وهو كالآتي :-



شكل 5 – 26

قراءة القدمـــة = 68.32 ملليمتر

السهم الصغير الذي يشير إلى صفر الورنية لتحديد قراءات المليمترات الصحيحة على المسطرة وهى ما بين 68 ملليمتر ، 69 ملليمتر

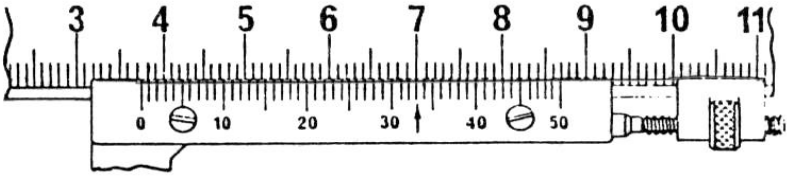
أى أن القياس أكبر من 68 وأقل من 69 ملليمتر

وهذا يعنى أن قراءة المليمترات الصحيحة = 68 ملليمتر

يضاف إليها جزء من الملليمتر الذي يشير إليه السهم الكبير بالتقسيم المســـاعد بالورنية المنزلقة لتكون قراءة القدمة .

= 68 + 0.3 + 0.02 = 68.32 ملليمتر

2- شكل 5 – 27 يوضح جزء من القدمة ذات محدد الضبط الدقيق دقة 0.02 ملليمتر، والسهم يشير إلى قراءة القياس وهو كالآتي :-



شكل 5 – 27

قراءة القدمة = 37.66 ملليمتر.

السهم الصغير يشير إلى صـــفر الورنية لتحديد قراءة بالملليمترات الصحيحة على المسطرة وهى ما بين 37 ملليمتر ، 38 ملليمتر ، أى أن القياس أكبر من 37 ملليمتر ، وأقل من 38 ملليمتر .

وهذا يعنى أن قراءة الملليمترات الصحيحة = 37 ملليمتر يضاف إليها جـــزء من الملليمتر ، الذي يشـــير إليه الســـهم الكبير بالتقسيم المســـاعد بالورنيـــة المنزلقة ، لتكون القراءة كالآتي :-

قراءة القدمة = $37 + (2 \times 0.3) + (2 \times 0.03)$

$= 37 + 0.6 + 0.06$

= 37.66 ملليمتر

القدمات ذات الأشكال الخاصة

Special Vernier Calipers

صممت القدمات المنزلقة ذات الورنية بأشكال مختلفة ، يختلف استخدام كل منها عن الأخرى باختلاف شكل الجزء المراد قياسه.

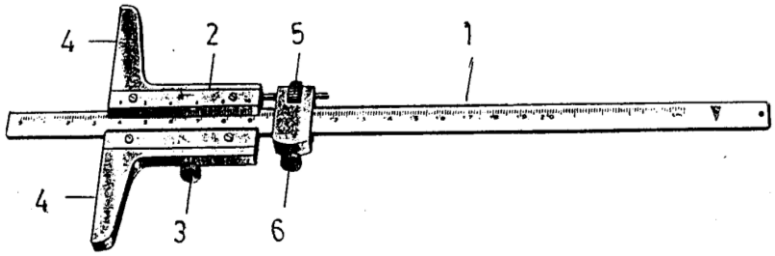
فيما يلي عرض لأكثر أشكال القدمات ذات الأشكال الخاصة انتشاراً.

قدمة قياس الأعماق Depth Gauges Vernier :

تستخدم قدمة قياس الأعماق في قياس الأعماق وأطوال الثقوب . صممت ورنية قدمة الأعماق بذراعين ممتدين لإرتكازهما على أسطح المشغولات المراد قياس أعماقها ، وذلك ضماناً لتثبيتها على المشغولات بشكل أفقي.

يتميز القياس باستخدام قدمة قياس الأعماق عن القياس بالقدمة ذات الورنية ، بدقة قياس الأولى وذلك لارتكاز ذراعي الورنية على سطح المشغولة ، مما يؤكد الحصول على قياسات أدق .

تتكون قدمة قياس الأعماق الموضحة بشكل 5 – 28 من الأجزاء الآتية:-



شكل 5 – 28

قدمة قياس الأعماق

1- المسطرة. **2- المنزلقة.**

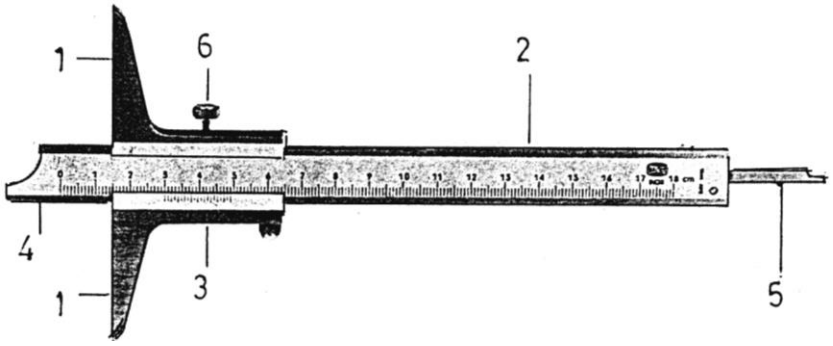
3- مسمار تثبيت المنزلقة. **4- الذراعين.**

5- محدد الضبط الدقيق. **6- مسمار تثبيت محدد الضبط الدقيق.**

قدمة قياس أعماق ذات ساقين :

Two legs depth gauge cylindrical grooves

صممت دور الصناعة قدمة لقياس الأعماق ذات ساقين الموضحة بشكل 5 – 29 . الساق الأول هو المسطرة التقليدية التي تتحرك بالمنزلقة لقياس أعماق المشغولات ذات الأبعاد والأقطار الكبيرة ، والساق الثاني هو المثبت بالمنزلقة ليتحرك بمجرى المسطرة لقياس أعماق المشغولات ذات الأبعاد والأقطار الصغيرة.



شكل 5– 29

قدمة قياس أعمـــاق ذات ساقين

1- الذراعان. 2- المسطرة. 3- المنزلقة.

4- ساق قياس أعماق المشغولات ذات الأبعاد والأقطار الكبيرة.

5- ساق قياس أعماق المشغولات ذات الأبعاد والأقطار الصغيرة.

6- مسمار تثبيت.

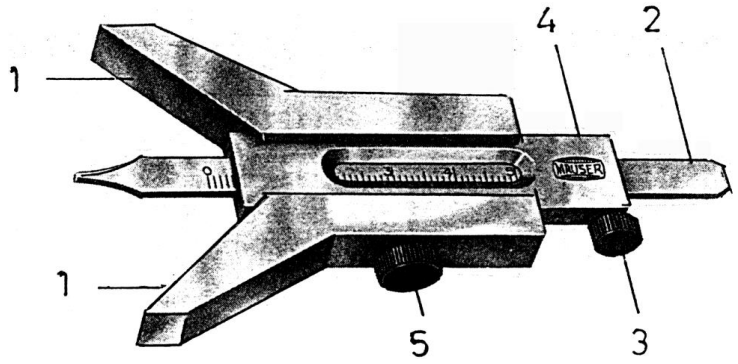
قدمة قياس أعماق مجارى الأسطح الأسطوانية :

Vernier depth gauge of cylindrical grooves

تستخدم قدمة قياس أعماق مجارى الأسطح الأسطوانية في قياس أعماق المجارى الطولية بالأعمدة ، والأجزاء الأسطوانية كعمود التغذية بالمخرطة ، والأجزاء والمشغولات المشابهة.

تختلف شكل هذه القدمة عن شكل قدمة قياس الأعماق التقليدية من حيث شكل الذراعين والمسطرتين المتحركتين.

تتكون قدمة قياس مجارى الأسطح الأسطوانية الموضحة بشكل 5 – 30 مـــن الأجزاء الآتية:-



شكل 5 – 30

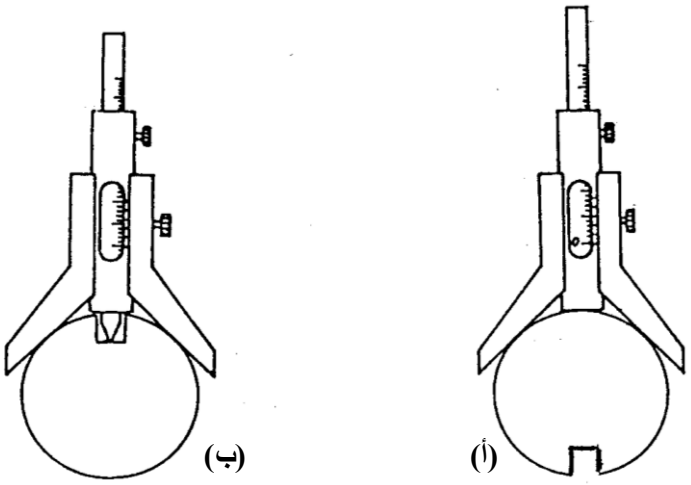
قدمة قياس أعماق مجارى الأسطح الأسطوانية

1- ذراعان على شكل زاوية. 2- مسطرة متحركة داخل مجرى طولي.

3- مسمار تثبيت المسطرة. 4- ساق يتحرك داخل المنزلقة.

5- مسمار تثبيت الساق.

شكل 5 – 31 يوضح قدمة قياس أعماق مجارى الأسطح الأسطوانية أثناء قياس مجرى طولي على سطح مشغولة أسطوانية.



شكل 5 – 31

قياس مجرى طولي على سطح مشغولة أسطوانية

(أ) تثبيت المنزلقة بعد ضبطها على سطح القطر الخارجي الأسطواني للمشغولة.

(ب) قياس عمق المجرى من خلال حركة الساق.

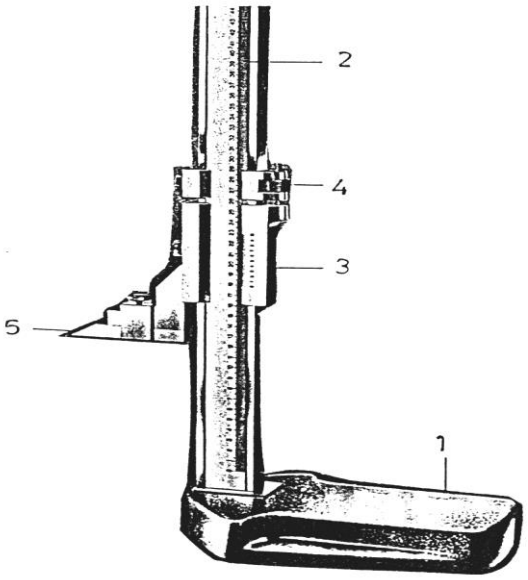
قدمة قياس الارتفاعات Vernier Height Gauge :

تعتبر قدمة قياس الارتفاعات من أهم أدوات الشنكرة (التخطيط والعلام) .. لذلك يسمونها الفنيين بالشنكار الحساس.

تستخدم قدمة قياس الارتفاعات لقياس الارتفاعات ، واختبار استواء المشغولات ، ولمراجعة إرتفاع الثقوب والمشقبيات ، ورسم خطوط الشنكرة العرضية المتوازية ، وذلك مع الاستعانة بزهرة الاستواء.

توضع قدمة قياس الارتفاعات بصندوقها الخاص بعد الانتهاء من استخدامها وذلك للمحافظة عليها.

تتكون قدمة قياس الارتفاعات الموضحة بشكل 5 – 32 من الأجزاء الآتية:-



شكل 5 – 32

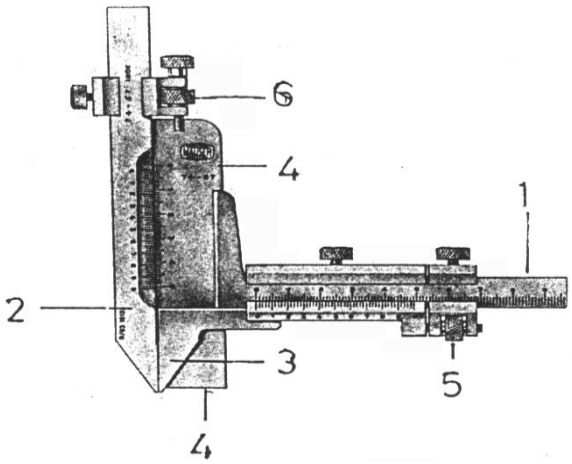
قدمة قياس الارتفاعات

1. **القاعة: عبارة عن كتلة معدنية ثقيلة الوزن مصنوعة من الزهر على شكل مربع أو مستدير ، الغرض منها هو حمل المسطرة والورنية والمؤشر بشكل رأسي.**
2. **المسطرة: مثبتة بوضع عمودي على القاعدة ، ومدرجة بالنظامين المتري بالملليمترات والإنجليزي بالبوصات ، أو بإحداهما حسب تصميم دور الصناعة المنتجة.**
3. **الورنية المنزلقة: يوجد بها التقسيم المساعد بالملليمترات والبوصات وتحمل المؤشر وتنزلق على المسطرة العمودية.**
4. **محدد الضبط الدقيق: يستخدم للحركة الدقيقة التي تحمل المؤشر.**
5. **المؤشر: مصنوع من الصلب المقسى ، ينتهي بجزء صلد أو كربيد مشطوف لاستخدامه لرسم خطوط الشنكرة على قطع التشغيل المعدنية . يثبت المؤشر بمسمار قلاووظ لإمكان فكه ووضعه بالمكان المخصـص له في صندوق القدمة ، كما يمكن استبداله.**

قدمة قياس أسنان التروس Gear Teeth Caliper :

تعرف قدمة قياس أسنان التروس الموضحة بشكل 5 – 33 من شكلها الذي على شكل زاوية قائمة ، وتعتبر من أدوات القياس الخاصة ، حيث صممت لقياس سمك أسنان التروس فقط . تصل دقة قياسها إلى 0.02 ملليمتر.

تتلخص فكرة القياس بقدمة أسنان التروس في ضبط المسطرة الرأسية على قطر دائرة الخطوة (ارتفاع قمة السن) ، ثم تثبيت القدمة على رأس أحد أسنان الترس لقياس السمك.



شكل 5 – 33

قدمة قياس أسنان التروس

1. **المسطرة الأفقية.**
2. **الفك الثابت وهو عبارة عن مسطرة رأسية متعامدة مع المسطرة الأفقية.**
3. **الفك المتحرك يحمل الورنية الأفقية.**
4. **المسطرة الرأسية المتحركة وهى بمثابة ورنية منزلقة للمسطرة الرأسية (الفك الثابت).**
5. **محدد ضبط دقيق للورنية الأفقية.**
6. **محدد ضبط دقيق للورنية الرأسية.**

تستخدم قدمة قياس أسنان التروس في قياس سمك السن عند دائرة الخطوة ، ويتم تحديد قياس أبعاد سنة الترس من خلال العلاقة التالية:-

$$H = M\left(1 + N\ \frac{1 - \cos}{B}\right)$$

$$G = Dp \sin\beta = MN \sin\beta$$

$$\beta = \frac{90^{\circ}}{N}$$

حيث H ... ارتفاع قمة السن.

M ... الموديل.

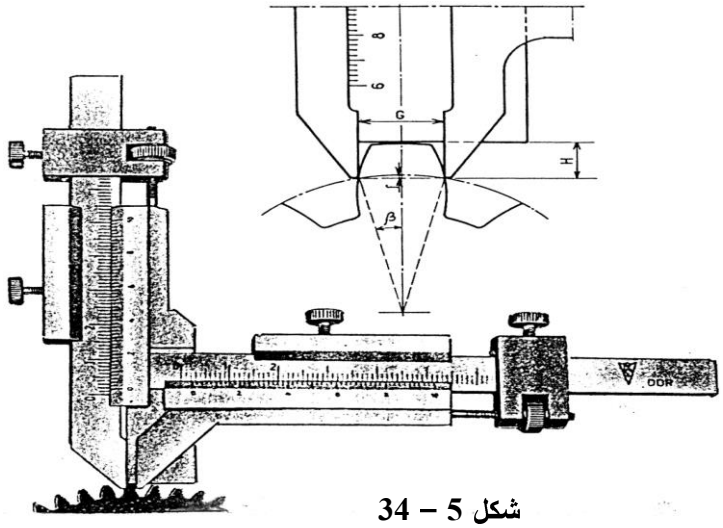
N ... عدد أسنان الترس.

G ... سمك سنة الترس عند قطر دائرة الخطوة.

Dp ... قطر دائرة الخطوة.

B ... نصف زاوية التداخل .. (نصف زاوية السن من مركز الترس).

شكل 5 – 34 يوضح قدمة قياس أسنان التروس أثناء قياس سمك سن ترس عند قطر دائرة الخطوة .



شكل 5 – 34

قياس سمك ترس عند قطر دائرة الخطوة

الميكرومترات

Micrometers

تختلف أهمية قطع التشغيل المصنعة باختلاف أدوات القياس المستخدمة والدقة المطلوبة من أجلها ، أو حســب أهمية الجزء وطريقة تركيبه وتعامله مع باقي الأجزاء ، لذلك صممت القدمات المنزلقة المتعددة الأشكال والأطوال لقياس المشغولات المختلفة التي يصل دقتها إلى 0.1 أو 0.05 أو 0.02 ملليمتر . لكن هناك أجزاء ميكانيكية تحتاج عند تجمعها إلى دقة أكثر أثناء التشغيل .. الأمر الذي يترتب عليه ضرورة استخدام أدوات قياس أكثر دقة مثل الميكرومترات التي تفوق القدمات بصفة عامة بدرجة كبيرة ، حيث أن دقة قياسها تبلغ 0.01 ملليمتر ، وتصل إلى 0.001 ملليمتر في الميكرومترات ذات الورنية.

وتعتبر الميكرومترات من أكــثر أدوات القياس انتشارا في المصانع والورش ، وذلك لدقتها وسهولة استخدامها وقراءتها.

تستخدم الميكرومترات بصفة عامة لإتاحة الدقة في قياس الأجزاء والمشغولات بدرجة أكبر من دقة القدمات المنزلقة ، وذلك عن طريق التحكم في الحركة المحورية لقلاووظ عمود القياس ، ولاحتمال سوء استخدام الميكرومترات من خلال الضغط على الأجزاء أو المشغولات أثناء قياسها بدوران أسطوانة القياس الخارجية .. لذلك فقد زودت جميع الميكرومترات بمسمار تحسس (عجلة تفويت) لتحديد وانتظام قوة الضغط على الأجزاء المراد قياسها أثناء استخدامها ، لضمان دقة القياس بالإضافة إلى المحافظة على قلاووظ عمود القياس .. وبالتالي درجة حساسية الميكومتر.

من الطبيعي وجود ميكرومترات بالنظام المتري بالملليمتر ، كما توجد ميكرومترات أخرى بالنظام الإنجليزي بالبوصة .. علما بأن النظام المتري هو النظام الدولي SI المتبع بمعظم أنحاء العالم.

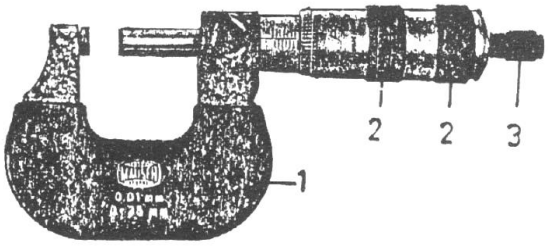
أنواع الميكرومترات Types of micrometers :

توجد أنواع أساسية من الميكرومترات التي تختلف أشكالها باختلاف نوع القياس المطلوب من أجله وهى كالآتي :-

1. ميكرومتر القياس الخارجي.
2. ميكرومتر قياس الداخلي.
3. ميكرومتر قياس الأعماق.
4. ميكرومتر قياس سن القلاووظ.

كما توجد ميكرومترات أخرى للقياسات الخاصة مثل ميكرومتر قياس أقطار الأسلاك – ميكرومتر قياس سكاكين الفرايز – ميكرومتر قياس أسنان التروس – ميكرومتر قياس سمك المواسير – ميكرومتر قياس أعماق الخوابير ..... وغيرها.

الميكرومترات من أدوات القياس الدقيقة والحساسة ، حيث تتأثر من خلال انتقال حرارة يد الفني الذي يستخدمها ، لذلك فقد زودت جميع الميكرومترات الحديثة بقطع من البكاليت المعروفة بعدم تأثرها بانتقال الحرارة ، بتغليف الأجزاء التي يلامسها يد الفني أثناء استخدامها والموضحة بشكل 5 – 35 وهى كالآتي:-



شكل 5 – 35

تغليف جميع أجزاء الميكرمتر التي يلامسها يد الفني بالبكاليت

1. **تغليف جانبي الإطار.**
2. **تغليف أسطوانة القياس الخارجية .. (على هيئة جلب).**
3. **تغليف مسمار التحسس أو عجلة التفويت.**

صممت أدوات وأجهزة القياس لاستخدامها عند درجة حرارة ثابتة قدرها عشرون درجة مئوية (20°C)، لذلك توصي الشركات المنتجة باستخدامها عند هذه الدرجة ، وفى حالة استخدام أى ميكرومتر لفترات طويلة ، فانه يجب تثبيته على حامله الخاص لتلافى التمدد الطولي.

ميكرومتر القياس الخارجي Outside Micrometer :

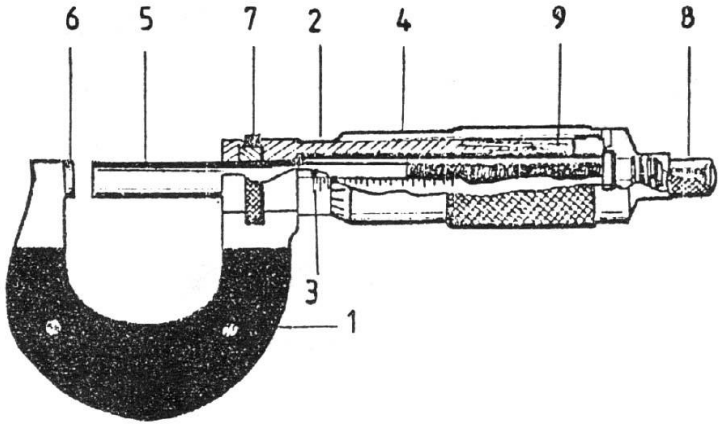
يستخدم ميكرومتر القياس الخارجي في قياس الأبعاد والأقطار الخارجية للمشغولات والأجزاء ذات الأسطح المشطبة الدقيقة.

يتكون ميكرومتر القياس الخارجي الموضح بشكل 5 – 36 من الأجزاء الآتية:-

1. الإطار: هو الهيكل الرئيسي الذي يحمل جميع أجزاء الميكرومتر ، وهو على شكل قوس أو على شكل حرف **U**.

يصنع الإطار من سبيكة تتكون من النيكل والزنك والنحاس الأحمر وهى سبيكة غير قابلة للصدأ.

عادة يثبت عند موضع حمله مادة عازلة كالبكاليت (بكلتا جانبي الإطار) ، وذلك لمنع انتقال حرارة اليد إليه أثناء استخدامه.



شكل 5 – 36

ميكرومتر القيـــــاس الخارجي

2. أسطوانة القياس الداخلية: مثبتة بالإطار وتحمل التقسيم الرئيسي بالملليمترات وأنصاف الملليمترات.
3. التقسيم الرئيسي: هو تقسيم طولي بأسطوانة القياس الداخلية بجميع أنواع الميكرومترات بطول 25 ملليمتر فقط ، مهما كان نطاق قياسه . عادة يقسم بالملليمترات من الجهة العليا وأنصاف الملليمترات من الجهة السفلى.
4. أسطوانة القياس الخارجية: عبارة عن جلبة أسطوانية أو غلاف أسطواني بقلاووظ داخلي خطوته 0.5 ملليمتر ، وهى نفس خطوة قلاووظ عمود القياس.

   يوجد ببداية أسطوانة القياس الخارجية مخروط مقسم إلى 25 قسم (أقسام متساوية) ، حيث يقابل التقسيم الرئيسي الأفقي الذي يحدد قيمة القياس بدقة.

   أثناء دوران أسطوانة القياس الخارجية (الغلاف الأسطواني) تتحول الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة بعمود القياس في اتجاه قاعدة الارتكاز أو عكسها ، حسب اتجاه الدوران.
5. عمود القياس: هو العمود المتحرك الذي يحصر الجزء المراد قياسه بينه وبين قاعدة الارتكاز المقابلة له.

   يوجد بنهاية عمود القياس قلاووظ خارجي خطوته 0.5 ملليمتر (الجزء الداخلي الموضح بقطاع الميكرومتر) معشق مع القلاووظ الداخلي لأسطوانة القياس الخارجية.

   عند دوران أسطوانة القياس الخارجية في اتجاه عقارب الساعة ، يتحرك عمود القياس حركة مستقيمة في اتجاه قاعدة الارتكاز ، لينحصر الجزء المراد قياسه بين عمود القياس وقاعدة الارتكاز.
6. قاعدة الارتكاز: مثبتة بالإطار ، ينحصر الجزء المراد قياسه بينها وبين عمود القياس.
7. فرملة حلقية: تستخدم بمثابة صامولة لتثبـــيت عمود القياس عند الحاجة إلى ذلك ، وتحل الفرملة عند استخدام الميكرومتر لقياس آخر.

8. مسمار تحسس: يسمى أيضا بعجلة التفويت ، مثبت بنهاية أسطوانة القياس الخارجية ، الغرض منه هو تحديد قوة الضغط أثناء القياس ، لضمان دقة وحساسية الميكرومتر وتأكيدا لصحة القياس.
9. حلقة ضبط الخلوص: مثبتة على نهاية قلاووظ أسطوانة القياس الداخلية ، الغرض منها هو ضبط الخلوص بين عمود القياس وأسطوانة القياس الداخلية ، وأيضاً لضبط أسطوانة القياس الخارجية على الصفر ، وذلك في حالة وجود أى خلوص أثناء اختبار الميكرومتر من حين لآخر.

للحفاظ على دقة وحساسية الميكرومترات المختلفة ، فقد وضع عند تصنيعها كساء من معدن صلد بالجزء الأمامي لعمود القياس ، وأيضا على الجزء الأمامي لقاعدة الارتكاز (الجزأين المعرضان للاحتكاك بالمشـــغولات المراد قياسها) وذلك للحفاظ عليهما من التآكل ، نتيجة لكثرة احتكاكيهما بالمشغولات المعدنية المختلفة أثناء عمليات القياس.

أهمية مسمار التحسس بالميكرومترات :

The importance of ratchet screw in micrometer

تتأثر دقة قياس المشغولات المختلفة بالميكرومترات بمدى ضبط الضغط على الجزء الجاري قياسه بين قاعدة الارتكاز وطرف عمود القياس من خلال الأسطوانة الخارجية . ومن ثم فقد زودت جميع الميكرومترات بمسمار تحسس أو عجلة تفويت (وسيلة لضبط دقة القياس) ، ومن خلال هذه الوسيلة يمكن التحكم في الضغط الخفيف المنتظم الواقع على المشغولات أثناء قياسها ، للحصول على قياسات ذات دقة عالية ، بالإضافة إلى المحافظة على دقة وحساسية الميكرومتر.

اختبار دقة قياس الميكرومترات :

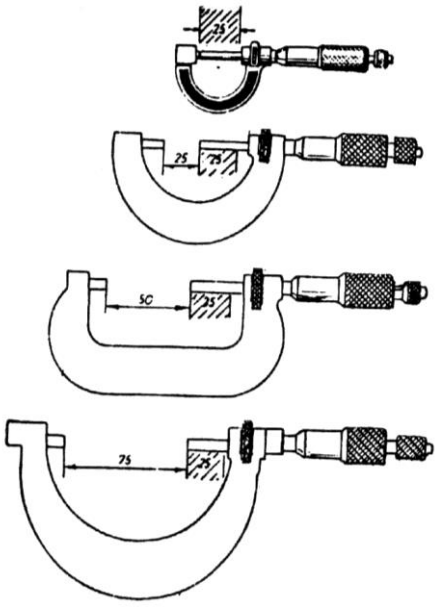
Testing of micrometers measurement precision

يوصى بمراجعة واختبار دقة قياس الميكرومترات من حين لآخر ، بواسطة قوالب القياس ذات الأسطح المتوازية ، لضبطها أو للتأكد من دقتها.

نطاق قياس الميكرومتر : Micrometer Measuring Range :

ميكرومترات النظام المتري بجميع أنواعها وأشكالها وأحجامها .. طول مشوار عمود القياس بكل منها هو 25 ملليمتر ، والغرض من تصنيعه بهذه الصورة وعدم زيادة طول مشوار عمود القياس هو المحافظة على دقة وحساسية الميكرومتر.

أما مدى نطاق قياس الميكرومتر الموضح بشكل 5 – 37 فإنه يزيد بمقدار 25 ملليمتر كالآتي:-



شكل 5 – 37

نطاق قيـــاس الميكرومتر

- **ميكرومتر قياس صفر – 25 ملليمتر.**
- **ميكرومتر قياس 25 - 50 ملليمتر.**
- **ميكرومتر قياس 50 - 75 ملليمتر.**
- **ميكرومتر قياس 75 - 100 ملليمتر.**
- **ميكرومتر قياس 100 - 125 ملليمتر.**
- **ميكرومتر قياس 125 - 150 ملليمتر.**

.. وبزيادة قدرها 25 ملليمتر .. ليصل مدي نطاق قياس الميكرومتر إلى 500 ملليمتر .

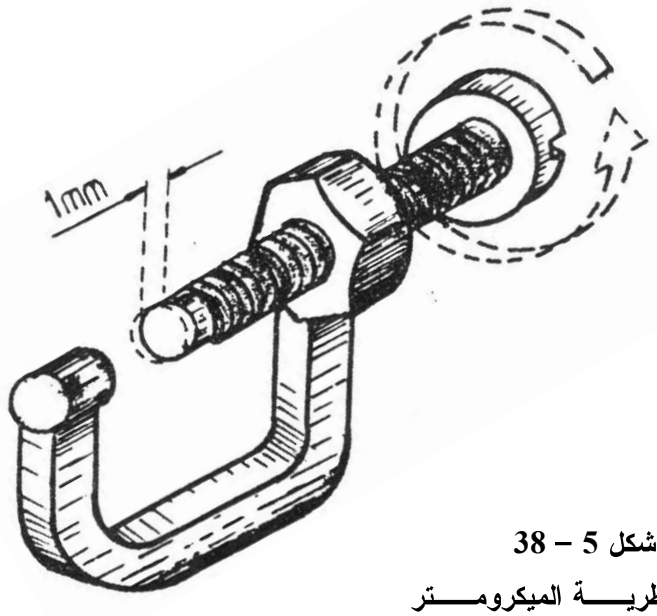
نظرية الميكرومتر

Micrometer Theory

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

∴ الحركة الأساسية التي بنيت عليها نظرية تصميم الميكرومتر ، هي تحويل الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة ، من خلال التحكم في حركة دوران مسمار قلاووظ بصامولة مثبت بها قاعدة على شكل حرف U كما هو موضح بشكل 5 – 38

فإذا كانت خطوة سن قلاووظ المسمار والصامولة واحد ملليمتر ، فإنه عند دوران المسمار دورة كاملة .. ينتج عنه تحرك المســـمار إلى الأمام أو إلى الخلف حسب اتجاه الدوران ، مسافة قدرها واحد ملليمتر.



شكل 5 – 38
نظريـــــة الميكرومـــــتر

خطوة قلاووظ عمود القياس المعتادة والأكثر انتشارا بالميكرومترات ، هي 0.5 ملليمتر ، والغرض من صِفرْ الخطوة هو الحصول علي الحركة الدقيقة أثناء القياس.

علما بأنه يوجـد ميكرومترات أخـرى خـطوة قلاووظ عمود قياسها هو واحـد ملليمتر .. وهى أقل انتشارا . سنتناول في هذا الباب شرح نظام تدريج كل منهما .. مع عرض لقراءات مختلفة لهما.

الميكرومترات التي خطوة قلاووظ عمود قياسها 0.5 ملليمتر ، يوجد بمخروط أسطوانة قياسها تدريج مقسم إلى 50 قسم . والميكرمترات التي خطوة قلاووظ عمود قياسها واحد ملليمتر ، يوجد بمخروط أسطوانة قياسها تدريج مقسم إلى 100 قسم .

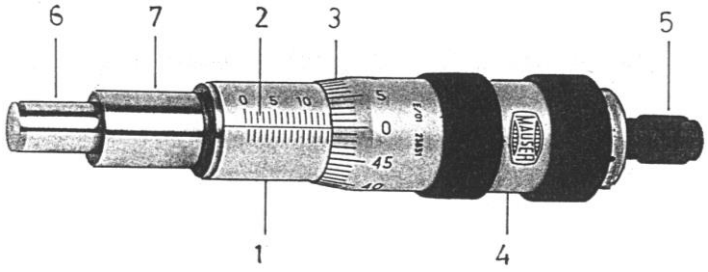
الغرض من هذه الأقسام هو تكبير الأجزاء الصغيرة .. مما يرفع دقة القراءة ، حيث تضاف هـذه الأجـزاء إلى قيمة القياس الأسـاسي بالتقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية ، للحصول على قراءة دقيقة.

النظام الأول لتدريج الميكرومتر :

First system of micrometer graduation

خطوة قلاووظ عمود القياس 0.5 ملليمتر ، وهى بالطبع نفس خطوة القلاووظ الداخلي لأسطوانة القياس ، وهذا يعنى أنه إذا أديرت أسطوانة القياس الخارجية دورة كاملة ، يتحرك عمود القياس إلى الأمام أو إلى الخلف وذلك حسب اتجاه الدوران مسافة قدرها 0.5 ملليمتر.

رأس الميكرومتر الذي خطوة قلاووظ عمود قياسه 0.5 ملليمتر الموضح بشكل 5 – 39 مواصفاته كالآتي:-



شكل 5 – 39

رأس ميكرومتر خطوة عمود قياسه 0.5 ملليمتر

1- أسطوانة القياس الداخلية.

2- التقسيم الرئيسي على خط طولي ، يشير التقسيم العلوي على الملليمترات الصحيحة كما يشير التقسيم السفلى إلى أنصاف الملليمترات.

3- مخروط أسطوانة القياس مقسم إلى 50 جزء.

4- أسطوانة القياس الخارجية بها جلبتين بمادة عازلة للحرارة كالبكليت.

5- مسمار التحسس مغطى بمادة عازلة للحرارة كالبكليت.

6- عمود القياس.

7- جزء أسطواني يثبت بإطار الميكرومتر.

الدورة الكاملة لأسطوانة القياس الخارجية = خطوة قلاووظ عمود القياس = 0.5

ملليمتر = جزء واحد من التقسيم الرئيسي الطولي الأسفل بأسطوانة القياس الداخلية.

إذا أديرت أسطوانة القياس الخارجية لتبتعد عن خط صفر التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية بمقدار جزء واحد فقط ، يكون قيمة الجزء بمخروط أسطوانة القياس الخارجية = جزء واحد من مجموع أجزاء مخروط أسطوانة القياس الخارجية × خطوة قلاووظ عمود القياس.

$$= \frac{1}{2} \times \frac{1}{50} = \frac{1}{100}$$ أو 0.01 ملليمتر

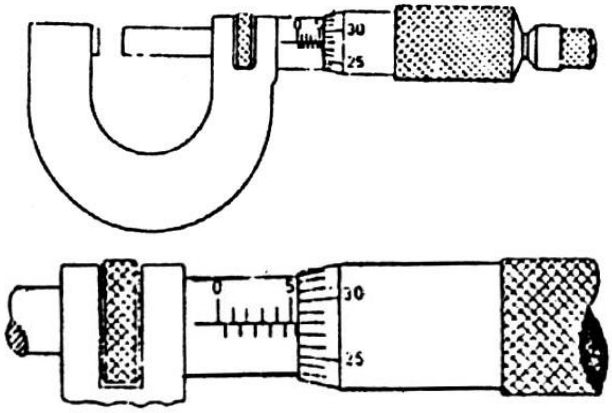
وهي دقة قياس الميكرومتر .. يعتبر هذا النظام هو الأكثر انتشاراً بالميكرومترات.

قراءات مختلفة للنظام الأول لتدريج الميكرومتر:

Different reading of first system micrometer graduation

مثال 1:

شكل 5 – 40 يوضح قراءة لميكرومتر صفر – 25 ملليمتر ، دقة 0.01 ملليمتر، ولزيادة الإيضاح فقد تم تكبير رأس الميكرومتر . أوجد قيمة القراءة ؟



شكل 5 – 40

قراءة الميكرومتر = 5.78 ملليمتر

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

خط التقسيم الطولي الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية مقسم من أعلى بالملليمترات الصحيحة ومن أسفل بأنصاف الملليمترات .. وهـذا يعنـى أن خطـوة قـلاووظ عمـود القياس = 0.5 ملليمتر.

قراءة التقسيم الرئيس العلوي = 5 ملليمتر

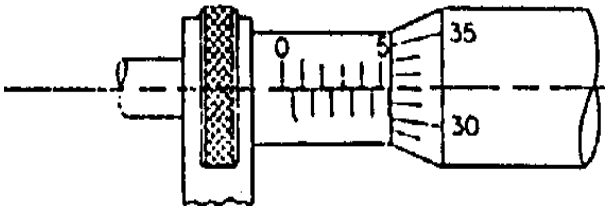
قراءة التقسيم الرئيسي السفلي = جزء واحد فقط = 0.5 ملليمتر

قراءة مخروط أسطوانة القياس = 28 جزء = $\frac{1}{2} \times \frac{28}{50}$ = 0.28 ملليمتر

∴ قراءة الميكرومتر = 5 + 0.5 + 0.28 = 5.78 ملليمتر

مثال 2 :

شكل 5 – 41 يوضح قراءة لميكرومتر خارجي صفر – 25 ملليمتـر ، دقـة 0.01 ملليمتر. أوجد قيمة قراءة الميكرومتر ؟



شكل 5 – 41

قراءة الميكرومتر = 5.82 ملليمتر

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

قراءة التقسيم الرئيسي العلوي = 5 ملليمتر

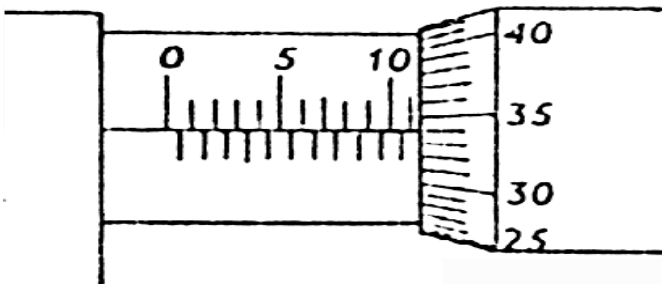
قراءة التقسيم الرئيسي السفلي = جزء واحد = 0.5 ملليمتر

قراءة مخروط أسطوانة القياس = 32 جزء = $\frac{1}{2} \times \frac{32}{50}$ = 0.32 ملليمتر

∴ قراءة الميكرومتر = 5 + 0.5 + 0.32 = 5.82 ملليمتر

مثال 3 :

شكل 5 – 42 يوضح قراءة لميكرومتر خارجي صفر – 25 ملليمتر ، دقة 0.01 ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟



شكل 5 – 42

قراءة الميكرومتر = 11.34 ملليمتر

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

قراءة التقسيم الرئيسي العلوي = 11 ملليمتر

قراءة مخروط أسطوانة القياس = 34 جزء = $\frac{1}{50}\times\frac{34}{50}$ = 0.34 ملليمتر

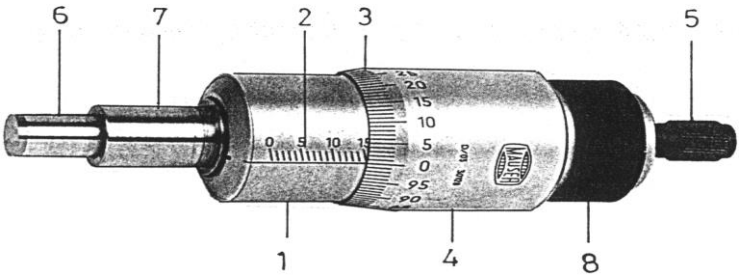
∴ قراءة الميكرومتر = 11 + 0.34 = 11.34 ملليمتر

النظام الثاني لتدريج الميكرومتر:

Second system of micrometer graduation

خطوة قلاووظ عمود قياسه واحد ملليمتر، ويعرف هذا النظام من الميكرومترات من مخروط أسطوانة القياس المقسم إلى 100 قسم ، بالإضافة إلى خط التقسيم الرئيسي الطولي بأسطوانة القياس الداخلية المقسم من أعلى فقط بالملليمترات . علما بأن هذا النوع من الميكرومترات قليل الانتشار.

رأس الميكرومتر الذي خطوة عمود قياسه واحد ملليمتر والموضح بشكل 5 – 43 مواصفات كالآتي:-



شكل 5 – 43

رأس ميكرومتر خطوة قلاووظ عمود قياسه واحد ملليمتر

1- أسطوانة القياس الداخلية.

2- التقسيم الرئيسي على الخط الطولي بالملليمترات فقط.

3- مخروط أسطوانة القياس مقسم إلى 100 قسم.

4- أسطوانة القياس الخارجية.

5- مسمار تحسس بمغطى بمادة عازلة للحرارة كالبكليت.

6- عمود القياس.

7- جزء أسطواني يثبت بإطار الميكرومتر.

8- جلبة بمادة عازلة للحرارة كالبكليت.

عندما يكون مخروط أسطوانة القياس مقسم إلى 100 قسم، تكون خطوة قلاووظ عمود قياسه واحد ملليمتر، وهى من الطبيعي نفس خطوة القلاووظ الداخلي لأسطوانة القياس. وهذا يعنى أنه إذا أديرت أسطوانة القياس دورة كاملة.. يتحرك عمود القياس إلى الأمام أو إلى الخلف حسب اتجاه الدوران مسافة قدرها واحد ملليمتر.

إذا أديرت أسطوانة القياس ليبتعد خط الصفر بمقدار جزء واحد فقط ، يكـــون قيمة هذا الجزء = جزء واحد من مجموع أجزاء مخروط أسطوانة القياس × خطـــوة عمود القياس.

$$= \frac{1}{100} \times 1 = 0.01$$ ملليمتر .. وهي دقة قياس الميكرومتر

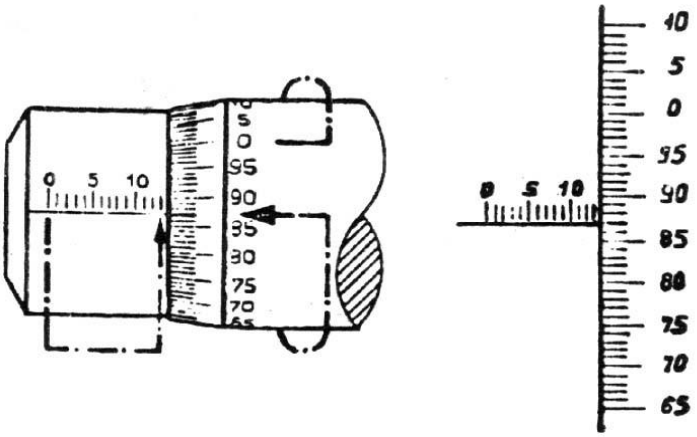
وهى دقة قياس الميكرومتر.

قراءات مختلفة للنظام الثاني الميكرومتر الخارجي :

Different reading for external micrometer system

مثال 1:

شكل 5 – 44 يوضح قراءة ميكرومتر خارجي صفر : 25 ملليمتر دقة 0.01 ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟



شكل 5 – 44

قراءة الميكرومتر = 13.87 ملليمتر

الحل :

خط التقسيم الرئيسي الطولي بأسطوانة القياس يشير إلى الملليمترات ، ويلاحظ عدم وجود تقسيم سفلى، بالإضافة إلى مخروط أسطوانة القياس مقسم إلى 100 قسم . هذا يعنى أن خطوة قلاووظ عمود القياس 1 ملليمتر.

قراءة الميكرومتر كالآتي:-

السهم الموضح على خط التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية يشير إلى الملليمترات الصحيحة وهى = 13 ملليمتر.

السهم الدائري الموضح على مخروط أسطوانة القياس ، يشير إلى أجزاء الملليمتر وهى 87 جزء أى = 0.87 ملليمتر.

∴ قراءة الميكرومتر = 13 + 0.87 = 13.87 ملليمتر

مثال 2 :

إذا أديرت أسطوانة القياس بميكرومتر بمقدار 27 جزء . علماً بأن خطوة قلاووظ عمود قياسه 1 ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟.

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

قيمة قراءة الميكرومتر = قيمة الأجزاء المدارة من مجموع أجزاء مخروط أسطوانة القياس × خطوة قلاووظ عمود القياس

$= \frac{27}{100} \times 1$ = 0.27 ملليمتر

مثال 3 :

إذا أديرت أسطوانة القياس بميكرومتر بمقدار 8 دورات كاملة وأضيف عليها 32 جزء . علماً بأن خطوة قلاووظ عمود القياس 1 ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

قيمة الدورة الكاملة لأسطوانة القياس بميكرومتر خطوة عمود قياسه 1 ملليمتر.

∴ قراءة الميكرومتر = 8 + $\frac{32}{100}$ = 8.32 ملليمتر.

الميكرومترات الخاصة

Special Micrometers

تعتبر الميكرومترات من أكثر أدوات القياس انتشاراً في الورش والمصانع ، وذلك لسهولة استخدامها ووضوح قراءة تدريجها.

لذلك فقد صممت دور الصناعة أنواع وأشكال مختلفة من الميكرومترات ذات نماذج خاصة، لاستخدامها في قياس المشغولات المصنعة والتي يصعب قياسها بالميكرومترات التقليدية . أنواع الميكرومترات الخاصة هى كما يلي:-

1- ميكرومتر القياس الداخلي بأشكاله المختلفة.
2- ميكرومتر قياس الأعماق بأشكاله المختلفة.
3- ميكرومتر قياس التروس.
4- ميكرومتر قياس أسنان اللولب.
5- ميكرومتر قياس الأسلاك.
6- ميكرومتر قياس المواسير.
7- ميكرومتر قياس عدد القطع ذات الثلاثة والخمسة والتسعة حواف.
8- ميكرومتر قياس أبعاد المجارى الخارجية والداخلية.
9- ميكرومتر قياس مجارى الخوابير.

فيما يلي عرض لأكثر أنواع الميكرومترات الخاصة انتشاراً :-

الميكرومترات الداخلية Inside Micrometers:

تتشابه الميكرومترات الداخلية بصفة عامة مع الميكرومترات الخارجية من حيث خطوة عمود القياس والتقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس ، وتختلف الميكرومترات الداخلية عن الخارجية من حيث وجود فكين (نقطتين ارتكاز) أو ثلاثة فكوك (ثلاثة نقط ارتكاز) بدلا من الإطار الذي على شكل قوس أو على شكل حرف U ، بالإضافة

إلى القراءة العكسية بخط التقسيم الرئيسي بالميكرومترات الداخلية ، حيث صمم التدريج الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية بشكل عكسي عن ما هو متبع بالميكرومترات الخارجية.

توجد أشكال مختلفة للميكرومترات الداخلية ، لإمكان قياس الأبعاد والأقطار الداخلية لكافة المشغولات والأجزاء الدقيقة لتفي بالمتطلبات الصناعية المختلفة.

فيما يلي عرض لجميع أشكال الميكرومترات الداخلية.

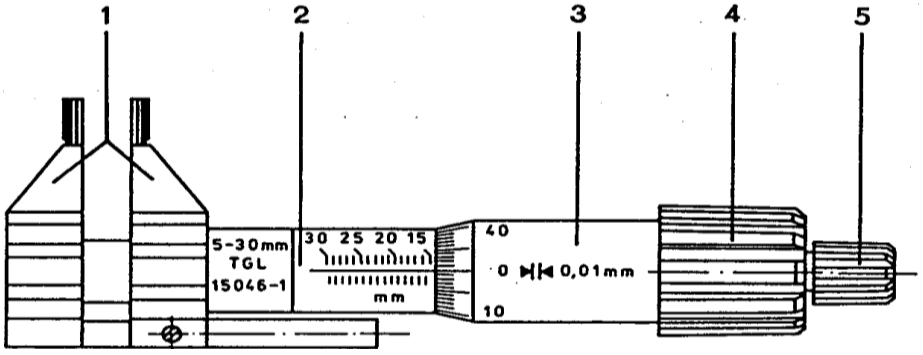
الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة 0.01 ملليمتر:

Inside Micrometer With Two Jaws 0.01 mm

يستخدم الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة 0.01 مليمتر في قياس الأبعاد والأقطار الداخلية للمشغولات والأجزاء الدقيقة.

صمم السطح الخارجي لمقدمة كل من فكي القياس على شكل قوس ، ليكون تلامس كل منهما مع السطح الداخلي للجزء المراد قياسه على شكل نقطة.

يتكون الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة 0.01 ملليمتر الموضح بالرسم التخطيطي بشكل 5 – 45 من الأجزاء الآتية:-



شكل 5 – 45

الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة 0.01 ملليمتر

1- فكي القياس .. (الفك الثابت والفك المتحرك).

2- أسطوانة القياس الداخلية التي تحمل التقسيم الرئيسي بشكل عكسي.

3- أسطوانة القياس الخارجية.

4- غلاف أسطواني من الباكليت ، لعدم تسرب حرارة اليد للميكرومتر.

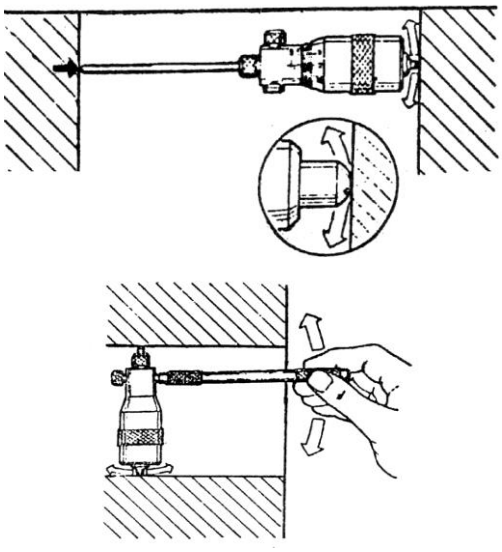
5- مسمار تحسس.

الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد:

Inside Micrometer With Extension Pieces

يتشابه الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد مع الميكرومتر الخارجي في التقسيم الرئيسي بأسـطوانة القياس الداخلية ، وتدريج مخروط أسطوانة القياس الخارجية .

يستخدم الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد في قياس الأبعاد والأقطار الداخلية الكبيرة ، كما يستخدم بعد ربط وتثبيت ذراع التطويل في قياسات الأقطار الداخلية العميقة كما هو موضح بشكل 5 – 46 .



شكل 5 – 46

الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد وأذرع تطويل

ملاحظة :

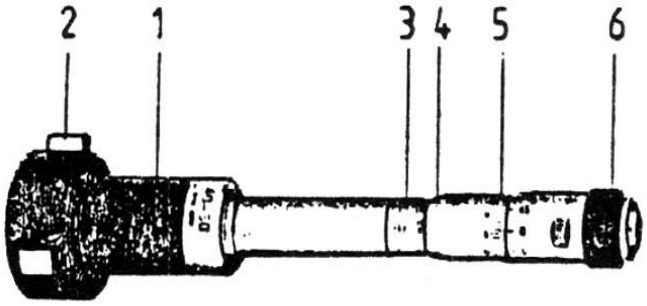
يجب تلامس فكي الميكرومتر للسطح الداخلي للمشغولة بشكل عمودي مع حركة الميكرومتر بحركة متأرجحة ، للتأكد من التلامس الجيد وصحة القياس.

الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز:

Three Point Inside Bore Micrometer□

يعتبر الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز من أفضل أنواع الميكرومترات الداخلية في قياس أقطار المشغولات الداخلية الهامة ، وذلك لوجود ثلاثة أذرع يتلامسون مع سطح القطر الداخلي للمشغولة ، على هيئة نقط ارتكاز أثناء عملية القياس ، ليعطى قياسات ذات دقة عالية.

يتكون الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز الموضح بشكل 5 – 47 من الأجزاء الآتية:-



شكل 5 – 47
الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز

1- الهيكل.
2- نقط الارتكاز.
3- أسطوانة القياس الداخلية.
4- أسطوانة القياس الخارجية.
5- الورنية.
6- عجلة تفويت .. (عجلة التحسس).

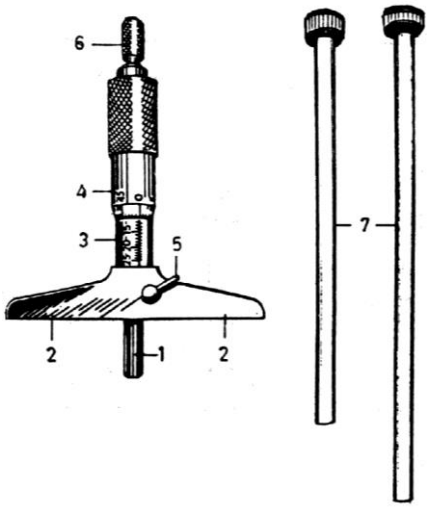
يستخدم الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز في قياس الأقطار الداخلية ، ومجارى الأقطار الداخلية ، ذود الميكرومتر بورنية تحمل تقسيم دقته 0.1 ملليمتر ، ليصل دقة قياسه إلى 0.001 ملليمتر.

ميكرومتر قياس الأعماق Depth Micrometer Gauge :

تستخدم قدمة الأعماق في قياس أعماق الثقوب والارتفاعات ، علما بأن دقة قياسها 0.05 أو 0.02 ملليمتر ، كما يستخدم ميكرومتر الأعماق في قياس أعماق الثقوب والارتفاعات للمشغولات الدقيقة الهامة ، يصل دقة قياسه إلى 0.01 ملليمتر.

يتشابه ميكرومتر الأعماق مع الميكرومتر الخارجي من حيث خطوة قلاووظ عمود القياس ، والتقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية ، وتدريج مخروط أسطوانة القياس الخارجية ، ولكنه يختلف في القراءة العكسية للتقسيم الرئيسي ، حيث صمم التدريج الرئيسي بأسطوانة القياس بشكل عكسي عن ما هو متبع بالميكرومترات الخارجية.

يتكون ميكرومتر قياس الأعماق الموضح بشكل 5 – 48 من الأجزاء الآتية:-



شكل 5 – 48
ميكرومتر قياس الأعماق

1. عمود القياس.
2. ذراعا الارتكاز.

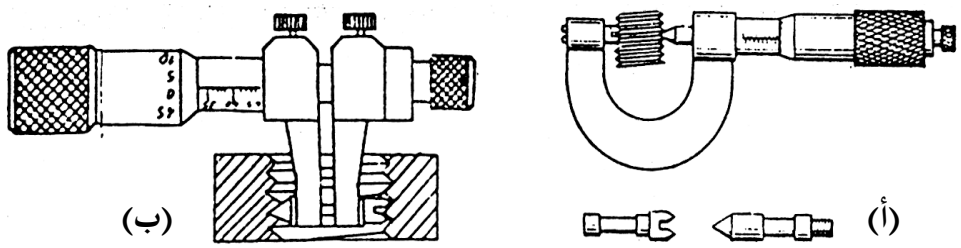
3. التقسيم الرئيسي.
4. أسطوانة القياس الخارجية.
5. فرملة.
6. مسمار تحسس.
7. قطع امتداد.

مجال قياس ميكرومتر قياس الأعماق هو 25 ملليمتر . زود الميكرومتر بقطع امتداد لزيادة مجال قياسه ولإمكان استخدامه في قياس الأبعاد الكبيرة ، حيث يصل نطاق قياسه إلى 300 ملليمتر.

ميكرومتر قياس اللوالب Screw Thread Micrometer :

اللوالب الخارجية والداخلية المصنعة المراد تزاوجها بالأجزاء الدقيقة ، غالباً يتم قياسها ومراجعتها باستخدام الميكرومترات الخارجية والداخلية.

الميكرومترات الخارجية والداخلية لقياس اللوالب الموضحة بشكل 5 – 49 عبارة عن ميكرومترات خارجية وداخلية عادية ، صممت على أن يثبت بكل من عمود القياس وقاعدة الارتكاز لقم قابلة للتغيير ، وذلك لقياس أسنان اللوالب بخطواتها المختلفة.



شكل 5 – 49
ميكرومترات قياس اللوالب
(أ) ميكرومتر قياس أسنان اللوالب الخارجية.
(ب)ميكرومتر قياس أسنان اللوالب الداخلية.

الغرض من استخدام الميكرومتر الخارجي والميكرومتر الداخلي لقياس اللوالب ، هو الحصول على دقة لقياس القطر الأسمى (القطر الأكبر) والقطر الأصغر والقطر المتوسط (القطر الفعال).

أدوات وأجهزة القياس ذات الدقة العالية

High Accuracy Measuring Instruments

لإمكان تصنيع منتجات ذات دقة عالية ، فانه يجب استخدام أدوات وأجهزة قياس مناسبة مثل القدمات والميكرومترات .... وغيرها ، ونظراً إلى الحاجة المتزايدة إلى صناعة الآلات والمعدات والماكينات ، والدقة الواجب توافرها في هذه المنتجات لتحقيق صفة التبادلية ، وخاصة بعد التقدم الكبير الذي شمل معظم أنحاء العالم ، كان لابد من استخدام أدوات وأجهزة قياس أدق لفحص هذه المنتجات .. إلا أن القدمات والميكرومترات لا يمكن استخدامها في عمليات الفحص والمعايرة وخاصة المشغولات والأجزاء الدقيقة ذات الإنتاج الكمي.

لذلك فقد صممت دور الصناعة أدوات فحص ذات أبعاد ثابتة لاستخدامها في فحص دقة المنتجات المصنعة ، وأجهزة مقارنة لاستعمالها في مقارنة قياس المشغولات المصنعة مع مجموعة قوالب قياس ، كما صممت مبينات القياس ذات المؤشر لفحص المشغولات والتعرف على مقدار الخطأ في انحراف القياس بالزائد أو بالناقص.

فيما يلي عرض لأكثر أنواع أدوات وأجهزة الفحص والمقارنة انتشاراً مثل محددات القياس – قوالب القياس – مبينات القياس.

محـــددات القياس

Limit Gauges

لجأت دور الصناعة بعد الحرب العالمية الثانية إلى إنتاج محددات قياس ، وهى أدوات لا تحمل تدريجات لقياس الأبعاد ، بل تستعمل مباشرة دون إجراء أى قياسات أو حسابات ، وذلك للحكم على صلاحية المنتجات أو عدم صلاحيتها ، وللتأكد من مطابقة المنتجات للمواصفات القياسية الفنية.

محددات القياس هي أدوات مراجعة وفحص ذات دقة عالية ، وهى عبارة عن فكين يحملان مقاسين بقيمتين محددتين (في حالة القياس الخارجي) ، أو على جانبي مقبض (في حالة القياس الداخلي) . يمثل أحد القياسيين الحد الأعلى للبعد المطلوب التحقيق منه ، كما يمثل القياس الآخر الحد الأدنى لنفس البعد ، ويكون الفرق بين هذين المقاسين هو مقدار التجاوز أو الانحراف للقياس النموذجي المسموح به.

ويعتبر الجزء المراد فحصـــه مقبولا إذا مر بأحد قياسي المحدد ولم يمر بالقياس الآخر ، ومرفوضا إذا مر بالقياسيين معا .. (حسب نوع القياس .. أى في حالة القياس الداخلي أو خارجي) . من هنا جاءت تسميـــة هذه المحددات الدخـــول والا دخول .. (Go & Not Go Gauges).

تستخدم محددات القياس بصفة عامة في فحص دقة قياس المشغولات ذات التفاوتات الضيقة ، وخاصة المشغولات ذات الإنتاج الكمي التي تنتج لغرض التبادلية ، وذلك أثناء مراحل التشغيل أو بعد إتمام الإنتاج.

تعرف قيمة التفاوتات بالميكرون .. (الميكرون أو الميكرومتر = 0.001 ملليمتر).

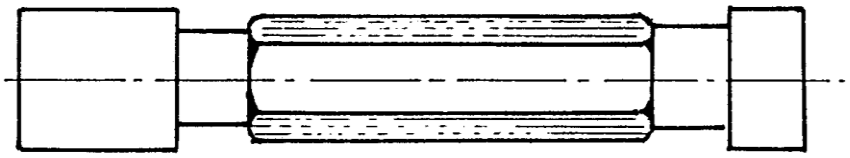
أنواع محددات القياس Limit gauges types :

توجد محددات القياس بنماذج مختلفة ، ويمكن تقسيمها بالنسبة إلى استخداماتها الأساسية إلى الآتي:-

1. 1- محددات قياس الثقوب.
2. 2- محددات قياس الأعمدة.
3. 3- محددات قياس اللوالب الداخلية.
4. 4- محددات قياس اللوالب الخارجية.
5. 5- محددات قياس اللوالب الخارجية القابلة للضبط.

محدد قياس الثقوب Plug Gauge :

يوجد محدد قياس الثقوب الموضح بشكل 5 – 50 بقيمة محددة لمقاساته ودقة قياسه وتفاوت أبعاده . تستعمل محددات قياس الثقوب في مراجعة وفحص الأقطار الداخلية للمشغولات الدقيقة.



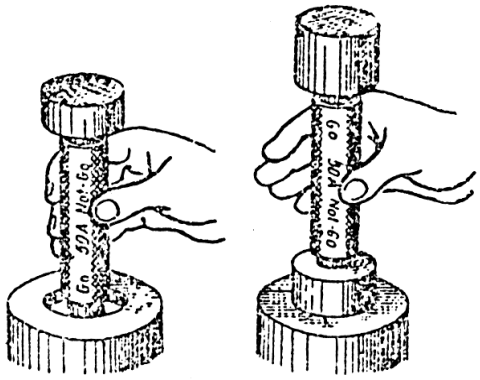
شكل 5 – 50

محدد قياس سدادي ذو جانبين

تستعمل محددات القياس السدادية ذات الجانبين ثنائية الطرف في مراجعة وفحص قياس الأقطار الداخلية . يعرف الجانب السماحي الدخول (Go) بأنه أطول من الجانب الآخر اللا سماحي أو اللا دخول (Not Go).

شكل 5 – 51 يوضح محدد قياس سدادي ذو جانبين ثنائي الطرف أثناء فحص ثقب بالطريقة الصحيحة.

ينضغط الهواء أمام محددات القياس السدادية أثناء عملية فحص قياس الثقوب الغير نافذة ، مما يؤثر على دقة مراجعة القياسات ، لذلك فقد أنتجت دور الصناعة هذه المحددات بثقب صغير بكل منها لطرد الهواء أثناء عمليات فحص قياس الثقوب..



شكل 5 – 51
محدد قياس سدادي ذو جانبين ثنائي الطرف أثناء فحص ثقب بالطريقة الصحيحة

محددات قياس الأعمدة Snap Gauges :

تستعمل محددات قياس الأعمدة في مراجعة وفحص أقطار المشغولات الخارجية الدقيقة ، تتنوع هذه المحددات من حيث التصميم إلى أشكال مختلفة .. وفيما يلي أكثر أشكال محددات قياس الأعمدة انتشاراً.

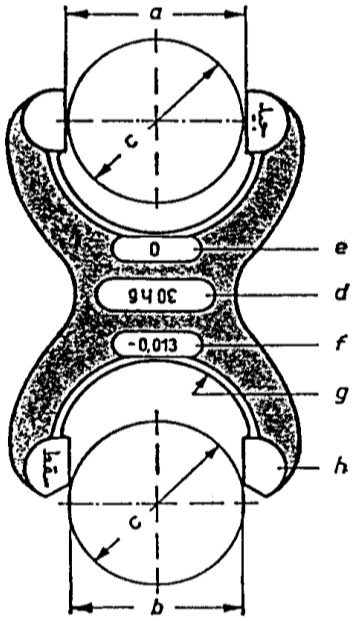
محدد قياس فكي مزدوج Double End Limit Snap Gauge :

عبارة عن فكين بطرفين مقوسين يحملان جانبين ثابتين للقياس كما هو موضح بشكل 5 – 52 . الفك اليساري وعادة محفور عليه قيمة التفاوت بالزائد وهو الجانب السماحي الذي تمر به المشغولات المقبولة (دخول Go) ، والفك الآخر محفور عليه قيمة التفاوت بالناقص وهو جانب القياس المرفوض (لا دخول Not Go) ، ويعرف بوجود منحنى دائري باللون الأحمر.

شكل 5 – 52
محدد قيـاس فكي مزدوج

الأعمدة الدقيقة المصنعة بتوافق خلوص والمستعملة كأجزاء بآلات التشغيل أو بالماكينات المختلفة ، لا يمكن أن تكون صالحة للاستعمال إلا إذا كان قياسها الفعلي واقعاً بين الحدين (الحد الأعلى أو القياس الأكبر والحد الأدنى أو القياس الأصغر).

للتحقيق من هذين القياسيين (الأكبر والأصغر) تستخدم محددات القياس الفكية المزدوجة الموضحة بشكل 5 – 53 ، بحيث تمر الأعمدة المقبولة بالجانب السماحي (دخول Go) ، ولا تمر بالجانب اللا سماحي (لا دخول Not Go) . علما بأن الأعمدة التي تمر بالجانب اللا سماحي (لا دخول Not Go) تعتبر أعمدة تالفة .. أى لا يسمح باستخدامها.



شكل 5 – 53

استخدام محددات محددات القياس الفكية المزدوجة للتحقيق من قياس المشغولات بين الحدين الأكبر والأصغر

حـــيث a ... القياس الأكبر أو الجانب المقبول دخول Go.

b ... القياس الأصغر أو الجانب المرفوض لا دخول Not Go.

c ... البعد الفعلي للعمود .. (أصغر من القطر الأكبر وأكبر من القطر الأصغر).

d ... مقاس التوافق.

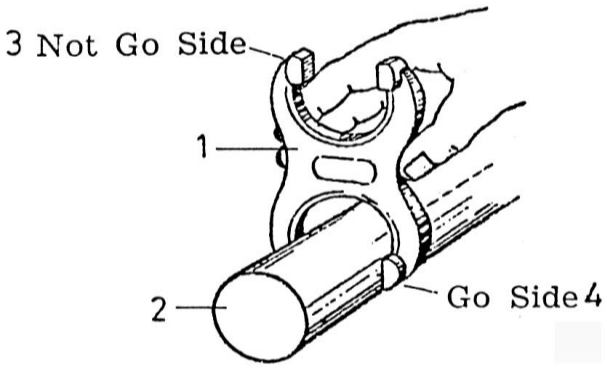
e ... مقدار التفاوت الزائد عن البعد الأسمى.

f ... مقدار التفاوت الناقص عن البعد الأسمى.

g ... شريط ملون باللون الأحمر .. يعنى جانب الرفض.

h ... فكوك قياس مشطوفة.

لدقة قياس المحددات المختلفة ولارتفاع ثمنها ، لذلك يراعى عدم استخدام العنف أثناء مراجعة وفحص قياس المشغولات ، بل يجب استخدامها بالطرق الصحيحة الموضحة بشكل 5 – 54 ، بوضع محدد القياس على القطر الخارجي للعمود المراد فحص قياسه من جهة الدخل (Go) بحيـــث ينزلق على المشغولة تحت تأثير وزنه الذاتي ، ولا يسمح لجهة اللا دخول (Not Go) سوى بالتعلق بسطح قطعة التشغيل فقط.



شكل 5 – 54

استخدام محدد القياس الفكي المزدوج بالطريقة الصحيحة

1- محدد قياس فكي مزدوج.

2- العمود المراد مراجعة واختبار دقة قياسه.

3- جانب الدخول Go.

4- جانب اللا دخول Not Go.

قوالـــب القيـــاس

Gauge Blocks

قوالب القياس عبارة عن مجسمات قياس (محددات قياس) ، وهى تمثل أدق وسيلة قياس واختبار في الورشة ، ويمكن استخدام قوالب القياس العيارية سواء للقياس المباشر ، أو لمقارنة القياسات من أجل مراقبة جودة الإنتاج أو لضبط أجهزة القياس.

تنقسم قوالب القياس إلى نوعين أساسيين هما:-

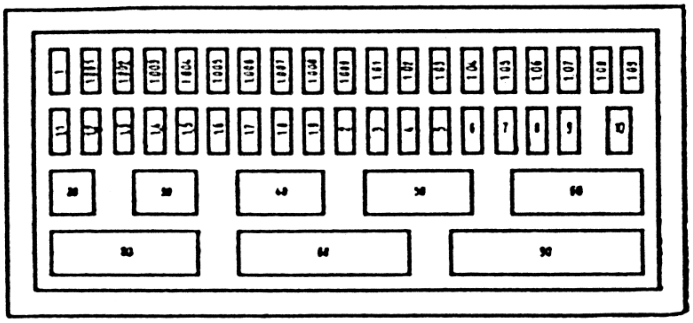
1. قوالب القياس المتوازية.
2. قوالب قياس الزوايا.

أولا: قوالب القياس المتوازية Parallel Gauge Blocks

عبارة عن كتل بشكل متوازي مستطيلات ذات أسطح قياس متوازية ، وهى بالغة الدقة في التصنيع ، وتعبر من أهم أنواع قدود القياس وهى من الدعامات الأساسية لعمليات القياس. اخترعها العالم السويدي جوهانسن (Johansson) عام 1891 ميلادية ، وبدأ أول إنتاج تجارى لها على نطاق محدد عام 1911 ميلادية. تسمى بالوسط الفني بقوالب جوهانسن نسبة إلى مخترعها ، كما تسمى بمحددات القياس المنزلقة (Slip Gauge) نسبة إلى سهولة انزلاقها.

تتميز قوالب القياس المتوازية بإمكان تجميع أى عدد من قوالب القياس العيارية لتكوين قياس معين ، وفى هذه الحالة يتم إزاحة القوالب في مقابلة بعضها البعض ، مع تسليط الضغط الخفيف كي تتماسك القوالب ببعضها البعض بقوى الالتصاق الموجود على أسطحها.

تتداول قوالب القياس المتوازية بالأسواق التجارية على هيئة مجموعات بصناديق خشبية كما هو موضح بشكل 5 – 55 ، وتختلف هذه المجموعات عن بعضها البعض باختلاف أطوال القوالب وعددها.



شكل 5 – 55
مجموعة من قوالب القياس المتوازية مكونة من 45 قالب

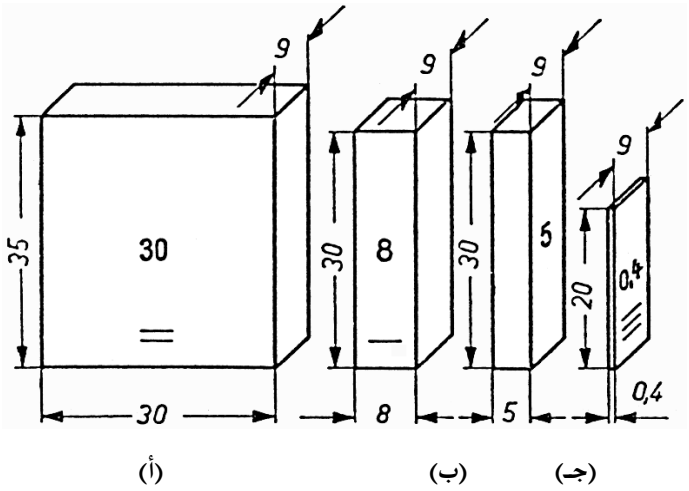
تصنع قوالب القياس من الصلب السبائكى المعامل حرارياً والخالي من الإجهادات الداخلية ، وهى قوالب صغيرة الحجم على شكل متوازي مستطيلات ، وعادة يكون أبعاد مقطعها كما هو موضح بشكل 5 – 56 بالقياسات التالية:-

(أ) أبعاد القوالب التي تزيد قياساتها عن 10 مم هى 35 × 9 ملليمتر.

(ب) أبعاد القوالب التي قياساتها ما بين 5 – 10 مم هى 30 × 9 ملليمتر.

(ج) أبعاد القوالب التي قياساتها أقل من 5 مم هى 20 × 9 ملليمتر

يجهز السطحان المتوازيان تجهيزاً عال الدقة بحيث يصل إلى درجة فائقة من النعومة والاستواء واللمعان ، ويعتبر سطح كل منهما مسطحاً ضوئياً Optical Flat Surface ، والمسافة بين سطحي القياس المتوازيين تمثل طول القالب ، وهى مسجلة على سطح القالب بالحفر ، وتعتبر هى البعد الأسمى وكمرجع للقياس.



شكل 5 – 56

أبعاد قوالــب القياس

(أ) قوالب قياس أبعادها 35 × 9 مم ، تستخدم في قياس الأبعاد الأكبر من 10 مم.

(ب) قوالب قياس أبعادها 30 × 9 مم ، تستخدم في قياس الأبعاد ما بين 5 – 10مم.

(ج) قوالب قياس أبعادها 20 × 0 مم ، تستخدم في القياس الأقل من 5 مم.

فئات قوالب القياس Gauge block grades:

تعتبر قوالب القياس المنزلقة من أهم أنواع أدوات الضبط والمقارنة ، وهى الأساس الذي يعاير ويضبط عليها جميع أدوات وأجهزة القياس.

تصنع قوالب القياس بأربع درجات (بأربع رتب) متفاوتة في الدقة .. فيما يلي عرض فئات (رتب) متفاوتة لدرجات دقتها:-

1- القوالب الإمامية..... يرمز لها بالرمز **00**

2- قوالب المراجعة..... يرمز لها بالرمز **0**

3- قوالب التفتيش..... يرمــز لها بالرمز **1**

4- قوالب التفتيش..... يرمــز لها بالرمز **2**

تصنع القوالب الأمامية التي يرمز لها بالرمز (00) بأقل تفاوتات ممكنة عملياً ،

وتوجد في معامل الأبحاث والمعايرة فقط في حجرات مكيفة ، وتستخدم هذه القوالب المصنعة بهذه الدرجة من الجودة بمثابة مراجع فقط .. أى مصادر قياس أساسية ، وذلك لمراجعة الرتب أو الفئة التي تليها ، ومراجعة محددات القياس الفائقة الدقة.

وتوجد قوالب المراجعة التي يرمز لها بالرمز (0) في معامل القياس بحجرات مكيفة ، وتستخدم في مراجعة الفئة التي تليها ، مثل مراجعة محددات القياس العادية وضبط أجهـــزة القياس وتحـــديد الأبعاد الدقيقـــة في صنـــاعة القوالب (الضبعات).

وتوجد قوالب التفتيش التي يرمز لها بالرمز (1) في حجرات التفتيش المكيفة والموجودة بالمصانع المختلفة ، وتستخدم في مراجعة الفئة التي تليها ، مثل مراجعة وضبط محددات القياس الأقل دقة ولضبط العدد والقوالب (الضبعات) وما يشابه ذلك.

كما توجد قوالب التشغيل التي يرمز لها الرمز (2) في ورش الإنتاج والتشغيل ، وتستخدم في ضبط ماكينات التشغيل وفى عمليات التخطيط والشنكرة وقياس أبعاد الأجزاء المصنعة التي تحتاج إلى عناية ودقة عالية.

لصق قوالب القياس Adhesive bonding of gauge blocks :

عند انزلاق جزء ذو سطح نظيف مستوى بدرجة استواء عالية مع جزء آخر ذو سطح مماثل وتحت ضغط ، فإن هذين الجزأين يلتصقا ببعضها البعض ، ويرجع ذلك إلى تجاذب ذرات كل من السطحين الأملسين وإلى الضغط الجوى.

ولدرجة دقة استواء ونعومة قوالب القياس العالية فإن أسطح قياسها تلتصق مع بعضها البعض بالدلك والضغط ، لتصل درجة تحملها إلى قوة شد تعادل 125 كجم.

ثانيا: قوالب قياس الزوايا Angle Gauge Blocks :

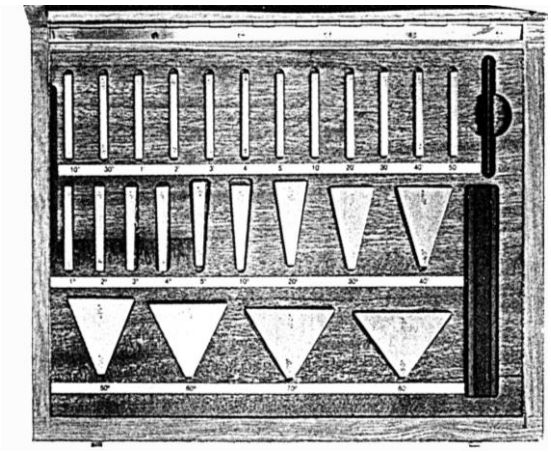
تصنع قوالب قياس الزوايا بنفس مواصفات قوالب القياس المستطيلة ، وتوجد على هيئة مجموعة بصندوق خشبي كما هو موضح بشكل 5 – 57 .

تم تجهيز سطحي القياس المنحرفين تجهيزا عال الدقة ، بحيث يصلا إلى درجة

فائقة في النعومة واللمعان.

مسجل على سطح كل قالب بالحفر علامة (+ ، −) أو علامة (+) فقط ، وقيمة الزاوية بالدرجة أو بالدقيقة أو بالثانية.

القالب المسجل على إحدى جانبيه علامة (+) هذا يعنى أن القالب يستخدم في عمليات الجمع فقط ، والقالب المسجل على كلا جانبيه علامة (+ ، −) ، هذا يعنى أن القالب يستخدم في عمليات الجمع والطرح.



شكل 5 – 57
مجموعة قوالب قياس الزوايا

تمثل هذه القوالب زوايا مختلفة يمكن إضافة بعضها على بعض بالدلك والضغط ، كما هو الحال في القوالب المستطيلة السابق ذكرها ، وذلك لتكوين القياس المتقن السريع للزاوية المراد معايرتها حتى 10 ثانية . يصل دقة قوالب قياس الزوايا إلى ± 2 ثانية .. هذا يعني إنها ذات دقة فائقة.

مبينات القياس (أجهزة القياس ذات المؤشر)

Indicators Gauge

مبينات القياس – أجهزة القياس البيانية – ساعات القياس – مبينات أو محددات القياس ذات القرص المدرج .. كلها مسميات مترادفة ومتداولة بالوسط الفني.

تضبط المبينات المختلفة دون استثناء على قياسات المشغولات الدقيقة المراد فحص انحراف أبعادها ، وذلك باستخدام مجموعة قوالب قياس تعادل البعد المطلوب مراجعته، أو بالاستعانة بمشغولات نموذجية أو بوسائل أخرى مماثلة.

تعتبر مبينات القياس من أفضل أجهزة القياس البيانية ، وذلك لتكبيرها لقيمة القياسات ، التي تساعد العين على قراءتها بسهولة ويسر.

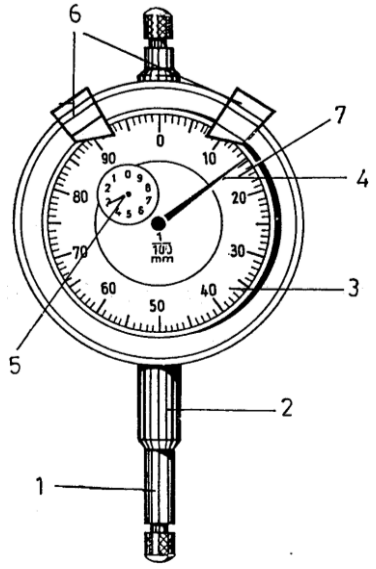
أنواع مبينات القياس Indicator gauge types :

يختلف مقدار التفاوتات في أبعاد الأجزاء المصنعة ، باختلاف دقة وأهمية واستخدام كل جزء ، ومدى تعامله مع الأجزاء الأخرى ، كما تختلف دقة مبينات القياس.

فيما يلي عرض لمبين قياس ذو حركة ميكانيكية ، مع رسم توضيحي لترتيبة انتقال الحركة الميكانيكية.

مبين القياس ذو القرص المدرج Dial Indicator :

يعتبر مبين القياس ذو القرص المدرج من أكثر أنواع أجهزة القياس البيانية انتشاراً ، حيث يمكن بيان قيمة القياس أو مقدار الانحراف في أبعاد المشغولات مكبرة بنسبة 1 : 100 (للمبينات التي دقة قياسها 0.01 ملليمتر) كما هو موضح بشكل 5 – 58 ، وبنسبة 1 : 1000 (للمبينات التي دقة قياسها 0.001 ملليمتر) ، كما تصل نسبة التكبير إلى 1 : 2000 (للمبينات الفائقة الدقة التي تبلغ دقة قياسها 0.0005 ملليمتر .. أى (0.5 ميكرون).

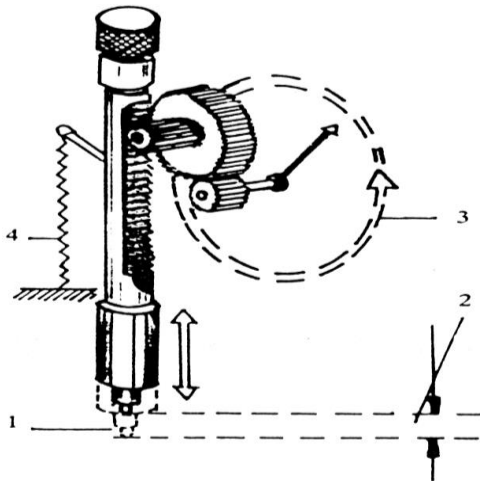


شكل 5 – 58
مبين القياس ذو القرص المدرج

1. **عمود التحسس.**
2. **اسطوانة التثبيت.**
3. **قرص دائري مقسم إلى 100قسم.**
4. **المؤشر الكبير.**
5. **المؤشر الصغير وتدريجات تشير إلى الملليمترات الكاملة.**
6. **علامات ضبط مقدار التفاوتات المسموح بها.**
7. **تدريجيات تشير إلى 0.01 ملليمتر.**

يتكون مبين القياس ذو القرص المدرج بصفة عامة كما هو موضح بالرسم التخطيطي بشكل 5 – 59 من جريدة مسننة ومجموعة تروس لتكبير نقل الحركة ، ونابض لولبي (ياى) ، ومؤشران إحداهما كبير والآخر صغير . القرص المدرج لمبين القياس مقسم إلى 100 جزء (أجزاء متساوية) ، بحيث يعادل الجزء الواحد 0.01 ملليمتر ، ويشير التدريج الدائري الصغير إلى الملليمترات الكاملة ، أى إنه عند تحرك المؤشر الكبير دورة كاملة ، ينتج عنه تحرك المؤشر الصغير قسم واحد فقط .. أى ملليمتر واحد.

يوجد بنهاية عمود التحسس جريدة مسننة ، الغرض منها هو دوران ترس صغير لنقل الحركة إلى مجموعة تروس ، الذي ينتج عنها تحرك المؤشر ليوضح مقدار الانحراف بدقة عالية.



شكل 5 – 59
رسم تخطيطي يوضح الترتيبة الميكانيكية لمبين قياس بأبسط صورة

1. إصبع عمود التحسس.
2. مسافة تحرك عمود التحسس.
3. مسار المؤشر.
4. نابض لولبي (ياى).

مميزات مبينات القياس:

Advantages of measurement indicator gauges

تتميز مبينات القياس بصفة عامة بالصفات التالية:ـ

1. صغيرة الحجم وخفيفة الوزن.
2. سهلة التداول والتخزين.
3. مريحة في ضبطها وقراءتها.
4. يمكن من خلال القرص المدرج القابل للدوران ضبط مؤشر المبين على وضع الصفر في أى مكان بمحيط القرص.
5. يتيح فحصا سريعاً للقياس المراد اختباره ، ومن ثم فإنه يوضح قياس المشغولة الفعلي واقعاً بين الحدين السماحيين للقياس ، أى داخل نطاق التجاوزات المسموح

بها أو خارج هذا النطاق.

6. يمكن من خلال التجهيزات الخاصة بها استخدامها بأفضل صورة.

مصادر الخطأ في القياس Measuring uncertainties :

لا يوجد قياس على الإطلاق بدون خطأ، ويتوقف قيمة الخطأ على دقة تصميم وأداء جهاز القياس المستعمل ، وأسلوب القياس المتبع ، ومهارة من يستخدمه.

ويجب ألا ترتفـــع قيمة أخطاء القياس عن الحدود المسموح بها في عملية القياس ، إلى جانب أن تكون ذات قيمة صغيرة بالمقارنة بحساسية القياس . وهناك أنواع أخرى لأخطاء القياس التي يمكن تحديد قيمة كل منها ، وبالتالي يمكن تصحيح القياسات المأخوذة بناء على ذلك لتحديد القيم الحقيقية للأبعاد.

وتتلخص مصادر الخطأ في القياس في الآتي:-

1ـ مصادر الخطأ بأداة القياس:

(أ) درجة الدقة التي تصنع بها عناصر أداة القياس.

(ب) الخطأ في مرابط القياس (وهو المعروف بخطأ علامة الصفر) ويشكل انحراف خط الصفر عن موضعه الصحيح في الوقوع بالخطأ في جميع القياسات التي تجرى باستعمال أدوات القياس بوجه عام ، ومن ثم فإنه يتعين على القائمـــين بعمليات القياس مداومة مراجعة أدوات وأجهزة القياس ، للتأكد من مطابقة خط الصفر بالوضع الصحيح له.

(ج) الخطأ في مركزية محاور دوران أو ارتكاز عناصر أداة القياس.

(د) الخلوص الزائد في أجزاء أداة القياس ، حيث يؤثر ذلك في مقدار البعد بين فكي أداة القياس بالنسبة لعلامات التدريج.

(هـ) احتكاك بعض العناصر في أدوات وأجهزة القياس مع بعضها البعض ، وما ينشأ عن ذلك من تآكل وانحراف.

مما سبق يتضح أهمية العناية بأدوات وأجهزة القياس ، وفحصها ومراجعتها دوريا لضبطها وتصحيحها على الوحدات الإمامية في حجرات التفتيش أو في مراكز القياسات والمعايرة.

2ـ مصادر الخطأ بعملية القياس:

(أ) عدم تمام انطباق فكي أداة القياس على البعد المقاس.

(ب) الضغط الزائد على فكي أداة القياس.

(ج) الخطأ في قراءة تدريج أداة القياس.

(د) خطأ ارتفاع درجات الحرارة ، حيث أن درجة الحرارة القياسية التي يجب إجراء عمليات القياس عندها هى 20 □م ، وإذا أجريت عملية قياس عند درجة حرارة مختلفة عن هذه الدرجة ، فإن نتيجة القياس تكون غير صحيحة ، حيث يتسبب ذلك في تمدد أو انكماش الأبعاد المقاسة . ويمكن تحديد الخطأ الناتج عن اختلاف درجات الحرارة من العلاقة التالية:-

$$خ = ل_د - ل$$

$$= ل\ م\ (د - 20)$$

$$ل_د = ل\ [\ 1 + م\ (د - 20)]$$

حـــيث خ ... قيمة الخطأ الناتج عن اختلاف درجات الحرارة.

ل ... طول المشغولة الحقيقية عند درجة حرارة 20 ْم.

ل د ... طول المشغولة المقاسة عند درجة جرارة د.

د ... درجة حرارة المشغولة أثناء عملية القياس.

م ... معامل التمدد الطولي لمعدن المشغولة المقاسه.

ويعتبر خطأ ارتفاع درجة حرارة المشغولة من الأخطاء التي يمكن تصحيحها في عمليات القياس ، ومن ثم فإنه يمكن من خلال تحديد قيمة هذا الخطأ يمكن تحديد القيمة الحقيقية للبعد.

القيمة الحقيقية للبعد = القيمة المقاسة – الخطأ

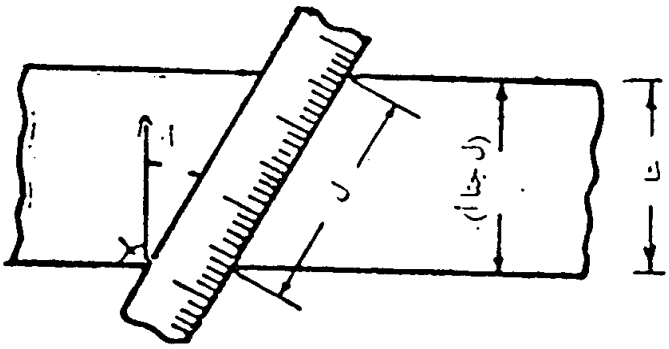
(هـ) خطأ عدم المحاذاة .. قبل التعرف على أخطاء عدم المحاذاة ، فإنه يجب الرجوع إلى أهم المبادئ الأساسية لعملية القياس ، وهو ضرورة انطباق فكي أداة القياس على الجزء المراد قياسه ، بحيث يكون في اتجاه القياس وموازياً للبعد المراد قياسه . أما اتجاه القياس فهو محدد بنوع أداة القياس المستخدمة ، فمثلا اتجاه قياس الميكرومتر الخارجي يكون في اتجاه محور حركة عمود القياس إلى قاعدة الارتكاز ، واتجاه القياس بالمبين ذو القرص المدرج (Indicator) يكون في الاتجاه المحوري العمودي لعمود التحسس على سطح المشغولة.

ويمكن حدوث أخطاء في عمليات القياسات المختلفة نتيجة للاتجاهات الغير صحيحة لأدوات وأجهزة القياس المستخدمة.

فيما يلي بعض الأمثلة لأخطاء عدم المحاذاة الناتجة عن عدم إنطاق فكي أداة القياس في الاتجاه الصحيح.

مثال 1:

عندما يكون وضع تدريج القياس (اتجاه القياس) مائلا بالنسبة للاتجاه الصحيح للبعد المراد قياسه كما هو موضح بشكل 5 – 60 ، فإن الخطأ الناتج عن عدم المحاذاة يمكن تحديده من العلاقة التالية:–



شكل 5 – 60

خطأ القياس نتيجة لاتجاه القياس على البعد الغير صحيح

خ = ل ـ ك

= ل – ل جتا أ

= ل (1 – جتا أ)

حـــيث خ... خطأ عدم المحاذاة.

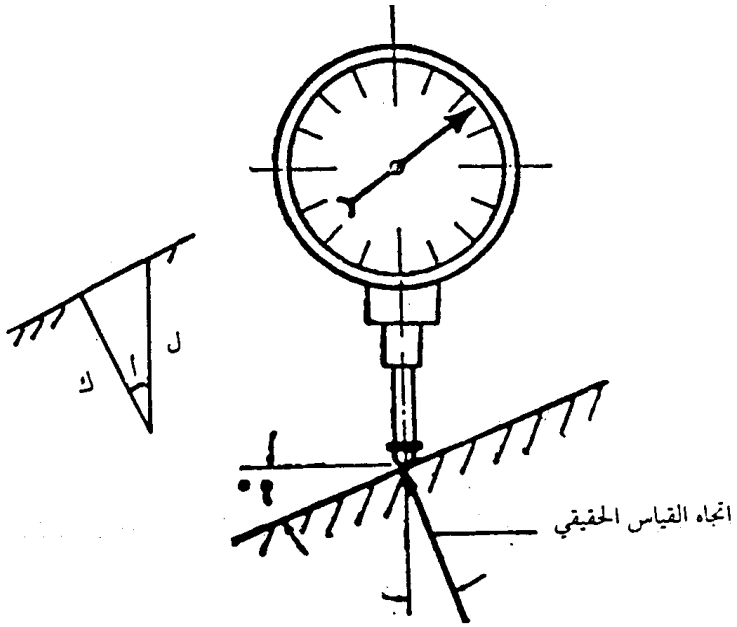
ل... القراءة على تدريج القياس.

ك... البعد الحقيقى.

أ... زاوية عدم المحاذاة.

مثال 2:

عندما يكون اتجاه القياس لمبين ذو قرص مدرج (Indicator) مائلا على السطح المراد قياسه كما هو موضح بشكل 5 – 61 ، فإن الخطأ الناتج عن عدم المحاذاة يمكن تحديده من العلاقة التالية:–



شكل 5 – 61

خطأ القياس نتيجة لميل الاتجاه الصحيح للمبين على سطح المشغولة

خ = ل – ك

= ل – ل جتا أ

= ل (1 – جتا أ)

حيث خ... خطأ عدم المحاذاة.

ل... قراءة البعد على القرص المدرج لمبين القياس.

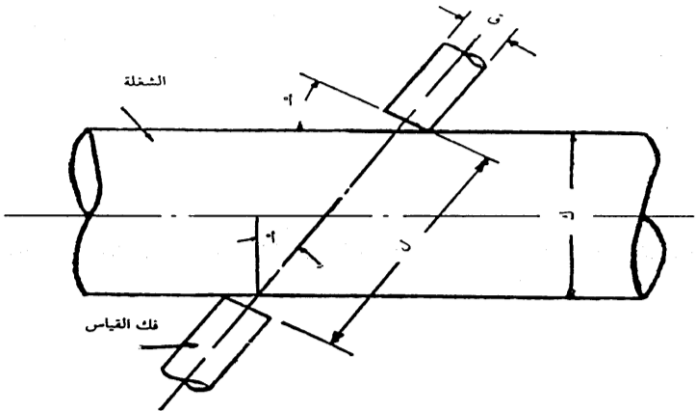
ك... قيمة البعد الحقيقي.

أ... زاوية عدم المحاذاة.

مثال 3:

عندما يكون اتجاه القياس لعمود القياس وقاعدة الارتكاز (فكي القياس بميكرومتر خارجي) بوضع غير متعامد مع محور المشغولة الأسطوانية المراد قياسها كما هو موضح بشكل 5 – 62 ، فإن قيمة الخطأ الناتج عن عدم المحاذاة يمكن تحديده من

العلاقة التالية:-



شكل 5 – 62

خطأ القياس نتيجة عدم تعامد فكي قياس ميكرومتر خارجي مع محور مشغولة أسطوانية.

خ = ل ـ ك

= ل – (ل جتا أ – ق جا أ)

= ل (1 – جتا أ) + ق جا أ

حـــيث خ... خطأ عدم المحاذاة.

ل... قراءة قياس الميكرومتر.

ك... قيمة القطر الحقيقى.

ق... قطر كل من عمود القياس وقاعدة الارتكاز (فكى قياس الميكرومتر).

أ... زاوية عدم المحاذاة.