# الباب العاشر
# 10

## القياس وضبط الجودة

## Quality Control & Measurement

# الفصل الأول

# أدوات وأجهزة القياس

## تمهيد

من لمبادئ 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.

يتناول هذا الباب عرضاً لأكثر أنواع أدوات وأجهزة القياس المستخدمة في الورش الميكانيكية والمصانع الإنتاجية بصفة عامة، وورش الخراطة بصفة خاصة مثل الفراجير (البراجل) المختلفة الأنواع والأشكال ــ القدمات ذات الورنية بأنواعها وأشكالها المختلفة ــ الميكرومترات بأنواعها وأشكلها المختلفة ــ محددات القياس ــ المبينات ذات وجه الساعة ..... وغيرها.

# 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 أى سلعة إلا بعد مقارنتها بالأوزان النمطية، ولا يمكن الحصول على نتيجة قياس دقيق لأحد الأبعاد الميكانيكية إلا بعد إستخدام الأدوات والأجهزة النمطية كالمسطرة أو القدمة ذات الورنية أو الميكومتر .... إلخ، ولا يمكن الحصول على قياس لدرجات الحرارة إلا عن طريق إستخدام الترمومتر .

وبذلك يمكن التعبـــير عن القياس بأنه مقدار دقيق يعطى بالأرقام للتحديد أى قيمة ســـواء للأبعاد ـــ الأقـــطار ـــ الزاويا ـــ الخشونة ـــ القوى ـــ الأحجام ـــ 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، لإستخدامها 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 في معامل القياس (حجرات أو قاعات القياس)، لضمان الدقة العالية عند مراجعة ومعايرة المنتجات المصنعة .. لذلك يجب أن تتوفر بها الشروط التالية :-

**1- درجة حرارة ثابتة 20 °م :** Constant temperature 20 °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.

**2- نسبة رطوبة مناسبة** Suitable humidity rates :

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

**3- النظافة والخلو من الأتربة** Cleaning & dust free :

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

**4- 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 مجْهر.
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 الاستعمال ، 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.

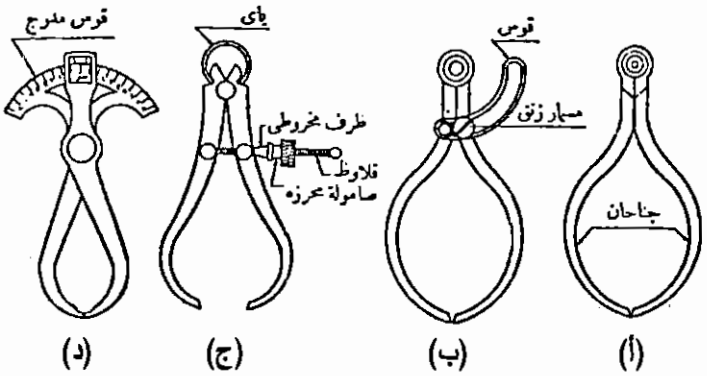
تصنع الفراجير من الصلب المتوسط الصلادة ، وتتكون من ساقين بأشكال مختلفة . تختلف أنواع الفراجير باختلاف أشكال ساقيها ، وأنواع الفراجير هى:-

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 10 – 1 لتفي كافة الأغراض.




**شكل 10 – 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.**

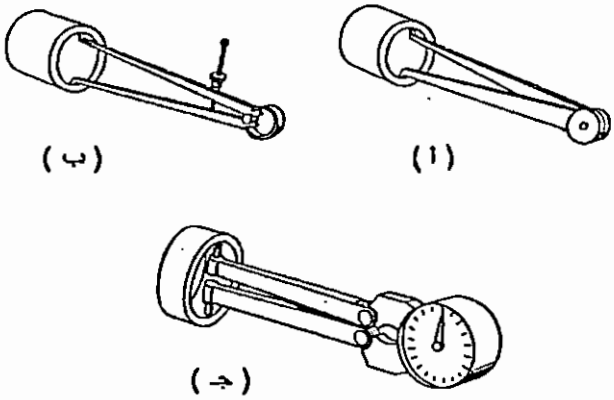
**(د) فرجار القياس الخارجي ذو القوس المدرج ، مزود بقوس مدرج يسمح بالحصول على القراءة المباشرة للقياس ، يتميز هذا الفرجار بإمكانية استخدامه للقياسات الخارجية والداخلية.**

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 10 – 2 لتفي كافة الأغراض.




**شكل 10 – 2**

**التصميمات المختلفة لفراجير القياس الداخلية**

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

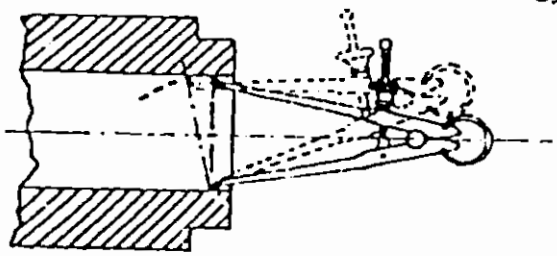
**(ب) فرجار القياس الداخلي الدقيق ، مزود بنابض حلقي (ياي) ومسمار قلاووظ وصامولة ذو سن دقيق يساعد على ضبط القياس بدقة كبيرة.**

**(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 10 – 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.

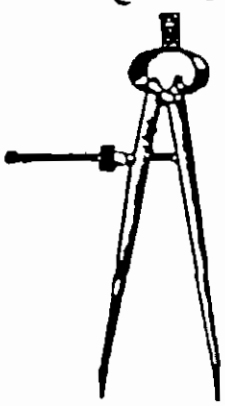


**شكل 10 – 3**

**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 10 – 4 .



**شكل 10 – 4**

**فرجـــار التقســـيم**

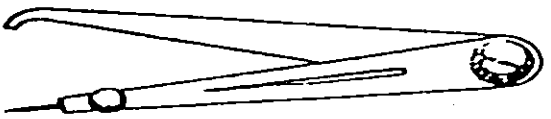
يستخدم فرجار التقسيم في تقسيم المسافات ونقل الأبعاد ورسم الأقواس والدوائر

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 10 – 5 وسط بين فرجار التقسيم وفرجار القياس الداخلي.

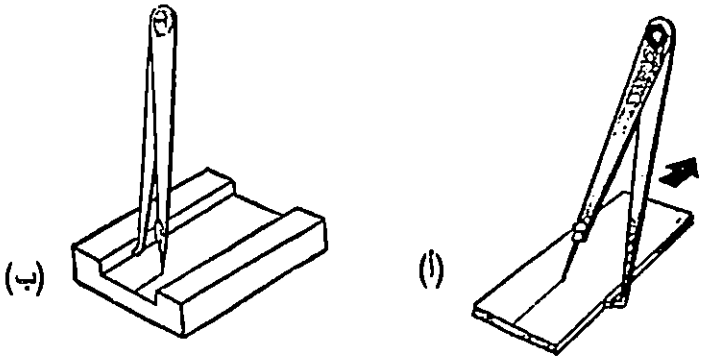


**شكل 10 – 5**

**الفرجـــــار ذو الشـــــوكة**

يستخدم الفرجار ذو الشوكة في عمليات التخطيط والشنكرة وذلك لرسم الخطوط المتوازية للأسطح الجانبية الخارجية للمشغولات كما هو موضح بشكل 10 – 6 (أ) .

كما يستخدم لرسم الخطوط المتوازية للأسطح الجانبية الداخلية للمشغولات كما هو موضح بشكل 10 – 6 (ب).




**شكل 10 – 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.

## القدمة ذات الورنية

Vernier Caliper

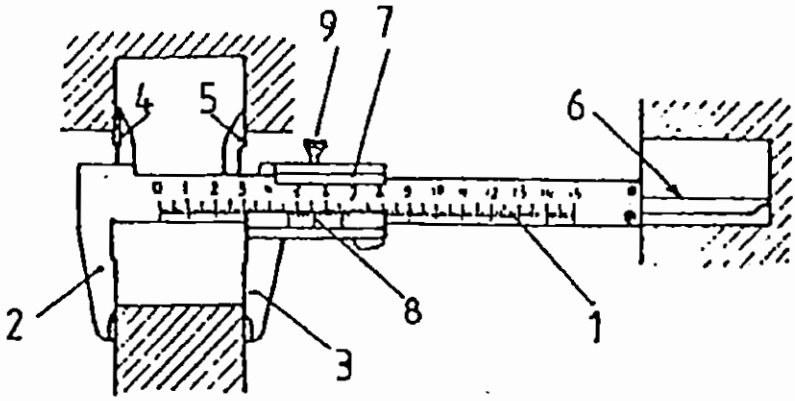
تصنع القدمة ذات الورنية من الصلب الذي لا يصدأ وهى عبارة عن مسطرة مقسمة بالملليمترات من جهة والبوصات من جهة أخرى ، ينتهي طرفها بالفك الثابت بحيث يتعامد معها تعامداً تاماً.

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 لمنزلقة .. 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 10 ــ 7 من الأجزاء الآتية:-




شكل 10 – 7

القدمـــــة ذات الورنيـــة

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.

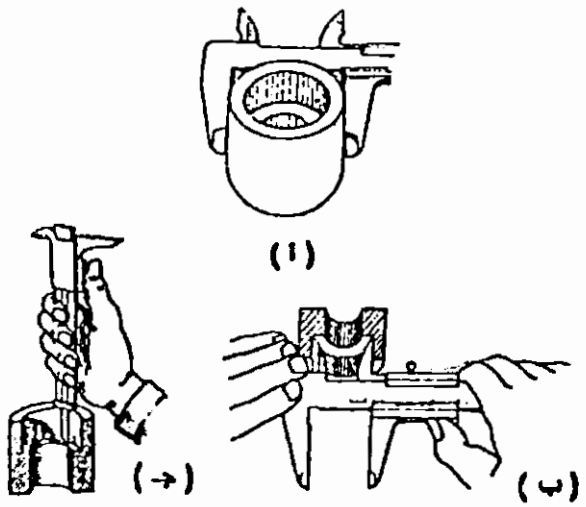
8- التقسيم المساعد: الغرض منه هو تكبير الأجزاء الصغيرة من الملليمتر أو الأجزاء الصغيرة للبوصة لسهولة قراءتها.

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 10 – 8.




**شكل 10 – 8**

**استخدام القدمة في القياسات العامة**

**(أ) قياس الأبعاد والأقطار الخارجية.**

**(ب) قياس الأبعاد والأقطار الداخلية.**

**(ج) قياس الارتفاعات والأعماق.**

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.

## 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.

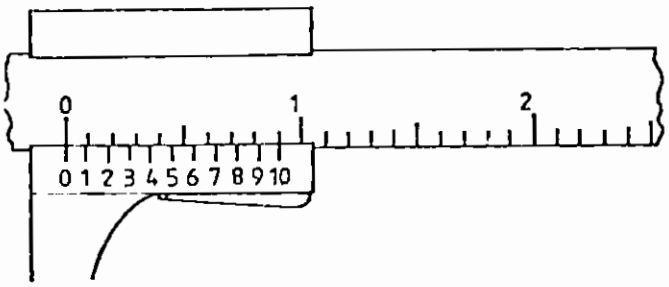
تنزلق الورنية على المسطرة .. لذلك سميت بالورنية المنزلقة . تستخدم الورنية المنزلقة مع التقسيم الأساسي بالمسطرة لإمكان قراءة الأجزاء الصغيرة بالعين المجردة بسهولة ودقة ، حيث يصـــل دقة قراءة القدمـــة إلى 0.1 أو 0.05 أو 0.02 ملليمتـــر للقياس المتري ، وإلى 0.001 بوصة للقياس الإنجليزي .

### نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة 0.1 ملليمتر:

System of slide vernier graduation 0.1mm

شكل 10 – 9 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 10 – 9

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.

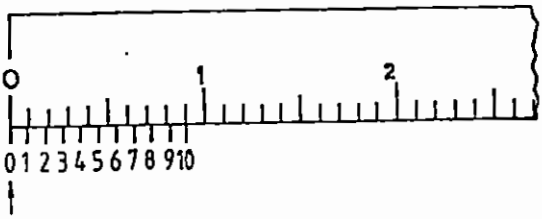
وهكذا .... وبناء على طريقة تقسيم الورنية السابق ذكرها ، فإنه يمكن تدريج الورنية المنزلقة دقة 0.05 ملليمتر أو 0.02 ملليمتر.

**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 دقة 0.1 ملليمتر ، وذلك نتيجة لتحرك الورنية المنزلقة على مسطرة القدمة لتحديد المسافة بين الفكين الثابت والمتحرك.

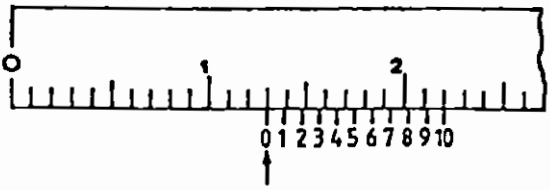
1. عند تلامس الفك الثابت للقدمة مع الفك المتحرك ينطبق صفر المسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة كما هو موضح بشكل 10 – 10 ، الذي يشير إليه السهم حيث لا توجد قراءة ، أو القراءة تساوى صفر.




شكل 10 – 10

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 10 – 11 ، حيث يشير السهم إلى صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة لتحديد قراءة الملليمترات الصحيحة بمسطرة القدمة وهى تساوى 13 ملليمتر.



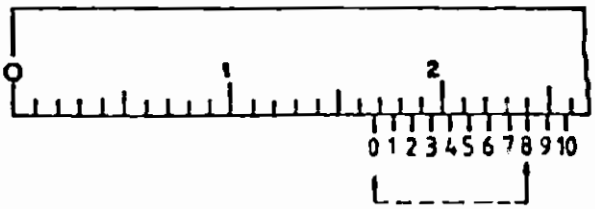

شكل 10 – 11

قراءة القدمة = 13 ملليمتر

3. عند تحرك الورنية المنزلقة على المسطرة كما هو موضح بشكل 10 – 12 ليتجاوز صفر الورنية 16 ملليمتر ، ليشير السهم الصغير لتحديد قراءة بالملليمترات 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 الملليمترات الصحيحة هى 16 ملليمتر ، يضاف إليها جزء من الملليمتر الذي يشير إليه السهم الكبير بالتقسيم المساعد بالورنية المنزلقة وهو 0.8 ملليمتر.

∴ قراءة القدمة = 16 + 0.8 = 16.8 ملليمتر




شكل 10 – 12

قراءة القدمة = 16.8 ملليمتر

## القدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر

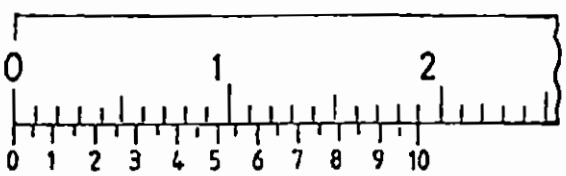
Vernier Caliper 0.05 mm

تتكون القدمة ذات الورنية دقة $\frac{1}{20}$ أو 0.05 ملليمتر من نفس أجزاء القدمة ذات الورنية دقة 0.1 ملليمتر باختلاف تدريج الورنية المنزلقة لإمكان قياس أدق. يوجد نظامان للورنية المنزلقة دقة 0.05 ملليمتر هما كالآتي:-

### النظام الأول لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.05 ملليمتر:

يوضح شكل 10 – 13 رسم تخطيط للقدمة أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة.

أخذت مسافة من مسطرة القدمة مقدارها 19 ملليمتر وقسمت إلى 20 قسم (أقسام متساوية) على الورنية ، بحيث يبتدئ صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية ، وينتهي آخر تدريج بمحاذاة التدريج التاسع عشر من المسطرة.




شكل 10 – 13

النظام الأول لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.05 ملليمتر

بذلك يكون كل قسم من أقسام الورنية = 19 ملليمتر ÷ 20 جزء = $\frac{19}{20}$ ملليمتر

وهذا يعني أن الفرق بين قيمة القسم الواحد من القياس الأساسي بالمسطرة وقيمة قسم واحد من التقسيم المساعد بالورنية.

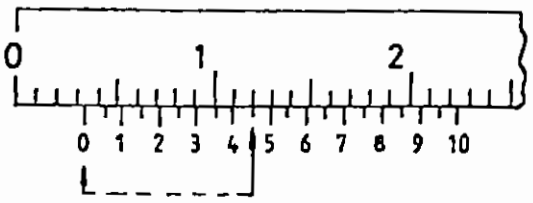
= 1 – $\frac{19}{20}$ = $\frac{1}{20}$ أو 0.05 ملليمتر

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

## قراءات مختلفة للقدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر :

Reading The Vernier Caliper 0.05 mm

1. شكل 10 – 14 رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-




**شكل 10 – 14**

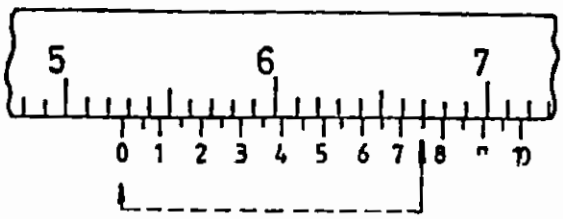
**قراءة القدمة = 3.45 ملليمتر**

السهم الصغير يشير إلى صفر الورنية لتحديد قراءة الملليمترات الصحيحة على المسطرة وهي ما بين 3 ، 4 ملليمتر .. أي أن القياس أكبر من 3 ملليمتر وأقل من 4 ملليمتر.

وهذا يعني أن قراءة الملليمترات الصحيحة = 3 ملليمتر، يضاف إليها جزء من الملليمتر الذي يشير إليه السهم الكبير بالتقسيم المساعد بالورنية المنزلقة لتكون قراءة القدمة.

= 3 + 0.45 = 3.45 ملليمتر.

2. شكل 10 – 15 رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-




شكل 10 – 15

قراءة القدمـــة = 52.75 ملليمتر

السهم الصغير يشير إلى صفر الورنية لتحديد قراءة الملليمترات الصحيحة على المسطرة ـهي ما بين 52 ، 53 ملليمتر. أي أن القياس أكبر من 52 ملليمتر وأقل من 53 ملليمتر.

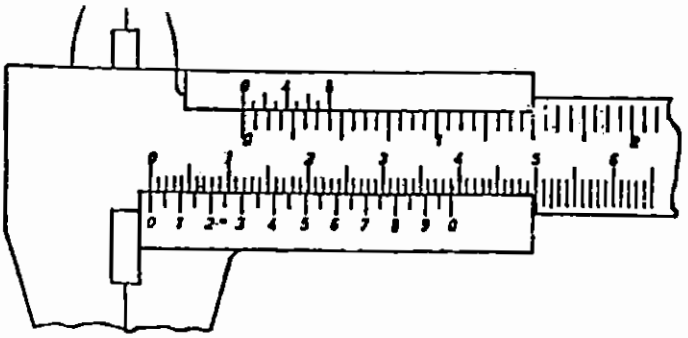
.. هذا يعني أن قراءة الملليمترات الصحيحة = 52 ملليمتر، يضاف إليها جزء من الملليمتر الذي يشير إليه السهم الكبير بالتقســيم المساعد بالورنيـــة المنزلقة لتكون قراءة القدمة.

= 52 + 0.75 = 52.75 ملليمتر.

## النظام الثاني لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.05 ملليمتر :

تتشابه القدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر بالنظام الأول مـــع القدمـــة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر بالنظام الثاني من حيث الأجزاء والشكل العام ودقة القياس، ويختلفان من حيث نظام تدريج الورنية، ويعتبر هذا النظام (نظام تدريج الورنية) هـــو الأكثر انتشاراً بالنسبة للقدمات المنزلقة دقة 0.05 ملليمتر.

شكل 10 – 16 يوضح جزء من القدمـــة ذات الورنيـــة دقـــة $\frac{1}{20}$ أو 0.05 ملليمتر ـالنظام الثاني أثناء انطباق صفر المسطرة مع صفر الورنية.



شكل 10 – 16

النظام الثاني لتدريج 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

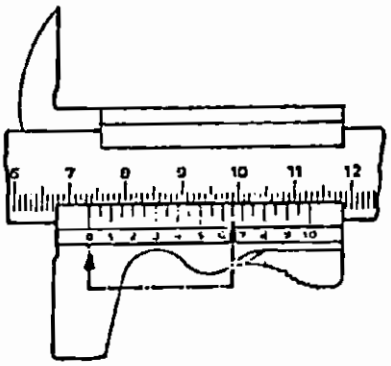
وهذا يعني أن الفرق بين قيمة القسمين من التقسيم الأساسي بالمسطرة وقيمة القسم الواحد من التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة.

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

وهي دقة قياس الورنية المنزلقة أو دقة القدمة ذات الورنية.

## قراءة للنظام الثاني للقدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر :

شكل 10 – 17 يوضح جزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر الذي يوضح قيمة قياس.



شكل 10 – 17

قراءة القدمـــة = 73.65 مم

السهم الصغير يشير إلى صفر الورنية لتحديد قراءة المليمترات الصحيحة على المسطرة وهي ما بين 73 ، 74 ملليمتر.

أي أن القياس أكبر من 73 ملليمتر وأقل من 74 ملليمتر .. وهـذا يعنـي أن القراءة الصحيحة = 37 ملليمتر، يضاف إليها جزء من الملليمتر الذي يشير إليه السهم الكبير بالتقسيم المساعد بالورنية المنزلقة كالآتي :-

قيمة كسر الملليمتر الواضحة 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 0.02 mm

تتكون القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر من نفـس أجـزاء القدمـة ذات الورنية دقة 0.1 ، 0.05 ملليمتر ، باختلاف تدريج الورنية المنزلقة لإمكان قياسـات أدق.

يوجد شكلان أساسيان للقدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر شائعا الاسـتخدام وهما كالآتي :-

**الشكل الأول :**

هو الشكل الأســاسي (القدمة جامعة الأغراض) المخصصة للقياســات العامة التالية :-

1. قياس الأبعاد والأقطار الخارجية.
2. قياس الأبعاد والأقطار الداخلية.
3. قياس الأعماق.

**الشكل الثاني :**

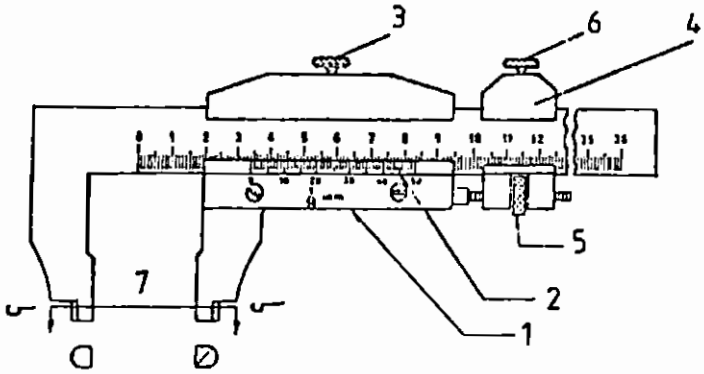
القدمة ذات محدد الضبط الدقيق المخصصة للقياسات الآتية :-

1. قياس الأبعاد والأقطار الخارجية.
2. قياس الأبعاد والأقطار الداخلية.

الغرض من وجود محدد الضبط الدقيق في القدمة دقة 0.02 ملليمتــر .. هــو سهولة التحكم في حركة الورنية المنزلقة عند القياس الدقيق.

## القدمة ذات محدد الضبط الدقيق دقة 0.02 ملليمتر:

تتكون القدمة ذات محــدد الضبــط الدقيق دقة 0.02 ملليمتر الموضحة بشكل 10 – 18 من نفس أجزاء القدمة دقة 0.1 ، 0.05 ملليمتر ، بتغيير تقسيم الورنيــة المنزلقة لإمكان قياسات أدق بالإضافة إلى بعض الأجزاء الأخرى وهي كالآتي :-




**شكل 10 – 18**

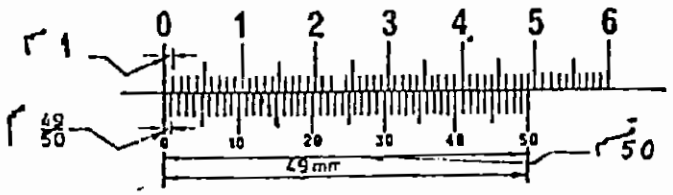
**القدمة ذات محدد الضبط الدقيق دقة 0.02 ملليمتر**

1. مسمار تثبيت الورنية المنزلقة.
2. التقسيم المساعد بالورنية.
3. الورنية المنزلقة.
4. محدد الضبط الدقيق.
5. عجلة التحكم في حركة محدد الضبط الدقيق.
6. مسمار تثبيت محدد الضبط الدقيق.
7. (س س) قطاع بالفكين الثابت والمتحرك يستخدمان للقياس الداخلي.

## النظام الأول لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر :

يوضح شكل 10 – 19 رسم تخطيطي للقدمة أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة.

أخذت مسافة مقدارها 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 10 – 19**

**النظام الأول لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر**

بذلك يكون كل قسم مدرجاً من الورنية المنزلقة

$$= 49 \text{ مم} \div 50 \text{ جزء} = \frac{49}{50} \text{ مم}$$

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

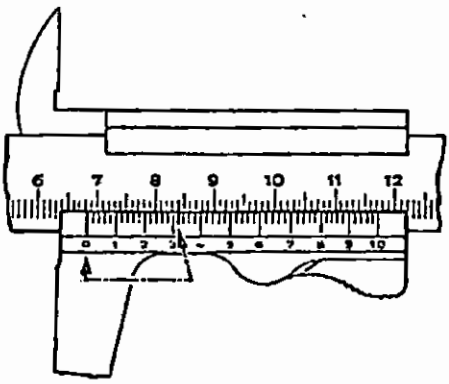
$$= 1 - \frac{49}{50} = \frac{1}{50} \text{ مم} \quad .. \quad \text{أي } 0.02 \text{ مم}$$

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

## قراءات للنظام الأول للقدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر :

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

1. شكل 10 – 20 يوضح جزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر ، والسهم يشير إلى قراءة القياس وهو كالآتي:-




شكل 10 – 20

قراءة المقدمة = 68.32 مم

السهم الصغير الذي يشير إلى صفر الورنية لتحديد قراءة الملليمترات الصحيحة على المسطرة وهي ما بين 68 ، 69 ملليمتر.

أي أن القياس أكبر من 68 ملليمتر وأقل من 69 ملليمتر ..هذا يعني أن قراءة الملليمترات الصحيحة = 68 ملليمتر.

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

= 68 + 0.3 + 0.02 = 68.32 ملليمتر.

2. شكل 10 – 21 يوضح جزء من القدمة ذات محدد الضبط الدقيق دقة 0.02 ملليمتر والسهم يشير إلى قراءة القياس وهو كالآتي:-

شكل 10 – 21

قراءة القدمـــة = 37.66 مم

السهم الصغير يشير إلى صفر الورنية لتحديد قراءة المليمترات الصحيحة على المسطرة وهي ما بين 37 ، 38 ملليمتر .. أي أن القياس أكبر من 37 ملليمتر وأقل من 38 ملليمتر.

وهذا يعني أن قراءة المليمترات الصحيحة = 37 ملليمتر.

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

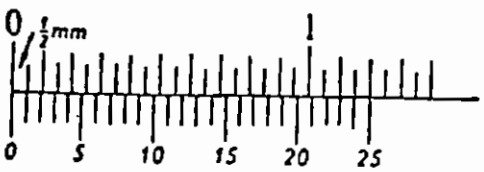
$= 37 + (2 \times 0.3) + (2 \times 0.03)$

$= 37 + 0.6 + 0.06$

= 37.66 ملليمتر.

## النظام الثاني لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر :

يوضح شكل 10 – 22 رسم تخطيط لجزء من القدمة ذات الورنية أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية.




شكل 10 – 22

النظام الثاني لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر

أخذت مسافة من المسطرة مقدارها 12 ملليمتر ، وقسمت إلى 25 قسم (أقســـام متساوية) بالورنية المنزلقة، بحيث يبتدئ صفر الورنية بمحـــاذاة صـــفر المســـطرة ،

وينتهي آخر تدريج بالورنية بمحاذاة التدريج الثاني عشر من المسطرة .. علماً بأن تدريج المليمترات بالمسطرة مقسم إلى أنصاف المليمترات.

بذلك يكون كل قسم من أقسام الورنية = 12 مم ÷ 25 جزء = 0.48 مم

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

= 0.5 – 0.48 = 0.02 مم

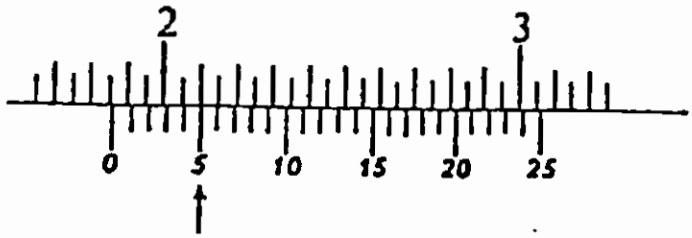
وهي دقة قياس الورنية المنزلقة أو دقة قياس القدمة ذات الورنية.

**ملاحظة** :

يعتبر هذا النوع من القدمات أقل انتشاراً وذلك لصغر مسافة تقسيم الورنية مما ينتج عنه الرؤية الغير واضحة وعدم الدقة في القراءة.

**قراءات للنظام الثاني للقدمة ذات الورنية دقة 0.02 مليمتر:**

1. شكل 10 – 23 يوضح رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.02 مليمتر، والسهم يشير إلى قراءة القياس وهو كالآتي:-



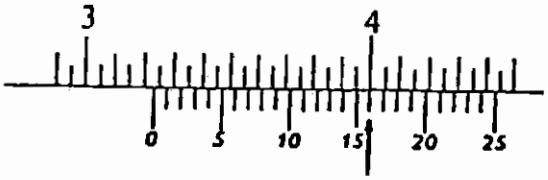

**شكل 10 – 23**

**قراءة القدمة = 18.6 مليمتر**

قراءة القدمة = 18.5 + (2 × 0.05)

= 18.5 + 0.1 = 18.6 مليمتر

2- شكل 10 – 24 يوضح رسم تخطيط لجزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.02 مليمتر والسهم يشير إلى قراءة القياس وهو كالآتي:-




شكل 10 – 24

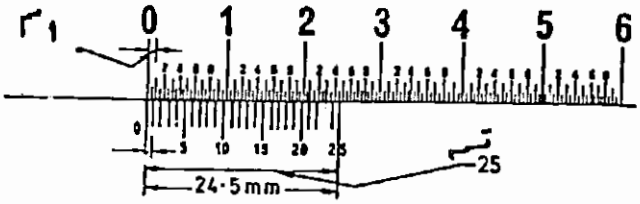
قراءة القدمـــة = 32.32 ملليمتر

قراءة القدمة = 32 + (2 × 0.16)

= 32 + 0.32 = 32.32 ملليمتر

## النظام الثالث لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر:

يوضح شكل 10 – 25 رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنيـــة أثنـــاء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة على صفر التقسيم المساعد بالورنية.




شكل 10 – 25

النظام الثالث لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر

أخذت مسافة مقدارها 24.5 ملليمتر من التقسيم الأساسي بالمسطرة وقسمت إلى 25 قسم (أقسام متساوية) على الورنية المنزلقة بحيث يبتديء صفر الورنية بمحـــاذاة صفر المسطرة وينتهي آخر تدريج بالورنية بمحاذاة التـــدريج 24.5 ملليمتـــر مـــن المسطرة.

بذلك يكون كل قسم من أقسام الورنية = 24.5 مم ÷ 25 جزء = 0.98 مم

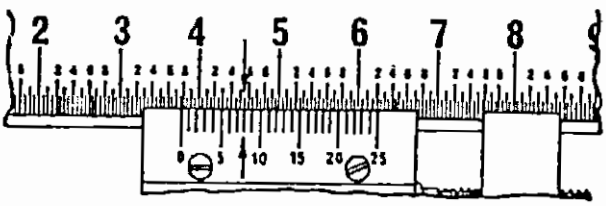
.. هذا يعني أن الفرق بين قيمة القسم الواحد من التقسيم الأساســـي بالمســـطرة وقيمة قسم واحد من التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة

= 1 – 0.98 = 0.02 ملليمتر.

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

**قراءات مختلفة للنظام الثالث للقدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر :**

شكل 10 – 26 يوضح رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر، والسهم يشير إلى قراءة القياس وهو كالآتي:-




**شكل 10 – 26**

**قراءة القدمة = 37.66 ملليمتر**

قراءة القدمة = 37 + 0.5 + (2 × 0.08)

= 37 + 0.5 + 0.16

= 37.66 ملليمتر

**ملاحظة :**

هذا النوع من القدمات أقل انتشاراً رغم كبر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة شيئاً ما عن النظام السابق ، إلا أن تقارب خطوط التقسيم بالمسطرة والتقسيم المساعد بالورنية يؤدي إلى عدم الدقة في رؤية قراءات القياس بدقة.

## القدمات ذات الأشكال الخاصة

Special Vernier Calipers

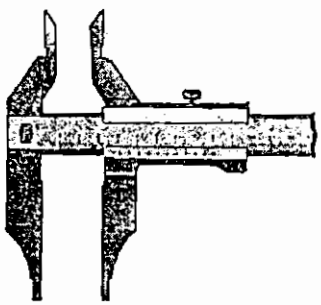
صممت القدمات المنزلقة ذات الورنية بأشكال مختلفة ، يختلف استخدام كل منها عن الأخرى باختلاف شكل الجزء المراد قياسه.

فيما يلي عرض لأكثر أشكال القدمات ذات الأشكال الخاصة انتشاراً.

**القدمة ذات حدي القياس الداخلي** : Caliper with inside pointed jaws

الغرض من تصميم حدي القياس بهذا الشكل هو إمكان قياس الأقطار الداخلية للمشغولات التي يصعب قياسها بالقدمة ذات الورنية التقليدية.

تتكون القدمة ذات حدي القياس الداخلي شكل 10 – 27 بنفس أجزاء القدمة ذات حدي القياس الخارجي ، باختلاف استبدال حدي القياس بآخرين يميلان إلى الداخل بزاوية قدرها 45 $^0$ وينتهي بزاوية ميل إلى الداخل.



**شكل 10 – 27**

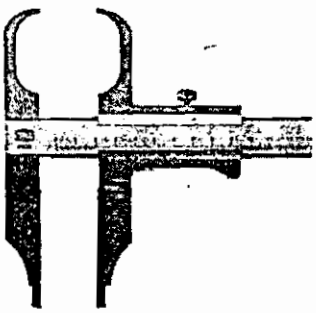
**القدمة ذات حدي القياس الداخلي**

تستخدم القدمة ذات حدي القياس الداخلي لقياس الأقر الداخلية الغير ظاهرة ، بالإضافة إلى استخدامها في قياس الأبعاد والأقطار الخارجية والداخلية من خلال الفكين الثابت والمتحرك.

**القدمة ذات حدي القياس المقوسين** : Caliper with hookec jaws

الغرض من حدي القياس المقوسين هو قياس أبعاد المشغولات التي يصعب قياسها بالقدمة ذات الورنية.

تتكون القدمة ذات حدي القياس المقوسان شكل 10 – 28 بنفس أجزاء القدمة ذات الورنية ، باختلاف استبدال حدي القياس بالشكل التقليدي للقدمة ذات الورنية بحدي القياس مقوسان محدبان على شكل مخلبان متقابلان لاستخدامها للقياس الخارجي الخاص.



شكل 10 – 28

القدمة ذات حدي القياس المقوسين

تستخدم القدمة ذات حدي القياس المقوسان للقياسات الآتية:-

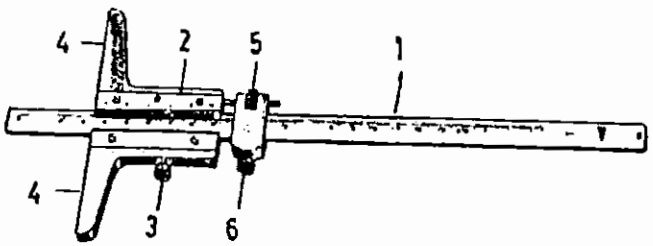
1. قياس الأبعاد والأقطار الداخلية.
2. قياس الأبعاد والأقطار الخارجية.
3. قياس أبعاد المشقبيات التي تصعب قياسها بالقدمة التقليدية.

**قدمة قياس الأعماق** : Depth Gauges Vernier

تستخدم قدمة قياس الأعماق في قياس الأعماق وأطوال التقوب . 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 10 – 29 من الأجزاء الآتية:-



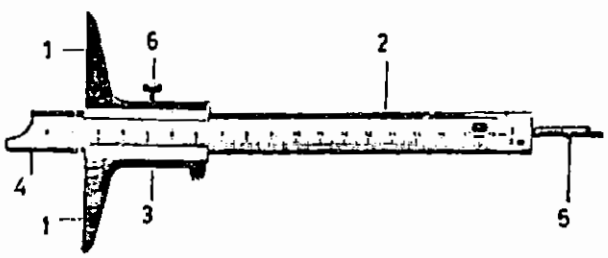

شكل 10 – 29
قدمة قياس الأعماق

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 10 – 30. 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 10 – 30
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.

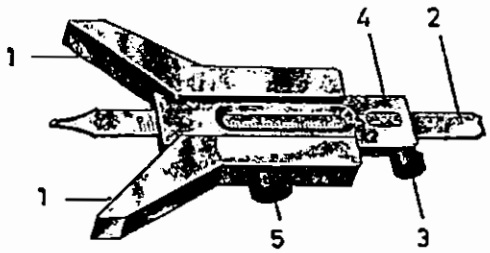
## قدمة قياس أعماق مجارى الأسطح الأسطوانية :

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 10 – 31 من الأجزاء الآتية:-




شكل 10 – 31

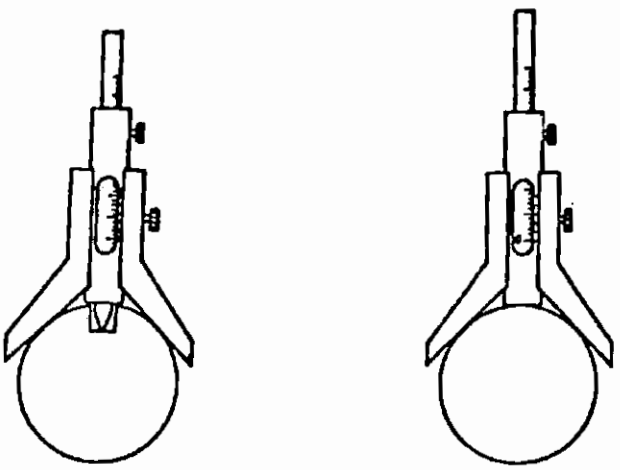
قدمة قياس أعماق مجارى الأسطح الأسطوانية

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 10 – 32 يوضح قدمة قياس أعماق مجارى الأسطح الأسطوانية أثناء قياس مجرى طولي على سطح مشغولة أسطوانية.



(ب) (أ)

**شكل 10 – 32**

**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.**

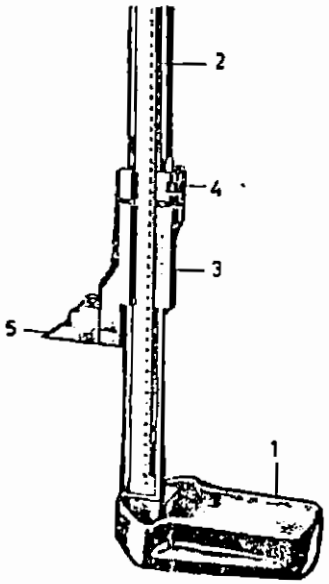
## قدمة قياس الارتفاعات Vernier Height Gauge :

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 10 – 33 من الأجزاء الآتية:-




**شكل 10 – 33**

**قدمة قياس الارتفاعات**

1. القاعدة: 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 المخصص له في صندوق القدمة ، كما يمكن استبداله.

# الميكرومترات

# Micrometers

تختلف أهمية قطع التشغيل المصنعة باختلاف أدوات القياس المستخدمة والدقة المطلوبة من أجلها ، أو حسب أهمية الجزء وطريقة تركيبه وتعامله مع باقي الأجزاء ، لذلك صممت القدمت 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.

تعتبر الميكرومترات بإختلاف أنواعها وأشكالها من أدوات وأجهزة القياس التي تلي القدمات المنزلقة من حيث دقتها ، وهي من أكثر أدوات القياس انتشارا في المصانع وورش التشغيل ، 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 بالمليمتر ، 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 وهى كالآتي:-

1. تغليف جانبي الإطار.
2. تغليف أسطوانة القياس الخارجية.
3. تغليف مسمار التحسس أو عجلة التفويت.

صممت أدوات وأجهزة القياس لاستخدامها عند درجة حرارة ثابتة قدرها عشرون درجة مئوية ( 20C ) ، 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

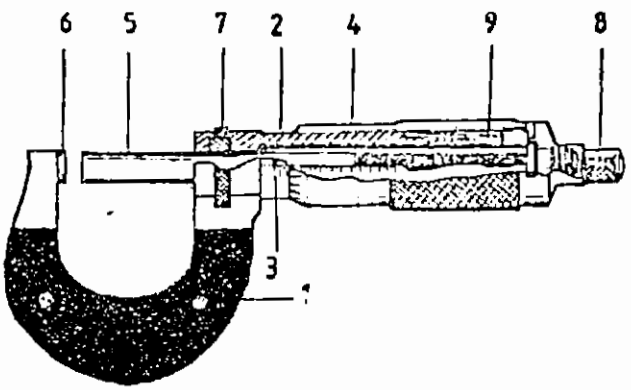
يستخدم ميكرومتر القياس الخارجي في قياس الأبعاد والأقطار الخارجية للمشغولات والأجزاء ذات الأسطح المشطبة الدقيقة.

يتكون ميكرومتر القياس الخارجي الموضح بشكل 10 – 34 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 10 – 34

ميكرومتر القيـــاس 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 لتثبـيت 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 بالمشـغولات 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

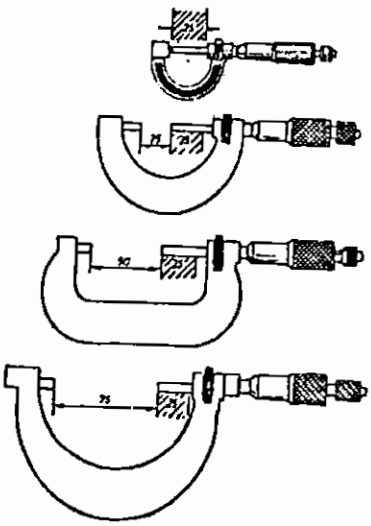
يوصى بمراجعة واختبار دقة قياس الميكرومترات من حين لآخر ، بواسـطة قوالب القياس ذات الأسطح المتوازية ، لضبطها أو للتأكد من دقتها.

## 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 10 – 35 فإنه يزيد بمقدار 25 ملليمتر كالآتي:-



**شكل 10 – 35**

**نطاق قيـــاس الميكرومتر**

**ميكرومتر قياس 0 – 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 .

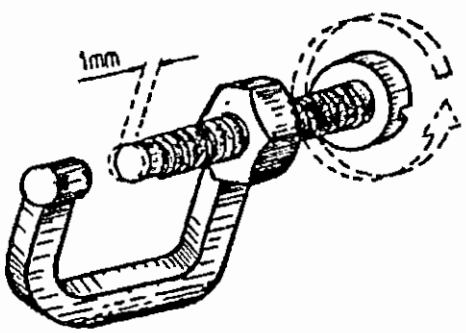
# نظرية الميكرومتر

## 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 10 – 36

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 10 – 36**
**نظريـــة الميكرومـــتر**

خطوة قلاووظ عـــمود القياس المعتادة والأكثر انتشارا بالميكرومترات ، هي 0.5 ملليمتر ، والغرض من صِغرْ الخطوة هو الحصول علي الحرَكة الدقيقة أثناء القياس.

علما بأنه يوجد ميكرومترات أخرى خطوة قلاووظ عمود قياسها هو واحد 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 .

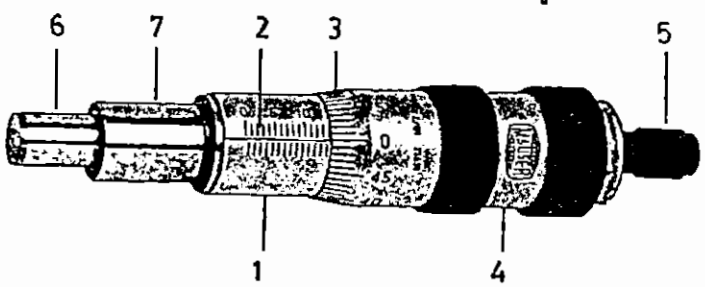
الغرض من هذه الأقسام هو تكبير الأجزاء الصغيرة .. مما يرفع دقة القراءة ، حيث تضاف هذه الأجزاء إلى قيمة القياس الأساسي بالتقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية ، للحصول على قراءة دقيقة.

## 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 10 – 37 مواصفاته كالآتي:-




**شكل 10 – 37**

**رأس ميكرومتر خطوة عمود قياسة 0.5 ملليمتر**

1- أسطوانة القياس الداخلية.
2- التقسيم الرئيسي على خط طولي ، يشير التقسيم العلوي على المليمترات الصحيحة كما يشير التقسيم السفلى إلى أنصاف المليمترات.
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 مليمتر = 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

$$= \frac{1}{50} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{10} \text{ .. أو } 0.01 \text{ مليمتر .}$$

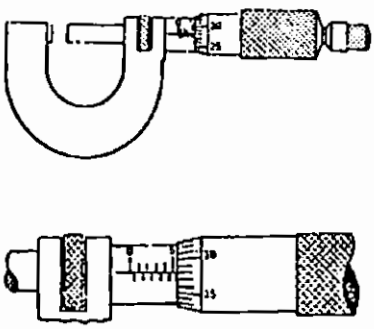
وهى دقة قياس الميكرومتر . يعتبر هذا النظام هو الأكثر انتشاراً بالميكرومترات.

**قراءات مختلفة للنظام الأول لتدريج الميكرومتر:**

Different reading of first system micrometer graduation

**مثال 1:**

شكل 10 – 38 يوضح قراءة لميكرومتر صفر – 25 مليمتر ، دقة 0.01 مليمتر، ولزيادة الإيضـــاح فقد تم تكبير رأس الميكرومتر . أوجد قيمة القراءة ؟



شكل 10 – 38

قراءة الميكرومتر = 5.78 ملليمتر

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

خط التقسيم الطولي الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية مقسم من أعلى بالملليمترات الصحيحة ومن أسفل بأنصاف الملليمترات .. وهذا يعني أن خطوة فلاووظ عمود القياس = 0.5 ملليمتر.

قراءة التقسيم الرئيسي العلوي = 5 ملليمتر.

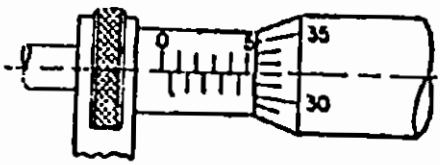
قراءة التقسيم الرئيسي السفلى = جزء واحد فقط = 0.5 ملليمتر.

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

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

**مثال 2 :**

شكل 10 – 39 يوضح قراءة لميكرومتر خارجي صفر – 25 ملليمتر ، دقة 0.01 ملليمتر. أوجد قيمة قراءة الميكرومتر ؟




شكل 10 – 39

قراءة الميكرومتر = 5.82 ملليمتر

قراءة التقسيم الرئيسي العلوي = 5 ملليمتر

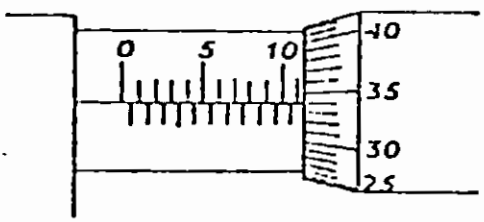
قراءة التقسيم الرئيسي السفلى = جزء واحد = 0.5 ملليمتر

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

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

**مثال 3 :**

شكل 10 – 40 يوضح قراءة لميكرومتر خارجي صفر – 25 ملليمتر ، دقة 0.01 ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟




**شكل 10 – 40**

**قراءة الميكرومتر = 11.34 ملليمتر**

قراءة التقسيم الرئيسي العلوي = 11 ملليمتر

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

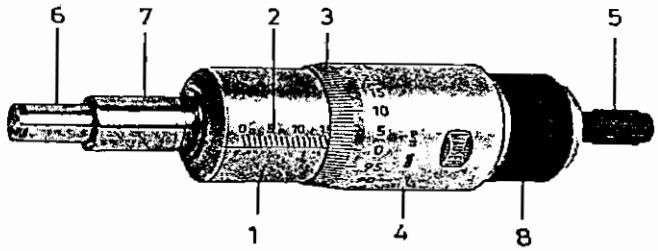
∴ قراءة الميكرومتر = 11 + 0.34 = 11.34 ملليمتر

## 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 10 – 41 مواصفات كالآتي:-




**شكل 10 – 41**

**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، يكون قيمة هذا الجزء = جزء واحد من مجموع أجزاء مخروط أسطوانة القياس × خطوة عمود القياس.

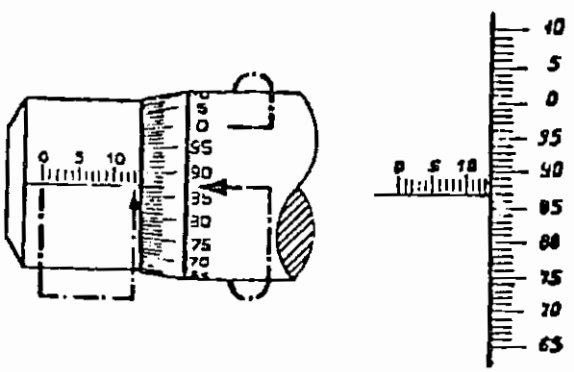
$= \frac{1}{100} \times 1 = 0.01$ ملليمتر .. وهى دقة قياس الميكرومتر.

## قراءات مختلفة للنظام الثاني الميكرومتر الخارجي :

Different reading for external micrometer system

**مثال 1:**

شكل 10 – 42 يوضح قراءة ميكرومتر خارجي صفر : 25 ملليمتر دقة 0.01 ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟




**شكل 10 – 42**

**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 . علما بأن خطوة قلاووظ عمود قياسه 1 ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟

**الحل:**

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

$$= \frac{27}{10} \times 1 = 0.27 \text{ ملليمتر}$$

**مثال 3:**

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

**الحل:**

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

∴ قيمة قراءة الميكرومتر = $8 + \frac{32}{10} = 8.32$ 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 أنواع الميكرومترات لخاصة المستخدمة في ورش الخراطة :-

## 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.**

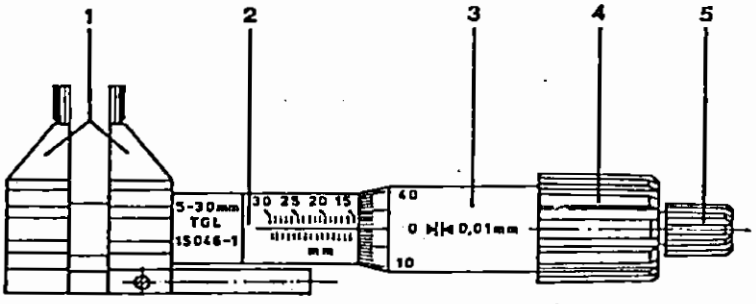
### الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة 0.01 مليمتر:

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 10 – 43 من الأجزاء الآتية:-




**شكل 10 – 43**

**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.**

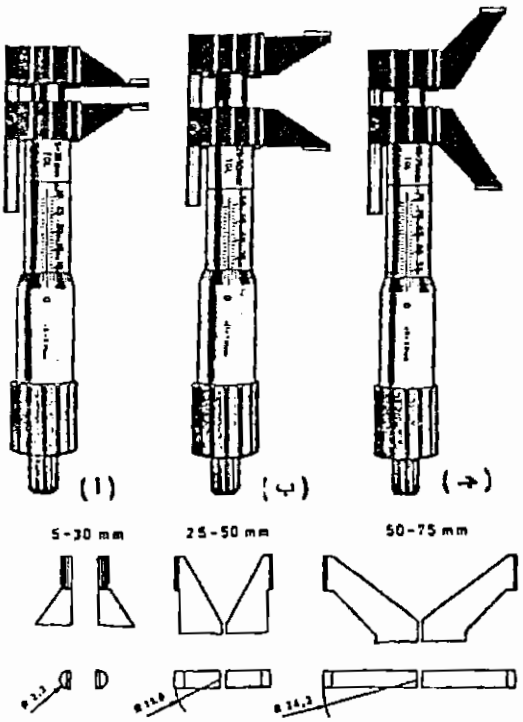
**4- غلاف أسطواني من الباكليت ، لعدم تسرب حرارة اليد للميكرومتر.**

**5- مسمار تحسس.**

## نطاق قياسالميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة 0.01 ملليمتر :

يتشابه الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة 0.01 ملليمتر مع الميكرومتر الخارجي من حيث نطاق القياس ، حيث أن طول مشوار عمود القياس بكل منها هو 25 ملليمتر.

يبدأ قياس الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة 0.01 ملليمتر من 5 – 30 ملليمتر ، ويزيد مجال القياس بمقدار 25 ملليمتر كالمعتاد ليصل قياسه إلى 75 ملليمتر كما هو موضح بشكل 10 – 44 .




شكل 10 – 44

نطاق قياس الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة 0.01 ملليمتر

(أ) ميكرومتر 5 ــ 30 ملليمتر . سمك كل من مقدمة الفكين الثابت والمتحرك هو 2.5 ملليمتر ، أي إنه عند انطباق صفر التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية مع صفر تدريج مخروط أسطوانة القياس الخارجية ، يكون عرض الفكين الثابت والمتحرك 5 ملليمتر.

(ب) ميكرومتر 25 ــ 50 ملليمتر . بعد كل من مقدمة الفكين الثابت والمتحرك هو 12.5 ملليمتر ، أي إنه عند انطباق صفر التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية مع صفر تدريج مخروط أسطوانة القياس الخارجية ، يكون عرض الفكين الثابت والمتحرك 25 ملليمتر.

(ج) ميكرومتر 50 ــ 75 ملليمتر. مدي قباسه .. أي من مقدمة الفكين الثابت والمتحرك هو 25 ملليمتر ، أي إنه عند انطباق صفر التقسيم الرئيسي بأسطوانة

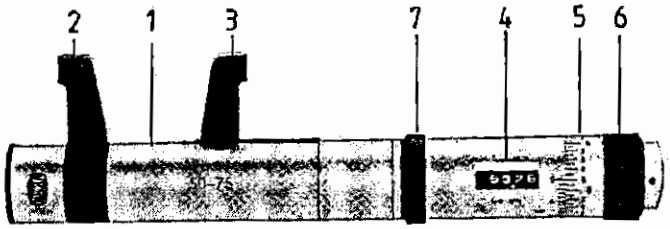
القياس الداخلية مع صفر تدريج مخروط أسطوانة القيـاس الخارجيـة، يكـون عرض الفكين الثابت والمتحرك 50 ملليمتر.

## الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة 0.001 مم:

INTERNAL MICROMETER WITH TWO CALIPERS

يتشابه الميكرومتر الداخلي ذو الفكين مع الميكرومتر الخارجي باختلاف الفكين بدلاً من الإطار الذي على شكل قوس . دقة قياسه 0.01 ملليمتر .. أضيف عليه تقسيم مساعد ليصل دقة قياسه إلى 0.001 ملليمتر.

يتكون الميكرومتر الداخلي ذو الفكين الموضـح بشكل 10 – 45 من الأجزاء التالية:-




شكل 10 – 45

الميكرومتر الداخلي ذو الفكين

1. الهيكل الأساسي.
2. الفك الثابت.
3. الفك المتحرك.
4. القراءة الأساسية المباشرة.
5. التقسيم المساعد.
6. مسمار تحسس.
7. فرملة حلقية.

يبلغ طول مشوار الفك المتحرك 25 ملليمتر ، أما مدى القياس فيكون كالآتي :-

50 : 75 ملليمتر

75 : 100 ملليمتر

100 : 125 ملليمتر

125 : 150 ملليمتر

150 : 175 ملليمتر

175 : 200 ملليمتر

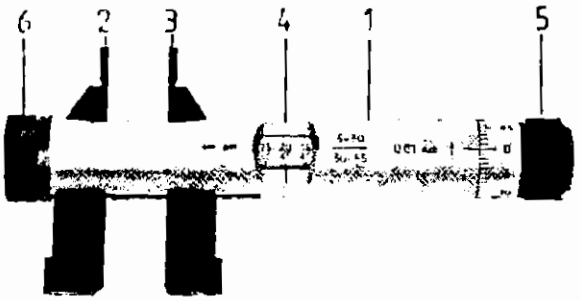
**الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المزدوجين :**

INTERNAL MICROMETER WITH DOUBLE TWO CALIPERS

مع الحاجة المتزايدة لقياس الأقطار الصغيرة الدقيقة ، فقد قامت دور الصناعة بتطوير تصميم الميكرومتر الداخلي ليكون ذ فكين مزدوجين .

يتشابه الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المزدوجين مع الميكرومتر الداخلي ذو الفكين التقليدي السابق عرضه باختلاف الفكين المزدوجين.

يتكـــون الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المزدوجين الموضـــح بشكل 10 – 46 من الأجزاء التالية :-




**شكل 10 – 46**

**الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المزدوجين**

1. **الهيكل الأساسي.**
2. **الفك الثابت.**
3. **الفك المتحرك.**
4. **القراءة الأساسية المباشرة.**
5. **مسمار تحسس.**
6. **فرملة حلقية.**

أثناء انطباق الفكين تكون قيمة قياس الفكين من الجهة العليا 5 ملليمتر .. حيث إن سمك كل منهما 2.5 ملليمتر ، لإمكان استخدامها في القياسات التي تبدأ من 5 : 30 ملليمتر ، وقيمة قياس الفكين من الجهة السفلى 30 ملليمتر .. حيث إن سمك كل منهما 15 ملليمتر ، لإمكان استخدامهما في القياسات التي تبدأ من 30 : 55 ملليمتر.

من أهم مميزات الميكرومتر الداخلي ذي الفكين المزدوجين هواستخدام الفكين المزدوجين في القياس الداخلي ليصل مدى القياس من 5 : 55 ملليمتر ، لذلك فإن التقسيم الأساسي يظهر به قراءتين من لكلا الجهتين (العليا والسفلى).

**ملاحظة :**

**وجود الفكين المزدوجين في الميكرومترات الداخلية ذات الأقطار الكبيرة يزيد في وزنها ، الأمر الذي قد يؤدي إلى احتمال أخطاء في القياس .. لذلك فقد صمم الميكرومتر الداخلي الذي يبدأ قياسه من 50 ملليمتر ذو فكين من جهة واحدة.**

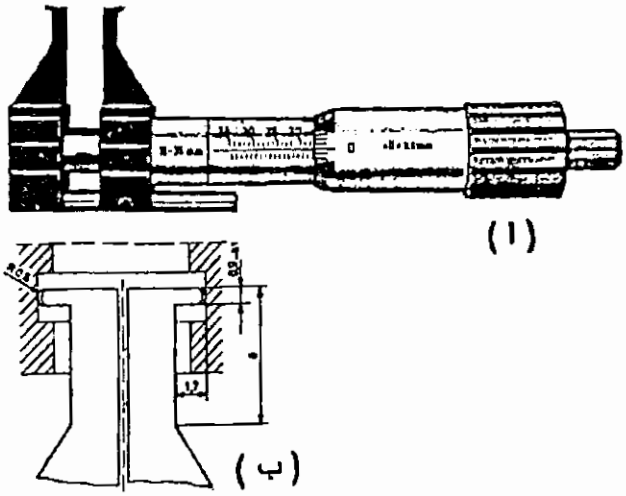
## الميكرومتر الداخلي دقة 0.01 ملليمتر

## المجهز لقياس أقطار المجاري الداخلية

يتشابه الميكرومتر الداخلي المجهز لقياس أقطار المجاري الداخلية الموضح بشكل 10 – 47 (أ) مع الميكرومتر السابق ذكره في الشكل والتصميم ، ويختلفان من حيث شكل مقدمة كل من فكي القياس.

يستخدم هذا الميكرومتر في قياس أقطار المجاري الداخلية لثقوب المشغولات الدقيقة كما هو موضح بالرسم التخطيطي بشكل 10 – 47 (ب).

نطاق قياس الميكرومتر الداخلي دقة 0.01 ملليمتر والمجهز لقياس أقطار المجاري الداخلية هو 10 ــ 35 ملليمتر ، أي إنه عند انطباق صفر التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية مع صفر تدريج مخروط أسطوانة القياس الخارجية ، يكون عرض الفكين (الثابت، والمتحرك) = 10 ملليمترات.




شكل 10 – 47

الميكرومتر الداخلي المجهز لقياس أقطار المجاري الداخلية

(أ) الميكرومتر الداخلي المجهز لقياس أقطار المجاري الداخلية.

(ب) رسم تخطيطي للفكين أثناء قياس قطر مجرى داخلي بمشغولة.

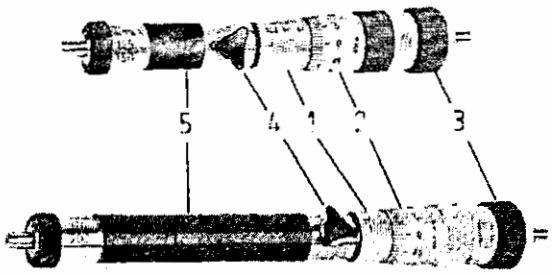
## الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد:

INTERNAL MICROMETER WITH EXTENSION RODS

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

يستخدم الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد في قياس الأقطار الداخلية الكبيرة . توجد قطع إمتداد يمكن تثبيتها بالميكرومتر لاستخدامه في قياس الأبعاد والأقطار الداخلية الكبيرة.

يتكون الميكرومتر الداخلي المجهز امتداد الموضح بشكل 10 – 48 من الأجزاء التالية:-




شكل 10 – 48

الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد

1. أسطوانة القياس الداخلية.
2. أسطوانة القياس الخارجية.
3. حلقة أسطوانية للتحسس.
4. مسمار تثبيت.
5. قطع امتداد.

ملاحظة :

صمم السطحين الجانبيين لأعمدة قياس الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد على شكل قوس ، بحيث يكون تلامس كل منهما على نقطة ، وذلك للحصول على قياسات دقيقة.

**نطاق قياس الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد :**

RANGE OF INTERNAL MICROMETER WITH EXTENSION RODS

يبدأ نطاق قياس الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد من 35 : 50 ملليمتر، أما نطاق القياس الذي يليه فإنه يتشابه مع نطاق قياس الميكرومتر الخارجي، حيث طول مشوار عمود القياس 25 ملليمتر ليزيد مجال قياسه بمقدار 25 ملليمتر كالآتي:-

35 : 50 ملليمتر

50 : 75 ملليمتر

75 : 100 ملليمتر

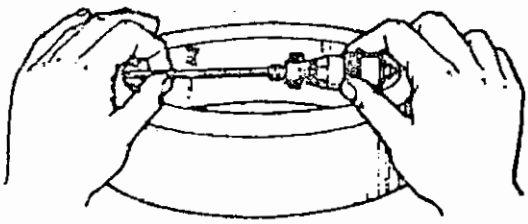
100 : 125 ملليمتر

125 : 150 ملليمتر

وهكذا .. بزيادة قدرها 25 ملليمتر ليصل نطاق قياسه إلى 500 ملليمتر.

**طرق القياس باستخدام الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد :**

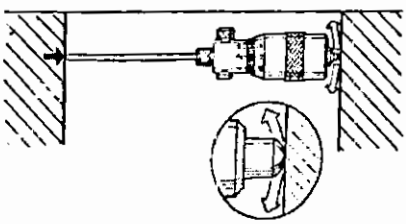
1. يستخدم الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد في القياس المباشر كما هو موضح بشكل 10 – 49 ، وذلك بحمله بكلتي يدي الفني ووضع السطحين الجانبين لأعمدة قياس الميكرومتر على السطح الداخلي لقطعة التشغيل .



**شكل 10 – 49**

**استخدام الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد للقياس المباشر**

وبزيادة طول الميكرومتر شيئًا فشيئًا مع حركة عمود القياس بحركة على شكل قوس باحتراس ، حتى يتلامس أطراف الميكرومتر على السطح الداخلي للشغلة بشكل عمودي كما هو موضح بشكل 10 – 50 للوصـــول إلى القياس المطلوب وبدقة.



**شكل 10 – 50**

**تلامس أطراف الميكرومتر على السطح الداخلي للشغلة بشكل عمودي**

2. يستخدم ذراع التطويل الموضح بشكل 10 – 51 في حمل الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد لقياس أقطار المشغولات الداخلية العميقة.

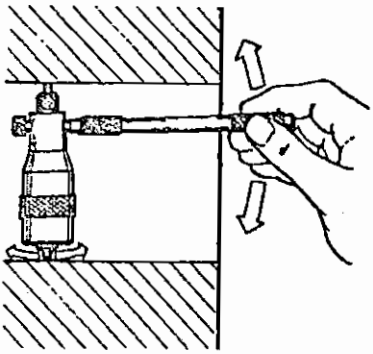
شكل 10 – 51

ذراع التطويـــــل

**إرشـادات :**

عند استخدام الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد والمثبت بـــذراع التطويـــل لقياس أقطار المشغولات العميقة .. يراعى إتباع الخطوات التالية :-

- ضبط الميكرومتر بقياس أقل من القطر أو البعد المطلوب قياسه.
- يوضع الميكرومتر داخل القطر الداخلي للمشغولة بحيث يسند عمود أسطوانة القياس على قطعة التشغيل.
- زيادة طويل الميكرومتر شيئًا فشيئًا حتى يتلامس السطحان الجانبيان لأعمدة قياس الميكرومتر للسطح الداخلي للمشغولة بشكل عمودي ، وبحركة الميكرومتر حركة متأرجحة كما هو موضح بشكل 10 – 52 يمكن الشعور أو الإحساس بمدى تلامس كلا جانبي الميكرومتر للمشغولة والتأكد من صحة القياس.
- يسحب الميكرومتر برفق لمعرفة قيمة القياس.



شكل 10 – 52

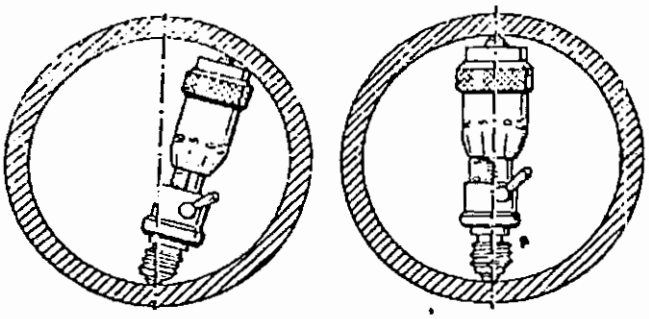
تلامس الميكرومتر للسطح الداخلي للمشغولة بشكل عمودي

ثم تحركه بحركة متأرجحة للتأكد من التلامس الجيد وصحة القياس

**تذكر أن :**

يجب استخدام الميكرومتر الداخلي أثناء القياس بالطريقة الصحيحة أي بوضع عمودي على السطح الداخلي لقطعة التشغيل كما هو موضح بشكل 10 – 53 (أ) وذلك للحصول على قياسات دقيقة.

علماً بأن استخدام الميكرومتر بالطريقة الخاطئة أي بوضع منحرف عن الخط العمودي أو مائل لمحور السطح الداخلي لقطعة التشغيل كما هو موضح بشكل 10 – 53 (ب) ينتج عنه قياسات خاطئة وغير صحيحة.



(ب) (أ)

**شكل 10 – 53**

**استخدام الميكرومتر الداخلي بالطرق الصحيحة والخاطئة أثناء القياس**

**(أ) طريقة القياس الصحيحة .**

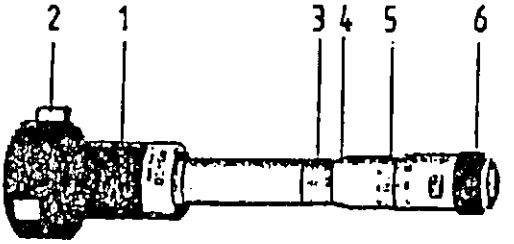
**(ب) طريقة القياس الخاطئة .**

## 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 والأجزاء الدقيقة ، وذلك لوجود ثلاثة أذرع يتلامسون مع سطح القطر الداخلي على هيئة نقط ارتكاز أثناء عملية القياس ليعطي قياسات ذات دقة عالية.

يتكون الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز الموضح بشكل 10 – 54 من الأجزاء التالية –



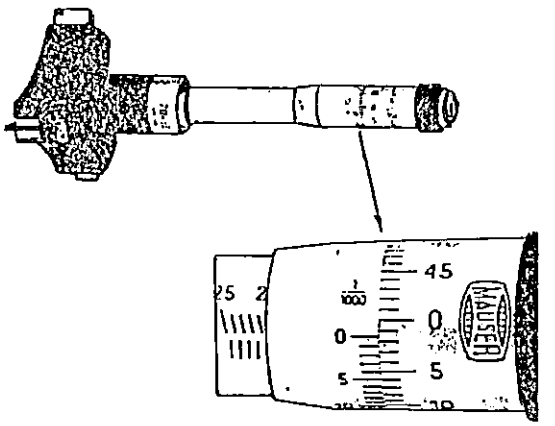

شكل 10 – 54

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 الثلاثة نقط ارتكاز في قياس الأقطار الداخليـــة ومجاري الأقطار الداخلية من 6 ــ 300 ملليمتر.

زود الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز بورنية شكل 10 – 55 تحمل تقسيم دقته 0.1 ملليمتر ، ليصل دقة قياسه إلى 0.001 ملليمتر.




شكل 10 – 55

زود الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز بورنية ليصل دقة قياسه إلى 0.001 ملليمتر

## نطاق قياس الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز :

يختلف نطاق قياس الميكرومترات الداخلية ذات الثلاث نقط ارتكاز عن ما هو متبع بالميكرومترات التقليدية الأخرى، وذلك لاختلاف الحركة بينهما، فقد صمم نطاق قياسها بأقل مدى ممكن، وذلك للمحافظة على جودة الحركة الميكانيكية للميكرومتر، بالإضافة إلى الحصول على قياسات أدق.

جدول 10 – 1 يوضح اختلاف مجال قياس نقط الارتكاز الثلاث بالميكرومترات الداخلية ومدى قياس كل منها.

**جدول 10 ـ 1**

**نطاق قياس الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط إرتكاز**

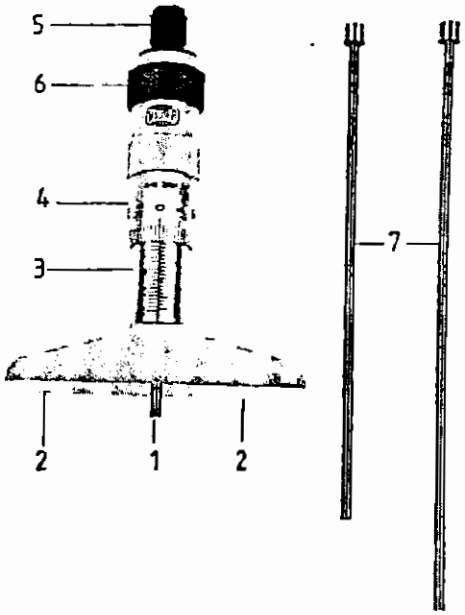
| مدى القياس | مجال القياس | مدى القياس | مجال القياس |
|---|---|---|---|
| 6 : 8 ملليمتر<br>8 : 10 ملليمتر | 2 ملليمتر | 40 : 50 ملليمتر<br>50 : 60 ملليمتر<br>60 : 70 ملليمتر | 10 ملليمتر |
| 10 : 12.5 ملليمتر<br>12.5 : 15 ملليمتر<br>15 : 17.5 ملليمتر<br>17.5 : 20 ملليمتر | 2.5 ملليمتر | 70 : 85 ملليمتر<br>85 : 100 ملليمتر | 1.5 ملليمتر |
| 20 : 25 ملليمتر<br>25 : 30 ملليمتر<br>30 : 35 ملليمتر<br>35 : 40 ملليمتر | 5 ملليمتر | 100 : 125 ملليمتر<br>125 : 150 ملليمتر<br>150 : 175 ملليمتر<br>175 : 200 ملليمتر<br>200 : 225 ملليمتر<br>225 : 250 ملليمتر<br>250 : 275 ملليمتر<br>275 : 300 ملليمتر | 25 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 10 – 56 من الأجزاء الآتية:-**




**شكل 10 – 56**

**ميكرومتر قياس الأعماق**

1. **عمود القياس.**
2. **ذراعا الارتكاز .. يتعامدان مع عمود القياس بزاوية $90^0$.**
3. **التقسيم الرئيسي بشكل عكسي.**
4. **أسطوانة القياس الخارجية.**
5. **مسمار تحسس.**
6. **فرملة حلقية .. لتثبيت أسطوانة القياس الخارجية على القراءة المطلوبة.**
7. **قطع امتداد.**

# 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 المشـــغولات 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 فحصه 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 تسمية هذه المحددات الدخول 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- محددات قياس الثقوب.

2- محددات قياس الأعمدة.

3- محددات قياس اللوالب الداخلية.

4- محددات قياس اللوالب الخارجية.

5- محددات قياس اللوالب الخارجية القابلة للضبط.

## محدد قياس الثقوب Plug Gauge :

يوجد محدد قياس للثقوب الموضح بشكل 10 – 57 بقيمة محددة لمقاساته ودقة قياسه وتفاوت أبعاده . تستعمل محددات قياس الثقوب في مراجعة وفحص الأقطار الداخلية للمشغولات الدقيقة.

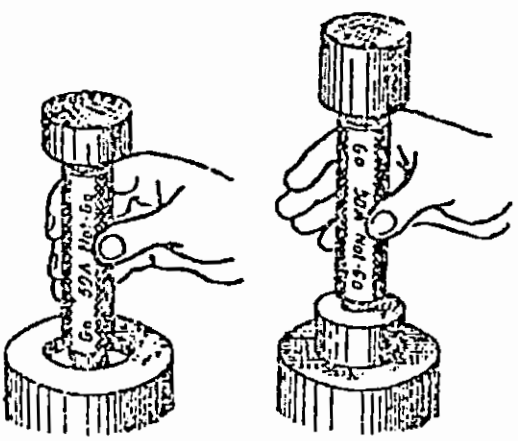
**شكل 10 – 57**

**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 10 – 58 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 10 – 58**

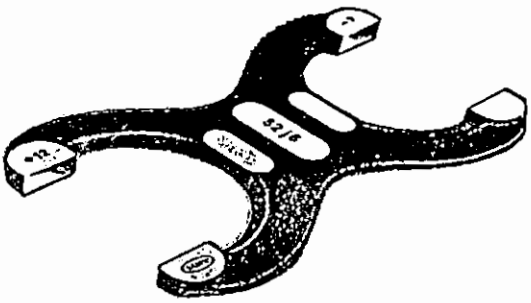
**محدد قياس سدادي ذو جانبين ثنائي الطرف أثناء فحص ثقب بالطريقة الصحيحة**

**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

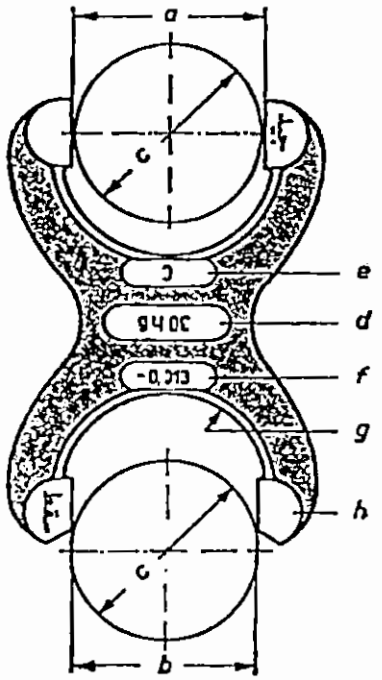
عبارة عن فكين بطرفين مقوسين يحملان جانبين ثابتين للقياس كما هو موضح بشكل 10 – 59 . الفك اليساري وعادة محفور عليه قيمة التفاوت بالزائد وهو الجانب السماحي الذي تمر به المشغولات المقبولة (دخول Go) ، والفك الآخر محفور عليه قيمة التفاوت بالناقص وهو جانب القياس المرفوض (لا دخول Not Go) ، ويعرف بوجود منحنى دائري باللون الأحمر.



**شكل 10 – 59**
**محدد قيـــاس 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 القياسين (الأكبر والأصغر) تستخدم محددات القياس الفكية المزدوجة الموضحة بشكل 10 – 60 ، 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 10 – 60

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

حـيث 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.

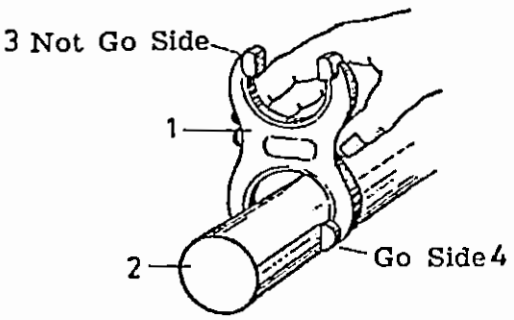
f ... مقدار التفاوت الناقص عن البعد الأسمى.

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 10 – 61 ، بوضع محدد القياس على القطر الخارجي للعمود المراد فحص قياسه من جهة الدخل (Go) بحيث ينزلق على المشغولة تحت تأثير وزنه الذاتي ، ولا يسمح لجهة اللا دخول (Not Go) سوى بالتعلق بسطح قطعة التشغيل فقط.




**شكل 10 – 61**

**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.**

## 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.

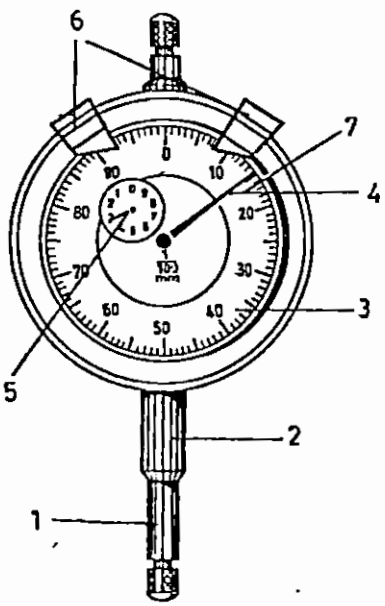
**أنواع مبينات القياس :** Indicator gauge types

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 للقياس أو مقدار الانحراف في أبعاد المشغولات مكبرة بنسبة 1 : 100 (للمبينات التي دقة قياسها 0.01 ملليمتر) كما هو موضح بشكل 10 – 62 ، 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).



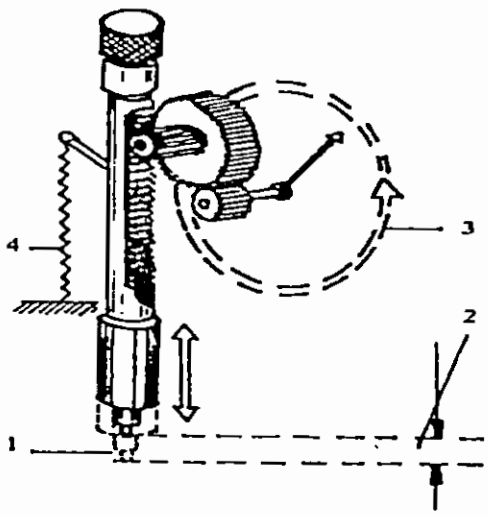

**شكل 10 – 62**

**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 المليمترات 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 10 – 63 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 المليمترات 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 10 – 63**
**رسم تخطيطي يوضح الترتيبة الميكانيكية لمبين قياس بأبسط صورة**

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

**مميزات مبينات القياس:**

Advantages of measurement indicator gauges

تتميز مبينات القياس بصفة عامة بالصفات التالية :-

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.

# الفصل الثاني

# فحص وقياس القلاووظات

## تمهيد

لإمكان تصنيع منتجات دقيقة ، فإنه يجب استخدام أدوات وأجهزة قياس مناسبة مثل القدمات ذات والورنية والميكرومترات ..... وغيرها ، وقد عرفت القدمات ذات والورنية والميكرومترات بأنهما من أسهل وأفضل أجهزة القياس المستعملة في الورش الميكانيكية والمصانع الإنتاجية ، وذلك لسهولة استخدامهما وصغر حجمهما وانخفاض ثمنهما ، بالمقارنة بأجهزة القياس الأخرى.

ونظراً إلى الحاجة المتزايدة إلى صناعة القلاووظات المستخدمة في الآلات والمعدات والماكينات المختلفة ، والدقة الواجب توافرها في هذه القلاووظات لتحقيق صفة التبادلية وخاصة بعد التقدم الكبير الذي شمل معظم أنحاء العالم ، كان لابد من استخدام أدوات وأجهزة قياس أدق لفحص هذه القلاووظات.

يتناول هـذا الفصل الطرق المختلفة لقياس قلاووظات التثبيت والتوصـيل (القلاووظات المثلثة بالنظامين المتري والإنجليزي).

ويتعرض لقياس القلاووظات باستخدام القدمات ذات والورنية وميكرومترات قياس القلاووظ ذات اللقم المتزاوجة ومحددات القياس المختلفة ، كما يتعرض لقياس القلاووظ باستخدام أجهزة القياس المقارنة التي تشتمل على مبنيات القياس (ساعة القياس أو محدد القياس ذو القرص المدرج) الذي يستخدم في عمليات الفحص والمقارنة.

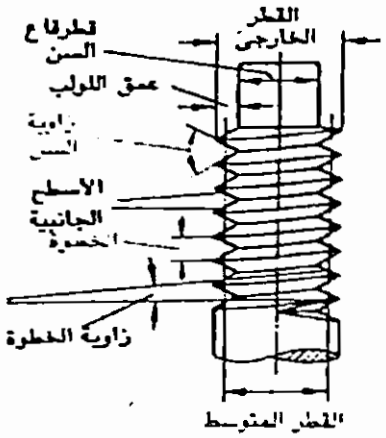
# فحص القلاووظات

## Thread Inspection

يجرى فحص القلاووظات عن طريق القياس والمعايرة ، للتأكد من أن القطر الخارجي وقطر قاع السن والقطر المتوسط والخطوة ومقدار ووضع زاوية السن تقع في نطاق التجاوز المقرر شكل 10 – 64 ، أما القطر المتوسط فهو قطر تخيلي ويناظر قطر دائرة الخطوة في التروس وموضعه في كل القلاووظات فيما عدا القلاووظ الكتفي ، حيث يكون السن مساوياً لعرض الفجوة بين سنين متتاليين.

الأبعاد التوافقية الثلاثة للقلاووظ هم القطر المتوسط ــ خطوة ــ زاوية السن ، وبواسطة المحددات يمكن فحص كل أبعاد ا القلاووظات في عملية واحدة ، مما يجعل عملية قياس القلاووظات عملية بسيطة وموفرة فى الوقت.

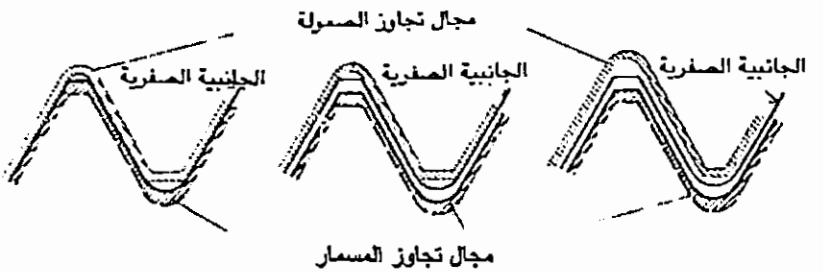
أما من خلال القياس ، فإنه يتم بواسطة أجهزة قياس القلاووظ تحديد كل قيمة رقمية على حدة ، مما يجعل القياس مضيعاً للوقت ، علاوة على ما يتطلبه من خبرة كبيرة ، لذلك لا يستعمل القياس بأجهزة قياس القلاووظات .. إلا حينما تكون الدقة المتناهية مطلوبة في القلاووظات كما في هو الحال بمحددات القياس والعدد وأعمدة الجر وأعمدة القياس ..... وما شابه ذلك.




شكل 10 – 64
مسميات القلاووظ

## تجاوزات القلاووظ:

لا يمكن الحفاظ تماماً على أبعاد القلاووظ أثناء تشكيله كما هو الحال في جميع الأبعاد الأخرى للمشغولات المختلفة ، لذلك فقد تم في مواصفات ISO للقلاووظ المتري تعيين تجاوزات لكل من القطر الخارجي وقطر قاع السن والقطر المتوسط ، وكذلك أوضاعها بالنسبة للجانبية الصفرية المثالية كما هو موضح بشكل 10 – 65 .




شكل 10– 65

وضع مجالات التجاوز

يرمز لمقدار التجاوز بأرقام النوعيات 3 إلى 9 . فالأرقام 3 ، 4 ، 5 مخصصة لدرجة الجودة (دقيق) f ولأطوال اللولبة القصيرة.

أما الرقم 6 فهو لدرجة الجودة (وسط) m ولأطوال اللولبة المتوسطة ، أما الأرقام 7 ، 8 ، 9 فهي لدرجة الجودة (خشن) g ولأطوال اللولبة الكبيرة.

أما وضع مجال التجاوز بالنسبة للجانبية الصفرية فيرمز له في قلاووظ الصامولة بالحرفين G , H وفي قلاووظ المسمار (البرغي) بالأحرف h , g , e ، كذلك تدل الحروف g , h , H على قلاووظ لامع ، بينما تدل الحروف G , g , e على قلاووظ ذي سطح مجلفن.

ولتمييزها تعطي تجاوزات القلاووظ بكتابة الأرقام قبل الحروف بعد وضع فاصلة تفصلها عن رمز القلاووظ ، مثل يميز لمسمار قلاووظ قطره 12 مم بالرمز 6H (M12 – Gh) ، وتنسب معطيات التجاوزات في قلاووظ الصواميل إلى

القطر المتوسط وقطر القاع كما هم موضح بمثال 1 ، بينما ينسب في قلاووظ المسمار (البراغي) إلى القطر المتوسط والقطر الخارجي للمسمار كما هو موضح بمثال 2 ، وإذا أريد إنجاز القطر المتوسط وقطر قاع السن للصمولة أو القطر المتوسط ، أو القطر المتوسط والقطر الخارجي للمسمار ، بنوعيات مختلفة فإن الرمز الأول في التجاوز يكون مخصصاً دائما للقطر المتوسط كما هو موضح بمثال 3.

**مثال 1 :**

التسمية M12 – 6h تعني تسمية لقلاووظ صمولة قطرها الأسمى 12 مم ( M12 ) ذي قطر متوسط وقطر قاع منجزين بالنوعية 6 ، أما الحرف H فهو يعني رتبة المقاس الأصغر.

**مثال 2 :**

التسمية M36 ×2 – 7g تعني تسمية لقلاووظ مسمار قطره الأسمي 36 م وخطوته 2 مم ، ذي قطر متوسط وقطر خارجي منجزين بالنوعية 7 أما الحرف g فهو يعني الرتبة .. (يبين أن المقاسات الكبرى يجب أن تكون أصغر من الجانبية الصفرية).

**مثال 3 :**

التسمية M20 – 4G5G تعني تسمية لقلاووظ صمولة ذات قطر أسمى 20 مم ، ذي قطر متوسط منجز بالنوعية 4 وقطر قاع منجز بالنوعية 5 ، أما الحرف G فهو يعني الرتبة .. (يبين أن المقاسات الصغرى يجب أن تكون أكبر من الجانبية الصفرية. ويمكن الاستمرار في استخدام رموز الجودة الحالية للقلاووظ ، على أن تناظر درجة الجودة (دقيق) f معطيات التجاوز 4H/h4 أو 5H/5h ودرجة الجودة وسط m المعطيات 6H/6g ودرجة الجودة (خشن) g المعطيات 7H/8g.

# قياس القلاووظ

## Thread Measurement

بعد الانتهاء من إنتاج القلاووظات بأقطارها وخطواتها المختلفة ، يجب قياسها ومراجعتها حسب أهميتها.

تختبر القلاووظات المصنعة بصفة عامة باستخدام الصواميل التي تتناسب مع أقطارها وخطواتها وزوايا ميلها ، كما تختبر باستخدام أدوات وأجهزة قياس القلاووظات المختلفة ذات الدقة المحدودة أو الدقة العالية كالميكرومترات أو محددات قياس القلاووظ أو أجهزة القياس البصرية.

القلاووظات بجميع أنواعها يجب أن تكون بالمواصفات التالية :-

1. شكل القلاووظ نظيفاً وناعماً.
2. وجود شطف $45^0$ في بداية القلاووظ ومجرى يساوي القطر الأصغر للقلاووظ في نهايته.
3. قمة الأسنان غير حادة.
4. مقطع سن القلاووظ بشكل عمودي على المحور .. أي السن غير مائل.
5. جوانب الأسنان هي المحملة وليست رؤوسها.
6. الانزلاق يكون محكماً.
7. مراجعة خطوات قلاووظ التثبيت باستخدام محدد قياس الخطوة المتري الذي زاوية خطوته $60^0$ أو محدد قياس الخطوة الإنجليزي الذي زاويته $55^0$ ، بحيث يطابق أسنان القلاووظ المصنع تماماً.

تسمى محددات قياس خطوة القلاووظ بالوسط الفني بضبعة القلاووظ أو مشط القلاووظ أو كشاف القلاووظ.

### مراجعة القلاووظات المصنعة بدون استخدام أدوات قياس :

تراجع قلاووظات التثبيت والتوصيل (القلاووظات المثلثة) المصنعة ذات

الأقطار والخطوات وزاويا الميل الصحيحة ، ويمكن التأكد من القلاووظات المقبولة من خلال النظر للقلاووظ المصنع بحيث يكون بالمواصفات التالية :-

1. شكل القلاووظ نظيفاً وناعماً.
2. وجود شطف بزاوية قدرها 45 $^0$ في بداية القلاووظ ومجرى تساوي القطر الأصغر في نهايته.
3. قمة الأسنان غير حادة.
4. مقطع سن القلاووظ بشكل عمودي على المحور .. (السن غير مائل).
5. جوانب الأسنان هي المحملة وليست رؤوسها.
6. الانزلاق يكون محكماً.

## أدوات وأجهزة قياس القلاووظات :

غالبا ما يتم قياس القطر الخارجي للقلاووظ وقطر القاع للصمولة بواسطة القدمة ذات الورنية (القدمة المنزلقة) أو ميكرومتر أو باستخدام محددات القياس

محددات قياس العدد يتم تعيين المقاسات عليها بواسطة أجهزة قياس أكثر دقة مثل القياس البصري أو ميكروسكوب الورشة.

ويتم قياس القطر المتوسط في أبسط صورة بواسطة ميكرومتر قياس سن القلاووظ (ميكرومتر الجانبية) ، وهو عبارة عن ميكرومتر عادي .. إلا أنه بدلا من سطحي القياس (سطح عمود القياس وسطح قاعدة الإرتكاز) ، توجد عليه قطعتا قياس (مخروط وتجويف) تناسبان الخطوة وزاوية السن ، ويعتب القياس بهذه الطريقة من القياسات الدقيقة جداً.

ويمكن الحصول على قيم أكثر دقة للقطر المتوسط في حالة استخدام طريقة القياس بالأسلاك الثلاثة ، حيث يوضع بداخل فجوات القلاووظ على جانبية سلك قياس وعلى الجانب الآخر سلكان ، ثم يتم القياس من أعلى أسلاك الميكرومتر أو باستخدام القياس البصري ، وترتبط أقطار الأسلاك المصنعة بدقة متناهية مع خطوة القلاووظ

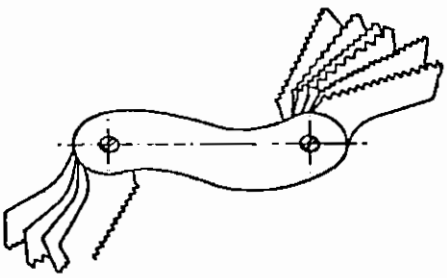
المراد فحصه.

القياس الناتج عن هذه الطريقة ليس هو القطر المتوسط ولكنه مقاس إختباري يستنبط القطر المتوسط بواسطته من جدول مخصص لذلك ، كذلك يمكن ضبط المقاس الاختياري على جهاز قياس دقيق بالنسبة لخط عمودي على القلاووظ ، وتقاس الأقطار المتوسطة للقلاووظ الداخلية الكبيرة نوعاً بواسطة ميكرومترات داخلية مزودة أيضا بمخروط وتجويف يحملان جميع مواصفات القلاووظ المراد قياسه ، بينما تستخدم لقياس القلاووظ الداخلية الصغيرة مجسات قلاووظ داخلية ذات مبينات قياس ، وتعطي المجسمات الكروية المثبتة في أجهزة مناسبة ( ميكرومترات داخلية أو أجهزة قياس بصرية ) قيماً أدق.

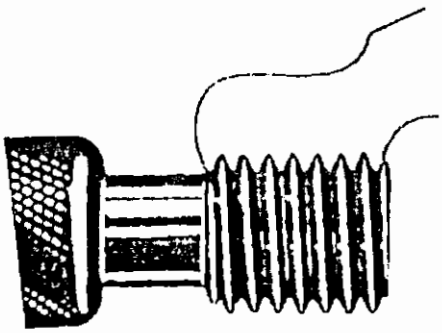
**قياس خطوة القلاووظ** : Measurement Of Thread Pitch

محدد قياس خطوة القلاووظات الموضح بشكل 10 – 66 (أ) هو عبارة عن مجموعة رقائق معدنية مصنوعة من الصلب ، مثبتة عند أحد أطرافها بمسمار قلاووظ ، يوجد على طرف كل منها عدد من الأسنان ذات أشكال وخطوات قياسية مختلفة .. (عبارة عن الأشكال النهائية لخطوات أسنان القلاووظ ، ومحفور على سطح كل منها مقدار الخطوة).

غالباً يتم مراجعة قياس خطوة القلاووظات باستخدام محدد قياس خطوة القلاووظات (كشاف القلاووظات أو مطوة القلاووظات أو ضبعة القلاووظات) ..... Screw Pitch gauge كما هو موضح بشكل 10 – 66 (ب) ، بحيث يطابق أسنان القلاووظ المنتج تماماً.



(أ)



(ب)

شكل 10 – 66

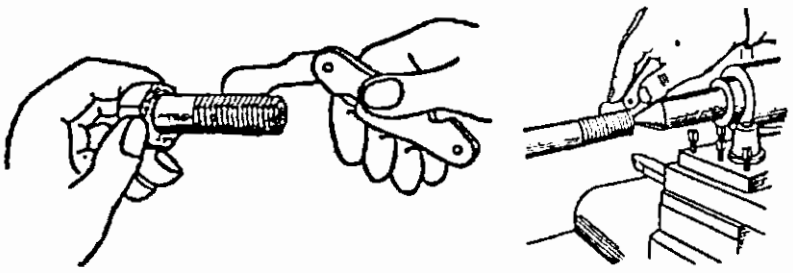
محدد قياس خطـــوة القلاووظ

(أ) محدد قياس خطوة القلاووظ.

(ب) تحديد قياس الخطوة بواسطة محدد قياس القلاووظات.

تنتج دور الصناعة محددات قياس خطوة القلاووظ بالنظام المتري $60^0$ أو بالإنجليزي $55^0$، كما توجد محددات أخرى تحمل كلا النظامين معاً (المتري والإنجليزي).

يستخدم هذا المحدد للتعرف على خطوة أي قلاووظ ربط وتثبيت ، وتعرف الخطوة من حيث توافق محدد قياس خطوة القلاووظ مع أسنان القلاووظ كما هو موضح بشكل 10 – 67.



(أ) (ب)

شكل 10 – 67

قياس خطوة قلاووظ باستخدام محدد قياس القلاووظات

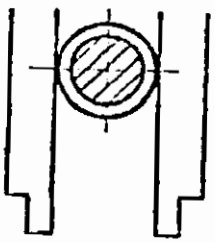
(أ) محدد قياس القلاووظ أثناء فحص سن مسمار مقلوظ .

(ب) محدد قياس القلاووظ أثناء فحص سن مسمار مشغولة تحتوي على جزء مقلوظ .

## قياس القطر الخارجي للقلاووظ :

Measurement Of Thread External Diameter

يقاس القطر الخارجي للقلاووظ باستخدام قدمة ذات ورنيـة كما هو موضـح بشكل 10 – 68 ، حيث يوضع الجزء المراد قياسه ما بين الفك الثابت والفك المتحرك ، كما يتم اختباره باستخدام ميكرومتر القياس الخارجي.



شكل 10 – 68

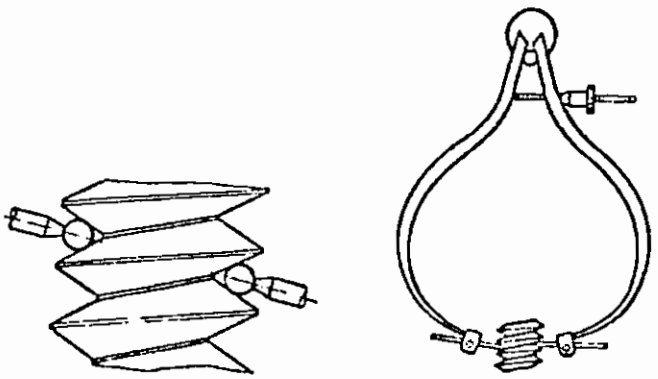
قياس القطر الخارجي للقلاووظ باستخدام القدمة ذات الورنية

## قياس القطر المتوسط للقلاووظ :

Measurement Of Thread Medial Diameter

يقاس القطر المتوسـط للقلاووظ (القطر الفعال) للمشغولات الدقيقة بإحدى طريقتين هما :-

1. باستخدام فرجار كروي كما هو موضح بشكل 10 – 69 ، الذي يثبت بأطرافه أجزاء لها نهايات كروية (قابلة للتغيير) ، يتم اختيار القطر الكروي المناسب ، وذلك من خلال جدول خاص طبقاً لنوع وخطوة القلاووظ المراد قياسه ، وتضبط النهايات الكروية لطرفي الفرجار على قطعة نموذجية أو على محدد قياس قلاووظ سدادي ، بحيث يتناسب مع مواصفات القلاووظ المراد قياسه.



(ب) (أ)

**شكل 10 – 69**

**قياس القطر المتوسط باستخدام**

**فرجار كروي له أطراف كروية قابلة للتغيير**

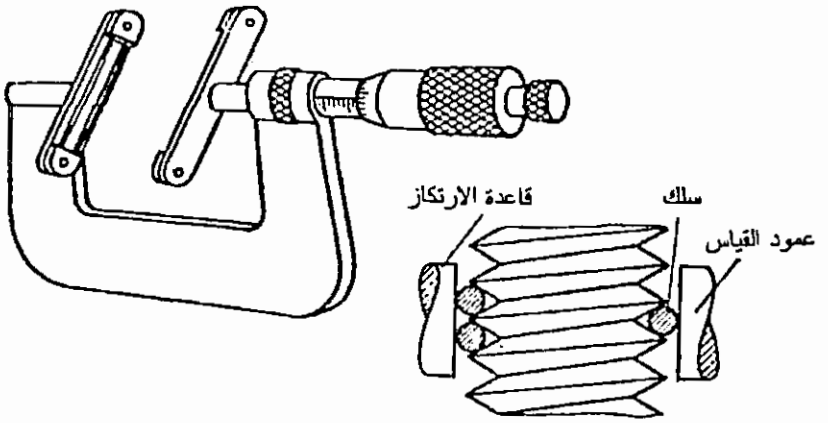
**(أ) استخدام فرجار كروي يثبت بأطرافه أجزاء لها نهايات كروية قابلة للتغيير.**

**(ب) اختيار القطر الكروي مناسب من خلال جدول خاص طبقاً لنوع وخطوة القلاووظ المراد قياسه .**

2. باستخدام ميكرومتر قياس القلاووظات المجهز بلقم ذات أسلاك كما هو موضح بشكل 10 – 70 (أ) حيث تثبت لقمة بها سلك على عمود القياس ، بينما تثبت اللقمة الأخرى التي يوجد بها سلكتان على قاعدة الارتكاز كما هو موضح بشكل 10 – 70 (ب).

يوضع القلاووظ المراد قياسه ما بين الفكين اللذان يحتويان علي الأسلاك ،

ويستخدم الميكرومتر بطريقة عادية للحصول على قياس القطر المتوسط المطلوب.




(أ) (ب)

شكل 10 – 70

قياس القطر المتوسط باستخدام

ميكرومتر قياس القلاووظ المجهز بلقم ذات أسلاك

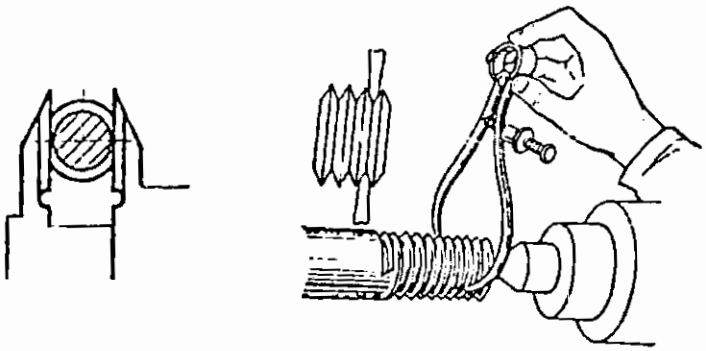
(أ) ميكرومتر قياس القلاووظات المجهز بلقم ذات أسلاك.

(ب) تثبت لقمة بها سلك واحد على عمود القياس ، وتثبت لقمة أخرى تحتوي على سلكتين على قاعدة الارتكاز.

## قياس القطر الأصغر للقلاووظ :

Measurement Of Thread Small Diameter

يقاس القطر الأصغر للقلاووظ الخارجي باستخدام فرجار كروي ذي ساقين حادين كما هو موضح بشكل 10 – 71 (أ)، أو باستخدام قدمة ذات ورنية ذات حدي قياس لقياس القطر الأصغر للقلاووظات كما هو موضح بشكل 10 – 71 (ب).



(ب) (أ)

شكل 10 – 71

قياس القطر الأصغر للقلاووظ باستخدام فرجار كروي

يحتوي على ساقين حادين أو باستخدام القدمة ذات حدي قياس الخارجي

(أ) قياس القطر الأصغر للقلاووظ الخارجي باستخدام فرجار كروي ذي ساقين حادين.

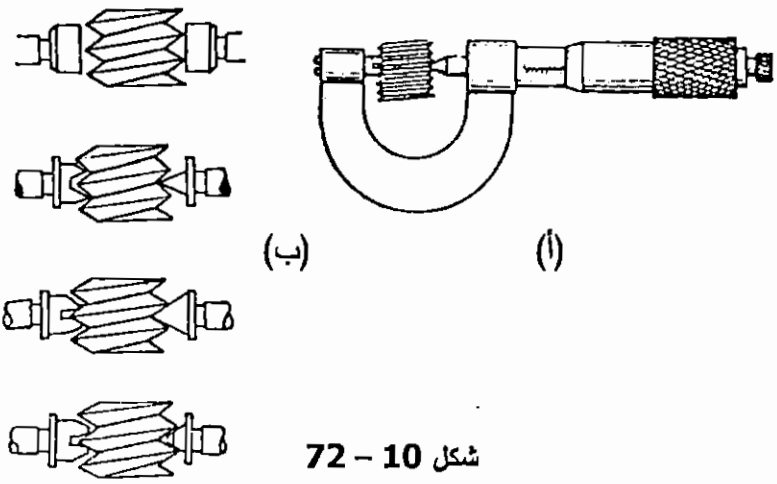
(ب) قياس القطر الأصغر للقلاووظ الخارجي للقلاووظات ذات المقاطع المثلث باستخدام قدمة ذات ورنية ذات حدي قياس.

## قياس جميع أبعاد القلاووظات المثلثة الخارجية :

Measurement of all external triangle thread

قياس ومراقبة جميع أبعاد القلاووظات المثلثة الخارجية باستخدام ميكرومتر قياس سن القلاووظ كما هو موضح بشكل 10 – 72 (أ).

توجد لقم متعددة الأشكال بخطواتها المختلفة . يستخدم لقياس سن القلاووظ لقمتين ، تثبت إحداهما بعمود قياس الميكرومتر والأخرى بقاعدة الارتكاز كما هو موضح بشكل 10 – 72 (ب).




شكل 10 – 72

قياس جميع أبعاد القلاووظ المثلث الخارج

باستخدام ميكرومتر قياس القلاووظات

(أ) قياس جميع أبعاد القلاووظات المثلثة الخارجية باستخدام ميكرومتر قياس سن القلاووظ.

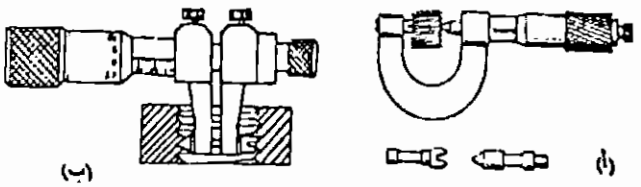
(ب) استخدام اللقم المتعددة الأشكال بخطواتها المختلفة في قياس القلاووظ ذات المقاطع المثلثة .

## ميكرومتر قياس القلاووظات

Screw Thread Micrometer

القلاووظات الخارجية والداخلية المصنعة المراد تزاوجها بالأجزاء الدقيقة ، غالباً ما يتم قياسها ومراجعتها باستخدام الميكرومترات الخارجية والداخلية لقياس القلاووظات .

الميكرومترات الخارجية والداخلية لقياس القلاووظات الموضحة بشكل 10 – 73 عبارة عن ميكرومترات خارجية وداخلية عادية ، صممت على أن يثبت بكل من العمود القياسي وقاعدة الارتكاز لقم قابلة للتغيير ، وذلك لقياس أسنان القلاووظات بخطواتها المختلفة.




شكل 10 – 73

ميكرومترات قيـــاس اللوالب

(أ) ميكرومتر قياس أسنان القلاووظات الخارجية.

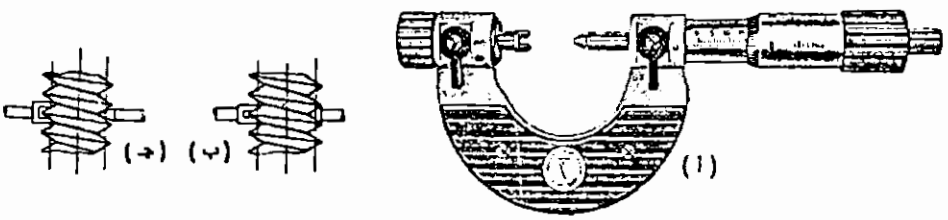
(ب) ميكرومتر قياس أسنان القلاووظات الداخلية.

## ميكرومتر قياس القلاووظات الخارجية :

Outside Micrometer For Thread Measurement

صمم ميكرومتر قياس القلاووظات الخارجية بإمكانية تثبيت واستبدال اللقم بخطواتها لمختلفة. يثبت الميكرومتر لقمتان أحدهما تثبت بعمود القياس والأخرى تثبت كقاعدة ارتكاز.

شكل 10 – 74 يوضح ميكرومتر قياس القلاووظات الخارجية وأزواج اللقم المختلفة الخطوات.




شكل 10 – 74

ميكرومتر قياس القلاووظات الخارجية وأزواج اللقم المختلفة الخطوات

(أ) ميكرومتر قياس القلاووظات الخارجية.

(ب) رسم تخطيطي لقياس قطر قاع السن .. القطر الأصغر.

(ج) رسم تخطيطي لقياس القطر الفعال .. القطر المتوسط.

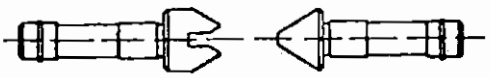
## استخدام ميكرومترات قياس القلاووظات الخارجية والداخلية:

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

يوجد ثلاثة أنواع من لقم أسنان القلاووظات وهي كالآتي:-

1- لقم لقياس أسنان القلاووظات المترية حسب النظام الدولي SI طبقاً لمواصفات ISO بزاوية قدرها $60^0$ شكل 10 - 75.

تبدأ من الخطوة 0.4 إلى 6 ملليمتر وبياناتها كالآتي :-

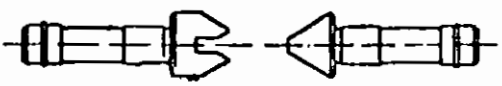


شكل 10 - 75

لقم متزاوجة لقياس أسنان القلاووظ المتري (ISO) $60^0$

0.4 - 0.45 ، 0.5 - 0.6 ، 0.7 - 0.8 ، 1 - 1.25 ، 1.5 - 1.75 ، 2 - 2.5 ، 3 - 3.5 ، 4 - 4.5 ، 5 - 6 ملليمتر.

2. لقم قياس أسنان القلاووظات الإنجليزية ويتورث Whitworth مقدارها $55^0$ شكل 10 - 76 تبدأ من 60 سنة في البوصة وتصل إلى 3 سنة في البوصة .. بياناتها كالآتي :-



شكل 10 - 76

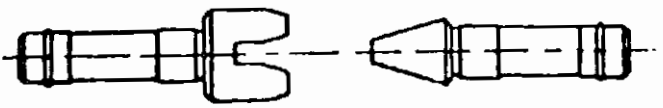
لقم متزاوجة لقياس أسنان القلاووظ الإنجليزي ويتورث $55^0$

60 ـ 48 ، 40 ـ 32 ، 28 ـ 24 ، 20 ـ 19 ، 18 ـ 16 ، 14 ـ 12 ، 11 ـ 10 ، 9 ـ 8 ، 7 ـ 6 ، 5 ـ 4.5 ، 4 ـ 3 سنه في البوصة.

3. لقم لقياس أسنان القلاووظ الذي على شكل شبه منحرف $30^0$ شكل 10 - 77 تبدأ من الخطوة 15 ـ 12 ملليمتر وبياناتها كالآتي :-

1.5 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 –

10 – 12 ملليمتر.



شكل 10 – 77

لقم متزاوجة لقياس أسنان القلاووظ شبه المنحرف $30^0$

## نطاق قياس ميكرومتر القلاووظات الخارجية :

مجال قياس جميع ميكرومترات القلاووظات الخارجية هو 25 ملليمتر ، أما مدى نطاق القياس فهو يصل إلى 500 ملليمتر كما يلي :-

ميكرومتر 0 ــ 25 ملليمتر

ميكرومتر 25 ــ 50 ملليمتر

ميكرومتر 50 ــ 75 ملليمتر

ميكرومتر 75 ــ 100 ملليمتر

وهكذا .... بزيادة قدرها 25 ملليمتر ليصل مدى نطاق قياس ميكرومتر القلاووظات الخارجية إلى 500 ملليمتر.

## قياس القلاووظ الخارجي باستخدام محددات القياس

Measuring external thread using limit gauges

يكتفي فحص معظم القلاووظات باستخدام بمحددات القياس المختلفة ، علماً بأنه يمكن أن يكون هناك أخطاء في الأبعاد التفصيلية للقلاووظ معين ، رغم إستيفائه لقيم محدد القياس، وحتى القلاووظ الذي يمر بمحدد القياس بسلاسة .. يمكن إحوائه على أخطاء ، فمن المحتمل مثلا أن يمر قلاووظ محمل على أطرافه بسلاسة ، على الرغم من أنه أسوأ من قلاووظ آخر متخلخل ولكنه يرتكز على كامل سطحه في حالة تحميله كما هو موضح بشكل 10 – 78.

خطأ في الخطوة زاوية السن واحدة غير أن الجانبية السفلى مائلة نحو اليسار زاوية السن غير متساوية

شكل 10 – 78

أخطاء بجوانب القلاووظات

## إستعمال محددات قياس القلاووظات الخارجية :

تستعمل محددات قياس القلاووظات الخارجية في معايرة (مراجعة وفحص) القلاووظات الخارجية الدقيقة ، وتتنوع من حيث التصميم إلى أشكال مختلفة وهي كالآتي :-

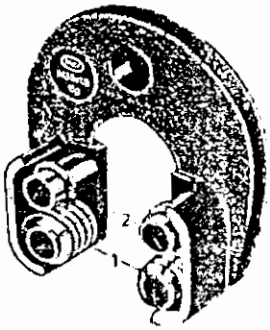
### 1ـ محدد قياس القلاووظات الفكي :

يتكون محدد قياس القلاووظات الفكي الموضح بشكل 10 – 79 من فك على شكل حرف U ، يحمل أربع بكرات (أسطوانات) مقلوظه ومجلخة بدقة عالية وقابلة للدوران . البكرتان الأماميتان يحملان الشكل الكامل لجانبية القلاووظات ويمثلان جانب القبول GO ، وخلفهما بكرتان يجب أن لا يمسان القلاووظات المراد فحصه إلا بالقرب من القطر المتوسط فقط ويمثلان الجانب المرفوض NOT GO .

البكرات الأربعة مركبة على محاور مصقولة متوازية ومحاذية لبعضها البعض ، بحيث تكون جميع البكرات قابلة للدوران (باحتكاك تدحرجي) أثناء إختبار القلاووظات.

البكرتان الأماميتان لها شكل القلاووظ الكامل وهما يمثلان الحد الأكبر للقياس دخول GO أي للمشغولات المقبولة.

أما البكرتان الخلفيتان فلهما أوجه قصيرة وتحتوي كل منهما سنتان فقط ، وهما يمثلان الحد الأصغر للقياس لا دخول NOT GO .. أي للمشغولات المرفوضة.




شكل 10 – 79

محدد قيـــــاس القلاووظات الفكي

1- جانب القبول .. GO.

2- جانب الرفض .. لا دخول NOT GO.

بينما تظل البكرتان الخلفيتان اللتان تمثلان الطرف اللا سماحي (الجانب المرفوض NOT GO) ملتصقين بالقلاووظ ولا يتدحرجان عليه . بهذه الطريقة يمكن تحديد المشغولات المقبولة والمشغولات الغير صالحة (المشغولات المرفوضة) في عملية فحص واحدة.

يوضع محدد قياس القلاووظات الفكي علي القلاووظ المراد معايرته (مراجعته أو فحصه) ، ويجب أن تتدرج البكرتان الأماميتان لمحدد القياس ، البكرتان اللتان تمثلان الطرف السماحي (جانب القبول GO) من أعلى المشغولة المختبرة ، وذلك بواسطة ثقل المحدد فقط ، حيث يعتبر القلاووظات مقبول عندما يمر جنب القبول الأمامي GO بدفع خفيف ، أما القلاووظات المرفوضة فهي التي يمر بجانب القبول الأمامي GO ، كما يمر بجانب الرفض GOT NOT .. هذا يعني أن المشغولات التي يشتبك بجانب الرفض GOT NOT مرفوضة.

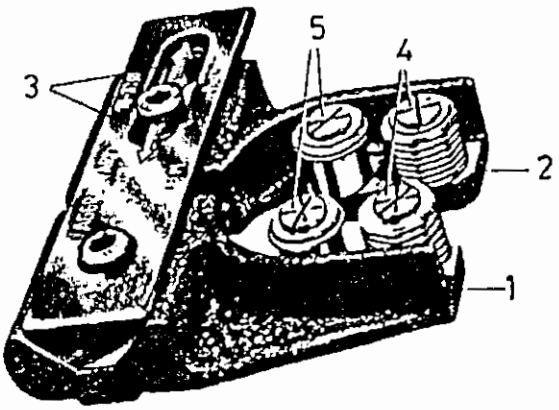
يتميز هذا النوع من المحددات بتوزيع التآكل الذي يحدث من كثرة استخدامها على البكرتان أو الأسطوانتان الملولبتان الأماميتان ، وذلك لاستمرار دورانها أثناء عملية الفحص.

يستخدم محدد قياس القلاووظات الفكي في معايرة (مراجعة وفحص) القيم الأساسية الثلاثة للقلاووظ المشغولات الدقيقة وهي (القطر ــ الخطوة ــ زاوية السن)، والتأكد من وقوعهم في منطقة التفاوت ، ومطابقة المنتجات المصنعة للمواصفات الفنية.

## 2. محدد قياس القلاووظات الفكي القابل للضبط

Roll – Type Thread Limit Gauge

يتشابه محدد قياس القلاووظات الفكي القابل للضبط الموضح بشكل 10 – 80 مع محدد قياس القلاووظات الفكي الثابت السابق ذكره ، باختلاف انفصال الفكين عن بعضهما وتثبيتهما من خلال مسامير مقلوظه .




**شكل 10 – 80**

**محدد قياس القلاووظ الفكي القابل للضبط**

**1- فك ثابت.**

**2- فك قابل للحركة.**

**3- اتجاه حركة الفك القابل للحركة.**

**4- بكرتان تمثلان الجانب السماحي دخول (GO).**

**5- بكرتان تمثلان الجانب اللاسماحي لا دخول (NOT GO).**

تتميز محددات قياس القلاووظات الفكية القابلة للضبط لإمكان استخدامها لمعايرة

القلاووظات المختلفة الأقطار والمتحدة في الخطوة . التي تؤدي إلى توفير شراء محددات قياس أخرى باهظة الثمن.

يعتبر هذا النوع من محددات قياس القلاووظات قليل الانتشار ، وذلك لاحتمال وقوع أخطاء في قياس الحد الأدنى والحد الأعلى للمحدد ، وذلك نتيجة عدم الدقة أثناء التثبيت أو عدم تثبيت مسامير الرباط جيداً.

**ملاحظة :**

**تضبط محددات القلاووظات الخارجية ذات البكرات القابلة للضبط من حين لآخر باستخدام محددات قياس القلاووظات الداخلية.**

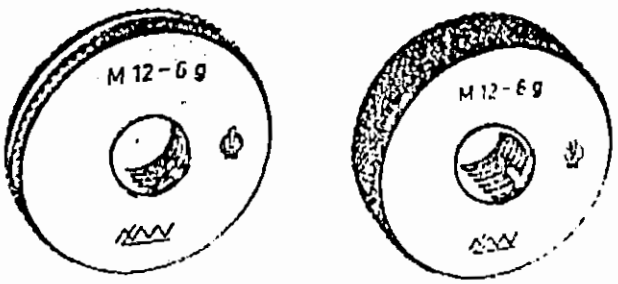
### 3. محدد قياس القلاووظات الحلقي Ring Thread Gauge

عبارة عن قرص مستدير مثقوب به قلاووظ داخلي مجلخ بقيمة محددة ، زود القطر الخارجي للمحدد بتخشين وذلك لسهولة التحكم به أثناء استعماله.

يستخدم في معايرة (مراجعة وفحص) القلاووظات الخارجية للمشغولات الدقيقة.

صمم لكل قياس محددين (حلقتين منفصلتين) أحدهما دخول GO والأخرى لادخول NOT GO ، محفور على كل منهما كما هو موضح بشكل 10 - 81 القطر الاسمي والرتبة ونوع الازدواج.

يعرف محدد اللادخول بسمكه الأصغر وبوجود حلقة محفورة بوسطه وملونة باللون الأحمر.




شكل 10 - 81

محدد قياس القلاووظ الحلقي GO , NOT GO

M12 ... القطر الاسمي للقلاووظ.

6 ..... الرتبة أو الفئة.

g ..... نوع الازدواج

في القلاووظات ذات الخطوات الخاصة ، تحفر البيانات على كلا المحددين كما يلي:-

M12 × 1.5 - 6g

حيث M12 × 1.5 .. القطر الاسمي للقلاووظ × الخطوة

6 ..... الرتبة أو الفئة

g ..... نوع الازدواج

**ملاحظة :**

تعرف قيمة الرتبة (الفئة) والازدواج من خلال جداول التوافقات حسب النظام الدولي SI ، طبقات لمواصفات ISO.

قد يواجه مستخدمي محددات قياس القلاووظات الحلقية صعوبة وخاصة أثناء معايرة (فحص ومراجعة) القلاووظات الخارجية الطويلة . حيث يجب فحص القلاووظ الخارجي بدوران المحدد على القلاووظ من بدايته إلى نهايته . ثم يعاد دوران المحدد لجهة العكس لإخراجه.. بالإضافة إلى ضياع الوقت.

لذلك فقد اقتصر استخدام محدد قياس القلاووظات الحلقي على معايرة القلاووظات الخارجية القصيرة فقط.

## مميزات محددات القياس الثابتة :

تتميز محددات القياس الثابتة المختلفة الأنواع والأشكال بالآتي:-

1. إتمام عملية المراجعة والفحص بسرعة.
2. تصنع من مواد صلدة ومقاومة للتآكل.. لذلك فهي معمرة، واحتمال أخطائها غير وارد.
3. لا تعتمد على الحس من شخص إلى آخر.. لذلك فإن جميع نتائجها صحيحة ودقيقة.

4. أحجامها صغيرة.
5. أسعارها معتدلة.

**الخلاصة :**

محددات القياس بصفة عامة لا تعتبر كأدوات قياس حقيقية ، بل هي أدوات تستخدم لمجرد الفحص ، وذلك للتعرف على المشغولات المقبولة التي تقع قياساتها بين المقاسات الحدية .. أي بين الحد الأعلى والحد الأدنى للقياس ، والمشغولات المرفوضة التي تزيد أقطرها عن الحد الأعلى أو التي تقل أقطرها عن الحد الأدنى للقياس ، دون إيجاد القيمة الدقيقة لهذه القياسات.

**العوامل التي تؤثر على مدى صلاحية محددات القياس :**

يتوقف مدى صلاحية محددات القياس على العوامل الآتية :-

1. العناية أثناء استخدامها وعند تخزينها.
2. كثرة احتكاكها بالمعادن المراد فحصها.
3. درجة نعومة الأسطح المراد فحصها.
4. طريقة التخزين.

## ميكرومترات وأجهزة قياس القلاووظات ذات الثلاثة أسلاك

Thread Measuring Three Wire Instruments

تختلف أهمية القلاووظات المصنعة باختلاف دقة أدوات وأجهزة القياس المستخدمة في عمليات القياس ، ولأهمية قياس القطر المتوسط (القطر الفعال) لقلاووظ التثبيت ، فقد صممت ميكرومترات وأجهزة قياس القلاووظات ذات الثلاثة أسلاك بأشكال مختلفة وبدقة عالية.

فيما يلي عرض لأكثر ميكرومترات وأجهزة القياس ذات الثلاثة أسلاك انتشاراً.

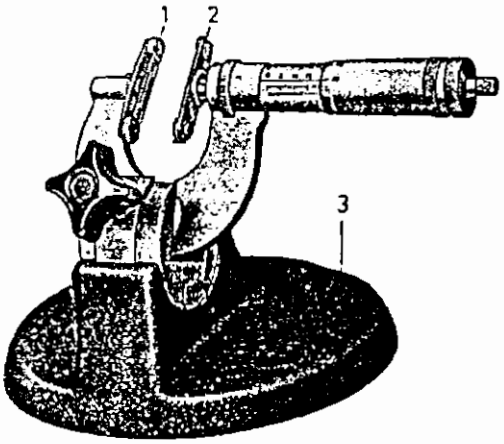
## أولا : ميكرومتر قياس القلاووظات ذو الثلاثة أسلاك

Thread Measuring Three Wire Micrometer

ميكرومتر قياس القلاووظات ذو الثلاثة أسـلاك شكل 10 – 82 عبارة عن ميكرومتر خارجي ، يضاف إليه فكين في كل من قاعدة الارتكاز ومقدمة عمود القياس.

يثبت الفك الأول بقاعدة الارتكاز ويوجد به سلكتان ، ويثبت الفك الآخر بمقدمة عمود القياس ويوجد به سلكة واحدة Wire 1.

يوضع بداخل فجوات ثلاثة أسنان متجاورة للقلاووظ المراد اختبار قياسه ، سلكتان بفك قاعدة الارتكاز ، ويوضع على الجانب الآخر للقلاووظ بين السنتين المتقابلتين سلك واحد بفك عمود القياس.




**شكل 10 – 82**

**ميكرومتر قياس القلاووظات ذو الثلاثة أسلاك**

**1- فك مثبت بقاعدة الارتكاز ويحتوي على سلكتين قياس.**

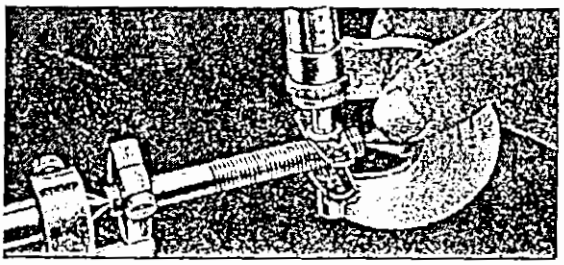
**2- فك مثبت بعمود القياس ويحتوي على سلك قياس واحد.**

**3- قاعدة لتثبيت الميكرومتر.**

يصل دقة قياس ميكرومتر القلاووظات ذو الثلاثة أسلاك إلى 0.01 ملليمتر . يثبت الميكرومتر على حامله الخاص لعدم انتقال حرارة اليد إليه وخاصة أثناء

استخدامه لفترات طويلة.

شكل 10 – 83 يوضح ميكرومتر قياس القلاووظات ذو الثلاثة أسلاك أثناء قياس قلاووظ لجزء في مرحلة التشغيل.



**شكل 10 – 83**

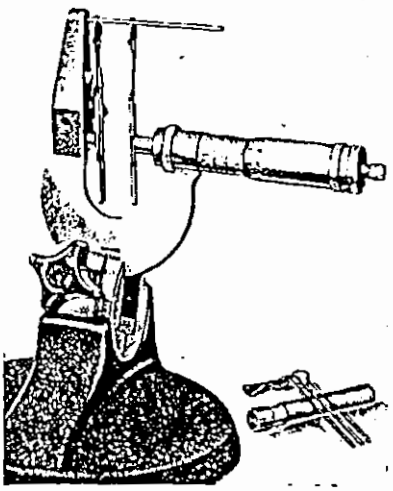
قياس قلاووظ باستخدام ميكرومتر قياس القلاووظات ذو الثلاثة أسلاك

## ثانيا : ميكرومتر قياس القلاووظات ذو الأسلاك الثلاثة الحرة

Free Tri – Thread Measuring Wire Micrometer

يصل دقة قياسه إلى 0.01 ملليمتر. تثبت الأسلاك الثلاثة على الحامل الخاص بالميكرومتر كما هو موضح بشكل 10 – 84 ، بحيث تلامس فكي قياس الميكرومتر.

يثبت الميكرومتر على حامله الخاص لعدم انتقال حرارة اليد إليه ، وخاصة أثناء استخدامه لفترات طويلة.

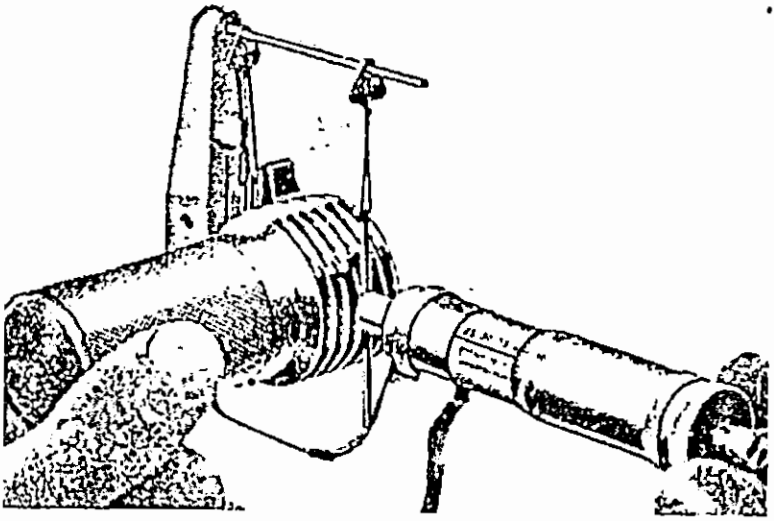


**شكل 10– 84**

**ميكرومتر قياس القلاووظات**

**ذو الأسلاك الثلاثة الحرة**

شكل 10 – 85 يوضح ميكرومتر قياس القلاووظات ذو الأسلاك الثلاثة الحرة أثناء قياس قلاووظ .



شكل 10 – 85

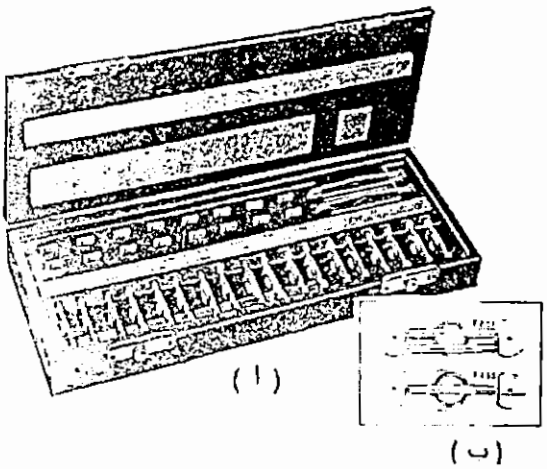
ميكرومتر قياس القلاووظات ذو الثلاثة أسلاك الحرة أثناء قياس قلاووظ

## الأسلاك المستخدمة في قياس القلاووظات :

تصنع الأسلاك المستخدمة في عملية قياس القلاووظات من الصلب الصلد، وتسمى بأسلاك القياس.

تتداول أسلاك القياس على هيئة أطقم مختلفة القياسات في صناديق خشبية ، كل طقم مكون من ثلاثة أسلاك.

توجد أطقم أسلاك القياس على هيئة فكوك كما هو موضح بشكل 10 – 86 (أ) كل طقم مكون من فكين ، مدون على كل منهما قطر السلك شكل 10 – 86 (ب) . يثبت إحداهما في قاعدة ارتكاز الميكرومتر ويثبت الفك الآخر بعمود القياس.



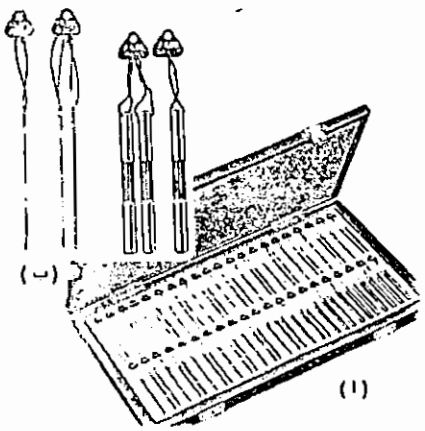

شكل 10 – 86

أطقم فكوك أسلاك قياس القلاووظات

(أ) صندوق خشبي يحتوي على مجموعات مختلفة من فكوك أسلاك قياس القلاووظات.

(ب) طقم فكوك أسلاك قياس القلاووظات ــ موضح عليه قطر السلك.

كما توجد أطقم على هيئة أسلاك حرة بصناديق خشبية ، كل طقم مكون من ثلاثة أسلاك (سلكتين مع بعضهما البعض وسلكة واحدة بمفردها) ، مثبتين من خلال خيط رفيع ، ومدون على كل منهما قطر السلك كما هو موضح بشكل 10 – 87.




شكل 10 – 87

أطقم أسلاك قياس القلاووظات

(أ) صندوق خشبي يحتوي على مجموعات مختلفة من أطقم أسلاك قياس القلاووظات الحرة.

(ب) طاقمان مكبران لأسلاك قياس القلاووظات موضح على كل منهما قطر سلك القياس.

تعلق الأسلاك الحرة في حامل خاص يثبت بالميكرومتر بشرط استخدام الأسلاك المتوافقة مع قطر القلاووظ المراد قياسه ، وملاءمة الأسلاك لقاعدة الارتكاز وعمود قياس الميكرومتر.

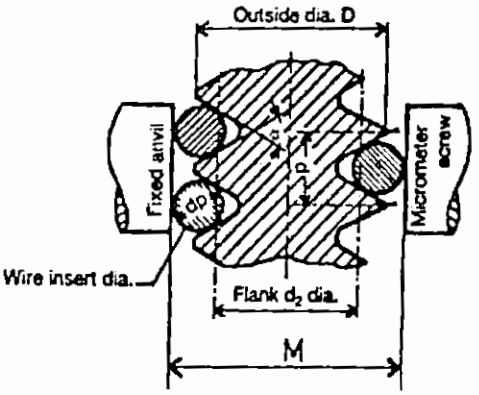
يتراوح أقطار الأسلاك المستخدمة في عملية قياس القلاووظات المترية ما بين 0.17 ــ 4 ملليمتر ، كما يتراوح أقطار الأسلاك المستخدمة في قياس القلاووظات الإنجليزية ويتورث ما بين 0.725 ــ 6.35 بوصة.

وتعتبر طريقة استخدام الأسلاك الثلاثة هي الطريقة المثلى ، حيث لا تتأثر القراءة المأخوذة من أعلى هذه الأسلاك أثناء عملية القياس بالأخطاء الموجودة في زاويا سن القلاووظ .

ولسهولة الاستعمال تثبت الأسلاك في حوامل خاصة ، وبالرغم من صعوبة تطبيق طريقة الأسلاك الثلاثة في القياس ، إلا أنها تعطي عند التطبيق الصحيح نتائج في غاية الدقة.

يستخدم ميكرومتر قياس القلاووظات ذات الثلاثة أسلاك في اختيار قياس القطر المتوسط للقلاووظ التثبيت (للقلاووظ المترية $60^0$ و القلاووظات الإنجليزية ويتورث $55^0$).

شكل 10 – 88 يوضح جانباً من قلاووظ أثناء عملية القياس باستخدام الأسلاك الثلاثة.




شكل 10 – 88

جانب قلاووظ متري أثناء عملية القياس باستخدام الأسلاك الثلاثة

حـيث D ... قطر القلاووظ

P ... الخطوة

d2 .. القطر المتوسط (القطر الفعال)

dp .. قطر السلك

M ... القياس الكلي المختبر من فوق الأسلاك

**ملاحظة** :

يحدد قطر سلك الطقم المستخدم في عملية القياس ليناسب مقاس القلاووظ المراد اختبار قياسه ، كما هو محدد بالجدول الخاص بمقاسات الأسلاك المستخدمة لقياس القلاووظات والموضح فيما بعد.

القياس الناتج من خلال هذه الطريقة لا يعتبر قياس للقطر المتوسط (القطر الفعال) ولكنه قياس اختباري ، ويستنتج من العلاقة التالية :-

$$d_2 = M - 3\,d_p + 0.866025\,p$$

حيث d2 ... القطر المتوسط

M ... قياس الميكرومتر من أعلي الأسلاك

Dp ... قطر سلك القياس.

P ... الخطوة.

ويقارن القطر المتوسط d2 الناتج من المعادلة السابقة مع جدول 4 – 1 الخاص بقياس القلاووظات باستخدام الأسلاك والموضح فيما بعد.

فيما يلي جدول 10 – 2 الخاص بأبعاد القلاووظات المترية ، وجدول 10 – 3 الخاص بأبعاد القلاووظات الإنجليزية (ويتورث) ، من خلال إستخدام الأسلاك ذات الأقطار المختلفة.

**جدول 10 – 2**

**أبعاد القلاووظات المترية وأقطار أسلاك القياس والقراءات من أعلي الأسلاك**

| Nominal diam. of thread D | Pitch P | Core diam. $d_1$ | Pitch diam. $d_2$ | Diam. of Wire $d_D$ | Test dimension, measuring force D M |
|---|---|---|---|---|---|
| M 1 | 0.25 | 0.676 | 0.838 | 0.17 | 1.133 |
| M 1.2 | 0.25 | 0.876 | 1.038 | | 1.332 |
| M 1.4 | 0.3 | 1.010 | 1.205 | | 1.456 |
| M 1.7 | 0.35 | 1.246 | 1.473 | 0.22 | 1.831 |
| M 2 | 0.4 | 1.480 | 1.740 | 0.25 | 2.145 |
| M 2.3 | 0.4 | 1.760 | 2.040 | | 2.444 |
| M 2.6 | 0.45 | 2.016 | 2.308 | 0.29 | 2.789 |
| M 3 | 0.5 | 2.350 | 2.675 | | 3.113 |
| M 3.5 | 0.6 | 2.720 | 3.110 | 0.335 | 3.596 |
| M 4 | 0.7 | 3.090 | 3.545 | 0.455 | 4.305 |
| M 5 | 0.8 | 3.960 | 4.480 | | 5.153 |
| M 6 | 1.0 | 4.700 | 5.350 | 0.62 | 6.346 |
| (M 7) | 1.0 | 5.700 | 6.350 | | 7.345 |
| M 8 | 1.25 | 6.376 | 7.188 | 0.725 | 8.282 |
| (M 9) | 1.25 | 7.376 | 8.188 | | 9.282 |
| M 10 | 1.5 | 8.052 | 9.026 | 0.895 | 10.414 |
| (M 11) | 1.5 | 9.052 | 10.026 | | 11.413 |
| M 12 | 1.75 | 9.726 | 10.863 | 1.1 | 12.650 |
| M 14 | 2.0 | 11.402 | 12.701 | 1.35 | 15.021 |
| M 16 | 2.0 | 13.402 | 14.701 | | 17.021 |
| M 18 | 2.5 | 14.752 | 16.376 | 1.65 | 19.164 |
| M 20 | 2.5 | 16.752 | 18.376 | | 21.163 |
| M 22 | 2.5 | 18.752 | 20.376 | | 23.163 |
| M 24 | 3.0 | 20.102 | 22.051 | 2.05 | 25.606 |
| M 27 | 3.0 | 23.102 | 25.051 | | 28.605 |
| M 30 | 3.5 | 25.454 | 27.727 | | 30.848 |
| M 33 | 3.5 | 28.454 | 30.727 | | 33.848 |
| M 36 | 4.0 | 30.804 | 33.402 | 2.55 | 37.591 |
| M 39 | 4.0 | 33.804 | 36.402 | | 40.590 |
| M 42 | 4.5 | 36.154 | 39.077 | | 42.832 |
| M 45 | 4.5 | 39.154 | 42.077 | | 45.832 |
| M 48 | 5.0 | 41.504 | 44.752 | 3.2 | 50.025 |
| M 52 | 5.0 | 45.504 | 48.752 | | 54.024 |
| M 56 | 5.5 | 48.856 | 52.428 | | 57.267 |
| M 60 | 5.5 | 52.856 | 56.428 | | 61.267 |
| M 64 | 6.0 | 56.206 | 60.103 | 4.0 | 66.910 |
| M 68 | 6.0 | 60.206 | 64.103 | | 70.910 |

حيث D ... مقاس القلاووظات.

P ... الخطوة.

$d_1$ ... القطر الأصغر

$d_2$ ... القطر المتوسط.

Dp ... قطر السنك.

M ... قراءة الميكرومتر من أعلي الأسلاك.

**ملاحظة** :

ينبغي عدم استخدام مسامير القلاووظ المبينة أقطارها الاسمية بين الأقواس، طالما كان ذلك ممكناً.

## جدول 10 – 3

## أبعاد القلاووظات الإنجليزية (ويتورث) وأقطار أسلاك القياس والقراءات من أعلي الأسلاك

| Nominal diameter of thread D | | Pitch P | | Core diam. | Pitch diam. | Diam. of Wire | Test dimension, measuring force 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| " | mm | Turns/1" | mm | $d_1$ | $d_2$ | $d_D$ | M |
| 1/4 | 6.350 | 20 | 1.270 | 4.724 | 5.537 | 0.725 | 6.616 |
| 5/16 | 7.938 | 18 | 1.411 | 6.131 | 7.034 | 0.895 | 8.515 |
| 3/8 | 9.525 | 16 | 1.588 | 7.492 | 8.509 | | 9.820 |
| (7/16) | 11.113 | 14 | 1.814 | 8.789 | 9.951 | 1.1 | 11.694 |
| 1/2 | 12.700 | 12 | 2.117 | 9.990 | 11.345 | 1.35 | 13.589 |
| 5/8 | 15.876 | 11 | 2.309 | 12.918 | 14.397 | | 16.456 |
| 3/4 | 19.051 | 10 | 2.540 | 15.798 | 17.424 | 1.65 | 20.211 |
| 7/8 | 22.226 | 9 | 2.822 | 18.611 | 20.419 | | 22.935 |
| 1 | 25.401 | 8 | 3.175 | 21.335 | 23.368 | 2.05 | 26.811 |
| 1 1/8 | 28.576 | 7 | 3.629 | 23.929 | 26.253 | | 29.260 |
| 1 1/4 | 31.751 | 7 | 3.629 | 27.104 | 29.428 | | 32.435 |
| 1 3/8 | 34.926 | 6 | 4.233 | 29.505 | 32.215 | 2.55 | 36.226 |
| 1 1/2 | 38.101 | 6 | 4.233 | 32.680 | 35.391 | | 39.401 |
| 1 5/8 | 41.277 | 5 | 5.080 | 34.711 | 38.024 | 3.2 | 43.280 |
| 1 3/4 | 44.452 | 5 | 5.080 | 37.946 | 41.199 | | 46.454 |
| (1 7/8) | 47.627 | 4 1/2 | 5.645 | 40.398 | 44.012 | | 48.725 |
| 2 | 50.802 | 4 1/2 | 5.645 | 43.573 | 47.187 | | 51.899 |
| 2 1/4 | 57.152 | 4 | 6.350 | 49.020 | 53.086 | 4.0 | 59.655 |
| 2 1/2 | 63.502 | 4 | 6.350 | 55.370 | 59.436 | | 66.004 |
| 2 3/4 | 69.853 | 3 1/2 | 7.257 | 60.558 | 65.205 | | 70.902 |
| 3 | 76.203 | 3 1/2 | 7.257 | 66.909 | 71.556 | | 77.252 |
| 3 1/4 | 82.553 | 3 1/4 | 7.816 | 72.544 | 77.548 | 5.05 | 86.032 |
| 3 1/2 | 88.903 | 3 1/4 | 7.816 | 78.894 | 83.899 | | 92.382 |
| 3 3/4 | 95.254 | 3 | 8.467 | 84.410 | 89.832 | | 97.690 |
| 4 | 101.604 | 3 | 8.467 | 90.760 | 96.182 | | 104.040 |
| 4 1/4 | 107.954 | 2 7/8 | 8.835 | 96.639 | 102.297 | | 109.801 |
| 4 1/2 | 114.304 | 2 7/8 | 8.835 | 102.990 | 108.647 | | 116.151 |
| 4 3/4 | 120.655 | 2 3/4 | 9.237 | 108.825 | 114.740 | | 121.858 |
| 5 | 127.005 | 2 3/4 | 9.237 | 115.176 | 121.090 | | 128.207 |
| 5 1/4 | 133.355 | 2 5/8 | 9.677 | 120.963 | 127.159 | 6.35 | 137.970 |
| 5 1/2 | 139.705 | 2 5/8 | 9.677 | 127.313 | 133.509 | | 144.319 |
| 5 3/4 | 146.055 | 2 1/2 | 10.160 | 133.043 | 139.549 | | 149.895 |
| 6 | 152.406 | 2 1/2 | 10.160 | 139.394 | 145.900 | | 156.246 |

حـيث D ... مقاس القلاووظ

P ... الخطوة

$d_1$ ... القطر الأصغر.

D2 ... القطر المتوسط.

Dp ... قطر المسلك..

M ... قراءة الميكرومتر من فوق الأسلاك.

**ملاحظة** :

ينبغي عدم استخدام المسامير المبينة أقطارها بين الأقواس طالما كان ذلك ممكناً.

**مثال 1 :**

من خلال جدول قلاووظات النظام المتري واستخدام ميكرومتر قياس القلاووظات ذو الثلاثة أسلاك . أوجد قيمة القطر المتوسط للوٍلب متري M 24 ومقارنته بالجدول.

**الحل :**

من خلال المقارنة بين قياس الميكرومتر من أعلى الأسلاك ، وقياسـات القلاووظ من الجدول الخاص بذلك ، يمكن التحقيق من قيمة القطر المتوسـط باتباع الخطوات التالية :-

(أ) يستخرج من الجدول قياس الأسلاك المستخدمة لقطر القلاووظ المراد اختبار قياسه وأقطارها هي 2.05 ملليمتر.

(ب) قياس القلاووظ باستخدام ميكرومتر قياس القلاووظات ذو الثلاثة أسلاك .. (القياس هو 25.606 مم من الجدول).

(ج) إيجاد قيمة القطر المتوسط (القطر الفعال) من العلاقة التالية:-

$$d_2 = M - 3dp + 0.866025\ P$$

$$d_2 = 25.606 - (3 \times 2.05) + (0.866025 \times 3)$$

$$= 25.606 - 6.15 + 8.748075 = 22.054 \text{ mm}$$

وبمقارنة قيمة القطر المتوسط الناتج من المعادلة وهو 22.054 مم ، وقيمة القطر المتوسط من الجدول وهو 22.051 مم.

يلاحظ الفرق بينهما هو 0.003 مم ، وهذا يعني أن القلاووظ منتج بأبعاد صحيحة.

**مثال 2 :**

من خلال جدول قلاووظ النظام المتري واستخدام ميكرومتر قياس القلاووظات ذو الثلاثة أسلاك . أوجد قيمة القطر المتوسط للقلاووظ M 68 ومقارنته بالجدول.

**الحل :**

من خلال المقارنة بين قياس الميكرومتر من أعلي الأسلاك ، وقياسات القلاووظ من الجدول الخاص بذلك . يمكن التحقيق من قيمة القطر المتوسط باتباع الخطوات التالية :-

(أ) يستخرج من الجدول قياس الأسلاك المستخدمة لقطر القلاووظ المراد اختبار قياسه وقطره هو 4.0 ملليمتر.

(ب) قياس القلاووظ باستخدام ميكرومتر قياس القلاووظات ذو الثلاثة أسلاك .. (القياس هو 70.91 مم من الجدول).

(ج) إيجاد قيمة القطر المتوسط (القطر الفعال) من العلاقة التالية:-

$$d_2 = M - 3dp + 0.866025\ P$$

$$d_2 = 70.91 - ((3 \times 4) + (0.866025 \times 6)$$

$$= 70.91 - 12 + 5.19615$$

$$= 64.106 \text{ mm}$$

وبمقارنة قيمة القطر المتوسط الناتج من المعادلة وهو 64.106 مم ، وقيمة القطر المتوسط من الجدول وهو 64.103 مم.

يلاحظ الفرق بينهما هو 0.003 مم ، وهذا يعني أن القلاووظ منتج بأبعاد صحيحة.

**مثال 3 :**

من خلال جدول قلاووظ النظام الإنجليزي ويتورث واستخدم ميكرومتر قياس القلاووظات ذو الثلاثة أسلاك . أوجـد قيمة القطر المتوسط للقلاووظ ومقارنته بالجـدول ؟

**الحل :**

من خلال المقارنة بين قياس الميكرومتر من أعلى الأسلاك ، وقياسات القلاووظ من الجدول الخاص بذلك . يمكن التحقيق من قيمة القطر المتوسط باتباع الخطوات التالية:-

(أ) يستخرج من الجدول قياس الأسلاك المستخدمة لقطر القلاووظ المراد اختبار قياسه وأقطارها هي 0.725 ملليمتر.

(ب) قياس القلاووظ باستخدام ميكرومتر قياس القلاووظات ذو الثلاثـة أسلاك .. (القياس هو 6.616 ملليمتر من الجدول).

(ج) إيجاد قيمة القطر المتوسط (القطر الفعال) من المعادلة التالية:-

$$d_2 = M - 3dp + 0.866025\,P$$

$$d2 = 6.616 - (3 \times 0.725) + (0.866025 \times 1.27)$$

$$= 6.616 - 2.175 + 1.09982$$

$$= 5.540 \text{ mm}$$

وبمقارنة قيمة القطر المتوسط الناتج من المعادلة وهو 5.540 مم وقيمة القطر المتوسط من الجدول وهو 5.537 مم.

يلاحظ الفرق بينهما هو 00003. مم .. وهذا يعني أن القلاووظ منـتج بأبعـاد صحيحة.

**مثال 4 :**

من خلال جداول قلاووظ النظام الإنجليزي ويتورث واستخدام ميكرومتر قياس القلاووظات ذو الثلاثة أسلاك . أوجد قيمة القطر المتوسط للولب $\frac{3}{8}''$ ومقارنته بالجدول ؟

**الحل :**

من خلال المقارنة بين قياس الميكرومتر من أعلى الأسلاك ، وقياسات القلاووظ من الجدول الخاص بذلك . يمكن التحقيق من قيمة القطر المتوسط باتباع الخطوات التالية :-

(أ) يستخرج من الجدول قياس الأسلاك المستخدمة لقطر القلاووظ المراد اختبار قياسه وأقطارها هي 0.895 ملليمتر.

(ب) قياس القلاووظ باستخدام ميكرومتر قياس القلاووظات ذو الثلاثة أسلاك .. (القياس هو 9.82 مم من الجدول).

(ج) إيجاد قيمة القطر المتوسط (القطر الفعال) من العلاقة التالية :-

$$d_2 = M - 3dp + 0.866025\ P$$

$$d2 = 9.82 - (3 \times 0.985) + (0.866025 \times 1.588)$$

$$= 9.82 - 2.685 + 1.375$$

$$= 8.510\ mm$$

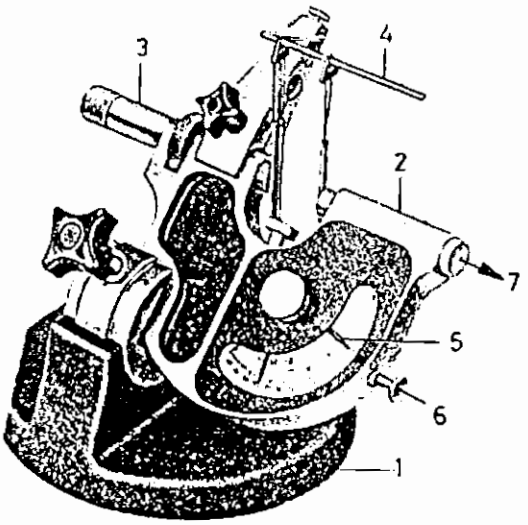
وبمقارنة قيمة القطر المتوسط الناتج من المعادلة وهو 8.510 مم وقيمة القطر المتوسط من الجدول وهو 8.509 مم.

يلاحظ الفرق بينهما هو 0.001 مم . وهذا يعني أن القلاووظ منتج بأبعاد صحيحة.

## ثالثا : ميكرومتر وجه الساعة ذو الأسلاك الثلاثة الحرة

صمم ميكرومتر وجه الساعة ذو الأسلاك الثلاثة الحرة الموضح بشكل 10 -

89 لقياس ومراجعة القلاووظات المصنعة بإنتاج كمي .. (أي إنتاج السلعة الواحدة إنتاجاً كبيراً متكرراً) .. يصل دقة قياسه إلى 2 ميكرون.




شكل 10 – 89

ميكرومتر وجه الساعة ذو الأسلاك الثلاثة الحرة

1- قاعدة لتثبيت الميكرومتر.

2- الميكرومتر البياني.

3- رأس الميكرومتر.

4- حامل خاص لتثبيت الأسلاك الثلاثة الحرة.

5- مؤشران لتحديد مقدار التجاوز المسموح به .. (بالزائد وبالناقص).

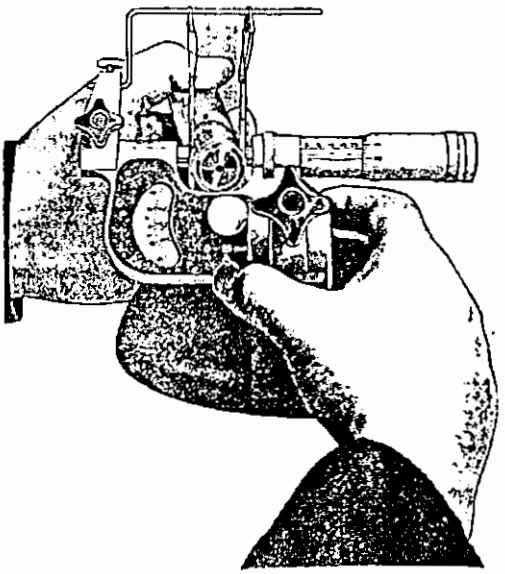
6- زر متصل بمجموع أذرع ونوابض داخلية للتحكم في حركة قاعدة الارتكاز الخطي في الاتجاه العكسي لعمود القياس ، وذلك لسهولة تثبيت أو نزع القلاووظ المراد فحص دقة قياسه.

7- حركة قاعدة الارتكاز في الاتجاه العكسي لعمود القياس عند الضغط على الزر 6.

يتميز ميكرومتر وجه الساعة ذو الأسلاك الثلاثة الحرة بمراجعة قياس أعداد كبيرة من القلاووظات في زمن بسيط قياسي ، حيث يوضح قيمة الزيادة أو النقص في قياس القطر

المتوســط بدقة فائقة ، للتأكد من الأجزاء المقبولة وعزل الأجزاء المرفوضة.

شكل 10 – 90 يوضح ميكرومتر وجه الساعة ذو الأسلاك الثلاثة الحرة أثناء قياس قلاووظ .



شكل 10 – 90

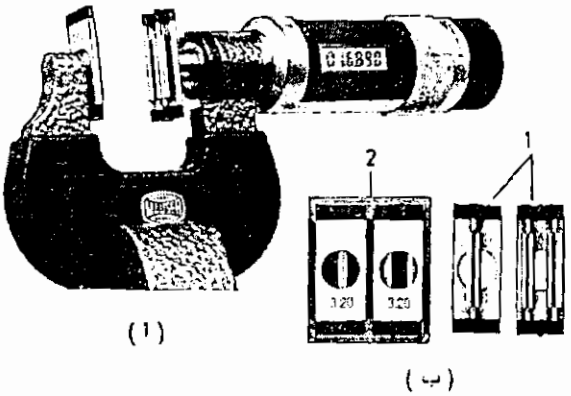
ميكرومتر وجه الساعة ذو الأسلاك الثلاثة الحرة أثناء قياس قلاووظ

## رابعا : الميكرومتر الرقمي الإلكتروني ذو الثلاثة أسلاك

يصل دقة قياسه إلى 0.001 مم أو 0.0001″، علماً بأن جميع الميكرومترات الرقمية الإلكترونية صممت للقياس بكلا النظامين (المتري والإنجليزي).

الميكرومتر الرقمي الإلكتروني ذو الثلاثة أسلاك الموضح بشكل 10 – 91 (أ) يستخدم في قياس القطر المتوسط للقلاووظ ، وهو عبارة عن ميكرومتر رقمي عادي ، مثبت به فكين على كل من عمود القياس وقاعدة الارتكاز كما هو موضح بشكل 10 – 91 (ب).

يثبت الفك الأول الذي يحمل ســلكتين على عمود القياس ، ويثبت الفك الآخر الذي يحمل سلكة واحدة على قاعدة ارتكاز.




شكل 10 – 91

الميكرومتر الرقمي ذو الثلاثة أسلاك

1- شكل الفكين من الأمام.

2- شكل الفكين من الخلف.

## قياس قلاووظ التثبيت والتوصيل الداخلية

Measurement of internal triangle thread

بعد الانتهاء من إنتاج قلاووظات التثبيت والتوصيل الداخلية (القلاووظات المثلثة الداخلية) بأقطارها وخطواتها المختلفة ، فإنه يجب قياسها ومراجعتها حسب أهميتها بإحدى الطرق التالية :-

### مراجعة القلاووظات الداخلية المصنعة باستخدام مسمار مقلوظ :

تراجع قلاووظات التثبيت والتوصيل (القلاووظات المثلثة) الداخلية المصنعة ذات الأقطار والخطوات وزاويا الميل الصحيحة ، ويمكن التأكد من القلاووظات المقبولة من خلال النظر للقلاووظ المصنع بحيث يكون بالمواصفات التالية :-

- شكل القلاووظ نظيفًا وناعماً.
- وجود شطف بزاوية قدرها 45° في بداية ونهاية القلاووظ (للصامولة) ، وجود شطف بزاوية 45° في بداية القلاووظ ومجرى تساوي القطر الأصغر في نهايته (للمشغولات التي تحتوي على ثقب داخلي).

- مقطع سن القلاووظ بشكل عمودي على المحور.. (السن غير مائل).
- الانزلاق يكون محكماً.

## قياس جميع أبعاد قلاووظات التثبيت والتوصيل الداخلية:

Measurement of all internal triangle thread

قلاووظات التثبيت والتوصيل الداخلية (القلاووظات المثلثة الداخلية)المصنعة والتي يراد تزاوجها بالأجزاء الدقيقة ، غالباً يتم مراجعة قياسها باستخدام ميكرومتر قياس القلاووظات الداخلية.

## ميكرومتر قياس القلاووظات الداخلية

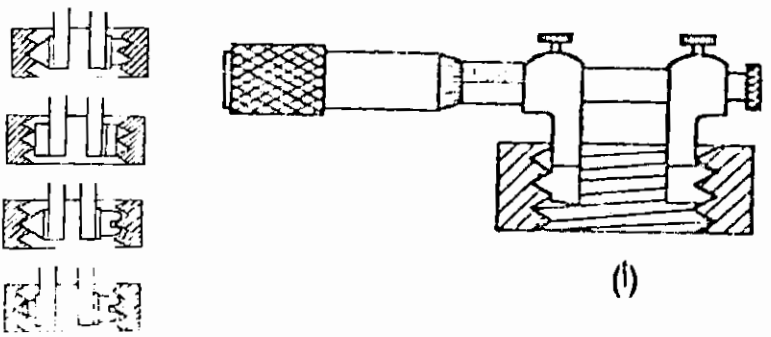
Inside Micrometer For Thread Measurement

صمم ميكرومتر قياس القلاووظات الداخلية بإمكانية تثبيت واستبدال اللقم بخطواتها المختلفة ، حيث يمكن تثبيت لقم قابلة للإستبدال بكل من عمود القياس وقاعدة الإرتكاز.

الغرض من استخدام ميكرومتر قياس القلاووظات الداخلية هو الحصـــول على دقـــة لقياس القطر الأسمى (القطر الأكبر) والقطر الأصغر والقطر المتوسط (قطر دائرة الخطوة أو القطر الفعال).

توجد لقم متعددة الأشكال بخطواتها المختلفة .. لكل خطوة لقمتين ، أحدهما تثبت بالعمود الثابت للميكرومتر (قاعدة الإرتكاز) ، والأخرى تثبت بالعمود المتحرك (عمود القياس).

شكل 10 – 92 يوضح ميكرومتر قياس القلاووظات الداخلية وأزواج اللقم الخاصة بقياس قطر قاع السن بالصامولة ، وقياس القطر الفعال .. (القطر المتوسط) بالصامولة.



(أ)

(ب)

شكل 10 – 92

قياس جميع أبعاد القلاووظ المثلث الداخلي

باستخدام ميكرومتر قياس سن القلاووظات

(أ) قياس جميع أبعاد اللولب المثلث الداخلي باستخدام ميكرومتر قياس سن القلاووظات الداخلية.

(ب) استخدام اللقم المتعددة الأشكال بخطواتها المختلفة في قياس أبعاد القلاووظات الداخلية.

## قياس أبعاد القلاووظات الداخلية باستخدام محددات القياس :

Measurement Of Internal Thread

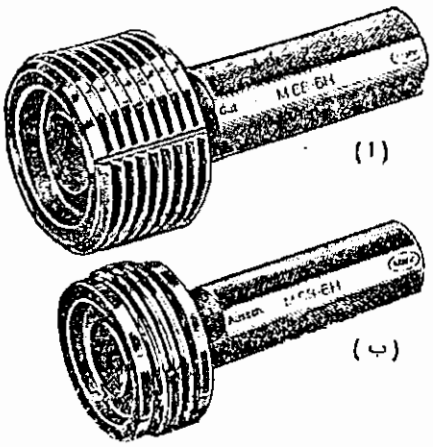
تراجع القلاووظات الداخلية للمشغولات التي يتطلب بها الدقة العالية باستخدام محددات قياس القلاووظات الداخلية (السدادية) Internal Thread Gauges ذات القيمة المحددة لمقاساتها وخطواتها ودقة قياسها وتفاوتات أبعادها.

توجد محددات قياس القلاووظات الداخلية بتصميمات وأشكال مختلفة ، يمكن تقسيمها إلى الأنواع التالية :-

### 1- محدد قياس القلاووظ السدادي أحادي الطرف :

محدد قياس القلاووظ السدادي أحادي لطرف الموضح بشكل 10 – 93 عبارة عن مقبض ذو مقطع مسدس أو أسطواني مخشن، كل قياس له محددين منفصلين محفور على كل منهما بيانات القلاووظ، أحدهما بالحد الأصغر أوَ بالقطر الأصغر دخول GO أي عند دخول قلاووظ المحدد بالمشغولة المصنعة .. هذا يعني أن الإنتاج

مقبول. والمحدد الآخر بالحد الأكبر أو بالقطر الأكبر لا دخول NOT GO .. أي عند دخول قلاووظ المحدد بالمشغولة المصنعة .. هذا يعني أن المشغولة مرفوضة ، ويعرف الجانب اللا دخول من صغر طوله وعدد أسنانه القليلة المكون من سنتين إلى ثلاثة أسنان.




شكل 10 – 93

محدد قياس القلاووظ السدادي أحادي الطرف

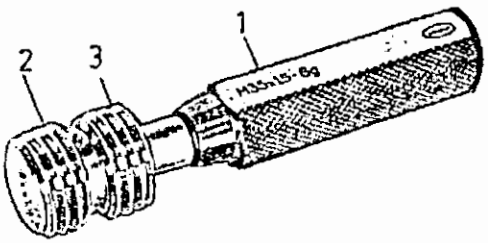
(أ) محدد قياس القلاووظات سدادي دخول GO.

(ب) محدد قياس القلاووظات سدادي لا دخول NOT GO.

**2- محدد قياس القلاووظات السدادي بجانب واحد ثنائي الطرف :**

محدد قياس القلاووظات السدادي ذو الجانب الواحد ثنائي الطرف الموضح بشكل 10 – 94 عبارة عن مقبض ذو مقطع مسدس أو أسطواني مخشن ، يحمل قالب واحد ملولب ذو قطرين مختلفين يفصلهما مجرى أسطواني.

عند دخول قلاووظ المحدد الأمامي وهو القطر الأصغر دخول GO بمشغولة .. تعتبر هذه المشغولة من الإنتاج المقبول ، وعند دخول قلاووظ المحدد الخلفي بمشغولة وهو القطر الأكبر لا دخول GO NOT .. تعتبر هذه المشغولة مرفوضة.




شكل 10 – 94

محدد قياس القلاووظات السدادي بجانب واحد ثنائي الطرف

1- محدد قياس القلاووظات سدادي بجتب واحد ثنائي الطرف.

2- جانب القبول.. دخول GO.

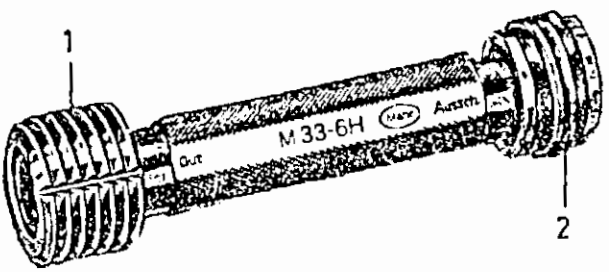
3- جانب الرفض.. لا دخول NOT GO.

### 3- محدد قياس القلاووظات السدادي ثنائي الطرف :

هو عبارة عن مقبض مسدس الشكل أو أسطواني مخشن ، يحمل قالبين مقلوظين (محددين قياس مقلوظين) كما هو موضح بشكل 10 – 95.

الجانب الأيسر هو الحد الأصغر أو القطر الأصغر دخول GO ويعرف من خلال قلوظة القالب كله، وهو للإنتاج المقبول.

والجانب الأيمن هو الحد الأكبر أو القطر الأكبر لا دخول NOT GO أي جانب المرفوض ، ويعرف من عدد أسنانه القليلة المكون من سنتين إلى ثلاثة أسنان ، كما يميزه حلقة دائرية مطلية باللون الأحمر.




شكل 10 – 95

محدد قياس القلاووظات السدادي ثنائي الطرف

1- جانب القبول.. دخول GO.

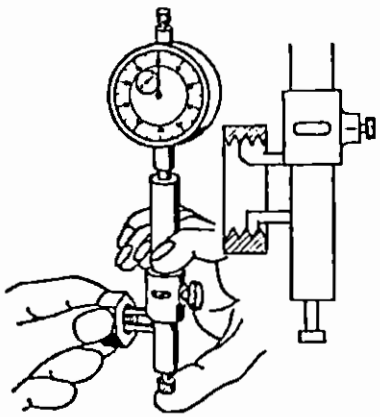
2- جانب الرفض.. لا دخول NOT GO.

## أجهزة قياس القلاووظات البيانية :

يمكن بأجهزة قياس القلاووظات البيانية قياس القلاووظات المختلفة الأقطار والخطوات وذلك دون الحاجة لعمليات ربط القلاووظات ثم إعادة حلها المضيعة للوقت ، حيث تحديد ما إذا كان القلاووظ ما زال في حاجة لمزيد من التشغيل أم أن مقاساته واقعة داخل مجال التجاوز ، كما أن هذه الأجهزة تتميز أيضاً بإنخفاض زمن قياس ، حيث تستغرق فترة القياس فترة قصيرة جدا ، وعدم وجود إحتكاك إنزلاقي على عناصر القياس .. لذلك فهي تعمر طويلا ، بالإضافة إلى إمكانية استعمال الجهاز للقلاووظ مختلفة من خلال تغيير لقم أو وبكرات القياس.

## قياس القلاووظات الداخلية باستخدام مبين القياس :

قياس قلاووظ التثبيت والتوصيل .. القلاووظات المثلثة الداخلي (للإنتاج الكمي) باستخدام مبين قياس INDICTOR كما هو موضح بشكل 10 - 96 ، حيث يثبت بساقيه لقمتين بالخطوة المطلوب مراجعتها ، أحدهما تثبت بالساق الثابت (قاعدة الإرتكاز) ، والأخرى تثبت بالساق المتحرك (عمود القياس).



شكل 10 - 96

قياس القلاووظ الداخلي باستخدام مبين قياس القلاووظات السريع

يضبط مبين القياس ذو القرص المدرج Indictor على قطعة نموذجية تماثل القطع المصنعة أو على محدد قياس قلاووظ حلقي ، مع تثبيت المؤشر على وضع الصفر.

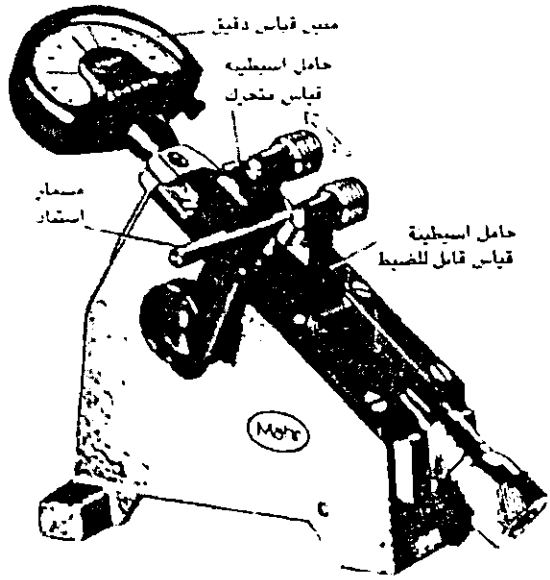
يفحص قياس القلاووظ المطلوب مراجعته ليوضح المؤشر وجود انحراف بأبعاد القلاووظ من عدمه.

## قياس القلاووظات الخارجية باستخدام مبين القياس :

قياس قلاووظ التثبيت والتوصيل .. القلاووظات المتلـــثة الخارجية (للإنتاج الكمي) باستخـــدام مبين قياس Indictor كما هو موضح بشكل 10 – 97.

جهاز القياس السريع للقلاووظات الداخلية عبارة عن محدد قياس قلاووظات سدادي مسطح من طرفية ومشقوق من منتصفة ، يوجـــد بداخل الشق لقمة قياس تتحرك نابضياً ، حيث تنقل حركتها إلى ساعة قياس ، وبواسطة ذراع يمكن ضغط اللقمة المتحركة قطرياً إلى انداخل ، وبعد اعتاق الذراع ورجوعه تظل لقم القياس ملامسة إلى جانبي القلاووظ، ويتم ضبط الجهاز بواسطة حلقة تحديد قياس القلاووظ ، ولا يقرأ على مبين القياس إلا إذا كان القلاووظ في نطاق مجال التجاوز المفروض فحسب ، بل يوضح أيضاً المقدار المتبقي لتقدم قلم الخراطة ، ومن ثم فإنه يجب تغيير لقم القياس لكل قطر وكل خطوة قلاووظ وإعادة ضبطها من جديد .

يوجد على جهاز القياس السريع للقلاووظات الخارجية داخل مجرى دليلي ، حاملان لبكرتين قياس قابلان للضبط ، أحدهما مثبت نابضاً ، أما الآخر فيمكن تحريكه داخل حدود واسعة بواسطة مسمار ضبط دقيق ، ثم تثبيته بواسطة مسمار زنق ، ويمكن قياس كل القلاووظات ذات الخطوة الواحدة بما في ذلك اليسارية بنفس البكرتين طالما أنها تقع داخل نطاق ضبط الجهاز ، حيث ينقل الحامل النابضي حركته على مؤشر دقيق تقرأ منه القيم المقابلة ، ومن خلال مسمار إستناد قابل للضبط يكن ضمان إسناد بكرتين القياس في المستوي الأوسط (القطر المتوسط) للقلاووظ .




شكل 10 – 97

جهاز القياس السريع للقلاووظات الخارجية

## مميزات قياس القلاووظات باستخدام أجهزة القياس البيانية :

1. تتميز أجهزة قياس القلاووظات البيانية بصفة عامة بالمميزات التالية :-
2. قياس القلاووظات دون الحاجة لعمليات ربط القلاووظات ثم إعادة حلها المضيعة للوقت.
3. تحديد ما إذا كان القلاووظ ما زال في حاجة لمزيد من التشغيل أم أن مقاساته واقعة داخل مجال التجاوز.
4. تستغرق الفترة الزمنية للقياس فترة قصيرة جداً.
5. عدم وجود إحتكاك إنزلاقي على عناصر القياس . لذلك فهي تعمر طويلا.
6. إمكانية استعمال الجهاز لقلاووظات مختلفة من خلال تغيير لقم أو بكرات القياس.

# الفصل الثالث

# مصادر الخطأ في القياس

## تمهيد

يتناول هذا الفصل مصادر الخطأ في القياس الناتج عن أداة القياس .. وذلك عندما يكون هناك خلوص بها ، أو يكون الخطأ ناتج من عملية القياس ، وذلك من خلال عدم تمام انطباق فكي أداة القياس على البعد المقاس ، أو ناتج عن الضغط الزائد على فكي أداة القياس ، أو ناتج عن خطأ في قراءة تدريج أداة القياس ، أو من خلال إرتفاع درجة حرارة أداة القياس .. فيما يلي عرض تفصيلي للأخطاء المحتمل حدوثها وقيمة كل خطأ من هذه الأخطاء على حدة.

# 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:-

$$خ = ل_{د} - ل$$

$$= ل \, م \, (د - 20)$$

$$ل_{د} = ل \, [1 + م \, (د - 20)]$$

**حيث 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

. 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 ،

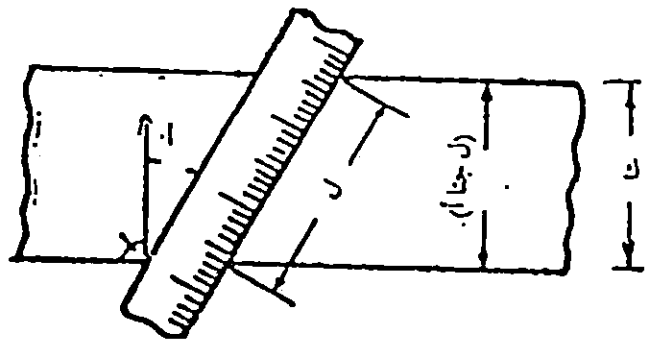
بحيث يكون في اتجاه القياس وموازياً للبعد المراد قياسه . أما اتجاه القياس فهو محدد بنوع أداة القياس المستخدمة ، فمثلا اتجاه قياس الميكرومتر الخارجي يكون في اتجاه محور حركة عمود القياس إلى قاعدة الارتكاز ، واتجاه القياس بالمبين ذو القرص المدرج ( Indicator) يكون في الاتجاه المحوري العمودي لعمود التحسس على سطح المشغولة.

ويمكن حدوث أخطاء في عمليات القياسات المختلفة نتيجة للاتجاهات الغير صحيحه 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 10 – 98 ، فإن الخطأ الناتج عن عدم المحاذاة يمكن تحديده من العلاقة التالية:-




**شكل 10 – 98**

**خطأ القياس نتيجة لاتجاه القياس على البعد الغير صحيح**

خ = ل – ك

= ل – ل جتا أ

= ل (1 – جتا أ)

حـيث خ... خطأ عدم المحاذاة.

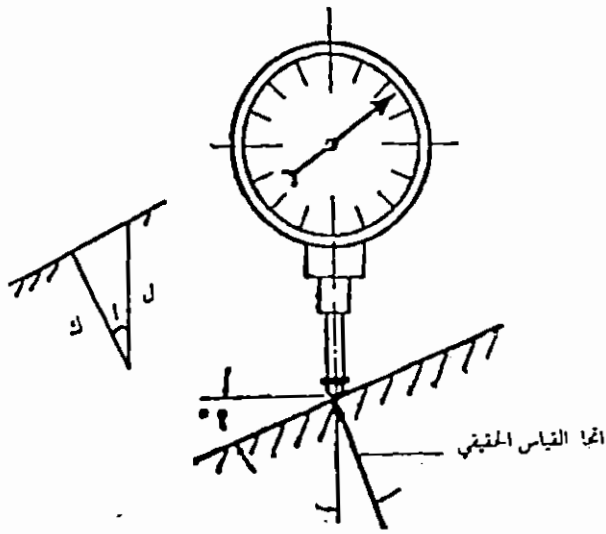
ل... القراءة على تدريج القياس.

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 10 – 99 ، فإن الخطأ الناتج عن عدم المحاذاة يمكن تحديده من العلاقة التالية:-




**شكل 10 – 99**

**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.

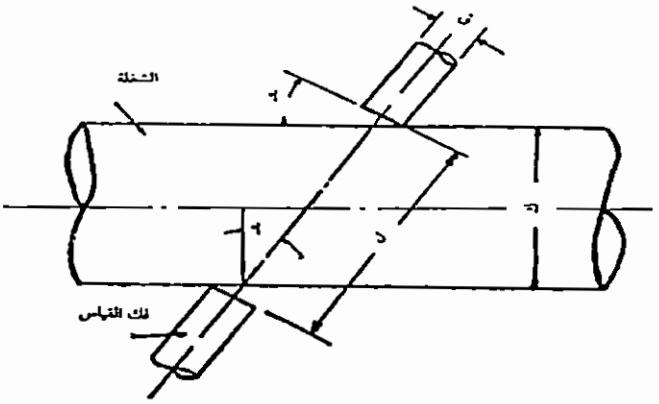
ل... قراءة البعد على القرص المدرج لمبين القياس.

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 10 – 100 ، فإن قيمة الخطأ الناتج عن عدم المحاذاة يمكن تحديده من العلاقة التالية:-




**شكل 10 – 100**

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

خ = ل – ك

= ل – (ل جتا أ – ق جا أ)

= ل (1 – جتا أ) + ق جا أ

حيث 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.

# الفصل الرابع

# ضـــبط الجـــودة

## تمهيد

يتناول هذا الباب ضبط جودة الإنتاج .. أى درجة وفاء المنتج لاحتياجات ورغبات المستهلك ، حيث يتم ذلك في عدة مراحل مترابطة مع بعضها البعض ، وهى التصميم الجيد من خلال اختيار المواد التي يصنع منها هذه المنتجات بالأبعاد الدقيقة التي تحقق جودة التصنيع مع صفة التبادلية.

ويتعرض إلى جانب الجـــودة في عناصر هامة أخرى ، التي تؤثر تأثيراً بالغاً على جودة الإنتاج ، مثل الجودة في عمليات التغليف – التخزين – النقل والمناولة .. بالإضافة إلي خدمات ما بعد البيع ، وهذا ما يسمي بالضبط المتكامل للجودة ، للوصول إلى الجودة المطلوبة في الإنتاج .

# ضبـــط الجـــودة

## Quality Control

المقصود بضبط الجودة .. أى الرقابة على صلاحية الإنتاج الصناعي ، ويعنى الرقابة على جمـــيع مراحـــل التشغيل والإنتاج ، والمحافظة على تحسين مستوى الأداء بحيث يطابق التصميم ، مع عرضه بثمن مناسب بالمقارنة بالمنتجات الأخرى المنافسة ، ليلائم رغبة المستهلك.

### ضبط جودة الإنتاج : Production quality control

ضبط جودة الإنتاج لا يعنى إنتاج السلعة أو الأجزاء المصنعة إنتاجاً مقبولاً خالي من العيوب ، بل يعنى استمرار جودة السلعة المصنعة حتى تصل إلى المستهلك بهذه الجودة.

فيمكن أن تكون هناك رقابة على الإنتاج الصناعي أثناء عمليات التصنيع، بحيث يتم الإنتاج على مستوى عالي الجودة ، ثم يحدث أثناء عمليات النقل أو التخزين ما يؤثر على مستوى تلك الجودة ، بحيث لا تكون هذه المنتجات على المستوى المطلوب من وجهة نظر المستهلك .. لذلك فإن ضبط جودة الإنتاج تعنى الرقابة على جودة عدة مراحل مترابطة بعضها ببعض وهى كالآتي:-

1. **جودة التصميم** : Design quality

هى المرحلة الأولى ، وتعتبر من أهم المراحل ، بل الأساس الذي يعتمد عليه في عمليات التصنيع والإنتاج ، وهو يعنى تحديد شكل ومواصفات القطعة المراد إنتاجها ، واختيار مواد التصنيع بالأبعاد والتفاوتات المسموح بها لتحقيق صـــفة التبادلية ، بحيث تؤدى إلى حسن المظهر والمستوى المطلوب.

2. **جودة عمليات التصنيع** : manufacturing process Qualities

تعنى كفاءة وقدرة الآلات والمعدات والماكينات المستخدمة في عمليات التصنيـــع ، ومواصلة الإنتاج بالمواصـــفات المحـــددة بالتصميم من حيث الدقة في

الأبعاد .. أى استخدام آلات وماكينات تقوم بالتشغيل والإنتاج في حدود التفاوتات المسموح بها.

3. **جودة الأداء** : Performance quality

أى التزام جميع العاملين (مهندسين - فنيين - إداريين - عمال نقل ... الخ) بتحقيق الإنتاج المقبول المطلوب في الزمن المحدد ، مع مراعاة إتباع تعليمات وارشادات السلامة الصناعية (الآمان الصناعي) .. كل من موقعه.

4. **جودة التغليف** Packing quality :

إذا دعت الحاجة إلى تغليف المنتجات المصنفة ، فيجب تغليفها بالمواد المناسبة للاحتفاظ بخصائصها في حالة جيدة.

5. **جودة المناولة والنقل والشحن** :

Quality of handing , transportation & shipping

يعتبر نقل المواد وتداولها نشاط من الأنشطة الهامة التي تمثل جزءً أساسياً من أى عملية إنتاجية أو أسلوب إنتاجي ، ومن ثم فإنه يحظى بالاهتمام وتقديم الطرق الصحيحة والآمنة لوقاية العاملين في هذا المجال من الحوادث ، ووقاية السلع المنتجة من التلف.

فتداول المواد هو أحد الأنشطة الصناعية المترتبة على تقسيم العمل داخل الوحدة الإنتاجية ، ومع تزايد تقسيم العمل داخل الوحدة الإنتاجية وتجزئته ، يتزايد بالتالي متطلبات النقل.

تشتمل عمليات تداول المواد ونقلها من وإلى أقسام الإنتاج والتشغيل وأقسام الخدمات الأخرى وما بينها ، عدة عمليات مثل رفع الأحمال وإنزالها (الشحن والتفريغ) وتحريكها ورصها ، ويمكن تعريف تداول المواد بأنه تداول فيما بين العمليات الإنتاجية وبعضها البعض.

لذلك فإن تنظيم تداول المواد ونقلها ، يتحكم فيه أسلوب الإنتاج ونوعه (الإنتاج الكمي .. أى إنتاج السلعة بالقطعة أو حسب الطلب) ، وفى أثناء عمليات التشغيل

والإنتاج يتطلب الأمر نقل وحركة للمواد الخام ، والمنتجات نصف المشغلة والمنتجات تامة التشغيل ، بشكل متكرر من مكان إلى آخر ، ويتوقف ذلك على وسيلة النقل المناسبة لملاحقة المتطلبات المتزايدة للإنتاج.

**ويمكن تقسيم وسائل نقل وتداول المواد بأماكن الإنتاج إلى الآتي:-**

(أ) بالحمل اليدوي.

(ب) باستخدام عربات النقل اليدوية المختلفة.

(ج) باستخدام عربات النقل ذات الشوك ، أو العربات الكهربائية.

(د) بالوسائل الآلية مثل السيور الناقلة.

(هـ) باستخدام الروافع المختلفة.

وإنه يمكن الوصول إلى الحد الأدنى من الجهد والوقت بإتباع أسلوب ميكنة تداول المواد .. أى تداول المواد بالطرق الميكانيكية أو الآلية المناسبة ، بهدف عدم حدوث تلف بالمواد المنقولة ، وتحقيق الأمان والسلامة للعاملين ، علاوة على حماية العاملين من العمل البدني الشاق وعدم الأضرار بقواهم الجسمانية ، فضلا إلى التخلص من العمل اليدوي الغير مثمر والمستهلك للوقت والذي يحتاج إلى عدد كبير من العاملين.

ويمكن تلخيص ما سبق ذكره بأن جودة المنتجات المصنعة ، تتوقف على الأسلوب الصحيح المستخدم في عمليات النقل والشحن الداخلي (النقل والشحن داخل الوحدة الإنتاجية وخارجها) وطريقة مناولة السلع من وإلى وسائل النقل.

6. **جودة التخزين** : Quality of storing

جودة التخزين من المراحل الهامة التي تؤثر تأثير بالغ على الاحتفاظ بالحالة الجيدة لخصائص السلع المصنعة أو التي تؤدى إلى تلفها ، حيث يترتب على سوء التخزين ، فقدان السلع من صفاتها وخصائصها والتي تؤدى إلى انخفاض مستوى جودتها قبل مغادرة الوحدة الإنتاجية إلى السوق.

ويرتبط التخزين ارتباطاً وثيقاً بطبيعة السلع المنتجة وخصائصها ، ومن الطبيعي اختلاف المخازن عن بعضها البعض ، فهناك أنواع من السلع تحتاج إلى تبريد مثل مخازن المواد الغذائية أو الأدوية ، كذلك فن أنواع أخرى من السلع تتأثر جودتها بدرجة الحرارة والرطوبة ، وعدم توفر هذه الإمكانيات تؤدى إلى تلف السلع أو انخفاض رتبتها وثمنها إلى درجة وثمن أقل.

وتتوقف عمليات التخزين بالمخازن المختلفة على وسائل التخزين ، وطرق ترتيب السلع، وتنظيم عمليات الصرف منها حسب أسبقية ورودها إلى المخازن ، بحيث لا تتأثر صلاحية السلع خلال فترة التخزين.

ويمكن تلخيص ما سبق ذكره بأنه يمكن تطبيق كافة التعليمات والإشارات الخاصة بالمخازن ، مع إتباع الأسلوب المناسب في التخزين ومراعاة تطبيق قواعد وإرشادات السلامة والأمان الصناعي .. وهذا ما يسمى بالضبط المتكامل للجودة.

7. **جودة العرض والتوزيع** : Quality of supply & distributions

لا تنتهي علاقة المصنع بالسلع التي أنتجها بمجرد انتقالها من المصنع إلى المحلات التجارية ، ولكن يجب على المنتج مراقبة هذه السلع في السوق بحيث يلزم البائعين بإتباع الأسلوب السليم في التخزين ، وتحديد طريقة العرض بحيث تحتفظ السلع بخصائصها وصفاتها ومستوى جودتها.

كما يجب على المصنع المنتج للسلعة كتابة تاريخ الإنتاج وتاريخ الانتهاء ، أو موعد الصلاحية على العبوات ، كما يجب الاهتمام بتسجيل الإرشادات الخاصة لتوجيه جمهور المستهلكين بالاستخدام الأفضل للسلعة.

8. **خدمات ما بعد البيع** : After sale services

يتوقف مقدار مبيعات السلع المنتجة ، وزيادة العمر الافتراضي لها على جودة خدمات ما بعد البيع.

وجدير بالذكر إنه لا تتضح القيمة الحقيقية للسلعة إلا من خلال استخدامها ،

وعند شراء بعض المنتجات الصناعية كالسيارة أو الغسالة أو التليفزيون ..... الخ ، ومع كثرة الاستعمال أو سوء الاستخدام ، قد تظهر بعض العيوب ، ومن أمثلة خدمات ما بعد البيع .. هو تعهـد المنتج بتوفر قطع الغيار ، والقيام بأعمال الإصلاح والصيانة أو استبدال السلعة التالفة بأخرى جديدة بدون مقابل خلال فترة زمنية معينة ابتداء من تاريخ الشراء.

كما يقوم بالإصلاح بمقابل بعد مضى فترة الضمان ، وتختلف هذه الخدمة من منتج إلى آخر وذلك حسب نوع السلعة وقيمتها.

9. **رد فعل المستهلك** : Consumer reaction

إن رغبات واحتياجات المستهلك تترجم إلى التصميم الجيد للمنتج ، والتنفيذ من خلال العمليات الإنتاجية المختلفة وما يتبعها من رقابة، ثم يأتي بعد ذلك عمليات التخزين ونقل وتوزيع السلع على المحلات التجارية ، ويتوقف استمرار المحافظة على جودة السلع المنتجة على عمليات الضبط والرقابة على جميع المراحل السابقة.

ويمكن تصور عملية ضبط جودة السلع المنتجة على إنها تفاعل مستمر بين التصميم والإنتاج والاستهلاك.

هذا يعنى أن رد فعل المستهلك يختلف باختلاف التصميم والتطبيق الصحيح في الإنتاج.

## المبادئ الأساسية لضبط الجودة :

The fundamental principles for quality control

من المبادئ الأساسية لضبط جودة الإنتاج هو منع حدوث أى عيوب في المنتجات والعمل على عدم وقوعها .. بمبدأ الوقاية خير من العلاج ، أى من الصواب منع حدوث عيوب في الإنتاج بدلا من تركها تحدث ، ثم إعادة معالجة المنتجات المعيوبة للتخلص من ما بها من عيوب أو تخفيضها إلى رتبة أقل ، مما يؤثر على ضياع الوقت بالإضافة إلى انخفاض الثمن . يتمدد هذا المبدأ ليشتمل على أعمال خدمات الصيانة ما بعد البيع.

# علامـــة الجـــودة

## Quality mark

يتميز الإنتاج الحديث بأنه إنتاج كمي .. إنتاج السلعة الواحـــدة إنتاجاً متماثلاً متكرراً بالجملة ، وقد أدت الوســـائل الآلية الحديثة إلى زيادة الإنتاج مع انخفاض أســـعار السلع المنتجة .

ومع تسابق وتنافس المصانع المنتجة للسلع المختلفة، قد أدى إلى انخفاض مستوى جـــودة بعضها ، الذي ينعكس على انخفاض رتبتها وثمنها إلى درجة وثمن أقل ، وقد يصل رداءة الإنتاج رغم انخفاض ثمنه إلى حد عدم الإقبال على شرائه من الأسواق المحلية أو الخارجية ، لذلك أصبحت الصفة المميزة للمنتجات الصناعية تعتمد على الجودة ومطابقة المواصفات ، وبذلك أصبحت الجودة عاملا أساسياً في المنافسة بين المنتجين.

إلا أن المستهلك العادي لا يستطيع التمييز بين السلع المطابقة والغير مطابقة للمواصفات بمجرد النظر إليها . لذلك فقد وضعت القوانين والتشريعات المحلية والدولية على السلع المنتجة ، وكان من الضروري وجود حافز للمصانع التي تنتج سلعاً مطابقة لمواصفات القياسية ومنحها حق وضع علامة الجودة على منتجاتها.

وعلامة الجودة هى إشارة واضحة تدل على أن المنتج مطابق للمواصفات القياسية من حيث الخامات والمقاسات ، مع توفر المنتج للشروط الفنية الواجب توافرها .... الخ.

وقد أدى وجود علامة الجودة إلى إرشاد المستهلك بطريقة سهلة واضحة بأن السلعة جيدة الصنع ، كما أنها تعتبر شهادة رسمية توجه إلى المشترى ، أو بمعنى آخر فإنها تعتبر عقداً فنياً بين المنتج والمستهلك يتضمن مطابقة السلعة للمواصفات القياسية الفنية.

ويوضح شكل 10 – 101 علامة الجودة المحلية التي تصدرها الهيئة المصرية للتوحيد القياسي بوزارة الصناعة بجمهورية مصر العربية ، والتي توضع على المنتجات المصرية المطابقة للمواصفات القياسية الفنية

شكل 10 – 101

علامة الجودة (ت . ق)

الصادرة عن الهيئة المصرية للتوحيد القياسي

## مميزات وضع علامات الجودة :

Advantages of quality mark installation

أدى وضـــع علامة الجودة على السلع المنتجة والمطابقة للمواصفات القياسيـــة الفنية إلى الآتي:-

1. خدمة المستهلك وضمانه لجودة السلعة من حيث المتانة – الكفاءة – الأداء – الأمن والسلامة عند الاستخدام.
2. خدمة المنتج من حيث إقبال المستهلكين على منتجاته ، عن طريق الإعلان عن مطابقة السلعة للمواصفات القياسية.
3. خلق عنصر المنافسة بين المصانع المنتجة للسلع المتشابهة ، والتي تؤدى إلى ارتفاع مستوى جودتها.
4. خدمة المنتجين للاقتصاد القومي.
5. فتح أسواق للتصدير إلى الخارجي أمام المنتج المحلى ، وتدعيم قدرته على المنافسة في الأسواق العالمية ، الذي يؤدى إلى خدمة الاقتصاد القومي للبلاد.

# مراقبة وتطور أنظمة الجودة

يعتبر العامل الأساسي لتقديم أية منشأة صناعية .. هو جودة منتجاتها . والاتجاه العالمي حالياً هو استطلاع توقع المستهلك من ناحية الجودة ويصاحب ذلك الاتجاه التأكد من حتمية التحسين المستمر للجودة للتوصل إلى الحفاظ على الأداء الاقتصادي ، حيث أصبحت جودة المنتجات أو الخدمات من الموضوعات التي تهتم بها الحكومات ، لذلك فقد أنشأت الهيئة الدولية للتوحيد القياسي ISO وأصدرت القوانين التي تكفل حق المستهلك من الغش ، وارتقاء الوعي العام إلى الحد الذي يكون له الأثر في أسلوب بناء الهيكل الاقتصادي والقانوني والسياسي للدول ، وللتوصل إلى مستويات الجودة العالمية والحفاظ عليها بصورة دائمة ، وأصبح هدفها الأساسي وأعمال الصحة والتنمية الاقتصادية ، وعليه أصبحت إدارة الجودة وارتباطها بأهداف العمل عنصراً سياسياً ، يتم عتباره عند التخطيط لأى نشاط اقتصادي أو خدمي .

فيما يلي شرح مبسط لمهام الهيئة الدولية للتوحيد القياسي ISO ومواصفتها القياسية الدولية:-

## الهيئة الدولية للتوحيد القياسي ISO :

International Standardization Organization

هى هيئة دولية تابعة للأمم المتحدة ، تعمل على تحديد المواصفات القومية من خلال لجان فنية متخصصة ، تعمل على إعداد المواصفات القياسية الدولية في موضوع تخصصها . كما تقوم بعض المؤسسات الحكومية والغير حكومية بالمشاركة في أعمال هـذه اللجان بناء على اتفاق مسبق بينهما وبين الهيئة الدولية للتوحيد القياسي ISO

# المواصفات القياسية الدولية

بدأ هذا النظام كشكل محلى بهدف تطوير نظام الجودة في الصناعات الدقيقة المختلفة ، ثم توسع هذا النظام ليصبح نظاماً عالمياً من خلال المنظمات المتعددة الجنسيات .. مثل (الناتو ــ حلف شمال الأطلنطي) في مجال إدارة الأعمال الدفاعية ، واستمر في توسعاته حتى أصبح نظاماً دقيقاً ترتبط به العديد من الصناعات الوطنية ، حيث قامة الهيئة الدولية للتوحيد القياسي ISO بجهد كبير في إعداد سلسلة من المواصفات القياسية الدولية .. كنظام يؤكد جودة ISO ، حيث أصدرت في عام 1987م المواصفات الدولية القياسية ISO 9000 إلى ISO 9004.

تتضمن هذه السلسلة مجموعة من الإرشادات الخاصة بالأسس التي ينبغي أن تقوم عليها نظم الجودة في المؤسسات المختلفة الأنشطة ، بحيث تمكن تلك المؤسسات من تقديم منتج أو خدمة مطابقة للمواصفة المحددة التي ترضى المستهلك ، كما تؤكد ما يلي:-

1. سلامة خطة الجودة وصلاحيتها عند التنفيذ لإعطاء الجودة المطلوبة المناسبة.
2. المنتجات سليمة وصالحة ومأمونة عند الاستعمال.
3. المنتجات النهائية مطابقة للمواصفات المطلوبة.
4. الإجراءات وافية وواضحة ومكتوبة.
5. قدرة نظم المعلومات على إعطاء البيانات المطلوبة بدقة.
6. عمل الإجراءات التصحيحية للانحرافات عن الجودة.

وقد حظى هذا النظام العالمي للجودة باهتمام شديد في جميع أنحاء العالم ، نظراً للمنافسة التي يشهدها العالم في هذا العصر، حيث أنه سيأتي زمن قريب تكون فيه حصول المؤسسة على شهادة تفيد بأن لديها نظام للجودة مطابقاً لما نصت عليه المواصفات الدولية من الضروريات إذا كانت المؤسسة ترغب في بقاء النافسة

بمجال التصدير .. وخاصة بعد التوقيع معظم دول العالم على اتفاقية الجات .. ويمكن تلخيص المواصفات القياسية الدولية في الآتي:-

**المواصفات القياسية الدولية ISO 9000 إلى ISO 9004 :**

تتضمن سلسلة المواصفات القياسية الدولية ISO 9000 إلى ISO 9004 خمس وسائق لنظم الجودة ، ثلاثة منها محددة بناءاً على نوعية العمل وتنظيم المؤسسة كما يلي:-

**المواصفات القياسية الدولية ISO 9000 :**

تقدم الإرشادات لاختيار واستخدام سلسلة المواصفات القياسية الدولية لتأكيد الجودة وبما يتلاءم مع الظروف الوظيفية والتنظيمية للمؤسسة.

**المواصفات القياسية الدولية ISO 9001 :**

تخص هذه المواصفة تأكيد الجودة في المؤسسات التي تقوم بأعمال التصميم والتطوير والإنتاج والتجميع ، وخدمة ما بعد البيع.

**المواصفات القياسية الدولية ISO 9002 :**

تخص هذه المواصفة تأكيد الجودة في المؤسسات التي تقوم بأعمال الإنتاج والتجميع فقط.

**المواصفات القياسية الدولية ISO 9003 :**

تخص هذه المواصفة تأكيد الجودة في مرحلة التفتيش والاختبار والفحص النهائي للإنتاج الكمي .. أى عند إنتاج السلعة الواحدة إنتاجاً مكرراً بالجملة.

**المواصفات القياسية الدولية ISO 9004 :**

تقدم الإرشادات الخاصة لإدارة نظم الجودة التي يجب أن تلتزم بها المؤسسة عند تطبيق أحد أنظمة الجودة والتي تم اختيارها بناء على الإرشادات الموجودة بوثيقة ISO 9000 ، أى أنها تستخدم لأغراض إدارة ونظم الجودة الداخلية.

**المواصفات القياسية الدولية ISO 14000 :**

هى سلسلة من المواصفات القياسية الدولية من ISO 14000 إلى ISO 14060 صدرت عام 1996 ، وهى عبارة عن مجموعة من الإرشادات والمواصفات اللازمة لتطبيق نظم الإدارة البيئية ، التي تحقق العديد من الفوائد .. ويمكن تلخيصها في الآتي:-

1. إنتاج سلع غير ضارة بالصحة والبيئة.
2. ممارسة بيئة نظيفة وجيدة.
3. تنمية العنصر البشرى وتحسين الكفاءة التشغيلية.
4. تحقيق ميزة التنافس في بيئة الأعمال.
5. تجنب المخاطر البيئية.
6. الحصول على الشهادة الخاصة بنظم الإدارة البيئية.
7. عدم الأضرار بالأجيال القادمة.
8. سهولة الخروج إلى الأسواق الخارجية.