الباب الرابع

القياس Measurement

تكنولوجيا الخراطة

تمهيد

من المبادئ الأساسية الهامة في عمليات القياس هو استخدام أدوات أو أجهزة قياس مناسبة للأجزاء المراد قياسها ، ويتم اختيار الأدوات أو الأجهزة حسب أهمية هذه الأجزاء من حيث تركيبها أو طريقة تشغيلها لتحقيق درجة الدقة المطلوبة ، وتعتبر القدمات المنزلقة والميكرومترات بأنواعها وأشكالها المختلفة هي الأدوات الأكثر انتشاراً في الورش الميكانيكية والمصانع الإنتاجية .

تعتمد فكرة القياس الأساسية باستخدام الميكرومتر على نظرية محدد الضبط الدقيق بالقدمة ذات الورنية ، ومحدد الضبط الدقيق هو عبارة عن مسمار قلاووظ وصامولة ، الغرض منهما هو التحكم الدقيق في حركة الورنية .

وتعتبر الميكرومترات بصفة عامة (باختلاف أنواعها وأشكالها) من أدوات القياس التي تلي القدمات المنزلقة من حيث دقة قياسها، وهي من أكثر أدوات القياس انتشاراً في الورش والمصانع ، وذلك لسهولة استخدامها وقراءتها بالإضافة إلى دقة قياسها ، حيث صعوبة التحكم في ضبط قراءة ورنية القدمة أثناء قياس أجزاء من المليمتر وخاصة لضعاف النظر.

يتناول هذا الباب القدمة ذات الورنية دقة ٠.٠٢ ملليمتر ، والنظام البريطاني للقياس من خلال عرض القدمات ذات الورنية بدقتها المختلفة ونظرية القياس بكل منهما .

ويتعرض لميكرومتر القياس الخارجي دقة ٠.٠٠١ ملليمتر ونظرية قياسه ونظام تدريجه ، كما يتعرض للعديد من الميكرومترات ذات الأشكال المختلفة الشائعة الاستخدام ، حيث أصبحت القياسات الدقيقة لها أهمية كبيرة ، نظراً إلى الحاجة المتزايدة إلى صناعة الآلات والمعدات والماكينات والدقة الواجب توافرها في هذه المنتجات ، لتحقيق صفة التبادلية وخاصة بعد التقدم الكبير الذي شمل معظم دول العالم . ولزيادة الاستيعاب فقد عرض العديد من الأشكال التوضيحية للتدرب علي قراءة أدوات القياس السابق ذكرها.

* يعتبر هذا الباب تكملة متقدمة لما ورد بالكتابين السابقين لنفس المؤلف .

* كتاب / مبادئ الخراطة .. تأليف مهندس . أحمد زكي حلمي .. الناشر دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع .. القاهرة .. مصر .
• كتاب / خراطة المعادن .. تأليف مهندس . أحمد زكي حلمي .. الناشر دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع .. القاهرة .. مصر

القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر

VERNIER COLIPER ACCURACY 0.02 mm

تتكون القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر من نفس القدمة ذات الورنية دقة ٠.١ ، ٠.٠٥ ملليمتر بإختلاف تدريج الورنية المنزلقة لإمكان قياسات أدق .

توجد عدة أشكال للقدمات ذات الورنية دقة ٠.٠٢ ملليمتر ، وأكثر هذه الأشكال إنتشاراً وإستخداماً هم الآتي :-

الشكل الأول :

هو الشكل الأساسي للقدمة ذات الورنية وهي القدمة جامعة الأغراض المخصصة للقياسات العامة الآتية :-

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

الشكل الثاني :

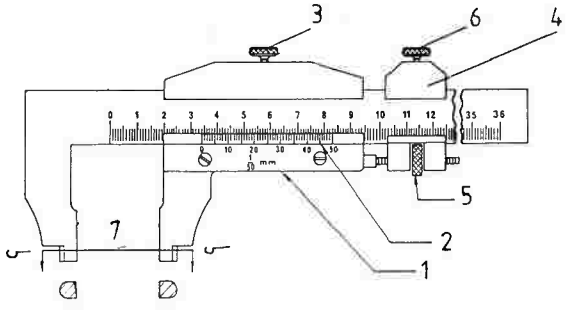
القدمة ذات محدد الضبط الدقيق مخصصة للقياسات التالية :-

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

الغرض من وجود محدد الضبط الدقيق في القدمة دقة 0.02 ملليمتر ، هو سهولة التحكم في حركة الورنية المنزلقة عند القياس الدقيق .

القدمة ذات محدد الضبط الدقيق دقة 0.02 ملليمتر :

تتكون القدمة ذات محدد الضبط الدقيق دقة 0.02 ملليمتر الموضحة بشكل ٤ – ١ بنفس أجزاء القدمة دقة ٠.١ ، ٠.٠٥ ملليمتر ، بإختلاف تقسيم الورنية المنزلقة لإمكان قياسات أدق .



شكل ٤ – ١

القدمة ذات محدد الضبط الدقيق دقة 0.02 ملليمتر

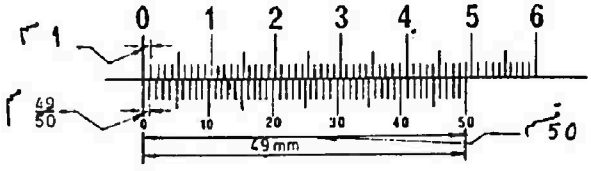
1. **الورنية المنزلقة.**
2. **التقسيم المساعد بالورنية.**
3. **مسمار تثبيت الورنية المنزلقة.**
4. **محدد الضبط الدقيق.**
5. **عجلة التحكم في حركة محدد الضبط الدقيق.**
6. **مسمار تثبيت محدد الضبط الدقيق.**
7. **حدي القياس ، يستخدم في القياس الداخلي.**

(س س). قطاع بالفكين الثابت والمتحرك.

نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر :

يوضح شكل ٤ – ٢ رسم تخطيطي للقدمة ذات الورنية دقة ٠.٠٢ ملليمتر أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة.

أخذت مسافة مقدارها 49 ملليمتر من المسطرة وقسمت بالورنية المنزلقة إلى 50 قسم (أقسام متساوية) ، بحيث يبتدئ صفر الورنية بمحاذاة التدريج 49 من المسطرة.



شكل ٤ – ٢

نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر

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

هذا يعني أن الفرق بين القسم الواحد من القياس الأساسي بالمسطرة وقيمة القسم الواحد من التقسيم المساعد بالورنية = 1 مم – $\frac{49}{50}$ مم = $\frac{1}{50}$ مم أي 0.02 مم

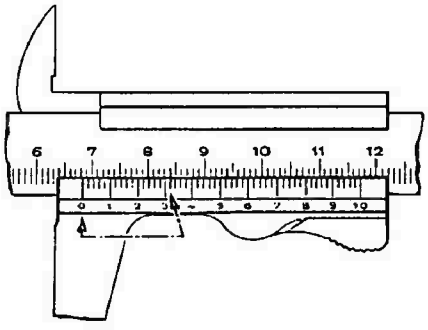
وهي دقة قياس الورنية المنزلقة أو دقة قياس القدمة ذات الورنية.

قراءات للقدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر :

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

مثال ١ :

شكل ٤ – ٣ يوضح جزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر ، والسهمان يشيران إلى قراءة القياس كالآتي :-



شكل ٤ – ٣

قراءة القدمة = 68.32 مم

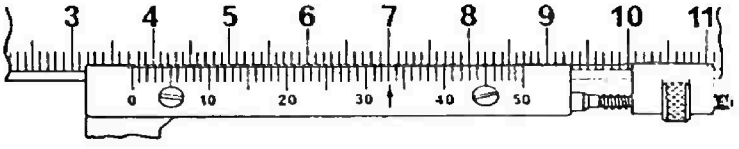
السهم الصغير يشير إلى صفر الورنية لتحديد قراءات المليمترات الصحيحة على المسطرة وهي ما بين 68 ، 69 ملليمتر.

وهذا يعني أن قراءة المليمترات 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

مثال ٢ :

شكل ٤ – ٤ يوضح جزء من القدمة ذات محدد الضبط الدقيق دقة 0.02 ملليمتر ، والسهم يشير إلى قراءة قياس كالآتي :-



شكل ٤ – ٤

قراءة القدمة = 37.66 مم

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

وهذا يعني أن قراءات المليمترات الصحيحة = ٣٧ ملليمتر

يضاف إليها جزء من الملليمتر الذي يشير إليه السهم الكبير بالتقسيم المساعد بالورنية المنزلقة لتكون قراءة القدمة = 37 + (2 × 0.3) + (2 × 0.03)

= ٣٧ + ٠.٦ + ٠.٠٦ = ٣٧.٣٣ ملليمتر

النظام البريطاني للقياس

MEASUREMENT BRITISH SYSTEM

استخدام النظام البريطاني للقياس قديماً حيث كانت وحدة قياس الأطوال هي البوصة واليادرة ، علماً بأن النظام المتري هو المستخدم حالياً في معظم دول العالم حسب النظام الدولي SI طبقاً لمواصفات المنظمة الدولية للتوحيد القياسي ISO. وذلك لتحقيق صفة التبادلية (قابلية الأجزاء للتبادل بأجزاء أخرى مصنعة من دول مختلفة) .

النظام البريطاني بالقدمة ذات الورنية

VERNIER CALIPER (BRITISH SYSTEM)

تعتبر أكثر أنواع القدمات المنزلقة إنتشاراً هي التي تشتمل على نظامين أساسين هما الآتي :-

١. **النظام المتري :**

METRIC SYSTEM

وحدة قياسه هو المليمتر وأجزائه .. (حسب النظام الدولي SI طبقا لمواصفات منظمة التوحيد القياسي ISO .. وهي وحدة القياس الأساسية المستخدمة في القياسات الهندسية .

٢. **النظام البريطاني :**

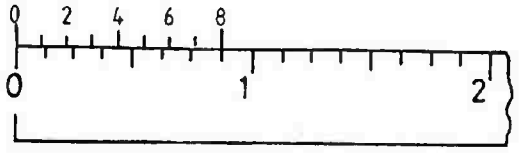
BRITISH SYSTEM

وحدة قياسه هو البوصة وأجزائها . تختلف دقة قياس القدمات ذات الورنية بكلا النظامين (المتري والبريطاني) ، وذلك باختلاف تدريج التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة .

أنتجت دور الصناعة العديد من القدمات المنزلقة ذات الورنية بأنواع وأشكال مختلفة ، لاستخدام المناسب منها أثناء قياس ، حسب شكل الجزء المراد قياسه والدقة المطلوبة .

نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة 1/64 ″ :

يوضح شكل ٤ – ٥ رسم تخطيطي لجزء من قدمة ذات ورنية دقة 1/64″ أثناء انطباق صفر المسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية .



شكل ٤ – ٥

نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة 1/64″

أخذت مسافة مقدارها $\frac{7}{8}$ ″ أي 7 أجزاء من البوصة من التقسيم الأساسي بالمسطرة وقسمت إلى 8 أقسام متساوية على الورنية المنزلقة ، بحيث يبتدئ صفر الورنية بمحاذاة صفر المسطرة ، وينتهي آخر تدريج بمحاذاة التدريج السابع من المسطرة .

بذلك يكون كل قسم مدرج بالورنية = $\frac{7}{8}$ ″ ÷ 8 أقسام = $\frac{7}{64}$ ″

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

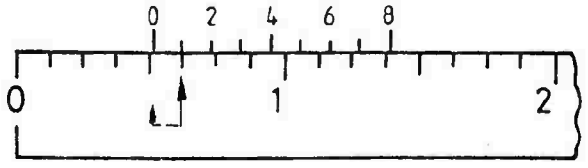
$$= \frac{1}{8} - \frac{7}{64} = \frac{8}{64} - \frac{7}{64} = \frac{1}{64} \text{ ″}$$

وهي دقة قياس الورنية المنزلقة أو دقة قياس القدمة ذات الورنية

قراءات مختلفة للقدمة ذات الورنية دقة $\frac{1}{64}$ ″ :

مثال ١ :

شكل ٤ – ٦ رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنية دقة $\frac{1}{64}$ ″ الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي :-



شكل ٤ – ٦

قراءة القدمة = $\frac{33}{64}$ //

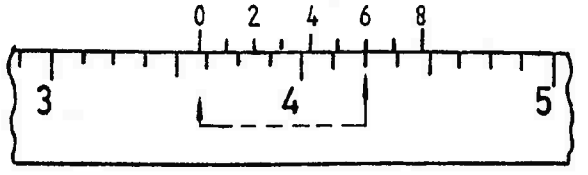
السهم الصغير يشير إلى صفر الورنية لتحديد قراءة أقرب جزء على المسطرة وهي ما بين $\frac{1}{2}$ // ، $\frac{5}{8}$ //

.. أي أن القراءة أكبر من $\frac{1}{2}$ // وأقل من $\frac{5}{8}$ // .. هذا يعني أن القراءة = $\frac{1}{2}$ // يضاف إليها الجزء الذي يشير إليه السهم الكبير لتكون قراءة القدمة

$$= \frac{1}{2} + \frac{1}{64} = \frac{32}{64} + \frac{1}{64} = \frac{33}{64}$$ //

مثال ٢ :

شكل ٤ – ٧ رسم تخطيط لجزء من القدمة ذات الورنية دقة $\frac{1}{64}$ // الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي :-



شكل ٤ – ٧

قراءة القدمة = $3\frac{19}{32}$ //

السهم الصغير يشير إلى صفر الورنية لتحديد قراءة البوصات الصحيحة أو لتحديد قراءة أقرب جزء من المسطرة وهي $3\frac{1}{2}$ // يضاف إليها الجزء الذي يشير إليه السهم

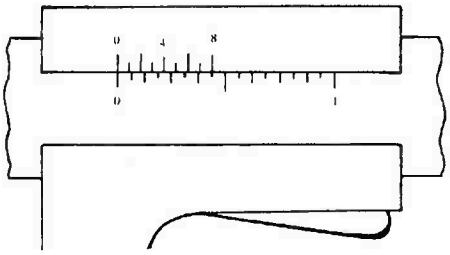
الكبير لتكون قراءة القدمة

$$= \frac{6}{64} + 3\frac{1}{2}$$

$$= \frac{6}{64} + 3\frac{32}{64} = 3\frac{38}{64} = 3\frac{19}{32} = 3\frac{19}{32}''$$

نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة $\frac{1}{128}''$:

يوضح شكل ٤ – ٨ رسم تخطيط لجزء من القدمة ذات الورنية دقة $\frac{1}{128}''$ أثناء انطباق صفر المسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية .



شكل ٤ – ٨

نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة $\frac{1}{128}''$

أخذت مسافة مقدارها $\frac{7}{16}''$ من المسطرة .. أي 7 أجزاء ، كل جزء يساوي $\frac{1}{16}''$ (من التقسيم الأساسي) ، وقسمت إلى 8 أقسام متساوية على الورنية المنزلقة ، بحيث يبتدئ صفر الورنية بمحاذاة صفر المسطرة وينتهي آخر تدريج بمحاذاة التدريج السابع من المسطرة ، بذلك يكون كل قسم مدرج بالورنية

$$= \frac{7}{16}'' \div 8 \text{ أقسام} = \frac{7}{128}''$$

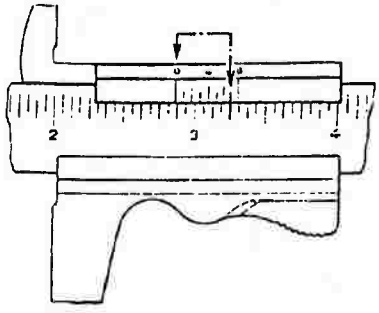
.. هذا يعني أن الفرق بين القسم الواحد من القياس الأساسي بالمسطرة وقيمة القسم الواحد من التقسيم المساعد بالورنية = $\frac{1}{16} - \frac{7}{128}''$

$$\frac{1}{128}'' = \frac{8}{128} - \frac{7}{128} =$$

وهي دقة قياس الورنية المنزلقة أو دقة قياس القدمة ذات الورنية

قراءة للقدمة ذات الورنية دقة $\frac{1}{128}''$:

شكل ٤ – ٩ يوضح جزء من القدمة ذات الورنية دقة $\frac{1}{128}''$ الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي :-



شكل ٤ – ٩

قراءة القدمة = $2\frac{111}{128}''$

السهم الصغير يشير إلى صفر الورنية لتحديد قراءة البوصات الصحيحة علي المسطرة وهي ما بين $2\frac{13}{16}''$ ، $2\frac{14}{16}''$

أي أن القراءة أكبر من $2\frac{13}{16}''$ وأقل من $2\frac{14}{16}''$

.. هذا يعني أن القراءة = $2\frac{13}{16}''$ يضاف إليها الجزء الذي يشير إليه السهم الكبير بالتقسيم المساعد بالورنية وهو = $\frac{7}{128}''$

∴ قراءة القدمة = $2\frac{13}{16}'' + \frac{7}{128}''$

$$2\frac{111}{128}'' = \frac{7}{128} + 2\frac{104}{128} =$$

القدمة ذات الورنية دقة 0.001 $''$

VERNIER COLIPER 0.001 IN

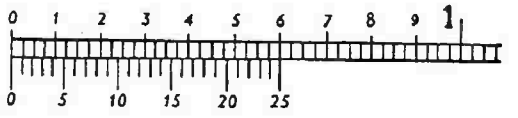
تتكون القدمة ذات الورنية دقة 0.001 بوصة بنفس أجزاء القدمات السابق ذكرها ، باختلاف تدريج الورنية المنزلقة لإمكان استخدامها في قياسات أدق.

تتعدد دور الصناعة المنتجة لأدوات وأجهزة القياس ، لذلك فقد أنتجت ثلاثة أنظمة مختلفة للورنية المنزلقة دقة 0.001 $''$.

فيما يلي عرض كل نظام من الأنظمة السابق ذكرها على حدة .

النظام الأول لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.001 $''$:

يوضح شكل ٤ – ١٠ رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.001 $''$ أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية.



شكل ٤ – ١٠

النظام الأول لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.001 بوصة

مسطرة القدمة مقسمة إلى بوصات . وقسمت كل بوصة إلى 1 0 أقسام متساوية ، وقسم كل قسم إلى 4 أجزاء .

$$\therefore \text{قيمة الجزء الواحد بالمسطرة} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{40} = \frac{''25}{1000}$$

أخذت مسافة من المسطرة مقدارها $\frac{6}{10}''$ وقسمت بالورنية المنزلقة إلى 2 5 قسم (أقسام متساوية) .. بحيث ينطبق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية ، وينتهي آخر تدريج بالورنية بمحاذاة التدريج السادس بالمسطرة ، بذلك يكون كل قسم من أقسام الورنية

$$= \frac{1}{25} \times \frac{6}{10} = \frac{''6}{250} = \frac{''24}{1000}$$

هذا يعني أن الفرق بين قسم واحد من التقسيم الأساسي بالمسطرة وقيمة قسم واحد

من التقسيم المساعد بالورنية

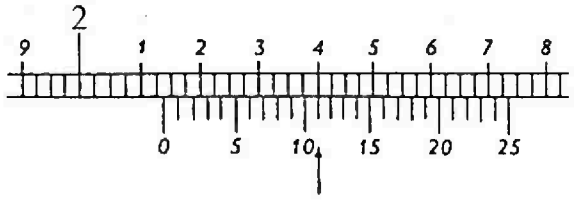
$$= \frac{25}{1000} - \frac{24}{1000} = \frac{1}{250}'' \text{ .. أو } 0.001''$$

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

قراءات للنظام الأول للقدمة ذات الورنية دقة $0.001''$:

مثال ١ :

شكل ٤ – ١١ يوضح رسم تخطيط لجزء من القدمة ذات الورنية دقة $0.001''$، والسهم يشير إلى قراءة قياس وهو كالآتي :-



شكل ٤ – ١١

قراءة القدمة $= 2.136''$

قراءة القدمة كالآتي:-

صفر الورنية يشير إلى قراءة مسطرة القدمة وهي

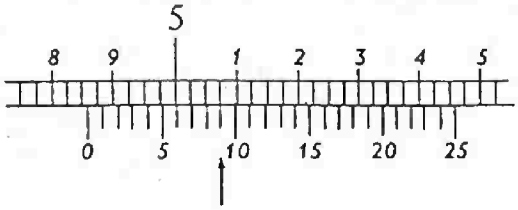
$$= 2 + 0.1 + (\text{قيمة الجزء الواحد } 0.025) = 2.125''$$

يضاف إليها جزء من البوصة الذي يشير إلى السهم بالتقسيم المساعد بالورنية المنزلقة وهو $0.011''$.

∴ قراءة القدمة $= 2.125 + 0.011 = 2.136''$

مثال ٢ :

شكل ٤ – ١٢ يوضح رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنية دقة $0.001''$، والسهم يشير إلى قراءة القياس وهي كالآتي :-



شكل ٤ – ١٢

قراءة القدمة = 4.859″

قراءة القدمة كالآتي :-

صفر الورنية يشير إلى قراءة مسطرة القدمة وهي

= 4 + 0.8 + (2 جزء × 0.025 قيمة الجزء الواحد)

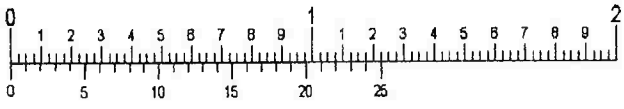
= 4 + 0.8 + 0.050 = 4.850″

يضاف إليها جزء من البوصة الذي يشير إليه السهم بالتقسيم المساعد بالورنية وهو 0.009″.

∴ قراءة القدمة = 4.850 + 0.009 = 4.859″

النظام الثاني لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.001 بوصة :

يوضح شكل ٤ – ١٣ رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنية بالنظام الثاني لدقة 0.001″، وذلك أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة .



شكل ٤ – ١٣

النظام الثاني لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.001″

مسطرة القدمة مقسمة بالبوصات، وقسمت كل بوصة إلى 10 أقسام متساوية ، وقسم كل قسم إلى 4 أجزاء متساوية .

∴ قيمة الجزء الواحد بالمسطرة = $\frac{1}{10} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{40}$ = 0.025″

أخذت مسافة من المسطرة مقدارها 1.225 بوصة وقسمت على الورنية المنزلقة إلى 25 قسم (أقسام متساوية)،بحيث يبتدئ صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية، وينتهي آخر التدريج بالورنية محاذاة نهاية 1.225 بوصة.

بذلك يكون كل قسم من أقسام الورنية المنزلقة = 1.225 ÷ 25 قسم = 0.049 ″

لكن كل قسم من أقسام الورنية يقابله جزأين من أجزاء التقسيم الأساسي بالمسطرة.

∴ قيمة كل جزأين من أجزاء التقسيم الأساسي بالمسطرة = 0.025 × 2 = 0.050 ″

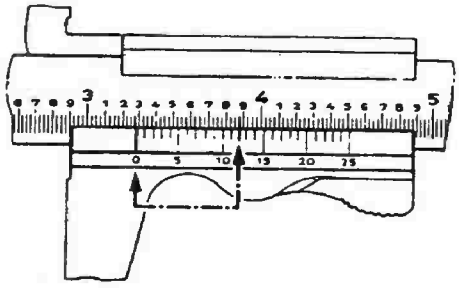
هذا يعني أن الفرق بين قيمة كل جزأين من التقسيم الأساسي بالمسطرة وقيمة القسم الواحد من التقسيم المساعد بالورنية

= 0.050 − 0.049 = 0.001 ″

وهي دقة قياس الورنية المنزلقة أو دقة قياس القدمة ذات الورنية

قراءات للنظام الثاني للقدمة ذات الورنية دقة 0.001″ :

شكل ٤ – ١٤ يوضح جزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.001″ ، والسهم يشير إلى قراءة قياس وهو كالآتي :-



شكل ٤ – ١٤

قراءة القدمـة = 3.287″

السهم الصغير يشير إلى صفر الورنية لتحديد القراءة وهي ما بين 3.275″، 3.3″

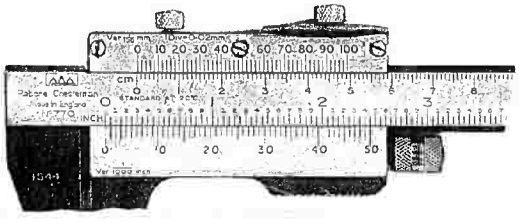
أي القياس أكبر من 3.275″ ، وأقل من 3.3″

∴ هذا يعني أن صفر الورنية يشير إلى 3.275″، يضاف إليها جزء من البوصة الذي يشير إليه السهم الكبير بالتقسيم المساعد بالورنية وهو 0.012″

∴ قراءة القدمة = **3.275** + **0.012** = 3.287″

النظام الثالث لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.001″ :

يوضح شكل ٤ – ١٥ جزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.001″ :بالنظام الثالث، أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية.



شكل ٤ – ١٥

النظام الثالث لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.001″

مسطرة القدمة مقسمة بالبوصات ، وقسمت كل بوصة إلى **10** أقسام متساوية ، وكل قسم مقسم إلى جزأين

∴ قيمة الجزء الواحد من التقسيم الأساسي بالمسطرة

$$= \frac{1}{10} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{20} = 0.050''$$

أخذت مسافة من المسطرة قدرها 2.45″ ، وقسمت على الورنية المنزلقة إلى ٥٠ قسم (أقسام متساوية)، بحيث يبتدئ صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية ، وينتهي آخر تدريج بمحاذاة نهاية **2.45** بوصة بالمسطرة .

بذلك يكون قيمة القسم الواحد من أقسام الورنية $= \frac{1}{50} \times$ **2..45** $= 0.049''$

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

$$= 0.050 - 0.049 = 0.001''$$

وهي دقة قياس الورنية المنزلقة أو دقة قياس القدمة ذات الورنية

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 القدمات المنزلقة المتعددة الأشكال والأطوال لقياس المشغولات المختلفة التي يصل دقتها إلى 0.1 أو 0.05 أو 0.02 ملليمتر. لكن هناك أجزاء ميكانيكية تحتاج عند تجميعها إلى دقة أكثر أثناء التشغيل.. الأمر الذي يترتب عليه ضرورة استخدام أدوات قياس أكثر دقة مثل الميكرومترات التي تفوق القدمات بصفة عامة بدرجة كبيرة، حيث أن دقة قياسها تبلغ 0.01 ملليمتر وتصل إلى 0.001 ملليمتر.

تعتبر الميكرومترات بصفة عامة (باختلاف أنواعها وأشكالها) من أدوات القياس التي تلي القدمات المنزلقة من حيث دقة قياسها، وهي من أكثر أدوات القياس انتشاراً في الورش والمصانع، وذلك لسهولة استخدامها وقراءتها بالإضافة إلى دقة قياسها، حيث صعوبة التحكم في ضبط قراءة ورنية القدمة أثناء قياس أجزاء من المليمتر وخاصة لضعاف النظر.

تستخدم الميكرومترات بصفة عامة لإتاحة الدقة في قياس الأجزاء والمشغولات بدرجة أكبر من دقة القدمات المنزلقة، وذلك عن طريق التحكم في الحركة المحورية للقلاووظ، 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 ودرجة حساسية الميكرومتر.

من الطبيعي وجود ميكرومترات بالنظام المتري بالمليمتر، كما توجد ميكرومترات أخرى بالنظام الإنجليزي بالبوصة.. علماً 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 .. أهمها هي الآتي :-

1. ميكرومتر قياس خارجي.
2. ميكرومتر قياس داخلي.
3. ميكرومتر قياس أعماق.
4. ميكرومتر قياس سن القلاووظ.

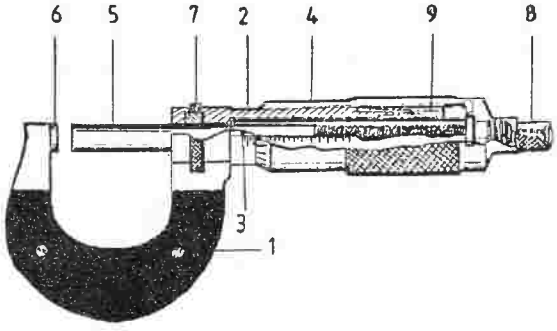
كما توجد ميكرومترات أخرى للقياسات الخاصة مثل ميكرومتر قياس أقطار الأسلاك . ميكرومتر قياس سكاكين الفرايز . ميكرومتر قياس أسنان التروس . ميكرومتر قياس سمك المواسير . ميكرومتر قياس أعماق الخوابير ..... وغيرها .

ميكرومتر القياس الخارجي

EXTERNAL MEASUREMENT MICROMETER

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

يتكون ميكرومتر القياس الخارجي الموضح بشكل ٤ – ١٦ من الأجزاء الآتية :–



شكل ٤ – ١٦

ميكرومتر القياس الخارجي

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 وهي سبيكة غير قابلة للصدأ.

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

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 بالمليمترات من الجهة العليا وأنصاف المليمترات من الجهة السفلى.
4. أسطوانة القياس الخارجية: عبارة عن جلبة أسطوانية أو غلاف أسطواني بقلاووظ داخلي خطوته **0.5** ملليمتر، وهي 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 لتثبيت عمود القياس عند الحاجة إلى ذلك، وتحل الفرملة عند استخدام الميكرومتر لقياس آخر.
8. مسمار تحسس: يسمى أيضاً بعجلة التفويت، مثبت بنهاية أسطوانة القياس الخارجية، الغرض منه هو تحديد قوة الضغط أثناء القياس، لضمان دقة وحساسية الميكرومتر وتأكيد 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 أي خلوص أثناء اختبار الميكرومتر من حين لآخر.

للحفاظ على دقة وحساسية الميكرومترات المختلفة، يوضع عند تصميمها كساء من معدن صلد على السطح الجانبي لعمود القياس، وأيضاً على السطح الجانبي لقاعدة الارتكاز وذلك للحفاظ عليهما من التآكل نتيجة لكثرة احتكاكهما بالمشغولات المعدنية المختلفة أثناء عمليات القياس.

أهمية مسمار التحسس بالميكرومترات :

تتأثر دقة قياس المشغولات المختلفة بالميكرومترات بمدى ضبط الضغط على الجزء الجاري قياسه بين قاعدة الارتكاز وطرف عمود القياس الذي تحركه 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 في غاية الدقة.

ميكرومتر الخارجي ذو الورنية

دقة 0.001 ملليمتر

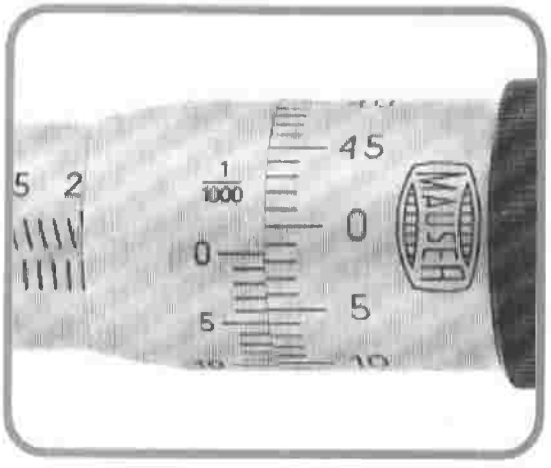
EXTERNAL MICROMETER WITH VERNIER

ACCURACY 0.001mm

يستخدم الميكرومتر الخارجي ذو الورنية دقة ٠.٠٠١ ملليمتر في قياس الأبعاد والأقطار الخارجية لقطع التشغيل والأجزاء الهامة التي يتطلب لها قياسات دقيقة.

يتكون ميكرومتر القياس الخارجي ذو الورنية دقة ٠.٠٠١ ملليمتر الموضح بشكل ٤ – ١٧ بنفس أجزاء الميكرومتر الخارجي دقة 0.01 ملليمتر ، بإضافة الورنية التي تتشابه مع ورنية القدمة المنزلقة.

دقة قياس الميكرومتر 0.01 ملليمتر يضاف إليه دقة قياس الورنية ٠.٠١ ملليمتر ، لتكون دقة قياس الميكرومتر 0.001 ملليمتر.



شكل ٤ – ١٧

ميكرومتر القياس الخارجي ذو الورنية دقة 0.001 ملليمتر

الميكرومتر الداخلي

INTERNAL MICROMETER

يستخدم الميكرومتر الداخلي في قياس المشغولات والأجزاء الدقيقة، يوجد ثلاثة أشكال للميكرومترات الداخلية وهو كالآتي :-

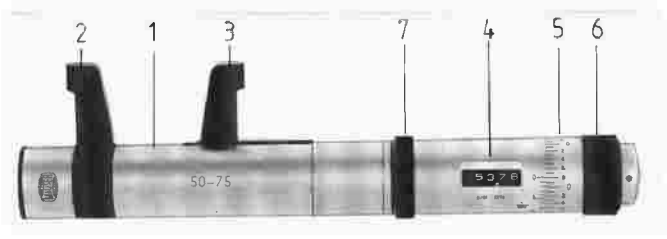
1. الميكرومتر الداخلي ذو الفكين.
2. الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد.
3. الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة أزرع.

الميكرومتر الداخلي ذو الفكين :

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 الموضح بشكل ٤ – ١٨ من الأجزاء التالية :-



شكل ٤ – ١٨

الميكرومتر الداخلي ذو الفكين

1. الهيكل الأساسي.
2. الفك الثابت.
3. الفك المتحرك.
4. القراءة الأساسية المباشرة.
5. التقسيم المساعد.

6. مسمار تحسس.
٧. 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

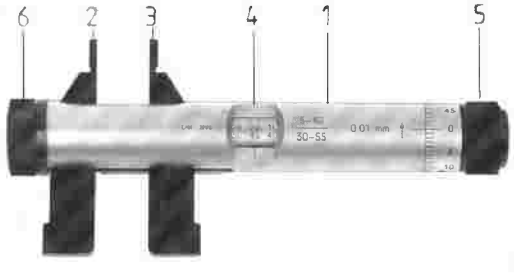
الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المزدوجين :

INTERNAL MICROMETER WITH DOUBLE TWO CALIPERS

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

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

يتكون الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المزدوجين الموضح بشكل ٤ – ١٩ من الأجزاء التالية :-



شكل ٤ – ١٩

الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المز.وجين

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 السفلى).

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.

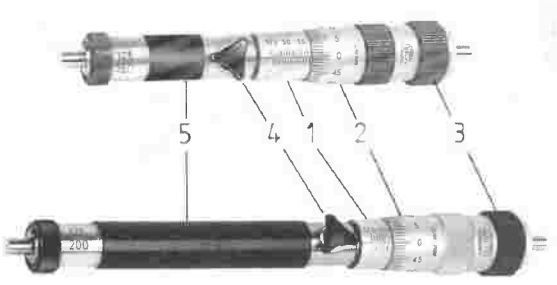
الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد:

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 ٤ – ٢٠ من الأجزاء التالية:–



شكل ٤ – ٢٠

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

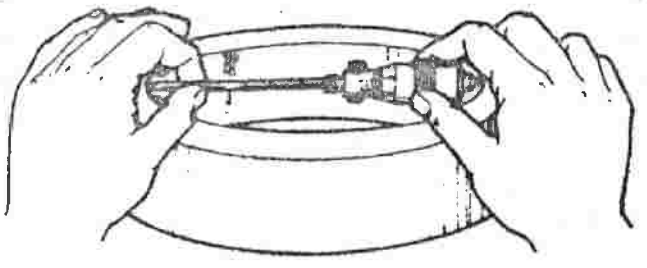
يبدأ نطاق قياس الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد من 35 : 50 ملليمتر ، أما نطاق القياس الذي يليه فإنه يتشابه مع نطاق قياس الميكرومتر الخارجي ، حيث طول مشوار عمود القياس 25 ملليمتر ليزيد مجال قياسه بمقدار 25 ملليمتر كالآتي :-

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 :

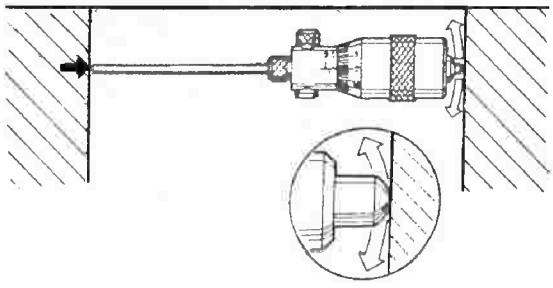
١. يستخدم الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد في القياس المباشر كما هو موضح بشكل ٤ – ٢١ ، وذلك بحمله بكلتي يدي الفني ووضع السطحين الجانبين لأعمدة قياس الميكرومتر على السطح الداخلي لقطعة التشغيل .



شكل ٤ – ٢١

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 ٤ – ٢٢ للوصول إلى القياس المطلوب وبدقة.



شكل ٤ – ٢٢

تلامس أطراف الميكرومتر على السطح الداخلي للشغلة بشكل عمودي

٢. يستخدم ذراع التطويل الموضح بشكل ٤ – ٢٣ في حمل الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد لقياس أقطار المشغولات الداخلية العميقة.

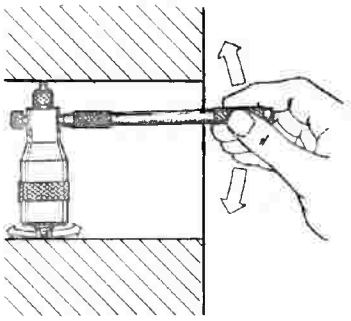
شكل ٤ – ٢٣

ذراع التطويـل

إرشـادات :

عند استخدام الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد والمثبت بذراع التطويل 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 ٤ – ٢٤ يمكن الشعور أو الإحساس بمدى تلامس كلا جانبي الميكرومتر للمشغولة والتأكد من صحة القياس.
- يسحب الميكرومتر برفق لمعرفة قيمة القياس.



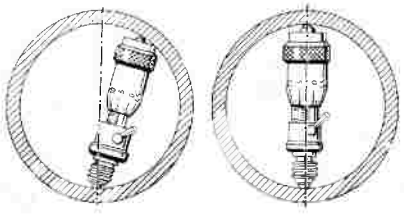
شكل ٤ – ٢٤

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 ٤ – ٢٥(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 ٤ – ٢٥ (ب) ينتج عنه قياسات خاطئة وغير صحيحة.



(أ) (ب)

شكل ٤ – ٢٥

استخدام الميكرومتر الداخلي بالطرق الصحيحة والخاطئة أثناء القياس
(أ) طريقة القياس الصحيحة .

(ب) طريقة القياس الخاطئة .

الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة أذرع

INTERNAL MICROMETER WITH THREE ARMS

يسمى أيضًا بالميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز . يعتبر من أفضل أنواع الميكرومترات الداخلية ، وذلك لوجود ثلاث نقط ارتكاز يتلامسون مع السطح الداخلي لقطر الشغلة المراد قياسها ، ليعطي قياسات ذات جودة ودقة عالية.

يتكون الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة نقط ارتكاز الموضح بشكل ٤ – ٢٦ من الأجزاء التالية :–

شكل ٤ – ٢٦

الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة أذرع

1. **الهيكل.**
2. **نقط ارتكاز.**
3. **أسطوانة القياس الداخلية.**
4. **أسطوانة القياس الخارجية.**
5. **الورنية تحمل التدريج المساعد.**
6. **حلقة أسطوانية للتحسس.**

يستخدم الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث أذرع في قياس الأقطار الداخلية للمشغولات الأسطوانية . مجال قياسه 6 : 300 ملليمتر.

يتشابه الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث أذرع مع الميكرومتر الخارجي في التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية ، وتدريج مخروط أسطوانة القياس الخارجية. ذود

الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة نقط ارتكاز بورنية تحمل تقسيم مساعد كما هو موضح بشكل ٤ – ٢٧ ليصل دقة قياسه إلى 0.001 ملليمتر.

شكل ٤ – ٢٧

ذو الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة أذرع بورنية

ليصل دقة قياسه إلى 0.001 ملليمتر.

نطاق قياس الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة أذرع :

RANGE OF INTERNAL MICROMETER WITH THREE ARMS

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

جدول ٤ – ١ التالي يوضح مجال قياس الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط إرتكاز ، ومدى قياس كل منهم.

جدول ٤-١

نطاق قياس الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط إرتكاز

مدى القياس	مجال القياس	مدى القياس	مجال القياس

6 : 8 ملليمتر 8 : 10 ملليمتر	2 ملليمتر	40 : 50 ملليمتر 50 : 60 ملليمتر ٦٠ : ٧٠ ملليمتر	10 ملليمتر
١٠ : ١٢.٥ ملليمتر ١٢.٥ : ١٥ ملليمتر ١٥ : ١٧.٥ ملليمتر ١٧.٥ : ٢٠ ملليمتر	٢.٥ ملليمتر	70 : 85 ملليمتر 85 : 100 ملليمتر	1.5 ملليمتر
20 : 25 ملليمتر 25 : 30 ملليمتر 30 : 35 ملليمتر 35 : 40 ملليمتر	٥ ملليمتر	100 : 125 ملليمتر 125 : 150 ملليمتر 150 : 175 ملليمتر 175 : 200 ملليمتر 200 : 225 ملليمتر 225 : 250 ملليمتر 250 : 275 ملليمتر 275 : 300 ملليمتر	25 ملليمتر

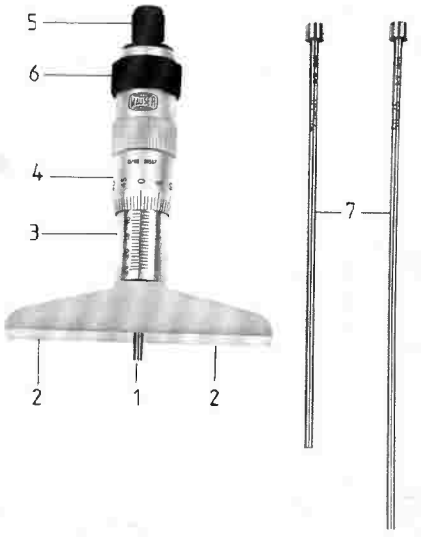
ميكرومتر قياس الأعماق

MICROMETER OF DEPTH MEASUREMENT

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

يتشابه ميكرومتر الأعماق مع الميكرومتر الخارجي في نظرية القياس أي في خطوة قلاووظ عمود القياس وهي **0.5** ملليمتر ، والتقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية ، وتدريج مخروط أسطوانة القياس الخارجية ، ولكن يختلف في القراءة العكسية للتقسيم الرئيسي حيث صمم التدريج بشكل عكسي عن ما هو متبع بالميكرومترات الخارجية والداخلية.

يتكون ميكرومتر قياس الأعماق الموضح بشكل ٤ – ٢٨ من الأجزاء التالية :-



شكل ٤ – ٢٨

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.

نطاق قياس ميكرومتر الأعماق :

مجال قياس ميكرومتر الأعماق هو صفر : 25 ملليمتر حيث طول مشوار عمود القياس 25 ملليمتر . زود بمجموعة قطع امتداد لزيادة مجال قياسه لإمكان استخدامه لقياس المشغولات المختلفة التي تزيد أطوالها عن 25 ملليمتر ليصل نطاق قياسه إلى 300 ملليمتر.