

## الباب الرابع

4

القياس بالميكرومترات

## الفصل الأول

### الميكرومترات الأساسية

#### Standard Micrometers

## مهتد

يناقش هذا الباب الميكرومترات بجميع أنواعها (ميكرومتر القياس الخارجي - ميكرومتر القياس الداخلي - ميكرومتر قياس الأعماق - ميكرومتر قياس القلاووظ). كما يتناول عرض للميكرومترات ذات النماذج الخاصة مثل (ميكرومتر قياس الأسلاك - ميكرومتر قياس المواسير - ميكرومتر قياس التروس وعدد القطع - ميكرومتر قياس أبعاد المجاري - ميكرومتر قياس الألواح المعدنية .... الخ).

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.

كما يتعرض للميكرومترات الرقمية ذات الحركة الميكانيكية والميكرومترات الرقمية الإلكترونية ونظرية ونظام كل منها على حدة.

ولدسامة وضخامة موضوعات هذا الباب وتعرضه للشرح التفصيلي لأكثر أنواع

وأشكال الميكرومترات انتشاراً . هذا بالإضافة إلى شرح نظام وطرق قياس كل منها على حدة ، فقد قسم إلى ثلاثة فصول ليكون أكثر توضيحاً واستيعاباً وهي كالآتي :-

- الفصل الأول.. الميكرومترات الأساسية.
- الفصل الثاني.. الميكرومترات الخاصة.
- الفصل الثالث.. ميكرومترات وأجهزة قياس اللوالب.

## 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 المنزقة 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.

وتعتبر الميكرومترات من أكثر أدوات القياس انتشاراً في المصانع والورش ، وذلك لدقتها وسهولة استخدامها وقراءتها.

تستخدم الميكرومترات بصفة عامة لإتاحة الدقة في قياس الأجزاء والمشغولات بدرجة أكبر من دقة القدمات المنزقة ، 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 بمسماح 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 :

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

١ . ميكرومتر قياس خارجي .

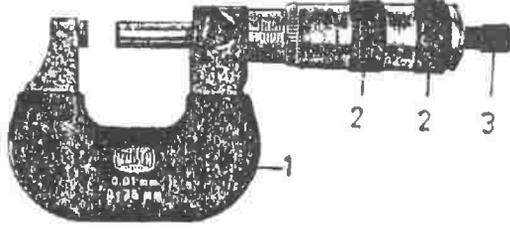
٢ . ميكرومتر قياس داخلي .

٣ . ميكرومتر قياس أعماق .

٤ . 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 التي ستناولها في هذا الباب .

الميكرومترات من أدوات القياس الدقيقة ، تتأثر من خلال انتقال حرارة يد الفني الذي يستخدمها ، لذلك فقد زودت جميع الميكرومترات الحديثة بقطع من البكاليت المعروفة بعدم تأثرها بانتقال الحرارة، كما هو موضح بشكل ٤ - ١ وذلك من خلات تغليف الأجزاء التي يلامسها يد الفني أثناء استخدامه وهي كالآتي :-



شكل ٤ - ١

تغليف جميع أجزاء الميكرومتر التي يلامسها يد الفني بالكاليت

1. تغليف جانبي الإطار.

2. تغليف أسطوانة القياس الخارجية.. (على هيئة جلب).

3. تغليف مسمار التحسس أو عجلة التفويت.

صممت أدوات وأجهزة القياس لاستخدامها عند درجة حرارة ثابتة قدرها  $20^{\circ}\text{C}$ ، لذلك يجب استخدامها عند هذه الدرجة، وفي حالة استخدام أي ميكرومتر لفترات طويلة، فإنه يجب تثبيته على حامله الخاص لتلافي التمدد الطولي.

## ميكرومتر القياس الخارجي

### Outside Micrometer

يستخدم ميكرومتر القياس الخارجي الموضح بشكل ٤ - ٢ في قياس الأبعاد والأقطار الخارجية للمشغولات والأجزاء ذات الأسطح المشطبة الدقيقة، ويتكون من الأجزاء التالية :-

١. 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 حملة مادة عازلة كالباكليت (بكلتا جانبي الإطار)، وذلك لمنع انتقال حرارة اليد إليه أثناء استخدامه.

**تكنولوجيا القياس**

٢. أسطوانة القياس الداخلية : مثبتة بالإطار وتحمل التقسيم الرئيسي بالمليمترات وأنصاف المليمترات.

٣. 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.

٤. أسطوانة القياس الخارجية : عبارة عن جلبة أسطوانية أو غلاف أسطواني بقلووظ 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.

٥. 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.

٦. قاعدة الارتكاز : مثبتة بالإطار ، ينحصر الجزء المراد قياسه بينها وبين عمود القياس.

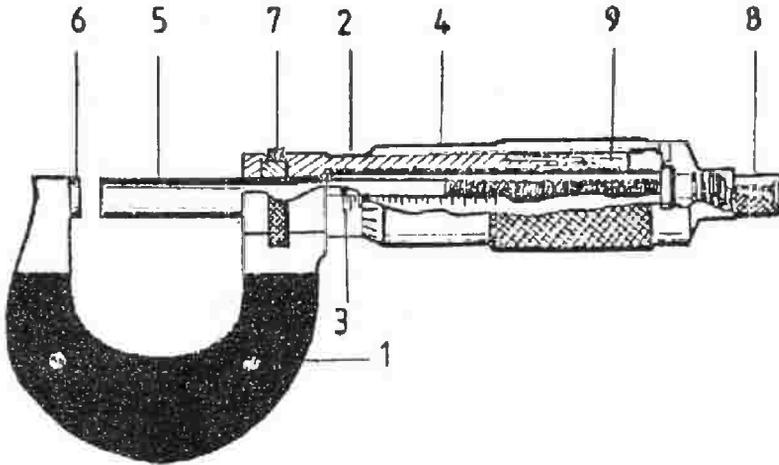
٧. فرملة حلقيه : تستخدم بمثابة صامولة لتثبيت عمود القياس عند الحاجة إلى ذلك ،

وتحل الفرملة عند استخدام الميكرومتر لقياس آخر.

٨. 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.

٩. 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.



شكل ٤ - ٢

ميكرومتر القياس الخارجي

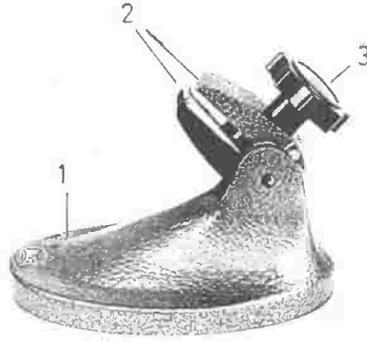
أهمية مسمار التحسس بالميكرومترات :

تكنولوجيا القياس

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 بمسار 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.

### حامل الميكرومتر : Micrometer Stand

حامل الميكرومتر الموضح بشكل ٤ - ٣ صمم لحمل جميع أنواع الميكرومترات الخارجية ، الغرض منه هو تلافي التمدد الطولي نتيجة لانتقال حرارة يد الفني إلى الميكرومتر بالإضافة إلى سهولة استخدامه لفترات طويلة مع وضوح القراءة.



شكل ٤ - ٣

#### حامل الميكرومتر

يتكون حامل الميكرومتر من الأجزاء الآتية :-

١. القاعدة : تصنع من الزهر، وزنها يصل إلى 2 كيلو جرام.
٢. فكان : مثبتان على بنز لتثبيت الميكرومتر وإمكان حركة الفكين وتثبيتهما بالوضع المريح للفني الذي يستخدمه.
٣. مقبض : لإحكام ربط وتثبيت الميكرومتر.

### الأجزاء الأساسية للميكرومتر : Main Parts of Micrometer

الميكرومترات بصفة عامة مهما كان نوعها أو شكلها تتكون من جزأين أساسيين جزء ثابت وجزء آخر متحرك وهما كالآتي :-

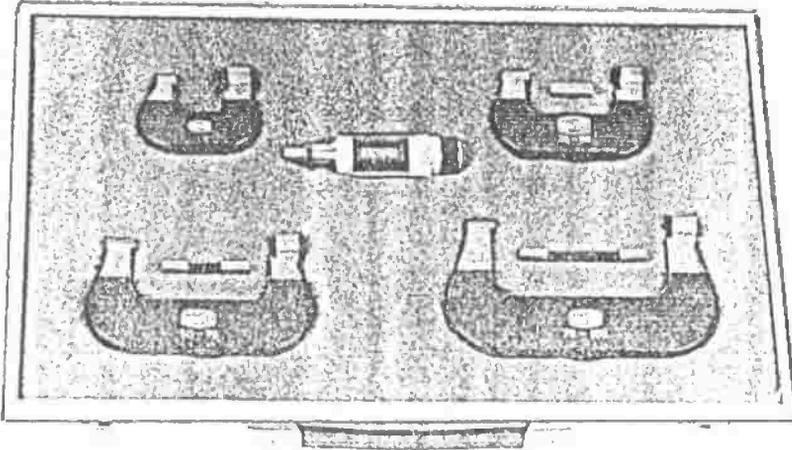
#### ١- الإطار : Frame

هو الهيكل الذي يحمل جميع أجزاء الميكرومتر وهو على شكل قوس أو على شكل حرف U.

يصنع الإطار عادة من سبيكة غير قابلة للصدأ ، تتكون هذه السبيكة من النيكل والزنك والنحاس الأحمر .

يثبت عند موضع حمل .. أي على جانبيه بمادة عازلة للحرارة كالبكليت ، وذلك لعدم انتقال حرارة يد الفني أثناء استخدامه.

للاقتصاد في ثمن مجموعة ميكرومترات ، فقد أنتجت دور الصناعة صندوق موضح بشكل ٤ - ٤ يحمل رأس ميكرومتر 0 . 25 مم وأربعة هياكل بمقاسات مختلفة لاستخدامها لميكرومترات 0 . 25 مم ، 25 . 50 مم ، 50 . 75 مم ، 75 . 100 ملليمتر ، كطقم ميكرومترات للقياس الخارجي لاستخدامها في مجال القياس من صفر إلى 100 ملليمتر.



شكل ٤ - ٤

صندوق يحمل رأس ميكرومتر وأربعة هياكل بمقاسات مختلفة

٢. الرأس : Head

هو الجزء الأساسي ويعتبر العمود الفقري للميكرومتر ، يحمل أسطوانتي القياس الداخلية والخارجية اللتان تحتويان على خط التقسيم الرئيسي وتدرج مخروط أسطوانة القياس ، لتيحا قراءة واضحة وبدقة عالية.

يصنع عادة السطح الأمامي لكل من عمود القياس وقاعدة الارتكاز من مادة صلدة ، وذلك لعدم حدوث خدش أو تآكل بينهما نتيجة لكثرة احتكاكهما بالمعادن المختلفة أثناء استخدام الميكرومتر في عمليات القياس.

تنتج رؤوس الميكرومترات بمدى قياس 25 ملليمتر فقط ، وبمجالات مختلفة بزيادة قدرها 25 ملليمتر .. (ميكرومتر 0 . 25 . 50 مم ، 25 . 50 . 75 مم ، 75 . 100 مم ..... وهكذا).

تثبت رؤوس الميكرومترات بالإطارات التي على شكل مستدير أو على شكل حرف U للحصول على ميكرومترات بالشكل وبمجال القياس المطلوب.

توجد بالأسواق التجارية رؤوس الميكرومترات المختلفة التصميمات وهي كالآتي:-

(أ) رأس ميكرومتر خطوة قلاووظ عمود قياسه 0.5 ملليمتر .

(ب) رأس ميكرومتر خطوة قلاووظ عمود قياسه واحد ملليمتر .

(ج) رأس ميكرومتر مزود بورنية .

(د) رأس ميكرومتر رقمي ذو حركة ميكانيكية .

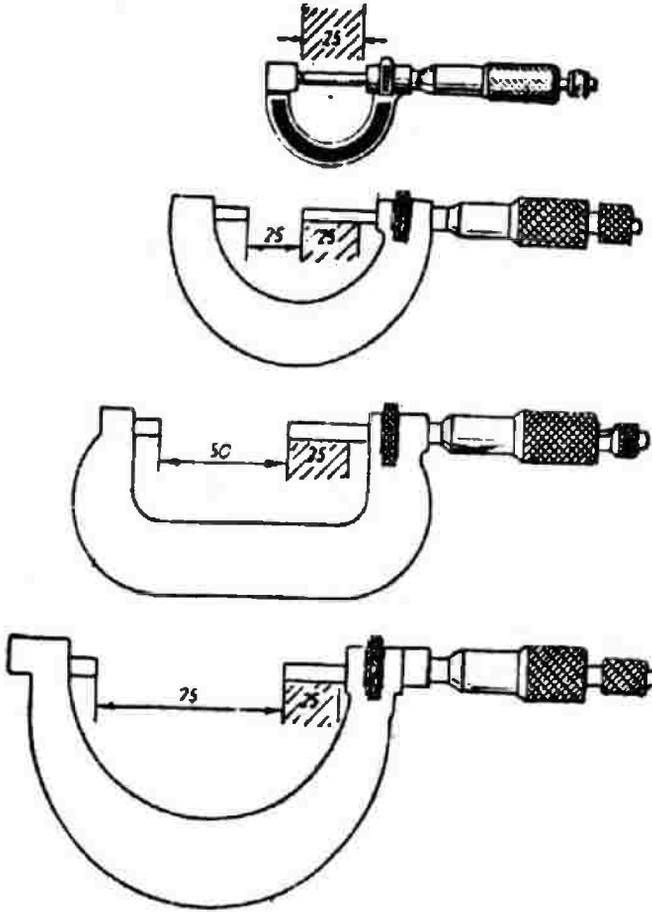
(هـ) رأس ميكرومتر رقمي إلكتروني .

تختلف رؤوس الميكرومترات من حيث التصميم ولكنها تتحد جميعها في دقة قياسها الذي يصل إلى 0.001 ملليمتر .. فيما يلي عرض لجميع تصميمات رؤوس الميكرومترات.

## 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 ٤ - ٥ فإنه يزيد بمقدار 25 ملليمتر كالاتي :-



شكل ٤ - ٥

نطاق قياس الميكرومتر

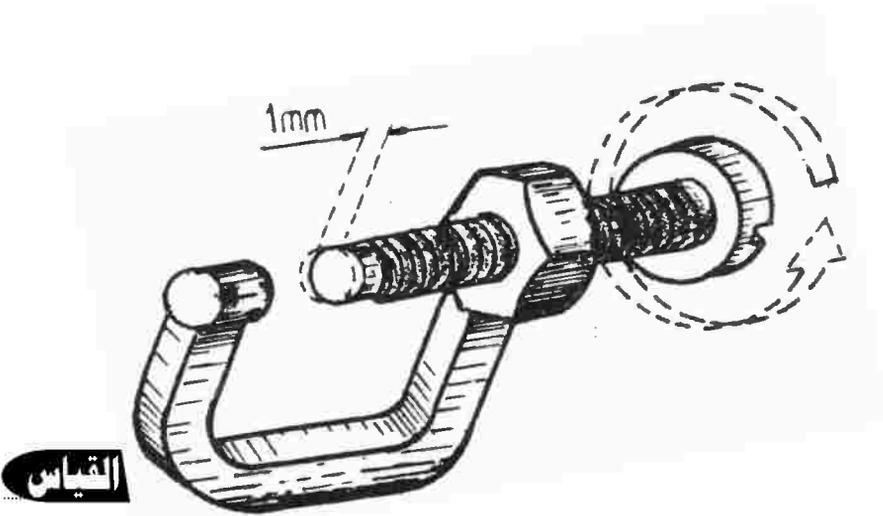
- ميكرومتر 0 . 25 ملليمتر
- ميكرومتر 25 . 50 ملليمتر
- ميكرومتر 50 . 75 ملليمتر
- ميكرومتر 75 . 100 ملليمتر
- ميكرومتر 100 . 125 ملليمتر
- ميكرومتر 125 . 150 ملليمتر

ويزيادة قدرها 25 ملليمتر ، ليصل مدى نطاق قياسه إلى 500 ملليمتر.

### نظرية الميكرومتر : Micrometer Theory

بنيت نظرية الميكرومتر على فكرة محدد الضبط الدقيق بالقدمة ذات الورنية ، ومحدد الضبط الدقيق عبارة عن مسمار قلاووظ وصامولة ، الغرض منه 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 ثبت بها قاعدة على شكل حرف U كما هو موضح بشكل ٤ - ٦ ، فإذا كانت خطورة سن قلاووظ المسمار والصامولة واحد ملليمتر فإنه عند دوران المسمار دورة كاملة .. ينتج عنه تحرك المسمار إلى الأمام أو إلى الخلف حسب اتجاه الدوران مسافة قدرها واحد ملليمتر.



## شكل ٤ - ٦

## نظرية الميكرومتر

خطوة قلاووظ عمود القياس المعتادة والأكثر انتشاراً بالميكرومترات هي 0.5 ملليمتر ، والغرض من صغر الخطوة هي الحركة الدقيقة أثناء القياس .  
 علماً بأنه يوجد ميكرومترات أخرى خطوة قلاووظ عمود قياسها هو واحد ملليمتر .. وهي أقل انتشاراً . سنتناول في هذا الباب شرح نظام تدرّيج كل منهما مع عرض لقرّاءات مختلفة لهما .

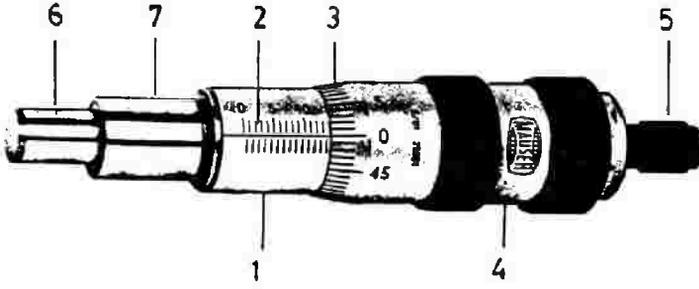
الميكرومترات التي خطوة قلاووظ عمود قياسها 0.5 ملليمتر ، يوجد بمخروط أسطوانة القياس تدرّيج مقسم إلى 50 مقسم ، والميكرومترات التي خطوة قلاووظ عمود قياسها واحد ملليمتر ، يوجد بمخروط أسطوانة القياس تدرّيج مقسم إلى 100 قسم . الغرض من هذه الأقسام هو تكبير الأجزاء الصغيرة .. مما يرفع دقة القراءة ، تضاف هذه الأجزاء إلى قيمة القياس الأصلي بالتقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية ، للحصول على قراءة دقيقة .

**النظام الأول لتدرّيج الميكرومتر :**

خطوة قلاووظ عمود القياس 0.5 ملليمتر ، وهي بالطبع نفس خطوة القلاووظ الداخلي لأسطوانة القياس ، هذا يعني أن 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 والموضح بشكل ٤

- ٧ مواصفاته كالآتي :-



شكل ٤ - ٧

رأس ميكرومتر خطوة عمود قياس 0.5 ملليمتر

1. أسطوانة القياس الداخلية.
2. التقسيم الرئيسي على خط طولي، يشير التقسيم العلوي على المليمترات الصحيحة، كما يشير التقسيم السفلي إلى أنصاف المليمترات.
3. مخروط أسطوانة القياس مقسم إلى 50 جزء.
4. أسطوانة القياس الخارجية بها جلبتين بمادة عازلة للحرارة كالباكليت.
5. مسمار التحسس مغط بمادة عازلة للحرارة كالباكليت.
6. عمود القياس.
7. جزء أسطواني يثبت بإطار الميكرومتر.

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

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

وإذا أديرنا أسطوانة القياس الخارجي لتبتعد عن خط صفر التقسيم الرئيسي

بأسطوانة القياس الداخلية بمقدار جزء واحد فقط ، يكون قيمة الجزء بمخروط أسطوانة

القياس الخارجية = جزء واحد من مجموعة أجزاء مخروط أسطوانة القياس الخارجية ×

خطوة قلاووظ عمود القياس.

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

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

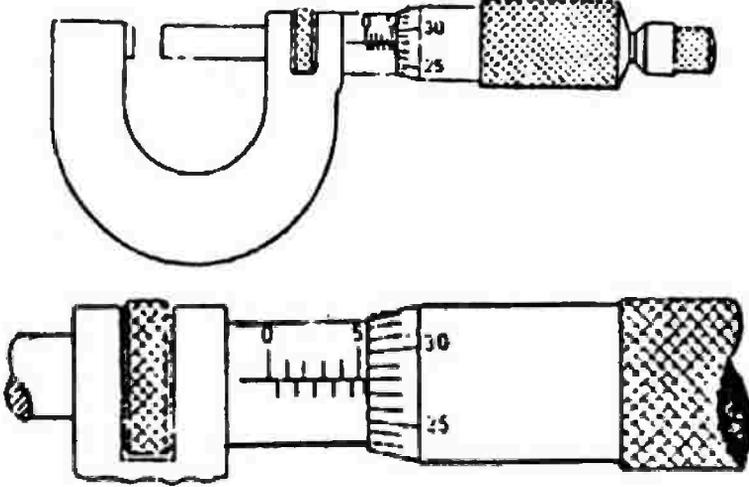
بالميكرومترات.

## قراءات مختلفة للنظام الأول لتدريج الميكرومتر:

فيما يلي أمثلة متعددة تمثل قراءات مختلفة للنظام الأول لتدريج الميكرومتر :-

مثال ١ :

شكل ٤ - ٨ يوضح قراءة لميكرومتر 25.0 ملليمتر ، دقة 0.01 ملليمتر ، ولزيادة الإيضاح فقد تم تكبير رأس الميكرومتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومترات ؟



شكل ٤ - ٨

قراءة الميكرومتر = 5.78 ملليمتر

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

خط التقسيم الطولي الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية مقسم من أعلى بالمليمترات الصحيحة ومن أسفل بأنصاف المليمترات .. وهذا يعني أن خطوة قلاووظ عمود القياس = 0.5 ملليمتر .

قراءة التقسيم الرئيس العلوي = 5 ملليمتر

قراءة التقسيم الرئيسي السفلي = جزء واحد فقط = 0.5 ملليمتر

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

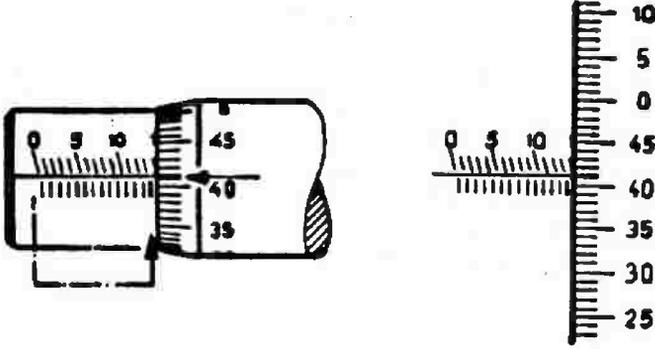
تكنولوجيا القياس

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

مثال ٢ :

شكل ٤ - ٩ يوضح قراءة لميكرومتر خارجي 0 . 25 ملليمتر دقة 0.01

ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟



شكل ٤ - ٩

قراءة الميكرومتر = 13.91 ملليمتر

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

قراءة التقسيم الرئيسي العلوي بالمليمترات = 13 ملليمتر

قراءة التقسيم الرئيسي السفلي بأجزاء المليمترات = جزء واحد = 0.5 ملليمتر

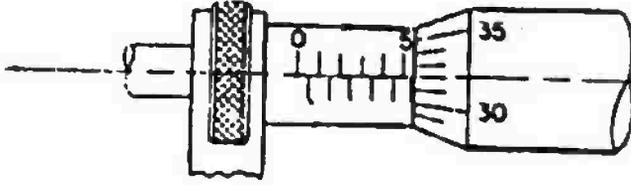
قراءة مخروط أسطوانة القياس =  $\frac{1}{2} \times \frac{41}{50} = 0.41$  ملليمتر

∴ قراءة الميكرومتر = 13 + 0.5 + 0.41 = 13.91 ملليمتر

مثال ٣ :

شكل ٤ - ١٠ يوضح قراءة لميكرومتر خارجي صفر . 25 ملليمتر ، دقة 0.01

ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر ؟



شكل ٤ - ١٠

قراءة الميكرومتر 5.82 ملليمتر

الحل :

قراءة الميكرومتر كالاتي :-

قراءة التقسيم الرئيسي العلوي = 5 ملليمتر

قراءة التقسيم الرئيسي السفلي = جزء واحد = 0.5 ملليمتر

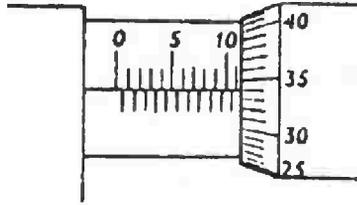
قراءة مخروط أسطوانة القياس = 32 جزء =  $\frac{1}{2} \times \frac{32}{50} = 0.32$  ملليمتر

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

مثال ٤ :

شكل ٤ - ١١ يوضح قراءة لميكرومتر خارجي صفر . 25 ملليمتر ، دقة 0.01

ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟.



شكل ٤ - 11

قراءة الميكرومتر = 11.34 ملليمتر

الحل :

قراءة الميكرومتر كالاتي :-

تكنولوجيا القياس

قراءة التقسيم الرئيسي العلوي = 11 ملليمتر

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

$$\therefore \text{قراءة الميكرومتر} = 11 + 0.34 = 11.34 \text{ ملليمتر}$$

مثال ٥ :

إذا أديرت أسطوانة القياس بميكرومتر خارجي بمقدار 7 أجزاء . علماً بأن خطوة قلاووظ عمود القياس 0.5 ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر ؟

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

7 أجزاء من مجموع أجزاء مخروط أسطوانة القياس  $\times$  خطوة قلاووظ عمود القياس .

$$0.07 \text{ ملليمتر} = \frac{1}{2} \times \frac{7}{50} =$$

مثال ٦ :

إذا أديرت أسطوانة القياس بميكرومتر خارجي دورة كاملة وأضيف عليها 25 جزء . علماً بأن خطوة قلاووظ عمود القياس 0.5 ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر ؟

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

عند دوران أسطوانة القياس دورة كاملة بميكرومتر خطوة قلاووظ عمود قياسه  $\frac{1}{2}$  مم

$$\text{، يتحرك عمود القياس مسافة} = \frac{1}{2} \text{ ملليمتر}$$

$\therefore$  قيمة قراءة الميكرومتر =  $\frac{1}{2}$  مم + 25 جزء من مجموع أجزاء مخروط أسطوانة

القياس  $\times$  خطوة قلاووظ عمود القياس

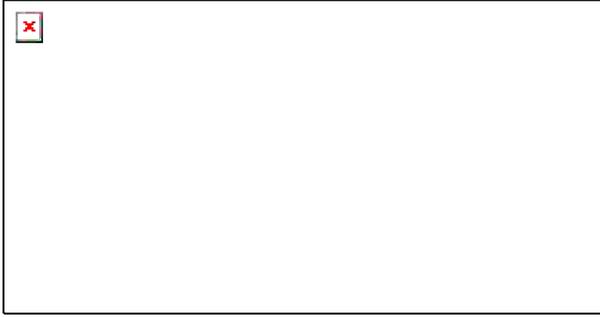
$$\left(\frac{1}{2} \times \frac{25}{50}\right) + \frac{1}{2} =$$

$$\frac{75}{100} = \frac{25}{100} + \frac{1}{2} =$$

أي 0.75 ملليمتر

مثال ٧ :

شكل ٤ - ١٢ يوضح قراءة لميكرومتر خارجي صفر . 25 ملليمتر ، دقة 0.01 ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟



شكل ٤ - ١٢

قراءة الميكرومتر = ٠.٣٨ مم

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

$$A = 7.00 \text{ mm} \quad B = 0.5 \text{ mm} \quad C = 38 \times 0.01 = 0.38 \text{ mm}$$

قراءة التقسيم الرئيسي العلوي  $A = 7$  ملليمترقراءة التقسيم الرئيسي السفلي  $B = 0.5$  ملليمتر = جزء واحد فقط

$$\text{قراءة مخروط أسطوانة القياس } C = 38 \text{ جزء} = \frac{1}{50} \times \frac{38}{50} + 0.38 = \text{ملليمتر}$$

∴ قراءة الميكرومتر =  $C + B + A$ 

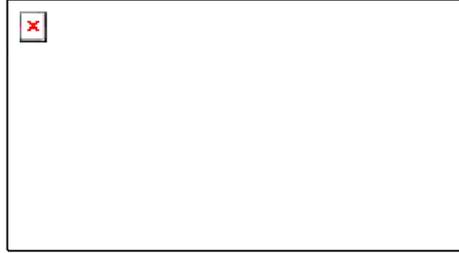
تكنولوجيا القياس

$$7.88 \text{ ملليمتر} = 0.38 + 0.5 + 7 =$$

تدريبات على قراءة قياس الميكرومتر الخارجي:

التدريب الأول :

شكل ٤ - ١٣ يوضح قراءة لميكرومتر خارجي صفر . 25 ملليمتر ، دقة 0.01 ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟.



شكل ٤ - ١٣

قراءة الميكرومتر = 0.38 مم

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

$$A = \dots\dots \text{ mm} \quad B = \dots\dots \text{ mm} \quad C = \dots\dots \text{ mm}$$

$$\text{قياس الميكرومتر} \quad A + B + C = \dots\dots\dots \text{ mm}$$

التدريب الثاني :

شكل ٤ - ١٤ يوضح قراءة لميكرومتر خارجي صفر . 25 ملليمتر ، دقة 0.01 ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟.



شكل ٤ - ١٤

قراءة الميكرومتر = ٠.٣٨ مم

الحل :

قراءة الميكرومتر كالاتي :-

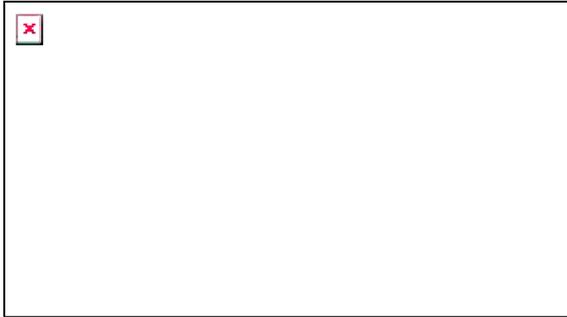
A = ..... mm    B = ..... mm    C = ..... mm

قياس الميكرومتر A + B + C = ..... mm

التدريب الثالث:

شكل ٤ - ١٥ يوضح قراءة لميكرومتر خارجي صفر . 25 ملليمتر ، دقة 0.01

ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟.



شكل ٤ - ١٥

قراءة الميكرومتر = ٠.٣٨ مم

الحل :

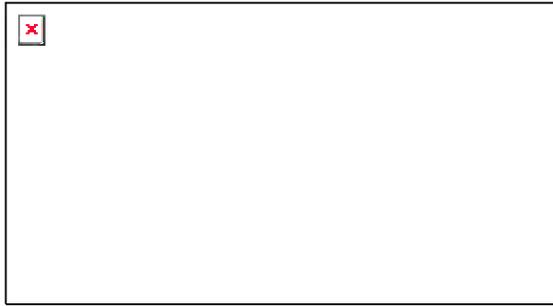
قراءة الميكرومتر كالاتي :-

$$A = \dots\dots \text{ mm} \quad B = \dots\dots \text{ mm} \quad C = \dots\dots \text{ mm}$$

$$\text{قياس الميكرومتر} \quad A + B + C = \dots\dots\dots \text{ mm}$$

التدريب الرابع :

شكل ٤ - ١٦ يوضح قراءة لميكرومتر خارجي صفر . 25 ملليمتر ، دقة 0.01 ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟.



شكل ٤ - ١٦

قراءة الميكرومتر = ٠.٣٨ مم

الحل :

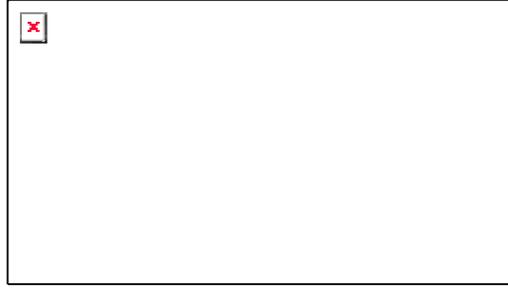
قراءة الميكرومتر كالاتي :-

$$A = \dots\dots \text{ mm} \quad B = \dots\dots \text{ mm} \quad C = \dots\dots \text{ mm}$$

$$\text{قياس الميكرومتر} \quad A + B + C = \dots\dots\dots \text{ mm}$$

التدريب الخامس :

شكل ٤ - ١٧ يوضح قراءة لميكرومتر خارجي صفر . 25 ملليمتر ، دقة 0.01 ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟.



شكل ٤ - ١٧

قراءة الميكرومتر = ٠.٣٨ مم

A = ..... mm    B = ..... mm    C = ..... mm

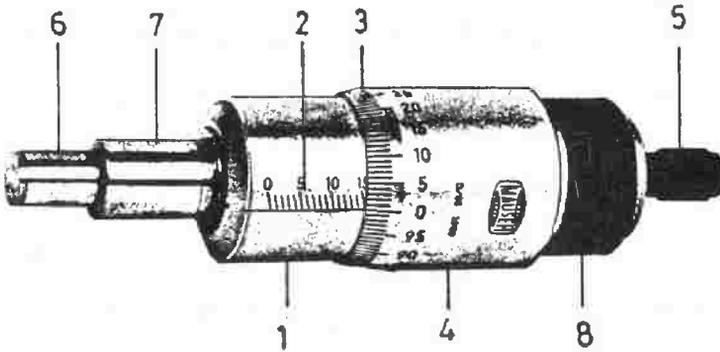
قياس الميكرومتر    A + B + C = ..... mm

### النظام الثاني لتدريج الميكرومتر :

خطوة قلاووظ عمود قياسه واحدة 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 . علماً بأن هذا النوع من الميكرومترات قليل الانتشار .

رأس الميكرومتر الذي خطوة عمود قياسه واحد ملليمتر والموضح بشكل ٤ - ١٨

.. مواصفاته كالآتي:-



شكل ٤ - ١٨

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 مغطى بمادة عازلة للحرارة كالبكايت.
6. عمود القياس.
7. جزء أسطواني يثبت بإطار الميكرومتر.
8. جلبة بمادة عازلة للحرارة كالبكايت.

عندما يكون مخروط أسطوانة القياس مقسم إلى 100 قسم ، تكون خطوة قلاووظ عمود قياسه واحد ملليمتر ، وهي من الطبيعي نفس خطوة القلاووظ الداخلي لأسطوانة القياس . وهذا يعني 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 لبيتعد خط الصفر بمقدار جزء واحد فقط ، يكون قيمة هذا الجزء = جزء واحد من مجموع أجزاء مخروط أسطوانة القياس × خطوة عمود القياس .

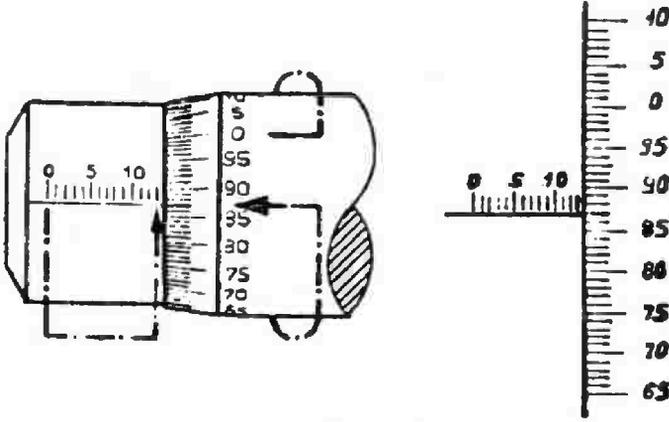
$$= \frac{1}{100} \times 1 = 0.01 \text{ ملليمتر} \text{ .. وهي دقة قياس الميكرومتر}$$

### قراءات مختلفة للنظام الثاني للميكرومتر الخارجي :

فيما يلي أمثلة متعددة تمثل قراءات مختلفة للنظام الثاني لتدريج الميكرومتر :-

مثال ١ :

شكل ٤ - ١٩ يوضح قراءة لميكرومتر خارجي 0 . 25 ملليمتر دقة 0.01 ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟.



شكل ٤ - ١٩

قراءة الميكرومتر =  $13.87$  ملليمتر

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

خط التقسيم الرئيسي الطولي بأسطوانة القياس يشير إلى الملليمترات، وبلا حظ عدم وجود تقسيم سفلي ، بالإضافة إلى مخروط أسطوانة القياس المقسم إلى ١٠٠ قسم .. هذا يعني أن خطوة قلاووظ عمود القياس 1 ملليمتر.

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

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

السهم الدائري الموضح على مخروط أسطوانة القياس يشير إلى أجزاء الملليمتر وهي 87 جزء أي = 0.87 ملليمتر

∴ قراءة الميكرومتر =  $0.87 + 13 = 13.87$  ملليمتر

مثال ٢ :

إذا أديرت أسطوانة القياس بميكرومتر بمقدار 27 جزء . علماً بأن خطوة قلاووظ

تكنولوجيا القياس

عمود قياسه 1 ملليمتر . أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟.

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

$$\begin{aligned} \text{قيمة قراءة الميكرومتر} &= \text{قيمة الأجزاء المدارة من مجموع أجزاء مخروط أسطوانة} \\ &\text{القياس} \times \text{خطوة قلاووظ عمود القياس} \\ &= 1 \times \frac{27}{100} = 0.27 \text{ ملليمتر} \end{aligned}$$

مثال ٢ :

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

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

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

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

## الميكرومتر الخارجي الرقمي ذو الحركة الميكانيكية

دقة 0.001 ملليمتر

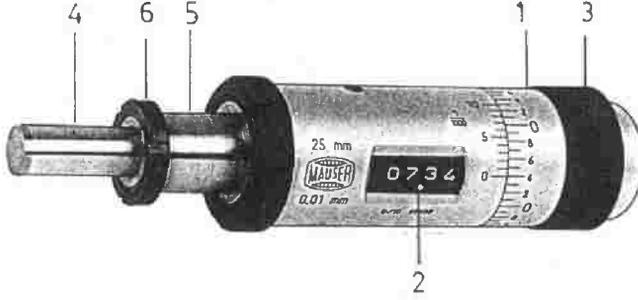
Outside Mechanical Micrometer 0.001 mm

يستخدم الميكرومتر الخارجي الرقمي ذو الحركة الميكانيكية في قياس الأبعاد والأقطار الخارجية للمشغولات المختلفة ذات الأسطح المشطبة الدقيقة.

يتكون رأس الميكرومتر الخارجي الرقمي ذو الحركة الميكانيكية شكل ٤ - ٢٠

بنفس أجزاء رأس الميكرومتر الخارجي المتري ، باختلاف استبدال التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية وتدرج مخروط أسطوانة القياس بقراءة رقمية ذات حركة ميكانيكية ، للحصول على قراءة مباشرة لقيمة القياس من خلال العدسة المكبرة.

دقة قياس الميكرومتر الخارجي الرقمي ذو الحركة الميكانيكية 0.01 ملليمتر ،  
زود رأس الميكرومتر بورنية ليصل دقة قياسه إلى 0.001 ملليمتر.



شكل ٤ - ٢٠

رأس الميكرومتر الخارجي الرقمي ذو الحركة الميكانيكية

1. أسطوانة القياس.
2. شبك القراءة المباشرة.
3. عجلة التفويت (عجلة التحسس).
4. عمود القياس.
5. جزء أسطواني يثبت بإطار الميكرومتر.
6. حلقة لتثبيت رأس الميكرومتر بالإطار.

### نطاق قياس الميكرومتر الخارجي الرقمي ذو الحركة الميكانيكية :

يتشابه الميكرومتر الخارجي الرقمي ذو الحركة الميكانيكية مع الميكرومتر الخارجي التقليدي من حيث نطاق القياس ، حيث طول مشوار عمود القياس بكل منهما هو 25 ملليمتر ، يبدأ من ميكرومتر 0 . 25 ملليمتر .. ويزيادة قدرها 25 ملليمتر تدريجياً ليصل إلى ميكرومتر 275 . 300 ملليمتر.

كما تنتج دور الصناعة رأس الميكرومتر ذو القراءة الرقمية الميكانيكية 0 : 25 ملليمتر ليثبت بالإطار بالمجال المناسب لقياس الأجزاء المراد فحصها .. للحصول على

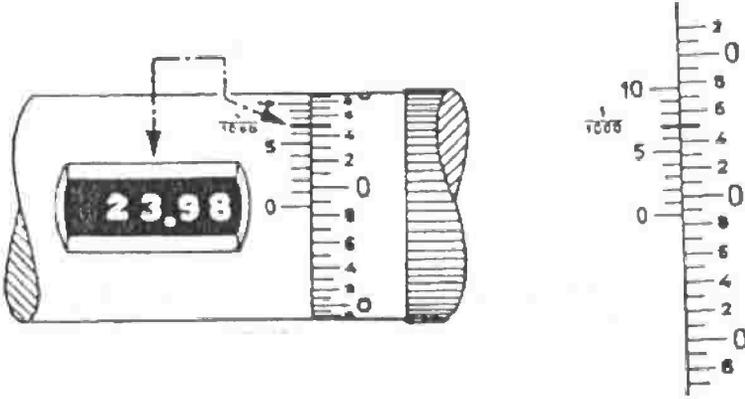
ميكرومتر ذو قراءة رقمية مباشرة بمجال القياس المطلوب.

### قراءات مختلفة للميكرومتر الخارجي الرقمي ذو الحركة الميكانيكية :

فيما يلي عرض قراءات مختلفة للميكرومتر الرقمي ذو الحركة الميكانيكية :-

مثال ١ :

شكل ٤ - ٢١ يوضح جزء من أسطوانة القياس الخارجية لميكرومتر خارجي رقمي ذو حركة ميكانيكية ، الذي يوضح قراءة مباشرة من خلال العدسة المكبرة وأيضاً قراءة للورنية . أوجد قيمة القراءة الكلية للميكرومتر بالكسور الألفية؟



شكل ٤ - ٢١

قراءة الميكرومتر = 23.987 ملليمتر

الحل :

قراءة الميكرومتر كالاتي :-

قراءة الميكرومتر المباشرة = 23.98 ملليمتر

قراءة الورنية تشير إلى الخط السابع .. (كما هو موضح بالشكل )

$$= 0.001 \times 7 = 0.007 \text{ ملليمتر}$$

∴ القراءة الكلية للميكرومتر = 0.007 + 23.98 = 23.987 ملليمتر

مثال ٢ :

شكل ٤ - ٢٢ يوضح جزء من أسطوانة القياس الخارجية لميكرومتر خارجي رقمي ذو حركة ميكانيكية ، الذي يوضح قراءة مباشرة من خلال العدسة المكبرة وأيضاً قراءة للورنية . أوجد قيمة القراءة الكلية للميكرومتر ؟



شكل ٤ - ٢٢

قراءة الميكرومتر = 7.349 ملليمتر

الحل :

قراءة الميكرومتر كالاتي :-

قراءة الميكرومتر المباشرة = 7.34 ملليمتر

قراءة الميكرومتر تشير إلى الخط التاسع =  $0.001 \times 9 = 0.009$  ملليمتر∴ القراءة الكلية للميكرومتر =  $0.009 + 7.34 = 7.349$  ملليمتر

## الميكرومتر الرقمي الإلكتروني

### Electronic digital Micrometer

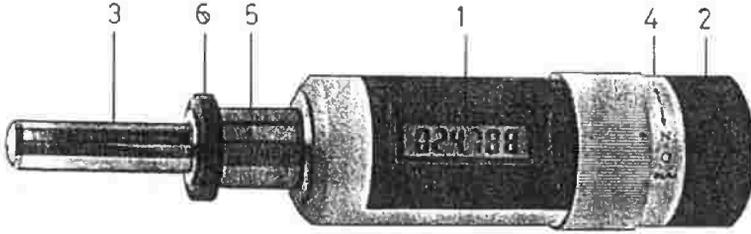
يسعى الإنسان دائماً إلى التقدم والابتكار ليساير العصر .. ومع التقدم الحضاري المستمر ، فقد قامت دور الصناعة بتصميم ميكرومترات رقمية إلكترونية بمختلف أشكالها ، لاستخدامها في جميع المجالات الهندسية.

تستخدم الميكرومترات الرقمية الإلكترونية لقياس أبعاد المشغولات المختلفة ذات

**تكنولوجيا القياس**

الأسطح المشطبة الدقيقة أو التي يتطلب بها الدقة العالية (القياسات الخارجية - الداخلية - الأعماق - أقطار المجاري الداخلية - التروس - القلاووظات .... وغيرها).

شكل ٤ - ٢٣ يوضح رأس لميكرومتر خارجي رقمي إلكتروني المكون بنفس أجزاء رأس الميكرومتر الخارجي الرقمي ذو الحركة الميكانيكية السابق ذكره باختلاف استبدال الحركة الميكانيكية بحركة إلكترونية ، من خلال مجموعة دوائر ترانزستور وبطارية صغيرة الحجم مقدارها 1.5 V للحصول على قراءة رقمية مباشرة دقيقة.



شكل ٤ - ٢٣

رأس الميكرومتر الخارجي الرقمي الإلكتروني

1. شباك القراءة المباشرة.
2. عجلة التفويت .. (عجلة التحسس).
3. عمود القياس.
4. موضع اختيار الأنظمة .. (القياس بالنظام المتر بالمليمتر أو بالنظام الإنجليزي بالبوصة).
5. جزء أسطواني يثبت بإطار الميكرومتر.
6. حلقة لتثبيت رأس الميكرومتر بالإطار.

جميع أنواع وأشكال الميكرومترات الرقمية الإلكترونية تعمل بالطاقة الكهربائية المخزونة من خلال بطارية 1.5 V صغيرة الحجم أو من خلال محول كهربائي ، تثبت البطارية بداخل أسطوانة القياس لتقوم بتشغيل دوائر ترانزستور ، لتنبعث خلية كهروضوئية إلى الشاشة الصغيرة بأسطوانة القياس لتوضيح قيمة القياس بقراءة رقمية

مباشرة دقيقة.

صممت الميكرومترات الرقمية الإلكترونية بصفة عامة لاستخدامها بكلا النظامين (النظام الدولي SI المعروف بالنظام المتري بالمليمترات أو النظام الإنجليزي بالبوصات) ، وذلك من خلال حلقة أسطوانية مثبتة بالقرب من نهاية أسطوانة القياس. ،  
تصل دقة قياس الميكرومترات الرقمية الإلكترونية إلى 0.001 ملليمتر أو  
0.0001 ."

### نطاق قياس الميكرومتر الرقمي الإلكتروني :

تتشابه الميكرومترات الرقمية الإلكترونية مع الميكرومترات التقليدية الأخرى من حيث نطاق القياس ، حيث طول مشوار عمود القياس بكل منهما هو 25 ملليمتر . يبدأ من ميكرومتر 0 . 25 ملليمتر ويزيادة مجال القياس بمقدار 25 ملليمتر تدريجياً ليصل إلى ميكرومتر 275 . 300 ملليمتر .

كما تنتج دور الصناعة رؤوس ميكرومترات رقمية إلكترونية 0 - 25 ملليمتر لتثبيتها بالإطارات المختلفة الأشكال بالمجال المناسب لقياس الأجزاء المراد فحصها .. بذلك يمكن الحصول على ميكرومترات مختلفة الأشكال بمجالات القياس المطلوبة.

### مميزات الميكرومترات الرقمية الإلكترونية :

تتميز الميكرومترات الرقمية على الميكرومترات الأخرى بالمميزات التالية :-

١. تعمل بكلا النظامين (النظام الدولي SI المعروف بالنظام المتري بالمليمترات والنظام الإنجليزي بالبوصات).

٢. دقة القياس التي تصل إلى 0.001 مم أو 0.0001 ."

٣. سهولة قراءة القياسات المختلفة على شاشة العرض من خلال الأرقام الكبيرة الواضحة ، لذلك فهي تناسب جميع الفنيين وخاصة ضعاف النظر ، كما إنها مزود بنقطة العلامة العشرية ، وبيانات أخرى تميز القياس بالمليمتر (mm) ، أو

بالبوصة (in).

٤. سهولة استبدال نظام القياس من خلال حلقة مثبتة بالقرب من نهاية أسطوانة القياس.

٥. لا يوجد أي احتمال للخطأ أثناء استخدامها في عمليات القياس ، وخاصة القراءات الناتجة عن القياسات الدقيقة.

٦. تعمل بالطاقة الكهربائية المخزونة من خلال بطارية صغيرة الحجم مثبتة بأسطوانة القياس ، وتستهلك أقل طاقة ممكنة .. علماً بأن البطارية مقدارها 1.5 فولت وقدرتها 7500 ساعة ، وتصل في بعض أجهزة القياس إلى 9000 ساعة متواصلة .. أي تستبدل البطارية كل عام تقريباً.

٧. إمكانية ربط حاسب آلي (Computer) أو طباعة صغيرة (Small Printer) بالميكرومتر لتقييم وطبع تاريخ ونتائج القياس أثناء عملية الفحص الدوري.

### عيوب الميكرومترات الرقمية الإلكترونية :

١. غالية الثمن بالمقارنة بالميكرومترات الأخرى التقليدية المماثلة.

٢. لا تتحمل الصدمات.

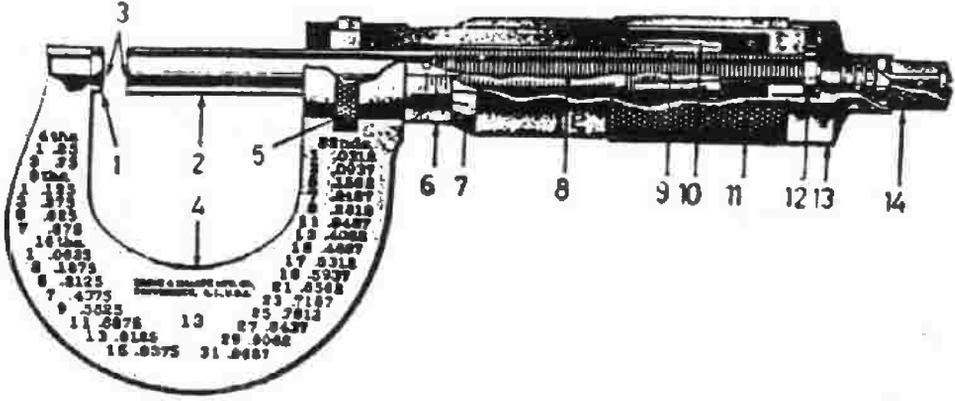
## الميكرومتر الإنجليزي

### English Micrometer

تستخدم الميكرومترات الإنجليزية في قياس الأبعاد المختلفة للأجزاء والمشغولات ذات الأسطح المشطبة الدقيقة.

تتكون الميكرومترات الإنجليزية بصفة عامة الموضح إحداها بشكل ٤ - ٢٤ (ميكرومتر القياس الخارجي 0 . ١") بنفس أجزاء الميكرومترات المترية باختلاف قلاووظ عمود القياس الذي يحتوي على 40 سنة في البوصة .. (خطوة قلاووظ عمود

القياس =  $\frac{1}{40}$  ، ومخروط أسطوانة القياس المقسم إلى 25 جزء.



شكل ٤ - ٢٤

ميكرومتر القياس الخارجي 0 . ١ //

1. قاعدة الارتكاز .
2. عمود القياس .
3. سطحي كل من عمود القياس وقاعدة الارتكاز مصنوع من الكريبد، لعدم حدوث خدش أو تآكل نتيجة لكثرة احتكاكهما بالمعادن المختلفة أثناء استخدام الميكرومتر في عمليات القياس .
4. الإطار الذي يحمل جميع أجزاء الميكرومتر .
5. حلقة تثبيت .. (فرملة حقيقية) .
6. أسطوانة القياس الداخلية، تحمل خط التقسيم الرئيسي الطولي (0 . 1) .
7. مخروط أسطوانة القياس مقسم على 25 جزء .
8. قلاووظ عمود القياس 40 سنة في البوصة .. (خطوة القلاووظ =  $\frac{1}{40}$ ) .
9. صامولة ثابتة .
10. صامولة ضبط .
11. جزء أسطواني .
12. صامولة تثبيت وضبط بنهاية عمود القلاووظ .
13. غطاء .

تكنولوجيا القياس

14. مسمار تحسس.. (سقاطة التوقف).

## نطاق قياس الميكرومترات الإنجليزية :

### British Micrometer Measuring Range

ميكرومترات النظام الإنجليزية Micrometer English System بجميع أنواعها وأشكالها وأحجامها.. طوال مشوار عمود القياس بكل منها هو ١".

الغرض من تصميم الميكرومترات الإنجليزية وتصنيعها بهذه الصورة وعدم زيادة طول مشوار عمود القياس عن ١" ، هو المحافظة على دقة قياس وحساسية الميكرومترات ، أما مدى قياس الميكرومترات الإنجليزية فهو كما يلي:-

- ميكرومتر ٠ . ١ "
- ميكرومتر ١ . ٢ "
- ميكرومتر ٢ . ٣ "
- ميكرومتر ٣ . ٤ "
- ميكرومتر ٤ . ٥ "
- ميكرومتر ٥ . ٦ "
- ميكرومتر ٦ . ٧ "

وهكذا .... حيث يتضح أن مجال قياس الميكرومترات الإنجليزية هي ١". تتشابه ميكرومترات النظام الإنجليزي مع ميكرومترات النظام المتري من حيث الشكل فقط ، ويختلف كل منهما عن الآخر في خطوة قلاووظ عمود القياس وتدرج مخروط أسطوانة القياس.

## نظام تدرج الميكرومتر الإنجليزي دقة ٠,٠٠١ " :

قلاووظ عمود القياس بجميع ميكرومترات النظام الإنجليزي يكون عادة 40 سنة في البوصة .. أي خطوته تساوي  $\frac{1}{40}$  ، وهي بالطبع نفس خطوة القلاووظ الداخلي

لأسطوانة القياس ، وهذا يعني أنه إذا أديررت أسطوانة القياس دورة كاملة، تتحرك إلى الأمام أو إلى الخلف ، وذلك حسب اتجاه الدوران مسافة قدرها  $\frac{1}{40}$  أي 0.025".

يوجد بأسطوانة القياس الداخلية خط التقسيم الرئيسي ، الذي يحتوي على مقياس لبوصة واحدة Inch . قسمت البوصة على خط التقسيم الرئيسي من أعلى إلى 10 أقسام متساوية.. ليساوي القسم الواحد 0.1" ، كما قسم القسم الواحد يساوي 0.1" من

أسفل إلى 4 أجزاء .. ليكون قيمة الجزء الواحد

$$0.1" \div 4 \text{ أجزاء} = 0.025"$$

أي الدورة الكاملة لأسطوانة القياس الخارجية = جزء واحد من التقسيم الأسفل بخط التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية = 0.025".

وعندما ينطبق صفر مخروط أسطوانة القياس على صفر التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية ، يتطابق عمود القياس مع قاعدة الارتكاز تماماً ، لتكون قراءة الميكرومتر تساوي صفر .

وإذا أديررت أسطوانة القياس الخارجية لتبتعد عن خط التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية بمقدار جزء واحد فقط ، يكون قيمة الجزء الواحد بمخروط أسطوانة القياس

= جزء واحد من مجموع أجزاء مخروط أسطوانة القياس × خطوة قلاووظ

$$\text{عمود القياس} = \frac{1}{25} \times \frac{1}{40} = \frac{1}{1000} \text{ أي } 0.001"$$

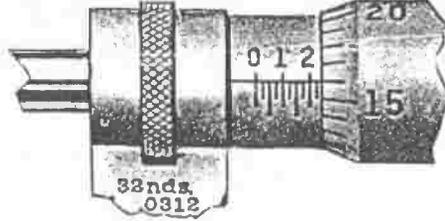
.. وهي دقة قياس الميكرومتر

**قراءات مختلفة للميكرومتر الإنجليزي ٠ - ١ " دقة ٠,٠٠١ "**

**مثال ١ :**

شكل ٤ - ٢٥ يوضح جزء لميكرومتر إنجليزي خارجي 0 . 1 " دقة 0.001" ،

علماً بأن التقسيم الرئيسي العلوي بأسطوانة القياس الداخلية يشير الجزء الواحد إلى 0.1"، والتقسيم الرئيس السفلي بأسطوانة القياس الداخلية يثي الجزء الواحد إلى 0.0025"، والجزء الواحد من مخروط أسطوانة القياس يشير إلى 0.001". أوجد قراءة الميكرومتر ؟



شكل ٤ - ٢٥

قراءة الميكرومتر = 0.241"

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية يشير إلى الأقسام الصحيحة وهي  $0.2 = 0.1 \times 2$ "

التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية يشير إلى قسم واحد فقط  $0.025 = 0.025 \times 1$ "

أجزاء مخروط أسطوانة القياس تشير إلى 16 جزء

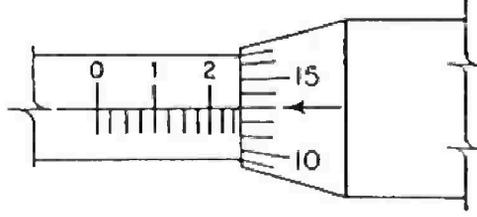
$$0.016 = 0.001 \times 16 =$$

$$\therefore \text{قراءة الميكرومتر} = 0.016 + 0.025 + 0.2 = 0.241"$$

مثال ٢ :

شكل ٤ - ٢٦ يوضح قراءة لميكرومتر إنجليزي خارجي ١.٠٠" دقة 0.001".

أوجد قيمة قراءة الميكرومتر ؟



شكل ٤ - ٢٦

قراءة الميكرومتر =  $0.263$  "

الحل :

قراءة الميكرومتر كالاتي :-

$$\text{قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي} = 0.1 \times 2 = 0.2$$

$$\text{قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي} = 0.025 \times 2 = 0.05$$

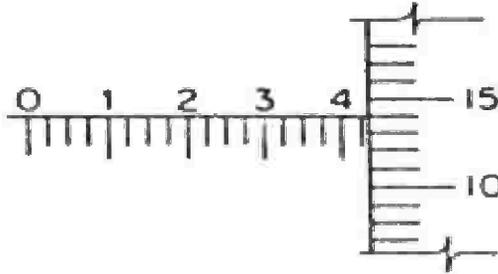
$$\text{قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس} = 0.001 \times 13 = 0.013$$

$$\therefore \text{قراءة الميكرومتر} = 0.2 + 0.05 + 0.013 = 0.263$$

مثال ٢ :

شكل ٤ - ٢٧ يوضح رسم تخطيطي لخط التقسيم الرئيسي ومخروط أسطوانة

القياس بميكرومتر إنجليزي خارجي  $0.01$  دقة  $0.0001$  ". أوجد قراءة الميكرومتر؟



شكل ٤ - ٢٧

قراءة الميكرومتر =  $0.439$  "

الحل :

قراءة الميكرومتر كالاتي :-

$$\text{قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي} = 0.1 \times 4 = 0.4 \text{ mm}$$

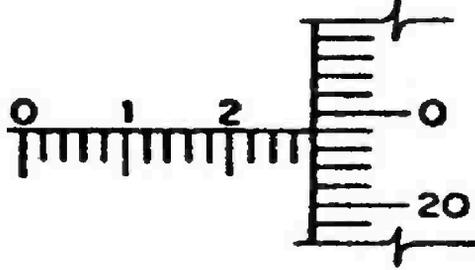
$$\text{قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي} = 0.025 \times 1 = 0.025 \text{ mm}$$

$$\text{قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس} = 0.001 \times 14 = 0.014 \text{ mm}$$

$$\therefore \text{قراءة الميكرومتر} = 0.014 + 0.025 + 0.4 = 0.439 \text{ mm}$$

مثال ٤ :

شكل ٤ - ٢٨ يوضح رسم تخطيطي لخط التقسيم الرئيسي ومخروط أسطوانة القياس بميكرومتر خارجي إنجليزي 0 . ١ " دقة ٠.٠٠٠١ " . أوجد قراءة الميكرومتر ؟



شكل ٤ - ٢٨

$$\text{قراءة الميكرومتر} = 0.299 \text{ mm}$$

الحل :

قراءة الميكرومتر كالاتي :-

$$\text{قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي} = 0.1 \times 2 = 0.2 \text{ mm}$$

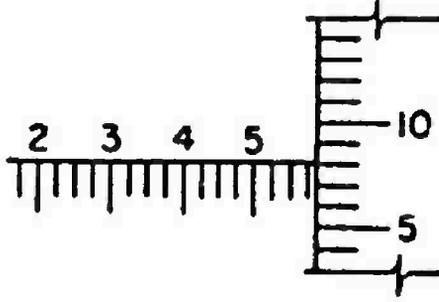
$$\text{قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي} = 0.025 \times 3 = 0.075 \text{ mm}$$

$$\text{قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس} = 0.001 \times 24 = 0.024 \text{ mm}$$

$$\therefore \text{قراءة الميكرومتر} = 0.024 + 0.075 + 0.2 = 0.299 \text{ mm}$$

مثال ٥ :

شكل ٤ - ٢٩ يوضح رسم تخطيطي لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي ١.٠ " دقة ٠.٠٠٠١ " . أوجد قراءة الميكرومتر؟



شكل ٤ - ٢٩

قراءة الميكرومتر = ٠.٥٨٣ "

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

$$\text{قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي} = 0.1 \times 5 = 0.5 \text{ "}$$

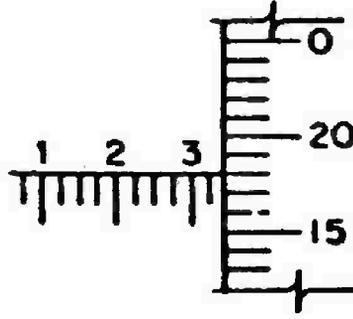
$$\text{قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي} = 0.025 \times 3 = 0.075 \text{ "}$$

$$\text{قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس} = 0.001 \times 8 = 0.008 \text{ "}$$

$$\therefore \text{قراءة الميكرومتر} = 0.008 + 0.075 + 0.5 = 0.583 \text{ "}$$

مثال ٦ :

شكل ٤ - ٣٠ يوضح رسم تخطيطي لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي ١.٠ " دقة ٠.٠٠٠١ " . أوجد قراءة الميكرومتر؟



شكل ٤ - ٣٠

قراءة الميكرومتر =  $0.353$  "

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي =  $0.3 = 0.1 \times 3$  "

قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي =  $0.025 = 0.025 \times 1$  "

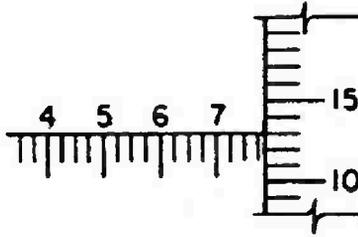
قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس =  $0.018 = 0.001 \times 18$  "

∴ قراءة الميكرومتر =  $0.343 = 0.018 + 0.025 + 0.3$  "

مثال ٧ :

شكل ٤ - ٣١ يوضح رسم تخطيطي لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي .

١ "دقة  $0.001$ ". أوجد قراءة الميكرومتر ؟



شكل ٤ - ٣١

قراءة الميكرومتر =  $0.788$  "

الحل :

قراءة الميكرومتر كالاتي :-

$$\text{قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي} = 0.1 \times 7 = 0.7 \text{ mm}$$

$$\text{قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي} = 0.025 \times 3 = 0.075 \text{ mm}$$

$$\text{قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس} = 0.001 \times 13 = 0.013 \text{ mm}$$

$$\therefore \text{قراءة الميكرومتر} = 0.013 + 0.075 + 0.7 = 0.788 \text{ mm}$$

### الميكرومتر الإنجليزي ذو الوردية دقة 0.0001

Vernier Micrometer 0.0001 in

مع الحاجة المتزايدة إلى إنتاج مشغولات ذات قياسات دقيقة.. أدى دور الصناعة إلى إضافة وردية إلى الميكرومتر.

الغرض من إضافة الوردية هو تكبير الأجزاء الصغيرة جداً لإمكان قراءتها ليصل دقة قياس الميكرومتر الإنجليزي إلى 0.0001 mm.

### نظام تدريج وردية الميكرومتر الإنجليزي :

وردية الميكرومتر الموضحة بشكل ٤ - ٣٢ تتشابه مع وردية القدمة المنزلة دقة 0.1 ملليمتر من حيث الفكرة ، وهي عبارة عن خطوط طولية موازية لخط التقسيم الرئيسي الطولي بأسطوانة القياس الداخلية.



شكل ٤ - ٣٢

نظام تدريج وردية الميكرومتر الإنجليزي

تكنولوجيا القياس

أخذت مسافة مقدارها 9 أجزاء من مخروط أسطوانة القياس ..

أي  $9 \times 0.001 = 0.009$  " وقسمت إلى 10 أجزاء متساوية بأسطوانة القياس الداخلية.. (عشرة خطوط طولية بأعلى التقسيم الرئيسي وتوازيه) . بذلك يكون الجزء الواحد بالورنية =  $0.009 \div 10 = 0.0009$  "

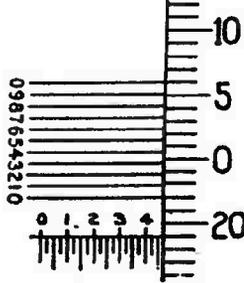
هذا يعني أن الفرق بين قيمة الجزء الواحد من أجزاء مخروط أسطوانة القياس وجزء واحد من أجزاء التقسيم المساعد بالورنية =  $0.001 - 0.009 = 0.0001$  " وهي دقة قياس ورنية الميكرومتر

### قراءات مختلفة للميكرومتر الخارجي الإنجليزي ذو الورنية :

فيما يلي قراءات مختلفة للميكرومتر الإنجليزي ذو الورنية :-

مثال ١ :

شكل ٤ - ٣٣ يوضح رسم تخطيطي لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي ذو ورنية دقة  $0.0001$  ". أوجد قراءة الميكرومتر ؟



شكل ٤ - ٣٣

قراءة الميكرومتر =  $0.469$  "

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي =  $0.1 \times 4 = 0.4$  "

$$// \text{ قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي} = 0.025 \times 2 = 0.05$$

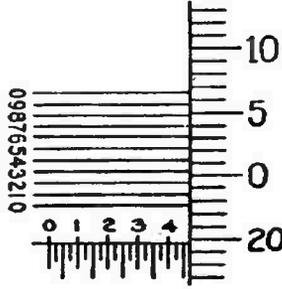
$$// \text{ قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس} = 0.001 \times 19 = 0.019$$

قراءة الورنية = صفر

$$// \text{ قراءة الميكرومتر} = 0.4 + 0.05 + 0.019 = 0.469$$

مثال ٢ :

شكل ٤ - ٣٤ يوضح رسم تخطيطي لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي ذو ورنية دقة ٠.٠٠٠٠١ // أوجد قراءة الميكرومتر؟



شكل ٤ - ٣٤

$$// \text{ قراءة الميكرومتر} = 0.4697$$

الحل :

قراءة الميكرومتر كالاتي :-

$$// \text{ قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي} = 0.1 \times 4 = 0.4$$

$$// \text{ قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي} = 0.02 \times 2 = 0.05$$

$$// \text{ قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس} = 0.001 \times 19 = 0.019$$

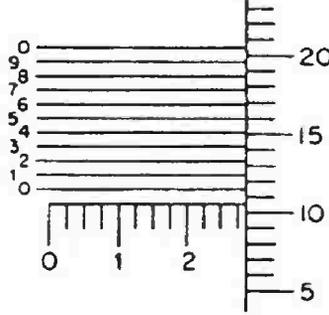
$$// \text{ قراءة الورنية} = 0.0001 \times 7 = 0.0007$$

$$// \text{ قراءة الميكرومتر} = 0.4 + 0.05 + 0.019 + 0.0007 = 0.4697$$

تكنولوجيا القياس

مثال ٣ :

شكل ٤ - ٣٥ يوضح رسم تخطيطي لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي ذو ورنية دقة ٠.٠٠٠٠١ // . أوجد قراءة الميكرومتر ؟



شكل ٤ - ٣٥

$$\text{قراءة الميكرومتر} = 0.2855 //$$

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

$$\text{قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي} = 0.1 \times 2 = 0.2 //$$

$$\text{قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي} = 0.025 \times 3 = 0.075 //$$

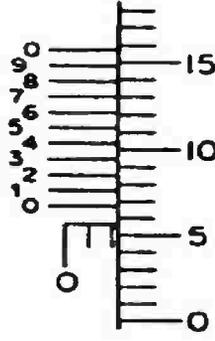
$$\text{قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس} = 0.001 \times 10 = 0.01 //$$

$$\text{قراءة الورنية} = 0.0001 \times 5 = 0.0005 //$$

$$\therefore \text{قراءة الميكرومتر} = 0.0005 + 0.01 + 0.075 + 0.2 = 0.2855 //$$

مثال ٤ :

شكل ٤ - ٣٦ يوضح رسم تخطيطي لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي ذو ورنية دقة ٠.٠٠٠٠١ // . أوجد قراءة الميكرومتر ؟



شكل ٤ - ٣٦

// قراءة الميكرومتر = ٠.٠٥٥٧

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي = صفر

// قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي =  $0.025 \times 2 = 0.05$

// قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس =  $0.001 \times 5 = 0.005$

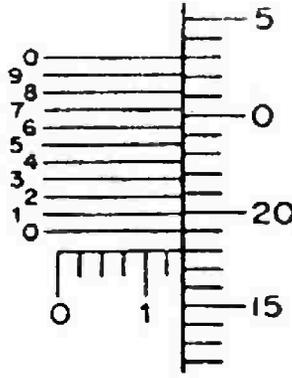
// قراءة الوردية =  $0.0001 \times 7 = 0.0007$

∴ قراءة الميكرومتر =  $0.05 + 0.005 + 0.0007 = 0.0557$

مثال ٥ :

شكل ٤ - ٣٧ يوضح رسم تخطيطي لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي ذو وردية

دقة ٠.٠٠٠٠١ // . أوجد قراءة الميكرومتر ؟



شكل ٤ - ٣٧

// قراءة الميكرومتر = ٠.١٤٣

الحل :

قراءة الميكرومتر كالاتي :-

// قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي =  $0.1 \times 1 = 0.1$

// قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي =  $0.025 \times 1 = 0.025$

// قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس =  $0.001 \times 18 = 0.018$

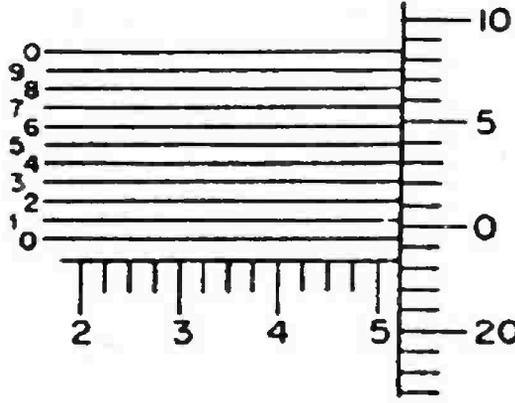
قراءة الورنية = صفر.

//  $\therefore$  قراءة الميكرومتر =  $0.1 + 0.025 + 0.018 = 0.143$

مثال ٦ :

شكل ٤ - ٣٨ يوضح رسم تخطيطي لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي ذو ورنية

دقة ٠.٠٠٠٠١ // . أوجد قراءة الميكرومتر ؟



شكل ٤ - ٣٨

// قراءة الميكرومتر = ٠.٥٢٣٤ //

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

// قيمة التقسيم العلوي خط التقسيم الرئيسي =  $0.1 \times 5 = 0.5$  //

قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي = صفر

// قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس =  $0.001 \times 23 = 0.0023$  //

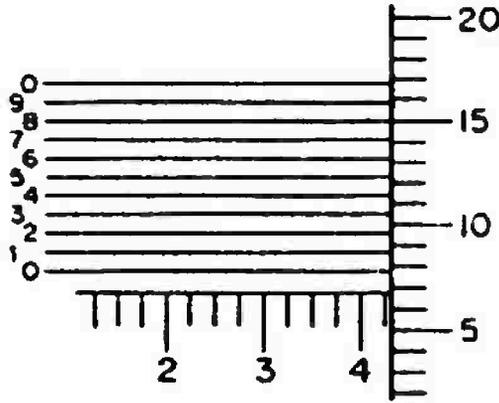
// قراءة الورنية =  $0.0001 \times 4 = 0.0004$  //

// ∴ قراءة الميكرومتر =  $0.0004 + 0.023 + 0.5 = 0.5234$  //

مثال ٧ :

شكل ٤ - ٣٩ يوضح رسم تخطيطي لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي ذو ورنية

دقة ٠.٠٠٠٠١ // . أوجد قراءة الميكرومتر ؟



شكل ٤ - ٣٩

// قراءة الميكرومتر = ٠.٤٣١٨

الحل :

قراءة الميكرومتر كالاتي :-

// قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي =  $0.4 = 0.1 \times 4$

// قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي =  $0.025 = 0.025 \times 1$

// قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس =  $0.0006 = 0.001 \times 6$

// قراءة الورنية =  $0.0008 = 0.0001 \times 8$

∴ قراءة الميكرومتر =  $0.0008 + 0.0006 + 0.025 + 0.4$

//  $0.4318 =$

## الميكرومترات الداخلية

### Inside Micrometers

تتشابه الميكرومترات الداخلية بصفة عامة مع الميكرومترات الخارجية من حيث خطوة قلاووظ عمود القياس والتقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس ، وتختلف الميكرومترات الداخلية عن الخارجية من حيث وجود فكين (نقطتين ارتكاز) أو ثلاثة فكوك (ثلاث نقط ارتكاز) ، بدلاً من الإطار الذي على شكل قوس أو على شكل حرف U ، بالإضافة إلى القراءة العكسية بخط التقسيم الرئيسي بالميكرومترات الداخلية ، حيث صمم التدرج 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 والهندسية. فيما يلي عرض لجميع أشكال الميكرومترات الداخلية.

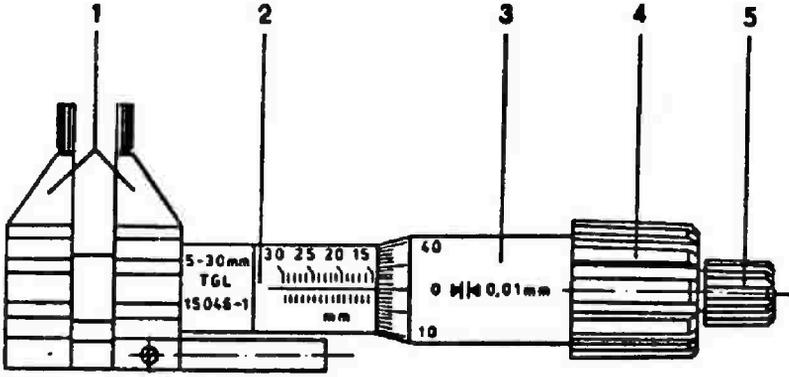
### الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة ٠.٠١ ملليمتر

#### Inside Micrometer with two jaws 0.01mm

يستخدم الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة ٠.٠١ ملليمتر 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 ٠.٠١ ملليمتر الموضح بالرسم التخطيطي بشكل ٤ - ٤٠ من الأجزاء الآتية:-



شكل ٤ - ٤٠

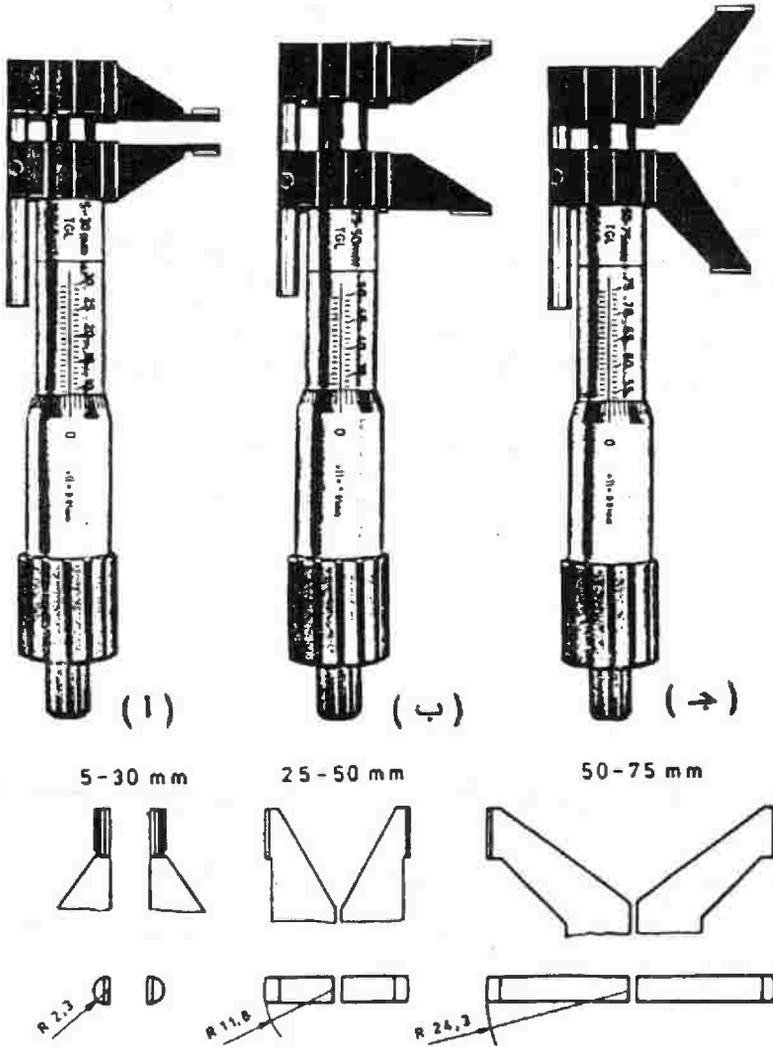
الميكرومتر ذو الفكين بدقة ٠.٠١ ملليمتر

١. فكي القياس .. (الفك الثابت والفك المتحرك).
٢. أسطوانة القياس الداخلية التي تحمل التقسيم الرئيسي بشكل عكسي.
٣. أسطوانة القياس الخارجية.
٤. غلاف أسطواني من الباكليت لعدم تسرب حرارة اليد للميكرومتر.
٥. مسمار تحسس .. (مسمار تفويت).

### نطاق قياس الميكرومتر الداخلي ذو الفكين بدقة ٠.٠١ ملليمتر :

يتشابه الميكرومتر الداخلي ذو الفكين بدقة ٠.٠١ ملليمتر مع الميكرومتر الخارجي من حيث نطاق القياس ، حيث أن طول مشوار عمود القياس بكل منها هو ٢٥ ملليمتر .

يبدأ قياس الميكرومتر الداخلي ذو الفكين بدقة ٠.٠١ ملليمتر من ٥ - ٣٠ ملليمتر ، ويزيد مجال القياس بمقدار ٢٥ ملليمتر كالمعتاد ليصل قياسه إلى ٧٥ ملليمتر كما هو موضح بشكل ٤ - ٤١ .



شكل ٤ - ٤١

نطاق ققياس الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة ٠.٠١ ملليمتر  
 (أ) ميكرومتر ٥ . ٣٠ ملليمتر . سمك كل من مقدمة الفكين الثابت والمتحرك هو  
 ٢.٥ ملليمتر ، أي إنه عند انطباق صفر التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس  
 الداخلية مع صفر تدرج مخروط أسطوانة القياس الخارجية ، يكون عرض الفكين  
 الثابت والمتحرك ٥ ملليمتر.

(ب) ميكرومتر ٢٥ . ٥٠ ملليمتر . بعد كل من مقدمة الفكين الثابت والمتحرك هو ١٢.٥ ملليمتر ، أي إنه عند انطباق صفر التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية مع صفر تدريج مخروط أسطوانة القياس الخارجية ، يكون عرض الفكين الثابت والمتحرك ٢٥ ملليمتر .

(ج) ميكرومتر ٥٠ . ٧٥ ملليمتر . مدي قياسه .. أي من مقدمة الفكين الثابت والمتحرك هو ٢٥ ملليمتر ، أي إنه عند انطباق صفر التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية مع صفر تدريج مخروط أسطوانة القياس الخارجية ، يكون عرض الفكين الثابت والمتحرك ٥٠ ملليمتر .

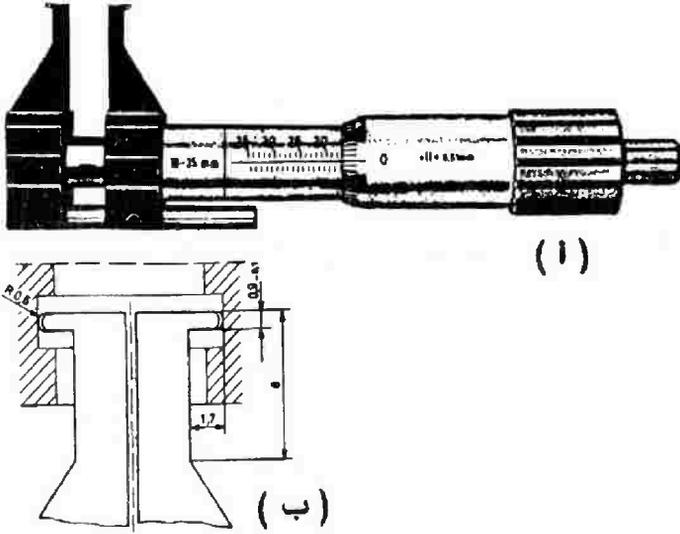
## الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة ٠.٠١ ملليمتر

### المجهز لقياس أقطار المجاري الداخلية

يتشابه الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المجهز لقياس أقطار المجاري الداخلية الموضح بشكل ٤ - ٤٢ (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 لتقوالب المشغولات الدقيقة كما هو موضح بالرسم التخطيطي بشكل ٤ - ٤٢ (ب) .

نطاق قياس الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة ٠.٠١ ملليمتر والمجهز لقياس أقطار المجاري الداخلية هو ١٠ . ٣٥ ملليمتر ، أي إنه عند انطباق صفر التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية مع صفر تدريج مخروط أسطوانة القياس الخارجية ، يكون عرض الفكين (الثابت، والمتحرك) = ١٠ ملليمترات .



شكل ٤ - ٢

الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المجهز لقياس أقطار المجاري الداخلية

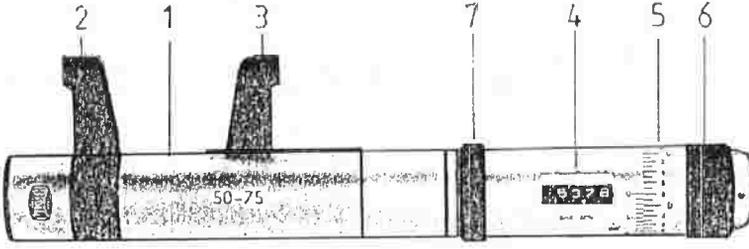
- (أ) الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المجهز لقياس أقطار المجاري الداخلية.  
 (ب) رسم تخطيطي للفكين أثناء قياس قطر مجرى داخلي بمشغولة.

### الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة ٠.٠٠١ ملليمتر

Inside Micrometer with two jaws 0.001 mm

- يتشابه الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة ٠.٠٠١ ملليمتر مع الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة ٠.٠١ ملليمتر ، باختلاف إضافة ورنية تحمل تقسيم دقته ٠.١ ملليمتر ، ليصل دقة قياسه إلى ٠.٠٠١ ملليمتر.  
 يتكون الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة ٠.٠٠١ ملليمتر الموضح بشكل ٤ -

٤٣ من الأجزاء التالية :-



شكل ٤ - ٣

الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة ٠.٠٠١ ملليمتر

١. الهيكل.
٢. الفك الثابت.
٣. الفك المتحرك.
٤. القراءة الأساسية المباشرة.
٥. الورنية.
٦. عجلة تفويت.. (عجلة التحسس).
٧. فرملة حنقية.

نطاق قياس الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة ٠,٠٠١ ملليمتر :

يتشابه الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة ٠.٠٠١ ملليمتر مع الميكرومتر الخارجي من حيث مجال القياس بكل منهما ، حيث أن طول مشوار عمود قياسه هو ٢٥ ملليمتر . ويزيد مجال القياس بمقدار ٢٥ ملليمتر ليصل نطاق قياسه إلى ٢٠٠ ملليمتر كما يلي :-

ميكرومتر	٥٠ . ٧٥	ملليمتر
ميكرومتر	٧٥ . ١٠٠	ملليمتر
ميكرومتر	١٠٠ . ١٢٥	ملليمتر
ميكرومتر	١٢٥ . ١٥٠	ملليمتر
ميكرومتر	١٥٠ . ١٧٥	ملليمتر
ميكرومتر	١٧٥ . ٢٠٠	ملليمتر

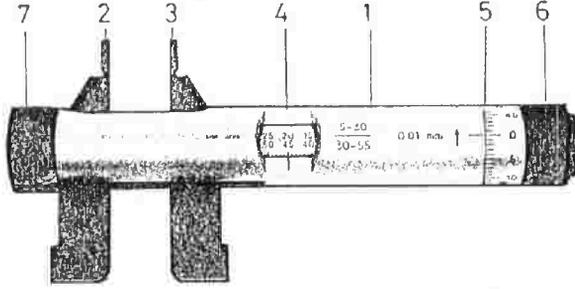
**تكنولوجيا القياس**

## الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المزدوجين دقة ٠.٠٠١ ملليمتر

Twin Inside Micrometer with two Jaws 0.001 mm

مع الحاجة المتزايدة لقياس الأبعاد الداخلية الدقيقة، فقد قامت دور الصناعة بتطوير تصميم الميكرومتر الداخلي ، وذلك بامتداد الفكين من الجهة العليا والسفلى ، ليكونا فكين مزدوجين.

يتكون الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المزدوجين الموضح بشكل ٤ - ٤٤ من الأجزاء التالية :-



شكل ٤ - ٤٤

الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المزدوجين

- |                  |                                 |
|------------------|---------------------------------|
| ١. الهيكل.       | ٤. القراءة الأساسية المباشرة.   |
| ٢. الفك الثابت.  | ٥. الورنية.                     |
| ٣. الفك المتحرك. | ٦. عجلة تفويت .. (عجلة التحسس). |
|                  | ٧. فرملة حلقيّة.                |

دقة قياس الميكرومتر ٠.٠٠١ ملليمتر ، وتوجد ورنية تحمل تقسيم دقته ٠.١ ملليمتر ، ليصل دقة قياسه إلى ٠.٠٠٠١ ملليمتر.

أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بأسطوانة القياس الداخلية مع صفر تدرج مخروط أسطوانة القياس يكون عرض الفكين من الجهة العليا ٥ ملليمتر ، حيث أن

سمك كل منهما ٢.٥ ملليمتر. كما يكون عرض الفكين من الجهة السفلى ٣٠ ملليمتر ، حيث أن سمك كل منهما ١٥ ملليمتر.

صمم الميكرومتر بهذه الصورة لإمكان استخدام الفكين العلويين للقياسات التي تبدأ من ٥ . ٣٠ ملليمتر ، واستخدام الفكين السفليين للقياسات التي تبدأ من ٣٠ . ٥٥ ملليمتر ، لذلك يظهر على خط التقسيم الأساسي قراءتان لكل من الجهتين العليا والسفلى.

يضاف إلى القراءة الأساسية، قراءة الورنية التي دقتها ٠.١ ملليمتر ، ليصل دقة قياس الميكرومتر إلى ٠.٠٠١ ملليمتر.

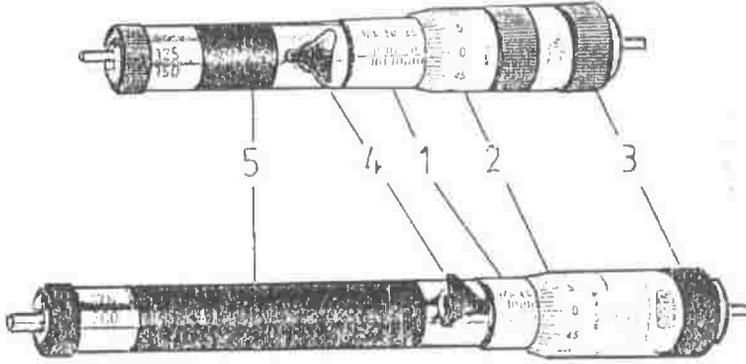
### الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد

#### Inside Micrometer with Extension Pieces

يتشابه الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد مع الميكرومتر الخارجي في التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية ، وتدرج مخروط أسطوانة القياس الخارجية. يستخدم الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد في قياس الأبعاد والأقطار الداخلية الكبيرة ، كما يستخدم بعد ربط وتثبيت ذراع التطويل في قياس الأقطار الداخلية العميقة.

يتكون الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد شكل ٤ - ٤٥ من الأجزاء التالية

-:



شكل ٤ - ٤٥

الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد

١. أسطوانة القياس الداخلية.
٢. أسطوانة القياس الخارجية.
٣. عجلة تفويت.. (عجلة التحسس).
٤. مسمار تثبيت.
٥. قطع امتداد.

ملاحظة :

صممت الأسطح الجانبية لأعمدة قياس الميكرومترات الداخلية بصفة عامة على شكل قوس ، ليكون تلامس كل منهما على شكل نقطة أثناء القياس ، وذلك للحصول على قياسات دقيقة.

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

يبدأ قياس الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد من ٣٥ . ٥٠ ملليمتر ، ويزيد مجال القياس بمقدار ٢٥ ملليمتر على التوالي. ويمكن زيادة مجال قياس الميكرومتر من خلال إضافة تثبيت قطع امتداد متغيرة الأطوال.

نطاق قياس الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد كالاتي :-

٣٥ . ٥٠ ملليمتر

٥٠ . ٧٥ ملليمتر

٧٥ . ١٠٠ ملليمتر

١٠٠ . ١٢٥ ملليمتر

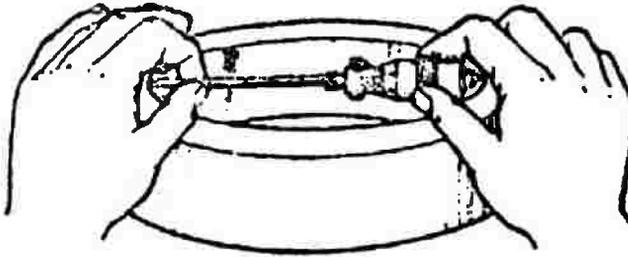
١٢٥ . ١٥٠ ملليمتر

وهكذا .... بزيادة قدرها ٢٥ ملليمتر ، من خلال إضافة أو استبدال قطع الامتداد حسب الأبعاد المراد قياسها ليصل نطاق قياس الميكرومتر إلى ٦٠٠ ملليمتر .

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

يستخدم الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد في قياس الأبعاد والأقطار الداخلية للأجزاء والمشغولات المختلفة بإتباع الإرشادات التالية:

١. حمل الميكرومتر بكلى اليدين ووضعه بالبعد أو القطر المراد قياسه كما هو موضح بشكل ٤ - ٤٦ ، بحيث يلامس السطح الجانبي للميكرومتر إحدى جانبي السطح الداخلي للمشغولة.

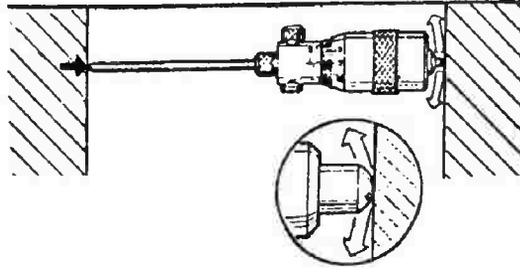


شكل ٤ - ٤٦

استخدام الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد  
في قياس الأبعاد أو الأقطار الكبيرة الداخلية

٢. زيادة طول عمود القياس تدريجياً مع حركة الميكرومتر بحركة على شكل قوس كما هو موضح بشكل ٤ - ٤٧ حتى يتلامس السطح الجانبي لعمود القياس مع سطح

المشغولة ، بحيث يكون وضع الميكرومتر عمودي على سطح المشغولة.



شكل ٤ - ٤٧

تلامس السطحين الجانبيين لأعمدة قياس الميكرومتر الداخلي

بشكل عمودي على السطح الداخلية للمشغولة

٣. يستخدم ذراع التطويل الموضح بشكل ٤ - ٤٨ في حمل الميكرومتر الداخلي المجهز

بقطع امتداد لقياس أبعاد وأقطار المشغولات الداخلية العميقة.



شكل ٤ - ٤٨

ذراع تطويل

### إرشادات :

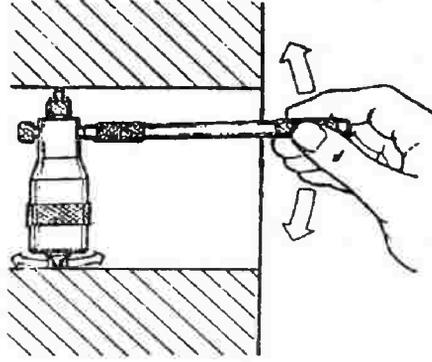
أثناء استخدام الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد والمثبت بذراع التطويل في قياس أبعاد أو أقطار المشغولات العميقة .. يتبع الآتي :-

(أ) ضبط قياس الميكرومتر بقياس أقل من البعد أو القطر المراد قياسه.

(ب) يوضع الميكرومتر داخل القطر المراد قياسه، بحيث يلامس السطح الجانبي للميكرومتر بإحدى جانبي السطح الداخلي للمشغولة.

(ج) زيادة طول الميكرومتر تدريجياً حتى يتلامس السطحان الجانبيان للميكرومتر للسطح الداخلي للمشغولة وبشكل عمودي مع حركة الميكرومتر حركة متأرجحة كما هو موضح بشكل ٤ - ٤٩ ، وذلك لاختبار تلامس كلا جانبي

الميكرومتر مع سطح المشغولة والتأكد من صحة القياس.

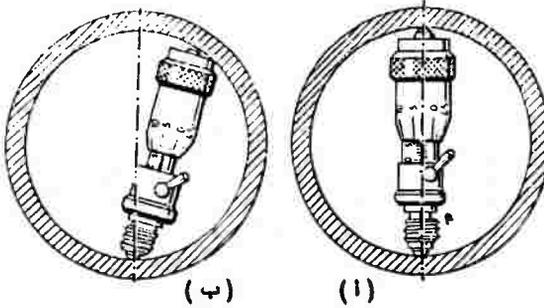


شكل ٤ - ٤٩

تلامس الميكرومتر للسطح الداخلي للمشغولة بشكل عادي  
مع حركة الميكرومتر حركة متأرجحة للتأكد من التلامس الجيد وصحة القياس

### تذكر أن 🙋 :

يجب استخدام الميكرومتر الداخلي أثناء القياس بالطريقة الصحيحة كما هو  
موضح بشكل ٤ - ٥٠ (أ) أي تثبيته بشكل عمودي على السطح الداخلي للمشغولة  
وذلك للحصول على قياسات دقيقة ، علماً بأن استخدام الميكرومتر بالطريقة الخاطئة  
شكل ٤ - ٥٠ (ب) .. أي بتثبيته بشكل منحرف عن الخط العمودي أو مائل على  
محور السطح الداخلي للمشغولة .. ينتج عنه قياسات خاطئة وغير دقيقة.



شكل ٤ - ٥٠

استخدام الميكرومتر الداخلي أثناء القياس بالطريقة الصحيحة والخاطئة

**تكنولوجيا القياس**

- (أ) استخدام الميكرومتر الداخلي للقياس بالطريقة الصحيحة.  
(ب) استخدام الميكرومتر الداخلي للقياس بالطريقة الخاطئة.

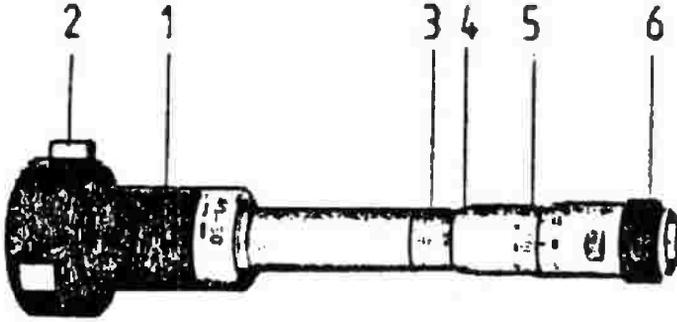
## الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز

### 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 ٤ - ٥١ من

الأجزاء التالية :-



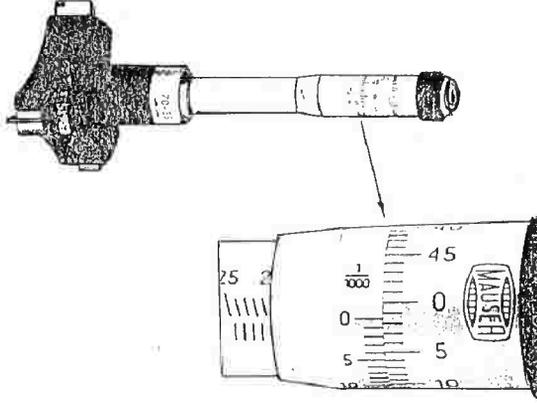
شكل ٤ - ٥١

الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز

١. الهيكل.
٢. نقط الارتكاز.
٣. أسطوانة القياس الداخلية.
٤. أسطوانة القياس الخارجية.
٥. الورنية.
٦. عجلة تفويت.. (عجلة التحسس).

يستخدم الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة نقط ارتكاز في قياس الأقطار الداخلية ومجاري الأقطار الداخلية من ٦ . ٣٠٠ ملليمتر.

زود الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز بورنية شكل ٤ - ٥٢ تحمل تقسيم دقته ٠.١ ملليمتر ، ليصل دقة قياسه إلى ٠.٠٠٠١ ملليمتر.



شكل ٤ - ٥٢

زود الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة نقط ارتكاز بورنية  
ليصل دقة قياسه إلى ٠.٠٠٠١ ملليمتر

### نطاق قياس الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة نقط ارتكاز :

يختلف نطاق قياس الميكرومترات الداخلية ذات الثلاثة 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 ٤ - ١ يوضح اختلاف مجال قياس نقط الارتكاز الثلاث بالميكرومترات الداخلية ومدى قياس كل منها.

جدول ٤ - ١

نطاق قياس الميكرومتر الداخلي  
ذو الثلاث نقط ارتكاز

مدى القياس	مدى القياس	مدى القياس	مدى القياس
١٠ ملليمتر	٤٠ - ٥٠ ملليمتر ٥٠ - ٦٠ ملليمتر ٦٠ - ٧٠ ملليمتر	٢ ملليمتر	٨ . ٦ ملليمتر ١٠ . ٨ ملليمتر
١٥ ملليمتر	٧٠ . ٨٥ ملليمتر ٨٥ . ١٠٠ ملليمتر	٢.٥ ملليمتر	١٠ . ١٢.٥ ملليمتر ١٢.٥ . ١٥ ملليمتر ١٥ . ١٧.٥ ملليمتر ١٧.٥ . ٢٠ ملليمتر
٢٥ ملليمتر	١٠٠ . ١٢٥ ملليمتر ١٢٥ . ١٥٠ ملليمتر ١٥٠ . ١٧٥ ملليمتر ١٧٥ . ٢٠٠ ملليمتر ٢٠٠ . ٢٢٥ ملليمتر ٢٢٥ . ٢٥٠ ملليمتر ٢٥٠ . ٢٧٥ ملليمتر ٢٧٥ . ٣٠٠ ملليمتر		

ميكرومتر قياس الأعماق

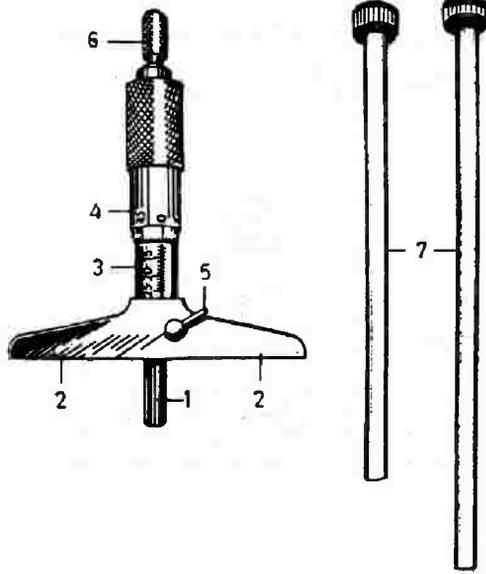
Depth Micrometer Gauge

تستخدم قدمة الأعماق في قياس أعماق الثقوب والارتفاعات، علماً بأن دقة قياسها ٠.٠٥ أو ٠.٠٢ ملليمتر ، كما يستخدم ميكرومتر الأعماق في قياس أعماق الثقوب والارتفاعات للمشغولات الدقيقة الهامة، يصل دقة قياسه إلى ٠.٠١ ملليمتر.

يتشابه ميكرومتر الأعماق مع الميكرومتر الخارجي من حيث خطوة قلاووظ عمود

القياس والتقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية وتدرج مخروط أسطوانة القياس الخارجية ، ولكنه يختلف في القراءة العكسية للتقسيم الرئيسي، حيث صمم التدرج الرئيسي بأسطوانة القياس بشكل عكسي عن ما هو متبع بالميكرومترات الخارجية.

يتكون ميكرومتر قياس الأعماق الموضح بشكل ٤ - ٥٣ من الأجزاء التالية :-



شكل ٤ - ٥٣

ميكرومتر قياس الأعماق

١. عمود القياس.
٢. ذراع الارتكاز.
٣. التقسيم الرئيسي.
٤. أسطوانة القياس الخارجية.
٥. فريسة.
٦. مسمار تحسس.
٧. قطع امتداد.

نطاق قياس ميكرومتر الأعماق :

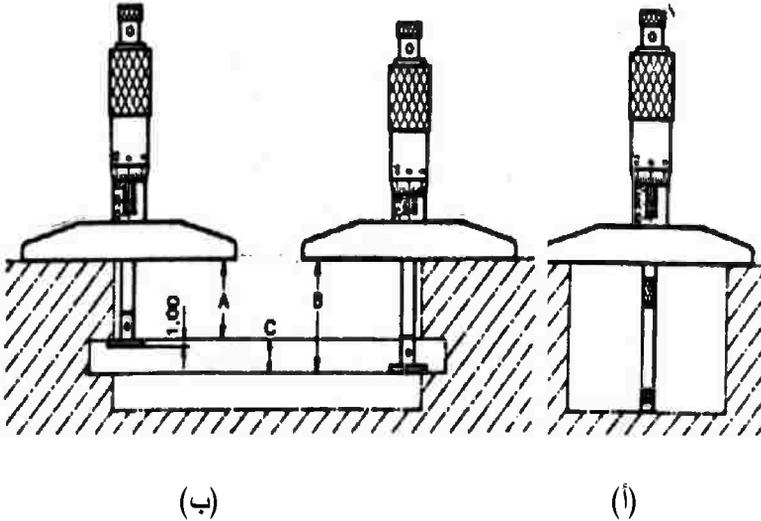
تكنولوجيا القياس

مجال قياس ميكرومتر الأعماق هو ٠ : ٢٥ ملليمتر ، حيث طول مشوار عمود القياس ٢٥ ملليمتر ، زود الميكرومتر بمجموعة قطع امتداد لزيادة مجال قياسه ، وذلك لإمكان استخدامه لقياس الأبعاد التي يزيد أطوالها عن ٢٥ ملليمتر ليصل نطاق قياسه إلى ٣٠٠ ملليمتر.

### استخدام الميكرومتر قياس الأعماق :

يستخدم ميكرومتر الأعماق في قياس أعماق الثقوب وارتفاعات المشغولات الدقيقة الهامة كما هو موضح بشكل ٤ - ٥٤ (أ).

زود ميكرومتر الأعماق بحلقة سمكها ١ ملليمتر، تثبت الحلقة في مقدمة عمود القياس، لإمكان قياس أبعاد المجاري الداخلية كما هو موضح بشكل ٤ - ٥٤ (ب).



شكل ٤ - ٥٤

استخدامات ميكرومتر قياس الأعماق

(أ) استخدام الميكرومتر في قياس أعماق الثقوب.

(ب) استخدام الميكرومتر في قياس أعماق المجاري الداخلية.

## الفصل الثاني

# الميكرومترات الخاصة

### Special Micrometers

## مَهَيِّدٌ

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

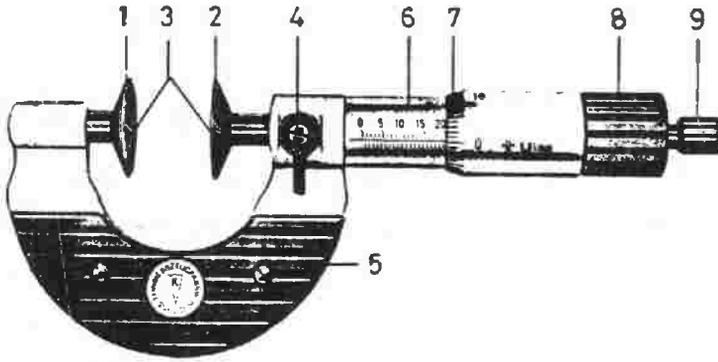
لذلك لقد صممت الميكرومترات التقليدية المختلفة الأشكال لاستخدامها في قياس الأبعاد والأقطار الخارجية والداخلية والأعماق وقياس أسنان اللوالب ، كما صممت ميكرومترات أخرى مدى قياسات مختلفة لتناسب مع المشغولات المصنعة والتي يصعب قياسها بالميكرومترات التقليدية السابق ذكرها .

يتناول هذا الفصل أكثر أنواع وأشكال الميكرومترات ذات النماذج الخاصة المستخدمة في قياس التروس . الأسلاك . المواسير . عدد القطع ذات الثلاث والخمس والتسع حواف . أبعاد المجاري الخارجية والداخلية . أبعاد مجاري الخوابير ..... وغيرها . كما يتعرض لطرق قياس الميكرومترات الخاصة ومميزات وعيوب كل منها على حدة .

## ميكرومتر قياس أسنان التروس

### Gear Teeth Micrometer

يتشابه ميكرومتر قياس أسنان التروس الموضح بشكل ٤ - ٥٥ مع ميكرومتر القياس الخارجي من حيث دقة القياس والشكل ، ويختلفان بوجود قرصين أسطوانيين على شكل طبقين بمقدمة كل من عمود القياس وقاعدة الارتكاز بميكرومتر قياس أسنان التروس.



شكل ٤ - ٥٥

#### ميكرومتر قياس أسنان التروس

1. قاعدة ارتكاز على شكل طبق.
2. عمود القياس، سطحه الأمامي على شكل طبق.
3. السطحين الأماميين لكل من عمود القياس وقاعدة الارتكاز مصنوع من مادة صلبة، لعدم حدوث خدش أو تآكل نتيجة لكثرة إحتكاكهما بالمعادن المختلفة أثناء استخدام الميكرومتر في عمليات القياس.
4. مقبض تثبيت .. (فرملة).
5. الإطار على شكل قوس أو حرف U، مغطى من كلا سطحيه الجانبين بمادة عازنة كالباكليت، لعدم تسرب حرارة اليد إلى الميكرومتر أثناء استخدامه في عمليات القياس.
6. أسطوانة القياس الداخلية، تحمل خط التقسيم الرئيسي الطولي 25.0 ملليمتر.

٧. مخروط أسطوانة مقسم على ٥٠ قسم .

٨. غلاف أسطواني مصنوع من مادة عازلة كالبكالييت.

٩. مسمار تحسس مغطى بمادة عازلة كالبكالييت.

جميع ميكرومترات قياس أسنان التروس طول مشوار عمود قياسها 25 ملليمتر ،

أما مدى نطاق قياسها فهو كالآتي :-

ميكرومتر ٠ . 25 ملليمتر

ميكرومتر 25 . 50 ملليمتر

ميكرومتر 50 . 75 ملليمتر

ميكرومتر ٧٥ . 100 ملليمتر

وهكذا ..... بزيادة قدرها 25 ملليمتر تدريجياً ، ليصل مدى نطاق قياس ميكرومتر

أسنان التروس إلى 975 ملليمتر .

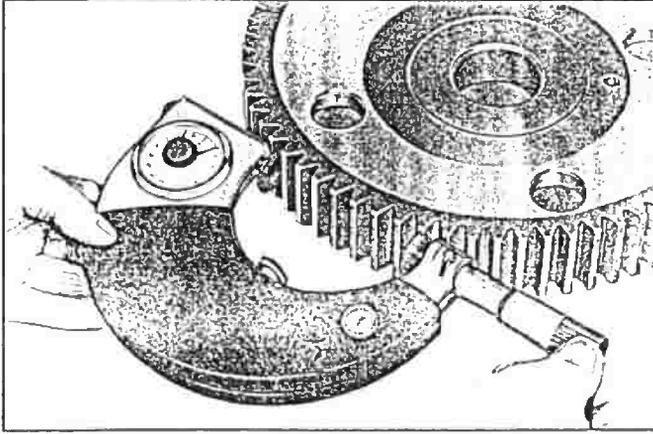
### قياس الخطوة الدائرية للترس :

يستخدم ميكرومتر قياس أسنان التروس في قياس عدد من الأسنان المحصورة في

مسافة معينة كما هو موضح بشكل ٤ - ٥٦ ، وذلك للتعرف على الخطوة الدائرية

للترس من المعادلة التالية :-

$$\frac{\text{قراءة الميكرومتر}}{\text{عدد الأسنان}} = \text{الخطوة}$$



شكل ٤ - ٥٦

قياس عدد من أسنان التروس

## ميكرومتر قياس الأسلاك

### Wire Measurement Micrometer

يتكون ميكرومتر قياس الأسلاك الموضح بشكل ٤ - ٥٧ من جزئين أساسيين

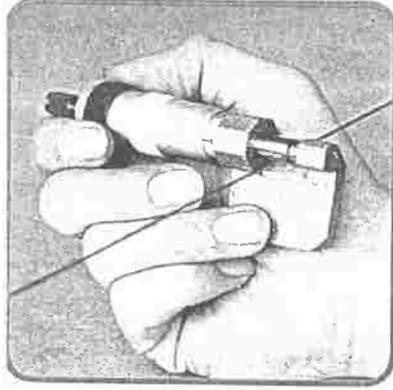
هما :-

١. الإطار : هو الهيكل الرئيسي الذي يحمل جميع أجزاء الميكرومتر وهو على شكل حرف U.

يصنع الإطار من سبيكة تتكون من النيكل والزنك والنحاس الأحمر ، وهي سبيكة قابلة للصدأ.

٢. رأس الميكرومتر : عبارة عن أسطوانة القياس الداخلية التي تحمل التقسيم الرئيسي الطولي المصمم بمجال محدود وهو 0 . 10 ملليمتر فقط ، وأسطوانة القياس الخارجية المقسم إلى ٥٠ جزء.

يستخدم ميكرومتر قياس الأسلاك في قياس أقطار الأسلاك المعدنية . يصل دقة قياسه إلى 0.01 ملليمتر.



شكل ٤ - ٥٧

استخدام الميكرومتر في قياس الأسلاك

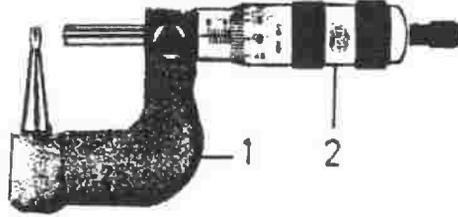
### ميكرومتر قياس المواسير

#### Tube Measurement Micrometer

يتكون ميكرومتر قياس المواسير الموضح بشكل ٤ - ٥٨ من جزأين أساسيين هما

-:

١. الإطار: هو الهيكل الرئيسي الذي يحمل جميع أجزاء الميكرومتر ، وهو على شكل زاوية قائمة ، تثبت قاعدة الارتكاز عمودية على الإطار .



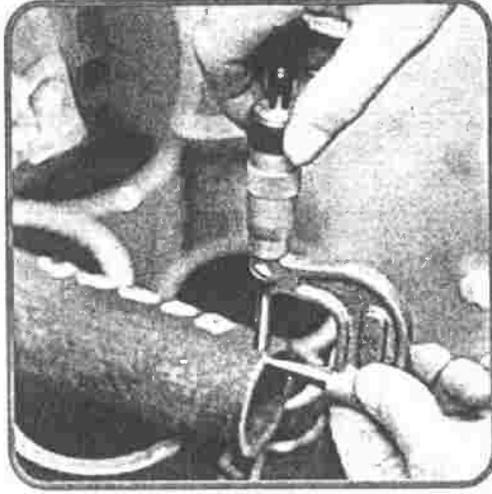
شكل ٤ - ٥٨

ميكرومتر قياس المواسير

٢. رأس الميكرومتر: وهو عبارة عن أسطوانة القياس الداخلية التي تحمل التقسيم الرئيسي الطولي 0 . 25 ملليمتر ، وأسطوانة القياس الخارجية المقسمة إلى 50 جزء .

**تكنولوجيا القياس**

يستخدم ميكرومتر قياس المواسير في قياس سمك المواسير المختلفة كما هو موضح بشكل ٤ - ٥٩ . يصل دقة قياسه إلى 0.01 ملليمتر .



شكل ٤ - ٥٩

استخدام الميكرومتر في قياس سمك المواسير

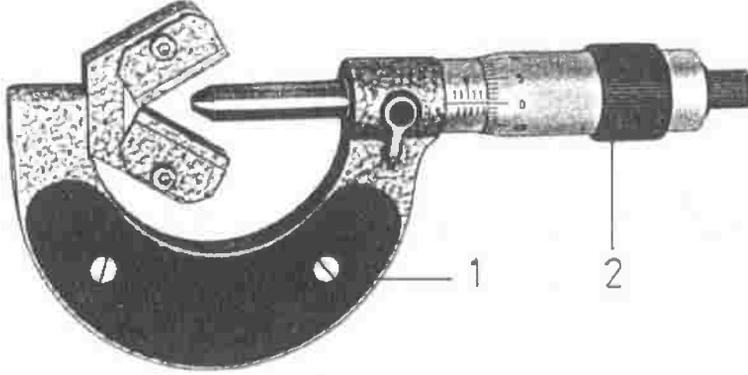
## ميكرومتر قياس التروس وعدد القطع

### Gear Teeth & Tool Measurement Micrometer

يتكون ميكرومتر قياس التروس وعدد القطع الموضح بشكل ٤ - ٦٠ من جزأين

أساسيين هما:-

١. الإطار : هو الهيكل الرئيسي الذي يحمل جميع أجزاء الميكرومتر وهو على شكل قوس ، قاعدة الارتكاز على شكل حرف V.



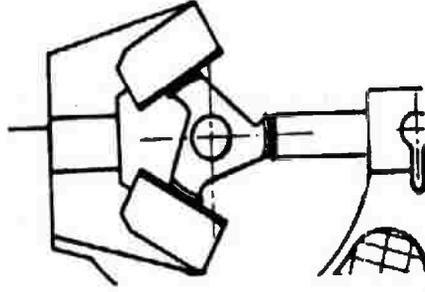
شكل ٤ - ٦٠

ميكرومتر قياس التروس وعدد القطع

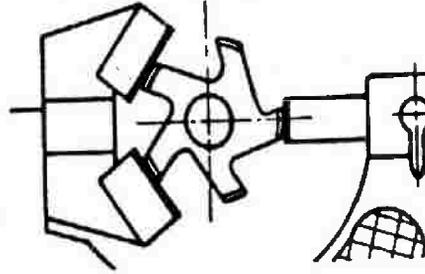
٢. الرأس : هو عبارة عن أسطوانة القياس الداخلية التي تحمل التقسيم الرئيسي الطولي 0 . 25 ملليمتر ، وأسطوانة القياس الداخلية المقسمة إلى 50 جزء. يصل دقة قياسه إلى 0.01 ملليمتر . قاعدة الارتكاز عبارة عن ضلعين مثبتين على شكل حرف V.

يستخدم ميكرومتر قياس التروس وعدد القطع في قياس عدد القطع ذات الثلاث والخمس والتسع حواف ، كسكاكين الفرايز الموضحة بشكل ٤ - ٦١ وذكر القلاووظ والبراغل .. لذلك فقد صممت قاعدة الارتكاز التي على شكل V بزوايا مختلفة لتناسب زواياها مع زوايا عدد القطع المختلفة الحواف السابقة الذكر .

يصنع الجزء الأمامي من قاعدة الارتكاز والجزء الأمامي من عمود القياس من الكريبد ، لكي لا يتأثر من الخدش أثناء عمليات قياس عدد القطع المختلفة.



(أ)



(ب)

شكل ٤ - ٦١

استخدام ميكرومتر قياس عدد القطع

في قياس التروس ذات الثلاثة والخمسة مقاطع

(أ) استخدام الميكرومتر في قياس عدد القطع ذات الثلاثة مقاطع .. (الثلاث حواف)

(ب) استخدام الميكرومتر في قياس عدد القطع ذات الخمس مقاطع .. (الخمس حواف)

## ميكرومتر قياس أبعاد المجاري

### Groove Measurement Micrometer

يتكون ميكرومتر قياس أبعاد المجاري الموضح بشكل ٤ - ٦٢ من الأجزاء الآتية

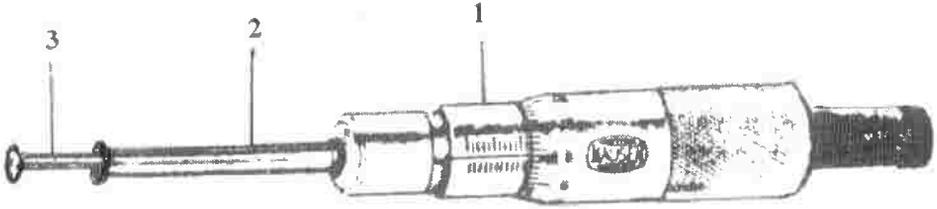
-:

١. رأس الميكرومتر: هو عبارة عن أسطوانة قياس تحمل التقسيم الرئيسي الطولي ، وأسطوانة قياس خارجية مقسمة إلى ٥٠ جزء . يصل دقة قياسه إلى 0.01 ملليمتر.

٢. الأسطوانة الطويلة الثابتة: استبدل إطار الميكرومتر التقليدي بأسطوانة طويلة ثابتة علي شكل حرف T ، الموضحة بالرسم التخطيطي بشكل ٤ - ٦٣ ، يتحرك بداخلها عمود القياس وينتهي بقاعدة الارتكاز التي على شكل حلقة ذات قطر أكبر D ، بسمك ٠.٥ ملليمتر .

يختلف طول الأسطوانة الثابتة حرف T و قطر حلقة قاعدة الارتكاز بميكرومتر أبعاد المجاري كما هو موضح بجدول ١٣ .

٣. عمود القياس : يتحرك عمود القياس بداخل الأسطوانة الطويلة الثابتة T وينتهي بحلقة ذات قطر أكبر سمك ٠.٥ ملليمتر. تتماثل حلقة أسطوانية القياس مع حلقة قاعدة الارتكاز D . مجال تحرك عمود القياس هو ٠ - ٢٥ ملليمتر .



شكل ٤ - ٦٢

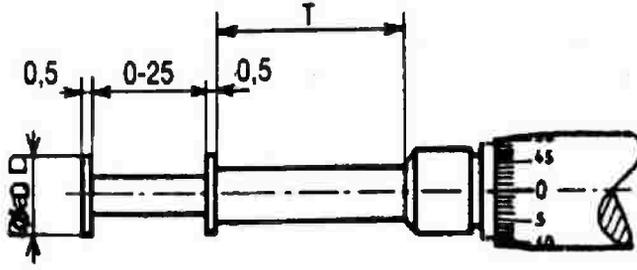
ميكرومتر قياس أبعاد المجاري

١. رأس الميكرومتر.

٢. الأسطوانة الطويلة الثابتة

٣. عمود القياس.

يختلف كل من طول الأسطوانة الثابتة حرف T و قطر حلقة قاعدة الارتكاز D بميكرومترات قياس أبعاد المجاري كما هو موضح بالجدول ٤ - ٢ .



شكل ٤ - ٦٣

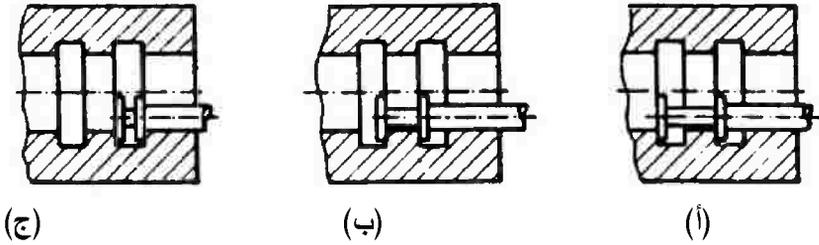
رسم تخطيطي لميكرومتر قياس أبعاد المجاري

جدول ٤ - ٢

طول الأسطوانة الثابتة وقطر حلقة قاعدتا الإرتكاز

T	D	نطاق قياس الميكرومتر بالمليمترات
٤٠	٨.٥	ميكرومتر ٠ - ٢٥
١٠٠	١٢.٥	ميكرومتر ٢٥ - ٥٠

يستخدم ميكرومتر قياس أبعاد المجاري في قياس أبعاد المجاري الداخلية والخارجية للمشغولات المختلفة كما هو موضح بشكل ٤ - ٦٤ .



شكل ٤ - ٦٤

استخدام ميكرومتر قياس أبعاد المجاري

في قياس أبعاد المجاري الداخلية للمشغولات المختلفة

(أ) قياس البعد بين نهايتي المجري.

(ب) قياس البعد بين مجرتين.

(ج) قياس بعد المجري.

## ميكرومتر قياس أبعاد مجاري الخوابير

### Width of Slots Measurement Micrometer

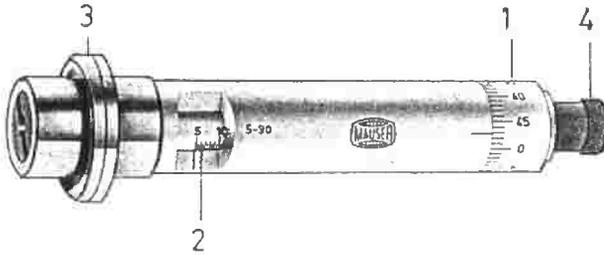
يتكون ميكرومتر قياس أبعاد مجاري الخوابير الموضح بشكل ٤ - ٦٥ من جزئين أساسيين

هما :-

١. أسطوانة القياس الخارجية التي تحمل التقسيم الدائري المقسم إلى 50 جزء ، تنتهي بحلقة ذات قطر أكبر يصل إلى 19 ملليمتر بسمك 2.5 ملليمتر .
  ٢. أسطوانة القياس الداخلية التي تحمل التقسيم الرئيسي بطول 25 ملليمتر ، وتنتهي بحلقة ذات قطر أكبر تصل إلى 19 ملليمتر بسمك 2.5 ملليمتر .
- (سمك كل من حلقة أسطوانية القياس الخارجية وحلقة أسطوانة القياس الداخلية 2.5 ملليمتر .. أي سمك الحلقتين معاً = 5 ملليمتر).

خطوة قلاووظ عمود قياس ميكرومتر قياس أبعاد مجاري الخوابير هي 0.5 ملليمتر ، ومجال قياسه 5 . 30 ملليمتر .

يصل دقة قياسه إلى 0.01 ملليمتر .. أضيف إليه ورنية ليصل دقة قياسه إلى ٠.٠٠٠١ ملليمتر .



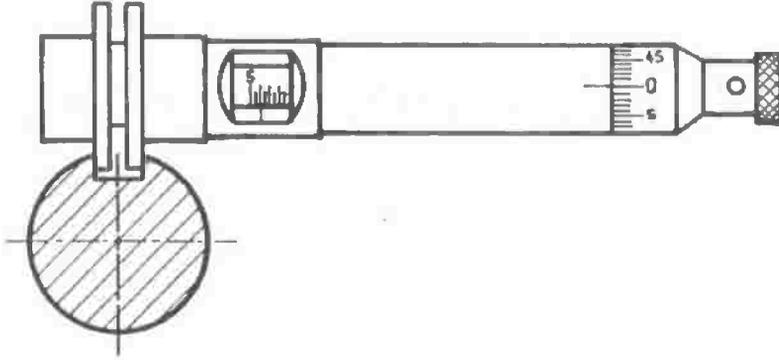
شكل ٤ - ٦٥

ميكرومتر قياس أبعاد مجاري الخوابير

١. أسطوانة القياس الخارجية ، تحمل التقسيم الدائري المقسم على 50 جزء .
٢. أسطوانة القياس الداخلية ، تحمل التقسيم الرئيسي بطول 25 ملليمتر .

٣. حلقتان أسطوانيتان كبيرتان .. (لاستخداميهما في قياس أبعاد مجاري الخوابير).  
٤. مسمار تحسس.

يستخدم ميكرومتر قياس أبعاد مجاري الخوابير في قياس أبعاد مجاري الخوابير الداخلية ، كما يستخدم في قياس أبعاد مجاري الخوابير الخارجية كما هو موضح بشكل ٤ - ٦٦ .



شكل ٤ - ٦٦

استخدام الميكرومتر في قياس مجاري الخوابير الخارجية

### ميكرومتر قياس الألواح المعدنية

#### Sheet Metal Measurement Micrometer

يتكون ميكرومتر قياس الألواح المعدنية الموضح بشكل ٤ - ٦٧ من جزئين

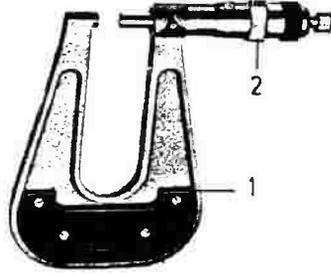
أساسيين هما :-

١. الإطار : هو الهيكل الرئيسي الذي يحمل جميع أجزاء الميكرومتر وهو على شكل

حرف U . مثبت عن موضع حمله أي من كلا جانبيه برقائق من البكاليت.

صمم الإطار بعمق ١٠٠ ملليمتر ، لإمكان قياس سمك الأبعاد العميقة للألواح

المعدنية المختلفة.

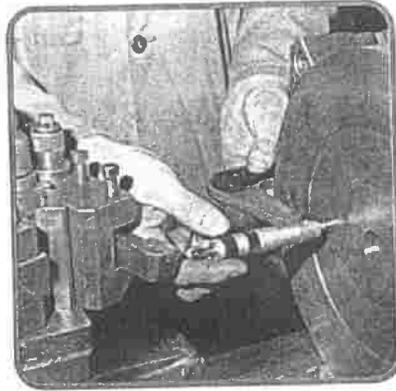


شكل ٤ - ٦٧

ميكرومتر قياس الألواح المعدنية

2. رأس الميكرومتر : خطوة فلاووظ عمود قياسه 0.5 ملليمتر . مجال قياسه 0 . 25 ملليمتر . دقة قياسه 0.01 ملليمتر . زود السطح الأمامي لكل من عمود القياس وقاعدة الارتكاز بالكربيد ، وذلك لعدم تأكلهما نتيجة لكثرة احتكاكهما بالمشغولات المعدنية المختلفة أثناء عمليات القياس.

يستخدم ميكرومتر قياس الألواح المعدنية لقياس سمك الألواح المعدنية المختلفة كما يستخدم في قياس سمك الأجزاء العميقة لأقطار المشغولات كما هو موضح بشكل ٤ - ٦٨.



شكل ٤ - ٦٨

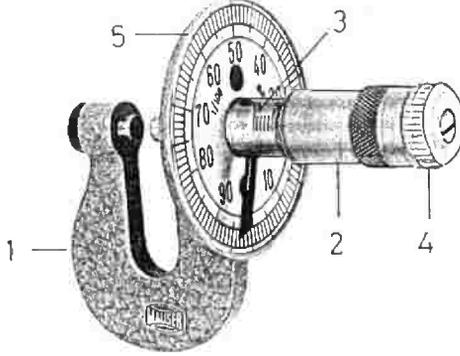
استخدام ميكرومتر قياس الألواح المعدنية  
وقياس سمك الأجزاء العميقة للمشغولات

## الميكرومتر ذو القرص الأسطواني

### Sheet Metal Gauging Disc Micrometer

يتكون الميكرومتر ذو القرص الأسطواني الموضح بشكل ٤ - ٦٩ من الأجزاء

التالية :-



شكل ٤ - ٦٩

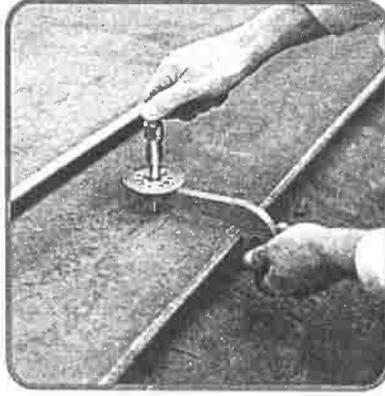
#### الميكرومتر ذو القرص المدرج

١. الإطار : وهو الهيكل الرئيسي الذي يحمل جميع أجزاء الميكرومتر وهو على شكل حرف U . صمم عمق الإطار بأربعة أبعاد 35 - 50 - 75 - 100 ملليمتر حتى يمكن الاستفادة منه في قياس الألواح المعدنية المختلفة.
٢. رأس الميكرومتر : يحمل أسطوانة القياس الخارجية . صمم رأس الميكرومتر بأربعة مجالات قياس هي 0 . 10 مم ، 0 . 15 مم ، 0 . 25 مم ، ٢٥ . 50 مم . دقة قياسه 0.01 ملليمتر . ثبت المؤشر بالرأس بحيث لا يتحرك .
٣. عمود القياس : مدرج بالمليمترات فقط . خطوة قلاووظ عمود قياسه واحد ملليمتر .
٤. عجلة التحسس : (عجلة تفويت) .. الغرض منها هو تحديد قوة الضغط ، لضمان دقة وحساسية الميكرومتر
٥. القرص الأسطواني : استبدل مخروط أسطوانة القياس بالميكرومتر التقليدي بقرص

أسطوانتي مقسم إلى 100 قسم (أقسام متساوية) . مثبتت بأسطوانة القياس بحيث يتحرك معها الحركة الدائرية أثناء دورانه ، ليشير إلى جزء من المائة من المليمتر من خلال الرقم الذي يصل إليه المؤشر .

صنع السطح الأمامي لكل من عمود القياس وقاعدة الارتكاز من الكريبد ، وذلك لعدم تأكلهما نتيجة لكثرة احتكاكهما بالمشغولات المعدنية المختلفة أثناء عمليات القياس .

يستخدم الميكرومتر ذو القرص الأسطواني في قياس سمك الألواح المعدنية ذات القياسات الدقيقة كما هو موضح بشكل ٤ - ٧٠ .



شكل ٤ - ٧٠

الميكرومتر ذو القرص الأسطواني أثناء قياس سمك لوح معدني

## العناية بالميكرومترات

الميكرومترات هي أجهزة قياس مباشرة، بنيت نظريتها على دوران مسمار قلاووظ ، داخل صامولة لتتحول الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة ، وبذلك يمكن قياس الأبعاد والأقطار بدقة تصل إلى 0.001 مم.

يتوقف أداء الميكرومترات على طريقة استعمالها والعناية التي تجرى بها عمليات القياس ، ولارتفاع ثمنها وللمحافظة على دقتها وحساسيتها لكي تكون بحالة جيدة، يجب

اتباع الإرشادات التالية :-

١. عدم دوران جسم الميكرومتر بغرض الوصول السريع إلى البعد المطلوب قياسه أثناء أو بعد عملية القياس ، حيث تؤثر هذه الطريقة على التآكل السريع في قلاووظ عمود القياس .
٢. عدم استخدام الميكرومتر كمحدد قياس فرجاري ، حيث يؤثر ذلك على الضغط على قلاووظ عمود القياس .
٣. يجب استخدام عجلة التفويت (مسمار التحسس) أثناء عملية القياس ، وذلك للحصول على القياس الدقيق ، بالإضافة إلى المحافظة على دقة وحساسية الميكرومتر .
٤. يجب ترك مسافة صغيرة بين فكي قياس ميكرومتر 0 . 25 مم عند تخزينه .. أي عدم تخزينه وفكيه متلاصقين ، لأنه بمضي مدة طويلة قد ينتج تآكل في سطحي القياس .
٥. يجب المحافظة على الميكرومترات من الصدمات والصدأ ، وعدم وضعها أو تخزينها في وسط العدد بالأدراج .
٦. يجب مراعاة أن الميكرومترات تتمدد بالحرارة ، لذلك يجب استخدامها من خلال الجانبين البكاليت لعدم تأثرها بحرارة اليد ، ويفضل إستخدامها وتخزينها عند درجة حرارة ٢٠°م .
٧. عدم ترك الميكرومترات لفترات طويلة على المخارط بأعلى الرأس الثابت (بأعلى صندوق تروس السرعات) بدون حاجز واقٍ من الحرارة ، حيث ارتفاع درجات الحرارة تأثر تأثيراً بالغاً على دقتها وحساسيتها .. وبالتالي على دقة القياس ، بل يجب وضعها على ألواح خشبية أو على مسطحات من الكاوتشوك أثناء استخدامها على آلات الإنتاج المختلفة .
٨. عدم تنظيف الميكرومتر أو تلميعها بأوراق الصنفرة مهما كانت نعومتها .

٩. يجب تزييت أجزاء الميكرومتر الداخلية بزيت خفيف خاص بالأجهزة الدقيقة في مكان واحد فقط هو لولب عمود القياس ، و يراعى عدم تنظيفه بالبززين.
١٠. التأكد من دقة وحساسية الميكرومترات بمراجعتها دورياً ، من خلال قياس مجموعة قوالب قياس بأبعاد مختلفة.
١١. تحفظ الميكرومترات في العلب ، وتخزن في الأماكن المخصصة لها.
١٢. عند تخزين الميكرومترات لفترات طويلة ، فإنه يجب تغليفها بأوراق شمعية وحفظها بأمكان مغلقة بعيدة عن الرطوبة ، ويوصي أن تكون في درجة حرارة قدرها  $20^{\circ}\text{C}$ .

### ملاحظة :

يوصي بمراجعة واختبار دقة قياس الميكرومترات من حين لآخر ، من خلال استخدام قوالب قياس ذات أسطح متوازية ، لضبطها وللتأكد من دقتها.

## الفصل الثالث

# ميكرومترات وأجهزة قياس اللوالب

## Thread Measuring Equipment & Micrometers

### مُهَيِّدٌ

ابتكر الإنسان من قديم الزمان طريقة لرفع المياه ، حيث توصل إلى صنع ما يسمى بالطنبور ، وذلك عن طريق سير المياه في طريق لولبي أثناء دورانه .  
وقد استغل جوزيف ويتورث الإنجليزي الجنسية هذه الفكرة وطورها ليصنع شكل لولب القلاووظ الإنجليزي الذي سمي باسمه .. قلاووظ ويتورث Whitworth Thread .  
ومع تعدد الأجيال فقد استخدمت عدة أنظمة للوالب (القلاووظات) ، ولسهولة التبادل التجاري للمنتجات الصناعية بين الدول ، فقد نشأ عن طريق التعاون بينها .. الاتحاد الدولي لجمعيات التوحيد القياسي ISA ، الذي عدل اسمه إلى المنظمة الدولية للتوحيد القياسي ISO ليخضع لها القلاووظ المتري والقلاووظ الإنجليزي للأنايب (المواسير) ، والتي وضع لكل منهما جداوله الخاصة .  
المنظمة الدولية للتوحيد القياسي ISO هي منظمة غير حكومية ، ولكنها إحدى المنظمات التابعة للنظام العالمي للوحدات القياسية System International Units .. المعروفة بالرمز SI .  
وكان لابد من وجود أدوات وأجهزة قياس ذات دقة محدودة ودقة عالية ، لمراجعة واختبار اللوالب (القلاووظات) المصنعة .  
وقد عرفت الميكرومترات بأنها أفضل أجهزة القياس المستعملة في الورش الميكانيكية والمصانع الإنتاجية ، وذلك لسهولة استخدامها وصغر حجمها وانخفاض ثمنها ، بالمقارنة بأجهزة القياس الأخرى التي سنتطرق إليها في الأبواب التالية .  
يتناول هذا الفصل اللوالب (القلاووظات) Thread بجميع أنواعها وأشكالها ومواصفات كل منها على حدة .

كما يتعرض لميكرومترات قياس اللولب ذات اللقم المتزاوجة ، وميكرومترات قياس اللولب ذات الدقة العالية والتي يصل دقة قياسها إلى 0.5 um.

### تعريف اللولب (القلاووظ) : Thread definition

هو عبارة عن مجرى حلزوني منظم محفور بشكل ومواصفات قياسية محددة على هيئة محيط قطعة أسطوانية من الخارج أو من الداخل.

### استخدام اللولب : Thread Usage

تستخدم اللولب ( القلاووظات) في عدة أغراض هامة هي كالآتي :-

١. إحكام ربط وتثبيت الأجزاء المختلفة.
٢. عمل الوصلات بمسامير قابلة لل فك والربط.
٣. عمل وصلات بنهايات مواسير المياه والغاز أو غيرها.
٤. تحويل الحركة الدورانية في أعمدة القلاووظ إلى حركة مستقيمة.

### أبعاد ومواصفات اللولب : Thread Specifications & dimensions

لكل لولب (قلاووظ) أبعاده المميزة ، ويعتبر القطر وزاوية السن والخطوة (المسافة بين سنتين متتاليتين) أهم هذه الأبعاد ، كما يشترط عند تركيب الوصلات المقلوطة توافق اللولبين المتزاوجين توافقاً تاماً.

ولسهولة عمليات التصنيع والإنتاج وإعطاء المنتج صفة التبادلية ، فقد وضع لكل نوع من أنواع القلاووظات مواصفاته القياسية وجداوله الخاصة.

### أنواع اللولب : Thread Types

تنقسم اللولب (القلاووظات) من حيث الاستعمال إلى نوعين أساسيين هما :-

١. قلاووظ تثبيت وتوصيل.
٢. قلاووظ نقل حركة.

## لولب التثبيت والتوصيل

### Fastening Screw Thread

مقطع سن لولب التثبيت والتوصيل على شكل مثلث ، زاوية رأسه حادة مقدارها  $60^{\circ}$  أو  $55^{\circ}$  .. لذلك يسمى بالوسط الفني بالقلاووظ المثلث.

تستخدم المسامير بالاستعانة بالصواميل لتثبيت الأجزاء بعضها ببعض أو للتثبيت المؤقت (لربط الجزء الذي يكثر استبداله أو فكّه وإعادة تثبيته) ، وأقرب مثال لذلك هو مسمار الربط بحامل القلم بالمخرطة ، كما يستخدم القلاووظ المثلث في توصيل الأجزاء بعضها ببعض كما هو الحال بالوصلات المختلفة المقلوطة من الداخل أو من الخارج لإمداد مواسير المياه والغاز.

ينتمي قلاووظ التثبيت والتوصيل إلى نظامين هما:-

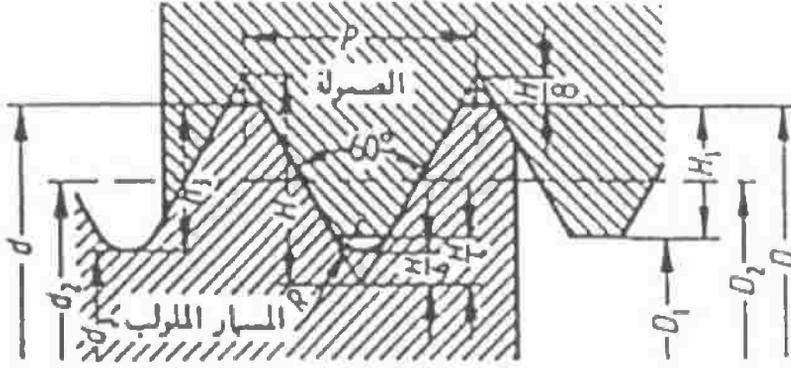
١. النظام المتري .. Metric System

٢. النظام الإنجليزي .. British system

### اللولب المتري الدولي

#### Metric ISO thread

اللولب المتري الدولي الموضح بشكل ٤ - ٧١ جميع أبعاده بالمليمترات ، مقطع سنه على شكل مثلث متساوي الأضلاع ، زاويته مقدارها  $60^{\circ}$  ، قمة سن المسمار والصامولة بشكل مستوي ، أما قاع سن المسمار والصامولة فهما بشكل مستدير . يرمز له بالرمز M أو م.



شكل ٤ - ٧١

## اللولب المتري الدولي

$d = D$  ..... القطر الاسمي

$P$  ..... الخطوة

$H = 0.866 P$  ..... ارتفاع مثلث السن

$h_3 = 0.6134 p$  ..... عمق سن المسمار

$H_1 = 0.5413 p$  ..... عمق سن الصامولة

$R = 0.1443 p$  ..... قوس قاع السن بالمسمار والصامولة

..... قطر دائرة الخطوة (القطر المتوسط أو القطر الفعال للمسمار والصامولة)

$D_2 = d_2 = d - 0.6495 p$

$d_3 = d - 1.2269 p$  ..... قطر قاع السن بالمسمار (القطر الأصغر للمسمار)

$D_1 = d - 1.0825 p$  ..... قطر قاع السن بالصامولة (القطر الأصغر للصامولة)

$As = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$  ..... المقطع المستعرض للإجهاد (مساحة مقطع الرايش)

..... زوية السن  $60^\circ$

كما يمكن استخدام المعادلات المقربة التالية :-

$d_3 = d - 1.23 p$  ..... قطر قاع السن بالمسمار (القطر الأصغر للمسمار)

$D_2 = d_2 = d - 0.65 p$  ..... قطر دائرة الخطوة (القطر المتوسط للمسمار والصامولة)

$D_1 = d - 1.08 p$  ..... قطر قاع بالصامولة (القطر الأصغر للصامولة)

تتكون اللوالب (القلاووظات) المترية من نوعين أساسيين هما :-

١. اللولب المتري الأساسي : Standard metric thread

يسمى أيضاً باللولب المتري العادي ، له نفس المواصفات السابق ذكرها ، وهو ذو خطوة كبيرة ، يذكر بقطره الخارجي فقط ، حيث لكل قطر خطوته الثابتة.

٢. القلاووظ المتري الدقيق : Fine metric Thread

يسمى أيضاً باللولب المتري الخاص Special metric Thread وله نفس المواصفات السابق ذكرها ، وهو ذو خطوة صغيرة ، ويعرف بقطره الخارجي  $\times$  الخطوة.

الخطوة الصغيرة في سن اللولب المتري الدقيق (القلاووظ المتري الخاص) ، تعني ميل صغير بجانب الأسنان المتعددة بالمسمار والصامولة ، الذي ينتج عنه قوة احتكاك كبيرة ، والذي يخفض من خطر حل (فك) القلاووظ وخاصة عند تثبيته في أماكن التشغيل القابلة للاهتزازات.

فيما يلي جداول ٤ - ٣ ، جدول ٤ - ٤ الخاصة باللولب المترية حسب النظام الدولي SI طبقاً لمواصفات ISO . وضعت هذه الجداول للاستعانة بها في أثناء التشغيل أو عند المعايرة.

## جدول ٤ - ٣

اللؤلؤ المتري الأساسي الدولي ISO  
Metric ISO Thread

قطر ثقب الصلامونة mm	مساحة مقطع البرايش A <sub>s</sub> mm	قوس قاع السن R mm	عمق السن		القطر الأصغر		القطر المتوسط d <sub>2</sub> = D <sub>2</sub> mm	الخطوة P mm	القطر الاسمي d = D mm
			صامولة H <sub>1</sub> mm	مسمار h <sub>2</sub> mm	صامولة D <sub>1</sub> mm	مسمار d <sub>3</sub> mm			
0.75	0.46	0.036	0.135	1.153	0.729	0.693	0.838	0.25	M1
0.85	0.59	0.036	0.135	1.153	0.829	0.793	0.938	0.25	M1.1
0.95	0.73	0.036	0.135	1.153	0.929	0.893	1.038	0.25	M1.2
1.1	0.98	0.043	0.162	0.184	1.075	1.032	1.205	0.3	M1.4
1.3	1.27	0.051	0.189	0.215	1.221	1.171	1.273	0.35	M1.6
1.5	1.70	0.051	0.189	0.215	1.141	1.371	1.573	0.35	M1.8
1.6	2.07	0.058	0.217	0.245	1.567	1.509	1.740	0.4	M2
1.8	2.48	0.065	0.244	0.276	1.713	1.509	1.908	0.45	M2.2
2.1	3.39	0.065	0.244	0.276	2.013	1.648	2.208	0.45	M2.5
2.5	5.03	0.072	0.271	0.307	2.456	2.387	2.675	0.5	M3
2.9	6.77	0.087	0.325	0.368	2.850	2.764	3.110	0.6	M3.5
3.3	8.78	0.101	0.379	0.429	3.242	3.141	3.545	0.7	M4
4.2	14.2	0.115	0.433	0.491	4.134	4.019	4.480	0.8	M5
5.0	20.1	0.144	0.541	0.613	4.917	4.773	5.350	1	M6
6.8	36.6	0.180	0.677	0.767	6.647	6.466	7.188	1.25	M8
8.5	58.0	0.217	0.812	0.920	8.376	8.160	9.026	1.5	M10
10.2	84.3	0.253	0.947	1.074	10.106	9.853	10.863	1.75	M12
12	115	0.289	1.083	1.227	11.835	11.546	12.701	2	M14
14	157	0.289	1.083	1.227	13.835	13.546	14.701	2	M16
15.5	192	0.361	1.353	1.534	15.294	14.933	16.376	2.5	M18
17.5	245	0.361	1.353	1.534	17.294	16.933	18.376	2.5	M20
19.5	303	0.361	1.353	1.534	19.294	18.933	20.376	2.5	M22
21	353	0.433	1.624	1.840	20.752	20.319	22.051	3	M24
24	459	0.433	1.624	1.845	23.752	23.319	22.051	3	M27
26.5	561	0.505	1.894	2.147	26.211	25.706	27.727	3.5	M30
32	817	0.577	2.165	2.454	31.670	31.093	33.402	4	M36
347.5	1120	0.650	2.436	2.760	37.129	36.479	39.077	4.5	M42
43	1470	0.722	2.706	3.067	42.587	41.866	44.752	5	M48
50.5	2030	0.794	2.977	3.374	50.046	49.252	52.428	5.5	M56
58	3680	0.866	3.248	3.681	57.505	56.639	60.103	6	M64

جدول ٤ - ٤

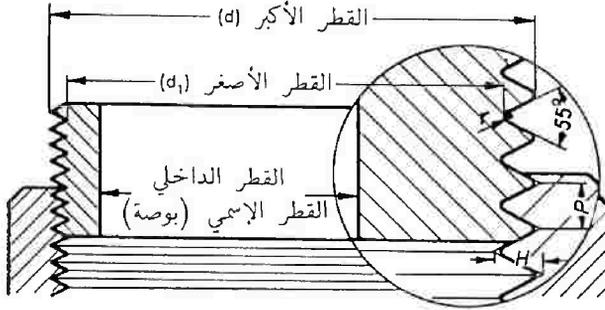
اللولب المتري الدقيق الدولي ISO  
Fine Metric ISO Thread

القطر الأصغر		القطر المتوسط $d_2=D_2$ mm	القطر الاسمي $d = p$ mm	القطر الأصغر		القطر المتوسط $d_2=D_2$ mm	القطر الاسمي $d = p$ mm
للمسامرة $D_1$ mm	للمسامر $d_3$ mm			للمسامرة $D_1$ mm	للمسامر $d_3$ mm		
28.376	28.160	29.026	M30X1.5	1.783	1.755	1.870	M2X0.2
27.835	27.546	28.701	M30X2	2.229	2.193	2.338	M2.5X0.25
34.376	34.160	35.026	M36X1.5	2.261	2.571	2.773	M3X0.35
33.835	33.546	34.701	M36X2	3.459	3.387	3.675	M4X0.5
40.376	40.160	41.026	M42X1.5	4.459	4.387	4.675	M5X0.5
39.835	39.546	40.701	M42X2	4.188	4.080	5.513	M6X0.75
46.376	46.160	47.026	M48X1.5	7.188	7.080	7.513	M8X0.75
45.835	54.546	64.701	M48X2	6.917	6.773	7.530	M8X1.0
54.376	54.160	5.026	M56X1.5	9.188	9.080	9.513	M10X0.75
53.835	53.546	54.701	M56X2	8.917	8.773	9.350	M10X1
61.835	61.546	62.701	M64X2	10.917	10.773	11.350	M12X1
68.752	68.319	70.051	M72X3	10.647	10.466	11.188	M12X1.25
76.752	76.139	78.051	M80X3	14.917	14.773	15.350	M16X1
85.670	85.093	87.402	M90X4	14.376	14.160	15.026	M16X1.5
95.670	95.093	97.402	M100X4	18.917	18.773	19.350	M20X1
120.670	120.093	122.402	M125X4	18.376	18.160	19.026	M20X1.5
133.505	132.639	136.103	M140X5	22.376	22.160	26.026	M24X1.5
153.505	152.639	156.103	M160X6	21.835	21.546	22.701	M24X2

## لولب وتورث للأنايب

### Whitworth Pipes Thread

لولب ويتورث للأنايب (المواسير) الموضح بشكل ٤ - ٧٢ ، عرف بهذا الاسم نسبة إلى مخترعه الإنجليزي ويتورث Whitworth .  
القطر الاسمي هو القطر الداخلي للأنبوب أو الماسورة ، يقاس بالبوصة Inch ، أما الخطوة Pitch فإنها تحدد من عدد الأسنان في بوصة الطولية ، مقطوع سنه على شكل مثلث متساوي الساقين ، زاويته مقدارها  $55^{\circ}$  ، قمة وقاع سن المسورة والجلبة بشكل مستدير . يرمز له بالرمز R أو R .



شكل ٤ - ٧٢

#### لولب ويتورث للأنايب

- عدد الأسنان (الخطوات في البوصة الطولية) ..... Z  
الخطوة بالمليمترات =  $\frac{25.4}{Z} P$  .....  
القطر الأكبر للولب الماسورة والجلبة ..... d  
القطر الأصغر للولب الماسورة والجلبة .....  $d_1 = d - 1.28 p$   
قطر دائرة الخطوة (القطر المتوسط للماسورة والجلبة) .....  $d_2 = d - 0.6403 p$   
استدارة قمة وقاع السن .....  $r = 0.137 p$   
ارتفاع مثلث السن .....  $H = 0.96 p$   
زاوية سن اللولب .....  $55^{\circ}$

ينشابه لولب ويتورث للأنايبب مع لوالب المواصفات القياسية الإنجليزية القديمة .. ولكن باختلاف الخطوة فهي أصغر في قلاووظ الأنايبب الحديث. يستعمل لولب ويتورث للأنايبب في توصيل شبكات المياه والغاز. من مواصفات لولب ويتورث للأنايبب إنه لا ينسب تسميته إلى قطره الخارجي ، بل إلى قطر الماسورة الداخلي ، أي عند ذكر قلاووظ أنايبب 1" .. هذا يعني أن القطر الداخلي للماسورة = 1" .

∴ قطر اللولب الخارجي للماسورة = القطر الداخلي 1" + سمك الماسورة × 2

فيما يلي جدول ٤ - ٥ الخاص بلولب ويتورث للأنايبب حسب النظام الدولي SI طبقاً لمواصفات ISO . وضع هذا الجدول للاستعانة به أثناء التشغيل أو عند المعايرة .

### جدول ٤ - ٥

### لولب ويتورث للأنايبب

عدد الخطوات في البوصة Z	الخطوة P	الماسورة الملولبة والجلبة		القطر الاسمي (القطر الداخلي) in .. بوصة
		القطر الأصغر d <sub>1</sub>	القطر الأكبر d	
28	0.91	8.57	9.73	R $\frac{1}{8}$
19	1.34	11.45	13.16	R $\frac{1}{4}$
19	1.34	14.95	16.66	R $\frac{3}{8}$
14	1.81	18.63	20.96	R $\frac{1}{2}$
14	1.81	20.59	22.91	( R $\frac{5}{8}$ )
14	1.81	24.12	26.44	R $\frac{3}{4}$

14	1.81	27.88	30.20	$(R \frac{7}{8})$
11	2.31	30.29	33.25	R 1
11	2.31	38.95	41.61	$R 1 \frac{1}{4}$
11	2.31	44.85	47.81	$R 1 \frac{1}{2}$
11	2.31	50.79	53.75	$(R 1 \frac{3}{4})$
11	2.31	56.66	59.62	R 2
11	2.31	62.76	65.71	$(R 2 \frac{1}{4})$
11	2.31	72.23	75.19	$R 2 \frac{1}{2}$
11	2.31	78.58	81.54	$R 2 \frac{3}{4}$
11	2.31	84.93	87.89	R 3
11	2.31	91.03	93.98	$R 3 \frac{1}{4}$
11	2.31	97.37	100.33	$R 3 \frac{1}{2}$
11	2.31	103.73	106.68	$(R 3 \frac{3}{4})$
11	2.31	110.08	113.03	R 4
11	2.31	122.78	125.74	$(R 4 \frac{1}{2})$
11	2.31	135.48	138.44	R 5

ملاحظة: 

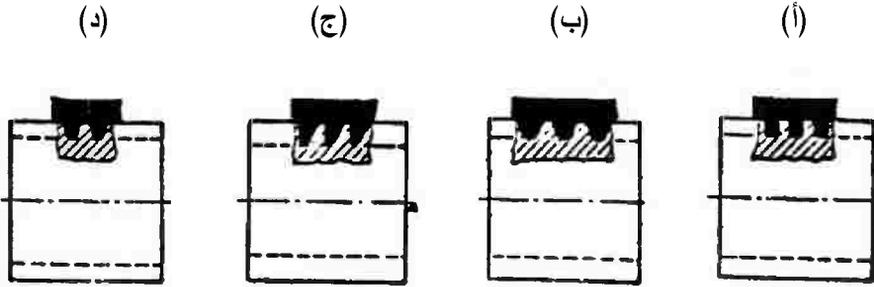
ينبغي عدم استخدام المواسير والجبب الملولة المبينة أقطارها الاسمية بين الأقواس .. طالما كان ذلك ممكناً.

## لوائب نقل الحركة

### Power Transmission Threads

مقطع سن لوائب (قلاووظات) نقل الحركة على شكل مربع . شبه منحرف . مستدير . منشاري شكل ٤ - ٧٣ .

يعتبر لولب شبه المنحرف هو الأكثر انتشاراً ، حيث يستخدم في جميع آلات الإنتاج والتشغيل ، أما اللولب المربع فهو غير قياسي وإنتاجه نادراً لكثرة عيوبه ، لذلك فهو قليل الاستعمال . من أهم مميزات لولب نقل الحركة هي تحملها للضغوط العالية .



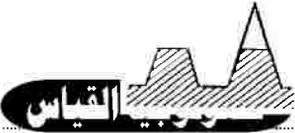
شكل ٤ - ٧٣

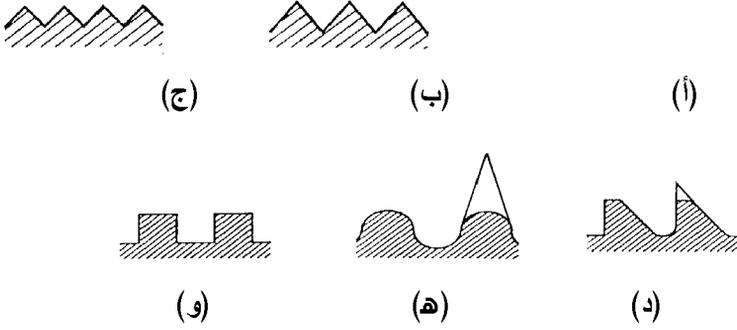
مقطع أسنان لوائب نقل الحركة

- (أ) لولب مربع .
  - (ب) لولب مستدير .
  - (ج) لولب منشاري .
  - (د) لولب شبه منحرف .
- أساس مقطع اللوائب القياسية :**

جميع أنواع اللوائب القياسية (قلاووظ الربط والتوصيل وقلاووظ نقل الحركة) مقطع

أسنانها مثلثة الشكل كما هو موضح بشكل ٤ - ٧٤ .





شكل ٤ - ٧٤

جميع أنواع اللولب القياسية مقطع أسنانها مثلثة

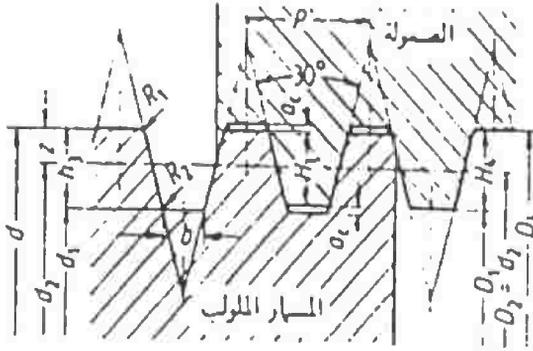
- (أ) لولب متري.
- (ب) لولب ويتورث.
- (ج) لولب شبه منحرف.
- (د) لولب منشاري.
- (هـ) لولب مستدير.
- (و) لولب مربع .. (غير قياسي حيث أن المقطع الأساسي للسن بشكل مربع).

لولب شبه المنحرف

### Trapezoidal ISO Thread

لولب شبه المنحرف الموضح بشكل ٤ - ٧٥ يسمى أيضاً بلولب أو قلاووظ أكم Acme وهو من لولب نقل الحركة . جميع أبعاده بالمليمترات . مقطع سنة على شكل شبه منحرف ، زاويته مقدارها  $30^0$  . يرمز له بالرمز Tr أو تر .

يعتبر لولب شبه المنحرف من أكثر أنواع قلاووظات نقل الحركة انتشاراً في آلات الإنتاج والتشغيل ، حيث يستخدم في نقل الحركة الدائرية وتحويلها إلى حركة مستقيمة .. وأقرب مثال على ذلك هي أعمدة اللولب بالمخارط - الفرايز - المقاشط ..... الخ.



شكل ٤ - ٧٥

لؤلؤ شبه المنحرف

- $d = D$  ..... القطر الاسمي
- $p$  ..... الخطوة
- $d_2 = D_2 = d - 0.5 P$  ..... (القطر المتوسط)
- $H_1 = .5 P$  ..... ارتفاع جانب السن
- $h_3 = H_4 + 0.5p + ac$  ..... عمق السن
- $d_3 = d - 2 h_a$  ..... القطر الأصغر للؤلؤ المسمار
- $D_4 = d + 2ac$  ..... القطر الأكبر للؤلؤ الصامولة
- $D_1 = d - 2 H_1 = d - p$  ..... القطر الأصغر للؤلؤ الصامولة
- $\frac{1}{2} Z = 0.25p = H$  ..... رأس السن
- $a_c$  ..... الخلوص
- $R_1 = 0.5 a_c$  ..... استدارة الحواف
- $R_2 = a_c$  ..... استدارة الحواف
- $30^\circ$  ..... زاوية السن
- $b = 0.366p - 0.54 a_c$  ..... عرض قلم الخراطة

فيما يلي جدول ٤ - ٦ الخاص بلؤلؤ (قلاووظ) شبه المنحرف حسب النظام الدولي SI طبقاً لمواصفات ISO . وضع هذا الجدول للاستعانة به أثناء التشغيل أو عند المعايرة .

## جدول ٤ - ٦

## لولب شبه المنحرف

## حسب النظام الدولي SI طبقاً لمواصفات ISO

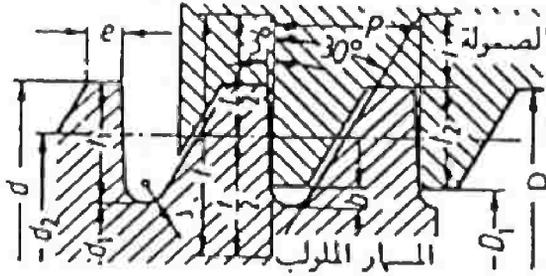
القيمة القطعة ac mm	عرض قلم الخرائطة b mm	قطر دائرة الخطوة d <sub>2</sub> =D <sub>2</sub> mm	عمق السن h <sub>3</sub> =H 4 mm	الصامولة		المسمار الملولب		رمز اللولب d × p
				القطر الأكبر D <sub>4</sub> mm	القطر الأصغر D <sub>1</sub> mm	مساحة المقطع المستعرض للقلب Cm <sup>2</sup>	القطر الأصغر d <sub>3</sub> mm	
0.25	0.597	9.0	1.25	10.5	8.0	0.44	7.5	tr 10 × 2
0.25	0.963	10.5	1.75	12.5	9.0	0.57	8.5	tr 12 × 3
0.25	1.329	14.0	2.25	16.5	12.0	1.04	11.5	tr 16 × 4
0.25	1.329	18.0	2.25	20.5	16.0	1.89	15.5	tr 20 × 4
0.25	1.695	21.5	2.75	24.5	19.0	2.69	18.5	tr 24 × 5
0.5	1.695	20.0	4.5	25.0	16.0	1.77	15.0	tr 24 × 8
0.25	1.695	25.5	2.75	28.5	23.0	3.97	22.5	tr 28 × 5
0.5	1.926	24.0	4.5	29.0	20.0	2.83	19.0	tr 28 × 8
0.5	1.926	29.0	3.5	33.0	26.0	4.90	25.0	tr 32 × 6
0.5	1.926	27.5	5.5	33.0	22.0	3.46	21.0	tr 32 × 10
0.25	0.963	34.5	1.75	36.5	33.0	8.29	32.0	tr 36 × 3
0.5	1.926	33.0	3.5	37.0	30.0	6.60	29.0	tr 36 × 6
0.5	1.926	31.0	5.5	37.0	26.0	4.90	25.0	tr 36 × 10
0.5	2.922	36.5	4.0	41.0	33.0	8.04	32.0	tr 40 × 7
0.5	2.922	35.0	5.5	41.0	30.0	6.60	29.0	tr 40 × 10
0.5	2.658	44.0	4.5	49.0	40.0	11.94	39.0	tr 48 × 8
0.5	2.658	42.0	6.5	49.0	36.0	9.61	35.0	tr 48 × 12
0.5	2.658	48.0	4.5	53.0	44.0	14.51	43.0	tr 52 × 8
0.5	3.024	55.5	5.0	61.0	51.0	19.63	50.0	tr 60 × 9
0.5	3.390	65.0	5.5	71.0	60.0	27.33	59.0	tr 70 × 10
1.0	5.316	62.0	9.0	72.0	54.0	21.23	52.0	tr 70 × 16

## لولب سن المنشار

### Buttress Thread

لولب سن المنشار الموضح بشكل ٤ - ٧٦ سمي بهذا الاسم لتشابه أسنانه مع أسنان سلاح المنشار ، كما يسمى بلولب سن كتفي ، وهو ذو باب واحد . يعتبر من قلاووظات نقل الحركة.

يستخدم لولب سن المنشار عند وجود ضغط عليه في اتجاه واحد ، لذلك فهو اللوالب الأكثر انتشاراً في الروافع والمكابس بأنواعها والمطارق الميكانيكية . مقدار زاوية سنه  $33^0$  يرمز له بالرمز S أو س . جميع أبعاده بالمليمترات.



شكل ٤ - ٧٦

#### لولب سن المنشار

- القطر الأكبر للولب المسمار = قطر قاع السن الأكبر للولب الصاموئة .....  $d = D$
- الخطوة .....  $p$
- ارتفاع مثلث السن .....  $t = 1.732 p$
- عمق السن للمسمار .....  $t_1 = 0.868 p$
- عمق السن للصاموئة .....  $t_2 = 0.75 t$
- القطر الأصغر لسن المسمار .....  $d_1 = d - 2t_1 = d - 1.736 p$
- القطر الأصغر للصاموئة .....  $D_1 = d - 2t_2 = d - 1.5p$
- قطر دائرة الخطوة (القطر المتوسط) .....  $d_2 = D + si - t = D - 0.682 P$
- عرض مقدمة سن لولب المسمار .....  $e = 0.264 p$
- الارتفاع العمودي للمثلث من قمة سن لولب المسمار .....  $i = 0.525 P$

ارتفاع قوس قاع السن بالمسمار .....  $b = 0.118 P$

قوس قاع السن بالمسمار .....  $r = 0.124 P$

زاوية السن .....  $30^0 + 3^0 = 33^0$

ملاحظة: 

يميل الضلع العلوي لسن اللولب المنشاري بمقدار ثلاثة درجات في اتجاه التحميل

.. (الاتجاه العمودي على المحور) ، لذلك فإن الزاوية الكلية لسن هذا اللولب هي  $30^0$

$+ 33^0 = 30^0$

فيما يلي جدول ٤ - ٧ الخاص بلولب سن المنشار حسب النظام الدولي SI طبقاً

لمواصفات ISO . وضع هذا الجدول للاستعانة به أثناء التشغيل أو عند المعايرة.

### جدول ٤ - ٧

#### لولب سن المنشار

مساحة مقطع المستعرض للقلب $Cm^2$	قطر دائرة الخطوة $d_2$ mm	الصامولة		المسمار الملولب		رمز اللولب $d \times P$
		عمق السن $t_2$ mm	القطر الأصغر $d_1$ mm	عمق السن $t_1$ mm	القطر الأصغر $d_1$ mm	
0.571	10.636	1.5	9	1.736	8.528	S 12 × 2
1.23	14.636	1.5	13	1.736	12.528	S 16 × 2
2.15	18.636	1.5	17	1.736	16.528	S 20 × 2
2.77	21.954	2.25	19.5	2.603	18.794	S 24 × 3
4.83	27.954	2.25	25.5	2.603	24.794	S 30 × 3
7.45	33.954	2.25	31.5	2.603	30.794	S 36 × 3
9.51	37.954	2.25	35.5	2.603	34.794	S 40 × 3
14.38	45.954	2.25	43.5	2.603	42.794	S 48 × 3
19.47	52.954	2.25	50.5	2.603	49.794	S 55 × 3
23.58	57.954	2.25	55.5	2.603	54.794	S 60 × 3
31.23	77.272	3	64	3.471	63.058	S 70 × 4
41.92	77.272	3	74	3.471	73.058	S 80 × 4
54.18	87.272	3	84	3.471	83.058	S 90 × 4
68.01	97.272	3	94	3.471	93.058	S 100 × 4
94.32	115.909	4.5	111	5.207	109.586	S 120 × 6

## اللولب المستدير

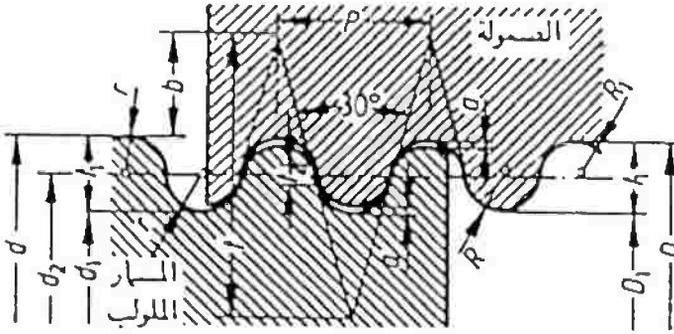
### Round Thread

اللولب المستدير الموضح بشكل ٧٧ - ٤ يسمى بالمستدير أو النصف دائري نسبة إلى قمة وقاع أسنانه التي على شكل قوس ، والتي تجعل شكله كالمتآكل تأكلاً شديداً.

عدم وجود حواف حادة بأسنانه تجعله يتميز بعدم تأثره بالصدمات مهما كانت قوتها ، بالإضافة إلى تحمله للضغوط العالية وسهولة ربطه وفكه.

يصلح اللولب المستدير بالأماكن المعرضة للرمال والأتربة والتي يقل الاهتمام بصيانتها ، لذلك فإنه يستخدم في وصلات شدادات عربات السكك الحديدية ووصلات خراطيم محابس المياه الكبيرة.

القطر الاسمي للولب المستدير هو القطر الخارجي والخطوة ، ويعطيان بالبوصة . تقدر بعدد الأسنان في البوصة الطولية ، يشكل جانبي أسنانه زاوية قدرها  $30^{\circ}$  . يرمز له بالرمز Rd أو رد.



شكل ٧٧ - ٤

اللولب المستدير

عدد الأسنان (الخطوات) في البوصة الطولية .....  $Z$

الخطوة بالمليمتر .....  $P = \frac{25.4}{Z}$

عمق السن من جهة واحدة .....  $t_1 = 0.5 P$

$a = 0.05 P$ .....	خلوص القمة
$d$ .....	القطر الأكبر للولب المسمار
$d_1 = d - 2 t_1 = d - p$ .....	القطر الأصغر للولب المسمار
$D = d + 2a = d + 0.1 p$ .....	القطر الأكبر للولب الصامولة
$D_1 = d = 2 (a - t_1) = d - 0.9 p$ .....	القطر الأصغر للولب الصامولة
$d_2 = d + 2b - t = d - 0.5 p$ .....	قطر دائرة الخطوة (القطر المتوسط)
$b = 0.683 P$ .....	الارتفاع العمودي للمثلث من قمة سن لولب المسمار
$r = 0.2385 p$ .....	قوس قمة وقاع السن بالمسمار
$R = 0.256 P$ .....	قوس قمة سن الصامولة
$R_1 = 0.221 p$ .....	قوس قاع سن الصامولة
$30^0$ .....	زاوية السن

فيما يلي جدول ٤ - ٨ الخاص باللولب المستدير حسب النظام الدولي SI طبقاً لمواصفات ISO . وضع هذا الجدول للاستعانة به أثناء التشغيل أو عند المعايرة.

جدول ٤ - ٨  
اللولب المستدير

عمق تحميل السن $t_2$ mm	عمق السن $t_1$ mm	الخطوة P mm	عدد خطوات في البوصة Z	الصامولة		قطر دائرة الخطوة $d_2$ mm	المسماز الملوب قطر القنب (الأصفر) $d_1$ mm	رمز اللولب $d \times p$
				القطر الأصغر $D_1$ mm	القطر الأكبر D mm			
0.212	1.270	2.540	10	5.714	8.254	6.730	5.460	Rd 8 × $\frac{1}{10}$
0.212	1.270	2.540	10	7.714	10.254	8.730	7.460	Rd 10 × $\frac{1}{10}$
0.212	1.270	2.540	10	9.714	10.254	10.730	9.460	Rd 12 × $\frac{1}{10}$
2.265	1.588	3.175	8	13.142	16.318	14.412	12.825	Rd 16 × $\frac{1}{8}$
0.265	1.588	3.175	8	17.142	20.318	18.412	16.825	Rd 20 X $\frac{1}{8}$
0.265	1.588	3.175	8	21.142	24.318	22.412	20.825	Rd 24 X $\frac{1}{8}$
0.265	1.588	3.175	8	27.142	30.318	28.412	26.825	Rd $\frac{1}{8}$ 30 X
0.265	1.588	3.175	8	33.142	36.318	34.412	32.825	Rd 36 X $\frac{1}{8}$
0.303	2.117	4.233	6	44.190	48.423	45.883	43.767	Rd 48 X $\frac{1}{6}$
0.353	2.117	4.233	6	56.190	60.423	57.883	55.767	Rd 60 X $\frac{1}{6}$

## قياس اللوالب

### Thread Measurement

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

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

اللوالب بجميع أنواعها يجب أن تكون بالمواصفات التالية :-

١. شكل اللولب نظيفاً وناعماً.
  ٢. وجود شطف  $45^{\circ}$  في بداية اللولب ومجرى يساوي القطر الأصغر للولب في نهايته.
  ٣. قمة الأسنان غير حادة.
  ٤. مقطع سن اللولب بشكل عمودي على المحور .. أي السن غير مائل.
  ٥. جوانب الأسنان هي المحملة وليست رؤوسها.
  ٦. الانزلاق يكون محكماً.
  ٧. مراجعة خطوات لوالب التثبيت باستخدام محدد قياس الخطوة المترية الذي زاوية ميله  $60^{\circ}$  أو الإنجليزي الذي زاويته  $55^{\circ}$  ، بحيث يطابق أسنان اللولب المصنع تماماً.
- تسمى محددات اللوالب بالوسط الفني بضبعة القلاووظ أو مشط القلاووظ أو كشاف القلاووظ.

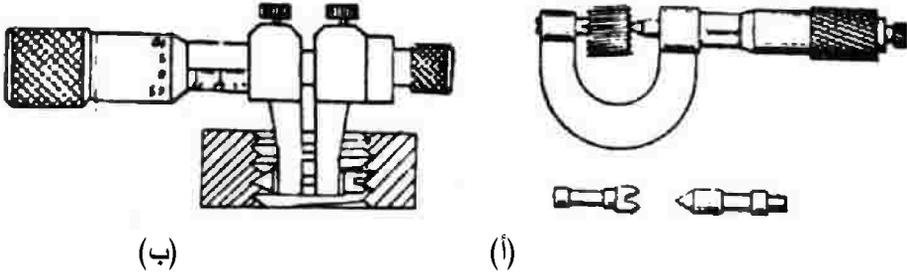
## ميكرومتر قياس اللوالب

### Screw Thread Micrometer

اللوالب الخارجية والداخلية المصنعة المراد تزاجها بالأجزاء الدقيقة ، غالباً ما يتم

**تكنولوجيا القياس**

قياسها ومراجعتها باستخدام الميكرومترات الخارجية والداخلية لقياس اللوالب.  
الميكرومترات الخارجية والداخلية لقياس اللوالب الموضحة بشكل ٤ - ٧٨ عبارة  
عن ميكرومترات خارجية وداخلية عادية ، صممت على أن يثبت بكل من العمود  
القياسي وقاعدة الارتكاز لقم قابلة للتغيير ، وذلك لقياس أسنان اللوالب بخطواتها  
المختلفة.



شكل ٤ - ٧٨

ميكرومترات قياس اللوالب

(أ) ميكرومتر قياس أسنان اللوالب الخارجية.

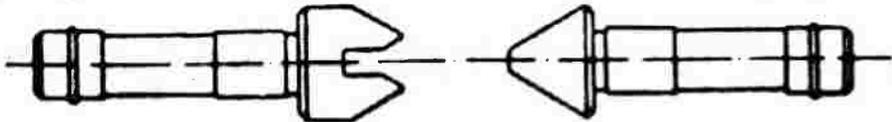
(ب) ميكرومتر قياس أسنان اللوالب الداخلية.

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

يوجد ثلاثة أنواع من لقم أسنان اللوالب وهي كالآتي:-

١- لقم لقياس أسنان اللوالب المترية حسب النظام الدولي SI طبقاً لمواصفات ISO  
بزاوية قدرها  $60^{\circ}$  شكل ٤ - ٧٩ .

تبدأ من الخطوة ٠.٤ إلى ٦ ملليمتر وبياناتها كالآتي :-



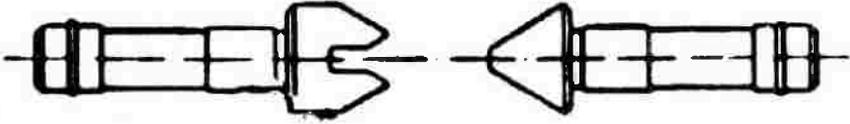
شكل ٤ - ٧٩

لقم متزوجة لقياس أسنان اللولب المتري ISO ٦٠<sup>0</sup>

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.

٢. لقم قياس أسنان اللولب الإنجليزية ويتورث Whitworth مقدارها 55<sup>0</sup> شكل ٤ - ٨٠ تبدأ من 60 سنة في البوصة وتصل إلى 3 سنة في البوصة .. بياناتها كالآتي

-:



شكل ٤ - ٨٠

لقم متزوجة لقياس أسنان اللولب الإنجليزي ويتورث ٥٥<sup>0</sup>

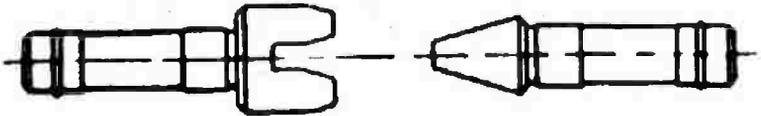
14 - 16 ، 18 - 19 ، 20 - 24 ، 28 - 32 ، 40 - 48 ، 60 - 12 ، 11 - 10 ، 9 - 8 ، 7 - 6 ، 5 - 4 ، 3 - 4 سنة في البوصة.

٣. لقم لقياس أسنان اللولب الذي على شكل شبه منحرف 30<sup>0</sup> شكل ٤ - ٨١ تبدأ من

الخطوة 15 . 12 ملليمتر وبياناتها كالآتي :-

1.5 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 12

ملليمتر .



شكل ٤ - ٨١

لقم متزوجة لقياس أسنان اللولب شبه المنحرف ٣٠<sup>0</sup>

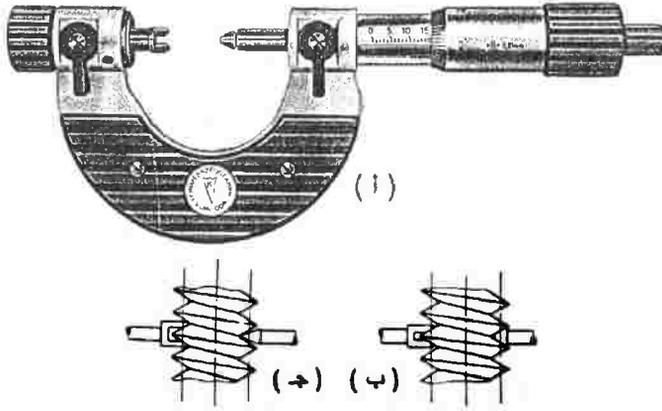
## ميكرومتر قياس اللولب الخارجية

### Outside Micrometer For Thread Measurement

صمم ميكرومتر قياس اللولب الخارجية بإمكانية تثبيت واستبدال اللقم بخطواتها المختلفة.

يثبت الميكرومتر لقمتان أحدهما تثبت بعمود القياس والأخرى تثبت كقاعدة ارتكاز.

شكل ٤ - ٨٢ يوضح ميكرومتر قياس اللولب الخارجية وأزواج اللقم المختلفة الخطوات.



شكل ٤ - ٨٢

ميكرومتر قياس اللولب الخارجية وأزواج اللقم المختلفة الخطوات

(أ) ميكرومتر قياس اللولب الخارجية.

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

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

### نطاق قياس ميكرومتر اللولب الخارجية :

مجال قياس جميع ميكرومترات اللولب الخارجية هو 25 ملليمتر ، أما مدى نطاق

القياس فهو يصل إلى 500 ملليمتر كما يلي:-

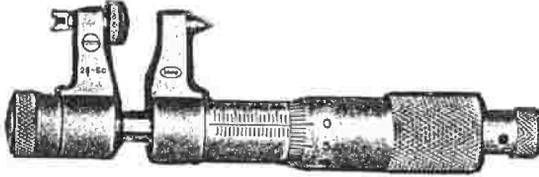
ميكرومتر 0 . 25 ملليمتر  
 ميكرومتر 25 . 50 ملليمتر  
 ميكرومتر 50 . 75 ملليمتر  
 ميكرومتر 75 . 100 ملليمتر

وبزيادة قدرها 25 ملليمتر ليصل مدى نطاق قياسه إلى 500 ملليمتر .

### ميكرومتر قياس اللوالب الداخلية

#### Inside Micrometer For Thread Measurement

صمم ميكرومتر قياس اللوالب الداخلية بإمكانية تثبيت واستبدال اللقم بخطواتها المختلفة . يثبت بالميكرومتر لقتان إحدهما بالفك الثابت والأخرى بالفك المتحرك .  
 شكل ٤ - ٨٣ يوضح ميكرومتر قياس اللوالب الداخلية وأزواج اللقم الخاصة بقياس قطر قاع السن بالصامولة ، وقياس القطر الفعال .. (القطر المتوسط) بالصامولة .



(أ)



(ب)

شكل ٤ - ٨٣

ميكرومتر قياس اللوالب الداخلية وزوجين من اللقم

(أ) ميكرومتر قياس اللوالب الداخلية .

(ب) رسم تخطيطي لقياس قطر قاع السن بالصامولة .

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

كما توجد ميكرومترات أخرى لقياس أسنان اللوالب الداخلية ذات الأقطار الكبيرة ،

تبدأ من ميكرومتر 75 . 100 ملليمتر ، ويزيادة قدرها 25 ملليمتر على التوالي ، ليصل مدي نطاق قياسه إلى 200 ملليمتر .

## ميكرومترات وأجهزة قياس اللوالب ذات الثلاثة أسلاك

### Thread Measuring Three Wire Instruments

تختلف أهمية اللوالب المصنعة باختلاف دقة أدوات وأجهزة القياس المستخدمة في عمليات القياس ، ولأهمية قياس القطر المتوسط (القطر الفعال) للولب التثبيت ، فقد صممت ميكرومترات وأجهزة قياس اللوالب ذات الثلاثة أسلاك بأشكال مختلفة وبدقة عالية .. فيما يلي عرض لأكثر ميكرومترات وأجهزة القياس ذات الثلاثة أسلاك انتشاراً.

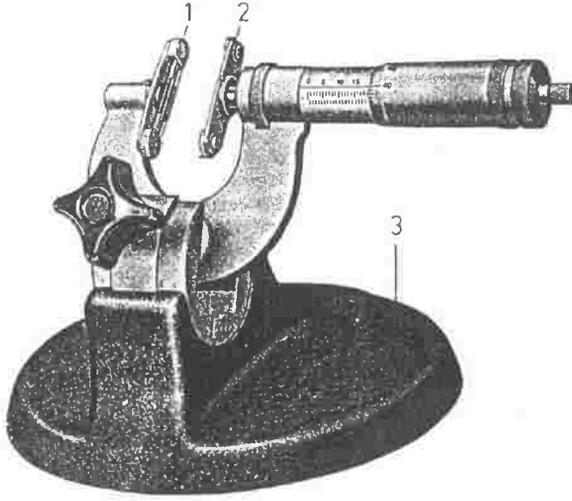
### أولاً : ميكرومتر قياس اللوالب ذو الثلاثة أسلاك

#### Thread Measuring Three Wire Micrometer

ميكرومتر قياس اللوالب ذو الثلاثة أسلاك شكل ٤ - ٨٤ 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 1 Wire .

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



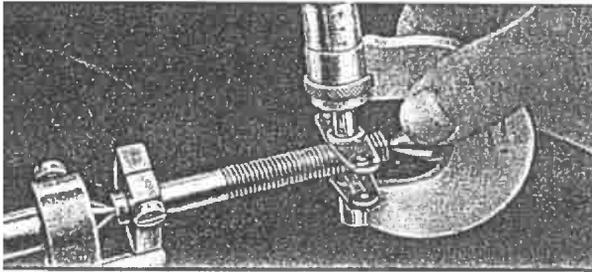
شكل ٤ - ٨٤

ميكرومتر قياس اللولب ذو الثلاثة أسلاك

- 1- فك مثبت بقاعدة الارتكاز ويحتوي على سنكين قياس.
- 2- فك مثبت بعمود القياس ويحتوي على سلك قياس واحد.
- 3- قاعدة لتثبيت الميكرومتر.

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

شكل ٤ - ٨٥ يوضح ميكرومتر قياس اللولب ذو الثلاثة أسلاك أثناء قياس لولب لجزء في مرحلة التشغيل.



**تكنولوجيا القياس**

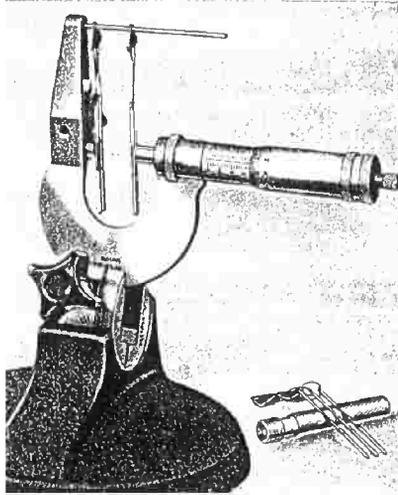
شكل ٤ - ٨٥

قياس لولب باستخدام ميكرومتر قياس اللولب ذو الثلاثة أسلاك

ثانيا : ميكرومتر قياس اللولب 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 ٤ - ٨٦ ، بحيث تلامس فكي قياس الميكرومتر. يثبت الميكرومتر على حامله الخاص لعدم انتقال حرارة اليد إليه ، وخاصة أثناء استخدامه لفترات طويلة.

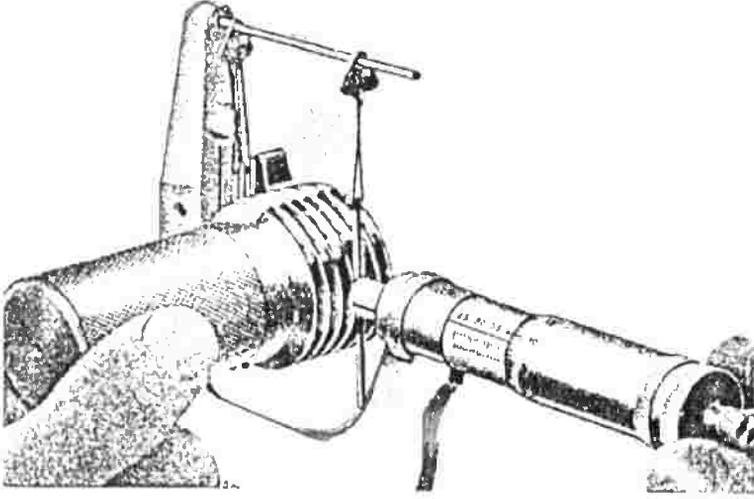


شكل ٤ - ٨٦

ميكرومتر قياس اللولب ذو الأسلاك الثلاثة الحرة

شكل ٤ - ٨٧ يوضح ميكرومتر قياس اللولب ذو الأسلاك الثلاثة الحرة أثناء

قياس لولب.



شكل ٤ - ٨٧

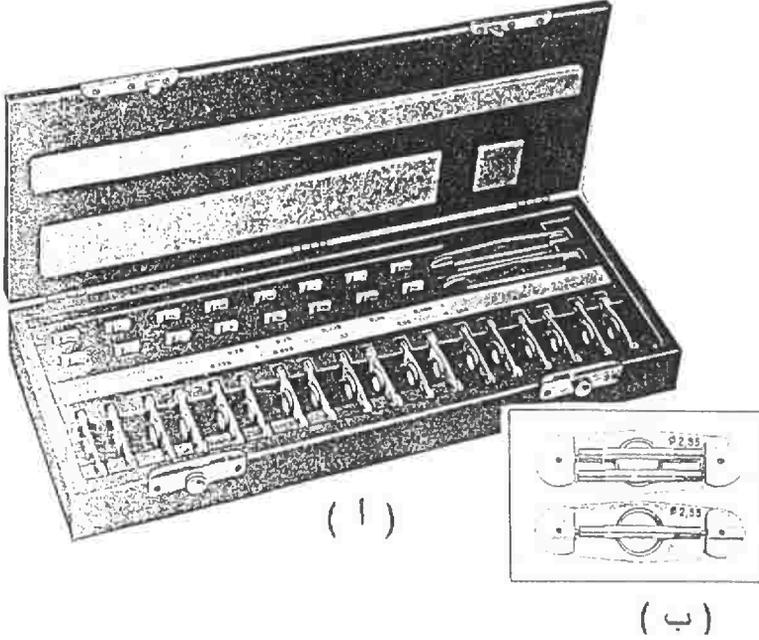
ميكرومتر قياس اللولب ذو الثلاثة أسلاك الحرة أثناء قياس لولب

### الأسلاك المستخدمة في قياس اللولب :

تصنع الأسلاك المستخدمة في عملية قياس اللولب من الصلب الصلب، 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 ٤ - ٨٨ (أ) كل طقم مكون من فكين ، مدون على كل منهما قطر السلك شكل ٤ - ٨٨ (ب) .  
يثبت إحدهما في قاعدة ارتكاز الميكرومتر ويثبت الفك الآخر بعمود القياس.

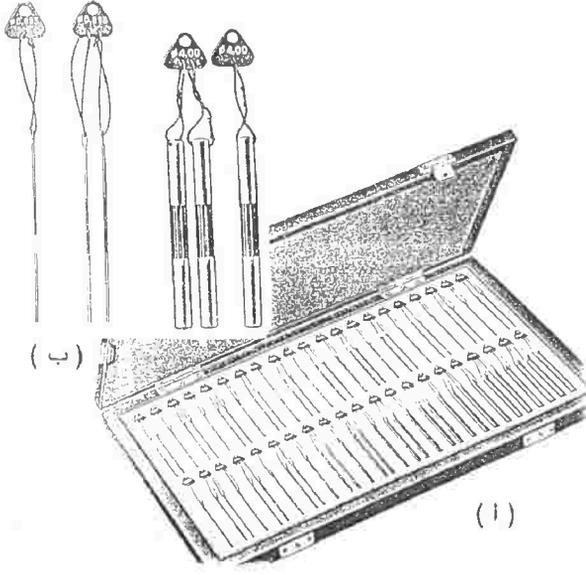


شكل ٤ - ٨٨

أطقم فكوك أسلاك قياس اللولب

- (أ) صندوق خشبي يحتوي على مجموعات مختلفة من فكوك أسلاك قياس اللولب.  
 (ب) طقم فكوك أسلاك قياس اللولب . 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 ٤ - ٨٩ .



شكل ٤ - ٨٩

## أطقم أسلاك قياس اللولب

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

(ب) طقمان مكبرن لأسلاك قياس اللولب موضح على كل منهما قطر سلك القياس.

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

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

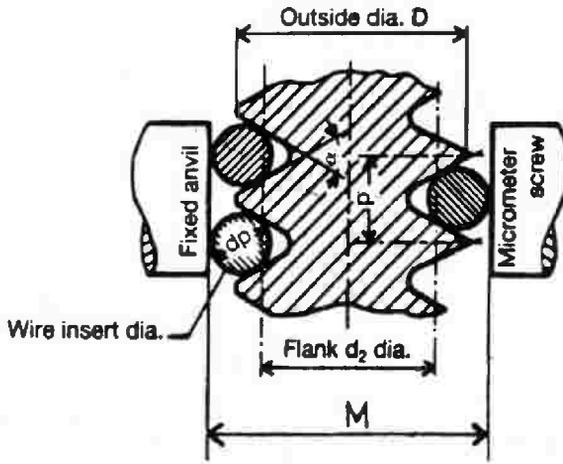
وتعتبر طريقة استخدام الأسلاك الثلاثة هي الطريقة المثلى ، حيث لا تتأثر القراءة المأخوذة من أعلى هذه الأسلاك أثناء عملية القياس بالأخطاء الموجودة في زوايا سن اللولب.

**تكنولوجيا القياس**

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 اللولب ذات الثلاثة أسلاك في اختيار قياس القطر المتوسط للولب التثبيت (اللولب المترية  $60^{\circ}$  واللولب الإنجليزية وبتورث  $55^{\circ}$ ).

شكل ٤ - ٩٠ يوضح جانباً من لولب أثناء عملية القياس باستخدام الأسلاك الثلاثة.



شكل ٤ - ٩٠

جانب للولب متري أثناء عملية القياس باستخدام الأسلاك الثلاثة

حيث  $D$  ... قطر اللولب

$P$  ... الخطوة

$d_2$  ... القطر المتوسط (القطر الفعال)

$dp$  ... قطر السلك

$M$  ... القياس الكلي المختبر من فوق الأسلاك

ملاحظة :

يحدد قطر سلك الطقم المستخدم في عملية القياس ليناسب مقياس اللولب المراد

اختبار قياسه ، كما هو محدد بالجدول الخاص بمقاسات الأسلاك المستخدمة لقياس اللوالب 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  $d_2$  ... القطر المتوسط

$M$  ... قياس الميكرومتر من أعلي الأسلاك

$D_p$  ... قطر سلك القياس.

$P$  ... الخطوة.

يقارن القطر المتوسط  $d_2$  الناتج من المعادلة السابقة مع قياس اللوالب باستخدام الأسلاك والموضح في الجدول ٤ - ٩ الخاص بأبعاد اللوالب المترية ، وجدول ٤ - ١٠ الخاص بأبعاد اللوالب الإنجليزية (ويتورث) ، من خلال إستخدام الأسلاك ذات الأقطار المختلفة.

جدول ٤ - ٩

أبعاد اللوالب المترية وأقطار أسلاك القياس

والقراءات من أعلى 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 0 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	1.780	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 اللوالب.  
 P ... الخطوة.  
 $d_1$  ... القطر الأصغر  
 $d_2$  ... القطر المتوسط.  
 $D_p$  ... قطر السلك.  
 M ... قراءة الميكرومتر من أعلى الأسلاك.

### ملاحظة :

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

جدول ٤ - ١٠

أبعاد اللوالب الإنجليزية (ويتورث) وأقطار أسلاك القياس  
والقراءات من أعلى الأسلاك

Nominal diameter of thread		Pitch		Core diam. $d_1$	Pitch diam. $d_2$	Diam. of Wire $d_D$	Test dimension, measuring force 0 M
"	mm	Turns/1"	mm				
$1/4$	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

حيث D ... مقياس اللولب

P ... الخطوة

 $d_1$  ... القطر الأصغر.

D2 ... القطر المتوسط.

Dp ... قطر السلك..

M ... قراءة الميكرومتر من فوق الأسلاك.

ملاحظة :

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

مثال 1 :

من خلال جدول لولب النظام المتري واستخدام ميكرومتر قياس اللولب ذو الثلاثة أسلاك . أوجد قيمة القطر المتوسط للولب متري ٢٤ M ومقارنته بالجدول.

الحل :

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

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

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

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

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

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

$$= 25.606 - 6.15 + 8.748075$$

تكنولوجيا القياس

$$= 22.054 \text{ mm}$$

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 اللولب منتج بأبعاد صحيحة.

## مثال 2 :

من خلال جدول لولب النظام المتري واستخدام ميكرومتر قياس اللولب ذو الثلاثة أسلاك . أوجد قيمة القطر المتوسط للولب M 68 ومقارنته بالجدول.

## الحل :

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

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

(ب) قياس اللولب باستخدام ميكرومتر قياس اللولب 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 اللولب منتج بأبعاد صحيحة.

مثال 3 :

من خلال جدول لولب النظام الإنجليزي ويتورث واستخدام ميكرومتر قياس اللولب ذو الثلاثة أسلاك . أوجد قيمة القطر المتوسط للولب ومقارنته بالجدول ؟

الحل :

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

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

(ب) قياس اللولب باستخدام ميكرومتر قياس اللولب ذو الثلاثة أسلاك .. (القياس هو 6.616 ملليمتر من الجدول).

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

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

$$d_2 = 6.616 - (3 \times 0.725) + (0.866025 \times 1.27)$$

$$= 6.616 - 2.175 + 1.09982$$

$$= 5.540 \text{ mm}$$

وبمقارنة قيمة القطر المتوسط الناتج من المعادلة وهو 5.540 مم وقيمة القطر

المتوسط من الجدول وهو 5.537 مم.

يلاحظ الفرق بينهما هو 0.0003 مم .. وهذا يعني أن اللولب منتج بأبعاد

صحيحة.

مثال 4 :

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

الحل :

من خلال المقارنة بين قياس الميكرومتر من أعلا للأسلاك ، وقياسات اللولب من الجدول الخاص بذلك . يمكن التحقيق من قيمة القطر المتوسط باتباع الخطوات التالية :-

- (أ) يستخرج من الجدول قياس الأسلاك المستخدمة لقطر اللولب المراد اختبار قياسه وأقطارها هي 0.895 ملليمتر .
- (ب) قياس اللولب باستخدام ميكرومتر قياس اللوالب ذو الثلاثة أسلاك .. (القياس هو 9.82 مم من الجدول).
- (ج) إيجاد قيمة القطر المتوسط (القطر الفعال) من العلاقة التالية :-

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

$$d_2 = 9.82 - (3 \times 0.985) + (0.866025 \times 1.588)$$

$$= 9.82 - 2.685 + 1.375$$

$$= 8.510 \text{ mm}$$

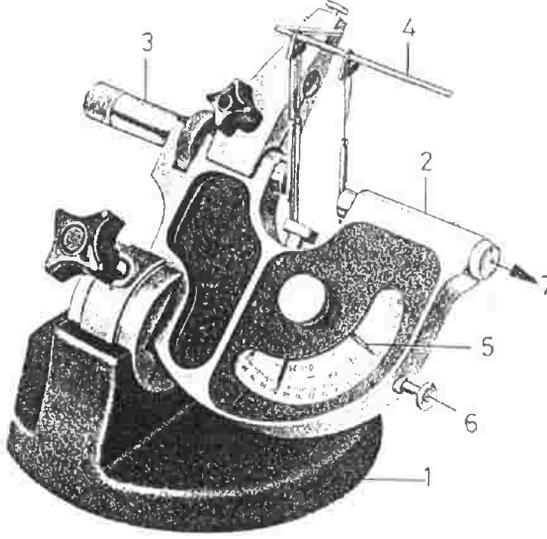
وبمقارنة قيمة القطر المتوسط الناتج من المعادلة وهو 8.510 مم وقيمة القطر المتوسط من الجدول وهو 8.509 مم.

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

**ثالثاً : ميكرومتر وجه الساعة ذو الأسلاك الثلاثة**

صمم ميكرومتر وجه الساعة ذو الأسلاك الثلاثة الحرة الموضح بشكل ٤ - ٩١ لقياس ومراجعة اللوالب المصنعة بإنتاج كمي .. (أي إنتاج السلعة الواحدة إنتاجاً كبيراً

متكرراً) .. يصل دقة قياسه إلى 2 ميكرون.

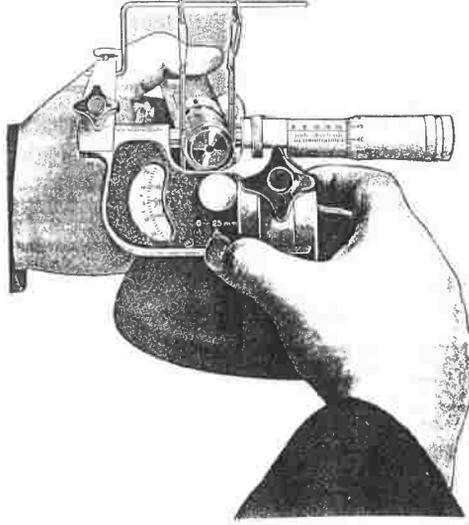


شكل ٤ - ٩١

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 .. (بالزئد وبالناقص).
  - 6- زر متصل بمجموع أذرع ونوابض داخلية للتحكم في حركة قاعدة الارتكاز الخطية في الاتجاه العكسي لعمود القياس ، وذلك لسهولة تثبيت أو نزع اللولب 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 اللولب في زمن بسيط قياسي ، حيث يوضح قيمة الزيادة أو النقص في قياس القطر المتوسط بدقة فائقة ، للتأكد من الأجزاء المقبولة وعزل الأجزاء المرفوضة.

شكل ٤ - ٩٢ يوضح ميكرومتر وجه الساعة ذو الأسلاك الثلاثة الحرة أثناء قياس لولب.



شكل ٤ - ٩٢

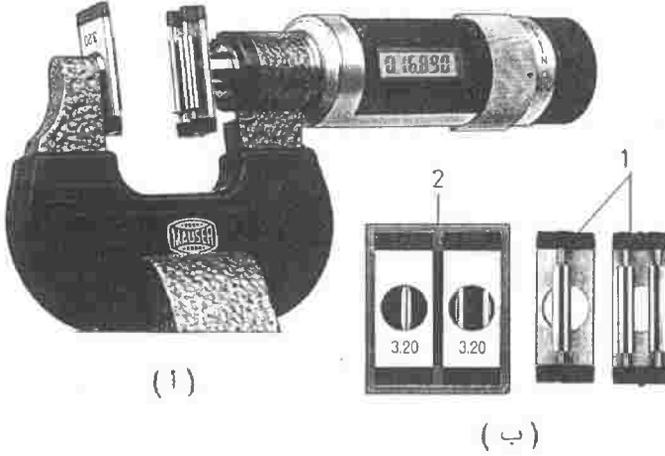
ميكرومتر وجه الساعة ذو الأسلاك الثلاثة الحرة أثناء قياس لولب

### 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 ٤ - ٩٣ (أ) يستخدم في قياس القطر المتوسط للولاب ، وهو عبارة عن ميكرومتر رقمي عادي ، مثبت به فكين على كل من عمود القياس وقاعدة الارتكاز كما هو موضح بشكل ٤ - ٩٣ (ب).

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



شكل ٤ - ٩٣

الميكرومتر الرقمي ذو الثلاثة أسلاك

1- شكل الفكين من الأمام.

2- شكل الفكين من الخلف.

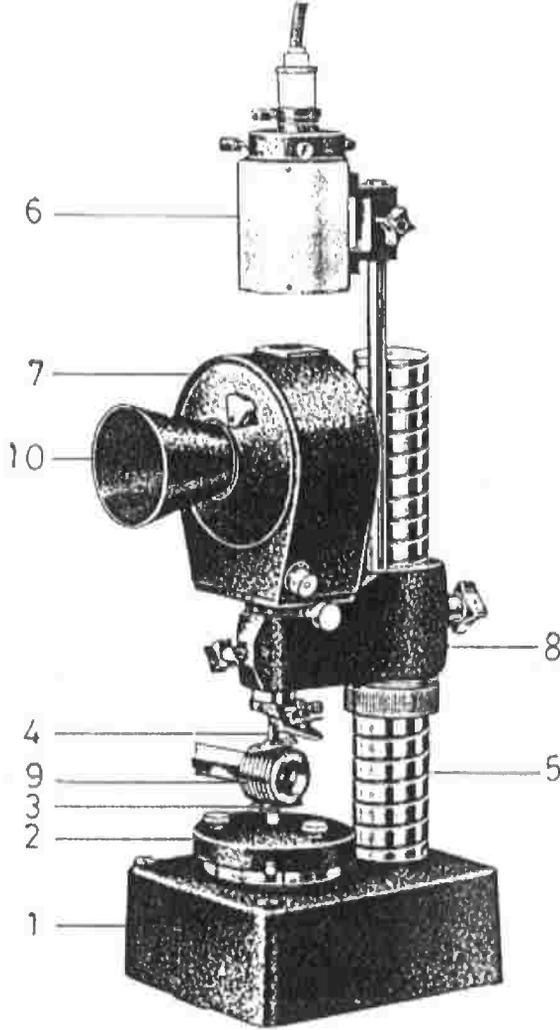
## مبين إسقاط ميكانيكي ضوئي

### Opto - Mechanical Projection Indicator

مع الحاجة المتزايدة إلى إنتاج أجزاء ذات دقة وجودة عالية لاستخدامها في الآلات والماكينات والطائرات والأجهزة فائقة الدقة بغرض التبادلية ، كان لابد من وجود أدوات وأجهزة فحص أدق من الميكرومترات بأنواعها باختلاف دقتها . لذلك فقد صممت دور الصناعة مبين إسقاط ميكانيكي ضوئي الذي يصل دقة قياسه إلى واحد ميكرون لاستخدامه في مراجعة واختبار دقة قياس اللوالب المصنعة.

يتكون مبين الإسقاط الميكانيكي الضوئي الموضح بشكل ٤ - ٩٤ من الأجزاء

التالية :-



شكل ٤ - ٩٤

مبين إسقاط ميكانيكي ضوئي

١. قاعدة مصنوعة من الزمر وتحمل جميع أجزاء مبين الإسقاط.
٢. قاعدة مستديرة، مثبتة بشكل أفقي مستوية تمام.
٣. فك مثبت بالقاعدة ويحتوي على سلكين قياس.
٤. فك مثبت بعمود قياس مبين الإسقاط ويحتوي على سلك قياس واحد.

٥. قائم رأسي مثبت بشكل عمودي على القاعدة.
٦. مصدر ضوئي يمكن تثبيته بالارتفاع المناسب.
٧. غرفة عدسات الإسقاط .. (منظومة إسقاط يمكن التحكم في البعد البؤري لعدساتها لغرض التكبير).
٨. حامل متحرك لغرفة عدسات الإسقاط، يثبت حسب قطر اللولب المراد اختبار.
٩. اللولب المراد مراجعة واختبار دقة قياسه.
١٠. مكان الرؤية .. (رؤية الجزء المراد فحص دقة قياسه مكبر).