obeikandl.com

أجهزة القياس والمعايرة

obeikandl.com

أجهزة القياس والمعايرة

أحمد زكى حلمى

٢٠٠٤

obeikandl.com

obeikandl.com

إهداء

إلى حفيدى الغالى / أحمد هشام فتحى

أهدى هذا الكتاب .. آملاً أن يشب يوما حاملاً مشعل العلم وسائراً على الدرب.

obeikandl.com

obeikandl.com

بسم الله الرحمن الرحيم

وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا(١١٤)

[سورة طه]

صدق الله العظيم

مُقَدِّمَة

تعتبر المقاييس والأوزان من الوسائل الأولى التي ابتكرها الإنسان. فالمجتمعات البدائية وجدت أنها بحاجة إلى مقاييس مختلفة لتنفيذ كثيراً من الأعمال مثل بناء المساكن وتحديد مساحات الأراضي الزراعية، ولمقايضة السلع والمواد الغذائية وغير ذلك من شئون الحياة المختلفة. فقد اتخذ الذراع وكف اليد والإصبع وغيرها من الظواهر الطبيعية كمقاييس للأطوال، واستفاد من شروق الشمس وغروبها ودورة القمر والفصول الأربعة في قياس الزمن، ومع تتابع الأجيال فقد تعددت مقاييس الأطوال والأوزان والأحجام في شتى بقاع الأرض، بل تنوعت حتى في الوطن الواحد، وأدى ذلك إلى كثير من الصعوبات، إلى أن ظهرت النقود التي اعتبرت وسيلة للتعبير عن قيمة السلع وبالتالي تقدير ما يعادلها من كم ونوع، وكان هذا العهد هو نقطة البداية في تطور القياس.

وأكدت الدراسات الآثارية إلى ظهور البشائر المدنية على ضفاف شواطئ نهر النيل ونهري دجلة والفرات، حيث ظهرت مكاييل الأحجام عن طريق ملء الأوعية المختلفة الأقطار والأطوال بالحبوب للتعبير عن قيمة كل منها. وتبعها مقاييس الأوزان والأطوال، وقد عرف المؤرخون الحضارات التي ظهرت في هذه المنطقة بالحضارة المصرية والسومارية والبابلية والكلدانية والآشورية.

ووضع قدماء المصريين حجر الأساس الذي يعرف اليوم بالمترولوجيا أو علم القياس بإنشاء الذراع الملكي كأول وحدة قياس للأطوال وقد دل على ذلك الكتابة

والرسوم والنقوش الهيروغليفية على جدران المعابد وبين أنقاض ومخلفات قبورهم التي تناولت أوصافاً دقيقة وشاملة عن استخدام الذراع الملكي، وأكد ذلك استخدامه بمهارة في بناء الأهرامات وتشييد المنشآت الحكومية والمعابد وعمل الرسومات البديعية المتناسقة بالنسب والأبعاد بدقة فائقة.

وانتقل علم القياس من مصر إلى اليونان والرومان واتخذه الإغريق وحدة لقياساتهم مساوية لثلثي الذراع الملكي المصري وأطلقوا عليها القدم اليوناني. وأخذ كل مجتمع من المجتمعات بإنشاء مقاييس يطورها طبقاً لاحتياجاته وحضاراته وإمكانياته العلمية، وربما أخذ من غيره من المجتمعات بعض الوحدات ثم أضاف إليها تبعاً لظروفه، إلى أن ظهرت الياردة الإنجليزية في القرن الثاني عشر الميلادي، وشهد العقد الأخير من القرن الثامن عشر الميلادي بداية الانطلاقة الحقيقة للتطور العلمي والصناعي باكتشاف المتر بواسطة الأرصاد الفلكية الفرنسية بأنه يساوي جزء من أربعين مليون من محيط الكرة الأرضية، وتلى ذلك اختراع وسائل القياس الضوئية وقياس المتر الإمامي ومقارنته بطول أشعة اللون الأحمر، وأمكن قياس موجات ألوان الطيف وتحديد قياس كل لون بدقة فائقة. واعتبر أن نظامي القياس الإنجليزي والفرنسي هما أفضل أنظمة القياس الحديثة.

وبدأ عهد جديد بظهور التطور في شتى المجالات.. ما أدى إلى زيادة الحاجة إلى مختلف السلع ووسائل النقل والآلات والمعدات وقطع الغيار بإنتاج كمي (إنتاج السلعة الواحدة إنتاجاً متكرراً بالجملة) مع تعدد منتجي الصنف الواحد في البلد الواحد أو في مختلف البلاد والدول. وظهرت صعوبات التبادل التجاري بين الدول لاختلاف أنظمة القياس.

وقد بذلت محاولات ومجهودات كبيرة لخلق نظام موحد لوحدات القياس يكون مقبولاً يحقق تفاهم دولي في المجالات العلمية والصناعية وغيرها.

وبدراسة وحدات القياس على الصعيد الدولي وجد أن هناك عدة أنظمة لوحدات القياس، فالنظام الفرنسي بأشكاله المختلفة (الأطوال والأحجام والأوزان) تستخدمه

فرنسا ومستعمراتها بالإضافة إلى وحدات محلية أخرى، كما استخدم النظام الإنجليزي في إنجلترا ومستعمراتها، أما الولايات المتحدة الأمريكية فقد استخدمت نظام يشابه النظام الإنجليزي. وكان من الطبيعي إيجاد نظام موحد لاستخدامه في شتى أنحاء العالم. وقد أدت هذه المجهودات المبذولة إلى تبني النظام الفرنسي (المتري) وسمى بالنظام الدولي لوحدات القياس.

وبتطبيق النظام الدولي لوحدات القياس وبتصنيع الأجزاء والمشغولات المختلفة بإنتاج كمي لغرض التبادلية. كان لابد من استخدام أدوات وأجهزة قياس ذات دقة محدودة ودقة عالية، تتناسب دقة هذه الأدوات والأجهزة مع أهمية الأجزاء المصنعة.

من هنا جاء دور هذا الكتاب وأهميته الذي يهدف إلى شرح العديد من أدوات وأجهزة القياس ذات الدقة المحدودة والدقة العالية التي تستخدم للقياسات المختلفة أثناء عمليات التشغيل، وأجهزة القياس الضوئية البصرية، وأجهزة القياس ذات أشعة الليزر التي تستخدم كأجهزة للمعايرة والمقارنة والتي تعتبر من أحدث وأفضل الأجهزة من حيث نتائجها المبهرة ودقتها العالية، كما يسهم في نشر الثقافة الصناعية لعلم القياس الذي يعتبر حجر الأساس لعمليات التصنيع في شتى المجالات.

لقد روعي عند إعداد هذا الكتاب أن يكون مرجعاً شاملاً يغطي موضوعات علم القياس، حيث يعرض ثمانية أبواب تحتوي على العديد من أدوات وأجهزة القياس بالنظامين المتري والإنجليزي، وطرق استخدام وصيانة كل منها، والأخطاء الناتجة عن عمليات القياس، وطرق معايرتها وتخزينها.

لا يعتبر هذا الكتاب الأول من نوعه.. إلا أنه يحتوي على العديد من أدوات وأجهزة القياس والمعايرة الحديثة التي لم تعرض من قبل مع شرح نظام ونظرية كل منها.

قد أعد هذا الكتاب ليناسب طلاب المعاهد العليا الصناعية وكليات الهندسة، كما يفيد الفنيين والمهندسين والعاملين بالحقل الصناعي بالأنشطة المختلفة بشتى المجالات.

يسرني أن أتقدم بوافر شكري وعميق تقديري إلى كل من قدم لي نصح أو عون أو

مشورة، أدى إلى ظهور الكتاب بهذه الصورة المشرفة، وأخص بالذكر الأخ المهندس/ حسين رجب محمد الأستاذ المساعد بالمعهد العالي للمهن الميكانيكية بطرابلس على المجهود الكبير الذي بذله وخاصة في تجميع الجزء الأكبر من الباب الثامن . كما أتقدم بالشكر إلى الشركات المتخصصة في صناعة أدوات وأجهزة القياس الدقيقة.. الشركة اليابانية MITUTOYO والشركة الألمانية التي تحمل العلامة التجارية M AHR وأخص بالشكر الشركة الفرنسية والألمانية التي تحمل العلامة التجارية MAUSER ، ROCH على ما قدموه لي من كتالوجات ونشرات وصور.. ساعدتني في إعداد الكتاب والوصول به إلى هذه الصورة.

آمل بتقديم هذا الكتاب أن يكون عوناً وسنداً للطالب والقارئ العربي، وأن يحقق ما نصبو إليه من رفع المستوى الفني، وأن يكون دعامة على طريق التطور والتقدم في عصر سمته العلم والتكنولوجيا كما أرجو أن أكون قد وفقت في إضافة جديدة إلى المكتبة العربية.

والله ولي التوفيق

المؤلف

obeikandl.com

الباب الأول

تاريخ وتطور القياس
Measurement History & Development

أجهزة القياس والمعايرة

obeikandl.com

obeikandl.com

تمهيد

يمثل هذا الباب الدراسات التاريخية والآثارية لتطور القياس بالمجتمعات البدائية من قديم الزمان إلى بطأ ظهور المدنية منذ آلاف السنين على ضفاف نهري دجلة والفرات ونهر النيل، وحضارة قدماء المصريين.. الذين كانوا أول من أنشئوا نظام دقيق للقياسات الطولية، واستخدموا أدوات وأجهزة قياس بمهارة وبراعة في مجالات مختلفة وخاصة في فنون العمارة، وانتقال علم القياس من مصر إلى اليونان والرومان.

كما يناقش نظم القياسات المعاصرة كتاريخ الياردة الإنجليزية واكتشاف المتر بفرنسا من خلال الأرصاد الفلكية، واختراع وسائل القياس الضوئية والقياس بأطوال أشعة موجات ألوان الطيف، وطول المتر من خلال المسافة التي يقطعها ضوء في فراغ في زمن معين، والنظام الدولي لوحدات القياس..

كما يتعرض التوحيد القياسي (التقييس) والهيئات والمنظمات الدولية الخاصة بذلك، والتقييس في الوطن العربي وأسس وأهداف ومصطلحات التوحيد القياسي.

openkandil.com

القيـاس
Measurement

تعتبـر المقـاييس والأوزان مـن بـين الوسـائل الأولـى التـي ابتكرهـا الإنسـان، فالمجتمعات البدائية وجدت إنها بحاجة إلى مقاييس مختلفة لتنفيذ كثير من الأعمال مثل بنـاء المساكن وتحديد مساحات الأراضي الزراعيـة، ولمقايضـة المـواد الغذائيـة، والمواد الخام، ولمراقبة فيضانات الأنهار والتحكم فيها.. وغير ذلك من شئون الحياة المختلفة.

فقد كان القياس والوزن حاجة ضرورية للعلماء والباحثين، وإلى جانب هؤلاء.. كان الفرد العادي الذي يحتاج إلى القياس ووزن السلع التي يستهلكها، وبين العلماء والأفراد هناك الفنيين والمهندسين.

وفي عصرنا هذا لا يوجد شخص مهما كان جنسيته لا يعرف أن القياس والوزن ضروريان وإنهما قاعدة الانطلاق الأمينة المنظمة لأعماله، فربة المنزل تثبت بصرها على الميزان عند شراء المواد الغذائية والخضروات الفاكهة، وعلى القياس الطولي أثناء شراء الأقمشة، والمريض يعرف درجة حرارته من مقياس الترمومتر، والمصور يستعين بالعين الفوتوجرافية ليحدد مدى فتحة عدسة آلة التصوير.. وأيضاً قياس الوقت بواسطة الساعة.. الخ.

والحقيقة التي لا تقبل الجدل أن القياس يصحب الإنسان طول حياته، فهو أول عملية تقابله عند ولادته لمعرفة وزنه وطول. شكل 1 طابع بريد ألماني يوضح هذه الحقيقة .

obeikandl.com

شكل ١
أول عملية قياس تقابل الإنسان عند ولادته

وبما أن القياس كان هام وضروري منذ القدم، فقد كان من الطبيعي أن يبتكر الإنسان أدوات وأجهزة وأنظمة ووحدات تضم هذه المقاييس.

تاريخ القياس

History of measurement

استخدم الإنسان الأول منذ القدم آلات قطع بدائية لصنع الأدوات المختلفة لتفي برغباته واحتياجاته، فعندما كان يوفق في صنع أداة قطع من الحجر أو حربة التي يكون لها على سبيل المثال (الطول والوزن) اللذان يناسبان عضلاته وقوته. فإنه هدفه كان دائماً تكرار صناعتها بنفس المواصفات أو بتخفيض أو بتكبير مقاساتها بالمقارنة مع القطعة الأصلية.

كانت آلات القطع هي الوسيلة الوحيدة لتحويل الخامات الطبيعية إلى منتجات تفي برغباته واحتياجاته وفي نفس الوقت كانت المقاييس هي العامل الأساسي الذي يجعل

استخدام هذه الآلات عملياً ومجدياً.

ظهور بشائر المدنية :

ظهرت بشائر المدنية منذ ثمانية آلاف سنة على ضفاف نهر النيل ونهري دجلة والفرات، حيث بدأ سكان هذه الأماكن بزراعة المحاصيل وتربية الحيوانات الأليفة مما استلزم صناعة بعض الأدوات والأشياء الضرورية كالفؤوس والمناجل والمحاريث البدائية.. وغيرها.

غير أن وحدات القياس المستخدمة في هذه الأدوات كانت تختلف من مكان لآخر ومن صانع لآخر.. حيث كان لكل صانع وحدات قياس الأطوال الخاصة به، وكان ذراع الإنسان هو الوحدة الأساسية لقياس الأطوال (يقاس الذراع من بدء نقطة المرفق إلى طرف الإصبع الوسطى ويعادل ذلك الطول ستة أضعاف عرض الكف أو أربعة وعشرين ضعفاً من عرض الإصبع الوسطى)، وكان هذا النظام كافياً للقياس في ذلك الوقت.

وأشارت الدراسات التاريخية والآثارية أن التعامل في قديم الزمان كان يعتمد على عمليات المقايضة في البيع والشراء، وألغى هذا النظام تدريجياً مع ظهور النقود التي كان يتعامل بها كوسيلة للتعبير عن قيمة السلع المختلفة وبالتالي قياس ما يعادلها من كم ونوع.. وقد اعتبر هذا العهد كنقطة البداية في تطور القياس، حيث ظهرت مكاييل الأحجام عن طريق ملء الأوعية المختلفة الأقطار والأطوال بالحبوب للتعبير عن قيمة كل منها، وتبعها مقاييس الأوزان والأطوال، وقد عرف المؤرخون الحضارات في هذه المنطقة بالحضارة المصرية والسومارية والبابلية والكلدانية والآشورية.

تطور القياس على مر العصور لاعتماد كل فرد على المجهودات المترابطة لملايين من البشر المنتشرين على أجزاء مختلفة من الكرة الأرضية، حيث ظهرت القياسات الدقيقة الموحدة بين الدول الصناعية لغرض التبادل التجاري (تصنيع الأجزاء وقطع الغيار بدول مختلفة بمواصفات قياسية موحدة لاستخدامها في أي بلد في العالم).. وكان لا بد من وجود إمام أو أئمة لهذه القياسات.

إن ما يعرف الآن بعلم القياسات الدقيقة يعتبر الوسيلة الوحيدة لتنسيق هذه

المجهودات للمصلحة العامة. وقد بذلت خطوات على مر السنين والأجيال للوصول إلى هذا الهدف.

دور قدماء المصريين في ابتكار النظام العشري :

كان للمصريين القدماء دوراً بارزاً في مجال إنشاء وتطور وحدات القياس، فقد كانوا من أول من ابتكر النظام العشري للمقاييس والأوزان، وأول من وضعوا رموزاً محددة للأعداد 1 – 10 – 100 – 1000.

كما استخدموا النظام العشري للتعبير عن مضاعفات وكسور وحدات القياس الأساسية.

أول إمام لقياس الأطوال :

وضع قدماء المصريين منذ خمسة آلاف سنة حجر الأساس لكل ما اشتمل عليه وسائل الضبط الحديثة للمقاييس بإنشاء الذراع الملكي الذي اعتبر أول إمام لمقاييس الأطوال، والذي أتاح للقاطنين في أماكن متباعدة ومتفرقة أن يصنعوا منتجات ذات مقاييس موحدة، لذلك فقد وصف الذراع الملكي بأنه بداية عهد جديد لتنسيق الجهود البشرية من أجل المصلحة العامة.

كانت المعالم المميزة لمصر قديماً هي أرضها الخصبة المنتشرة على ضفتي نهر النيل والمساحات الشاسعة من الصحراء التي تمتد وراء هذه الأراضي، وقد ساعد فيضان النيل السنوي على ترسيب كميات هائلة من الطمي في وادي النيل.. ما هيأ الفرصة لزراعة المحاصيل الوفيرة.. كما ساعد امتداد الصحراء الشاسعة وراء هذا الوادي على منع الغزو الخارجي. وكان الملك في عهد قدماء المصريين يعتبر إله في صورة بشر يهبهم الخير والرفاهية.

أدت كل هذه العوامل مجتمعة على وجود سلطة حاكمة واحترام للمسئولين والنبلاء والكتبة وللقوانين الموضوعة، كما أدت كذلك إلى تعبئة للجهود البشرية في بناء السدود وإقامة المنشآت الهامة كالمعابد العظيمة والأهرامات.. الخ. ونتيجة لهذا التقدم

فقد ظهرت آلات القطع البرونزية والنحاسية والحديدية التي حلت محل الآلات الحجرية.

كان من الضروري حينئذ إنشاء أول إمام للقياسات الطولية يتحتم الرجوع إليه في جميع المقاييس، وقد صدرت المراسيم تحتم استخدام الذراع الملكي كإمام للقياسات الطولية، كما صدرت الأوامر أيضاً بأن يصنع من الجرانيت الأسود حتى يدوم على مر السنين.

وقد كان من المحتم على الجميع معايرة جميع الأذرع الأخرى (قدود التشغيل) المصنوعة من الجرانيت العادي أو الخشب على الإمام دورياً.

وقد أدت هذه النظم إلى وجود تلك المعجزات الإنشائية التي تقف اليوم لتشهد لعظمة الفني المعماري ومهارة ودقة الفنيين والمهندسين في عهد قدماء المصريين. فقد ثبت أنه لا يوجد تفاوت في طول أي ضلع من أضلاع قاعدة الهرم الأكبر بأكثر من 0.05 % من متوسط طول أضلاع القاعدة الذي يبلغ نحو 230.26 متراً وتعتبر هذه دقة عالية جداً بالنسبة للحجم الكلي للهرم وعدد الكتل الحجرية التي استخدمت في بنائه.

وقد فسرت النقوش الهيروغليفية المنقوشة على المعابد المصرية القديمة بالحضارة والثقافة الاجتماعية المتصفة بالتقدم في جميع نواحي الفنون والعلوم، وهذا يفسر لنا بوضوح الدوافع إلى إنشاء أول وحدة لقياس الأطوال.

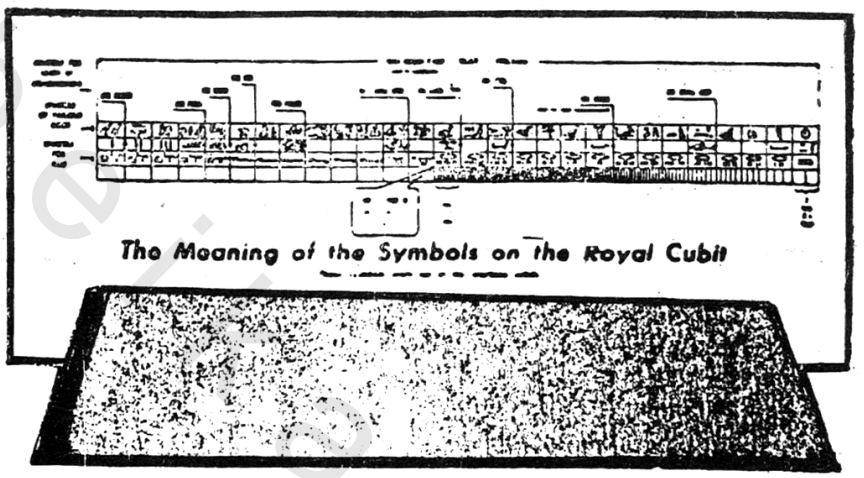
الذراع الملكي

Imperial Arm

أنشأ قدماء المصريين الذراع الملكي (أول وحدة لقياس الأطوال) الذي صنع من الجرانيت الأسود والذي يعتبر من أكثر المواد الطبيعية صلادة وتحمل، وقسم إلى أقسام صغيرة بخطوط محفورة عليه.

الذراع الملكي الموضح بشكل 2 عبارة عن مسطرة طولها 525 ملليمتر أو 20.6 بوصة، قسم إلى وحدات صغيرة مختلفة، اعتمدت هذه الوحدات في صياغتها على قياسات وأبعاد جسم الإنسان، حيث إن الذراع الملكي الواحد يساوي طول الخط الواصل

من مفصل الذراع بين الزند والساعد إلى نهاية أطول إصبع في الكف وهو يساوي كذلك سبعة أمثال راحة اليد (من الرسغ إلى نهاية أطول إصبع) أو يساوي ثمانية وعشرين من عرض الإصبع الواحد، وهو بذلك قد قسم إلى أقسام صغيرة كل منها يساوي $\frac{1}{488}$ من الذراع، محفورة بدقة فائقة.



شكل 2
الـذراع المـلكي

صـدر آن ذاك مرسـوم يقضـي بضـرورة اسـتخدام الـذراع الملكـي واعتبـاره إمـام لمقـاييس الأطـوال، كمـا صـدرت الأوامـر بمعـايرة جميـع الأذرع المسـتخدمة للقيـاس والمنشرة بالبلاد (قدود التشغيل) المصنوعة من الجرانيت العادي أو الخشب على الذراع الملكي الإمام دورياً.

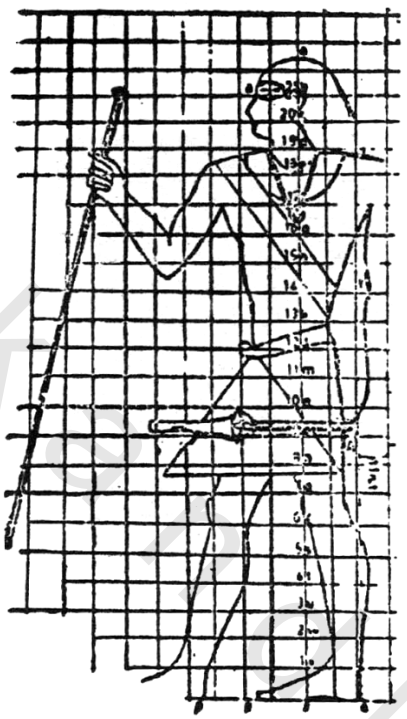
استخدام الذراع الملكي :

اسـتخدم المهندسـين والحـرفيين المصـريين القـدماء الـذراع الملكـي بمهـارة، كمـا صـمموا الأدوات والأجهـزة التـي كانـت تسـاعدهم علـى تنفيـذ منشـآتهم ومعابـدهم بدقـة فائقة، كما استخدموه في العمليات الهندسية التالية:-

1- عمل الرسومات المصغرة لمنشآتهم وتم من خلالها حساب الأبعاد النسبية لها وتنفيذ هذه المنشآت بدقة فائقة.

2- **تنفيذ الرسومات البديعة المتناسقة بالنسب والأبعاد كالموضحة بشكل 3 والتي كانت هذه النسب محل دراسات وبحوث العلماء حتى توصلوا إلى الأساس العلمي لها.**

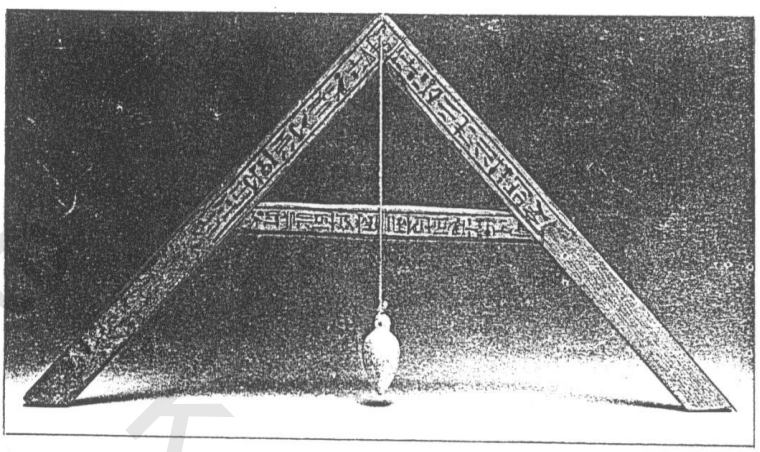
3- **رسم الدوائر والمنحنيات وتحديد الأقطار باستخدام خبط وقد قياسي.**



شكل 3
تنفيذ الرسومات المتناسقة بالنسب والأبعاد الدقيقة

4- **اختبار دقة استواء الأسطح الأفقية باستخدام الزاوية القائمة الموضحة شكل 4 المكونة من ثلاثة شرائح من الخشب المترابطة مع بعضها البعض على شكل حرف (A) يتدلى من رأس الزاوية خيط في نهايته كتلة على شكل كمثرى مصنوعة من الحجر الجيري، فعندما يوضع الجهاز على سطح مستوي تماماً فإن الخيط سيكون بين الخطين المحفورين في منتصف الشريحة العرضية..**

أما إذا كان السطح خلاف ذلك فإن الخيط سوف ينحرف ليبعد نحو اليمين أو اليسار على أحد جانبي الخطين المحفورين ليوضح مقدار الانحراف الناتج لمعالجة السطح بالتصحيح اللازم ليجعله بصورة مستوية تماماً.



شكل 4
الزاويـــة القائـــمة

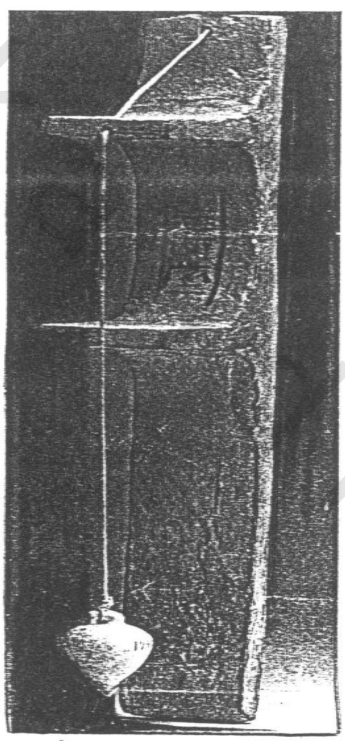
5- اختبار تعامد الأسطح باستخدام الشاغول الموضح بشكل 5 المكون من قطعتين قصيرتين من الخشب مثبتتين بصورة عمودية على قطعة خشب طويلة بحيث يكونان بارزين، يتدلى خيط ليمر من خلال ثقب في نهاية القطعة الخشبية الصغيرة العليا. فعندما يوضح الجهاز على سطح عمودي تماماً فإن خيط الشاغول يكون على وشك التماس على حافة القطعة الخشبية الصغيرة السفلى ويدل ذلك على أن الجهاز مثبت بصورة عمودية على السطح المسند عليه.. أما إذا كان السطح العمودي خلاف ذلك فإن الخيط سوف يتلامس أو يبعد عنها.. ليوضح مقدار الانحراف الناتج لمعالج السطح بالتصحيح اللازم ليجعله بصورة عمودية.

6- تصميم وضع الزاوية القائمة بدقة واستخدامها كمرجع لصنع الزوايا القائمة الأخرى المستخدمة في الرسومات الهندسية والصناعات الدقيقة.

كما كان للذراع الملكي المصري عظيم الأثر في صنع العجلات الحربية التي لعبت

obeikandl.com

دوراً هاماً في قلب موازين الحرب في ذلك الزمان.. فقد ساعد أيضاً في صنع المراكب الشراعية ونحت التماثيل وتشييد المنشآت الحكومية والمعابد والقبور وعمل الرسومات البديعة المتناسقة بهم، كما ساعد في تحديد مساحات الأراضي وتحصيل الضرائب عليها، وكذلك في إنشاء القنوات وعمل السدود، وأهم الأعمال البارزة التي أنجزها قدماء المصريين من خلال استخدامهم للذراع الملكي هو تشييدهم للأهرامات التي تعتبر إحدى عجائب الدنيا.. حيث تم بناؤها بأبعاد وحسابات في غاية من الدقة والتي عجز علماء العصر الحديث عن كشف أسرارها حتى الآن.



شكل 5
الشاغول المستخدم لاختبار تعامد الأسطح

وحدات القياس المستخدمة عند قدماء المصريين :

استخدم المصريين القدماء الذراع الملكي واعتبروه إمام لقياس الأطوال،

واستخدموا الخت .. (الخت = 100 ذراع) لقياس المسافات الطويلة، وقد اتخذت السيشت وحدة لمساحة الأراضي الزراعية وتساوي ختاً مربعاً (السيشت = 10.000 ذراع مربع)، كما استخدموا السيشات للقياسات الدقيقة ، حيث يساوي عرض كف اليد تقريباً، كما قسموا السيشات إلى أربعة أقسام (كل قسم يساوي عرض إصبع واحد) وقسم القسم الواحد إلى أقسام صغيرة. هذا بالإضافة إلبى وحدات أخرى للحجم والكتلة، وكانت وحدة قياس الحجوم لديهم تسمى (التنات) مقسمة إلى 8 2 1 قسماً متساوياً، أما وحدة الكتلة فكانت عبارة عن أوزان (سنج) من الرخام، ومما يشير إلى الدهشة والإعجاب حقاً أن بعض هذه السنج تحتوي على فجوة للضبط (حيث كانت تزود الفجوة بقطعة صغيرة من الرصاص) وهي نفس الطريقة المتبعة حالياً في ضبط الأوزان عند صناعتها أو معايرتها.

وقد كان قدماء المصريين أول من وضع أساس ما يعرف اليوم بالمترولوجيا أو القياسات القانونية، إذ أنهم وضعوا نظاماً يقضي بضرورة مراجعة أدوات القياس على المرجع الأساسي دورياً.

انتقال علم القياس من مصر إلي اليونان والرومان :

انتقل علم القياس من خلال الذراع الملكي من مصر إلى البلدان الأخرى ثم انتشر تدريجياً، وكما كان للمصريين القدماء دوراً رائداً في ابتكار وتطوير وحدات القياس وصناعة أدواته المختلفة، ثم انتقل إلى اليونان والرومان.

اتخذ الإغريق وحدة لقياساتهم التي أطلق عليها القدم اليوناني وهو يساوي ثلثي الذراع الملكي المصري وكان مقسماً إلى 16 قسماً.

ثم ظهر القدم الروماني وهو أصغر قليلاً من القدم اليوناني وكان مقسماً إلى 12 قسماً، وسمي كل منها (أونصية) ومنها أشتقت فيما بعد كلمة (Inch) أي بوصة، كما استخدم الرومان الميل وحدة لقياس الطول (الميل = 5000 قدم).

وبفضل أئمة قياس الطولية تمكن التجار بنقل بضاعتهم على ظهور الدواب وبواسطة السفن الشرعية وأمكن تبادلها بين المناطق المختلفة.

وقد ساعدت أئمة قياس الأطوال على ظهور (الليبرة) أي الباوند أو الرطل واعتبروها هي الوحدة الأساسية للأوزان.

تاريخ الياردة

History of Yard

ظهرت الياردة الإنجليزية في القرن الثاني عشر الميلادي، حيث أصدر الملك هنري الأول مرسوماً ملكياً باعتبار الياردة الإنجليزية هي إمام الطول المعترف به في إنجلترا، وإنها تساوي المسافة بين نهاية إصبع إبهام اليد بطول الذراع إلى الأنف كما هو موضح بشكل 6.

شكل 6
أول ياردة إنجليزية

ثم ظهرت البوصة (INCH) في القرن الرابع عشر الميلادي، حيث أصدر الملك إدوارد الثاني مرسوماً ملكياً باعتبار البوصة هي إمام قياس الأطوال، وهي تساوي ثلاثة حبيبات من الشعير الجاف موضوعة أطرافها متلاصقة، وكل اثنتي عشرة بوصة تساوي قدم واحد، وكل ثلاثة أقدام تساوي ياردة واحدة.

استخدم هذا النظام بمعظم دول العالم، حيث اعتبر أنه أول نظام قياسي حديث بعد الذراع الملكي المصري، وقد استمر التعامل به لعدة قرون.

القدم الإنجليزي :

The English Foot

في القرن السادس عشر الميلادي عرف القدم في إنجلترا كإمام لقياس الطول،

ونظرية قياسه هو أنه قد أخذ 16 رجلاً وقفوا صفاً واحداً بطريقة عشوائية عند خروجهم من الكنيسة، بحيث كان طرف القدم اليسرى لكل منهم ملاصقة لنهاية قدم الشخص الذي أمامه كما هو موضح بشكل 7. وقد اعتبر أن $\frac{1}{16}$ من المسافة التي تشغلها هذه الأقدام يكون هو القدم الإنجليزي.

شكل 7
نظرية القــدم الإنجلـيزي

الياردة الملكية القياسية :

The Imperial Standard Yard

هي عبارة عن ساق مصنوع من البرونز مقطعة مربع الشكل طوله 38 بوصة، مساحة مقطعة بوصة واحدة مربعة، يوجد على بعد بوصة واحدة من كلا طرفي القضيب ثقب غير نافذ بقطرين مختلفين، المسافة بين محوري الثقبين 36ً كما هو موضح بشكل 8.

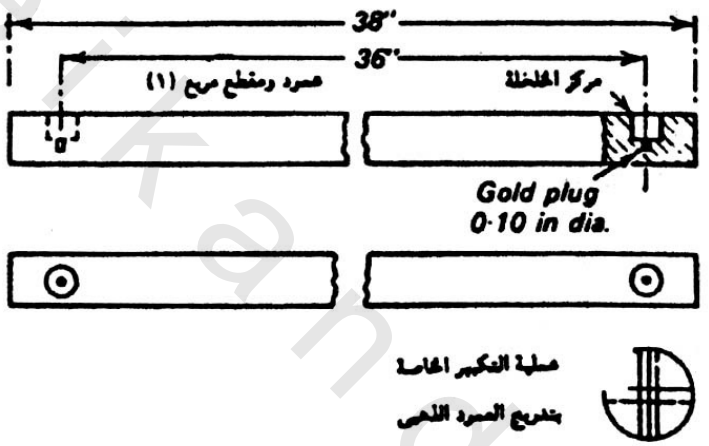
تم تثبيت سدادة مصنوعة من الذهب قطرها 0.1ً في كل من الثقبين ذي القطرين

الصغيرين، وحفر ثلاثة خطوط رقيقة عرضية متوازية على كلا السدادتين بمسافة 0.01ً، كما حفر خطين طوليين آخرين بكلا السدادتين على الخطوط الثلاثة الأولى بمسافة 0.01ً أيضاً. واعتبر البعد بين الخطين المنتصفين العرضين لكل من نهايتي الساق هو اليادرة القياسية.. وذلك عند درجة حرارة 62 درجة فهرنهيتية.

والغرض من تدريج الساق من المركزين هدفان أساسيان هما:-

1- حماية التدريج من أي تلف عرضي.

2- وضع التدريج على محور الساق الطبيعي حتى لا يتأثر بالثني.



شكل 8
اليادرة الملكـية القياسـية

إمام قياس الطول الإنجليزي:

سجلت اليادرة الإنجليزية عام 1845 ميلادية كوحدة دولية لقياس الطول يمكن استخدامها، وأنتج العديد من نسخ اليادرة القياسية وتم حفظها في أماكن أمينة عديدة في درجة حرارة 62 درجة فهرنهيت، وذلك لمراجعة المقاييس عليها كل عشر سنوات، على أن تراجع النسخ الإمامية على النسخ الأصلية كل عشرين عاماً.

وفي عام 1855 ميلادية أصبحت اليادرة الإنجليزية هي إمام قياس الطول المعترف بها في إنجلترا ومستعمراتها حتى عام 1960 ميلادية، حيث تم الاتفاق من خلال الهيئة

الدولية للتوحيد القياسي ISO على استخدام المتر القياسي إماماً دولياً لقياس الطول.

وبالرغم من ذلك فإن النظام البريطاني ما زال يستخدم في بعض الدول في القياسات الهندسية وفي الحياة اليومية حتى يومنا هذا.

وحدات النظام البريطاني لقياس الأطوال

Measuring Length British System Units

1 mile = 1760 yards
1 mile = 5280 feet
1 yard = 3 feet
1 foot = 12 inches

تاريخ المتر

The History of "Meter"

قام بعض العلماء الفرنسيين عام 1742 م بإجراء دراسة لمقارنة وحدات القياس الفرنسية بنظيراتها المستخدمة في إنجلترا، واتضح من هذه المقارنة أن القدم الفرنسي يزيد عن القدم الإنجليزي بحوالي 6%، وأيضاً يزيد الرطل الفرنسي على مثيله الإنجليزي بحوالي 8%، فاتجه هؤلاء العلماء للبحث عن وحدة ثابتة لا تنتمي لأية دولة بحيث يمكن اتخاذها أساساً لبناء نظاماً للقياس عالمي الصيغة، وفي هذا الصدد تقدم اقتراحان لاختيار وحدة للطول، وكان الاقتراح الأول هو اتخاذ طول البندول الذي زمن دورته يساوي ثانية واحدة وحدة قياس الطول، أما الاقتراح الثاني فهو أن تكون وحدة الطول هي طول جزء معين من خط طول الكرة الأرضية.

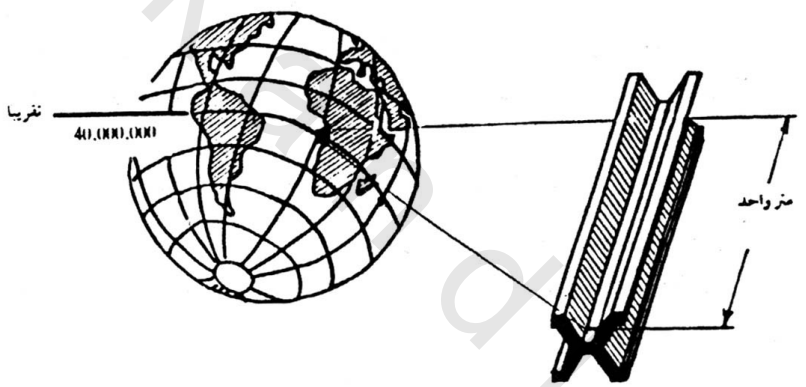
وفي عام 1790 م طلب العلامة الفرنسي (تاليراند) من أكاديمية العلوم دراسة الاقتراحين المشار إليهما، فرفضت الأكاديمية الاقتراح الأول لأن طول البندول يعتمد على جاذبية الأرض وبالتالي فإن الوحدة المبنية على طول البندول لن تكون ثابتة بل سوف تتغير من مكان لآخر على سطح الكرة الأرضية وأيدت الأكاديمية الاقتراح الثاني.

ثم اكتشف بعض العلماء الفرنسيين أن أقرب شكل لكوكب الأرض هو على شكل كرة. ثم درس محيط الكرة الأرضية أثناء بحثهم عن أساس ثابت لا يتغير.

openkanal.com

وعرف العلماء أن المسافة بين القطب الشمالي والقطب الجنوبي يساوي $\frac{1}{2}$ محيط الكرة الأرضية، وإن المسافة بين القطب الشمالي وخط الاستواء يساوي $\frac{1}{4}$ محيط الكرة الأرضية.

ثم عرف المتر بواسطة الأرصاد الفلكية عام 1795 ميلادية بأنه يساوي 10^{-7} أي: ($\frac{1}{10.000.000}$) أي جزء من عشرة مليون من المسافة بين القطب وبين القطب الشمالي وخط الاستواء مقاسة على خط طول يمر بباريس، وحيث أن المسافة بين القطب الشمالي وخط الاستواء تعادل $\frac{1}{4}$ محيط الكرة الأرضية. فقد اعتبر أن المتر يعادل 4×10^{-7} ($\frac{1}{40.000.000}$) أي جزء من 40 مليون من محيط الكرة الأرضية كما هو موضح بشكل 9.



شكل 9
المـــتر الإمـــامي

أصبح المتر هو وحدة قياس الأطوال وهو حجر الأساس الذي بنى عليه النظام المتري وهو النظام القانوني بفرنسا.

وفي عام 1798 ميلادية أنتج أول متر إمامي الذي اشتق منه وحدات تمثل إما مضاعفات له أو كسور عشرية.

اكتشاف العلماء وإعجاز القرآن الكريم:

في نهاية القرن الثامن عشر الميلادي اكتشف العلماء الفرنسيون من خلال

الأرصاد الفلكية أن الأرض كروية الشكل.

وفي منتصف القرن العشرين الميلادي اكتشف العلماء أن كوكب الأرض على شكل بيضاوي، وهو ما نزل بالقرآن الكريم من 1400 عام تقريباً في سورة النازعات حيث يقول الحق في كتابه العزيز:

بسم الله الرحمن الرحيم

أنتم أشد خلقاً أم السماء بناها (٢٧) رفع سمكها فسواها (٢٨) وأغطش ليلها وأخرج ضحاها (٢٩) والأرض بعد ذلك دحاها (٣٠) أخرج منها ماءها ومرعاها (٣١) .

صدق الله العظيم

ومعنى الآية: (30) والأرض بعد ذلك دحاها .. أي بسطها وأوسعها ليسكن فيها أهلها، وجعلها على شكل بيضة، أي بيضاوية الشكل.

والقرآن الكريم ليس كتاب نظريات علمية، بل هو كتاب هداية وإرشاد وتوجيه وما جاء فيه من حديث عن الكون وآياته، يدل على عظمة الخالق سبحانه وتعالى وإعجاز القرآن الكريم.

النظام المتري

Metric system

عقد مؤتمر دولي بباريس عام 1875 ميلادية ضم مندوبين من 32 دولة من بينهم مندوب عن مصر، ووقعوا على اتفاقية دولية لاستخدام النظام المتري أساساً للقياسات الطولية بدولهم واعتبار المتر إماماً دولياً للقياسات الطولية.

وفي عام 1889 ميلادية تم إنتاج 33 نسخة من المتر الإمامي الدولي، صنعت من سبيكة من البلاتين والأريديم، ووزعت على دول اتفاقية المتر الدولية.

أما المتر الإمامي الذي تم معايرة عليه جميع النسخ الموزعة على دول الاتفاقية مقطعة على شكل حرف X ومحفوظ بسيفر أحد أحياء العاصمة الفرنسية باريس في درجة حرارة ثابتة.

اعتبر المتر هو وحدة قياس الطول الدولية واستخدم النظام المتري في جميع دول اتفاقية المتر الدولية، وأصبح التبادل التجاري للسلع الهندسية والصناعية وقطع الغيار

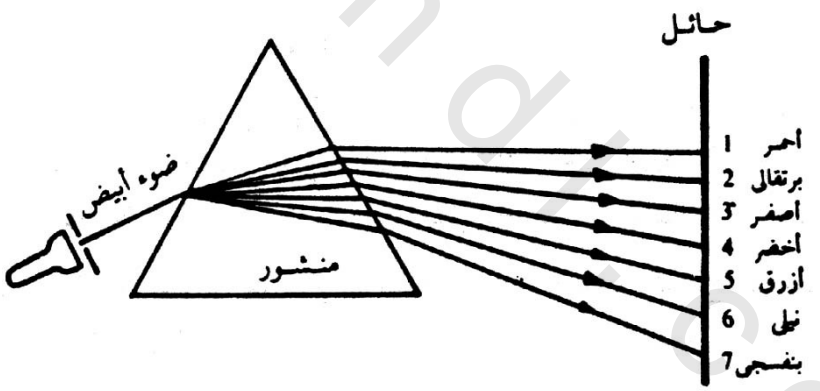
بين الدول رائجاً بفضل استخدام نظام قياسي موحدة.

استخدم المتر الدولي كوحدة قياس الطول من سنة 1875 إلى سنة 1960 ميلادية.

القياس بواسطة أطوال موجة الضوء:

من قديم الزمان كانت خواص الضوء مثاراً للدهشة والإثارة نحو إجراء التجارب، كما كانت طبيعة الضوء دائماً موضوعاً لتأملات عظيمة، وقد وضع السير اسحق نيوتن حجر الأساس الأول للقياس بأطوال موجة الضوء عام 1666 ميلادية وذلك عندما استطاع تحليل شعاع الضوء من الشمس من خلال منشور زجاجي للحصول على ألوان الطيف المتدرجة الموضحة بشكل 10، وقسم ألوان الطيف إلى سبعة أقسام أساسية حسب اللون وهي كما يلي:-

أحمر . برتقالي . أصفر . أخضر . أزرق . نيلي . بنفسجي. وقد وجد اختلاف بطول موجة كل لون عن الآخر وأن سرعة الضوء تبلغ حوالي 186000 ميل في الثانية أي (300.000 كم في الثانية تقريباً)، وقد بنى إسحاق نيوتن كثيراً من شهرته من التجارب التي أجراها.



شكل 10
تحليل شعاع الضوء من خلال منشور زجاجي

وعلى الرغم من عظيم اهتمام نيوتن بالضوء، إلا أن الطبيعة الداخلية للضوء ظلت محل جدل حتى مطلع القرن الحالي وخلال عصر نيوتن ولسنوات بعد ذلك كان هناك خلاف حول ما إذا كان شعاع الضوء هو تيار من الجسيمات أو هو أمواج من نوع

معين، وقد كان نيوتن نفسه من أعظم مؤيدي النظرية الجسمية، ونظراً لمكانته فإن الكثيرين كانوا يميلون إلى رأيه.

وفي عام 1670 ميلادية استطاع كريستيان هيجنز وهو أحد معاصرين نيوتن أن يفسر كثيراً من خواص الضوء باعتباره موجياً في طبيعته، وقد كان لكلتا هاتين الفكرتين حول طبيعة الضوء مؤيديها.

وفي عام 1804 ميلادية أسس توماس يانج نظرية التداخل الضوئي (أي تداخل الضوء مع بعضه البعض مثل الأمواج الصوتية) وتمكن من الحصول على هدب التداخل المضيئة المظلمة، وبهذا أصبحت النظرية الموجية مقبولة علمياً.

وفي عام 1892 ميلادية اخترع ألبرت مايكلسن وسائل قياس ضوئية واستطاع بواسطتها قياس المتر الإمامي بسيفر بباريس ومقارنته بطول موجة أشعة اللون الأحمر، وقد وجد أنه أقل بمقدار 0.2 ملليمتر من الطول الحقيقي $\frac{1}{40.000.000}$ من محيط الكرة الأرضية، كما تم قياس موجات ألوان الطيف وتحديد قياس كل لون بدقة، واعتبرت أشعة أي لون كإمام طبيعي للقياسات لا يمكن تدميره.

طول موجة الضوء إمام لقياس الأطوال :

علي الرغم من أن المتر الدولي أثبت أنه أكثر استقراراً من اليادرة القياسية، إلا أنه تم الاتفاق دولياً من خلال الهيئة الدولية للتوحيد القياسي ISO عام 1960 ميلادية على تحديد طول المتر بمعلومية عدد الموجات ذات الإشعاع الخاص للضوء، وحددت اليادرة القانونية سنة 1964 ميلادية على إنها تساوي 0.9144 من المتر.

وقد عرف المتر بأنه يساوي 1.650.763.73 طول موجتي للضوء البرتقالي . الأحمر المنبعث من ذرات كريتون 86.

وفي عام 1983 ميلادية عرف المتر على أنه يساوي المسافة التي يقطعها الضوء في فراغ زمن قدره ($\frac{1}{299.792.458}$ من الثانية) وأصبح الآن من الممكن استخدام أشعة الضوء كإمام للقياسات الطولية.

تطور الصناعة

Industrial Development

تعلم الإنسان من قديم الزمان اللغة التي يتحدث بها، واختلفت اللغة من مكان إلى آخر، وعلى مر العصور وتعاقب الأجيال توحدت هذه اللغات في كل بقعة من بقاع الأرض، ثم تعلم طرق الكتابة لتسهيل الاتصال، واتبع أساليب موحدة في حساباته واكتشف طرق للقياسات المختلفة، فقد اتخذ الذراع وكف اليد والإصبع وخطوة القدم وغير ذلك من الظواهر الطبيعية كمقاييس للأطوال، واستفاد من شروق الشمس وغروبها ودورة القمر والفصول الأربعة في قياس الزمن. كما قام بمقايضة السلع المختلفة مستعملاً طرق للحكم على جودتها، ومع تتابع الأجيال فقد تعددت المقاييس المختلفة للأطوال والأوزان والأحجام في مشارق الأرض ومغاربها، كما تنوعت هذه المقاييس حتى في الوطن الواحد، وأدى ذلك إلى كثير من الصعوبات التي واجهت التبادل التجاري في نطاق كل بلد وبين مختلف البلاد.

وبدراسة وحدات القياس على الصعيد الدولي، وجد أن هناك عدة أنظمة لوحدات القياس، فالنظام الفرنسي بأشكاله المختلفة استخدم في فرنسا ومستعمراتها وبعض دول أخرى، كما استخدم النظام الإنجليزي في إنجلترا ومستعمراتها، أما الولايات المتحدة الأمريكية فقد استخدمت نظام يشابه النظام الإنجليزي.

وكان من الطبيعي إيجاد نظام دولي موحد يكون مقبولاً لاستخدامه في شتى أنحاء العالم ويحقق التفاهم بين جميع الدول في المجالات العلمية والصناعية وييسر التبادل التجاري بينها. وأدى ذلك إلى تبني النظام الفرنسي (المتري) بأشكاله المختلفة (الأطوال والأحجام والأوزان) وسمى بالنظام الدولي لوحدات القياس.

وظهرت الدراسات المختلفة في أواخر القرن التاسع عشر الميلادي حول الإنتاج الكمي (إنتاج السلعة الواحدة إنتاجاً كبيراً متكرراً) وقد أسفرت هذه الدراسات بضرورة

الاهتمام بوضع مواصفات ومعايير محددة لمواد وخصائص وأبعاد القطع والأجزاء المصنعة التي تتكون منها السلع والآلات حتى يمكن إخضاع الإنتاج الكمي الكبير لسلعة ما إلى نظام موحد يكفل تجانس وتطابق كل مجموعة من الأجزاء المتماثلة (أي تزاوج هذه الأجزاء وتركيبها) مهما اختلفت مصادر صنعها.. وبذلك يتيسر إنتاج كميات كبيرة من هذه القطع والأجزاء بمصنع واحد أو بمصانع متعددة ثم يتم تجميعها بسهولة، وبذلك يتم الإنتاج الكبير بمستوى عال من الجودة، وقد اتضح أن هذه التماثل في تصميم وتصنيع القطع والأجزاء يؤدي إلى تيسير التبادل في الصناعة.. مما يهيء الفرصة للتوسع في إنتاج قطع الغيار مع انخفاض التكلفة.

أدى ذلك إلى توجيه الاهتمام بدقة قياس المنتجات المصنعة واستخدام أدوات وأجهزة قياس ذات دقة عالية مع توحيد الوحدات المستخدمة في القياس ومحاولة القضاء على تعددها واختلاف نظمها في البلد الواحد والبلدان المتعددة حتى يمكن الوصول إلى الدقة المنشودة بأبعاده ومقاسات القطع المنتجة ضماناً للتماثل والتيسير التجاري.

وعندما اهتم الإنسان بتطور الصناعة أي بتصنيع منتجات ذات دقة وجودة عالية، بدأ بتطبيق أسلوب ما يسمى بالتقييس أو التوحيد القياسي سواء بما تشمله هذه المنتجات من مقاييس ومواصفات أو توحيد لأسلوب الإنتاج بما يتلاءم مع احتياجات الاستخدام.

واستهدف التوحيد القياسي المصانع التي تنتج أصنافاً معينة يجري تداولها بمقاسات وأحجام معينة أن تستخدم خامات أولية أو أصناف نصف مصنعة من أنواع ومقاسات موحدة متفق عليها، كما أوصى باستخدام الآلات والمعدات ذات القياسات الموحدة حتى يمكن الوصول إلى المستوى المحدد للجودة في المواصفات المعتمدة وعرض هذه المنتجات بالأسواق بأسعار مناسبة.

وتقدمت الصناعة في القرن العشرين، حيث انتقل الإنسان من عصر الإنتاج اليدوي إلى عصر الإنتاج الآلي، وازدهرت الصناعة وتطورت تطور هائل بعد الحرب

العالمية الثانية، إذ تسابقت الدول الكبرى في صناعة المعدات والأسلحة المدمرة والتي سرعات ما تحولت بعد الحرب إلى أدوات وأجهزة لخدمة البشرية ورخائها.

وما زالت الدول في تسابق مستمر، وما يدل على ذلك ما نراه اليوم من آلات وأجهزة ذات تحكم أتوماتي وتحكم رقمي وغير ذلك من تقدم في جميع المجالات الصناعية، كان الهدف منها هو توفير الجهد البشري وزيادة حجم الإنتاج والارتفاع بمستوى التصنيع مع خفض التكاليف.

النظام الدولي لوحدات القياس

System International Units (SI)

اتجاه العالم بعد الحرب العالمية الثانية إلى تعميق الترابط والتعاون بين الدول، واتخاذ كل ما يؤدي إلى تحقيق تفاهم دولي أفضل في المجالات الصناعية والعلمية والتكنولوجية والتجارية.. وغيرها، ومن أهم الوسائل التي تؤدي إلى تلك الغاية هو وجود نظام موحد لوحدات القياس يكون مقبولاً من جميع الدول.

وبدراسة موقف وحدات القياس على الصعيد الدولي وجد أن هناك عدة أنظمة لوحدات القياس. فالنظام المتري بأشكاله المختلفة (سم.جم.ث ، م.كجم.ث ، م.طن.ث) يستخدم في فرنسا ومستعمراتها ودول الأخرى بالإضافة إلى وحدات قياس محلية، كما استخدم النظام الإنجليزي بأشكاله المختلفة في إنجلترا ومستعمراتها السابقة وفي الولايات المتحدة الأمريكية (بوصة . قدم . ياردة . ميل، درهم . أوقية . أقة . قنطار)، وبالرغم من أن هذه الوحدات كانت تنتمي إلى نظام واحد، إلا أن قيمتها لم تكن واحدة في كل من إنجلترا وأمريكا.

ومع انتشار النظام المتري وتغلبه على صعوبات النظام البريطاني المعروف بكسوره الاعتيادية، فقد استخدم النظام المتري في معظم دول العالم، حيث اعتبر أنه من أفضل الأنظمة وأسهلها لاستخدامه الكسور العشرية.

وتم الاتفاق دولياً من خلال الهيئة الدولية للتوحيد القياسي (international Organization For Standardization) المعروفة بالرمز (ISO) وهي منظمة غير حكومية

ولكنها إحدى المنظمات التابعة للنظام العالمي للوحدات القياسية.. (System International Units) **المعروفة بالرمز** (SI) **عام** 1960 **ميلادية على اعتبار المتر القياسي هو إمام قياس الأطوال وهو الوحدة الأساسية لقياس الطول، والنظام المتري هو النظام الدولي لوحدات القياس.**

الوحدات القياسية الأساسية:

وحدة قياس الطول الأساسية (المتر) لم تكن هي الوحيدة الموجودة في النظام الدولي (SI) **نظراً لأنها تتناسب مع جميع الأغراض، لذلك فقد اتفق على وحدات أساسية أخرى أيضاً.**

وطبقاً لأحدث المعلومات عن المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) **فإن الوحدات الأساسية هي سبع وحدات كما هو موضح بجدول ١ ، يمكن أن يشتق منها عدد كبير من الكميات.. وهي كالآتي:-**

جدول ١
الوحدات القياسية الأساسية
حسب النظام الدولي طبقاً لمواصفات ISO

وحدات SI المترابطة			
رقم	الوحدة	الوحدة القياسية الأساسية الصيغة	الرمز
1	متر	وحدة قياس الطول Length	M
2	كيلو جرام	وحدة قياس الكتلة Mass	Kg
3	ثانية	وحدة قياس الزمن Time	S
4	أمبير	وحدة قياس شدة التيار الكهربي Electric Current	A
5	كلفن	وحدة قياس درجة الحرارة Temperature	K

6	كانديلا	وحدة قياس شدة الضوء Luminous	Cd
7	مول	وحدة قياس كمية المادة Amount of Substance	Mol

حدد للمتر القياسي وحدات طولية أكبر منه وأقل منه طبقاً للنظام العشري، ليتناسب مع المتطلبات الصناعية المختلفة، وبحيث تكون النسبة بينهما أساسها الرقم 10 مرفوعاً إلى أس، ويطلق على كل أس رمز خاص يبدأ به اسم الوحدة.

مثال :

السنتيمتر = وحدة المتر × الأس = 10^{-2}

وما ينطبق على وحدة قياس الطول ينطبق أيضاً على وحدات القياس الأخرى كالجرام مثلاً.

فيما يلي جدول ٢ ، ٣ الذي يوضح وحدات القياس المشتقة من المتر القياسي (وحدة قياس الطول الأساسية) طبقاً للنظام العشري ورموزه الخاصة.

جدول ٢

وحدات القياس الطولي المتري

تسمية الوحدة		الرمز	التمثيل الرياضي
يوتا	YOTTA	y	10^{24}
زيتا	ZETTA	z	10^{21}
إيكسا	EZA	e	10^{18}
بيتا	PERA	p	10^{15}
تيرا	TERA	t	10^{12}
جيجا	GIGA	g	10^{9}
ميجا	MEAGA	m	10^{6}
كيلو	KILO	k	10^{3}
هكتو	HECTO	h	10^{2}
ديكا	DEKA	da	10^{1}

متر	الرمز القاعدي	١ = ١٠°

obeikandl.com

تسمية الوحدة	الرمز	التمثيل الرياضي
ديسي	DECI	d	10^{-1}
سنتي	CENTI	c	10^{-2}
ميللي	MILLE	m	10^{-3}
ميكرو	MICRO	u	10^{-6}
نانو	NANO	n	10^{-9}
بيكو	PICO	p	10^{-12}
فمتو	FEMTO	f	10^{-15}
آتو	ATTO	a	10^{-18}
زيتو	ZETO	z	10^{-21}
يوكو	YOKO	y	10^{-24}

ملاحظة:

الوحدة المتداولة دولياً في بيان أبعاد ومقاسات الرسومات الخاصة بالهندسة الميكانيكية هي وحدة المليمتر.

مميزات النظام الدولي لوحدات القياس:

يتميز النظام الدولي لوحدات القياس (SI) على النظم المختلفة الأخرى بمميزات أهمها إنه أفضل الأنظمة وأسهلها لاستخدامه الكسور العشرية، بالإضافة إنه نظام دولي متفق عليه معظم دول العالم، ومن ثم فهو لغة مشتركة لجميع الدول، وإنه صالح لجميع المجالات، وهو بذلك يتناسب مع جميع المجالات الصناعية. مما يجعله وسيلة هامة من وسائل التقييس. ويمكن إجمال مزايا النظام العالمي لوحدات القياس (SI) فيما يلي:-

1- استعمال وحدات قياسية شاملة وسهلة التداول.

2- للمقدار الفيزيائي قيمة قياسية واحدة فقط دون سواها.

3- اشتقاق مباشر من الوحدات القاعدية (الأساسية) وخال من التركيب المعقد.

4- أس عشري بسيط التحويل تصاعدياً وتنازلياً للقيمة.

الهيئات والمنظمات الدولية للتقييس

شهد العقد الأخير من القرن الثامن عشر الميلادي تطوراً علمياً وصناعياً وتجارياً، وظهرت الانطلاقة الحقيقية بإقرار النظام المتري في فرنسا عام 1795 ميلادية رغم أن تطبيه الفعلي بدأ عام 1889 ميلادية بموجب اتفاقية المتر الدولية، وكانت دعوات توحيد معايير القياس وتحديد أدوات القياس المناسبة، أدت إلى إنشاء مختبرات القياس الوطنية في بعض الدول الصناعية في أواخر القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين، ومن ثم فقد ظهر على المستوى الدولي المنظمات والهيئات الآتية:-

1- المنظمة الدولية للأوزان والمقاييس (OIPM) :

تأسست المنظمة الدولية للأوزان والمقاييس (**OIPM**) عام 1985 ميلادية بموجب اتفاقية المتر الدولية، من قبل 17 دولة وهم [فرنسا – الأرجنتين – أسبانيا – ألمانيا – إيطاليا – البرازيل – البرتغال – بلجيكا – بيرو – تركيا – الدانمارك – روسيا – دول السويد – والنرويج – سويسرا – فنزويلا – دول النمسا والمجر – الولايات المتحدة] ومقرها فرنسا. هدفها هو ضمان تجانس ودقة القياس ووحداته في جميع أنحاء العالم.

2- المنظمة الدولية للمترولوجيا القانونية (OIML) :

قامت المنظمة الدولية للمترولوجيا القانونية (OIML) بوضع نظام لشهادات المطابقة يتعلق بأجهزة القياس، يهدف إلى تنسيق أعمال هيئات التقييس والوطنية والإقليمية التي تتولى إجازة أنواع أجهزة القياس في جميع مجالات القياس سواء على المستوى الوطني أو على المستوى الدولي.

3- الاتحاد الدولي للقياس (IMEKO):

اهتم الاتحاد الدولي للقياس (IMEKO) بتطبيقات علم القياس في العلوم والصناعة وتطوراته.

Openkandil.com

4- المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO):

ضمت المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) هيئات وطنية للتقييس من 90 دولة، وتعمل المنظمة في جميع ميادين التقييس باستثناء الهندسة الكهربائية والالكترونية التي تتولى مسئولياتها اللجنة الكهروتقنية الدولية (ISC) حسب اتفاقية مبرمة معها.

توفر المنظمة الدولية (ISO) واللجنة الكهروتقنية (ISC) نظاماً متكاملاً للتقييس الدولي، وهو أكبر نظام غير حكومي للتقييس والتعاون الصناعي والتقني والتطوعي على المستوى الدولي.

5- المنظمة العربية للمواصفات والمقاييس :

تتبع المنظمة العربية للمواصفات والمقاييس لجامعة الدول العربية، وهي منظمة إقليمية تضم في عضويتها الأجهزة الوطنية للمواصفات والمقاييس في الأقطار العربية.

مهام المنظمة هو إعداد مواصفات قياسية عربية بواسطة لجان فنية عربية متخصصة أو من قبل الأمانة العامة للمنظمة أو بالتعاون مع الجهات ذات العلاقة، وذلك بناء على موافقة المنظمة الدولية للمترولوجيا القانونية (OIML) على منح الأمانات العامة للمنظمة العربية للمواصفات والمقاييس حق ترجمة ما يناسب الدول العربية من توصيات ومواصفات تلك المنظمة.

6- المنظمة الإفريقية الإقليمية للمواصفات (ARSO) :

لمنظمة الإفريقية الإقليمية للمواصفات (ARSO) ومقرها نيروبي وتضم معظم الدول الإفريقية، مهامها هو إعداد المواصفات القياسية الدولية وعرضها على الأعضاء.

بالإضافة إلى مختبرات القياس الوطنية مثل PTB ، NPL ، NBS في كل من ألمانيا وبريطانيا والولايات المتحدة الأمريكية.

التقييس في الوطن العربي

أبدت جامعة الدول العربية اهتماماً بضرورة العمل المشترك من أجل تنسيق وتوحيد المواصفات والمقاييس عربياً وبما يتيح إمكانيات التعاون والتكامل الاقتصادي بين الأقطار العربية، فتم إنشاء المنظمة العربية للمواصفات والمقاييس التي بدأت نشاطها عام 1988 م وروعي في استحداثها تحقيق الأهداف التالية:-

1- إنشاء مركز للوثائق والمعلومات وتبادل كافة المعلومات والبيانات والدراسات المتعلقة بالمواصفات، وأنظمة القياس، وطرق الاختبار، والفحص المستخدمة في الدول العربية بالقوانين واللوائح الصادرة بشأنها، وبالإدارات والأجهزة، والفنيين والمهندسين، والمعامل والمختبرات، وبجميع ما يتعلق بمجالات المواصفات والمقاييس.

2- تنمية العلاقات وتشجيع التعاون بين الإدارات والأجهزة والأقسام والهيئات المعنية بشئون المواصفات والمقاييس في الدول والبلاد الأعضاء والاستفادة من الإمكانات المعملية المتوفرة في المختبرات العربية القائمة وتقديم التوصيات لتنظيم اختبار المواد ومعايرة الأجهزة تحقيقاً لمطابقة المواصفات الموضوعة ومعاونة الهيئات والإدارات القومية على استكمال إمكاناتها والعمل على تزويدها بما قد يلزمها من فنيين أو معلومات.

3- تنسيق وإجراء البحوث والدراسات الخاصة بالمواصفات والمقاييس واقتراح النظم الكفيلة بضبط حدة الإنتاج العربية ودقته والنهوض بمستواه وضمان سلامته.

4- تنسيق وتوحيد وحدات القياس والمصطلحات والتعاريف والرموز الفنية، وأسس الرسم وكذلك طرق التحليل والفحص والاختبار ونظم المطابقة للمواصفات.

5- إصدار ونشر توصيات أو مواصفات قياسية عربية موحدة لتحديد الخواص ومستويات الجودة للخامات والمواد والمنتجات والسلع والأجهزة والمعدات وأنظمة التنفيذ الفنية، وكذلك تنسيق وتوحيد المقاييس وأنظمة القياس المطبقة في الأقطار العربية.

openkandi.com

6- العمل على إعداد وتدريب ورفع كفاية المستويات المختلفة من المهندسين والفنيين وتأهيلهم للأعمال المتعلقة بالمواصفات والمقاييس، والرقابة على الإنتاج وضبط دقته وجودته تمهيداً لإنشاء مركز عربي مشترك للتدريب والتأهيل في مجالات المواصفات والمقاييس.

7- إصدار واعتماد وتسجيل العلامات والبيانات والرموز التي تدل على مطابقة المواد والخامات والمنتجات والأجهزة والمعدات والمواصفات القياسية العربية ووضع الأنظمة المتعلقة بشروط استعمال شارات المطابقة والمنوه عنها.

8- عقد حلقات البحث والدراسات وكذلك المؤتمرات المحلية والإقليمية.

9- تنسيق المواصفات والمقاييس العربية مع توصيات المنظمة العالمية، والتعاون مع المنظمات والهيئات الوطنية والإقليمية والدولية المماثلة.

مفهوم التوحيد القياسي (التقييس) :

هو أسلوب موحد لتطبيق قواعد ثابتة واتخاذ مراجع واحدة عند مزاولة نشاط ما ولعل أفضل التعاريف التي وضعت له هو التعريف الذي وضعته المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) وطبقاً لهذا التعريف فإن التوحيد القياسي هو:-

وضع وتطبيق قواعد لتنظيم نشاط معين لصالح جميع الأطراف المعنية وبتعاونها لتحقيق اقتصاد متكامل أمثل مع الاعتبار الواجب يتلاءم مع الأداء ومقتضيات الأمان.

وهو يرتكز على النتائج الراسخة للعلم والتكنولوجيا والخبرة في سبيل تحديد التطور للحاضر والمستقبل ومسايرة التقدم ومن بين تطبيقاته ما يلي:-

1- وحدات القياس.

2- المصطلحات والرموز.

3- المنتجات.. (تعريف خصائص المنتجات وطرق القياس والاختبار وتصنيف خصائص المنتجات لتحديد جودتها وقابليتها للتبادل.. الخ).

4- سلامة الأشخاص والسلع :

ويمكن أن نوضح هذا التعريف بمزيد من التفصيل فنقول أن التوحيد القياسي

openkanal.com

بمفهومه العلمي والتكنولوجي الحديث، يعني ذلك النظام أو الأسلوب الذي يحقق وضع المواصفات القياسية التي تحدد الخصائص والأبعاد ومعايير الجودة وطرق التشغيل والأداء للسلع والمنتجات، مع تبسيط وتوحيد أنواعها وأجزائها على قدر الإمكان، إقلالاً للتعدد الذي لا داعي له وتيسيراً للتبادلية في إنتاج الجملة وقطع الغيار وخفضاً للتكاليف، كما يشمل التوحيد القياس توحيد الطرق والأساليب التي تتبع عند الفحص والاختبار للتأكد من مطابقة السلع والمنتجات للمواصفات المعتمدة وكذلك المصطلحات والتعاريف والرموز الفنية وأسس الرسم والتعبير، توحيداً للغة التفاهم العلمي والفني في مجالات الصناعة والتجارة والعلوم.

ولما كان القياس الدقيق من أهم الأسس التي يرتكز عليها التبادل التجاري وكذلك الإنتاج الصناعي الحديث، سواء في أساليبه العلمية أو من خلال تبادل أجزاء منتجاته، فإن التوحيد بني بتوحيد وحدات القياس وأساليبه وضبط ومعايرة أجهزته على مرابط يتم ضبط وقتها بانتظام على أئمة القياس التي يتم معايرتها كل حين على الأئمة الدولية المناظرة.

أسس التوحيد القياسي :

يشتمل أسس التوحيد القياسي العمليات الثلاث التالية :-

1- **التبسيط :**

هو اختصار عدد نماذج المنتجات إلى العدد الذي يكفي لمواجهة الاحتياجات السائدة في وقت معين، وذلك عن طريق اختصار أو استبعاد النماذج الزائدة أو استحداث نموذج جديد ليحل محل نموذجين أو أكثر على ألا يخل ذلك بحاجة المجتمع ورغبات المستهلكين.

ويهدف التبسيط إلى عدم تعدد وتنوع النماذج المختلفة من السلع الشائعة الاستعمال لما في ذلك من إسراف في التكاليف وزيادة في الجهود الإنتاجية لذا فهو يؤدي إلى زيادة حجم الإنتاج وخفض التكاليف.

2- **التوحيد :**

عبارة عن توحيد مواصفتين أو أكثر لجعلهما مواصفة واحدة حتى يمكن للمنتجات الناتجة أن تكون قابلة للتبادل عند الاستخدام.

ويتضح من هذا التعريف أن التوحيد يستهدف تحقيق قابلية المنتجات للتبادل في أكثر ما يمكن من قطاعات ومجالات.

لقد أدخل التوحيد تطوراً هائلاً على أساليب الصناعة، فإليه يرجع الفضل الأكبر في إمكان الإنتاج على نطاق واسع وهو يؤدي بصفة عامة إلى نتائج مماثلة لما يؤدي إليه التبسيط، فهو يخفض من مساحة المخازن ويزيد من سرعة دوران الموجود بها، حيث يخفض من حجم المخزون الراكد، كما أن له تأثير كبير في تبسيط القيد في السجلات، كذلك فهو يؤدي إلى زيادة الإنتاجية وإلى تيسير أحكام ضبط الجودة، ويحقق كل هذه المزايا، مع ارتفاع بمستوى الجودة وإنخفاض كبير في تكاليف الإنتاج .

3- **التوصيف :**

عبارة عن التباين الموجز لمجموعة المتطلبات التي ينبغي تحقيقها في منتج أو مادة عملية ما مع إيضاح الطريقة التي يمكن بواسطتها التحقيق مع استيفاء هذه المتطلبات كلما كان ذلك ملائماً.

فالتوصيف يعني تحديد خصائص المواد والمنتجات، وكذلك الطرق والوسائل الكفيلة بالتحقيق من توفر هذه الخصائص، وقد لا يكون هذا التحديد يسيراً فقد يستلزم علي سبيل المثال الاستعانة بكثير من الرسومات الهندسية أو المنحنيات أو الجداول، كما أنه قد يحتاج إلى إجراء كثير من البحوث الصناعية.

إن هذا التحديد الدقيق يضمن الدقة في اختيار الخواص المناسبة وأكثر المواد ملاءمة، كما يعمل على تنظيم الإنتاج فضلاً عن تمكين المنتجين والمستهليكن من التفاهم بلغة فنية واحدة.

أهداف التوحيد القياسي :

إن الأسس السابقة (التبسيط – التوحيد - التوصيف) التي يتضمنها التوحيد القياسي لها آثار بعيدة المدى في جميع أنشطة الحياة، فالتوحيد القياسي ليس له غاية في حد ذاته بل أنه وسيلة فعالة لتحقيق أهداف ضخمة من أهمها ما يلي:-

1- زيادة الكفاية الإنتاجية.

2- تحسين جودة الإنتاج.

3- المحافظة على المواد والموارد.

مزايا التوحيد القياسي :

بالإضافة بأن توحيد المصطلحات والتعاريف والرموز له أثر كبير في سهولة تبادل العلوم والفنون وتدعيم التفاهم الدولي فضلاً عن تيسير المعاملات التجارية.

وبذلك يمكن إيجاز ما يحققه التوحيد القياسي من مزايا وفوائد فيما يلي:-

١- الاقتصاد الشامل.

٢- حماية المستهلك.

٣- السلامة والأمان وحماية صحة وحياة العاملين والمستهلكين.

المقصود بالاقتصاد الشامل أي الاقتصاد الذي يتمثل في الجهد البشري . الموارد . الآلات . القوى . الطاقة، وليس من شك في أن تحقيق الاقتصاد الشامل يعني بلوغ النهاية المثلى للكفاية الإنتاجية على مستوى الوطن بأكمله.

ضرر عدم التوحيد القياسي (الخروج عن الإمامية) :

من الأمثلة الطريفة فيما يسببه عدم التوحيد القياسي، ما حدث في بريطانيا عند ابتداء انتشار السكك الحديدية فيها، إذ بدأت بعض شركات السكك الحديدية بتسيير قطاراتها على قضبان يبعد أحدهما عن الآخر بمقدار متر ثابت، وقامت شركات أخرى بتحديد أبعاد بين القضبان أوسع. ولم يكن هذا الاختلاف ذا أهمية في بادئ الأمر، ولكنه عندما امتدت وانتشرت الخطوط الحديدية، لوحظ أنه لا يمكن لقطارات أحد الفريقين السير على قضبان الفريق الآخر.

وتعطلت بذلك وسائل الانتقال السريع، واستلزم تسفير الركاب والبضائع ونقلهما من قطار إلى آخر، إذا كان السفر بين الجهتين.

عندئذ، تدخلت الحكومة البريطانية، وألزمت فريقاً من الفريقين بتغيير المسافة بين قضيبي سككه الحديدية لتناسب الآخر بعد صراع عنيف بين الفريقين. وبذلك توحدت أبعاد القضبان وأصبح من الميسور تبادل القطارات بينهما.

هذا المثال بالرغم من بساطته.. إلا أنه يوضح دور التوحيد القياسي وقابلية التبادل، وأيضاً دور الحكومات والشركات في ذلك، هو أساس هام في التصنيع والتجارة الحديثة.

مصطلحات التوحيد القياسي

هناك مصطلحات للتوحيد القياسي أهمها الآتي :-

التوحيد القياسي (التقييس) :

يقصد به إيجاد مرجع موحد للمعايرة والمواصفات القياسية والاصطلاحات والتعاريف والرموز والتصنيف ومطابقة المواصفات.

المعايرة :

يقصد بالمعايرة ضبط ومضاهاة أجهزة مرابط القياس، بقصد ضمان وحدة المقاييس في مختلف الجهات التي تستخدمها كالمصانع والمعامل والورش الحكومية أو الأهلية.

إمام القياس :

هو جهاز علمي يقع في القمة من حيث الدقة، ويسمى إماماً دولياً إذا كان ضمن الأئمة القياسية المحفوظة في المكتب الدولي للأوزان والمقاييس، ويسمى إماماً وطنياً إذا كان محفوظاً في معمل قومي أو ما يناظره بإحدى الدول ويعاير الإمام الوطني على الإمام الدولي.

تصنع أئمة القياس من مواد خاصة وتحفظ تحت ظروف خاصة، ومشهود

obeikandi.com

بصحتها من أحد المعاهد العالمية المختصة في هذا المجال.

تستخدم أئمة القياس من وقت لآخر وذلك للتأكد من تماثل وتطابق جميع مرابط القياس الموجودة في كل دولة.

مرابط القياس :

هي الأجهزة التي سبق معايرتها على أئمة القياس الوطنية، وبذلك تعتبر أجهزة تلي أئمة القياس من حيث الدقة.

تحفظ مرابط القياس في المعامل المختصة أو بحجرات تفتيش القياسات بالمصانع أو الشركات، وتستخدم في ضبط ومعايرة أدوات وأجهزة القياس الدقيقة دورياً بشرط ألا تستعمل هي نفسها في القياس المباشر.

أجهزة القياس الدقيقة :

هي الأجهزة التي سبق معايرتها على مرابط القياس، وتستعمل في القياس المباشر بالمعامل المختصة للإنتاج الصناعي وخاصة للأجزاء المتبادلة أو للإنتاج المتكرر.

الاصطلاحات الموحدة :

يقصد بها إطلاق أسماء مدلولات موحدة عن تعبير أو كيان خاص، بما يضمن عدم حدوث أي ليس أو خطأ في هذا المدلول.

المواصفات القياسية :

هي التحديد المعتمد للخواص والشكل الخارجي والأبعاد وطرق الاختبار وأغراض الاستخدام ووحدات القياس التي تحقق استعمال السلع والخامات لأغراض محددة.

مطابقة المواصفات القياسية :

هي عملية التحقق من مدى انطباق المواصفات القياسية على السلع أو الخامات في شكلها المعروض.

فيما يلي عرض جداول التحويل من النظام البريطاني إلي النظام المتري والعكس .

obeikandl.com

التحويل من النظام البريطانى إلى النظام المترى والعكس

جدول ٣ (مقاييس الأطوال)

Measuring Of Length
1 millimeter (mm = 0.03937 inch
1 centimeter (cm) = 0.39370 inch
1 meter (m) = 39.37008 inches
= 3.2808 feet
= 1.0936 yards
1 Kilometer (Km) = 0.6214 mile
1 inch =25.4 millimeters (cm)
= 2.54 centimeters (cm)
1 foot = 304.8 millimeters (mm)
= 0.3048 meter (m)
1 yard = 0.9144 meter (m)
1 mile = 1.609 Kilometers (Km)
1mile = 160 meter (m)

جدول ٤ (مقاييس المساحات)

Measure Of Area
1 square millimeter = 0.00155 square inch
1 square centimeter = 0.155 square fee
1 square meter = 10.764 square feet
= 1.196 square yards
1 square kilometer = 0.3861 square mile
1 square inch = 645.2 square millimeters
= 6.452 square centimeters
1 square foot = 929 square centimeters
= 0.0929 square meter
1 square yard = 0.836 square meter
1 square mile = 2.5899 square kilometers

جدول ٥ (مقاييس الحجوم الجافة)

Measures Of Capacity (Dry)
1 cubic centimeter (cm^3) = 0.061 cubic inch
1 Liter = 0.0353 cubic foot
= 61.023 cubic inches
1 cubic meter (m^3) = 35.315 cubic feet
= 1.308 cubic yards
1 cubic inch = 16.38706 cubic Centimeters (cm^3)
1 cubic foot = 0.02832 cubic meter (m^3)
= 28.317 Liters
1 cubic yard = 0.7646 cubic meter (m^3)

obeikan.com

جدول ٦ (مقاييس الحجوم السائلة)

Measures of Capacity (Liquid)
1 Liter = 1.0567 U.S. quarts **= 0.2642 U.S. gallon** **= 0.2200 Imperial gallon** **1 cubic meter (m^3) = 264.2 U.S. gallons** **= 219.969 imperial gallon** **1 U.S. quart = 0.946 Liter** **1 imperial quart = 1.136 Liters** **1 U.S. gallon = 3.785 Liters** **1 Imperial gallon = 4.546 Liters**

جدول ٧
(مقاييس الأوزان)

Measures of Weight
1 gram (g) = 15.432 grains **= 0.03215 ounce troy** **= 0.03527 ounce avoirdupois** **1 Kilogram (Kg) = 35.274 ounces avoirdupois** **= 2.2046 pounds** **1000 Kilograms (Kg) = 1 metric ton (t)** **= 1.1023 tons of 2000 pound** **= 0.9842 ton of 2240 pounds** **1 ounce avoirdupois = 28.35 grams (g)** **1 ounce troy = 31.103 grams (g)** **1 pound = 453.6 grams** **= 0.4536 Kilogram (Kg)** **1 ton of 2240 pounds = 1016 Kilogram (Kg)** **= 1.016 metric tons** **1 grain = 0.0648 gram (g)** **1metric ton = 0.9842 ton of 2240 pound** **= 2204.6 pounds**

obeikandi.com

جدول ٨
التحويل من بوصات إلى ملليمترات
INCHES TO MILLIMETERS

mm	In	Mm	In	Mm	In	Mm	In
1	25.4	26	660.4	51	1295.4	76	1930.4
2	50.8	27	685.8	52	1320.8	77	1955.8
3	76.2	28	711.2	53	1346.2	78	1981.2
4	101.6	29	736.6	54	1371.6	79	2006.6
5	127.0	30	762.0	55	1397.0	80	2032.0
6	152.4	31	787.4	56	1422.4	81	2057.4
7	177.8	32	812.8	57	1447.8	82	2082.8
8	203.2	33	838.2	58	1473.2	83	2108.2
9	228.6	34	863.6	59	1498.6	84	2133.6
10	254.0	35	889.0	60	1524.0	85	2159.0
11	279.4	36	914.4	61	1549.4	86	2184.4
12	304.8	37	939.8	62	1574.8	87	2209.8
13	330.2	38	965.2	63	1600.2	88	2235.2
14	355.6	39	990.6	64	1625.6	89	2260.6
15	381.0	40	1016.0	65	1651.0	90	2286.0
16	406.4	41	1041.4	66	1676.4	91	2311.4
17	431.8	42	1066.8	67	1701.8	92	2336.8
١٨	457.2	43	1092.2	68	1727.2	93	2362.2
19	482.6	44	1117.6	69	1752.6	94	2387.6
20	508.0	45	1143.0	70	1778.5	95	2413.0
21	533.4	٤٦	1168.4	71	1803.4	96	2438.4
22	558.8	47	1193.8	72	1828.8	97	2463.8
23	584.2	48	1219.2	73	1854.2	98	2489.2
24	609.6	49	1244.6	74	1879.6	99	2514.6
25	635.0	50	1270.0	75	1905.0	100	2540.0

The above is exact on the basis = 25.4 mm

obeikandl.com

حدول ٩
التحويل من ملليمترات إلى بوصات
Millimeters to inches

mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
1	0.039370	26	1.023622	51	2.007874	76	2.992126
2	0.078740	27	1.0629921	52	2.047244	77	3.031496
3	0.118110	28	01.102362	53	2.086614	78	3.070866
4	0.157480	29	1.141732	54	2.125984	79	3.110236
5	0.196850	30	1.181102	55	2.165354	80	3.149606
6	0.236220	31	1.220472	56	2.204724	81	3.188976
7	0.275591	32	1.259843	57	2.244094	82	3.228346
8	0.314961	33	1.299213	58	2.283465	83	3.267717
9	0.354331	34	1.338583	59	2.322835	84	3.307087
١٠	0.393701	35	1.377953	60	2.362205	85	3.346457
11	0.433071	36	1.417323	61	2.401575	86	3.385827
12	0.472441	37	1.456693	62	2.440945	87	3.425167
13	0.511811	38	1.496063	63	2.480315	88	3.464567
14	0.551181	39	1.535433	٦٤	2.519685	89	3.503937
15	0.590551	40	1.574803	65	2.559055	90	3.543307
16	0.629921	41	1.614173	66	2.598425	91	3.582677
17	0.669291	42	1.653543	67	2.637795	92	3.622047
18	0.708661	43	1.692913	68	2.677165	93	3.661417
19	0.748031	44	1.732283	69	2.716535	94	3.700787
20	0.787402	٤٥	1.771654	70	2.755906	95	3.740157
21	0.826772	46	1.811024	71	2.795276	96	3.779528
22	0.866142	47	1.850394	72	2.834646	97	3.818898
٢٣	0.905512	48	1.889764	73	2.874016	98	3.858268
24	0.944882	49	1.929134	74	2.913386	99	3.897638
25	0.984252	50	1.968504	75	2.952756	100	3.937008

The above table is approximate on the basis : 1 in = 25.4 mm . 1/15.4 = 0.039370078740

الباب الثانى

معدات التخطيط والشنكرة
Marking Out Tools

أجهزة القياس والمعايرة

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل الأول

أدوات قياس الأطوال

Length Measuring Instruments

تمهيد

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

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

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

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

obeikandl.com

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

فيما يلي عرض لأدوات قياس الأطوال كل منها على حدة.

مساطر الصلب Steel Rules

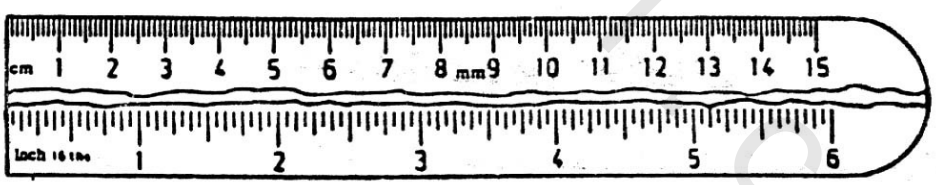
القياس بالمساطر هو أقدم وأبسط الطرق، وبالرغم من الوصول إلى التقدم الكبير في أدوات وأجهزة القياس الدقيقة.. إلا أنها مازالت تستخدم بالمصانع والورش للقياس بجانب هذه الأدوات.

تستعمل المساطر المصنوعة من الخشب أو البلاستيك للرسومات الهندسية، ونظراً لأن المساطر التي تستخدم بالمصانع والورش معرضة للتلوث بالزيوت والشحومات، لذلك فإنها تصنع من الصلب الغير قابل للصدأ لتحملها وعدم تأثرها بالزيوت بالإضافة إلى مقاومتها للخدش كما يسهل تنظيفها.

تعرف المسطرة الصلب (بالقدم) شكل 11 حيث طولها المعتاد 30 سنتيمتر وهي تتماثل تقريباً مع طول القدم الذي يساوي 12 بوصة.

تصنع المساطر بأطوال مختلفة وهي كما يلي:-

(200 – 250 – 300 – 400 – 500 ملليمتر.. تتدرج في الطول لتصل إلى 2000 ملليمتر أي 2 متر).



شكل 11
المســـــطرة

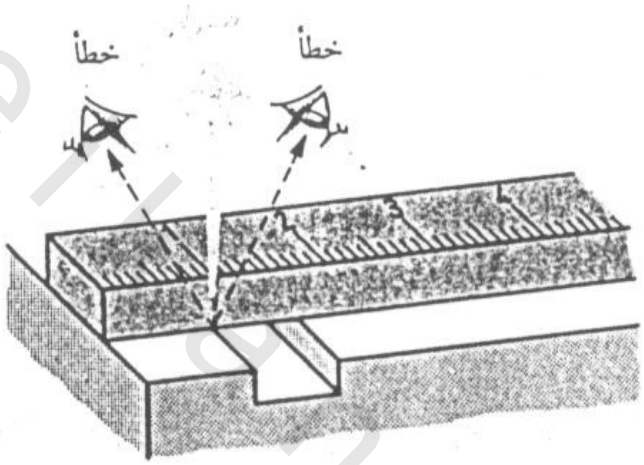
المساطر بصفة عامة حافتها مدرجة بالسنتيمترات والملليمترات وأنصاف الملليمترات من جهة وبالبوصات وأجزاؤها من الجهة الأخرى، كما توجد مساطر أخرى مدرجة من كلا جانبيها بالسنتيمترات وأجزاؤها فقط أو بالبوصات وأجزاؤها فقط.

تختلف مساطر الصلب بعضها عن بعض من حيث الشكل والطول والعرض

والسمك كما يختلف نوع الصلب تبعاً لتصميم دور الصناعة الذي ينتجها لتغطية المتطلبات المتعددة في الصناعة.

القياس بمساطر الصلب :

في أثناء قياس أطوال المشغولات، يجب النظر إلى المسطرة في الاتجاه العمودي عليها كما هو موضح بشكل 12 حيث أن النظر بزاوية مائلة ينتج عنه خطأ في القراءة يرجع ذلك إلى اختلاف النظر.



شكل 12
خطأ القياس من خلال النظر بزاوية مائلة

استخدام مساطر الصلب :

تستخدم مساطر الصلب في القياسات التالية:-

١- القياس المباشر:

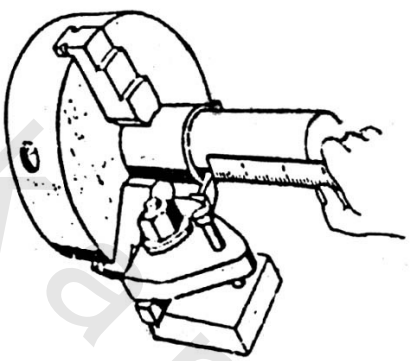
Direct Measurement

تستخدم مساطر الصلب للقياس بصورة مباشرة بتقارن أطوال قطع التشغيل بتداريج المسطرة كما هو موضح بشكل 13، علماً بأن دقة القياس بالمسطرة تبلغ حوالي 0.2 : 1 ملليمتر.

obeikandi.com

شكل 13
القياس المباشر باستخدام مساطر الصلب

كما تستخدم المساطر في القياس بصورة مباشرة للمشغولات التي لا يتطلب بها الدقة في الأطوال كما هو موضح بشكل 14.

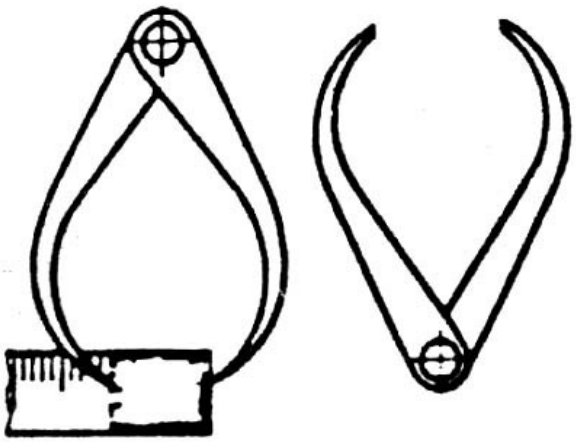


شكل 14
القياس المباشر باستخدام المسطرة

٢ – القياس الغير مباشر :

Indirect measurement

تستخدم مساطر الصلب للقياس بصورة غير مباشرة عند تحديد أبعاد وأقطار المشغولات عن طريق وسيط للقياس، مثل فرجار القياس الخارجي أو فرجار القياس الداخلي شكل 15 **حيث يمكن بهذه الطريقة الحصول على أقطار قطع التشغيل الخارجية والداخلية.**



شكل 15
القياس الغير مباشر باستخدام الفراجير

شريط القياس Measuring Tape

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

شريط القياس شكل 16 (أ) عبارة عن علبة أسطوانية مصنوعة من الصلب أو اللدائن (البلاستيك) ومثبت بداخلها شريط معدني مصنوع من الصلب المرن الرقيق بأطوال مختلفة يتراوح ما بين 1 : 5 متر.

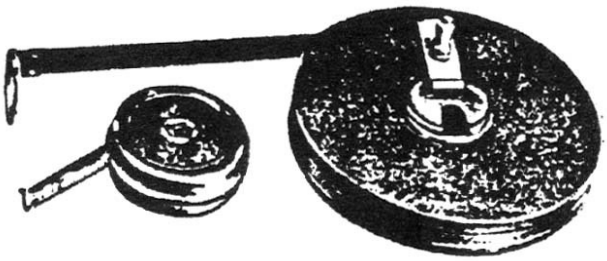
يثبت نهاية الشريط بنابض (ياي التوائي) spring التوائي بداخل العلبة، الغرض منه هو سهولة وسرعة دخول الشريط داخل العلبة عند الضغط على الزر المثبت بوسط العلبة المتصل بالياي بعد إتمام عملية القياس.

كما يصنع شريط قياس المسافات الطويلة من التيل شكل 16 (ب) بأطوال مختلفة تتراوح ما بين 20 ـ 50 متر.

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

obeikandl.com

يستخدم الشريط المصنوع من التيل لقياس الأراضي والمباني وما يشابهها.



(ب) (أ)

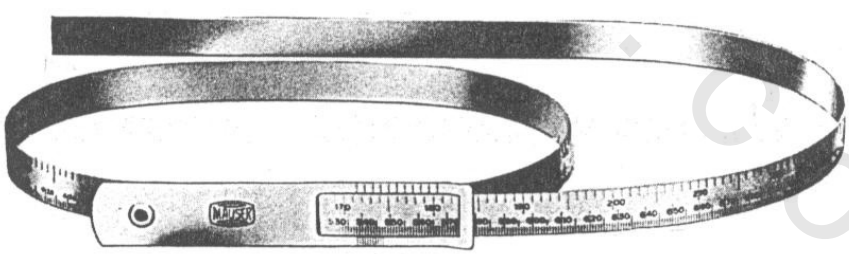
شكل ١٦
شريـــط القيـــاس

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

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

شريط القياس ذو الورنية
Venire Measuring Rape

تغلبت دور الصناعة على عيوب الفروق التي تظهر باستخدام شريط القياس السابق ذكره بتصميم شريط قياس بورنية كالموضح بشكل 17 الذي يجمع بين النظام المتري المليمتر والنظام البريطاني بالبوصة لاستخدامه لقياس محيط المشغولات الدائرية والبيضاوية الكبيرة بدقة تصل إلى 0.1 ملليمتر أو $\frac{1}{64}$ بوصة.



شكل 17
شريـــط القياس ذو الورنيـــة

صمم شريط القياس ذو الورنية بعدة أطوال ليتناسب مع المشغولات البيضاوية

openkandil.com

والدائرية ذات الأقطار المختلفة. وفيما يلي عرض لأطوال الشريط المتداولة بالأسواق.

20 _ 300 ملليمتر

300 _ 700 ملليمتر

700 _ 1100 ملليمتر

1110 _ 1500 ملليمتر

نظام تدريج ورنية شريط القياس :

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

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

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

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

وهي دقة قياس الورنية المنزلقة أو دقة قياس شريط القياس.

القـــدة Steel Straight Edge

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

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

من أهم مميزات القدة الآتي:-

1- أسطحها مستوية تماماً.

2- جوانبها حادة وقائمة.

obeikandl.com

3- على درجة عالية من الدقة.

تستخدم القدة شكل 18 للتحقيق ومراجعة استواء أسطح المشغولات ذات الأبعاد الكبيرة.

شكل 18
القـــــدة

أبعاد القدة كالآتي:-

500 × 50 × 12 مم

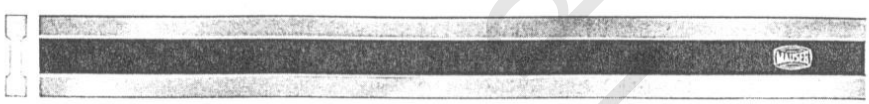
800 × 60 × 12 مم

1000 × 69 × 12 مم

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

شكل 19 يوضح قدة بشكل آخر، حيث يتراوح أبعادها ما بين:

200 × 25 × 10 مم إلى 2000 × 80 × 20 مم



شكل 19
القـــــدة

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

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

obeikandi.com

إرشادات عند استخدام القدة:

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

1- **تنظيف السطح المراد التحقيق من استوائه من الرايش والزيوت والشحوم المتعلقة به.**
2- **تجنب اصطدامها أو احتكاكها بالأدوات أو العدد الأخرى.**
3- **عدم الطرق عليها أو إلقائها على الأرض فهذا يسبب تلفها.**
4- **توضع القدة مائلة على السطح المراد التحقيق من استوائه مع تحاشي انزلاقها خوفاً من تلف حفاتها.**
5- **بعد الانتهاء من العمل بها يجب تنظيفها وتخزينها في صندوقها الخشبي بالمكان المخصص لها.**

openkandl.com

الفصل الثاني

أدوات القياس الناقلة

Movable Measurement Instruments

تمهيد

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

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

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

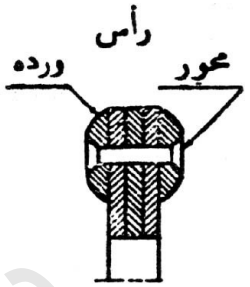
يناقش هذا الفصل جميع أنواع وأشكال الفراجير، كل منها على حدة.

obeikandl.com

الفراجير Dividers

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

تصنع الفراجير من الصلب المتوسط الصلادة وتتكون من ساقين بأشكال مختلفة. يتكون رأس الفرجار الموضح بشكل 20 من محور من الصلب الطري ووردتين أو أربعة ورد، يثبت المحور داخل الثقبين الموجودين برأس الساقين بحيث يحتك احتكاكاً ناعماً.



شكل 20
رأس الفرجـــار

تختلف أنواع الفراجير باختلاف أشكال ساقي كل منهما لتكون الأنواع الآتية:-

1- فرجار القياس الخارجي.
2- فرجار القياس الداخلي.
3- فرجار التقسيم.
4- فرجار بشوكة.

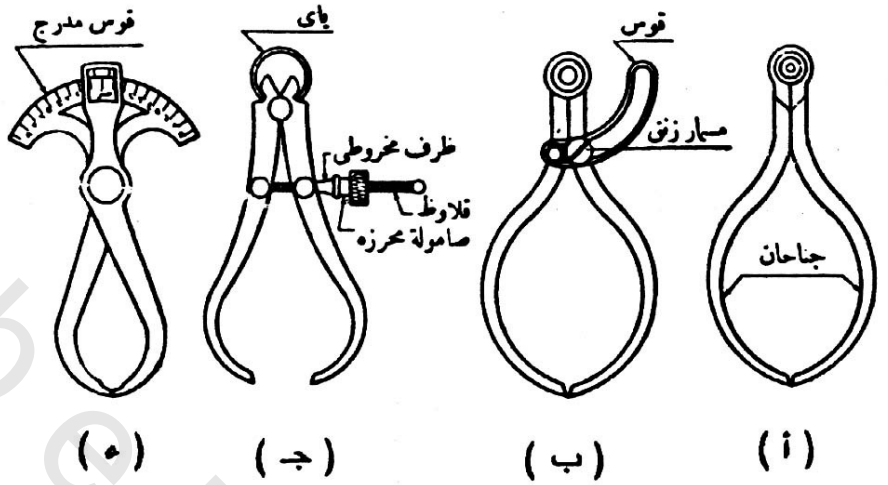
فرجار القياس الخارجي:

Outside Calipers

يسمى بالفرجار الكروي ويعرف من ساقيه المنحنيتين على شكل قوسي.

تصنع فراجير القياس الخارجية بتصميمات مختلفة كما هو موضح بشكل شكل 21 لتفي كافة الأغراض.

obeikandl.com



شكل 21
التصميمات المختلفة لفراجير القياس الخارجية

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

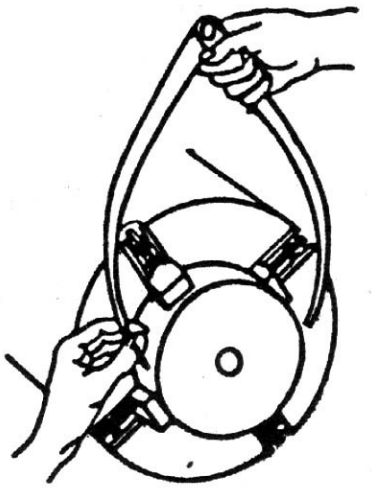
(ب) فرجار القياس الخارجي ذو القوس، مزود بمسمار قلاووظ للتثبيت، من عيوبه إنه يضبط بصعوبة.

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

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

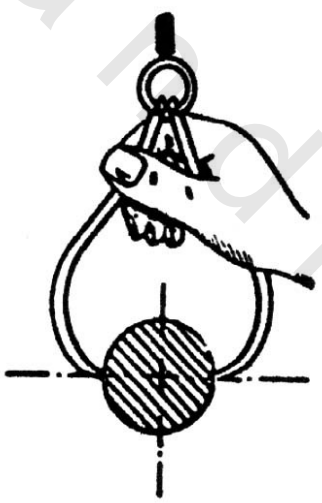
يستخدم فرجار القياس الخارجي لقياس ومراجعة الأقطار والأبعاد الخارجية للمشغولات المختلفة في أثناء تشغيلها كما هو موضح بشكل 22 بتلامس طرفا ساقيه بلطف.

obeikandi.com



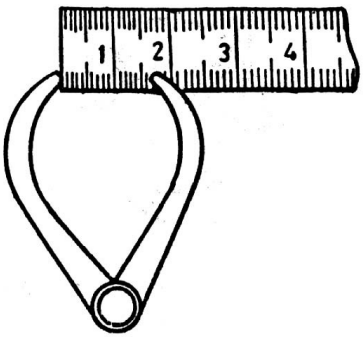
شكل 22
استخدام فرجار القياس الخارجي في قياس ومراجعة الأقطار والأبعاد الخارجية للمشغولات المختلفة

يراعى عند إستخدام الفرجار أثناء استخدامه لقياس المشغولات أن يكون بشكل بشكل عمودي على محور قطعة التشغيل كما هو موضح بشكل 23.



شكل 23
استخدام فرجار القياس الخارجي بالوضع الصحيح عند لقياس المشغولات

يرفع الفرجار بلطف بعد إتمام عملية قياس قطر أو بعد قطعة التشغيل، ويستخدم القدم الصلب لمعرفة القياس التقريبي كما هو موضح بشكل 24.



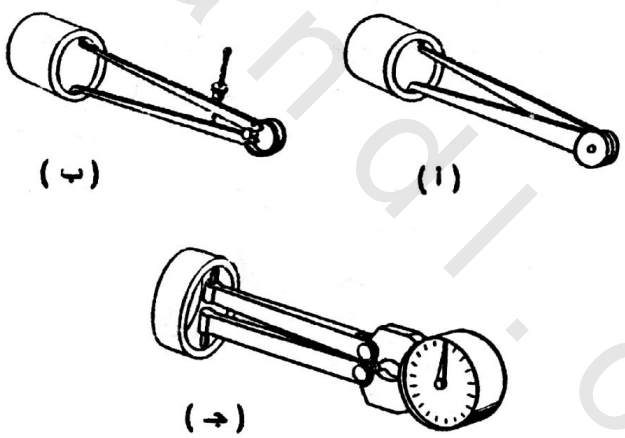
شكل 24
تحديد قياس الفرجار الخارجي التقريبي باستخدام القدم الصلب

فرجار القياس الداخلي :

Inside Calipers

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

تصنع فراجير القياس الداخلية بتصميمات مختلفة كما هو موضح بشكل 25 لتفي كافة الأغراض.



شكل 25
التصميمات المختلفة لفراجير القياس الداخلية

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

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

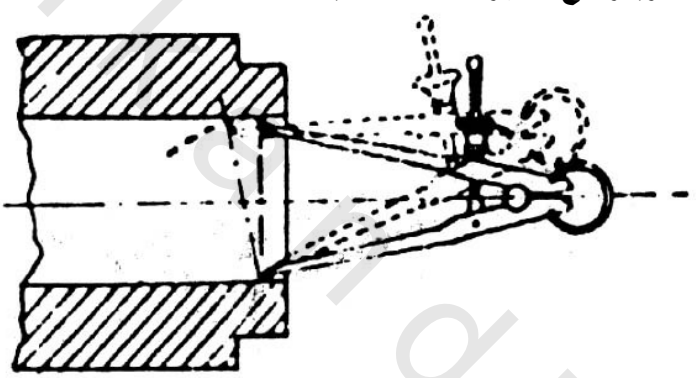
(ج) فرجار القياس الداخلي ذو الساعة، مزود بساعة قياس (دقة قياسها 0.1 – 0..05 –

0.02 – 0.01 مم)، يتميز هذا النوع من الفراجير بقياسه المباشر كما يستخدم في القياسات الداخلية الدقيقة وفي قياس المجاري الداخلية للثقوب.

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

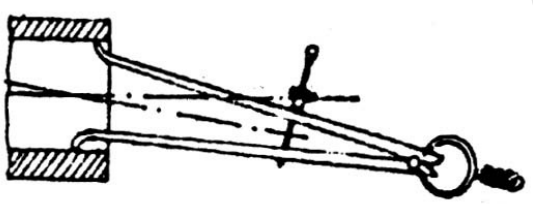
يراعى أن يكون طرفا ساقي حدا القياس بشكل كروي ليكون موضع تلامس ساقي الفرجار في أثناء القياس على شكل نقطة.

شكل 26 يوضح الطريقة الصحيحة لقياس الأقطار والأبعاد الداخلية للمشغولات، وذلك بارتكاز أحد ساقي الفرجار وحركة الساق الأخرى حركة على شكل قوس مع زيادة فتحة الفرجار حتى يتلامس طرفا ساقي الفرجار على السطح الداخلي للمشغولة مع تطابق محور الفرجار مع محور قطعة التشغيل.



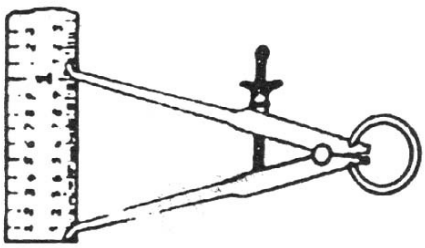
شكل 26
الطريقة الصحيحة لقياس الأقطار والأبعاد الداخلية للمشغولات

كما يوضح 27 الطريقة الخاطئة لقياس الأقطار والأبعاد الداخلية للمشغولات، حيث تكون القراءة خاطئة وذلك لعدم تطابق محور الفرجار مع محور المشغولة.



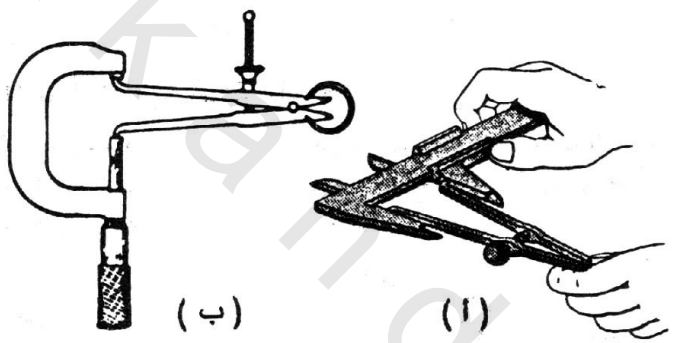
شكل 27
الطريقة الخاطئة لقياس الأقطار والأبعاد الداخلية للمشغولات

شكل 28 يوضح طريقة استخدام القدم الصلب لتحديد قياس فتحة الفرجار الداخلي، علماً بأن هذه الطريقة غير دقيقة.



شكل 28
استخدام القدم الصلب لتحديد قياس فتحة الفرجار الداخلي

ويمكن استخدام القدمة ذات الورنية أو ميكرومتر القياس الخارجي لتحديد فتحة قياس الفرجار الداخلي كما هو موضح بشكل 29 (أ ، ب).



شكل 29
استخدام القدمة ذات الورنية أو ميكرومتر القياس الخارجي لتحديد فتحة قياس الفرجار الداخلي

علماً بأنه يمكن نقل قياس الفرجار الخارجي إلى الفرجار الداخلي أو العكس، وذلك بارتكاز إحدى ساقي الفرجار الداخلي مع إحدى ساقي الفرجار الخارجي، وحركة الساق الأخرى للفرجار الداخلي حركة على شكل قوس مع زيادة فتحة الفرجار حتى يتلامس طرفا ساقي الفرجارين كما هو موضح بشكل 30.

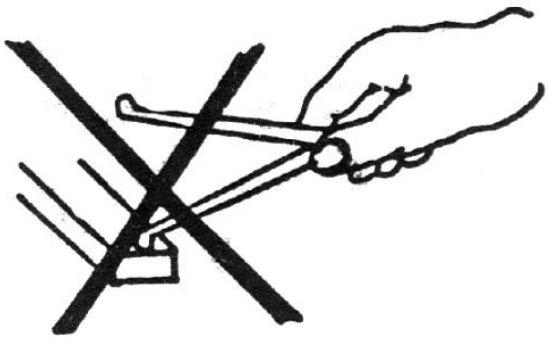
شكل 30
نقل القياس من فرجار القياس الخارجي إلى فرجار القياس الداخلي

طرق تكبير أو تصغير فتحة الفرجار الداخلي :

في أثناء استخدام الفرجار الداخلي لقياس أبعاد أو أقطار المشغولات المختلفة، يراعى استخدامه بالطريقة الصحيحة كما هو موضح بشكل 31 وذلك بطرق إحدى ساقي الفرجار على قطعة معدنية بطرقات خفيفة.

شكل 31
الطرق الصحيحة لتكبير أو تصغير فتحة الفرجار الداخلي
(أ) الطريقة الصحيحة لتكبر فتحة فرجار القياس الداخلي.
(ب) الطريقة الصحيحة لتصغير فتحة فرجار القياس الداخلي.

علماً بأن الطرق على طرفا ساقي الفرجار الداخلي كما هو موضح بشكل 32 يعتبر استخدام خاطئ ويؤدي إلى سرعة تلف الفرجار وذلك لتشوه الشكل الدائري لطرفي الساقين وعدم تلامس طرفي الفرجار التلامس الصحيح.



شكل 32
الطريقة الخاطئة لتصغير فتحة فرجار القياس الداخلي

فرجار التقسيم :

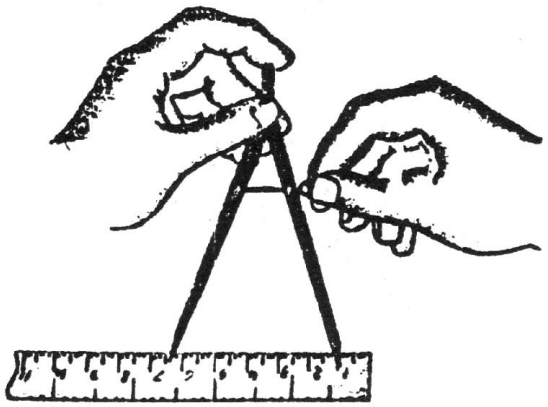
Firm Joint Divider

يسمى أيضاً بالبرجل العدل، لكونـه يتكون من ساقين مبططين مستقيمين ينتهي كل منهما بسن مدبب على شكل شوكة كما هو موضح بشكل 33.

شكل 33
فرجـــار التقسيـــم

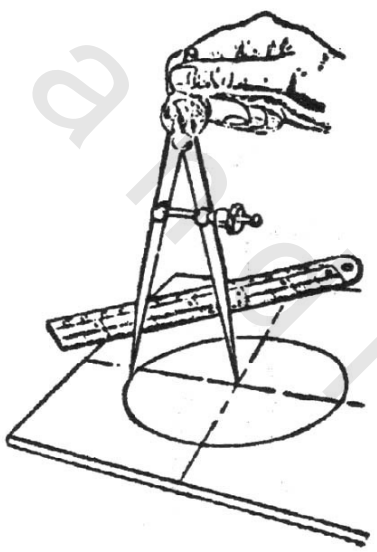
يستخدم فرجار التقسيم شكل 34 **في تقسيم المسافات ونقل الأبعاد أو نقل بعد بين نقطتين على سطح قطعة تشغيل بالاستعانة بالقدم الصلب.**

obeikandl.com



شكل 34
استخدام فرجار التقسيم في تقسيم المسافات ونقل الأبعاد

كما يستخدم فرجار التقسيم في عمليات التخطيط والشنكرة لرسم الأقواس والدوائر كما هو موضح بشكل 35.



شكل 35
استخدام فرجار التقسيم في تقسيم رؤوس الأقواس والدوائر

فرجار التقسيم ذو الورنية :

Vernier Firm Joint divider

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

obeikandl.com

يتكون فرجار التقسيم ذو الورنية الموضح بشكل 36 من الأجزاء الآتية:-

1- **المسطرة: تتشابه مع مسطرة القدمة ومقسمة إلى ملليمترات.**

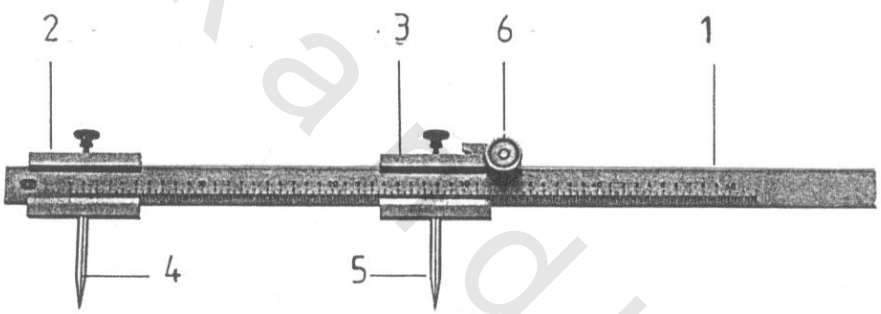
2- **فك ثابت: عبارة عن دليل ارتكاز.**

3- **فك متحرك: يحمل الورنية التي تحمل التقسيم المساعد لتحديد القياس بدقة.**

4- **شوكة الفك الثابت: مصنوعة من الصلب المقسي ومثبتة في قاعدة دليل الارتكاز.**

5- **شوكة الفك المتحرك: مصنوعة من الصلب المقسي ومثبتة في قاعدة الفك المتحرك.**

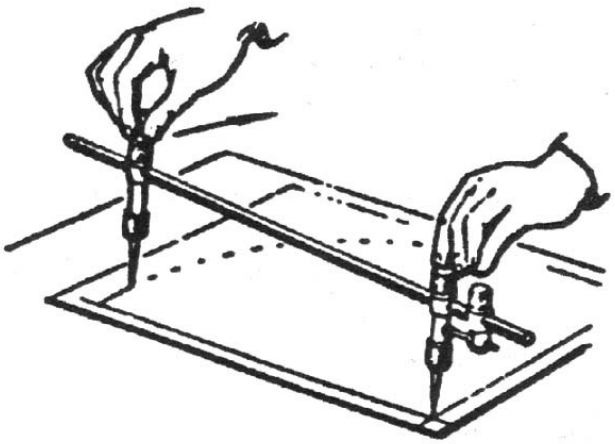
6- **مقبض الضبط الدقيق: لاستخدامه في حركة الفك المتحرك في أثناء الضبط الدقيق للقياس.**



شكل 36
فرجار التقسيم ذو الورنية

يستخدم فرجار التقسيم ذو الورنية في قياس وتقسيم المسافات الطويلة، وتخطيط الأقواس والدوائر ذات الأقطار الكبيرة التي يزيد قطرها عن مدى قياس فرجار التقسيم. شكل 37 يوضح كيفية استخدام فرجار التقسيم ذو الورنية.

obeikandl.com



شكل 37
كيفية استخدام فرجار التقسيم ذو الورنية

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

مميزات فرجار التقسيم ذو الورنية :

1- **تعدد أطوله حيث يصل مدى قياسه من 500 : 2000 ملليمتر، وذلك لاستخدام الفرجار حسب القياس المناسب المطلوب تخطيطه.**

2- **عدم الاحتياج إلى مسطرة أو أي أدوات قياس أخرى عند استخدامه.**

3- **الورنية تساعد على تحديد القياس بدقة 0.1 مم.**

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

الفرجار ذو الشوكة :

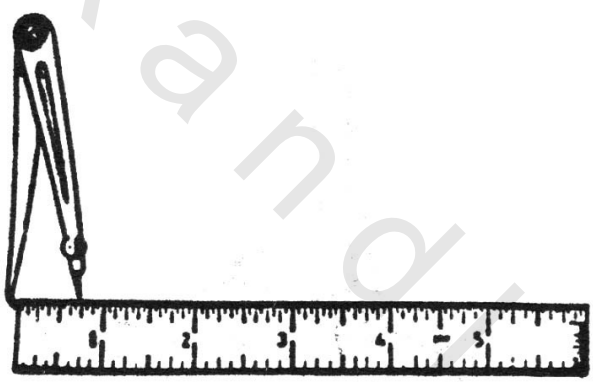
Hermaphrodite Calipers

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

يعتبر الفرجار ذو الشوكة الموضح بشكل 38 وسط بين فرجار التقسيم وفرجار القياس الداخلي.

شكل 38
الفرجـــار ذو الشـــوكة

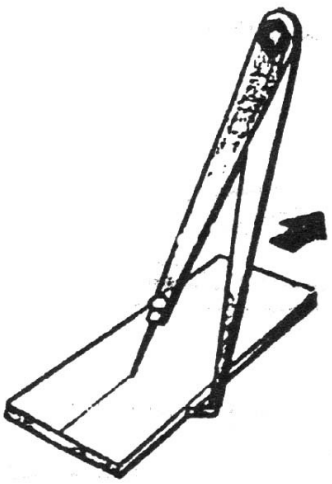
يستخدم القدم الصلب لتحديد قياس الفرجار ذو الشوكة وذلك بسند طرف الفرجار المنحني على حافة المسطرة، بينما تتحرك الساق الأخرى للفرجار لتنطبق على القياس المطلوب كما هو موضح بشكل 39.



شكل 39
تحديد قياس الفرجار ذو الشوكة باستخدام القدم الصلب

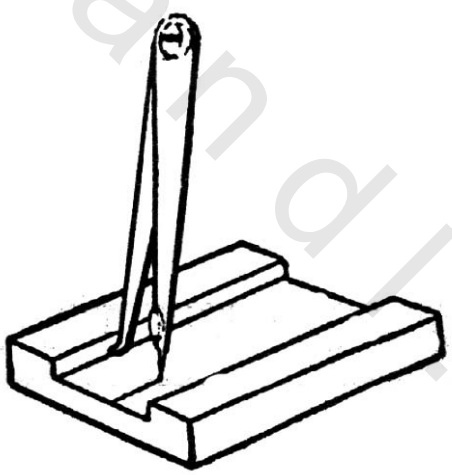
يستخدم الفرجار ذو الشوكة في عمليات التخطيط والشنكرة وذلك لرسم الخطوط المتوازية للأسطح الجانبية الخارجية للمشغولات كما هو موضح بشكل ٤٠.

obeikandi.com



شكل 40
استخدام الفرجار ذو الشوكة في رسم الخطوط المتوازية للأسطح الجانبية الخارجية للمشغولات

كما يستخدم لرسم الخطوط المتوازية للأسطح الجانبية الداخلية للمشغولات كما هو موضح بشكل 41.



شكل 41
استخدام الفرجار ذو الشوكة لرسم الخطوط المتوازية للأسطح الجانبية الداخلية للمشغولات

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

obeikandl.com

الفصل الثالث

أدوات وأساليب قياس الزوايا

Angle Measuring Equipment & Techniques

تمهيد

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

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

obeikandl.com

الـزوايـا Angles

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

تنقسم الزوايا إلى نوعين أساسيين هما:-

1- زوايا ثابتة.

2- زوايا متحركة.

الزوايا الثابتة Flat Squares

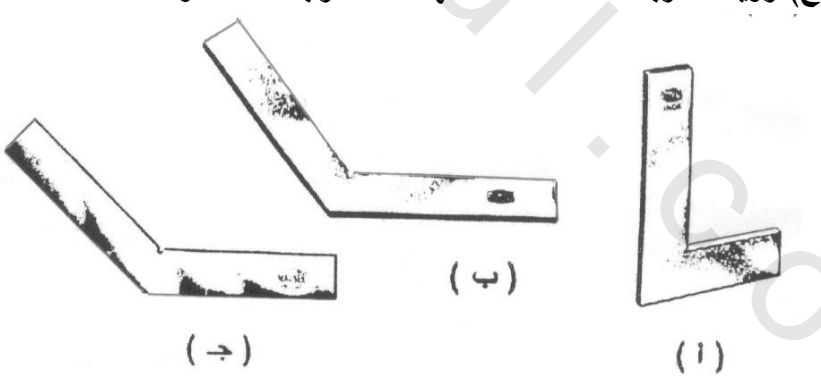
تصنع الزوايا الثابتة من الصلب المتوسط الصلادة (صلب لا يصدأ) تقسي وتجلخ. مقطعها مستطيل أما الجزء العلوي الذي يسمى بالوجه مقطعه مستطيل ذو سمك رقيق أو مشطوف ليساعد على وضوح الرؤية أثناء استخدامها لاختبار استواء المشغولات.

تتكون الزوايا الثابتة الموضحة بشكل 42 من جانبين محصورة بينهما زاوية كما يلي :-

(أ) زاوية قائمة ٩٠° وهي الأكثر إنتشاراً.

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

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



الشكل 42
الزوايـا الثابتـة

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

كما توجد الزاوية القائمة ذات القاعدة شكل 43 تماثل الزاوية القائمة السابق ذكرها بإضافة قاعدة على شكل جناحين.

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

شكل 43
الزاوية القائمة ذات القاعدة

الزوايا المتحركة Moving Angles

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

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

الزاوية المتحركة البسيطة :

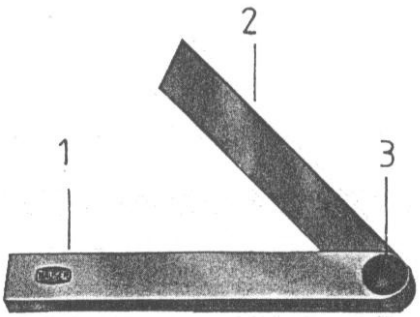
Simple Moving Angle

الزاوية المتحركة البسيطة هي عبارة عن جهاز بسيط لضبط ورسم أي زاوية

obeikandl.com

بخلاف الزاوية القائمة، حيث تعتمد على نقل الزوايا من القطع الأصلية إلى الأجزاء المراد اختبارها أو تخطيطها.

تتكون الزاوية المتحركة البسيطة الموضحة بشكل 44 من الأجزاء الآتية:-



شكل 44
الزاوية المتحـركة البسيطة

1- المسطرة الثابتة: هي قاعدة الزاوية بها مجرى طولية.

2- المسطرة المتحركة: تثبيت مع المسطرة الثابتة بواسطة مسمار قلاووظ.

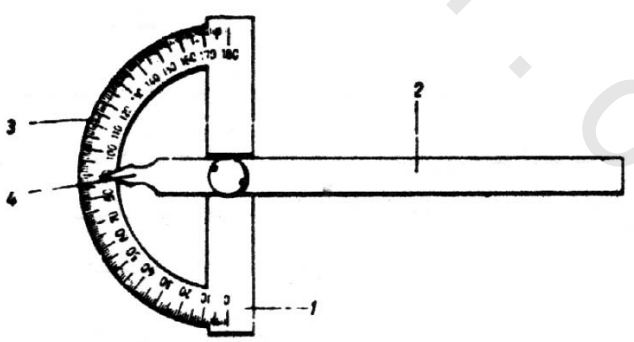
3- مسمار تثبيت: مسمار قلاووظ لتثبيته على الزاوية المطلوبة.

المنقلة البسيطة:

Simple Protractor

تسمى أيضاً بمنقلة البراد وهي على شكل نصف دائرة، مقسمة على °180.

تتكون المنقلة البسيطة الموضحة بشكل 45 من الأجزاء الآتية:-



شكل 45
المنقلـــة البسيطـــة

obeikandi.com

1- المسطرة الثابتة: توجد بقاعدة المنقلة.

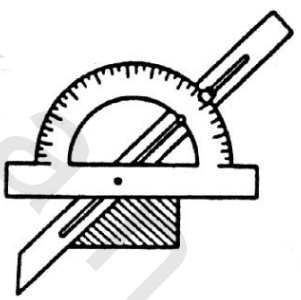
2- المسطرة المتحركة: تثبت على المسطرة الثابتة بواسطة مسمار قلاووظ.

3- قوس المنقلة: يحمل التدريج بالدرجات.

4- المؤشر: يوجد بنهاية المسطرة المتحركة والغرض منه هو تحديد قيمة الزوايا بالدرجات.

تستخدم المنقلة البسيطة للتخطيط ولاختبار ومراجعة زوايا المشغولات الغير دقيقة. توضع المسطرة الثابتة على قطعة التشغيل المطلوب مراجعة قياسها أو تخطيطها، وبتحرك المسطرة المتحركة لتتطابق مع المشغولية.. يتم تحديد قيمة الزوايا بالدرجات.

يوضح شكل 46 المنقلة أثناء مراجعة زاوية ميل لقطعة تشغيل، علماً بأنه يمكن استخدامها لمراجعة الزوايا القائمة للمشغولات وذلك بضبط المؤشر على زاوية 90°.

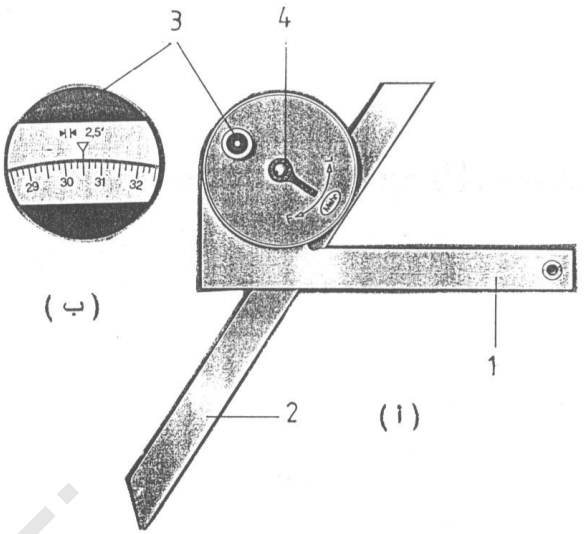


شكل 46
مراجعة زاوية ميل مشغولة باستخدام المنقلة البسيطة

المنقلة البسيطة ذات الورنية :

Vernier Simple Protractor

تتكون المنقلة البسيطة ذات الورنية الموضحة بشكل 47 بنفس أجزاء المنقلة البسيطة باختلاف إضافة ورنية لتصل دقة قياسها إلى $\frac{1^{o}}{3}$ أو $20'$.



شكل 47
المنقلة البسيطة ذات الورنية

1- المسطرة الثابتة.

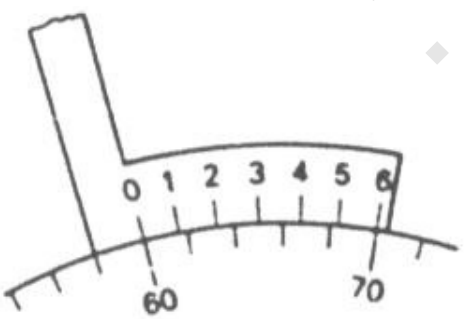
2- المسطرة المتحركة.

3- المنقلة (تحمل التقسيم الرئيسي).

4- الورنية.

نظام تدريج ورنية المنقلة البسيطة :

المنقلة تحمل التقسيم الأساسي 180°، مدرجة بحيث يكون كل قسم 2° ، مرقم علي كل 10° كما هو موضح بشكل 48.



شكل 48
نظام تدريج ورنية المنقلة البسيطة

obeikandl.com

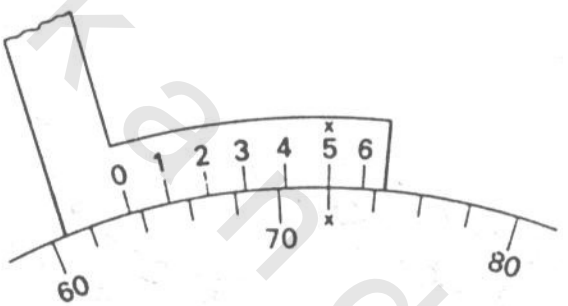
أخذت مسافة قدرها ١٠°من التقسيم الأساسي وقسمت إلى 6 أقسام متساوية بالورنية، بذلك يكون مقدار القسم الواحد بالورنية = 10° ÷ 6 = $1\frac{2}{3}^{o}$

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

= 2 − $1\frac{2}{3}$ = $\frac{1}{3}^{0}$ أو 20′

وهي دقة قياس ورنية المنقلة البسيطة.

شكل 49 رسم تخطيط لجزء من المنقلة البسيطة ذات الورنية يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-



شكل 49

قراءة المنقلة = 40′ 63°

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

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

= 5 أقسام × 20′ = 100′

∴ قراءة المنقلة = 100′ 62° أي 40′ 63°

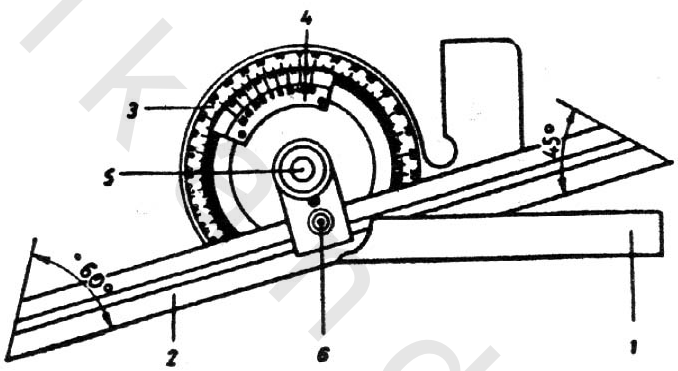
obeikandl.com

الزاوية ذات الورنية
Vernier Angle

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

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

تتكون الزاوية ذات الورنية الموضحة بشكل 50 من مسطرة ثابتة تحمل قرص المقاس الرئيسي المقسم على 360^0 ومسطرة متحركة تحمل القرص الذي يحمل الورنية. دقة قياس الورنية $\frac{1^0}{12}$ أي .. $5'$ (خمس دقائق).



شكل ٥٠
الزاوية ذات الورنية

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

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

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

٤- ورنية منزلقة دقة قياسها $\frac{1^0}{12}$ أو $5'$.. (الورنية مثبتة على قرص يسمى بقرص الورنية).

٥- مسمار تثبيت قرص الورنية.

٦- مسمار تثبيت المسطرة المتحركة.

تقسم المنقلة الدائرية أو القرص المدرج الذي يحمل التقسيم الرئيسي إلى أربعة

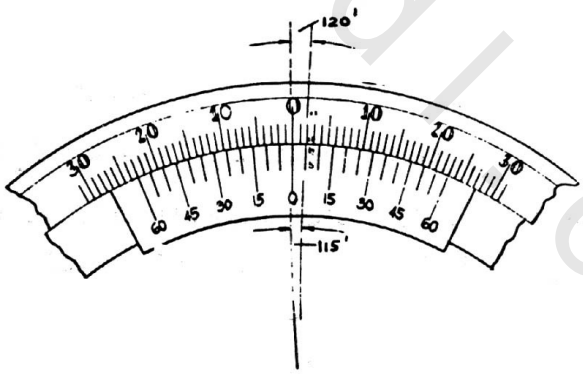
أقسام كل منها 90^0 ، و ترقم التقسيمات في كل قسم من صفر إلى 90^0 وفي اتجاه، ثم من 90^0 إلى صفر في ترتيب تنازلي.

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

نظام تدريج ورنية الزاوية :

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

يوضح شكل ٥١ رسم تخطيطي للزاوية أو للمنقلة الدائرية أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمنقلة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية.



شكل ٥١
نظام تدريج ورنية الزاوية

أخذت مسافة قدرها ٢٣ درجة من التقسيم الأساسي من كلا الجهتين اليمنى واليسرى بالمنقلة الدائرية وقسمت إلى ١٢ قسم (أقسام متساوية) على الورنية

المنزلقة من كلا الجهتين اليمنى واليسرى أيضاً، بحيث ينطبق صفر التقسيم الرئيسي بالمنقلة الدائرية مع صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة. بذلك يكون مقدار القسم الواحد بالورنية المنزلقة.

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

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

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

وبالتحويل من الدرجات إلى دقائق $= \frac{1}{12} \times ٦٠ = ٥$ دقيقة

وهي دقة قياس ورنية المنقلة الدائرية.

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

$15' - 30' - 45' - 60'$

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

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

بذلك يكون مقدار القسم الواحد من أقسام الورنية المنزلقة

$= ١٣٨٠ \div ١٢ \text{ قسم} = ١١٥$ دقيقة

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

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

openkanal.com

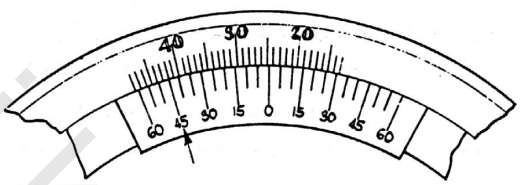
= ١٢٠ – ١١٥ = ٥ دقيقة.

وهي دقة قياس ورنية المنقلة الدائرية.

قراءات مختلفة للزاوية ذات الورنية دقة 5′

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

شكل ٥٢ رسم تخطيطي لجزء من المنقلة والورنية الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-



شكل ٥٢

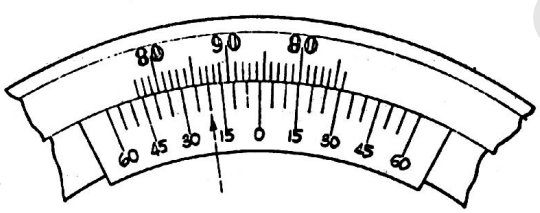
قراءة المنقلة = $24^{0}\ 45'$

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

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

∴ قراءة المنقلة = $24^{0}\ 45'$

شكل ٥٣ رسم تخطيطي لجزء من المنقلة والورنية الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-



شكل ٥٣

قراءة المنقلة = $85^{0}\ 20'$

يشير صفر الورنية إلى قراءة الدرجات الصحيحة على المنقلة الدائرية وهي ما

بين ٨٥ ، ٨٦ درجة.. أي أن القياس أكبر من ٨٥ درجة وأقل من ٨٦ درجة.

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

∴ قراءة المنقلة = $85^{0}\ 20'$

شكل ٥٤ رسم تخطيطي لجزء من المنقلة والورنية الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-

شكل ٥٤

قراءة المنقلة = $11^{0}\ 25'$

يشير صفر الورنية إلى قراءة الدرجات الصحيحة وهي = ١١ درجة

كسر الدرجة يقرأ على الورنية بالدقائق وهي = ٢٥ دقيقة

∴ قراءة المنقلة = $11^{0}\ 25'$

شكل ٥٥ رسم تخطيط لجزء من المنقلة والورنية الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-

شكل ٥٥

قراءة المنقلة = $54^{0}\ 20'$

يشير صفر الورنية إلى قراءة الدرجات الصحيحة وهي = 54^{0}

كسر الدرجة يقرأ على الورنية بالدقائق وهو = $20'$

∴ قراءة المنقلة = $54^{0}\ 20'$

obeikandl.com

الزاوية الجامعة

Universal Bevel Protractor

الزاويـة الجامعـة شـكل ٥٦ تسـمى بالجامعـة لكونهـا تسـتخدم لمجموعـة أغـراض مختلفة كالآتي:-

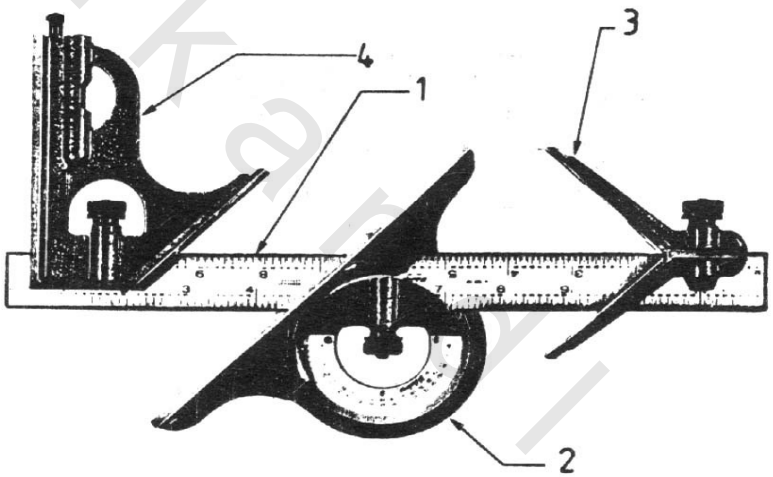
١- قياس ومراجعة ورسم الزوايا المختلفة بالدرجات والدقائق.

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

٣- مراجعة الاستواء باستخدام ميزان الماء.

٤- استخدامها كزاوية قائمة لتخطيط وقياس ومراجعة المشغولات العمودية.

٥- استخدامها كمسطرة مدرجة رأسية.



شكل ٥٦
الزاويـة الجامعـة

تتكون الزاوية الجامعة من الأجزاء الآتية:-

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

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

ومراجعة ورسم الزوايا المختلفة.

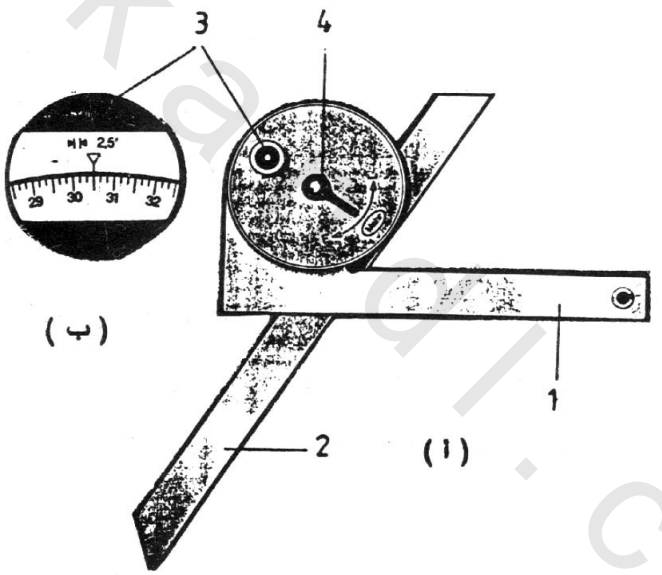
٣- زاوية المراكز: تستخدم لتحديد مراكز المشغولات الأسطوانية.

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

الزاوية البصرية

Optical Bevel Protractor

طورت دور الصناعة المنقلة الدائرية لتكون أكثر دقة وخاصة أثناء تحديد القياس بقراءة مباشرة، حيث أضافت عدسات (عينية) تمكن من إظهار قيمة الزاوية المضبوطة مكبرة على شاشة معتمدة. شكل ٥٧ (أ) يوضح زاوية بصرية، مع تكبير لقيمة الزاوية شكل ٥٧ (ب) التي تم قياسها من خلال العدسة العينية.



شكل ٥٧
الزاويـــة البصريـــة

١- المسطرة الثابتة.

٢- المسطرة المتحركة.

٣- العدسة المكبرة.

٤- مسمار تثبيت.

obeikandl.com

نظام تدريج الزاوية البصرية دقة $2.5'$

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

∴ قيمة الجزء الواحد = 1^0 **÷ ٢٤ قسم**

$= 60'$ **÷ ٢٤ قسم =** $2.5'$

وهو دقة قياس الزاوية البصرية.

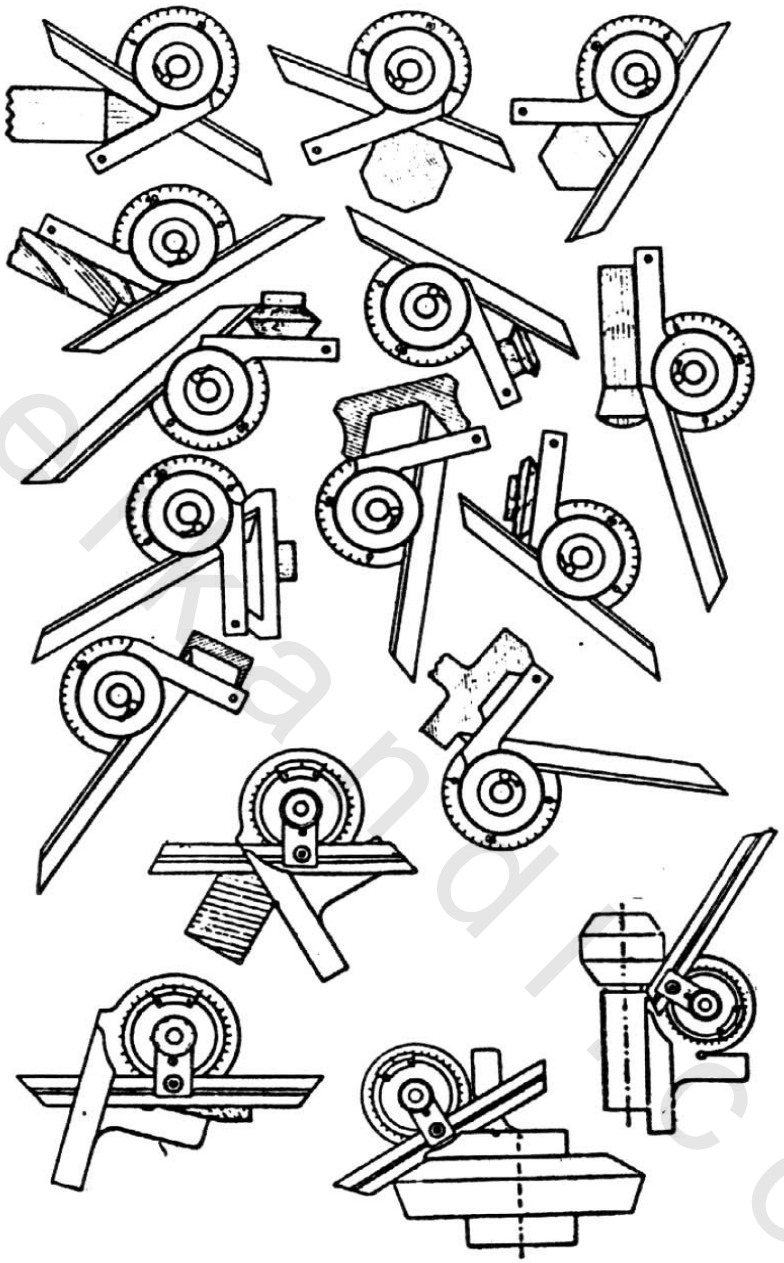
من خلال التكبير بالعدسات التي تبلغ ٣٠ ضعفاً يمكن قراءة الزوايا المختلفة بدقة تصل إلى ٢.٥ دقيقة بدون اللجوء إلى تقسيم مساعد بورنية.

شكل ٥٧ (ب) يوضح تكبير لقيمة زاوية من خلال العدسة، حيث يشير سهم القراءة المباشرة إلى 30.5^0 **أي** $30'$ 30^0**.**

استخدامات الزوايا المتحركة :

تستخدم الزوايا المتحركة (المناقل الدائرية والزوايا البصرية) لقياس ومراجعة زوايا المشغولات المختلفة كما هو موضح بشكل ٥٨ وذلك لتحديد قيمتها بالدرجات والدقائق بدقة.

obeikandl.com



شكل ٥٨
استخدام الزوايا المتحركة للقياسات المختلفة

الفصل الرابع

معدات التخطيط والعلام (الشنكرة)

Marking Out Equipment

تمهيد

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

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

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

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

obeikandl.com

التخطيط والعلام (الشنكرة)
Marking Out

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

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

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

توجد طريقتان أساسيتان لعملية الشنكرة هما:-

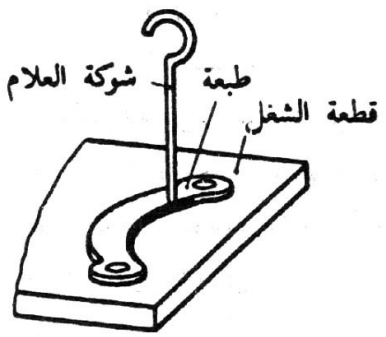
١- الشنكرة بالطبعة.

٢- الشنكرة بزهرة الاستواء.

الشنكرة بالطبعة :

يستعان بالطبعات المصنعة من شرائح الصلب بالأشكال المطلوب تنفيذها بدقة وعناية أو بقطع التشغيل المراد تصنيع قطع مماثلة لها بإنتاج كمي (إنتاج القطعة الواحدة إنتاجاً كبيراً متكرراً) أو عند تشغيل بعض الأجزاء ذات الأشكال المعقدة، حيث

توضح الطبعة على الجزء الخام المطلوب تشغيلها، ويتم تحديد شكلها باستخدام شوكة العلام كما هو موضح بشكل 59.



شكل 59
العلام باستخـــدام الطبعة

الشنكرة باستخدام زهرة الاستواء :

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

ويلاحظ استخدام ذنبة العلام بزاوية 60^0 عند تمييز الخطوط المختلفة، وبزاوية 120^0 بأماكن الثقوب وذلك لتماثلها مع زاوية المثاقب (البنط).

بعد إتمام عملية التخطيط والشنكرة ومراجعتها.. تبدأ عملية التشغيل.

معدات الشنكرة
Marking Out Equipment

لا تختلف عملية رسم خطوط التشغيل على الأسطح المعدنية المستوية عن عملية الرسم العادية على الورق إلا من حيث استخدام أدوات معدنية بدلاً من الأدوات

المكتبية المصنوعة من البلاستيك، حيث يستخدم مثلاً أداة الخدش (شوكة العلام) بدلاً من القلم، وقد يلزم في بعض الأحيان وضع علامات ثابتة على الخطوط المرسومة على السطح لتثبيت التحديد بوضع نقط على مسافات متساوية باستخدام ذنبة لتأكيد مواضع خطوط التشغيل والاستدلال بها في أثناء عملية القطع، حتى لا يتجاوز مسار التشغيل الحدود الموضحة بهذه النقط.

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

زهرة الاستواء

Surface Plete

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

يزود السطح الأسفل لزهرة الاستواء الموضحة بشكل 60 بأعصاب مترابطة تربط قواعد الارتكاز بعضها ببعض، كما تعمل هذه الأعصاب على تقوية جميع مقاطع الزهرة بحيث يعطيها الجساءة العالية.

سميت زهرة الاستواء بهذا الاسم لكونها مستوية تماماً، كما تسمى أيضاً بزهرة الشنكار لاستخدامها لهذا الغرض.

obeikandl.com

شكل 60
زهـــرة الاستـــواء

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

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

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

الشروط الواجب توافرها في زهرة الاستواء :

1- **استواء سطحها تماماً وخلوه من الخدوش والمسامات الإسفنجية.**
2- **استقامة جوانبها وتعامدها مع بعضها البعض.**
3- **عدم وجود حافات حادة.**
4- **طلاء جميع الأسطح الغير مشغلة.**

obeikandi.com

إرشادات عند استخدام زهرة الاستواء:

للمحافظة على زهرة الاستواء يجب اتباع الإرشادات التالية :-

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

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

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

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

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

الشنكار

Scribing Bleck

يعتبر الشنكار من أهم معدات التخطيط والعلام (الشنكرة). يتكون الشنكار شكل 61 من الأجزاء الآتية:-

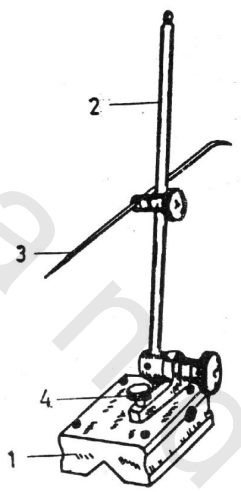
1- **قاعدة ارتكاز.. مصنوعة من حديد الزهر أو الصلب وغالباً يوجد بها تجويف**

على شكل حرف "V".

2-**العمود القائم.. مثبت بمسمار وصامولة متصلاً بالقعدة، يثبت العمود من خلال ربط الصامولة بعد تغيير وضعه بالنسبة للقاعدة.**

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

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



شكل 61
الشنـــكار

1- قاعدة ارتكاز.

2- عمود قائم.

3- شوكة علام.

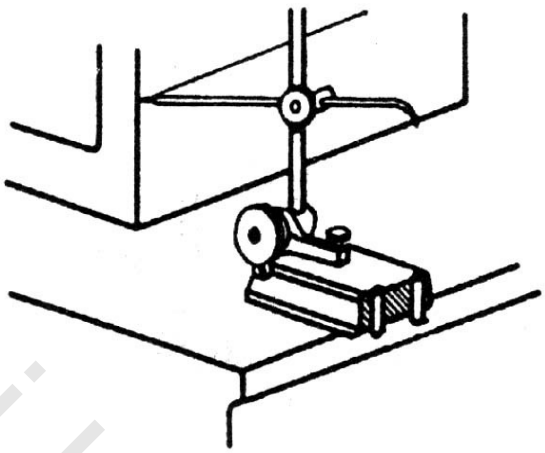
4- مسمار الضبط الدقيق.

استخدام الشنكار :

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

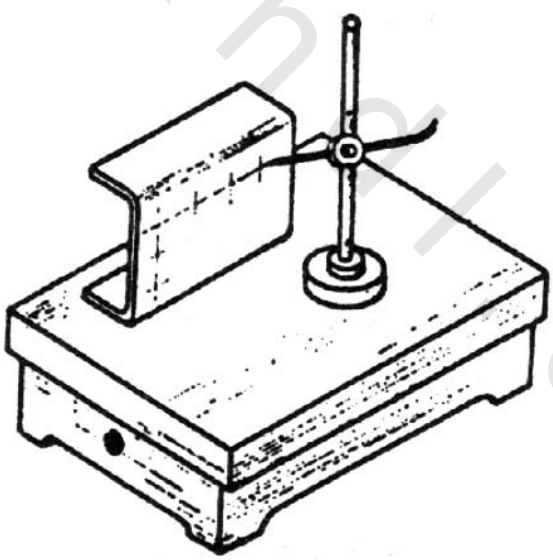
obeikandl.com

1- (أ) رسم الخطوط الأفقية المتوازية لسطح زهرة الاستواء على قطع التشغيل **شكل** 62.



شكل 62
رسم الخطوط الأفقية المتوازية لسطح زهرة الاستواء

(ب) رسم الخطوط الأفقية المتوازية لسطح زهرة الاستواء لتحديد أماكن الثقوب شكل 63، **وذلك بالاستعانة بزاوية قائمة.**

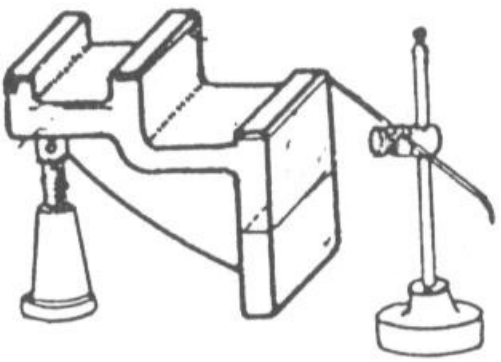


شكل 63
رسم الخطوط الأفقية لتحديد أماكن الثقوب

2- رسم الخطوط الأفقية المتوازية لسطح زهرة الاستواء على المشغولات المعقدة

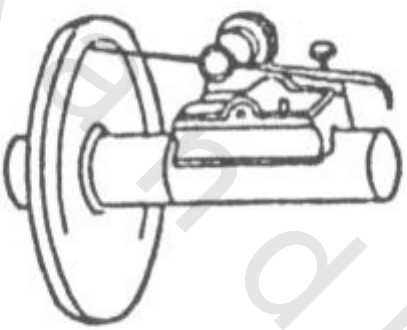
obeikandl.com

باستخدام الزهرة القائمة والرافعة (كريك) كما هو موضح بشكل 64.



شكل 64
رسم الخطوط الأفقية باستخدام الزهرة القائمة والرافعة

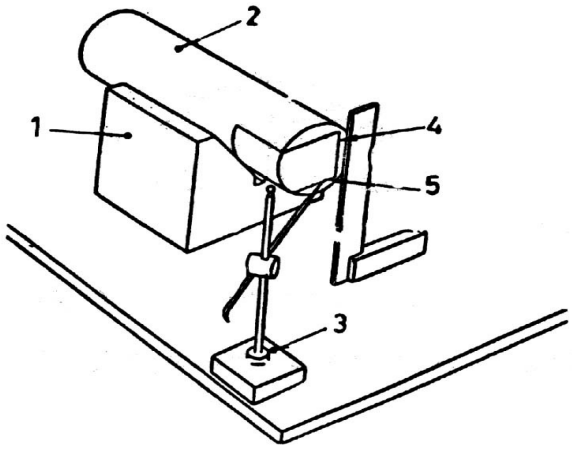
3- رسم الخطوط الدائرية على المشغولات الأسطوانية كما هو موضح بشكل 65.



شكل 65
رسم الخطوط الدائرية على المشغولات الأسطوانية

4- رسم الخطوط الأفقية الموازية لسطح زهرة الاستواء على القطع الأسطوانية لتخطيط الأشكال المربعة باستخدام زهرة حرف "V" وزاوية قائمة كما هو موضح بشكل 66.

obeikandl.com



شكل 66
استخدام الشنكار والزاوية القائمة في رسم الأشكال المربعة على القطع الأسطوانية

1- زهرة حرف "V".

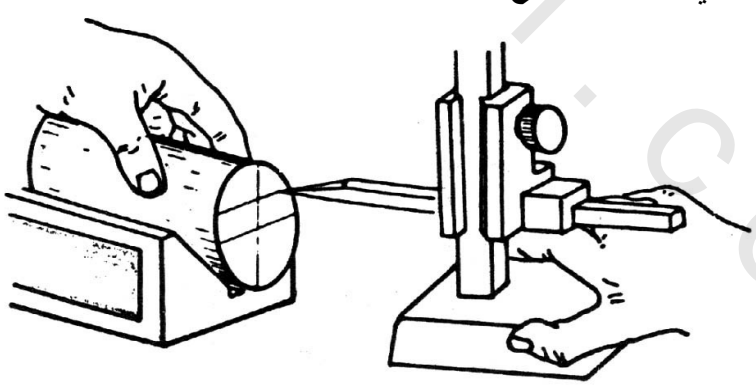
2- المشغولة الأسطوانية.

3- الشنكار.

4- خط سابق تعليمه (خدشه) بخط رأسي باستخدام زاوية قائمة.

5- خط تم تعليمه (خدشه) موازي لسطح زهرة الاستواء.

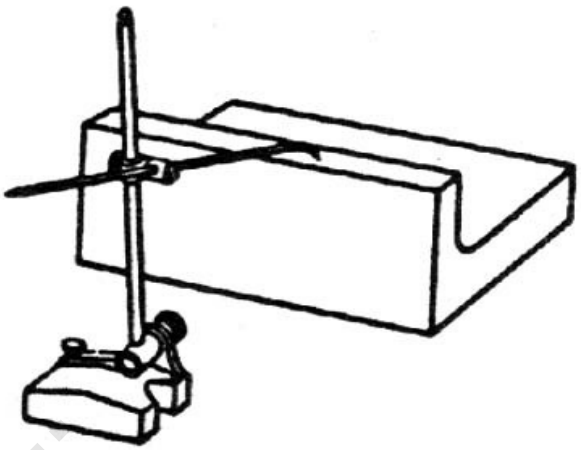
5- **تجهيز القطع الأسطوانية لتشغيلها بخراطة لا مركزية برسم خطوط الشنكرة، باستخدام زهرة حرف** V **وزاوية قائمة لتحديد المحور الأساسي المركزي والمحور اللامركزي كما هو موضح بشكل** 67.



شكل 67
رسم خطوط متوازية متقاطعة على كلا السطحين الجانبين للمشغولة لتجهيزها للخراطة اللامركزية

obeikandi.com

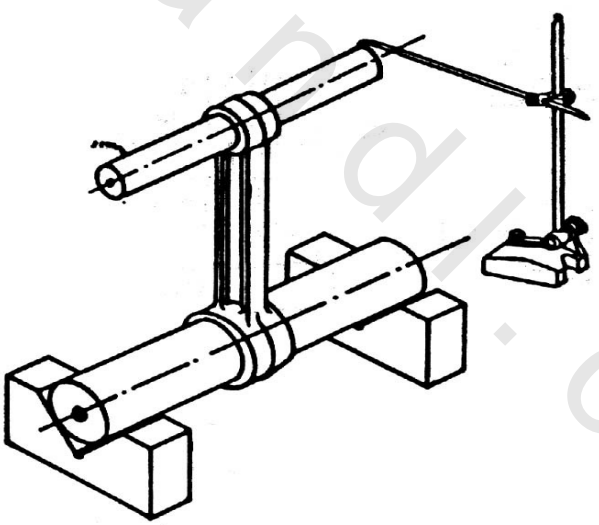
6- **اختبار توازي الأسطح المستوية الأفقية شكل** 68.



شكل 68

اختبار توازي الأسطح المستوية الأفقية

7- **اختبار توازي الأسطح الأسطوانية واختبار الاستقامة الطولية لذراع توصيل كما هو موضح بشكل** 69.

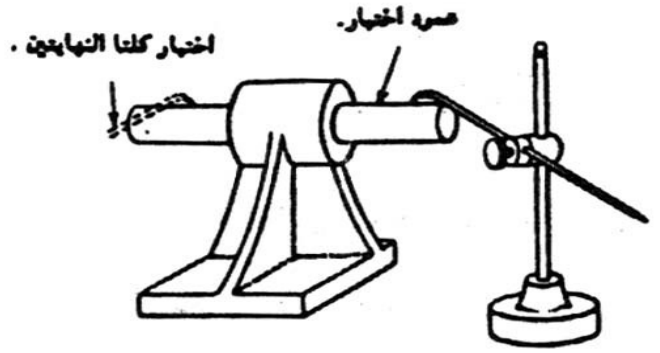


شكل 69

اختبار التوازي والاستقامة الطولية للأسطح الأسطوانية

8- **اختبار أفقية ثقب (تجويف أسطواني) متوازي مع القاعدة باستخدام عمود أسطواني قطره يتماثل مع الثقب شكل** 70.

obeikandl.com



شكل 70
اختبار أفقية تجويف أسطواني متوازي مع القاعدة
باستخدام عمود أسطواني قطره يتماثل مع قطر التجويف

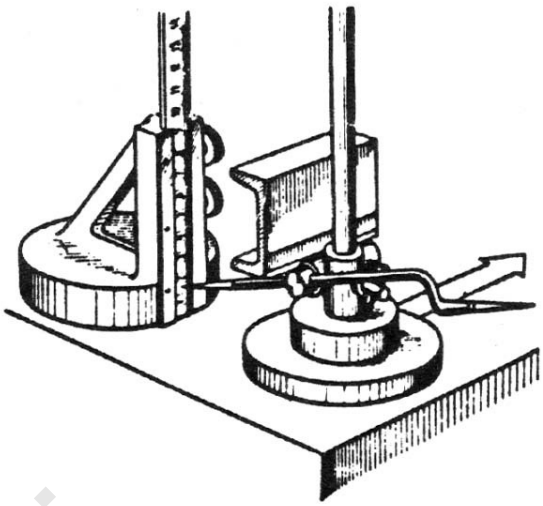
إرشادات عند استخدام الشنكار :

يستخدم الشنكار في رسم (شنكرة) الخطوط الأفقية الموازية لسطح زهرة الاستواء كما هو موضح بشكل 71.

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

1- **تثبيت الشوكة بوضع أفقي على الارتفاع التقريبي المطلوب.**
2- **يستخدم مسمار الضبط الدقيق المثبت بقاعدة الارتكاز للوصول إلى الارتفاع المطلوب.**
3- **تثبيت الجزء المراد تخطيطه باليد اليسرى.**
4- **التحكم في حركة الشنكار باليد اليمنى لرسم الخط الموازي لسطح زهرة الاستواء بالارتفاع المطلوب، مع مراعاة استمرار تلامس سن الشوكة على سطح المشغولة بضغط مناسب، وفي حالة إعادة خدش الخط السابق، فإنه يجب تكرار العملية السابقة بحيث يكون في نفس الاتجاه.**

obeikandl.com



شكل 71
استخدام الشنكار في رسم الخطوط المتوازية لسطح زهرة الاستواء

تذكر أن :

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

قدمة قياس الارتفاعات

Vernier Height Gauge

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

قدمة قياس الارتفاعات الموضحة بشكل 72 تتكون من الأجزاء الآتية:-

1-**القاعدة: هي عبارة عن جزء ثقيل يثبت عليها المسطرة القائمة.**

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

3-**الورنية المنزلقة: تنزلق على المسطرة وتحمل التقسيم المساعد بالملليمترات، الغرض من التقسيم المساعد هو تكبير للأجزاء الصغيرة التي أقل من الملليمتر**

obeikandl.com

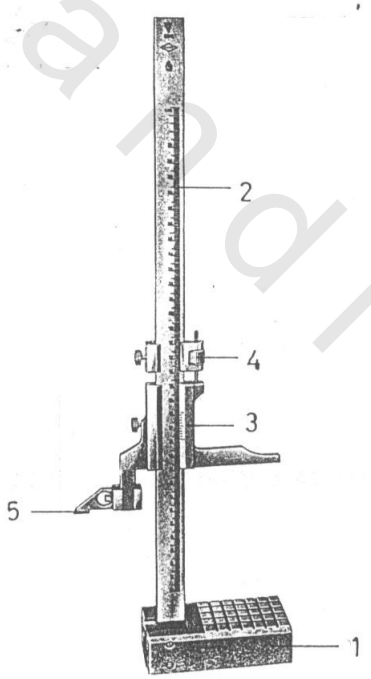
لسهولة قراءتها.

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

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

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

يصنع المؤشر من الصلب السبائكي المخلوط بنسبة عالية (صلب السرعات العالية) وذلك لإمكان عمل الخدوش على شكل خطوط مستقيمة على المشغولات المعدنية المختلفة أثناء تخطيطها وشنكرتها دون أي تأثير على الجزء المشطوف. صمم المؤشر بحيث يمكن تركيبه واستبداله.



1- القاعدة.
2- المسطرة القائمة.
3- الورنية المنزلقة.
4- حلقة الضبط الدقيق.
5- المؤشر.

شكل 72
قدمة قياس الارتفاعات

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

توجد عدة مقاسات لقدمة قياس الارتفاعات، ويعرف قياسها بأقصى مسافة يمكن قياسها فمثلاً القدمة 250 ملليمتر.. هذا يعني أن أقصى ارتفاع يمكن قياسه هو 250 ملليمتر، والمقاسات الشائعة هي 250 ملليمتر و400 ملليمتر.

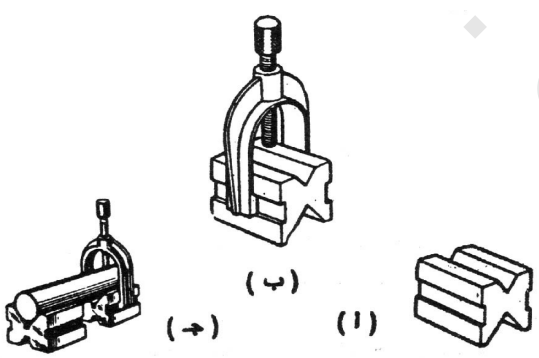
الزهرة حرف V

V Block

تعتبر الزهرات التي على الموضحة بشكل حرف V شكل 73 من أدوات الشنكرة المساعدة وهي عبارة عن قاعدة منشورية على هيئة متوازي مستطيلات.

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

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



شكل 73

زهـــرة حـــرف V

(أ) زهرة حرف V.

(ب) زهرة حرف V بزرجينة.

(جـ) زهرتان متشابهتان مثبتة على إحداهما زرجينة.

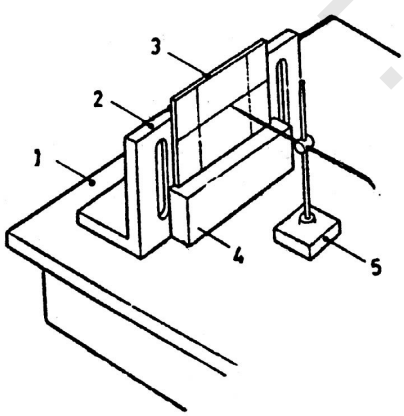
الزهرة القائمة :

Surface Plate

الزهرة القائمة الموضحة بشكل 74 تسمى أيضاً باللوح الزاوي حرف L. تحتوي على عدد كبير من الفتحات (المشقبيات) بشكل أفقي ورأسي لتلاءم المسامير اللازمة لتأمين وتثبيت الأجزاء المراد تخطيطها.

شكل ٧٤
الزهـــرة القائمـــة

تستخدم الزهرة القائمة عند الحاجة إلى تثبيت الأجزاء المراد تخطيطها، كالألواح التي تثبت في وضع رأسي بحيث يتلاصق سطحها الخلفي مع السطح الرأسي للزاوية، وذلك لضمان دقة التخطيط شكل 75.



١. زهرة استواء.
٢. زهرة قائمة
٣. المشـــغولة المـــراد تخطيطها.
٤. لقمة متوازية.
٥. شنكار.

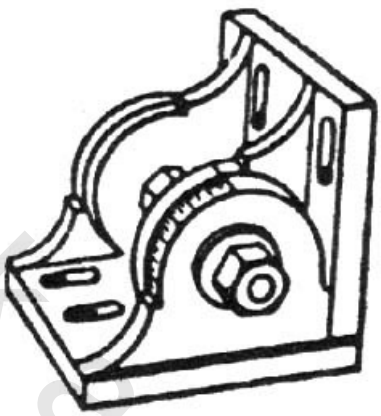
شكل 75

تخطيط الألواح باستخدام الزهرة القائمة

الزهرة المتحركة القابلة لضبط الميل :

Adjustable Surface Plate

الزهرة المتحركة القابلة لضبط الميل الموضحة بشكل 76 عبارة عن لوحين، يوجد بكل منهما فتحات (مشقبيات)، يثبت اللوحان من خلال مسمار قلاووظ وصامولة بعد ضبط الزاوية المطلوبة.



شكل 76
الزهرة المتحركة القابلة لضبط الميل

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

شوكة العلام

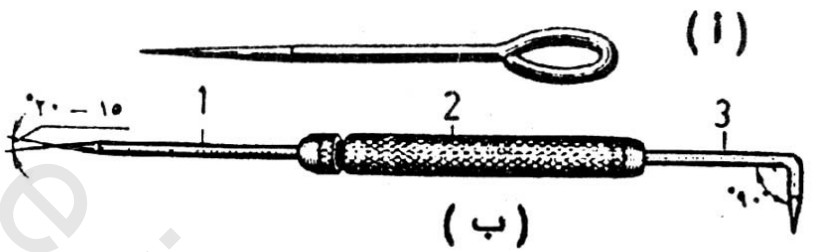
Scriber Punch

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

شوكة العلام الموضحة بشكل 77 (أ ، ب) تصنع من الصلب، يقسى طرفاها لتصل إلى درجة عالية من الصلادة، تجلخ بشكل مخروطي بزا ية 15 . 20^0 والغرض من

تقسية طرفيها هو خدش المشغولات المعدنية أثناء رسم خطوط الشنكرة على قطع التشغيل المختلفة دون تأثير.

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



شكل 77
شـــوكة العـــلام

(أ) شوكة العلام من النوع البسيط.

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

ذنبة العلام

Centre Punch

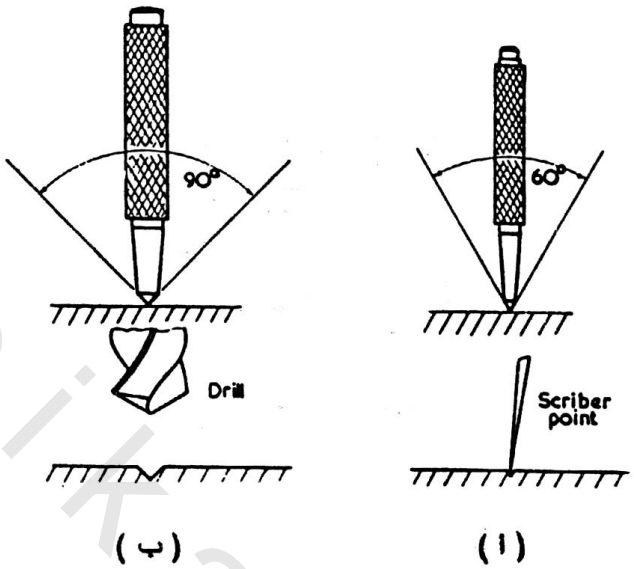
تصنع ذنبة العلام من الصلب بشكل مضلع منتظم أو أسطواني مترترة، الغرض من التخشين بالترترة هو إمكان قبضتها والتحكم بها، يقسى طرفها بدرجة عالية من الصلادة ثم تجلخ بشكل مخروطي بزاوية قدرها 60^0.

ذنبة العلام شكل 78 (أ) تستخدم لتحديد خطوط الشنكرة وذلك بوضعها على الخطوط المرسومة بدقة ثم يطرق على رأسها طرقاً خفيفاً بمطرقة مناسبة لتوضيح عدد من النقط المتقاربة على خطوط الشنكرة لتجنب تلاشيها.

ذنبة تحديد مراكز الثقوب شكل 78 (ب) تتشابه مع ذنبة العلام ولكنها تختلف في زاوية السن حيث مقدارها 90^0 ، صممت هذه الذنبة لاستخدامها في تحديد مراكز

obeikandl.com

الثقوب ليتناسب أثرها المتسع بقطعة التشغيل مع زاوية الحدود القاطعة للمثاقب ومقدارها 120^0 تقرباً والمستخدمة للثقب.



شكل 78
ذنبة علام

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

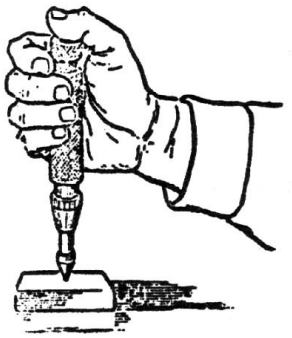
(ب) ذنبة تحديد مراكز الثقوب مقدار زاويتها 90^0.

الذنبة الطارقة:

Centre Punch Hemmer

تطورت ذنبة العلام حيث زودت بنوابض لولبية (يايات) لاستعمالها مباشرة بدون استخدام مطرقة، حيث توضع الذنبة بوضع رأسي على النقطة المراد تعليمها، ثم يضغط عليها لأسفل ليتحرك الجزء الأمامي إلى أعلى وإلى أسفل حركة سريعة تسمى بانطلاقة الذنبة كما هو موضح بشكل 79.

obeikandl.com



شكل 79
الذنبـــة الطارقـــة

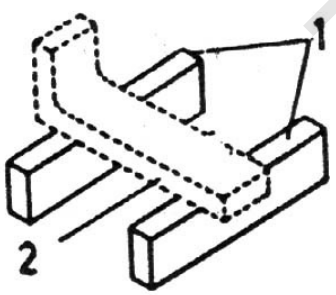
الشرائح المتوازية

Parallel Strips

الشرائح المتوازيـة عبـارة عن قطـع علـى شكل متـوازي مستطيلات مصنوعة من الصلب المتوسط الصلادة ومجلخة بدقة.

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

تستخدم الشرائح المتوازية الموضحة بشكل 80 كمرتكزات لحمل المشغولات المراد تخطيطها على زهرة الاستواء، وهي المشغولات التي يصعب تخطيطها مباشرة على زهرة الاستواء.



شكل 80
الشرائـح المتوازيـــة

1- الشرائح المتوازية.

2- المشغولة المراد تخطيطها.

obeikandl.com

المرافـع

Jacks

يتكـون المرافـع (الكوريـك) شـكل 81 مـن جـزأين أساسـيين همـا، القاعـدة ومسـمار قلاووظ ذو رأس.

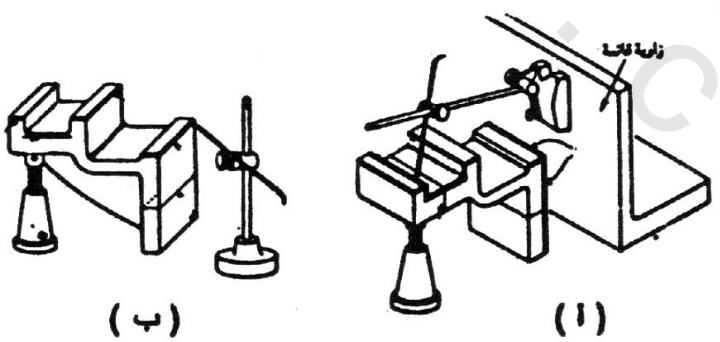
يستخدم المرفاع كوسيلة سهلة لرفع أو ضبط أفقية المشغولات في أثناء تخطيطها أو تشغيلها، وذلك من خلال دوران رأس مسمار قلاووظ نحو اليمين أو نحو اليسار ليرتفع أو ينخفض حسب الطلب.

شكل 81
الرافــع (الكوريــك)

شكل 82 يوضح بعض استخدامات الرافع في أثناء عملية النشكرة.

(أ) استخدام الرافع لضبط أفقية سطح مشغولة.

(ب) استخدام الرافع لضبط سطح مشغولة بوضع رأسي.



شكل 82
بعض استخدامات الرافع في أثناء عملية الشنكرة

ميزان التسوية (ميزان المياه)

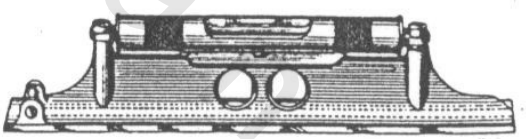
Spirit Level

تنتج دور الصناعة ميزان التسوية بأشكال ومواد مختلفة وأكثرها انتشاراً على شكل قضيب مقطعه مستطيل كما هو موضح بشكل 83.

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

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

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



شكل 83
ميزان التسوية (ميزان الماء)

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

الباب الثالث

القدمات المنزلقة
Slide Calipers

أجهزة القياس والمعايرة

obeikandl.com

obeikandl.com

تمهيد

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

وتعتبر القدمات المنزلقة بأنواعها وأشكالها المختلفة هي الأدوات الأكثر انتشاراً في الورش ودور التشغيل.

وتعتمد الفكرة الأساسية للقياس باستخدام القدمات المنزلقة على نظرية الورنية لتحديد قيمة البعد مع توضيح كسور المليمتر بدقة، وتتحقق هذه الدقة من خلال أسلوب تدريج الورنية، حيث يختلف هذا الأسلوب من قدمة إلى أخرى باختلاف التصميمات المختلفة لدور الصناعة كما يختلف أيضاً باختلاف درجة الدقة المطلوبة.

كما تعتمد فكرة القدمة ذات وجه الساعة على استبدال الورنية بمنزلقة تحمل تدريج دائري يشبه وجه الساعة، الغرض منها هو توضيح قراءة الأبعاد من خلال مؤشر الساعة وخاصة لضعاف النظر.

ومع التقدم الحضاري المستمر والحاجة المتزايدة إلى الدقة في تصنيع المنتجات وقطع الغيار ذات القياسات الدقيقة، فقد صممت دور الصناعة القدمات الرقمية، حيث استبدلت الورنية بمنزلقة إلكترونية وأنتجتها بأشكال مختلفة لتتناسب مع جميع المتطلبات الصناعية.

يتناول هذا الباب عرض للقدمات بجميع أنواعها وأشكالها. القدمات ذات الورنية والقدمات ذات وجه الساعة بأشكالهما ودقتهما المختلفة بالنظامين المتري والإنجليزي مع شرح نظام التدريج المساعد بكل منهما على حدة.

openkanal.com

كما يتعرض للقدمات الرقمية بأشكالها المختلفة واستخداماتها ومميزاتها وعيوبها.

obeikandl.com

القدمة ذات الورنية

Vernier Caliper

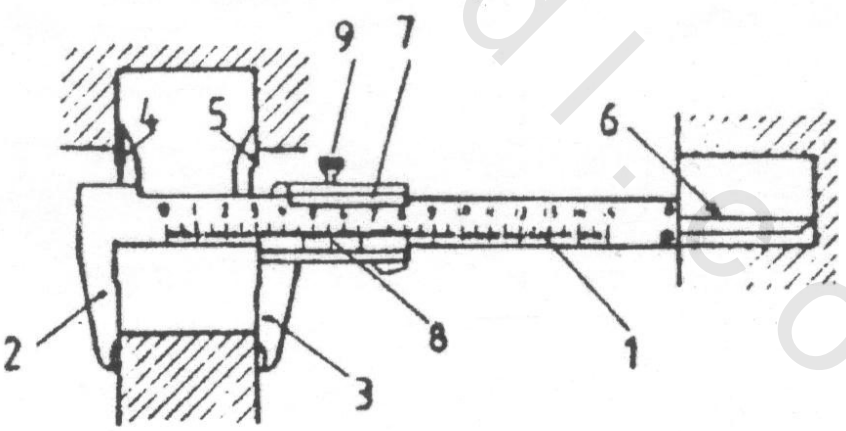
تصنع القدمة ذات الورنية من الصلب الذي لا يصدأ، وهي عبارة عن مسطرة مقسمة بالملليمترات من جهة والبوصات من جهة أخرى، ينتهي طرفها بالفك الثابت بحيث يتعامد معها تعامداً تاماً.

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

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

تعتبر القدمة ذات الورنية من أكثر أدوات القياس انتشاراً بين الوسط الفني، لمميزاتها المتعددة وأهمها صغر حجمها وقياساتها العامة، لذلك فقد سميت بالقدمة ذات الورنية جامعة الأغراض.٣٣

تتكون القدمة ذات الورنية الموضحة بشكل 84 من الأجزاء الآتية:-



شكل 84
القدمة ذات الورنية

1-المسطرة: يوجد بها التقسيم الرئيسي بالملليمترات والبوصات.

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

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

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

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

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

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

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

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

مميزات القدمة ذات الورنية :

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

1- **تصنع من الصلب الذي لا يصدأ.**

2- **ذو حجم مناسب.**

3- **سهلة الاستخدام.**

٤- **تستخدم في القياسات العامة.**

5- **إمكان تثبيتها على القياس المطلوب.**

6- **تجمع بين النظامين المتري بالملليمترات والإنجليزي بالبوصات. وأجزائهما، وتصل الدقة بكل منهما إلى 0.02 ملليمتر، 0.001 بوصة.**

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

openkandil.com

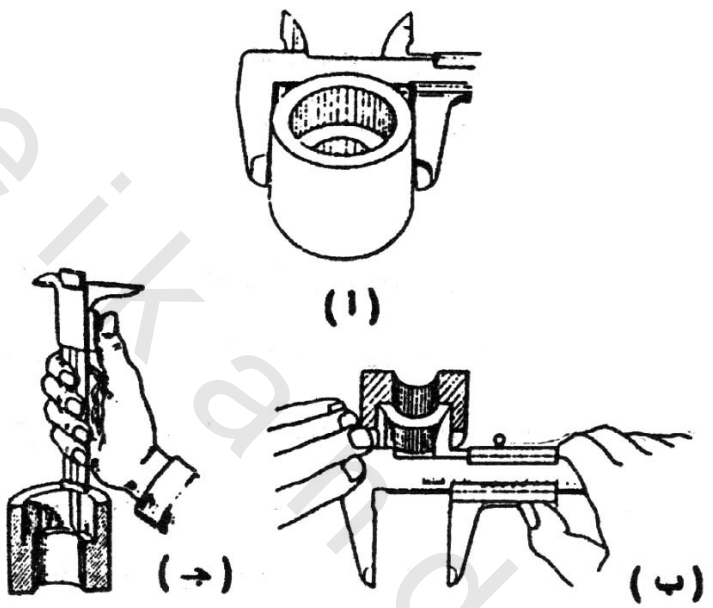
إستخدامات القدمة ذات الورنية :

تستخدم القدمة ذات الورنية الموضحة بشكل ٨٥ في القياسات العامة التالية :-

١- قياس الأبعاد والأقطار الخارجية .

٢- قياس الأبعاد والأقطار الداخلية .

٣- قياس الأعماق .



شكل 85
استخدام القدمة في القياسات العامة

(أ) قياس الأبعاد والأقطار الخارجية.

(ب) قياس الأبعاد والأقطار الداخلية.

(ج) قياس الارتفاعات والأعماق.

نظرية الورنية :

Vernier Theory

يستحال تصميم أداة قياس يقسم عليها السنتيمتر الواحد إلى 100 جزء ليساوي الجزء الواحد منه 0.1 مم. وإذا فرض وتم ذلك فلا يمكن قراءة الأجزاء الصغيرة بالعين

obeikandl.com

المجردة.

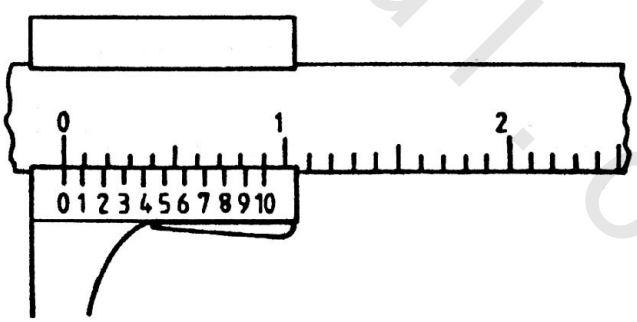
لذلك فقد صممت دور الصناعة ورنية تحمل تدريجاً بمثابة تقسيم مساعد للتقسيم الأساسي،الغرض منها هو تكبير للأجزاء الصغيرة الأقل من واحد ملليمتر.

تنزلق الورنية على المسطرة.. لذلك سميت بالورنية المنزلقة، تستخدم الورنية المنزلقة مع التقسيم الأساسي بالمسطرة لإمكان قراءة الأجزاء الصغيرة من المليمتر ليصل دقة قراءة القدمة إلى 0.1 أو 0.05 أو 0.02 ملليمتر، كما يمكن قراءة الأجزاء الصغيرة من البوصة حيث يصل دقة قراءة القدمة إلى 0.001 بوصة.. ولإمكان قراءتها بالعين المجردة بسهولة ودقة.

النظام الأول لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.1 ملليمتر :

يوضح شكل 86 رسم تخطيطي لجزء من القدمة أثناء انطباق صفر التقسيم الرئيسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية.

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



شكل 86
النظام الأول لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.1 ملليمتر

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

obeikandl.com

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

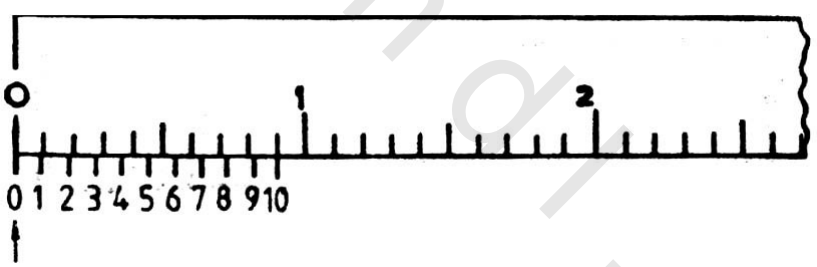
وهي دقة قياس الورنية المنزلقة أو دقة قياس القدمة ذات الورنية، وبناء على طريقة تقسيم الورنية السابق ذكرها، فقد أمكن تدريج الورنية المنزلقة دقة 0.05 ، 0.02 ملليمتر.

قراءات مختلفة للقدمة ذات الورنية دقة 0.1 ملليمتر :

Reading The Vernier Caliper 0.1 mm

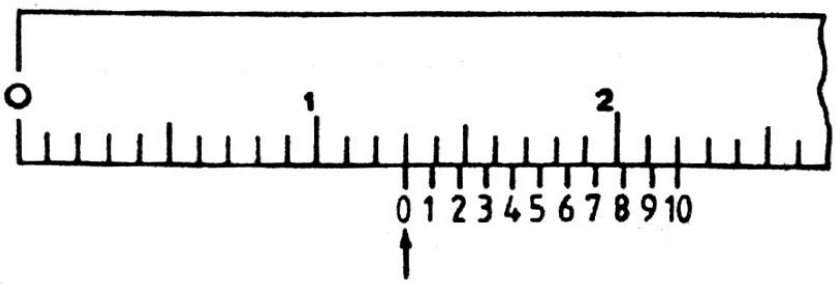
فيما يلي رسم تخطيط يوضح قراءات مختلفة للقدمة ذات الورنية دقة 0.1 ملليمتر، وذلك نتيجة لتحرك الورنية المنزلقة على سطح القدمة لتحديد المسافة بين الفكين الثابت والمتحرك.

1- عند تلامس الفك الثابت للقدمة مع الفك المتحرك ينطبق صفر المسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة شكل 87 الذي يشير إليه السهم حيث لا توجد قراءة أو القراءة تساوي صفر.



شكل 87
قراءة القدمـــة = صفر

2- عند تحرك الورنية المنزلقة على المسطرة كما هو موضح بشكل 88 ليتجاوز صفر الورنية 10 ملليمتر لينطبق على القسم الثالث من التقسيم الأساسي بالمسطرة، حيث يشير السهم إلى صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة لتحديد قراءة الملليمترات الصحيحة بمسطرة القدمة وهي تساوي 13 ملليمتر.

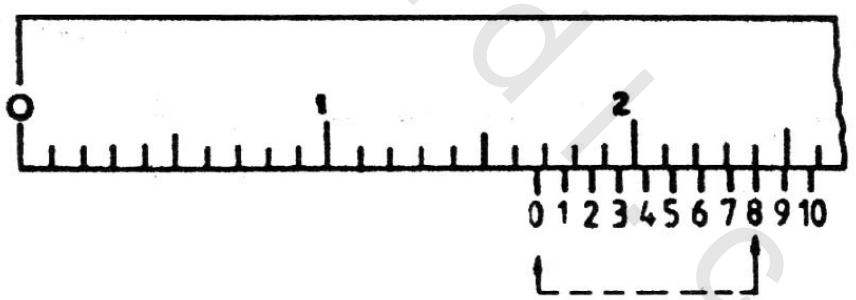


شكل 88
قـراءة القدمـــة = 13 ملليمتر

3- **عند تحرك الورنيـة المنزلقـة علـى المسطرة كمـا هو موضـح بشكل** 89 **ليتجاوز صـفر الورنيـة** 16 **ملليمتـر، حيـث يشـير تحديـد السـهم الصـغير لتحديـد قـراءة المللـيمتـرات الصـحيحة علـى المسـطرة وهـي مـا بـين** 16، 17 **ملليمتـر. أي أن القياس أكبر من** 16 **ملليمتر وأقل من** 17 **ملليمتر.**

هذا يعني أن قراءة المللـيمترات الصحيحة = 16 **ملليمتـر. يضـاف إليهـا جزء مـن المللـيمتر الذي يشير إليه السهم الكبير بالتقسيم المساعد بالورنية المنزلقـة وهـو =** 0.8 **ملليمتر.**

∴ قراءة القدمة = 12 + 0.8 = 16.8 **ملليمتر.**

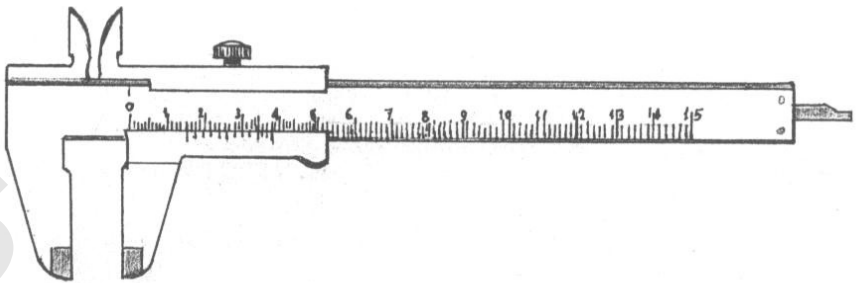


شكل 89
قـراءة القدمـــة = 16.8 ملليمتر

النـظام الثانـي لتـدريج الورنـيـة المنـزلقـة دقـة 0.1 ملليمتـر :

تتكـون القدمـة ذات الورنيـة دقـة 0.1 **ملليمتـر بالنظـام الثـاني الموضـح بشـكل** 90 **بـنفس أجـزاء النظـام الأول للقدمـة ذات الورنيـة دقـة** 0.1 **ملليمتـر، كمـا يتشـابه تمامـاً**

باختلاف التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة.. علماً بأن النظام الثاني هو الأكثر انتشاراً.



شكل 90

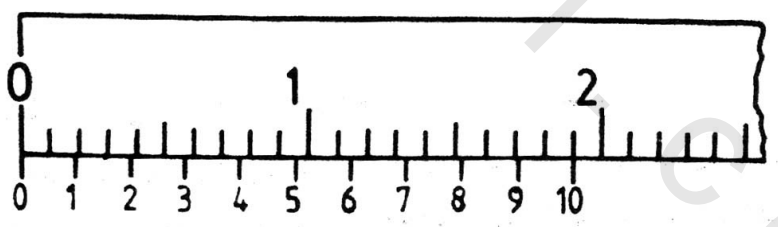
النظام الثاني للقدمة ذات الورنية دقة 0.1 ملليمتر

شكل 91 يوضح رسم تخطيطي للنظام الثاني للورنية المنزلقة دقة 0.1 ملليمتر وذلك أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية، وينتهي التدريج العاشر بالتقسيم المساعد بالورنية بمحاذاة التدريج التاسع عشر بالمسطرة.

بذلك يكون القسم الواحد بالورنية = 19 مم ÷ 10 أجزاء = 1.9 ملليمتر

وهذا يعني أن الفرق بين قيمة القسمين من التقسيم الأساسي بالمسطرة وقيمة القسم الواحد من التقسيم المساعد بالورنية = 2 – 1.9 = 0.1 ملليمتر.

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



شكل 91

النظام الثاني لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.1 ملليمتر

قراءات مختلفة للنظام الثاني للقدمة ذات الورنية دقة 0.1 ملليمتر :

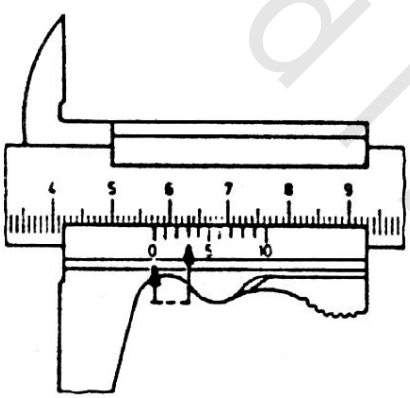
يوضح فيما يلي أجزاء من القدمة ذات الورنية دقة 0.1 ملليمتر، ورسم تخطيطي للمسطرة والتقسيم المساعد بالورنية المنزلقة لتوضيح قراءات مختلفة نتيجة تحرك الورنية المنزلقة على مسطرة القدمة لتحديد قيمة المسافة بين الفكين الثابت والمتحرك.

1- شكل 92 يوضح جزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.1 ملليمتر، أثناء تحرك الورنية المنزلقة على المسطرة ليتجاوز صفر التقسيم المساعد بالورنية 57 ملليمتر ليشير السهم الصغير لتحديد قراءة المليمترات الصحيحة على المسطرة وهي ما بين 57، 58 ملليمتر.

.. أي أن القياس أكبر من 57 ملليمتر وأقل من 58 ملليمتر.

هذا يعني أن قراءة المليمترات الصحيحة = 57 ملليمتر يضاف إليها جزء من المليمتر الذي يشير إليه السهم الكبير بالتقسيم المساعد بالورنية المنزلقة وهو 0.3 ملليمتر.

∴ قراءة القدمة = 57 + 0.3 = 57.3 ملليمتر



شكل 92

قراءة القدمة = 57.3 ملليمتر

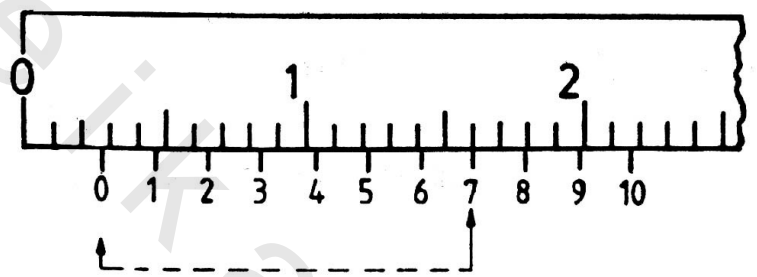
2- شكل 93 يوضح رسم تخطيط لمسطرة القدمة أثناء تحرك الورنية المنزلقة

openkandil.com

ليتجاوز صغر التقسيم المساعد بالورنية 2 ملليمتر ليشير السهم الصغير لتحديد قراءة المليمترات الصحيحة على المسطرة وهي ما بين 2 ، 3 ملليمتر.

.. أي أن القياس أكبر من 2 ملليمتر وأقل من 3 ملليمتر، هذا يعني أن قراءة المليمترات الصحيحة = ٢ ملليمتر ، يضاف إليها جزء من المليمتر الذي يشير إليهم السهم الكبير بالتقسيم المساعد بالورنية وهو = 0.7 ملليمتر.

∴ قراءة القدمة = 2 + 0.7 = 2.7 ملليمتر.



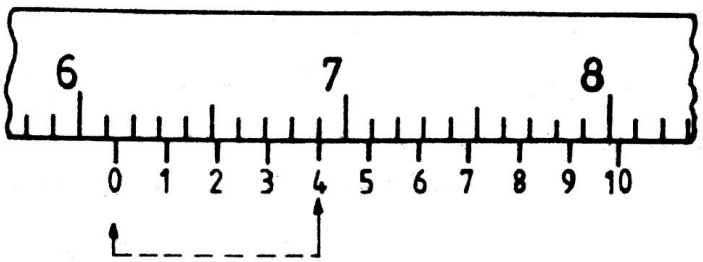
شكل 93
قراءة القدمة = 2.7 ملليمتر

3- **شكل** 94 **يوضح رسم تخطيط لمسطرة القدمة أثناء تحرك الورنية المنزلقة ليتجاوز صفر التقسيم المساعد بالورنية** 61 **ملليمتر ليشير السهم الصغير لتحديد قراءة المليمترات الصحيحة على المسطرة وهي ما بين** 61 ، 62 **ملليمتر.**

.. أي أن القياس أكبر من 61 **ملليمتر وأقل من** 62 **ملليمتر.**

هذا يعني أن قراءة المليمترات الصحيحة = 61 **ملليمتر، يضاف إليها جزء من المليمتر الذي يشير إليه السهم الكبير بالتقسيم المساعد بالورنية وهو =** 0.4 **ملليمتر.**

∴ قراءة القدمة = 61 + 0.4 = 61.4 **ملليمتر**



شكل 94
قـراءة القدمـــة = 61.4 ملليمتر

القدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر

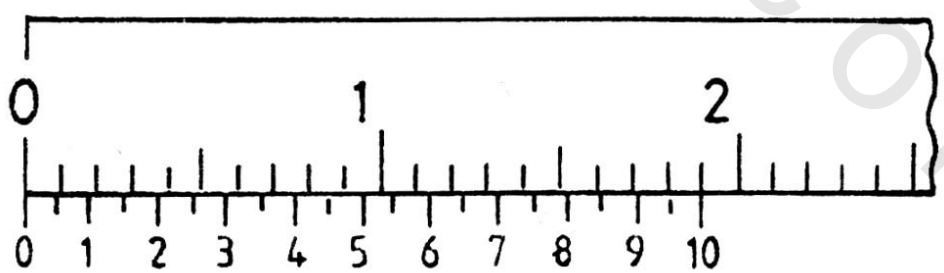
Vernier Caliper 0.05 mm

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

النـظام الأول لتدريج الورنـية المنـزلقة دقة 0.05 ملليمتر:

يوضـح شـكل 95 رسـم تخطـيط للقدمـة أثنـاء انطبـاق صـفر التقسـيم الأساسـي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة.

أخذت مسافة من مسطرة القدمة مقدارها 19 ملليمتر وقسمت إلى 20 قسم (أقسام متسـاوية) علـى الورنيـة بحيـث يبتـدئ صـفر التقسـيم الأساسـي بالمسـطرة مـع صـفر التقسـيم المسـاعد بالورنيـة، وينتهـي آخـر تـدريج بمحـاذاة التـدريج التاسـع عشـر مـن المسطرة.



شكل 95

النظام الأول لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.05 ملليمتر

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

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

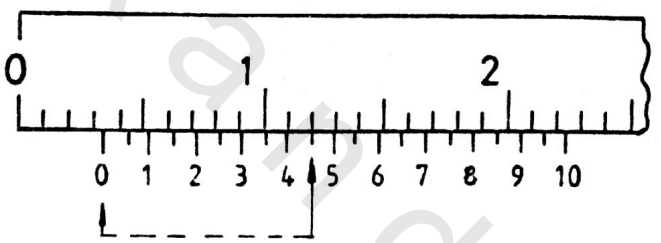
= 1 − $\frac{19}{20}$ = $\frac{1}{20}$ أو 0.05 ملليمتر

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

قراءات مختلفة للقدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر :

Reading The Vernier Caliper 0.05 mm

1- شكل 96 رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-



شكل 96

قراءة القدمة = 3.45 ملليمتر

السهم الصغير يشير إلى صفر الورنية لتحديد قراءة المليمترات الصحيحة على المسطرة وهي ما بين 3 ، 4 ملليمتر.

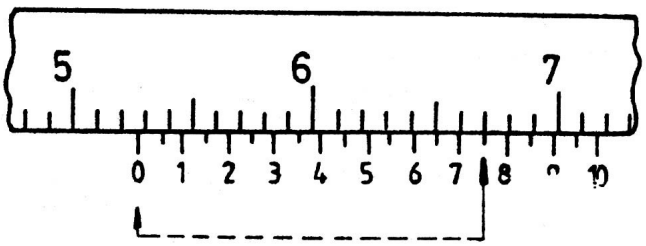
أي أن القياس أكبر من 3 ملليمتر وأقل من 4 ملليمتر.

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

= 3 + 0.45 = 3.45 ملليمتر.

2- شكل 97 رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر الذي

يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-



شكل 97

قـراءة القدمـــة = 52.75 ملليمتر

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

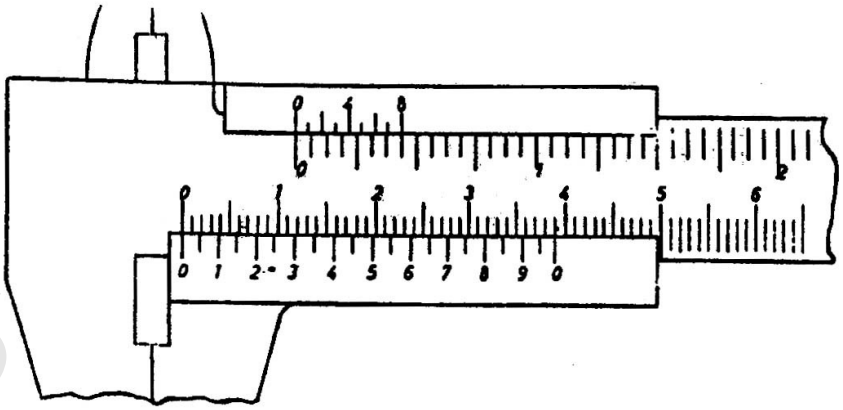
.. هذا يعني أن قراءة المليمترات الصحيحة = 52 ملليمتر، يضاف إليها جزء من المليمتر الذي يشير إليه السهم الكبير بالتقسيم المساعد بالورنية المنزلقة لتكون قراءة القدمة.

= 52 + 0.75 = 52.75 ملليمتر.

النظام الثاني لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.05 ملليمتر :

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

شكل 98 يوضح جزء من القدمة ذات الورنية دقة $\frac{1}{20}$ أو 0.05 ملليمتر بالنظام الثاني أثناء انطباق صفر المسطرة مع صفر الورنية.



شكل 98

النظام الثاني لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.05 ملليمتر

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

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

الذي يقابلها قسمين من أقسام المسطرة قيمتيها = 2 مم

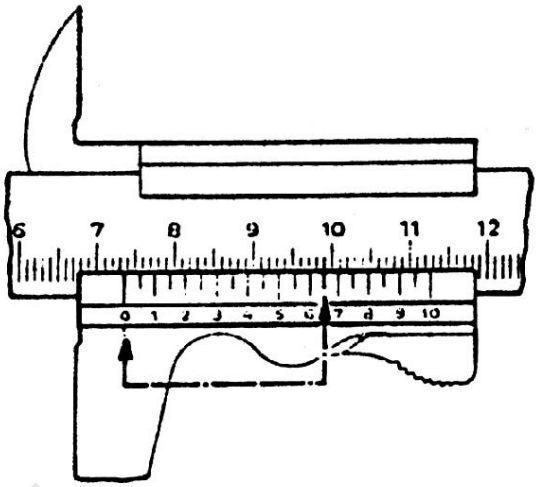
وهذا يعني أن الفرق بين قيمة القسمين من التقسيم الأساسي بالمسطرة وقيمة القسم الواحد من التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة.

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

وهي دقة قياس الورنية المنزلقة أو دقة القدمة ذات الورنية.

قراءة للنظام الثاني للقدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر :

شكل 99 يوضح جزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر الذي يوضح قيمة قياس.



شكل 99

قـراءة القدمـــة = 73.65 مم

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

.. أي أن القياس أكبر من 73 ملليمتر وأقل من 74 ملليمتر.

وهذا يعني أن القراءة الصحيحة = ٧٣ ملليمتر، يضاف إليها جزء من المليمتر الذي يشير إليه السهم الكبير بالتقسيم المساعد بالورنية المنزلقة كالآتي:-

قيمة كسر المليمتر الواضحة على الورنية = 0.6 + 0.05 = 0.65 ملليمتر.

∴ قراءة القدمة = 73 + 0.65 = ٧٣.٦٥ ملليمتر.

القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر

Vernier Caliper 0.02 mm

تتكون القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر من نفس أجزاء القدمة ذات الورنية دقة 0.1 ، 0.05 ملليمتر، باختلاف تدريج الورنية المنزلقة لإمكان قياسات أدق.

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

الشكل الأول: هو الشكل الأساسي (القدمة جامعة الأغراض) المخصصة للقياسات

العامة الآتية:

1- قياس الأبعاد والأقطار الخارجية.

2- قياس الأبعاد والأقطار الداخلية.

3- قياس الأعماق.

الشكل الثاني: القدمة ذات محدد الضبط الدقيق المخصصة للقياسات الآتية:-

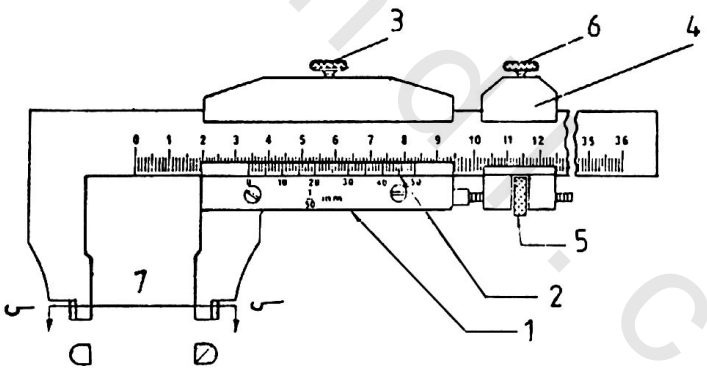
1- قياس الأبعاد والأقطار الخارجية.

2- قياس الأبعاد والأقطار الداخلية.

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

القدمة ذات محدد الضبط الدقيق دقة 0.02 ملليمتر:

تتكون القدمة ذات محدد الضبط الدقيق دقة 0.02 ملليمتر الموضحة بشكل 100 من نفس أجزاء القدمة دقة 0.1 ، 0.05 ملليمتر بتغيير تقسيم الورنية المنزلقة لإمكان قياسات أدق بالإضافة إلى بعض الأجزاء الأخرى وهي كالآتي:-



شكل 100
القدمة ذات محدد الضبط الدقيق دقة 0.02 ملليمتر

1- مسمار تثبيت الورنية المنزلقة.

2- التقسيم المساعد بالورنية.

3- الورنية المنزلقة.

4- محدد الضبط الدقيق.

5- عجلة التحكم في حركة محدد الضبط الدقيق.

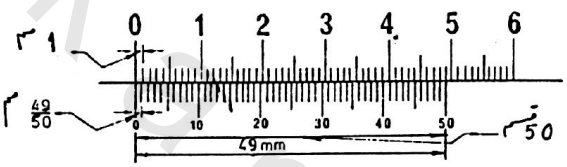
6- مسمار تثبيت محدد الضبط الدقيق.

7- (س س) قطاع بالفكين الثابت والمتحرك يستخدمان للقياس الداخلي.

النظام الأول لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر:

يوضح شكل 101 رسم تخطيطي للقدمة أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة.

أخذت مسافة مقدارها 49 ملليمتر من المسطرة وقسمت إلى 50 قسم (أقسام متساوية) على الورنية المنزلقة بحيث يبتدئ صفر الورنية بمحاذاة صفر المسطرة وينتهي آخر تدريج بمحاذاة التدريج 49 من المسطرة.



شكل 101

النظام الأول لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر

بذلك يكون كل قسم مدرجاً من الورنية المنزلقة

= 49 مم ÷ 50 جزء = $\frac{49}{50}$ مم

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

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

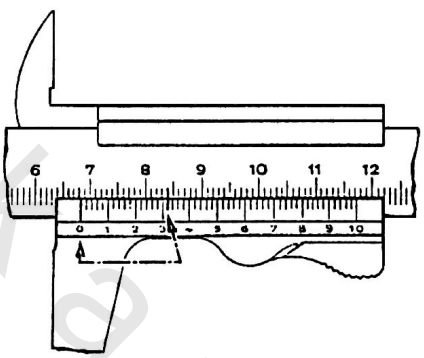
وهي دقة قياس الورنية المنزلقة أو دقة قياس القدمة ذات الورنية.

قراءات للنظام الأول للقدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر

:

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

1- شكل 102 يوضح جزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر، والسهم يشير إلى قراءة القياس وهو كالآتي:-



شكل 102

قراءة المقدمة = 68.32 مم

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

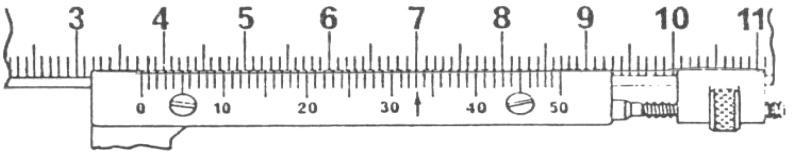
أي أن القياس أكبر من 68 ملليمتر وأقل من 69 ملليمتر.

.. هذا يعني أن قراءة المليمترات الصحيحة = 68 ملليمتر.

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

= 68 + 0.3 + 0.02 = 68.32 ملليتر.

2- شكل 103 يوضح جزء من القدمة ذات محدد الضبط الدقيق دقة 0.02 ملليمتر والسهم يشير إلى قراءة القياس وهو كالآتي:-



شكل 103
قـراءة القدمـــة 37.66 مم

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

وهذا يعني أن قراءة المليمترات الصحيحة = 37 **ملليمتر.**

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

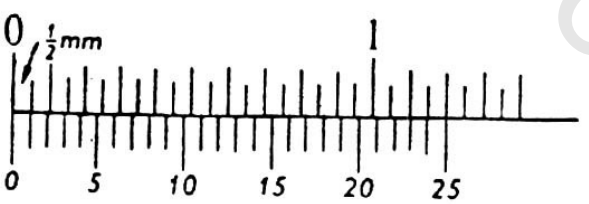
$$= 37 + (2 \times 0.3) + (2 \times 0.03)$$

$$= 37 + 0.6 + 0.06$$

= 37.66 **ملليمتر.**

النظام الثاني لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر :

يوضح شكل 104 **رسم تخطيط لجزء من القدمة ذات الورنية أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية.**



شكل 104
النظام الثاني لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر

obeikandl.com

أخذت مسافة من المسطرة مقدارها 12 ملليمتر، وقسمت إلى 25 قسم (أقسام متساوية) بالورنية المنزلقة، بحيث يبتدئ صفر الورنية بمحاذاة صفر المسطرة، وينتهي آخر تدريج بالورنية بمحاذاة التدريج الثاني عشر من المسطرة.. علماً بأن تدريج المليمترات بالمسطرة مقسم إلى أنصاف المليمترات.

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

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

= 0.5 – 0.48 = 0.02 مم

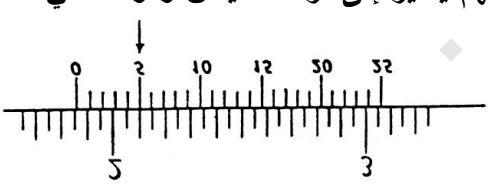
وهي دقة قياس الورنية المنزلقة أو دقة قياس القدمة ذات الورنية.

ملاحظة :

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

قراءات للنظام الثاني للقدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر:

١- شكل 105 يوضح رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر، والسهم يشير إلى قراءة القياس وهو كالآتي:-



شكل 105

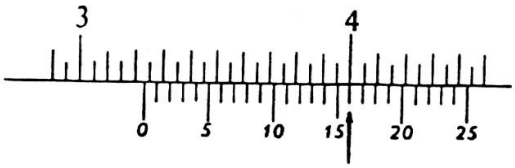
قراءة القدمة = 18.6 ملليمتر

قراءة القدمة = 18.5 + (2 × 0.05)

= 18.5 + 0.1 = 18.6 ملليمتر

openkandil.com

٢- شكل 106 يوضح رسم تخطيط لجزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر والسهم يشير إلى قراءة القياس وهو كالآتي:-



شكل 106

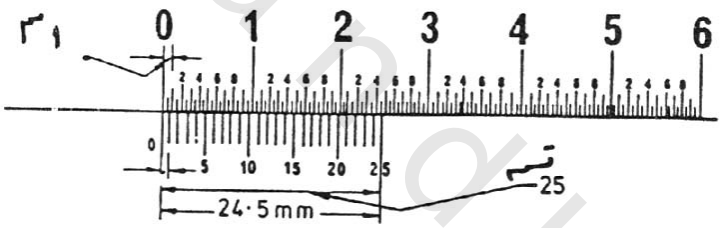
قـراءة القدمـــة = 32.32 ملليمتر

قراءة القدمة = 32 + (0.16 × 2)

= 32 + 0.32 = 32.32 **ملليمتر**

النظام الثالث لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر:

يوضح شكل 107 **رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنية أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة على صفر التقسيم المساعد بالورنية.**



شكل 107

النظام الثالث لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر

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

بذلك يكون كل قسم من أقسام الورنية = 24.5 **مم ÷ ٢٥ جزء** = 0.98 **مم**

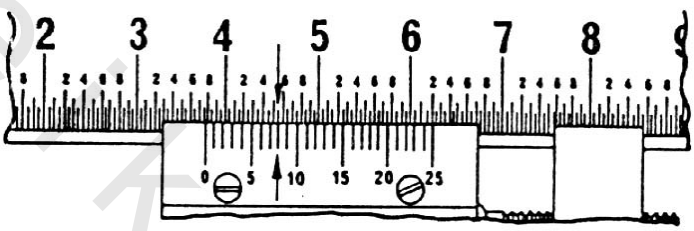
.. هذا يعني أن الفرق بين قيمة القسم الواحد من التقسيم الأساسي بالمسطرة وقيمة قسم واحد من التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة

= 1 – 0.98 = 0.02 ملليمتر.

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

قراءات مختلفة للنظام الثالث للقدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر :

شكل 108 يوضح رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر، والسهم يشير إلى قراءة القياس وهو كالآتي:-



شكل 108

قراءة القدمة = 37.66 ملليمتر

قراءة القدمة = $37 + 0.5 + (2 \times 0.08)$

$= 37 + 0.5 + 0.16$

= 37.66 ملليمتر

ملاحظة:

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

النظام البريطاني للقياس

British Measuring System

استخدام النظام البريطاني للقياس قديماً، حيث كانت وحدة قياس الأطوال هي البوصة واليادرة، علماً بأن النظام المتري هو النظام الدولي (SI)، وذلك طبقاً لمواصفات المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) وذلك لتحقيق صفة التبادلية..

(قابلية الأجزاء بأخرى مصنعة من دول مختلفة).

النظام البريطاني بالقدمة ذات الورنية

Vernier Caliper (British System)

تشتمل القدمة ذات الورنية على نظامين أساسين هما:

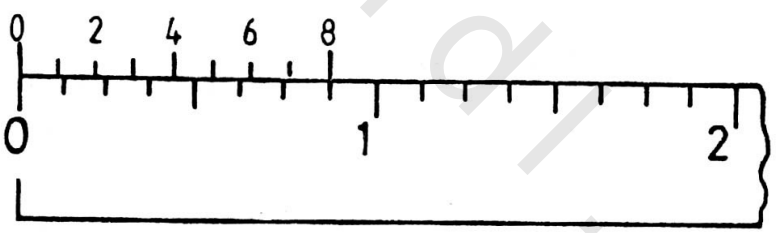
1- النظام المتري: وحدة قياسه هو المليمتر وأجزائه.. (الوحدة المستخدمة في القياسات الهندسية).

2- النظام البريطاني: وحدة قياسه هو البوصة وأجزائها.

تختلف دقة قياس القدمات ذات الورنية بكلا النظامين (المتري والبريطاني)، وذلك باختلاف تدريج التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة.. لاستخدام المناسب منها أثناء قياس المشغولات المختلفة الدقة.

نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة 1″/64:

يوضح شكل 109 رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنية دقة 1″/64 أثناء انطباق صفر المسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية.



شكل 109

نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة 1″/64

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

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

openkandil.com

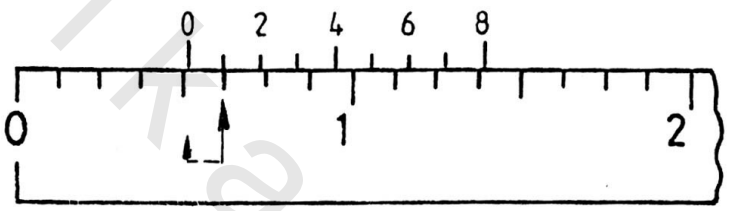
.. هذا يعني أن الفرق بين الجزء الواحد من القياس الأساسي بالمسطرة وقيمة القسم الواحد من التقسيم المساعد بالورنية.

$$\frac{1}{8} - \frac{7}{64} = \frac{8}{64} - \frac{7}{64} = \frac{1}{64}''$$

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

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

1- شكل 110 رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنية دقة $\frac{1}{64}''$ الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-



شكل 110

قراءة القدمة = $\frac{33}{64}''$

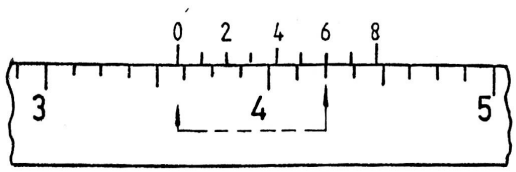
السهم الصغير يشير إلى صفر الورنية لتحديد قراءة أقرب جزء على المسطرة وهي ما بين $\frac{1}{2}''$ ، $\frac{5}{8}''$

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

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

٢- شكل 111 رسم تخطيط لجزء من القدمة ذات الورنية دقة $\frac{1}{64}''$ الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي :-

obeikandl.com



شكل 111

قـراءة القدمــة = $3\frac{19}{32}''$

السهم الصغير يشير إلى صفر الورنية لتحديد قراءة البوصات الصحيحة أو لتحديد قراءة أقرب جزء من المسطرة وهي $3\frac{1}{2}''$

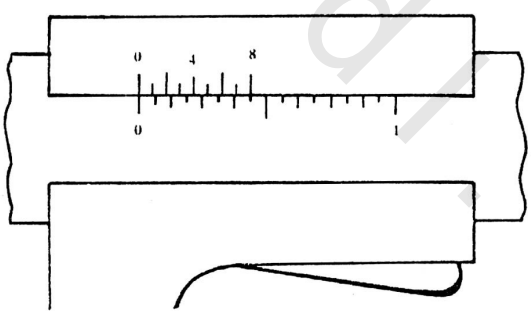
يضاف إليها الجزء الذي يشير إليهم السهم الكبير لتكون قراءة القدمة

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

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

نـظام تـدريـج الورنـيـة المنـزلقة دقة $\frac{1}{128}''$:

يوضح شكل 112 رسم تخطيط لجزء من القدمة ذات الورنية دقة $\frac{1}{128}''$ أثناء انطباق صفر المسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية.



شكل 112

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

أخذت مسافة مقدارها $\frac{7}{16}''$ من المسطرة .. أي 7 أجزاء، كل جزء يساوي $\frac{1}{16}''$ (من التقسيم الأساسي)، وقسمت إلى 8 أقسام متساوية على الورنية المنزلقة، بحيث يبتدئ

openkgmail.com

صفر الورنية بمحاذاة صفر المسطرة وينتهي آخر تدريج بمحاذاة التدريج السابع من المسطرة، بذلك يكون كل قسم مدرج بالورنية = $\frac{7''}{16}$ ÷ 8 أقسام = $\frac{7''}{128}$

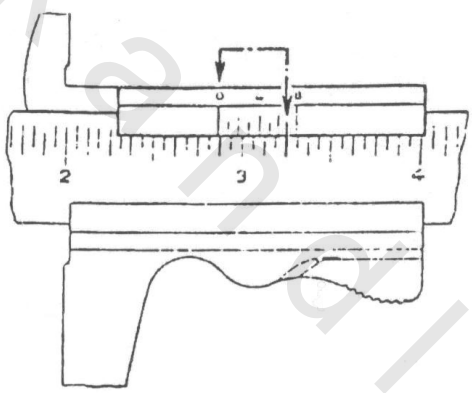
.. هذا يعني أن الفرق بين القسم الواحد من القياس الأساسي بالمسطرة وقيمة القسم الواحد من التقسيم المساعد بالورنية = $\frac{7''}{128} - \frac{1}{16}$

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

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

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

شكل 113 يوضح جزء من القدمة ذات الورنية دقة $\frac{1}{128}$ الذي يوضح قيمة قياس وهو كالآتي:-



شكل 113

قراءة القدمة = $2\frac{111}{128}''$

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

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

.. هذا يعني أن القراءة = $2\frac{13}{16}''$ يضاف إليها الجزء الذي يشير إليه السهم الكبير

obeikandl.com

بالتقسيم المساعد بالورنية وهو = $\frac{7}{128}$

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

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

القدمة ذات الورنية دقة 0.001 بوصة

Vernier Coliper 0.001 in

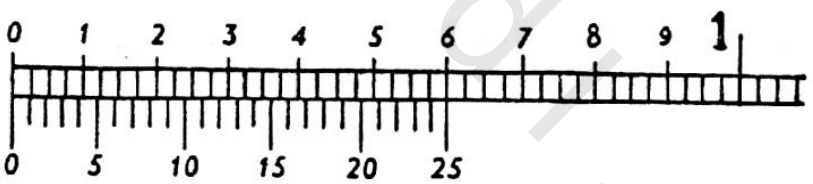
تتكون القدمة ذات الورنية دقة 0.001 بوصة بنفس أجزاء القدمات السابق ذكرها، باختلاف تدريج الورنية المنزلقة لإمكان استخدامها في قياسات أدق.

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

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

النظام الأول لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.001 بوصة :

يوضح شكل 114 رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنية 0.001 بوصة، أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية.



شكل 114

النظام الأول لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.001 بوصة

مسطرة القدمة مقسمة إلى بوصات. قسمت كل بوصة إلى 10 أقسام متساوية، وقسم كل قسم إلى 4 أجزاء.

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

أخذت مسافة من المسطرة مقدارها $\frac{6}{10}''$ وقسمت على الورنية المنزلقة إلى 25

قسم (أقسام متساوية) بحيث ينطبق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية، وينتهي آخر تدريج بالورنية بمحاذاة التدريج السادس بالمسطرة، بذلك يكون كل قسم من أقسام الورنية

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

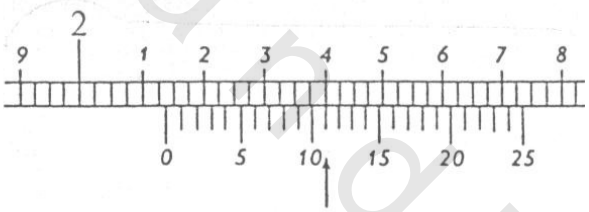
هذا يعني أن الفرق بين قسم واحد من التقسيم الأساسي بالمسطرة وقيمة قسم واحد من التقسيم المساعد بالورنية

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

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

قراءات للنظام الأول للقدمة ذات الورنية دقة **0.001** بوصة :

١- شكل 115 يوضح رسم تخطيط لجزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.001 بوصة، والسهم يشير إلى قراءة قياس وهو كالآتي:-



شكل 115

قراءة القدمة = $2.136''$

قراءة القدمة كالآتي:-

صفر الورنية يشير إلى قراءة مسطرة القدمة وهي

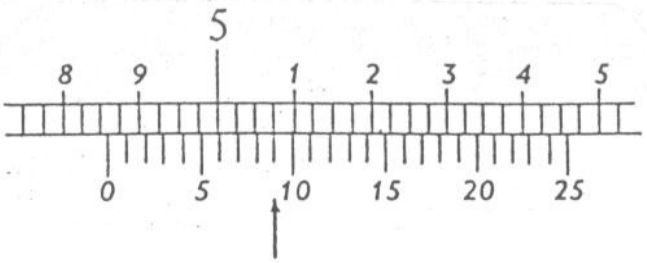
$$= 2 + 0.1 + (0.025 \text{ قيمة الجزء الواحد}) = 2.125''$$

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

$$\therefore \text{ قراءة القدمة } = 2.125 + 0.011 = 2.136''$$

2- شكل 116 يوضح رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.001

بوصة، والسهم يشير إلى قراءة القياس وهي كالآتي:-



شكل 116
قراءة القدمة = 4.859″

قراءة القدمة كالآتي:-

صفر الورنية يشير إلى قراءة مسطرة القدمة وهي

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

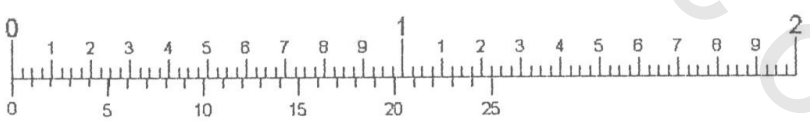
= 4 + 0.8 + 0.050 = 4.850″

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

∴ قراءة القدمة = 4.850 + 0.009 = 4.859″

النظام الثاني لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.001 بوصة :

يوضح شكل 117 رسم تخطيطي لجزء من القدمة ذات الورنية بالنظام الثاني لدقة 0.001 بوصة، وذلك أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة.



شكل 117
النظام الثاني لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.001 بوصة

مسطرة القدمة مقسمة بالبوصات، وقسمت كل بوصة إلى 10 أقسام متساوية،

obeikandl.com

وقسم كل قسم إلى 4 أجزاء متساوية.

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

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

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

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

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

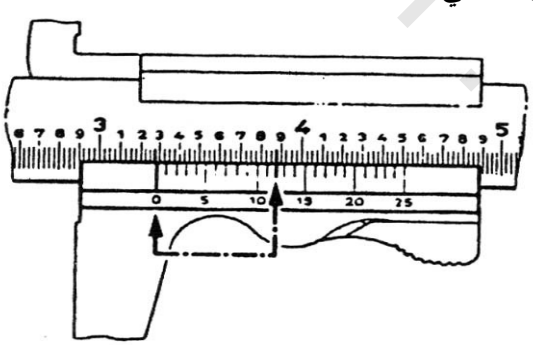
هذا يعني أن الفرق بين قيمة كل جزأين من التقسيم الأساسي بالمسطرة وقيمة القسم الواحد من التقسيم المساعد بالورنية.

= 0.050 – 0.049 = 0.001 ″

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

قراءات للنظام الثاني للقدمة ذات الورنية دقة 0.001 ″:

شكل 118 يوضح جزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.001 بوصة، والسهم يشير إلى قراءة قياس وهو كالآتي:-



شكل 118

قراءة القدمة = 3.287 ″

obeikandl.com

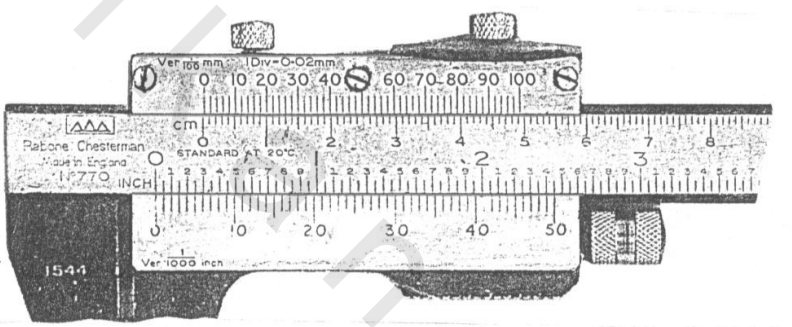
السهم الصغير يشير إلى صفر الورنية لتحديد القراءة وهي ما بين 3.275 ″، 3.3 ″ أي القياس أكبر من 3.275 ″، وأقل من 3.3 ″

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

∴ قراءة القدمة = 3.275 + 0.012 = 3.287 ″

النظام الثالث لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.001 بوصة:

يوضح شكل 119 جزء من القدمة ذات الورنية دقة 0.001 بوصة بالنظام الثالث، أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية.



شكل ١١٩
النظام الثالث لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.001 بوصة

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

∴ قيمة الجزء الواحد من التقسيم الأساسي بالمسطرة = $\frac{1}{10} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{20}$

= 0.050 ″

أخذت مسافة من المسطرة قدرها 2.45 بوصة، وقسمت على الورنية المنزلقة إلى 50 قسم (أقسام متساوية)، بحيث يبتدئ صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية، وينتهي آخر تدريج بمحاذاة نهاية 2.45 بوصة بالمسطرة.

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

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

= 0..050 – 0.049 = 0.001 $''$

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

القدمة وجه الساعة دقة 0.1 ملليمتر

Dial Caliper 0.1 mm

تتشابه القدمة وجه الساعة مع القدمة ذات الورنية باختلاف الساعة والمؤشر الذي يشير إلى القياس بدلاً من تدريج المسطرة وتقسيم الورنية.

تعتبر مسطرة القدمة بمثابة جريدة مسنة، يتحرك عليها ترس صغير ينقل الحركة إلى مجموعة تروس أخرى ليتحرك المؤشر حركة دائرية ليشير إلى قراءة القياس.

الغرض من استخدام هذا النوع من القدمات هو سهولة قراءة القياسات المختلفة على الساعة من خلال المؤشر، لذلك يفضلها الفنيين وخاصة ضعاف النظر.

تستخدم القدمة وجه الساعة بنفس استخدامات القدمة ذات الورنية جامعة الأغراض للقياسات العامة الآتية:-

1- قياس الأبعاد والأقطار الخارجية.

2- قياس الأبعاد والأقطار الداخلية.

3- قياس الأعماق.

تتكون القدمة وجه الساعة الموضحة بشكل 120 من الأجزاء الآتية:-

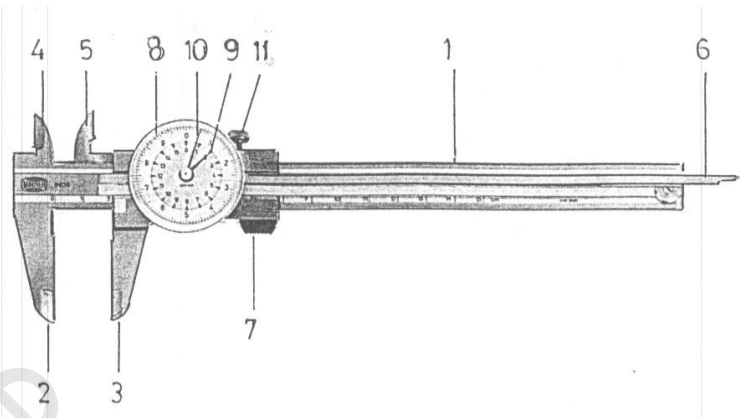
1- المسطرة: مثبتة عليها جريدة مسننة، ويوجد بها تقسيم بالسنتيمترات فقط أو بالبوصات فقط، حيث صمم هذا النوع من القدمات للقياس بإحدى النظامين المتري أو الإنجليزي.

2- الفك الثابت: يوجد بنهاية المسطرة ويتعامد معها تعامداً تاماً.

3- الفك المتحرك: مثبت بالمنزلقة ويتعامد مع المسطرة تعامداً تاماً ويتوازى

obeikandl.com

مع الفك الثابت ويحمل الساعة البيانية.



شكل 120
القدمة وجـــه الساعة

4- **حد القياس الثابت: يوجد بالجزء العلوي للمسطرة ومتعامد معها ومتوازي مع حد القياس المتحرك.**

5- **حد القياس المتحرك.**

6- **ساق قياس الأعماق: مثبت بالمنزلقة بحيث ينتهي بنهاية المسطرة.**

7- **المنزلقة: تحمل الساعة البيانية وتنزلق على المسطرة من خلال ترس صغير.**

8- **الساعة البيانية: مثبتة على الورنية المنزلقة، ومقسمة تقسيم دائري على 10 أقسام، كل قسم يساوي واحد ملليمتر، وكل ملليمتر مقسم إلى 10 أجزاء، وكل جزء يساوي 0.1 ملليمتر.**

9- **المؤشر الصغير: يشير إلى قراءة السنتيمترات.**

10- **المؤشر الكبير: يشير إلى قراءة أجزاء الملليمترات.**

11- **مسمار تثبيت: لتثبيت المنزلقة.**

القدمة وجه الساعة دقة 0.05 ملليمتر

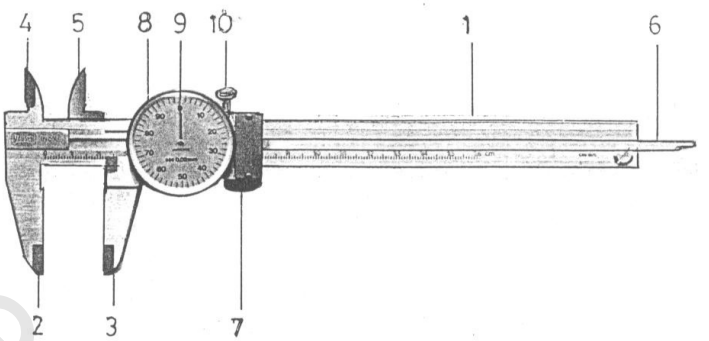
Dial Caliper 0.05 mm

تتشابه القدمة وجه الساعة دقة 0.05 ملليمتر مع القدمة وجه الساعة دقة 0.1

obeikandl.com

ملليمتر باختلاف وجود مؤشر واحد فقط الذي يشير إلى قراءة المليمترات وأجزاؤها.

تتكون القدمة وجه الساعة شكل 121 من الأجزاء التالية:-



شكل 121
القدمة وجه الساعة دقة 0.05 ملليمتر

1- المسطرة.

2- الفك الثابت.

3- الفك المتحرك.

4- حد القياس الثابت.

5- حد القياس المتحرك.

6- ساق قياس أعماق.

7- المنزلقة.

8- الساعة البيانية.

9- المؤشر.

10- مسمار تثبيت.

نظرية القياس بالقدمة وجه الساعة دقة 0.05 ملليمتر :

تتلخص حركة القياس بالقدمة وجه الساعة من خلال دوران الترس الصغير المثبت بالمنزلقة على الجريدة المسننة المثبتة على المسطرة الذي يعطي حركته لمجموعة تروس لتتحكم في دقة حركة المؤشرين اللذين يحددان قيمة القياس.

بنيت فكرة تدريج ساعة القدمة وحركة دوران المؤشرين على نظرية الساعة

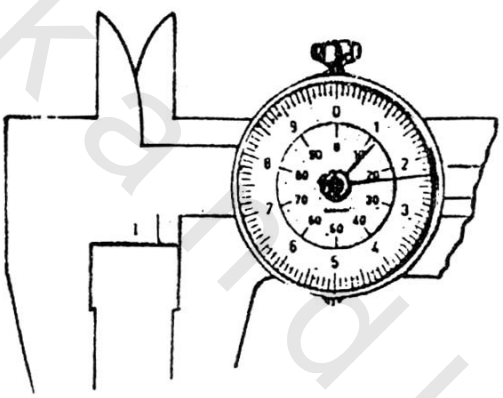
obeikandl.com

الميقاتية، حيث يشير المؤشر الصغير إلى قراءة السنتيمترات كما يشير المؤشر الكبير إلى قراءة المليمترات وأجزائها.

قسمت الساعة البيانية للقدمة (تقسيم دائري) إلى 10 أقسام متساوية (قيمة القسم الواحد = 1 ملليمتر)، وقسم الملليمتر إلى 10 أقسام متساوية (قيمة الجزء الواحد = 0.1 ملليمتر)، كما يوجد تقسيم بشكل نقط بنصف الجزء الواحد ليساوي 0.05 ملليمتر.. وهي دقة قراءة القدمة وجه الساعة.

قراءات مختلفة للقدمة وجه الساعة دقة 0.05 ملليمتر :

1- يوضح شكل ١٢٢ جزء من القدمة وجه الساعة دقة ٠.٠٥ ملليمتر التي يشير الي قيمة قياس .. وهي كالآتي :-



شكل 122
قراءة القدمة = 12.3 مم

المؤشر الصغير يشير إلى ما بين 1 ، 2 سنتيمتر.. أي أن القياس أكبر من 1 سنتيمتر وأقل من 2 سنتيمتر.

وهذا يعني أن قراءة السنتيمترات الصحيحة = 1 سنتيمتر أي = 10 ملليمتر وهي موضحة على مسطرة القدمة أيضاً.

يضاف إليها المليمترات وأجزاؤها التي يشير إليها المؤشر الكبير.

يشير المؤشر الكبير إلى ما بين 2 ، 3 ملليمتر.. أي أن القياس أكبر من 2

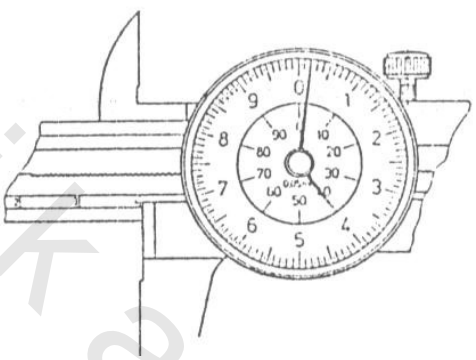
ملليمتر وأقل من 3 ملليمتر.

وهذا يعني أن قراءة المللميمترات الصحيحة = 2 ملليمتر.

يضاف إليها 3 أجزاء أي 0.3 ملليمتر.

∴ قراءة القدمة = 10 + 2 + 0.3 = 12.3 ملليمتر.

2- يوضح شكل 123 جزء من القدمة وجه الساعة دقة 0.05 التي تشير إلى قيمة قياس وهي كالآتي:-

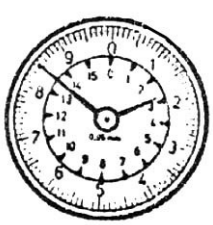


شكل 123
قراءة القدمة 40.2 مم

المؤشر الصغير يشير إلى قراءة المللميمترات الصحيحة وهي 4 سنتيمتر أي 40 ملليمتر وهي موضحة على المسطرة. كما يشير المؤشر الكبير إلى جزأين فقط بعد الصفر أي 0.2 ملليمتر.

∴ قراءة القدمة = 40 + 0.2 = 40.2 ملليمتر.

3- يوضح شكل 124 وجه ساعة لقدمة دقة 0.05 ملليمتر، وهي تشير إلى قيمة قياس وهي كالآتي:-



شكل 124
قراءة القدمة وجه الساعة 28.45 مم

obeikandl.com

المؤشر الصغير يشير إلى ما بين 1 ، 2 سنتيمتر.. أي أن القياس أكبر من 1 سنتيمتر وأقل من 2 سنتيمتر.

وهذا يعني أن قراءة السنتيمترات الصحيحة = 1 سنتيمتر أو 10 ملليمتر يضاف إليها المليمترات وأجزاؤها التي يشير إليها المؤشر الكبير.

يشير المؤشر الكبير إلى ما بين 8 ، 9 ملليمتر. أي أن القياس أكبر من 8 ملليمتر وأقل من 9 ملليمتر.

.. هذا يعني أن قراءة المليمترات الصحيحة = 8 ملليمتر. يضاف إليها 4.5 جزء أي 0.45 ملليمتر.

∴ قراءة القدمة = 10 + 8 + 0.45 = 28.45 ملليمتر.

4- يوضح شكل 125 وجه ساعة لقدمة دقة 0.05 ملليمتر التي تختلف عن الشكلين السابقين بطول المسطرة (مدى قياس القدمة) والموضح ذلك في مجال المؤشر الصغير الذي يصل مداه إلى 250 ملليمتر، قيمة قياس القدمة كالآتي:-

شكل ١٢٥
قراءة القدمة وجه الساعة 146.75 مم

المؤشر الصغير يشير إلى ما بين 14 ، 15 سنتيمتر أي أن القياس أكبر من 14 سنتيمتر وأقل من 15 سنتيمتر.

وهذا يعني أن قراءة السنتيمترات الصحيحة = 14 سنتيمتر أي 140 ملليمتر وهي موضحة على مسطرة القدمة.

يضاف إليها المليمترات وأجزاؤها التي يشير إليها المؤشر الكبير.

يشير المؤشر الكبير إلى ما بين 6 ، 7 ملليمتر.. أي أن القياس أكبر من 6 ملليمتر وأقل من 7 ملليمتر.

وهذا يعني أن قراءة المليمترات الصحيحة = 6 **مليمتر.**

يضاف إليها 7.5 **جزء .. أي** 0.75 **مليمتر.**

∴ **قراءة القدمة** = 140 + 6 + 0.75 = 146.75 **مليمتر.**

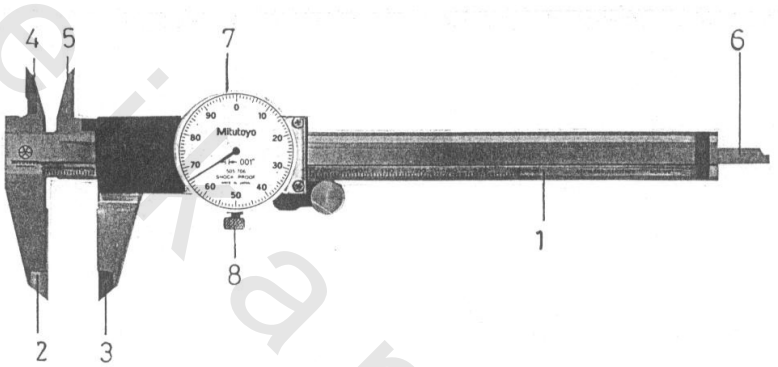
obeikandl.com

القدمة وجه الساعة دقة 0.001 بوصة

Dial Caliper 0.001 in

تتشابه القدمة وجه الساعة دقة 0.001 بوصة مع القدمات وجه الساعة دقة 0.1 و0.05 ملليمتر من حيث أجزاؤها والشكل العام، ويختلفان بتقسيم وجه وتدريج المسطرة بكل منهما حيث قسمت الأولى بالنظام الإنجليزي English System.

تتكون القدمة وجه الساعة دقة 0.001 بوصة الموضحة بشكل 126 من الأجزاء الآتية:-



شكل 126
القدمة وجه الساعة دقة 0.001 بوصة

1- المسطرة.
2- الفك الثابت.
3- الفك المتحرك.
4- حد القياس الثابت.
5- حد القياس المتحرك.
6- الساق.
7- الساعة البيانية.
8- مسمار تثبيت.

النظام الأول لتدريج القدمة وجه الساعة دقة 0.001 بوصة :

الشكل السابق يوضح النظام الأول للقدمة وجه الساعة دقة 0.001 بوصة، حيث قسمت المسطرة إلى بوصات (Inchs)، وقسمت البوصة الواحدة إلى عشرة أقسام

ليساوي الجزء الواحد 0.1 بوصة، كما قسمت الساعة البيانية إلى 10 أقسام وقسم القسم الواحد إلى 10 أجزاء.. (أي قسمت الساعة البيانية إلى 100 جزء).

الدورة الكاملة لعقرب الساعة يساوي 0.1 بوصة .. أي أنه عندما يتحرك عقرب الساعة دورة كاملة تتحرك المنزلقة لتظهر القراءة على مسطرة القدمة قدره ٠.١ بوصة.

الجزء الواحد من تدريج الساعة = $\frac{1}{10}$ ÷ 100 = 0.001 بوصة.

وهي دقة قراءة القدمة.

النظام الثاني لتدريج القدمة وجه الساعة دقة 0.001 بوصة :

يوجد بالساعة البيانية مؤشران، المؤشر الصغير مخصص لقياس البوصات الصحيحة وجزء من عشرة من البوصة، والمؤشر الكبير مخصص لقياس الأجزاء من المائة وجزء من الألف من البوصة شكل 127.

القدمة وجه الساعة التي مجال قياسها 6 بوصة، يكون تقسيم الدائرة الصغيرة لها 6 أقسام متساوية، ليساوي كل منها واحد بوصة، وكذلك القدمة التي مجال قياسها 10 بوصة مثلاً، تقسم الدائرة الصغيرة لها إلى 10 أقسام متساوية ليساوي كل منها واحد بوصة .. وهكذا.

الساعة بها دائرة صغيرة وأخرى كبيرة، يتحرك المؤشر الصغير في مجال الدائرة الصغرى المقسمة إلى 10 أقسام متساوية وكل منها يساوي واحد بوصة، والبوصة الواحدة مقسمة إلى 10 أجزاء متساوية كل منها يساوي 0.1 بوصة.

الدائرة الكبرى مقسمة إلى قسمين متساويين، الجانب الأول بالجهة اليمنى به 10 أقسام متساوية تبدأ من الصفر الأعلى، وينتهي بالصفر الأسفل، وقيمته يساوي 0.1 بوصة، أما الجانب الثاني فيوجد بالجهة اليسرى ومقسم إلى 10 أقسام متساوية تبدأ من الصفر الأسفل وينتهي بالصفر الأعلى وقيمته يساوي 0.1 بوصة، أي عند فتح القدمة مسافة مقدارها 0.1 بوصة، يتحرك المؤشر الكبير حركة دائرية قدرها $\frac{1}{2}$ دورة، وعند فتح القدمة مسافة قدرها 0.2 بوصة، يتحرك المؤشر الكبير حركة دائرية قدرها

دورة كاملة.

∴ عند فتح القدمة واحد بوصة يتحرك المؤشر الصغير حركة دائرية لقسم واحد من الأقسام الدائرية الصغرى أي $\frac{1}{6}$ لفة، بينما يتحرك المؤشر الكبير حركة دائرية قدرها 5 دورات كاملة.

قراءة للقدمة وجه الساعة دقة $0.0001''$**:**

يوضح شكل ١٢٧ وجه ساعة لقدمة بالنظام الإنجليزي دقة 0.001 بوصة، مدى قياسها موضح من خلال مجال المؤشر الصغير الذي يصل مداه إلى 6 بوصة، قيمة قياس القدمة كالآتي:-

شكل 127
قراءة للقدمة وجه الساعة = 1.783 بوصة

المؤشر الصغير يشير إلى ما بين 1 ، 2 بوصة، أي أن القياس أكبر من 1 بوصة، وأقل من 2 بوصة، هذا يعني أن قراءة البوصات الصحيحة هي 1 بوصة. يوضح ذلك أيضاً على مسطرة القدمة.

ويشير المؤشر الصغير أيضاً إلى ما بين القسم 7 ، 8 أي أن القياس أكبر من 0.7 بوصة وأقل من ٠.٨ بوصة .. هذا يعني أن القراءة = 0.7 بوصة، يضاف إليها الأجزاء الصغيرة التي يشير إليها المؤشر الكبير.

يشير المؤشر الكبير إلى ما بين 80 ، 90 أي القياس أكبر من 80 ، وأقل من 90 هذا يعني أن القراءة هي 80 أي 0.80 بوصة، ويضاف إليها أيضاً 1.5 جزء .. (الجزء الواحد = $0.002''$ بوصة)، أي = $1.5 \times 0.002 = 0.003''$

∴ قراءة القدمة = $1 + 0.7 + 0.80 + 0.003 = 1.783''$

obeikandl.com

استخدام القدمة ذات الورنية :

Vernier Caliper Usage

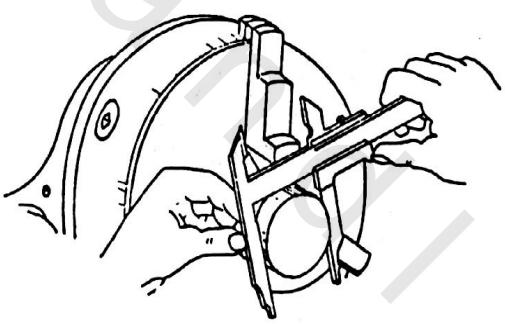
أثناء تشغيل القطع المطلوب تصنيعها أو بعد الانتهاء منها يتبعها قياسات لكي تتطابق مع القياس المطلوب، تتم هذه القياسات بالقدمة ذات الورنية دقة 0.1 أو 0.05 أو 0.02 ملليمتر، وفي حالة المشغولات الدقيقة تستخدم أدوات قياس أدق مثل الميكرومترات المختلفة، وذلك حسب أهمية الجزء وطريقة تشغيله أو حسب التفاوت المسموح به.

فيما يلي عرض للقياسات المختلفة بالقدمة ذات الورنية:

القياس الخارجي :

External Measurement

تستخدم القدمة ذات الورنية من حين لآخر لقياس الأبعاد أو الأقطار الخارجية أثناء تشغيل الجزء المراد تصنيعه على الماكينات المختلفة كما هو موضح بشكل 128 لغرض الوصول إلى البعد أو القطر المطلوب.



شكل 128
قياس القطر الخارجي لمشغولة أثناء عملية التشغيل

لذلك يجب استخدام القدمة أثناء قياس المشغولات المختلفة بالوضع الصحيح باتباع الإرشادات التالية :-

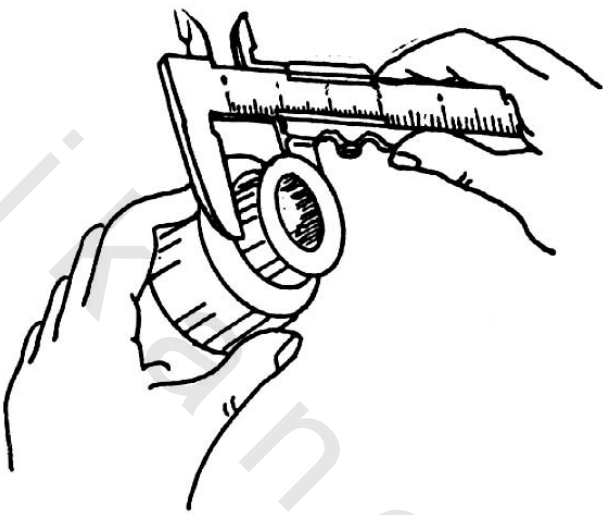
1-توضع القدمة على المشغولة بحيث يلاصق الفك الثابت سطح المشغولة.

2-يضغط بإصبع الإبهام اليد اليمنى على الورنية المنزلقة لتتحرك على المسطرة في اتجاه سطح المشغولة المقابل للسطح الأول، لينطبق الفك

الثابت والمتحرك علىالمشغولة.

3-يجب أن يكون فكا القدمة ملامسين لسطح المشغولة بوضع عمودي حتى لا يحدث أخطاء أثناء القياس.

تراجع قياسات المشغولات المصنعة بعد الانتهاء من تشغيلها، بحملها باليد اليسرى وحمل القدمة ذات الورنية باليد اليمنى كما هو موضح بشكل 129، للتأكد من مطابقتها للقياسات المطلوبة.

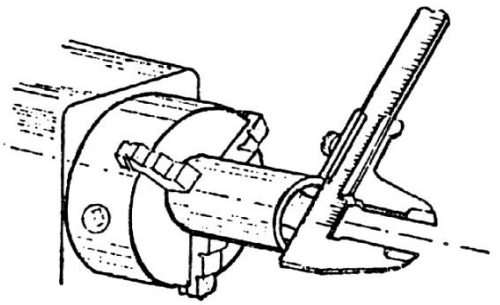


شكل 129
مراجعة الأقطار الخارجية للمشغولات المصنعة بعد الانتهاء من تشغيلها

القياس الداخلي :

Inside Measurement

تستخدم القدمة ذات الورنية من حين لآخر لقياس الأبعاد والأقطار الداخلية للمشغولات المختلفة أثناء تشغيلها كما هو موضح بشكل 130 لغرض الوصول إلى البعد أو القطر المطلوب، مع مراعاة أن يكون تثبيت القدمة بالوضع الصحيح وذلك بتطابق حدي القياس على سطح القطر الداخلي للمشغولة بضغط خفيف، أي تثبيت حدي القياس بوضع يوازي سطح القطر الداخلي مع تطابق محور المشغولة مع محور القدمة.

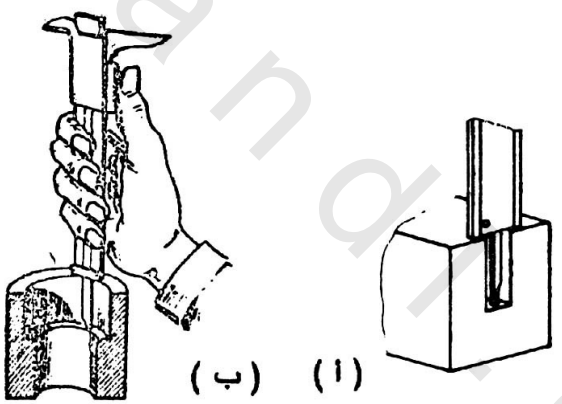


شكل 130
قياس الأقطار الداخلية للمشغولات المصنفة أثناء تشغيلها

قياس الأعماق :

Depth Measurement

تستخدم القدمة ذات الورنية لقياس الأعماق وأطوال الثقوب للمشغولات المختلفة شكل 131 حيث تثبت القدمة بارتكازها بوضع عمودي على المشغولة، ويضغط بالإصبع الإبهام على ياي الورنية حيث يتحرك ساق قياس الأعماق إلى أسفل حتى يتلامس مع قاع الجزء المطلوب قياسه لتحديد العمق أو طول الثقب بدقة.



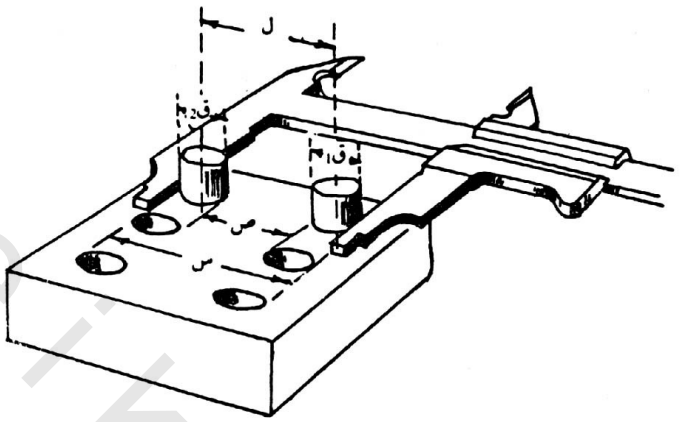
شكل 131
استخدام القدمة في قياس أعماق المشغولات المختلفة
(أ) قياس عمق مجرى ذات أبعاد صغيرة.
(ب) قياس عمق ثقب ذات قطر كبير.

قياس الأبعاد بين محاور الثقوب :

Center distance Measurement with equal bores

تراجع المشغولات التي يتم تصنيعها والتي تحتوي على عدة ثقوب بقياس الأبعاد

بين محاور الثقوب كما هو موضح بشكل 132. بتثبيت قدي قياس أسطوانين متماثلين قطريهما مع أقطار الثقوب، واستخدام القدمة ذات الورنية لقياس البعد س أو البعد ص.



شكل 132
قياس الأبعاد بين محاور الثقوب

تعيين قيمة البعد بين محورين ثقبين (ل) بإحدى المعادلتين التاليتين:

$$ل = س - \frac{ق_1 - ق_2}{2}$$

$$ل = ص + \frac{ق_1 - ق_2}{2}$$

حيث ل ... البعد بين محوري الثقبين.

س ... البعد بين قطري الثقبين من الخارج

ص ... البعد بين قطري الثقبين من الداخل.

$ق_1$ ... قطر الثقب الأول

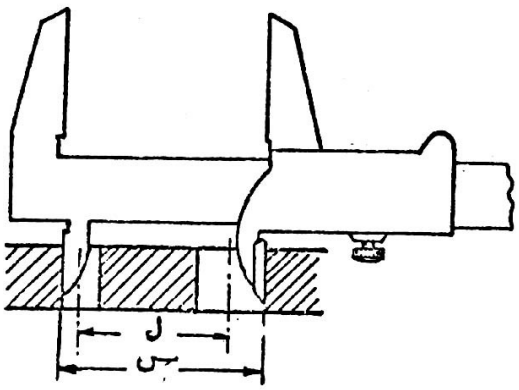
$ق_2$ ... قطر الثقب الثاني.

كما يمكن قياس البعد بين محوري ثقبين بجزء مباشرة باستخدام القدمة ذات الورنية باتباع الخطوات التالية:-

1- قياس قطر الثقب الأول والثاني $ق_1$ ، $ق_2$.

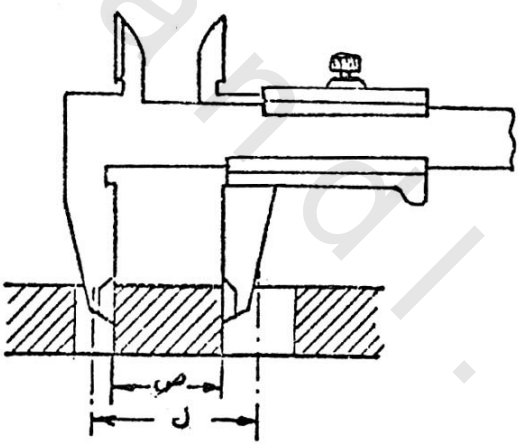
2- قياس البعد الأكبر بين قطري الثقبين (البعد س) كما هو موضح بشكل

.133



شكل 133
قياس البعد الأكبر بين قطري ثقبين (البعد س)

أو قياس البعد الأصغر بين قطري الثقبين (البعد ص) كما هو موضح بشكل 134، وتعيين قيمة البعد بين محوري الثقبين (ل) بإحدى المعادلتين السابقتين.



شكل 134
قياس المسافة بين قطري ثقبين من الداخل

كما يمكن استنتاج البعد بين محوري الثقبين (ل) بمعلومية البعد بينهما من خلال البعد الأكبر والبعد الأصغر ومن بالمعادلة التالية:-

$$ل = \frac{س - ص}{2}$$

القدمة الرقمية

Digital Caliper

يسعى الإنسان دائماً للتقدم والابتكار ليساير العصر، ومع التقدم الحضاري المستمر فقد قامت دور الصناعة بتصميم قدمة رقمية، تتشابه هذه القدمة مع القدمة ذات الورنية باختلاف استبدال الورنية التي تحمل التقسيم المساعد بالثانية بمنزلقة تحمل دوائر إلكترونية بالأولى لتظهر القياسات المختلفة على هيئة قراءات رقمية، والتي تتشابه إلى حد كبير مع ساعة اليد الرقمية.

تصنع القدمة الرقمية من الصلب الذي لا يصدأ، وتعمل بالطاقة الكهربية المخزون عن طريق بطارية صغيرة الحجم تثبت داخل المنزلقة لتشغيل دوائر ترانزستور صغيرة بها، لتنبعث خلية كهروضوئية من خلال شاشة صغيرة بالمنزلقة التي توضح الأبعاد المقاسة على هيئة قراءات رقمية بدقة فائقة. حيث تصل قياسها إلى 0.01 ملليمتر أو 0.001 بوصة.

تستخدم القدمة ذات الورنية في القياسات العامة بجانب استخدامها في عمليات الفحص والمقارنة، لذلك سميت بالقدمة الرقمية جامعة الأغراض.

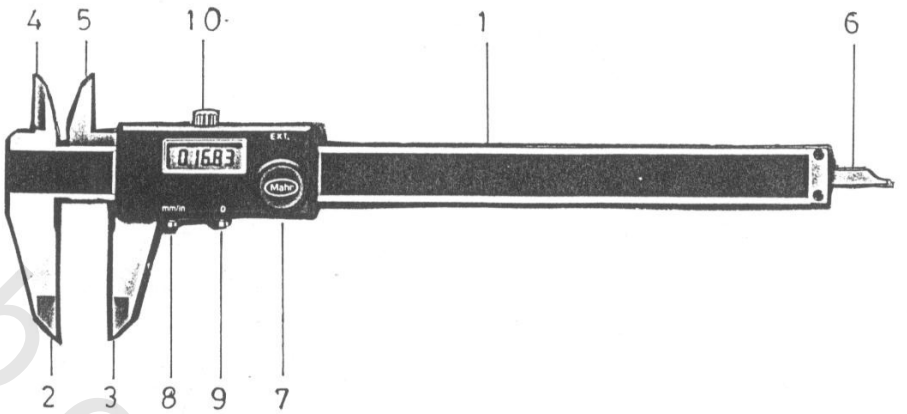
طولها العادي 150 ملليمتر أي 6 بوصة، تتدرج في الطول لتصل إلى 1000 ملليمتر أي واحد متر.

تتكون القدمة الرقمية الموضحة بشكل 135 من الأجزاء الآتية:-

1- المسطرة: تتحرك عليها المنزلقة الإلكترونية وتنتهي بالفك الثابت المتعامد معها.

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

obeikandl.com



شكل 135
القدمة الرقميـــة

3-الفك المتحرك: مثبت بالمنزلقة الإلكترونية ومتعامد مع المسطرة.

4-حد القياس الثابت: يوجد بالمسطرة بأعلى الفك الثابت، ويستخدم مع حد القياس المتحرك لقياس الأبعاد والأقطار الداخلية.

5-حد القياس المتحرك: يوجد بالمنزلقة بأعلى الفك المتحرك، ويستخدم مع حد القياس الثابت لقياس الأبعاد والأقطار الداخلية.

6-الساق: مثبت بالمنزلقة ويتحرك معها ويستخدم لقياس الأعماق وأطوال الثقوب.

7-المنزلقة الإلكترونية: مثبت بها شاشة تشبه إلى حد كبير ساعة اليد الرقمية، وتحمل دوائر ترانزستور صغيرة الحجم، تعمل بالطاقة الكهربائية المخزونة عن طريق بطارية صغيرة الحجم مقدارها (1.5 فولت) تركب داخلها، لا يوجد بهذا التصميم من القدمات الرقمية زر تشغيل (On- Off) علماً بأنه يوجد تصميمات لقدمات أخرى بها زر (ON) ولا يوجد بها زر (OFF) وذلك لتوقفها بعد ساعتين من بدء عدم استخدامها.

8-زر اختيار أنظمة القياس: يضغط عليه عند البدء في عملية القياس لتحديد أحد النظامين.. (نظام القياس المتري أو نظام القياس الإنجليزي).

9-زر (Zero): يضغط عليه عند تخزين القراءة التي تم قياسها واستبدالها لتركيب الصفر ليظهر على الشاشة (00.000) أثناء عملية قياس الأجزاء المصنعة

(Work Pieces) ومقارنتها مع الجزء الأساسي النموذجي (Master guage) كما يمكن تركيب الصفر (Zero) في أي وقت آخر.

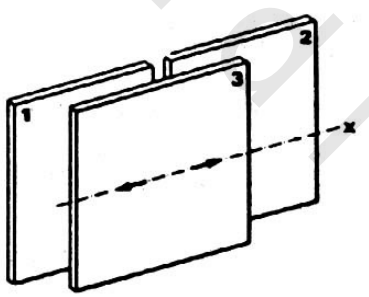
10–مسمار تثبيت: لتثبيت المنزلقة على القياس المطلوب عند الحاجة إلى ذلك.

نظرية القراءة الرقمية بالقدمة الإلكترونية :

الورنية الرقمية عبارة عن علبة إلكترونية، تحمل منظومة قياس تكثيفية، تعمل من خلال بطارية صغيرة مقدارها 1.5 فولت مثبتة بداخلها. صممت هذه الورنية للانزلاق على مسطرة القدمة بدون احتكاك وبالتالي بدون تآكل.

تتكون منظومة القياس التكثيفية من الكترودات مزدوجة، كل الكترود يواجه الكترود آخر ويوازيه.

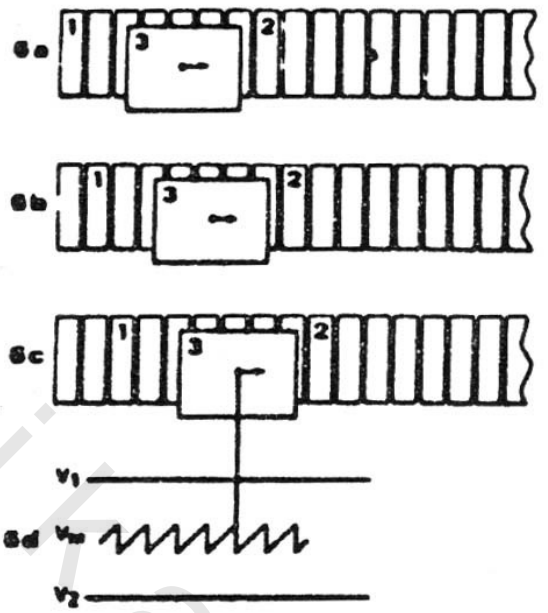
والإلكترودات عبارة عن مجموعة ألواح أو رقائق مصنوعة من البلاتين أو من الألومنيوم، أو من القصدير ترتب هذه الرقائق بحيث يواجه كل الكترود الكترود آخر ويوازيه.. أي بمعنى أن الالكترودات في حالة مزدوجة، وحينما يتحرك أحد الالكترودات، يكون الالكترود المواجه له ثابتاً كما هو موضح بشكل 136 حيث أن الالكترود رقم 1 ، 2 ثابتاً، والالكترود رقم 3 يتحرك جهة الأمام أو جهة الخلف.



شكل 136
الكترودات مزدوجة (كل الكترود يواجه الكترود آخر ويوازيه)

يتحرك الالكترود رقم 3 الموضح بشكل 137 عند تحرك الفك المنزلق على مسطرة القدمة المسجل عليها قياس مع الورنية، ونتيجة لهذا التحرك تتغير المساحة المتقابلة بين لوحي المكثف.. الأمر الذي يؤدي إلى تأثير سعة المكثف وتغيير قياس النسبة الجزئية بين الكثافات، لينعكس هذا التغير على هيئة نبضات، تترجم هذه النبضات

لتظهر على شكل قراءات رقمية على شاشة عرض الورنية.



شكل 137
تتغير المساحة المتقابلة بين لوحي المكثف نتيجة لتحرك الالكترود رقم 3 ليتغير قياس النسبة الجزئية بين الكثافات

استخدامات القدمة الرقمية :

تستخدم القدمة الرقمية بنفس الاستخدامات التقليدية للقدمة ذات الورنية (قياس الأبعاد والأقطار الخارجية – قياس الأبعاد والأقطار الداخلية – قياس الأعماق) كما تستخدم الأولى في عمليات قياس أخرى لا يمكن أن تقوم بها الثانية. لذلك سميت بالقدمة الرقمية جامعة الأغراض.

فيما يلي عرض لاستخدامات القدمة الرقمية في عمليات القياس المختلفة:-

1- قياس الأبعاد الأقطار الخارجية كما هو موضح بشكل 138 حيث تتبع الخطوات التالية:

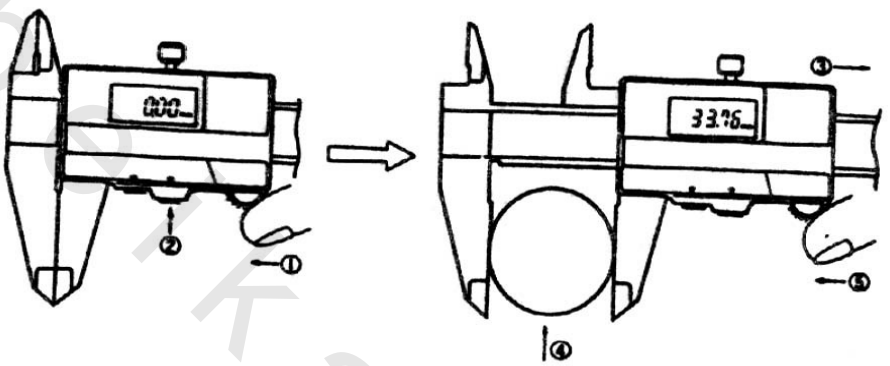
(أ) انطباق الفك المتحرك مع الفك الثابت للقدمة.

(ب) الضغط على زر (Zero) لتظهر على شاشة المنزلقة (0.00).

(ج) فتح القدمة ببعد أكبر من البعد المراد قياسه.

(د) وضع الجزء المراد قياسه بين الفكين الثابت والمتحرك.

(هـ) تطابق الفك المتحرك والفك الثابت على قطعة التشغيل لتظهر القراءة على شاشة المنزلقة 33.76 ملليمتر.



شكل 138
قياس الأبعاد والأقطار الخارجية

2- قياس الأبعاد والأقطار الداخلية كما هو موضح بشكل 139 حيث تتبع الخطوات التالية:-

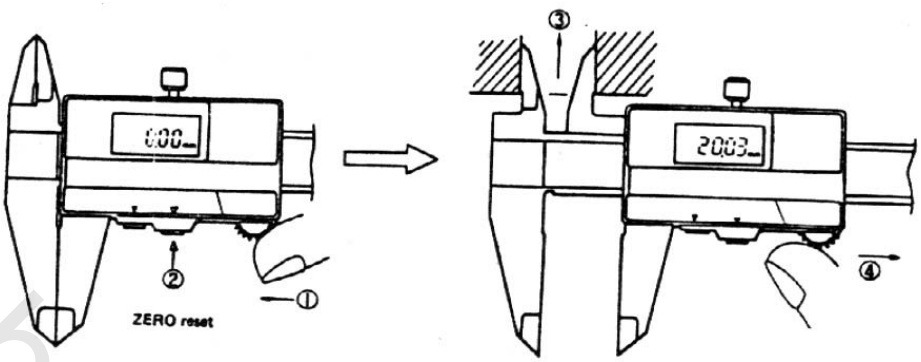
(أ) انطباق الفك المتحرك مع الفك الثابت للقدمة.

(ب) الضغط على زر (Zero) ليظهر على الشاشة المنزلقة (0.000)

(جـ) وضع حدي قياس القدمة داخل الجزء المراد قياسه.

(د) فتح القدمة ليتطابق حد القياس الثابت وحد القياس المتحرك مع جانبي الجزء الداخلي المراد قياسه ليظهر على شاشة المنزلقة القياس 20.03 ملليمتر.

obeikandl.com



شكل 139
قياس الأبعاد والأقطار الداخلية

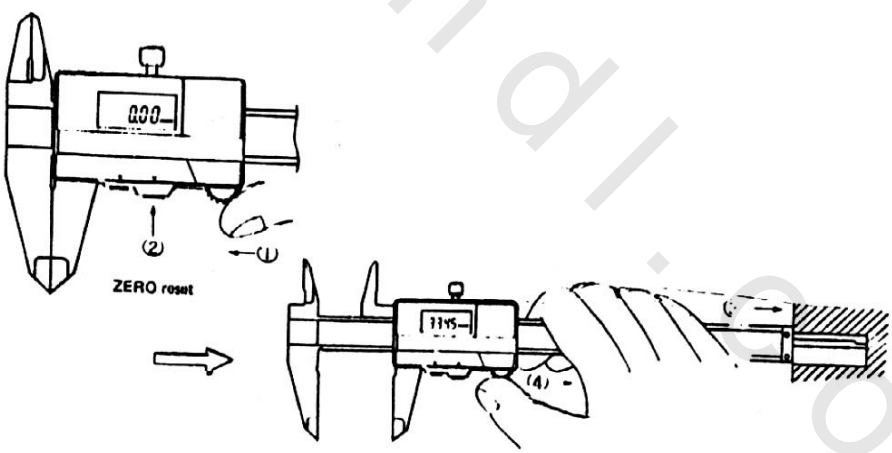
3- **قياس الأعماق كما هو موضح بشكل** 140 **حيث تتبع الخطوات التالية:**

(أ) انطباق الفك المتحرك مع الفك الثابت للقدمة.

(ب) الضغط على زر (Zero) **ليظهر على شاشة المنزلقة** (0.00).

(ج) تثبيت القدمة على الجزء المراد قياسه.

(د) فتح القدمة ليتلامس مقدمة الساق مع نهاية الجزء المطلوب قياسه ليظهر على شاشة المنزلقة القياس 33.45 **ملليمتر.**



شكل 140
قـياس الأعمـاق

4- **قياس الخطوة (أشبه بالسلمة) كما هو موضح بشكل** 141 **باتباع الخطوات التالية:-**

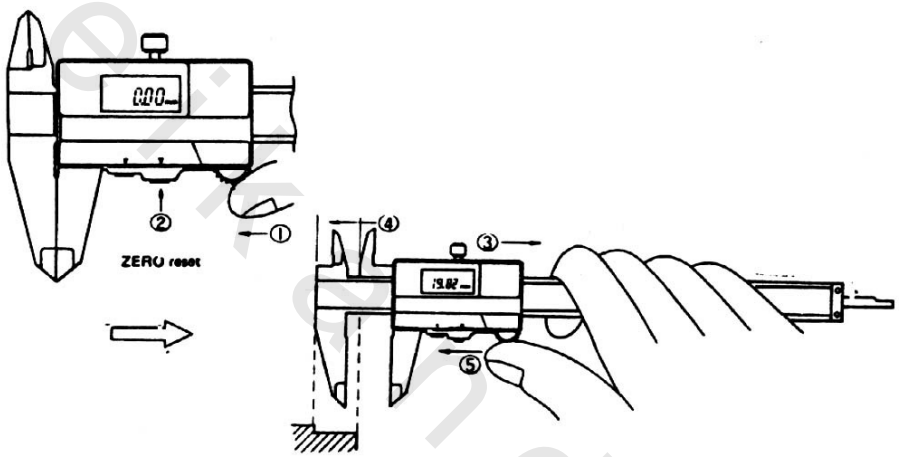
(أ) انطباق الفك المتحرك مع الفك الثابت للقدمة.

(ب) الضغط على زر (Zero) ليظهر على شاشة المنزلقة (0.00).

(ج) تثبيت واجهة الفك الثابت على السطح الأمامي مع فتح القدمة ببعد أكبر من البعد المراد قياسه.

(د) وضع حد القياس المتحرك بالقرب من السطح الداخلي للمشغولة.

(هـ) تطابق حد القياس المتحرك مع السطح الداخلي للمشغولة ليظهر على شاشة المنزلقة القياس 19.82 ملليمتر.



شكل 141
قياس الخطوة (السلمة)

5- قياس ومقارنة الأجزاء المصنعة مع الجزء الأساسي النموذجي كما هو موضح بشكل 142 باتباع الخطوات التالية:

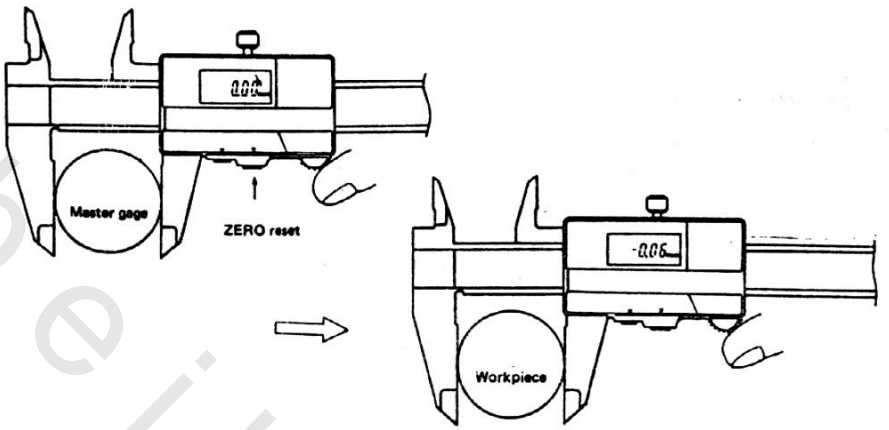
(أ) قياس الجزء الأساسي النموذجي (Master Gage).

(ب) الضغط على زر (Zero) ليظهر على شاشة المنزلقة (0.00).

(ج) قياس الأجزاء المصنعة (Work Pieces) لتحديد مقدار الزيادة أو النقص في القياس الأساسي، ليظهر على شاشة المنزلقة مقدار النقص في القياس الأساسي وهو (- 0.06 ملليمتر).

ومن خلال قيمة الزيادة أو النقص عن القياس الأساسي، يمكن تحديد الأجزاء

المقبولة أو الأجزاء المرفوضة حسب مقدار التفاوتات (حدود السماح) المسموح بها.



شكل 142
قياس ومقارنة الأجزاء المصنعة
مع الجزء الأساسي النموذجي

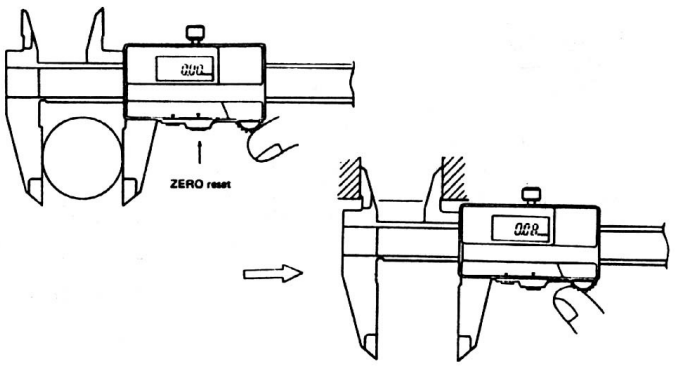
6- قياس ومقارنة الأقطار الداخلية مع الأقطار الخارجية المجهزة للتوافق الانزلاقي، مع اعتبار أنه أساس العمود كما هو موضح بشكل 143 باتباع الخطوات التالية:

(أ) قياس قطر العمود.

(ب) الضغط على زر (Zero) ليظهر على شاشة المنزلقة (0.00).

(ج) قياس القطر الداخلي المتوافق مع العمود لتحديد مقدار الزيادة أو النقص في القياس الأساسي (أساس العمود)، ليظهر على شاشة المنزلقة مقدار الزيادة في القياس وهو (0.08 ملليمتر).

obeikandl.com



شكل 143
قياس ومقارنة الأقطار الداخلية
مع الأقطار الخارجية المجهزة لغرض التوافق الإنزلاقي

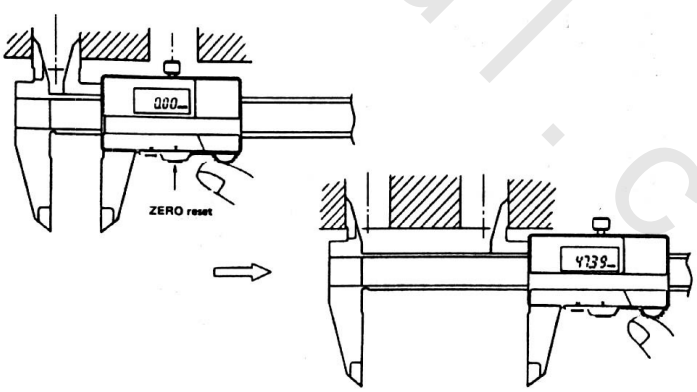
7- **قياس الأبعاد بين محاور الثقوب المتماثلة كما هو موضح بشكل** 144 **باتباع الخطوات التالية:**

(أ) قياس أحد أقطار الثقبين المتماثلين.

(ب) الضغط على زر (Zero) ليظهر على شاشة المنزلقة (0.00).

(ج) تثبيت حد القياس الثابت داخل ثقب وتثبيت حد القياس المتحرك داخل الثقب الآخر.

(د) فتح القدمة ليتلامس حد القياس الثابت وحد القياس المتحرك مع سطحي الثقبين ليظهر على شاشة المنزلقة البعد بين محوري الثقبين وهو (47.39 ملليمتر).



شكل 144
قياس الأبعاد بين محاور الثقوب المتماثلة

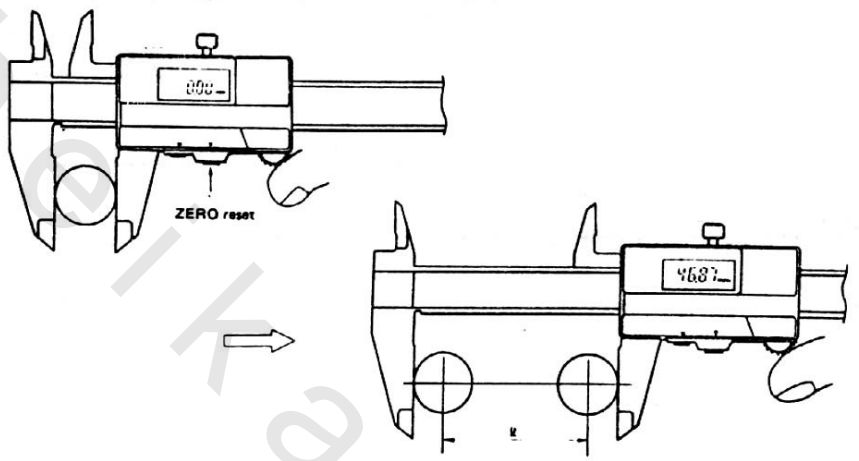
8- **قياس الأبعاد بين محاور أقطار الأعمدة المتماثلة كما هو موضح بشكل** 145

باتباع الخطوات التالية:

(أ) قياس أحد أقطار العمودين المتماثلين.

(ب) الضغط على زر (Zero) ليظهر على شاشة المنزلقة (0.00).

(ج) تثبيت فكي القدمة على الأعمدة ليظهر على شاشة المنزلقة البعد بين محوريهما وهو (46.87 ملليمتر).



شكل 145
قياس الأبعاد بين محوري عمودين متماثلين

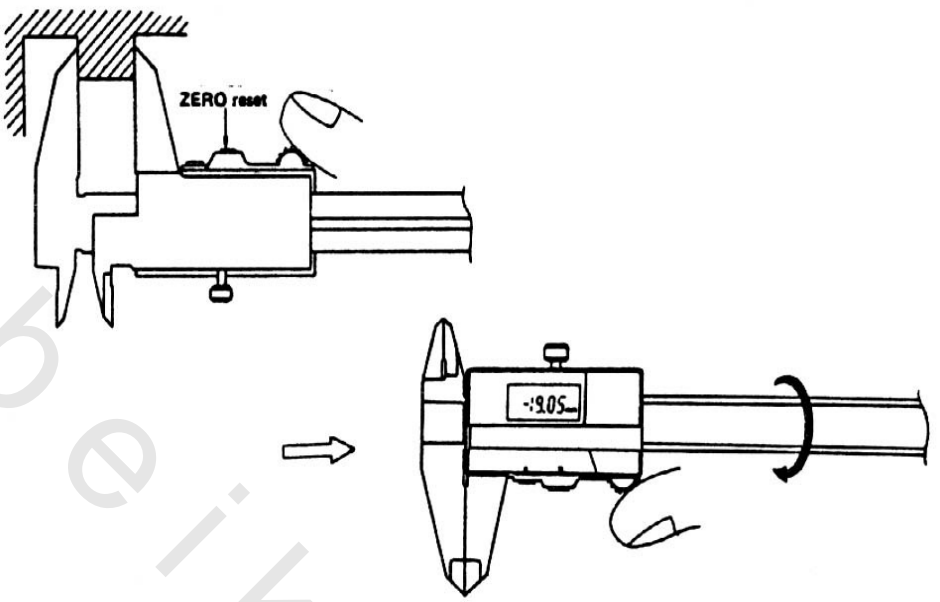
9- **تخزين قياس الأبعاد كما هو موضح بشكل** 146 **باتباع الخطوات التالية:**

(أ) قياس البعد المطلوب.

(ب) الضغط على زر (Zero) ليظهر على شاشة العرض (0.00).

(ج) تطابق الفك المتحرك مع الفك الثابت ليظهر القياس على شاشة المنزلقة بالناقص (19.05 - mm)

obeikandl.com



شكل 146
تخزين وقيـــاس الأبعاد

مواصفات ومميزات القدمات الرقمية :

تتميز القدمات الرقمية على القدمات الأخرى .. (القدمات ذات الورنية وقدمات وجه الساعة) بالمواصفات والمميزات الآتية:-

1- **صممت أجهزة القياس الرقمية بصفة عامة بحيث يمكن استخدامها بأقسام الورش المختلفة أو بقسم مراقبة الإنتاج.**

2- **تصنع الأجزاء الميكانيكية بالقدمة والورنية من الصلب الغير قابل للصدأ، ويتم تقسية الفكين بصلادة عالية.**

3- **تعمل بكلا النظامين (النظام الدولي SI المعروف بالنظام المتري بالملليمترات والنظام الإنجليزي بالبوصات).**

4- **دقة القياس تصل إلى 0.01 مم أو 0.0001 ″.**

5- **السرعة العالية في الانزلاق أثناء استخدامها في عمليات القياس المختلفة.**

6- **سهولة قراءة القياسات المختلفة على شاشة العرض من خلال الأرقام الكبيرة الواضحة، لذلك فهي تناسب جميع الفنيين وخاصة ضعاف النظر. كما إنها**

obeikandl.com

مزودة بنقطة العلامة العشرية وعلامة ناقص (−) وعلامة (+) وبيانات أخرى تميز القياس بالمليمتر (mm) أو القياس بالبوصة (in).

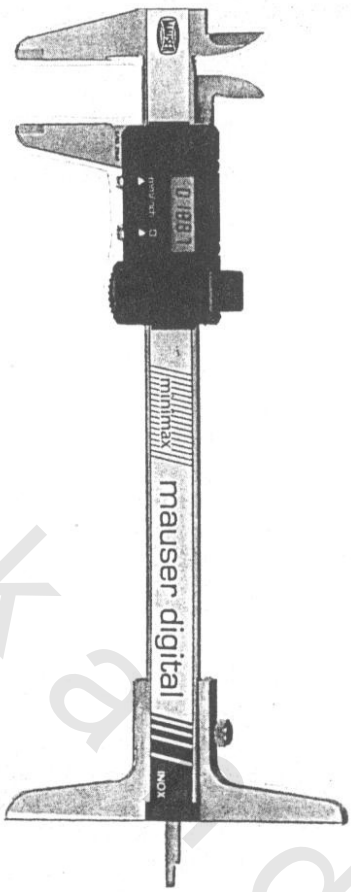
7−استخدامها في عمليات الفحص والمقارنة بجانب عمليات القياس التقليدية الأخرى، وذلك بتخزين القراءات المختلفة أثناء قياس المشغولات (Work Pieces)، وبتركيب الصفر (Zero) على قياس الجزء النموذجي (Master Gage) أو في أي موقف آخر.. ليظهر على شاشة المنزلقة الزيادة أو النقص في قيمة القياس الأساسي.

8−اختيار أو استبدال نظام القياس (نظام متري بالمليمتر أو نظام إنجليزي بالبوصة) من خلال الضغط على زر بأسفل المنزلقة.

٩−تعمل بالطاقة الكهربائية المخزونة من خلال بطارية صغيرة الحجم مثبتة بالمنزلقة مقدارها 1.5 فولت وتستهلك أقل طاقة ممكنة، علماً بأن قدرتها على تشغيل القدمة هى 9000 ساعة (أي أكثر من عام كامل تشغيل متواصل).

10−يمكن استخدامها في قياس الأعماق مباشرة أو بواسطة قنطرة القياس الاختيارية كما هو موضح بشكل 147.

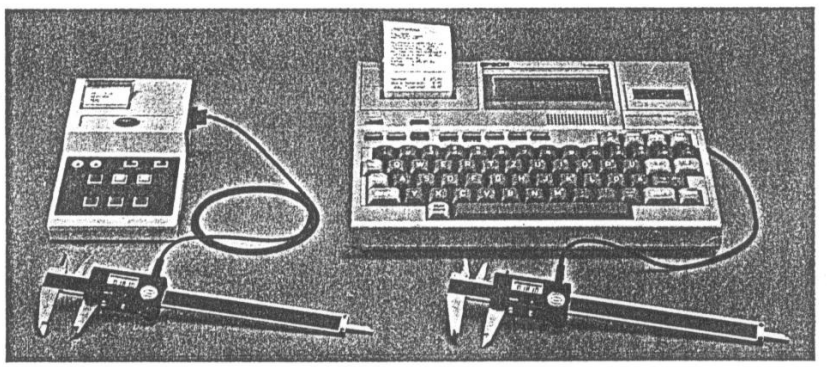
openkandil.com



شكل 147
تثبيت قنطرة القياس الاختيارية بالقدمة
عند قياس الأعماق

١١- يمكن توصيل أي أداة قياس من هذا الطراز الرقمي الإلكتروني بحاسب آلي "Computer" بتوصيلة خاصة بحيث يمكن إظهار القياسات على شاشة عرض الكمبيوتر، أو بتوصيلها بطباعة صغيرة (Small Printer) للحصول على قيمة القياس مطبوعة على الورق كما هو موضح بشكل 148 وذلك لتقييم وطبع تاريخ ونتائج القياس أثناء عملية الفحص الدوري، وبالتالي يمكن توصيلها بأي آلة تشغيل تعمل بالتحكم الرقمي، لكي يتم إنتاج الأجزاء المطلوبة طبقاً للقياسات المسجلة على ورنية القدمة.

obeikandl.com



شكل 148
توصيل القدمة الرقمية بطباعة صغيرة لطبع نتائج القياسات

12- **لا يوجد أي احتمال للخطأ أثناء استخدامها في عمليات القياس أو المقارنة وخاصة القراءات الناتجة عن القياسات الطويلة، حيث أنتجت جميع أجهزة القياس الرقمية بدقة وعناية فائقة، لذلك سوف يمنح مستخدمها نتائج سريعة وصحيحة وواضحة.**

عيوب القدمات الرقمية :

1- **غالية الثمن بالمقارنة بالقدمات المنزلقة التقليدية الأخرى.**

2- **لا تتحمل الصدمات.**

القدمات ذات الأشكال الخاصة

Special Vernier Calipers

صممت القدمات المنزلقة (ذات الورنية . ذات وجه الساعة . الرقمية) بأشكال مختلفة، يختلف استخدام كل منها عن الأخرى باختلاف دقة وشكل الجزء المراد قياسه. فيما يلي عرض لهذه القدمات مع توضيح أجزاء واستخدامات كل منها على حدة.

قدمة التخطيط والشنكرة

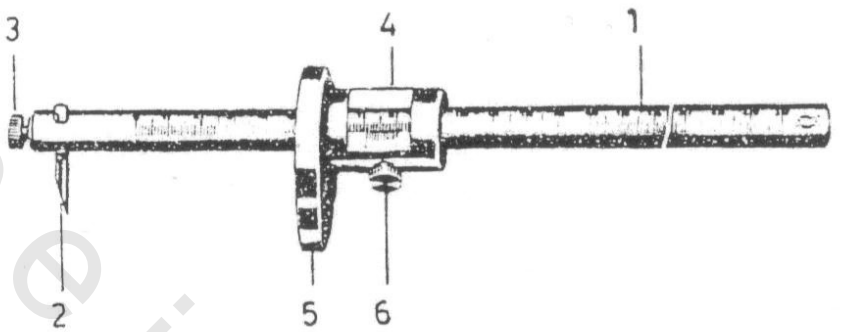
Caliper For marking

تتشابه قدمة التخطيط والشنكرة مع القدمة ذات الورنية في الجوهر وتختلف من حيث الشكل.

obeikandl.com

تستخدم قدمة التخطيط والشنكرة في رسم الخطوط المتوازية للأسطح الخارجية للمشغولات، بذلك يمكن أن تكون أقرب إلى الفرجار ذو الشوكة من حيث استخداماتها.

تتكون قدمة التخطيط والشنكرة الموضحة بشكل 149 من الأجزاء الآتية:-



شكل 149
قدمة التخطيط والشنكرة

1-**المسطرة: عبارة عن عمود أسطواني طوله 300 ملليمتر وقطره 12 ملليمتر مقسم بالملليمترات.**

2-**شوكة التخطيط: بمثابة الفك الثابت، وهي عبارة عن مسمار من الصلب الصلد المجلخ، مشطوف من نهايته بحيث ينتهي بسن على شكل شوكة، الغرض منه هو خدش المشغولات المعدنية المختلفة أثناء عمليات التخطيط. شوكة التخطيط مثبتة بمسمار قلاووظ بحيث يمكن تجليخها من حين لآخر وإعادة تثبيتها.**

3-**مسمار تثبيت: لتثبيت شوكة التخطيط.**

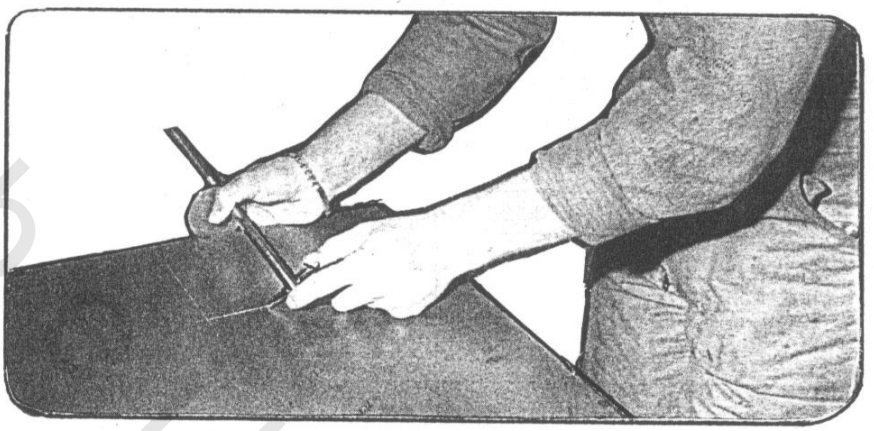
4-**المنزلقة: تنزلق على المسطرة الأسطوانية وتحمل الورنية التي تحمل التقسيم المساعد لتحديد القياس بدقة تصل إلى 0.1، وتنتهي بالساند.**

5-**الساند: بمثابة الفك المتحرك، ذو شكل بيضاوي، متعامد مع المسطرة، الغرض منه هو ملامسته مع السطح الخارجي للمشغولات أثناء رسم الخطوط المتوازية.**

6-**مسمار تثبيت: لتثبيت المنزلقة على القياس المطلوب تخطيطه.**

obeikandl.com

يوضح شكل 150 قدمة التخطيط والشنكرة أثناء رسم الخطوط المتوازية للسطح الجانبي لمشغولة.



شكل 150
قدمة التخطيط أثناء رسم الخطوط المتوازية للسطح الجانبي للمشغولة

مميزات قدمة التخطيط والشنكرة:

1- لا تحتاج إلى مسطرة أو أي أدوات قياس أخرى أثناء استخدامها في رسم الخطوط المتوازية.
2- رسم الخطوط المطلوب تخطيطها بدقة تصل إلى 0.1 ملليمتر.
3- ثمنها معتدل نسبياً.

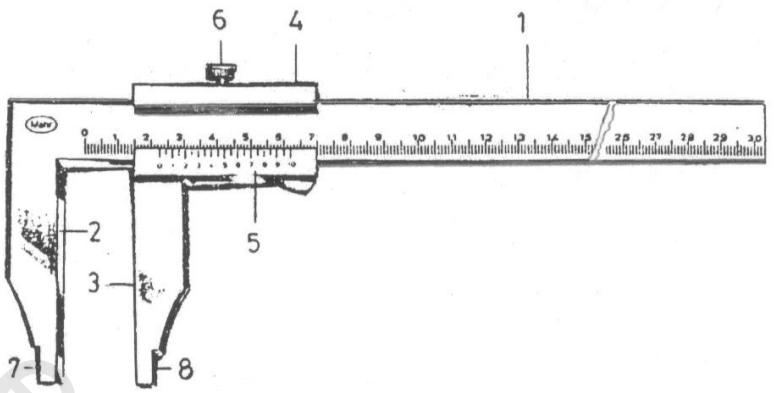
القدمة ذات الفكوك البسيطة

Caliper With Simple Jaws

المقصود بالفكوك البسيطة أي وجود فكن كبيرين فقط بالقدمة هما الفك الثابت والفك المتحرك.

تعتبر القدمة ذات الفكوك البسيطة من القدمات الخاصة، حيث تتميز بقدرتها على قياس المشغولات ذات الأبعاد والأقطار الكبيرة من خلال طول فكيها الذي يبدأ من 70 ملليمتر، ويتدرج في الطول لتصل إلى 120 ملليمتر، وأبعادها التي تبدأ 200 ملليمتر ويتدرج لتصل إلى 1000 ملليمتر.

تتكون القدمة ذات الفكوك البسيطة الموضحة بشكل 151 من الأجزاء الآتية:-



شكل 151
القدمة ذات الفكوك البسيطة

1- المسطرة.
2- الفك الثابت.
3- الفك المتحرك.
4- الورنية المنزلقة.
5- التقسيم المساعد.
6- مسمار تثبيت.
7- حد القياس الثابت.
8- حد القياس المتحرك.

تستخدم القدمة ذات الفكوك البسيطة في القياسات الآتية:-

1- **قياس الأبعاد والأقطار الخارجية.. (باستخدام الفكين ٢ ، 3).**
2- **قياس الأبعاد والأقطار الداخلية.. (باستخدام حدي القياس 7 ، 8).**

من أهم مميزات القدمة ذات الفكوك البسيطة هو طول فكيها اللذين ينعكسان على سهولة قياس المشغولات ذات الأبعاد والأقطار الكبيرة.

القدمة ذات الفكوك البسيطة
المجهزة بمحدد ضبط دقيق

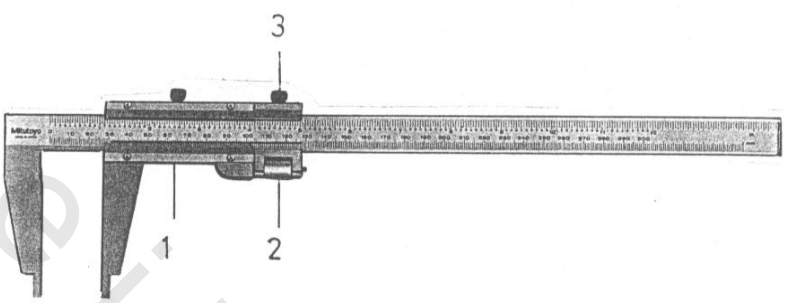
Caliper With Simple Jaws and fine adjustment Screw

من مميزات القدمة ذات الفكوك البسيطة المجهزة بمحدد ضبط دقيق هو دقة

obeikandl.com

قياسها، وذلك من خلال حركة محدد الضبط الدقيق ليتطابق الفكان الثابت، والمتحرك على جانبي الجزء المطلوب قياسه ليعطي قياسات أدق.

تتكون القدمة ذات الفكوك البسيطة المجهزة بمحدد ضبط دقيق شكل 152 بنفس أجزاء القدمة ذات الفكوك البسيطة السابق ذكرها بالإضافة إلى الآتي:-



شكل 152
القدمة ذات الفكوك البسيطة المجهزة بمحدد ضبط دقيق

1- الورنية المنزلقة التي تصل دقة قياسها إلى **0.02** ملليمتر.

2- محدد الضبط الدقيق.

3- مسمار تثبيت محدد الضبط الدقيق.

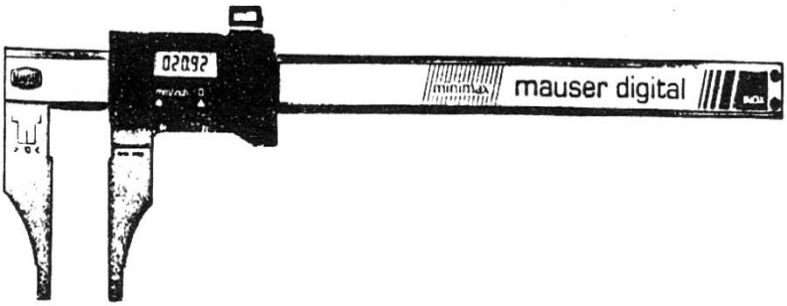
تتشابه هذه القدمة مع القدمة السابق ذكرها من حيث الطول وهو 200 ملليمتر، تتدرج طولها لتصل إلى 2000 ملليمتر أي 2 متر.

القدمة الرقمية ذات الفكوك البسيطة

Degital Caliper With Simple Jaws

تتشابه القدمة الرقمية ذات الفكوك البسيطة الموضحة بشكل 153 مع القدمة ذات الفكوك البسيطة التقليدية، من حيث طول فكيها الذي يبدأ من 70 ملليمتر والذي يتدرج في الطول ليصل إلى 120 ملليمتر، وأبعادها التي تبدأ من 200 ملليمتر والتي تتدرج لتصل إلى 1000 ملليمتر.

تتميز هذه القدمة بدقتها وقدرتها على قياس المشغولات ذات الأبعاد والأقطار الكبيرة من خلال فكيها بالإضافة إلى المميزات الأخرى السابق ذكرها بالقدمات الرقمية.



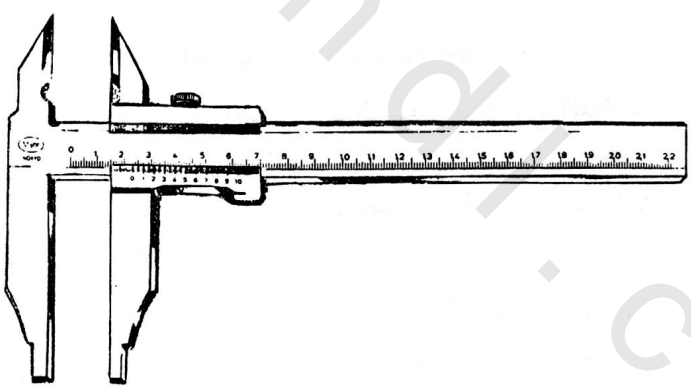
شكل 153
القدمة الرقمية ذات الفكوك البسيطة

القدمة ذات حدي القياس الخارجي

Caliper with outside points

تتشابه القدمة ذات حدي القياس الخارجي الموضحة بشكل 154 مع القدمة ذات الورنية باختلاف استبدال حدي القياس الثابت والمتحرك بآخرين ذا طول واستقامة بزاوية ميل من الخارج.

الغرض من الزاوية الحادة لحدي القياس هو تطابق حدي القياس على المشغولات على هيئة نقط تلامس.



شكل 154
القدمة ذات حدي القياس الخارجي

تستخدم القدمة ذات حدي القياس الخارجي للقياسات الآتية:-

1- **قياس الأبعاد والأقطار الخارجية.**

2- **قياس الأبعاد والأقطار الداخلية.**

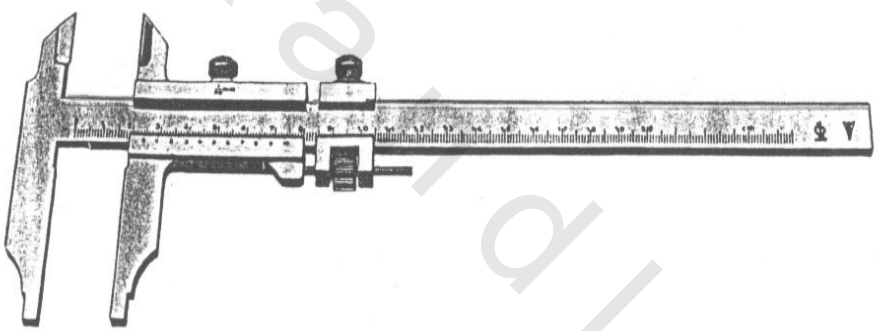
3- قياس القطر الأصغر القلاووظ (قطر قاع سن القلاووظ الخارجي) من خلال حدي القياس الحاد المعكوس.

القدمة ذات حدي القياس الخارجي المجهزة بمحدد ضبط دقيق

Caliper with outside points and fine adjustment screw

من مميزات القدمة ذات حدي القياس الخارجي المجهزة بمحدد ضبط دقيق هو دقة قياسها وذلك من خلال حركة محدد الضبط الدقيق ليتطابق الفكين الثابت والمتحرك على جانبي الجزء المطلوب قياسه ليعطي قياسات أدق.

تتكون القدمة ذات حدي القياس الخارجي المجهزة بمحدد ضبط دقيق الموضحة بشكل 155 بنفس أجزاء القدمة ذات حدي القياس الخارجي بالإضافة إلى محدد الضبط الدقيق.



شكل 155
القدمة ذات حدي القياس الخارجي المجهزة بمحدد ضبط دقيق

تستخدم القدمة ذات حدي القياس الخارجي المجهزة بمحدد ضبط دقيق في فس قياسات القدمة السابق ذكرها بالإضافة إلى الدقة في القياس الناتجة عن استخدام محدد الضبط الدقيق، وتقسيم الورنية المنزلقة التي يصل دقتها إلى 0.02 ملليمتر.

تتشابه هذه القدمة مع القدمة السابق ذكرها في الطول حيث أن طولها العادي 200 ملليمتر، وتتدرج في الطول لتصل إلى 1500 ملليمتر أي 1.5 متر.

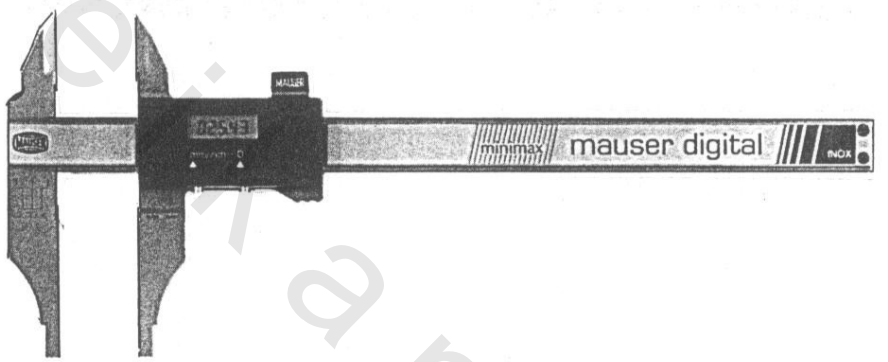
obeikandl.com

القدمة الرقمية ذات حدي القياس الخارجي

Digital Caliper with outside pointed jaws

تتشابه القدمة الرقمية ذات حدي القياس الخارجي الموضحة بشكل 156 مع القدمة ذات حدي القياس الخارجي التقليدية من حيث أبعادها وطول فكيها.

تتميز هذه القدمة بدقتها وقدرتها على قياس أقطار قاع سن القلاووظات الخارجية وقياس المجاري الخارجية الصغيرة من خلال حدي القياس الخارجية للقدمة بالإضافة إلى المميزات الأخرى السابق ذكرها الخاصة بالقدمات الرقمية.



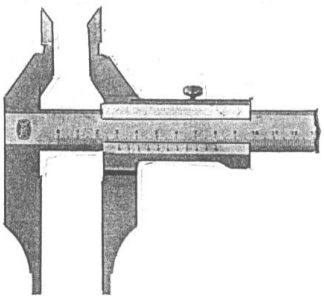
شكل 156
القدمة الرقمية ذات حديث القياس الخارجي

القدمة ذات حدي القياس الداخلي

Caliper with inside pointed jaws

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

تتكون القدمة ذات حدي القياس الداخلي شكل 157 بنفس أجزاء القدمة ذات حدي القياس الخارجي باختلاف استبدال حدي القياس بآخرين يميلان إلى الداخل بزاوية 45^0 وينتهي بزاوية ميل إلى الداخل.



شكل 157
القدمة ذات حدي القياس الداخلي

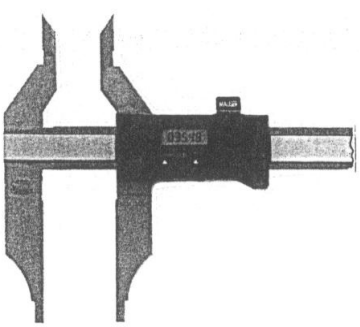
تستخدم القدمة ذات حدي القياس الداخلي لقياس الأقر الداخلية الغير ظاهرة بالإضافة إلى استخدامها في قياس الأبعاد والأقطار الخارجية والداخلية من خلال الفكين الثابت والمتحرك.

القدمة الرقمية ذات حدي القياس الداخلي

Digital Caliper with inside pointed jaws

تتشابه القدمة الرقمية ذات حدي القياس الداخلي الموضحة بشكل 158 مع القدمة ذات حدي القياس الداخلي التقليدية من حيث أبعادها وشكل فكيها وحدي القياس الداخلي.

تتميز هذه القدمة بدقتها وقدرتها على قياس الأقطار الداخلية للمشغولات التي يصعب قياسها بالقدمات الأخرى بالإضافة إلى المميزات الأخرى السابق ذكرها بالقدمات الرقمية.



شكل 158
القدمة الرقمية ذات حدي القياس الداخلي

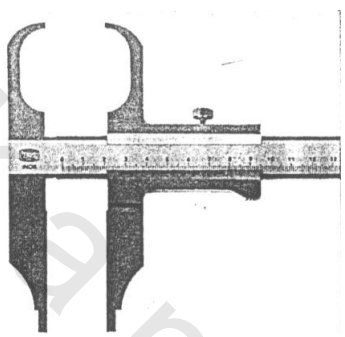
obeikandl.com

القدمة ذات حدي القياس المقوسين

Caliper with hooked jaws

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

تتكون القدمة ذات حدي القياس المقوسان شكل 159 بنفس أجزاء القدمة ذات الورنية باختلاف استبدال حدي القياس بالشكل التقليدي للقدمة ذات الورنية بحدي القياس مقوسان محدبان على شكل مخلبان متقابلان لاستخدامها للقياس الخارجي الخاص.



شكل 159
القدمة ذات حدي القياس المقوسين

تستخدم القدمة ذات حدي القياس المقوسان للقياسات الآتية:-

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

القدمة الرقمية ذات حدي القياس المقوسان

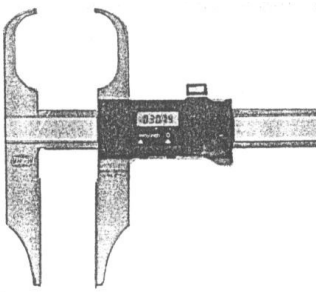
Digital caliper with hooked jaws

تتشابه القدمة الرقمية ذات حدي القياس المقوس الموضحة بشكل 160 مع القدمة ذات حدي القياس المقوس التقليدية من حيث أبعادها، وشكل حدي قياسها المقوسين

openkanal.com

إلى الداخل.

تتميز هذه القدمة بدقتها وقدرتها على قياس أبعاد المشقبيات الخارجية، وبعض المشغولات التي يصعب قياسها بالقدمات الأخرى، بالإضافة إلى مميزاتها الأخرى السابق ذكرها بالقدمات الرقمية.



شكل 160

القدمة الرقمية ذات حدي القياس المقوس

قدمة قياس الأعماق

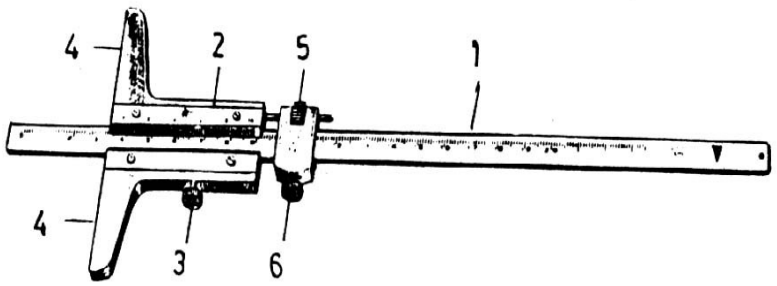
Vernier Depth guages

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

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

تتكون قدمة قياس الأعماق الموضحة بشكل 161 من الأجزاء الآتية:-

obeikandi.com



شكل 161
قدمة قيـــاس الأعماق

1- المسطرة.

2- المنزلقة.

3- مسمار تثبيت المنزلقة.

4- الذراعين.

5- محدد الضبط الدقيق.

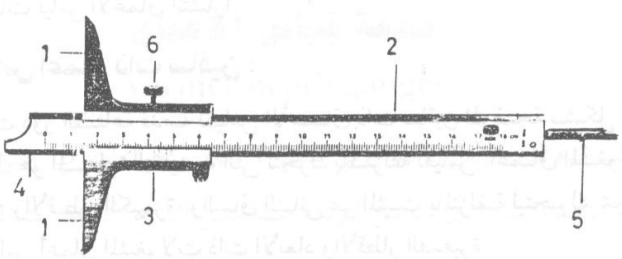
6- مسمار تثبيت محدد الضبط الدقيق.

الأشكال المختلفة لقدمات قياس الأعماق :

تنتج دور الصناعة قدمات قياس الأعماق بأشكال مختلفة، فيما يلي عرض لأكثر أشكال قدمات قياس الأعماق انتشاراً.

قدمة قياس أعماق ذات ساقين:

صممت دور الصناعة قدمة قياس الأعماق ذات ساقين الموضحة بشكل 162 الساق الأول هو المسطرة التقليدية التي تتحرك بالمنزلقة لقياس أعماق المشغولات ذات الأبعاد والأقطار الكبيرة، والساق الثاني هو المثبت بالمنزلقة ليتحرك بمجرى المسطرة لقياس أعماق المشغولات ذات الأبعاد والأقطار الصغيرة.



obeikandl.com

شكل 162
قدمة قياس أعماق ذات ساقين

1- الذراعان.

2- المسطرة.

3- المنزلقة.

4- ساق قياس أعماق المشغولات ذات الأبعاد والأقطار الكبيرة.

5- ساق قياس أعماق المشغولات ذات الأبعاد والأقطار الصغيرة.

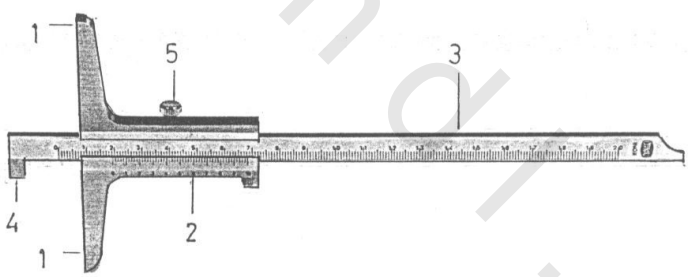
6- مسمار تثبيت.

قدمة قياس أعماق وأبعاد المجاري الطولية :

تتشابه قدمة قياس أعماق المجاري الطولية مع قدمة قياس الأعماق التقليدية، وتختلف الأولى من حيث شكل مصد المسطرة الذي على شكل زاوية قائمة.

تستخدم هذه القدمة لقياس أعماق وأبعاد المجاري الطولية المسطحة أو الأسطوانية بالمشغولات المختلفة.

تتكون قدمة قياس أعماق المجاري الطولية الموضحة بشكل 163 من الأجزاء الآتية:-



شكل 163
قدمة قياس أعماق وأبعاد المجاري الطولية

1- الذراعان.

2- المنزلقة.

3- المسطرة.

4- مصد المسطرة على شكل زاوية قائمة.

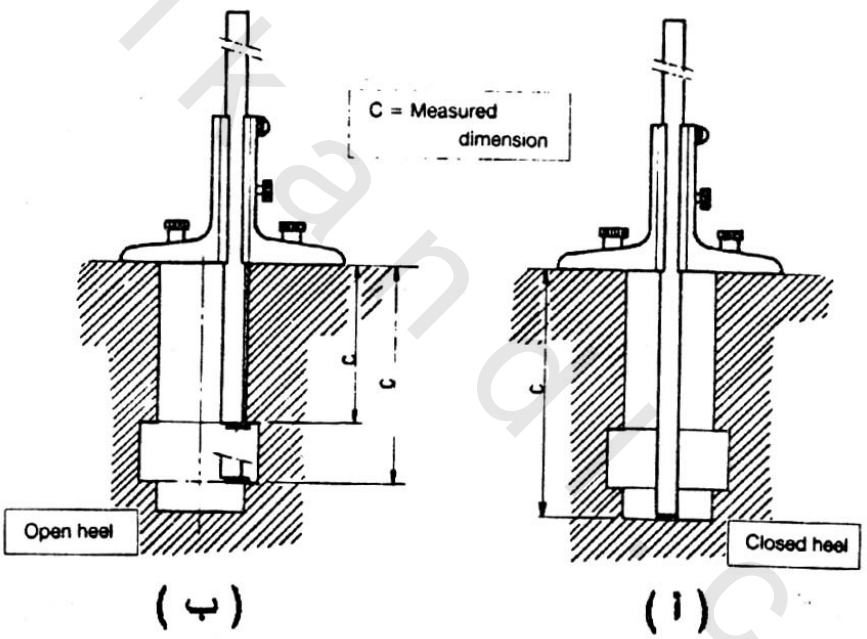
5- مسمار تثبيت.

قدمة قياس أعماق وأبعاد المجاري الطولية ذات المصد المتحرك :

تتشابه قدمة قياس أعماق وأبعاد المجاري الطولية ذات المصد المتحرك مع قدمة قياس أعماق المجاري الطولية باختلاف شكل المصد الأمامي للمسطرة بكل منهما حيث إنه يتحرك بحركة على شكل قوس بالأولى بينما مصد المسطرة الثانية على شكل زاوية قائمة.

تستخدم هذه القدمة لقياس عمق وأبعاد المجاري الطولية المسطحة أو الأسطوانية بالمشغولات المختلفة.

شكل 146 **يوضح قدمة قياس أعماق وأبعاد المجاري الطولية ذات المصد المتحرك أثناء قياس أبعاد مجرى والعمق الكلي بمشغولة.**



شكل 164
قياس أبعاد ومجرى والعمق الكلي بمشغولة

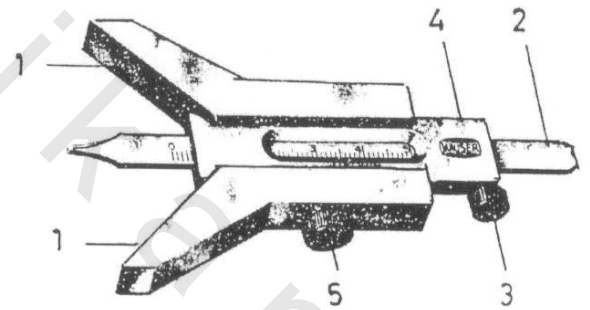
تتميز هذه القدمة بوجود مغناطيسيان بالذراعان لاستخدامهما أثناء عمليات القياس لضمان ارتكاز ذراعي القدمة على سطح المشغولة.

قدمة قياس أعماق مجاري الأسطح الأسطوانية :

تستخدم قدمة قياس أعماق مجاري الأسطح الأسطوانية في قياس أعماق المجاري الطولية بالأعمدة والأجزاء الأسطوانية، وأقرب مثال لذلك هو قياس مجري عمود التغذية بالمخرطة.

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

تتكون قدمة قياس مجاري الأسطح الأسطوانية الموضحة بشكل 165 من الأجزاء الآتية:-



شكل 165
قدمة قياس أعماق مجاري الأسطح الأسطوانية

1- ذراعان على شكل زاوية.

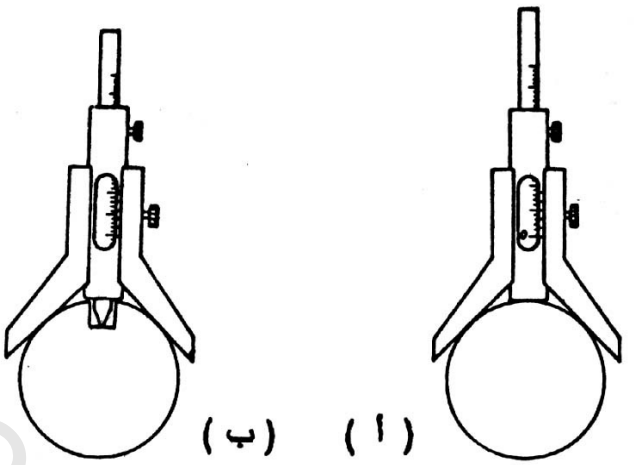
2- المسطرة متحركة داخل مجرى طولي.

3- مسمار تثبيت المسطرة.

4- الساق يتحرك داخل المنزلقة.

5- مسمار تثبيت الساق.

شكل 166 يوضح قدمة قياس أعماق مجاري الأسطح الأسطوانية أثناء قياس مجرى طولي بمشغولة أسطوانية.



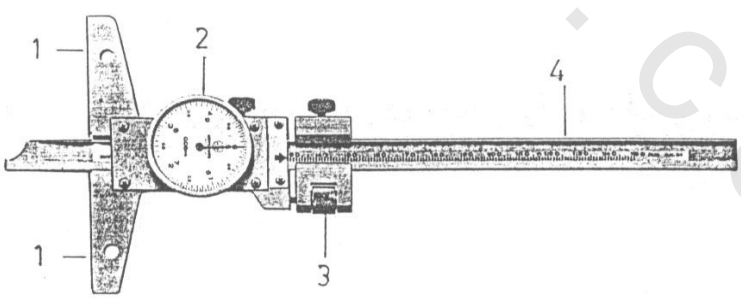
شكل 166
قياس مجرى طولي بمشغولة أسطوانية
(أ) تثبيت المنزلقة بعد ضبطها على سطح القطر الخارجي الأسطواني للمشغولة.
(ب) قياس عمق المجرى من خلال حركة الساق.

قدمة قياس الأعماق ذات وجه الساعة :

Deal depth Gauge

تتشابه قدمة قياس الأعماق ذات وجه الساعة (Dial depth gauge) مع قدمة قياس الأعماق التقليدية باختلاف استبدال الورنية المنزلقة بالثانية بساعة بيانية بمؤشر دقتها 0.05 ملليمتر.

تتكون قدمة قياس الأعماق ذات وجه الساعة الموضحة بشكل 167 من الأجزاء الآتية:-



شكل 167
قدمة قياس الأعماق ذات وجه الساعة

1- الذراعان.
2- الساعة.
3- محدد الضبط الدقيق.
4- المسطرة.

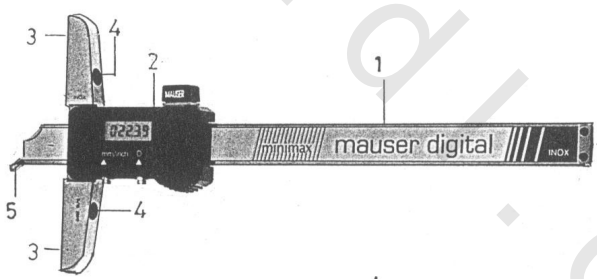
القدمة الرقمية لقياس الأعماق

Digital Depth Gauge

تتشابه قدمة قياس الأعماق الرقمية مع قدمة قياس أعماق المجاري الطولية، وتختلف من حيث استبدال الورنية المنزلقة التي تحمل التقسيم المساعد بالثانية بمنزلقة رقمية الكترونية تحمل شاشة بيانية رقمية ومصد المسطرة المتحرك بحركة على شكل قوس بالأولى.،

تستخدم هذه القدمة في قياس أعماق وأبعاد المجاري الطولية المسطحة أو الأسطوانية بالمشغولات المختلفة، كما تتميز باستخدامها في عمليات الفحص والمعايرة.. دقة قياسها تصل إلى 0.01 ملليمتر.

تتكون القدمة الرقمية لقياس الأعماق الموضحة بشكل 168 من الأجزاء الآتية:-



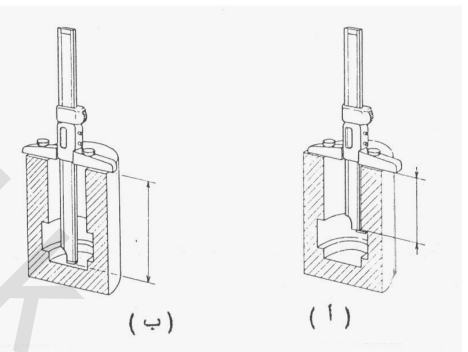
شكل 168
القدمة الرقميـة لقياس الأعماق

1- المسطرة.
2- المنزلقة الرقمية الإلكترونية.
3- الذراعان.
4- مغناطيسيان لضمان ارتكاز الذراعان.
5- الرأس المتحرك حركة على شكل قوس.

obeikandl.com

تتميز هذه القدمة بدقتها وقدرتها على قياس أبعاد المجاري الداخلية العميقة من خلال الرأس المتحرك.

شكل 169 يوضح القدمة الرقمية لقياس الأعماق أثناء قياس عمق وأبعاد مجرى لمشغولة أسطوانية.



شكل 169
قياس عمق وأبعاد مجرى بمشغولة أسطوانية
(أ) قياس العمق من بدء المجرى الداخلي.
(ب) قياس العمق الكلي.

الأخطاء الممكن حدوثها أثناء القياس بقدمة أعماق :

1- عدم تطابق ذراعي القدمة مع سطح المشغولة.. نتيجة لتثبيت القدمة على المشغولة بوضح منحرف.
2- عدم تلامس مصد مسطرة القدمة بقاع المشغولة.
3- وجود خلوص بين مسطرة القدمة والمنزلقة.
4- تلوث السطح الذي يجرى عليه القياس.
5- زيادة درجة حرارة المشغولة.

قدمة قياس الارتفاعات

Vernier height gauge

تعتبر قدمة قياس الارتفاعات من أهم أدوات الشنكرة.. لذلك يسمونها الفنيون

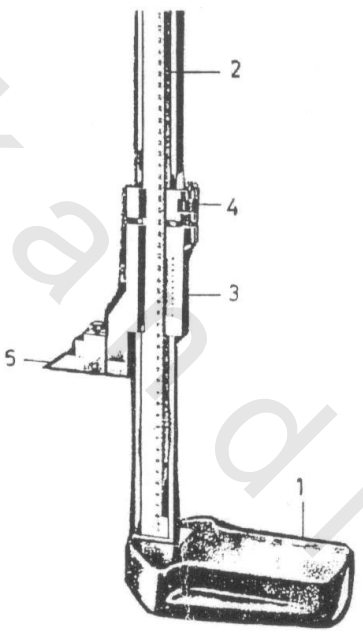
obeikandl.com

بالشنكار الحساس.

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

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

تتكون قدمة قياس الارتفاعات الموضحة بشكل 170 من الأجزاء الآتية:-



شكل 170
قدمة قيـــاس الارتفاعات

1-القاعدة: عبارة عن كتلة معدنية ثقيلة الوزن مصنوعة من الزهر على شكل مربع أو مستدير، الغرض منها هو حمل المسطرة والورنية والمؤشر بشكل رأسي.

2-المسطرة: مثبتة بوضع عمودي على القاعدة، ومدرجة بالنظامين المتري

obeikandl.com

بالملليمترات والإنجليزي بالبوصات أو بأحدهما حسب تصميم دور الصناعة المنتجة.

3-الورنية المنزلقة: يوجد بها التقسيم المساعد بالملليمترات والبوصات وتحمل المؤشر وتنزلق على المسطرة العمودية.

4-محدد الضبط الدقيق: يستخدم للحركة الدقيقة للمنزلقة التي تحمل المؤشر.

5-المؤشر مصنوع من الصلب المقسي، ينتهي بجزء مشطوف مصنوع من الصلب الصلد أو من الكربيد، لاستخدامه لرسم خطوط الشنكرة على قطع التشغيل المعدنية.

يثبت المؤشر بمسمار قلاووظ لإمكان فكه ووضعه بالمكان المخصص له في صندوق القدمة، كما يمكن استبداله.

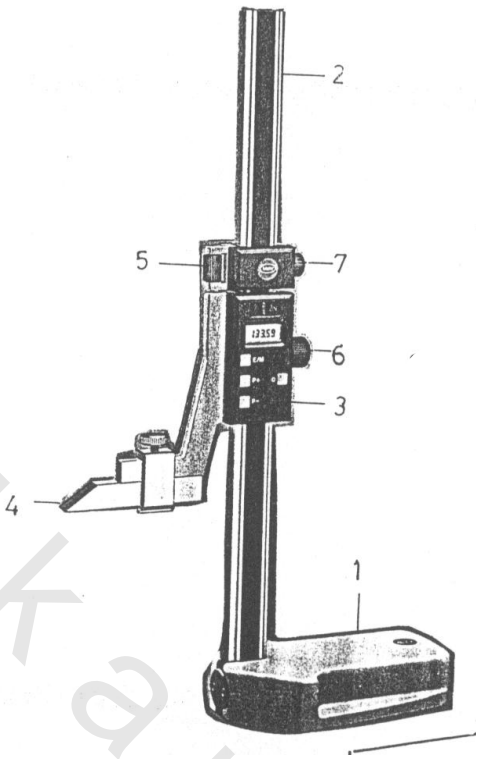
القدمة الرقمية لقياس الارتفاعات

Digital height Gauge

تتشابه القدمة الرقمية لقياس الارتفاعات الموضحة بشكل 171 مع قدمة قياس الارتفاعات التقليدية من حيث شكلها وأبعادها.

تتميز هذه القدمة بدقتها التي تصل إلى 0.01 ملليمتر أو 0.001 بوصة بالإضافة إلى استخداماتها في عمليات الفحص والمقارنة السابق ذكرها بالقدمات الرقمية.

obeikandl.com



شكل ١٧١
القدمة الرقمية لقياس الارتفاعات

1- القاعدة.

2- المسطرة.

3- الورنية المنزلقة الإلكترونية.

4- المؤشر.

5- محدد الضبط الدقيق.

6- مسمار الورنية المنزلقة.

7- مسمار محدد الضبط الدقيق.

قدمة قياس أسنان التروس

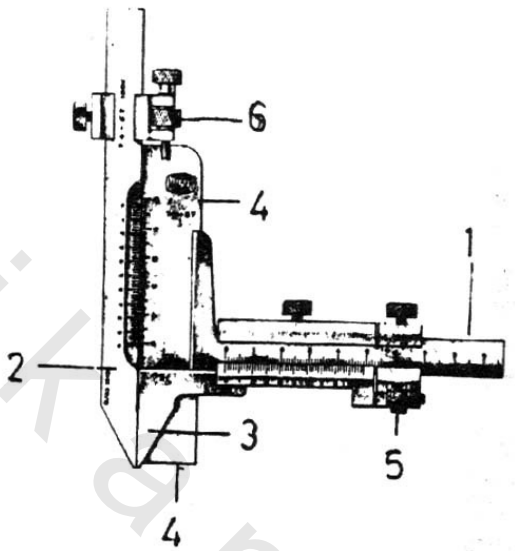
Geet teeth Caliper

تعرف قدمة قياس أسنان التروس الموضحة بشكل ١٧٢ من شكلها الذي على شكل زاوية قائمة، وتعتبر من أدوات القياس الخاصة، حيث صممت لقياس سمك

obeikandl.com

أسنان التروس فقط. تصل دقة قياسها إلى 0.02 ملليمتر.

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



شكل ١٧٢
قدمة قياس أسنان التروس

1- المسطرة الأفقية.

2- الفك الثابت وهو عبارة عن مسطرة رأسية متعامدة مع المسطرة الأفقية.

3- الفك المتحرك يحمل الورنية الأفقية.

4- المسطرة الرأسية المتحركة وهي بمثابة ورنية منزلقة للمسطرة الرأسية (الفك الثابت).

5- محدد ضبط دقيق للورنية الأفقية.

6- محدد ضبط دقيق للورنية الرأسية.

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

$$H = M\left(1 + N\ \frac{1-\cos B}{2}\right)$$

obeikandi.com

$$G = DP \sin B = M\,N \sin B$$

$$B = \frac{90^0}{N}$$

حيث H ..... ارتفاع قمة السن.

M ..... الموديل.

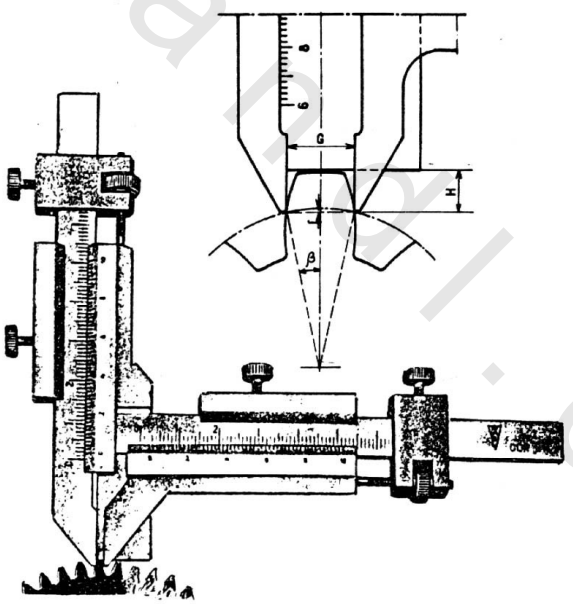
N ..... عدد أسنان الترس

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

DP ..... قطر دائرة الخطوة.

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

شكل 173 **يوضح قدمة قياس أسنان التروس أثناء قياس سمك سن ترس عند قطر دائرة الخطوة.**



شكل 173
قياس سمك سن ترس عند قطر دائرة الخطوة

obeikandl.com

مقارنة أبعاد سن ترس بالجدول النموذجي :

يجب مقارنة أبعاد سنة الترس (ارتفاع قمة السن وسمك السن) التي تم قياسها باستخدام قدمة قياس أسنان التروس وضبطها مع بيانات الجدول النموذجي لأبعاد أسنان التروس، علماً بأن جدول رقم ١٠ خاص بموديل 1.

وفي حالة تغير الموديل يضرب كل من ارتفاع قمة السن (H) وسمك السن (G) الموضحان بالجدول النموذجي في الموديل.

جدول ١٠
الجدول النموذجي لأبعاد أسنان التروس موديل ١

N	H	G

obeikandl.com

10	1.06155	1.5643
11	1.05599	1.5654
12	1.05136	1.5663
13	1.04739	1.5669
14	1.04410	1.5674
15	1.04410	1.5679
16	1.03856	1.5682
17	1.03630	1.5685
18	1.03429	1.5688
19	1.03249	1.5690
20	1.0308	1.5692
21	1.0293	1.5693
22	1.0281	1.5694
23	1.0268	1.5695
24	1.0257	1.5696
25	1.0246	1.5697
26	1.0237	1.5697
27	1.0228	1.5698
28	1.0221	1.5699
29	1.0212	1.5700
30	1.0206	1.5700
32	1.0192	1.5701
34	1.0182	1.5702
35	1.0176	1.5702
36	1.0171	1.5703
38	1.0162	1.5703
40	1.0154	1.5704
42	1.0146	1.5704
44	1.0141	1.5704
45	1.0137	1.5704
46	1.0134	1.5705
48	1.0128	1.5706
50	1.0123	1.5707
55	1.0112	1.5707
60	1.0103	1.5708
70	1.0088	1.5708
80	1.0077	1.5708
97	1.0064	1.5708
127	1.0063	1.5708
135	1.0045	1.5708
Rack	1.000	1.5708

مثال :

ترس عدد أسنانه 12 سنة موديل 15 أوجد الآتي:-

obeikandl.com

(أ) ارتفاع قمة السن (H).

(ب) سمك السنة (G).

(جـ) مقارنة أبعاد سنة الترس مع بيانات الجدول النموذجي.

الحل:

(أ) ارتفاع قمة السن (H) = 15 × 1.05136 = 15.7704 مم

= ١٥.٧٧ مم

(ب) سمك السنة (G) = 15 × 1.5663 = 23.4945 مم

= ٢٣.٤٩ مم

(ج) ضبط المسطرة الرأسية المتحركة بقدمة قياس أسنان التروس على 15.77 مم. تثبيت القدمة بشكل عمودي على أحد أسنان الترس ويتم قياس سمك السنة ومقارنتها مع السمك النموذجي 23.49 مم.

obeikandl.com

الباب الرابع

الميكرومترات
Micrometers

أجهزة القياس والمعايرة

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل الأول :

الميكرومترات الأساسية

Standard Micrometers

تمهيد

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 أجزاء لتكون أكثر توضيحاً واستيعاباً وهي كالآتي:-

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

openkandil.com

الميكرومترات

Micrometers

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

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 المنزلقة، وذلك عن طريق التحكم في الحركة المحورية للقلاووظ، ولاحتمال سوء استخدام الميكرومترات من خلال الضغط على الأجزاء أو المشغولات أثناء قياسها بدوران أسطوانة القياس الخارجية، لذلك فقد زودت جميع الميكرومترات بمسمار تحسس (عجلة تفويت)، لتحديد وانتظام قوة الضغط على الأجزاء المراد قياسها أثناء استخدامها، لضمان دقة القياس بالإضافة إلى المحافظة على قلاووظ عمود القياس ودرجة حساسية الميكرومتر.

من الطبيعي وجود ميكرومترات بالنظام المتري بالملليمتر، 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:-

1- ميكرومتر قياس خارجي.

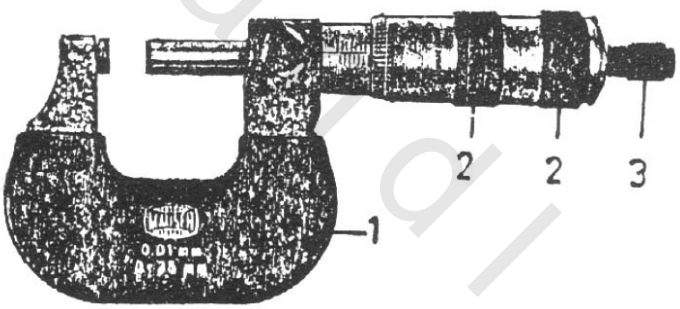
2- ميكرومتر قياس داخلي.

3- ميكرومتر قياس أعماق.

4- ميكرومتر قياس سن القلاووظ.

كما توجد ميكرومترات أخرى للقياسات الخاصة مثل ميكرومتر قياس أقطار الأسلاك . ميكرومتر قياس سكاكين الفرايز . ميكرومتر قياس أسنان التروس . ميكرومتر قياس سمك المواسير . ميكرومتر قياس أعماق الخوابير.. وغيرها 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 بشكت ١٧٤ وذلك من خلات تغليف الأجزاء التي يلامسها يد الفني أثناء استخدامه وهي كالآتي:-



شكل 174
تغليف جميع أجزاء الميكرومتر التي يلامسها يد الفني بالبكاليت

1- تغليف جانبي الإطار.

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

3- تغليف مسمار التحسس أو عجلة التفويت.

صممت أدوات وأجهزة القياس لاستخدامها عند درجة حرارة ثابتة قدرها 20^{0} م، لذلك يجب استخدامها عند هذه الدرجة، وفي حالة استخدام أي ميكرومتر لفترات طويلة، يجب تثبيته على حامله الخاص لتلافي التمدد الطولي.

ميكرومتر القياس الخارجي

Outside Micrometer

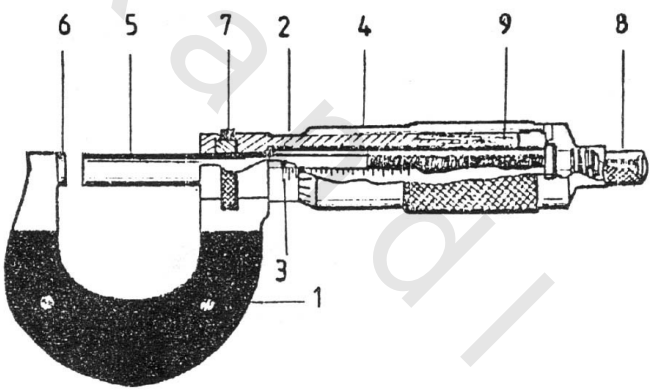
يستخدم ميكرومتر القياس الخارجي في قياس الأبعاد والأقطار الخارجية للمشغولات والأجزاء ذات الأسطح المشطبة الدقيقة.

يتكون ميكرومتر القياس الخارجي الموضح بشكل 175 من الأجزاء الآتية:-

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

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

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



شكل 175

ميكرومتر القياس الخارجي

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

3- التقسيم الرئيسي: هو تقسيم طولي بأسطوانة القياس الداخلية بجميع أنواع الميكرومترات بطول 25 مليمتر فقط، مهما كان نطاق قياسه. عادة يقسم بالمليمترات من الجهة العليا وأنصاف المليمترات من الجهة السفلى.

4- أسطوانة القياس الخارجية: عبارة عن جلبة أسطوانية أو غلاف أسطواني بقلاووظ داخلي خطوته 0.5 ملليمتر، وهي نفس خطوة قلاووظ عمود القياس. يوجد ببداية أسطوانة القياس الخارجية مخروط مقسم إلى 25 قسم (أقسام متساوية) حيث يقابل التقسيم الرئيسي الأفقي الذي يحدد قيمة القياس بدقة.

أثناء دوران أسطوانة القياس الخارجية (الغلاف الأسطواني) تتحول الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة بعمود القياس في اتجاه قاعدة الارتكاز أو عكسها، حسب اتجاه الدوران.

5- عمود القياس: هو العمود المتحرك الذي يحصر الجزء المراد قياسه بينه وبين قاعدة الارتكاز المقابلة له.

يوجد بنهاية عمود القياس قلاووظ خارجي خطوته 0.5 ملليمتر (الجزء الداخلي الموضح بقطاع الميكرومتر) معشق مع القلاووظ الداخلي لأسطوانة القياس الخارجية. عند دوران أسطوانة القياس الخارجية في اتجاه عقارب الساعة، يتحرك عمود القياس حركة مستقيمة في اتجاه قاعدة الارتكاز، لينحصر الجزء المراد قياسه بين عمود القياس وقاعدة الارتكاز.

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

7- فرملة حلقية: تستخدم بمثابة صامولة لتثبيت عمود القياس عند الحاجة إلى ذلك، وتحل الفرملة عند استخدام الميكرومتر لقياس آخر.

8- مسمار تحسس: يسمى أيضاً بعجلة التفويت، مثبت بنهاية أسطوانة القياس الخارجية، الغرض منه هو تحديد قوة الضغط أثناء القياس، لضمان دقة وحساسية الميكرومتر وتأكيد لصحة القياس.

9- حلقة ضبط الخلوص: مثبتة على نهاية قلاووظ أسطوانة القياس الداخلية، الغرض منها هو ضبط الخلوص بين عمود القياس وأسطوانة القياس

openkandil.com

الداخلية وأيضاً لضبط أسطوانة القياس الخارجية على الصفر، وذلك في حالة وجود أي خلوص أثناء اختبار الميكرومتر من حين لآخر.

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

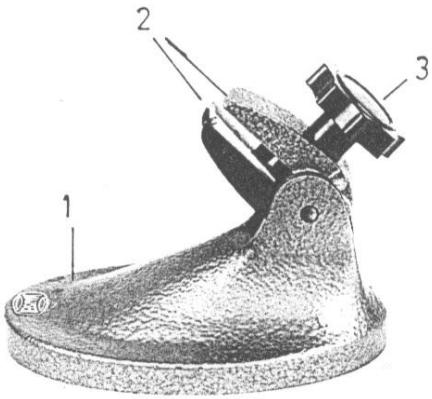
أهمية مسمار التحسس بالميكرومترات :

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

حامل الميكرومتر

Micrometer Stand

حامل الميكرومتر الموضح بشكل 176 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 176
حـــامل الميكرومـــتر

يتكون حامل الميكرومتر من الأجزاء الآتية:-

1- **القاعدة: تصنع من الزهر، وزنها يصل إلى 2 كيلو جرام.**

2- **فكان: مثبتان على بنز لتثبيت الميكرومتر ولإمكان حركة الفكين وتثبيتهما بالوضع المريح للفني الذي يستخدمه.**

3- **مقبض: لإحكام ربط وتثبيت الميكرومتر.**

الأجزاء الأساسية للميكرومتر

Main Parts of Micrometer

الميكرومترات بصفة عامة مهما كان نوعها أو شكلها تتكون من جزئين أساسيين هما:-

١- الإطار:

Frame

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

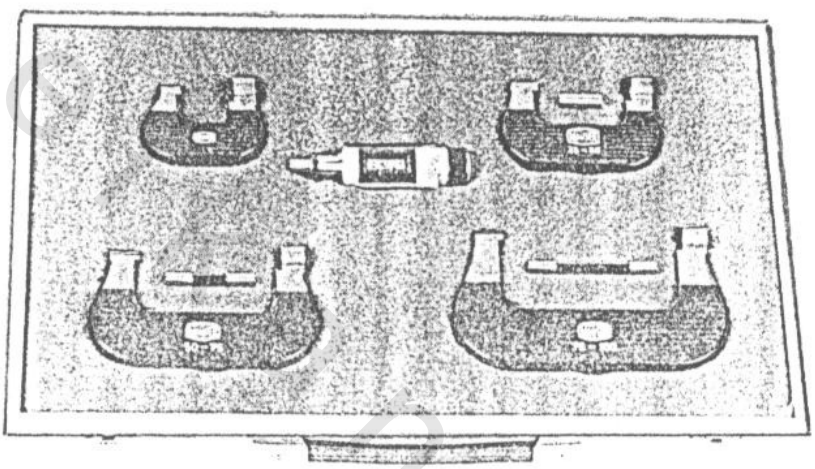
يصنع الإطار عادة من سبيكة غير قابلة للصدأ، تتكون هذه السبيكة من النيكل والزنك والنحاس الأحمر.

يثبت عند موضع حمله.. أي على جانبيه بمادة عازلة للحرارة كالبكاليت، وذلك

obeikandi.com

لعدم انتقال حرارة يد الفني أثناء استخدامه.

للاقتصاد في ثمن مجموعة ميكرومترات، فقد أنتجت دور الصناعة صندوق موضح بشكل 177 يحمل رأس ميكرومتر 0 ـ 25 مم وأربعة هياكل بمقاسات مختلفة لإستخدامها لمتكرومترات 0 ـ 25 مم ، 25 ـ 50 مم ، 50 ـ 75 مم ، 75 ـ 100 ملليمتر، كطقم ميكرومترات للقياس الخارجي لاستخدامها في مجال القياس من صفر إلى 100 ملليمتر.



شكل 177
صندوق يحمل رأس ميكرومتر وأربعة هياكل بمقاسات مختلفة

2- **الرأس:**

Head

هو الجزء الأساسي ويعتبر العمود الفقري للميكرومتر، يحمل أسطوانتي القياس الداخلية والخارجية اللتان تحتويان على خط التقسيم الرئيسي وتدريج مخروط أسطوانة القياس، ليتيحا 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 ـ 25 مم، 25 ـ 50 مم، 50 ـ 75 مم، 75 ت ١٠٠ 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.

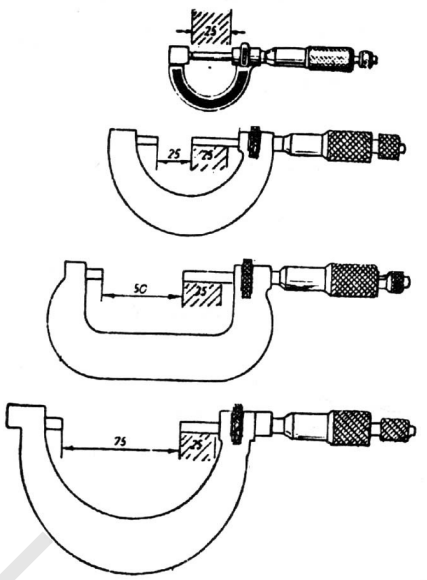
نطاق قياس الميكرومتر

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 178 فإنه يزيد بمقدار 25 ملليمتر كالآتي:-

obeikandl.com



شكل 178
نطاق قيـاس الميكرومتر

ميكرومتر	25 ـ 0	**ملليمتر**
ميكرومتر	50 ـ 25	**ملليمتر**
ميكرومتر	75 ـ 50	**ملليمتر**
ميكرومتر	100 ـ 75	**ملليمتر**
ميكرومتر	125 ـ 100	**ملليمتر**
ميكرومتر	150 ـ 125	**ملليمتر**

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

نظرية الميكرومتر

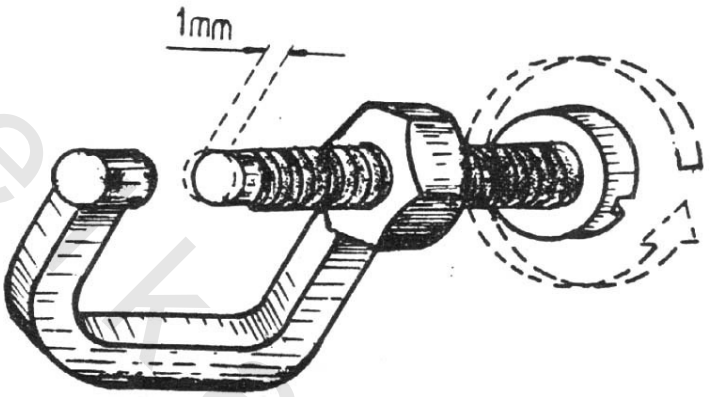
Micrometer Theory

بنيت نظريـة الميكرومتر علـى فكرة محدد الضبط الـدقيق بالقدمـة ذات الورنيـة، ومحدد الضبط الدقيق عبارة عن مسمار قلاووظ وصامولة، الغرض منـه هو التحكم الدقيق في حركة الورنية.

∴ الحركـة الأساسـية التـي بنيـت عليهـا نظريـة تصـميم الميكرومتـر هـي تحويـل

obeikandl.com

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 179، 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 179
نظرية الميكرومتر

خطوة قلاووظ عمود القياس المعتادة والأكثر انتشاراً بالميكرومترات هي 0.5 ملليمتر، والغرض من صغر الخطوة هي الحركة الدقيقة أثناء القياس.

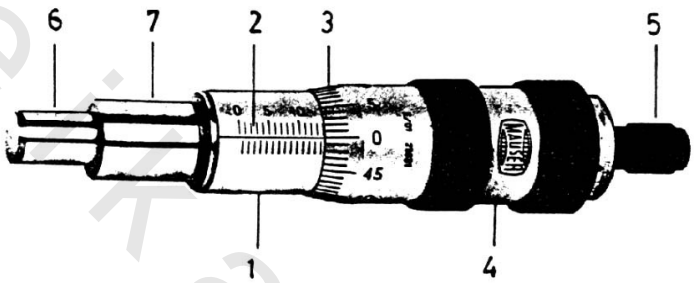
علماً بأنه يوجد ميكرومترات أخرى خطوة قلاووظ عمود قياسها هو واحد ملليمتر.. وهي أقل انتشاراً. سنتناول في هذا الباب شرح نظام تدريج كل منهما مع عرض لقراءات مختلفة لهما.

الميكرومترات التي خطوة قلاووظ عمود قياسها 0.5 ملليمتر، يوجد بمخروط أسطوانة القياس تدريج مقسم إلى 50 مقسم، والميكرومترات التي خطوة قلاووظ عمود قياسها واحد ملليمتر، يوجد بمخروط أسطوانة القياس تدريج 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 لتدريج 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 180 مواصفاته كالآتي:-



شكل 180
رأس ميكرومتر خطوة عمود قياس 0.5 ملليمتر

1- أسطوانة القياس الداخلية.

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

3- مخروط أسطوانة القياس مقسم إلى 50 جزء.

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

5- مسمار التحسس مغط بمادة عازلة للحرارة كالبكاليت.

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 أديرت 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.

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

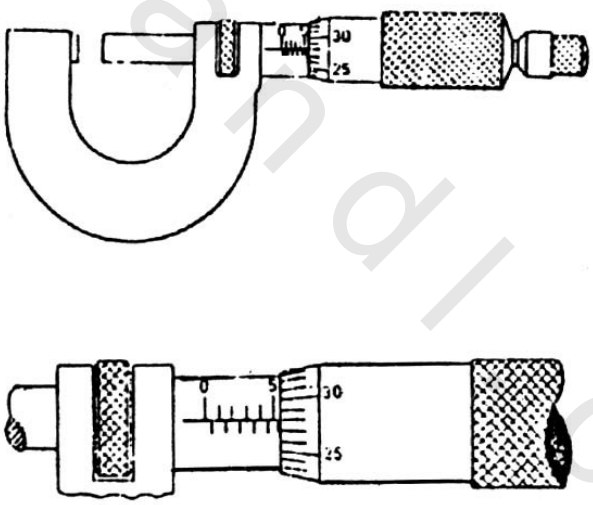
وهي دقة قياس الميكرومتر .. (يعتبر هذا النظام هو الأكثر انتشاراً بالميكرومترات).

قراءات مختلفة للنظام الأول لتدريج الميكرومتر :

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

مثال 1 :

شكل 181 يوضح قراءة لميكرومتر 0 . 25 ملليمتر، دقة 0.01 ملليمتر، ولزيادة الإيضاح فقد تم تكبير رأس الميكرومتر. أوجد قيمة قراءة الميكرومترات؟.



شكل 181
قراءة الميكرومتر = 5.78 ملليمتر

قراءة الميكرومتر كالآتي :-

خط التقسيم الطولي الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية مقسم من أعلى بالملليمترات الصحيحة ومن أسفل بأنصاف الملليمترات.. وهذا يعني أن خطوة قلاووظ

عمود القياس = 0.5 ملليمتر.

قراءة التقسيم الرئيس العلوي = 5 ملليمتر

قراءة التقسيم الرئيسي السفلي = جزء واحد فقط = 0.5 ملليمتر

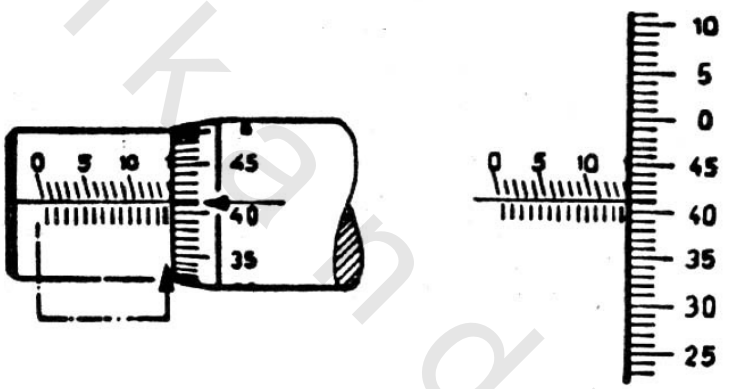
قراءة مخروط أسطوانة القياس = 28 جزء = $\frac{1}{2}\times\frac{28}{50}$ = 0.28 ملليمتر.

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

مثال 2 **:**

شكل 182 **يوضح قراءة لميكرومتر خارجي** 0 **.** 25 **ملليمتر دقة** 0.01 **ملليمتر.**

أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟



شكل 182
قراءة الميكرومتر = 13.91 ملليمتر

الحل:

قراءة الميكرومتر كالآتي:-

قراءة التقسيم الرئيسي العلوي بالملليمترات = 13 ملليمتر.

قراءة التقسيم الرئيسي السفلي بأنصاف الملليمترات = جزء واحد = 0.5 ملليمتر.

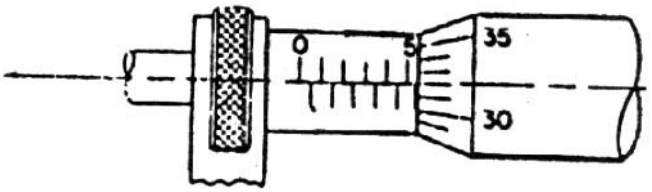
قراءة مخروط أسطوانة القياس = $\frac{1}{2}\times\frac{41}{50}$ = 0.41 ملليمتر.

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

مثال 3 **:**

obeikandl.com

شكل 183 **يوضح قراءة لميكرومتر خارجي صفر . 25 ملليمتر، دقة** 0.01 **ملليمتر. أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟**



شكل 183
قراءة الميكرومتر 5.82 ملليمتر

قراءة التقسيم الرئيسي العلوي = 5 **ملليمتر.**

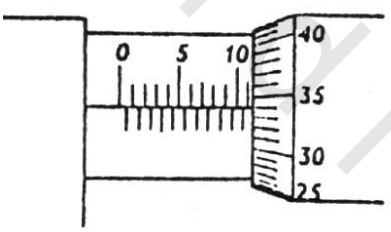
قراءة التقسيم الرئيسي السفلي = جزء واحد = 0.5 **ملليمتر.**

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 4 **:**

شكل 184 **يوضح قراءة لميكرومتر خارجي صفر . 25 ملليمتر، دقة** 0.01 **ملليمتر. أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟.**



شكل 184
قراءة الميكرومتر = 11.34 ملليمتر

قراءة التقسيم الرئيسي العلوي = 11 **ملليمتر.**

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

∴ **قراءة الميكرومتر** = 11 + 0.34 = 11.34 **ملليمتر.**

مثال 5 **:**

إذا أديرت أسطوانة القياس بميكرومتر خارجي بمقدار 7 **أجزاء. علماً بأن خطوة**

obeikandl.com

قلاووظ عمود القياس 0.5 ملليمتر. أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟

الحل:

قيمة قراءة الميكرومتر : 7 أجزاء من مجموع أجزاء مخروط أسطوانة القياس × خطوة قلاووظ عمود القياس.

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

مثال 6 :

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:

عند دوران أسطوانة القياس دورة كاملة بميكرومتر خطوة قلاووظ عمود قياسه $\frac{1}{2}$ مم، يتحرك عمود القياس مسافة = $\frac{1}{2}$ ملليمتر.

∴ قيمة قراءة الميكرومتر = $\frac{1}{2}$ مم + 25 جزء من مجموع أجزاء مخروط أسطوانة القياس × خطوة قلاووظ عمود القياس.

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

$$= \frac{25}{100} + \frac{1}{2} = \frac{75}{100} \text{ .. أي 0.75 ملليمتر.}$$

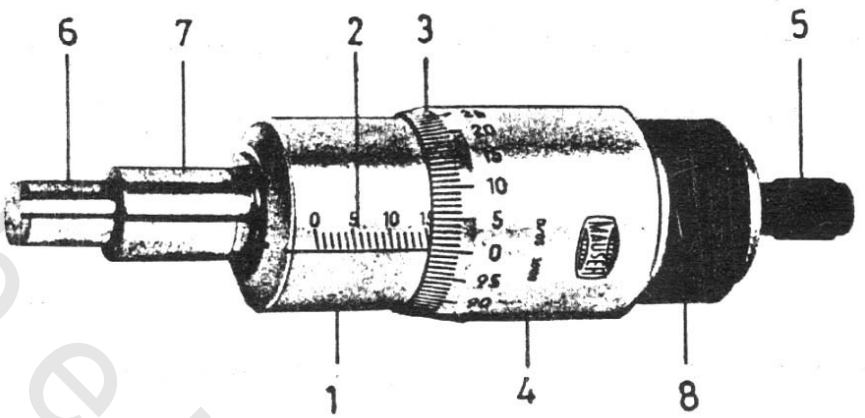
النظام الثاني لتدريج الميكرومتر :

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 185

openkandil.com

مواصفاته كالآتي:-



شكل 185
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 كالبكاليت.

6- عمود القياس.

7- جزء أسطواني يثبت بإطار الميكرومتر.

8- جلبة بمادة عازلة للحرارة كالبكاليت.

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 ليبتعد خط الصفر بمقدار جزء واحد فقط، يكون قيمة هذا الجزء = جزء واحد من مجموع أجزاء مخروط أسطوانة القياس × خطوة عمود القياس.

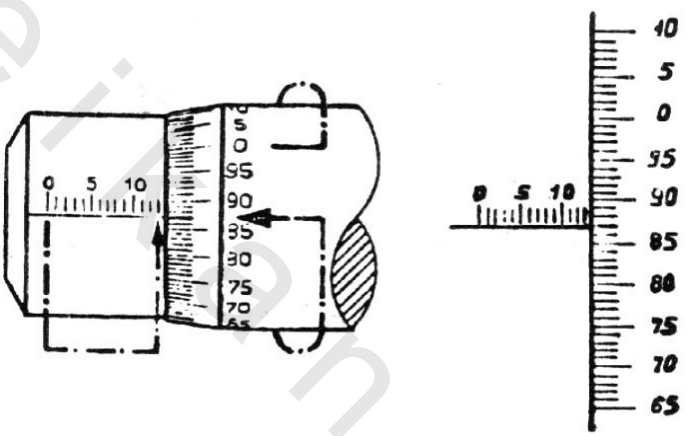
$= \frac{1}{100} \times 1 = 0.01$ ملليمتر، وهي دقة قياس الميكرومتر.

قراءات مختلفة للنظام الثاني للميكرومتر الخارجي :

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

مثال 1 :

شكل 186 يوضح قراءة لميكرومتر خارجي 0 . 25 ملليمتر دقة 0.01 ملليمتر. أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟.



شكل 186
قراءة الميكرومتر = 13.87 ملليمتر

الحل :

خط التقسيم الرئيسي الطولي بأسطوانة القياس يشير إلى المليمترات، ويلاحظ 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 المليمترات الصحيحة وهي = 13 ملليمتر.

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

∴ قراءة الميكرومتر = 13 + 0.87 = 13.87 ملليمتر.

مثال 2:

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

الحل:

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

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

مثال 3:

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

الحل:

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

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

ميكرومتر خارجي رقمي ذو حركة ميكانيكية دقة 0.001 ملليمتر

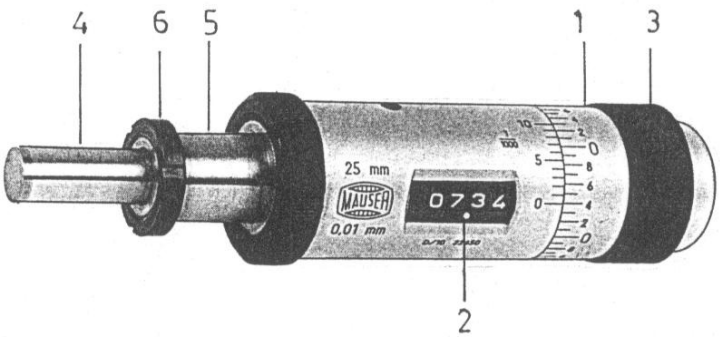
Outside Mechanical Micrometer 0.001 mm

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 187 بنفس أجزاء رأس الميكرومتر الخارجي المتري، باختلاف استبدال التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية وتدريج 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 187

رأس الميكرومتر الخارجي الرقمي ذو الحركة الميكانيكية

1- أسطوانة القياس.

2- شباك 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 القياسِ، حيث طول مشوار عمود القياس بكل منهما هو 25 ملليمتر، يبدأ من ميكرومتر 0 . 25 ملليمتر.. وبزيادة 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.

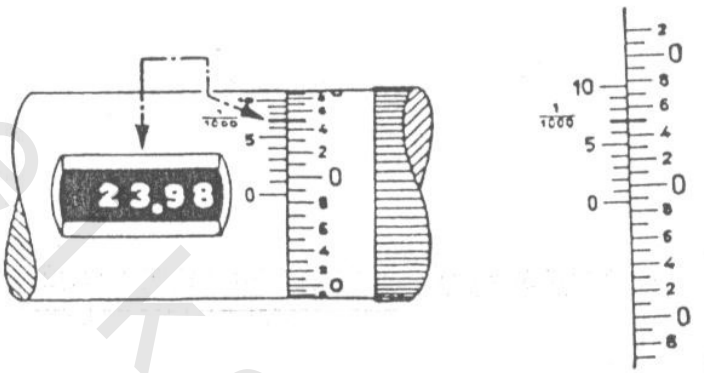
قراءات مختلفة للميكرومتر الخارجي الرقمي ذو الحركة الميكانيكية :

obeikandl.com

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

مثال 1 :

شكل 188 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 188
قراءة الميكرومتر = 23.987 ملليمتر

الحل :

قراءة الميكرومتر المباشرة = 23.98 **ملليمتر.**

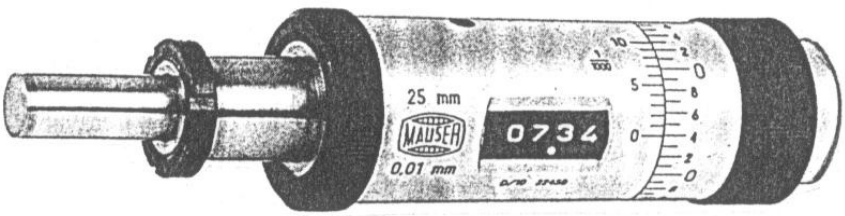
قراءة الورنية تشير إلى الخط السابع .. (كما هو موضح بالشكل)

= 7 × 0.001 = 0.007 **ملليمتر.**

∴ **القراءة الكلية للميكرومتر** = 23.98 + 0.007 = 23.987 **ملليمتر.**

مثال 2 :

شكل 189 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 189
قراءة الميكرومتر = 7.349 ملليمتر

الحل:

قراءة الميكرومتر المباشرة = 7.34 **ملليمتر.**

قراءة الميكرومتر تشير إلى الخط التاسع = 9 × 0.001 = 0.009 **ملليمتر.**

∴ القراءة الكلية للميكرومتر = 7.34 + 0.009 = 7.349 **ملليمتر.**

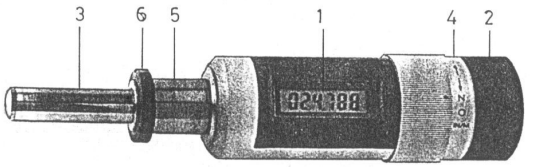
الميكرومتر الرقمي الإلكتروني

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

شكل 190 **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** 1.5V **للحصول على قراءة رقمية مباشرة دقيقة.**



شكل 190
رأس الميكرومتر الخارجي الرقمي الإلكتروني

1- شباك القراءة المباشرة.
2- عجلة التفويت.. (عجلة التحسس).
3- عمود القياس..
4- موضع اختيار الأنظمة (القياس بالنظام المتري بالملليمترات أو بالنظام الإنجليزي بالملليمترات).
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 1.5V 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 بالملليمترات 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 الميكرومترات الرقمية الإلكترونية :

تتشابه الميكرومترات الرقمية الإلكترونية مع الميكرومترات التقليدية الأخرى من حيث نطاق القياس، حيث طول مشوار عمود القياس بكل منهما هو 25 ملليمتر. يبدأ

obeikandl.com

من ميكرومتر 0 . 25 ملليمتر وبزيادة 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.. وبذلك يمكن الحصول على ميكرومترات مختلفة الأشكال بمجالات القياس المطلوبة.

مميزات الميكرومترات الرقمية الإلكترونية :

1- تعمل بكلا النظامين (النظام الدولي SI المعروف بالنظام المتري بالملليمترات والنظام الإنجليزي بالبوصات).
2- دقة القياس التي تصل إلى 0.001 مم أو 0.0001″.
3- 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 بالملليمتر (mm) ،أو بالبوصة (in).
4- سهولة استبدال نظام القياس من خلال حلقة مثبتة بالقرب من نهاية أسطوانة القياس.
5- لا يوجد أي احتمال للخطأ أثناء استخدامها في عمليات القياس، وخاصة القراءات الناتجة عن القياسات الدقيقة.
6- 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.
7- إمكانية ربط حاسب آلي (Computer) أو طباعة صغيرة (Small Printer) بالميكرومتر لتقييم وطبع تاريخ ونتائج القياس أثناء عملية الفحص الدوري.

عيوب الميكرومترات الرقمية الإلكترونية :

1- غالية الثمن بالمقارنة بالميكرومترات الأخرى التقليدية المماثلة.

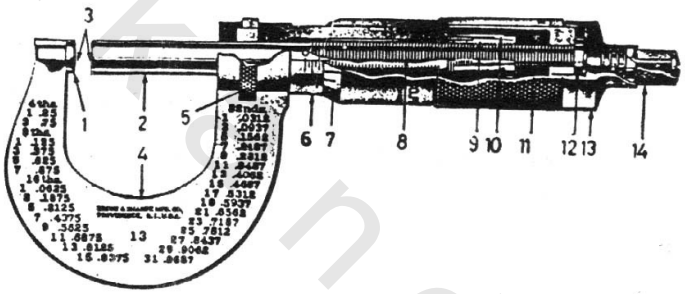
2- لا تتحمل الصدمات.

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 191 (ميكرومتر القياس الخارجي 0 ـ 1″) 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 مقسم إلى 25 جزء.



شكل 191

ميكرومتر القياس الخارجي 0 ـ 1″

1- قاعدة ارتكاز.

2- عمود القياس.

3- سطحي كل من عمود القياس وقاعدة الارتكاز مصنوع من الكربيد، لعدم حدوث خدش أو تآكل نتيجة لكثرة احتكاكهما بالمعادن المختلفة أثناء استخدام الميكرومتر في عمليات القياس.

4- الإطارة الذي يحمل جميع أجزاء الميكرومتر.

5- حلقة تثبيت.. (فرملة حقيقية).

6- أسطوانة القياس الداخلية، تحمل خط التقسيم الرئيسي الطولي (0 ـ 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.

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 1″.

الغرض من تصميم الميكرومترات الإنجليزية وتصنيعها بهذه الصورة وعدم زيادة طول مشوار عمود القياس عن 1″، هو المحافظة على دقة قياس وحساسية الميكرومترات، أما مدى قياس الميكرومترات الإنجليزية فهو كما يلي:-

ميكرومتر صفر . 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 1″ . تتشابه ميكرومترات النظام الإنجليزي مع ميكرومترات النظام المتري من حيث الشكل فقط، ويختلف كل منهما عن الآخر في خطوة قلاووظ عمود القياس وتدريج مخروط أسطوانة القياس.

obeikandi.com

نظام تدريج الميكرومتر الإنجليزي دقة $0.001''$:

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 أديرت 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 الذي يساوي $0.1''$ من أسفل إلى 4 أجزاء.. ليكون قيمة الجزء الواحد $= 0.1'' \div 4$ 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 أديرت 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 عمود القياس

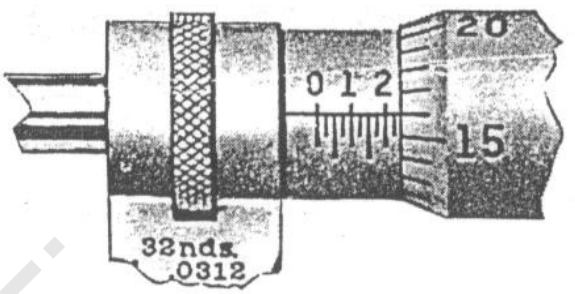
$$= \frac{1}{25} \times \frac{1}{40} = \frac{1}{1000} \quad \text{.. أي } 0.001''.$$

وهي دقة قياس الميكرومتر.

قراءات مختلفة للميكرومتر الإنجليزي $0 - 1''$ دقة $0.001''$:

مثال 1 :

شكل 192 **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 يشي الجزء الواحد إلى** 0.0025″، **والجزء الواحد من مخروط أسطوانة القياس يشير إلى** 0.001″**أوجد قراءة الميكرومتر؟**



شكل 192

قراءة الميكرومتر = 0.241″

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي:-

التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية يشير إلى الأقسام الصحيحة وهي = 2 × 0.1 = 0.2″.

التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية يشير إلى قسم واحد فقط = 1 × 0.025 = 0.025″.

أجزاء مخروط أسطوانة القياس تشير إلى 16 **جزء.**

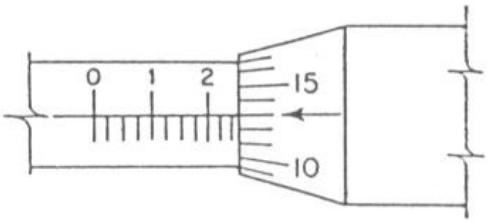
= 16 × 0.001 = 0.016″.

∴ **قراءة الميكرومتر** = 0.2 + 0.025 + 0.016 = 0.241″.

مثال 2 **:**

شكل 193 **يوضح قراءة لميكرومتر إنجليزي خارجي** 0 . 1 **دقة** 0.001″. **أوجد قيمة قراءة الميكرومتر؟**

obeikandl.com



شكل 193

قراءة الميكرومتر = $0.263''$

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي:-

قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي $= 2 \times 0.1 = 0.2''$.

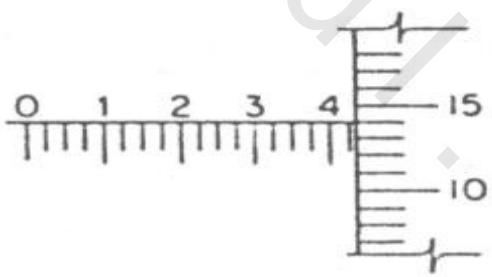
قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي $= 2 \times 0.025 = 0.05''$

قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس $= 13 \times 0.001 = 0.013''$.

∴ **قراءة الميكرومتر** $= 0.2 + 0..05 + 0.013 = 0.263''$.

مثال 3 **:**

شكل 194 **يوضح رسم تخطيطي لخط التقسيم الرئيسي ومخروط أسطوانة القياس بميكرومتر إنجليزي خارجي** 0 **.** 1″ **دقة** $0.001''$ **. أوجد قراءة الميكرومتر؟**



شكل 194

قراءة الميكرومتر = $0.439''$

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي:

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

obeikandl.com

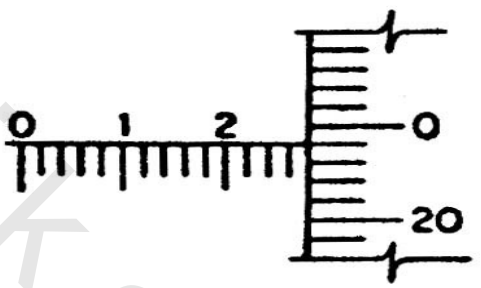
قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي = 1 × 0.025 = 0.025″.

قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس = 14 × 0.001 = 0.017″.

∴ **قراءة الميكرومتر** = 0.4 + 0.025 + 0.014 = 0.439″

مثال 4 :

شكل 195 **يوضح رسم تخطيطي لخط التقسيم الرئيسي ومخروط أسطوانة القياس بميكرومتر خارجي إنجليزي** 0 . 1″ **دقة** 0.001″ **أوجد قراءة الميكرومتر؟.**



شكل 195

قراءة الميكرومتر = 0.299″

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي:-

قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي = 2 × 0.1 = 0.2″.

قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي = 3 × 0.025 = 0.075″.

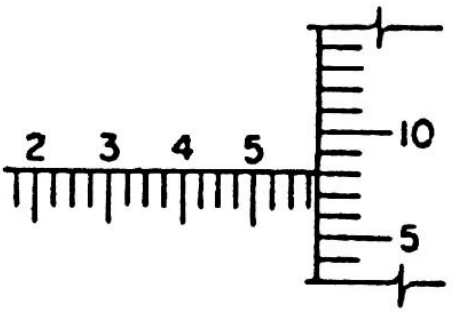
قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس = 24 × 0.001 = 0.024″.

∴ **قراءة الميكرومتر** = 0.2 + 0.057 + 0.024 = 0.299″.

مثال 5 :

شكل 196 **يوضح رسم تخطيط لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي** 0 . 1″ **دقة** 0.001″. **أوجد قراءة الميكرومتر؟**

openkandil.com



شكل 196

قراءة الميكرومتر = $0.583''$

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي:-

قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي $= 5 \times 0.1 = 0.5''$.

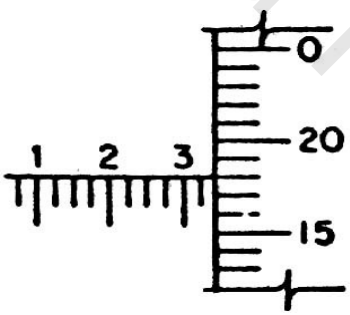
قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي $= 3 \times 0.025 = 0.075''$.

قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس $= 8 \times 0.001 = 0.008''$.

∴ **قراءة الميكرومتر** $= 0.5 + 0.075 + 0.008 = 0.583''$.

مثال 6 :

شكل 197 **يوضح رسم تخطيط لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي** 0 ـ 1″ **دقة** $0.001''$. **أوجد قراءة الميكرومتر؟**



شكل 197

قراءة الميكرومتر = 0.353

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي:-

قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي = 3 × 0.1 = 0.3″.

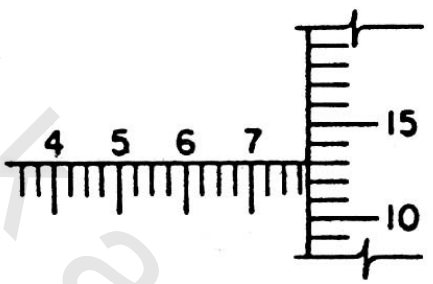
قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي = 1 × 0.025 = 0.025″.

قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس = 18 × 0.001 = 0.018″.

∴ قراءة الميكرومتر = 0.3 + 0.025 + 0.018 = 0.535″.

مثال 7 :

شكل 198 يوضح رسم تخطيط لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي 0 : 1″ دقة 0.001″. أوجد قراءة الميكرومتر؟



شكل 198

قراءة الميكرومتر = 0.788″.

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي:

قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي = 7 × 0.1 = 0.7″.

قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي = 3 × 0.025 = 0.075″.

قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس = 13 × 0.001 = 0.013″.

∴ قراءة الميكرومتر = 0.7 + 0.075 + 0.013 = 0.788″.

الميكرومتر الإنجليزي ذو الورنية دقة 0.0001″

Vernier Micrometer 0.0001 in

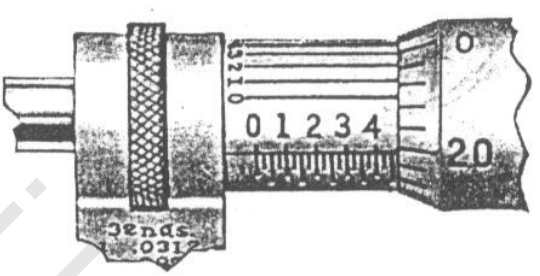
مع الحاجة المتزايدة إلى إنتاج مشغولات ذات قياسات دقيقة.. أدى دور الصناعة إلى إضافة ورنية إلى الميكرومتر.

الغرض من إضافة الورنية هو تكبير الأجزاء الصغيرة جداً لإمكان قراءتها ليصل

دقة قياس الميكرومتر الإنجليزي إلى 0.0001″.

نظام تدريج ورنية الميكرومتر الإنجليزي:

ورنية الميكرومتر الموضحة بشكل 199 تتشابه مع ورنية القدمة المنزلقة دقة 0.1 ملليمتر من حيث الفكرة، وهي عبارة عن خطوط طولية موازية لخط التقسيم الرئيسي الطولي بأسطوانة القياس الداخلية.



شكل 199
نظام تدريج ورنية الميكرومتر الإنجليزي

أخذت مسافة مقدارها 9 أجزاء من مخروط أسطوانة القياس.. أي (9 × 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″ ÷ 10 أجزاء

= 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.

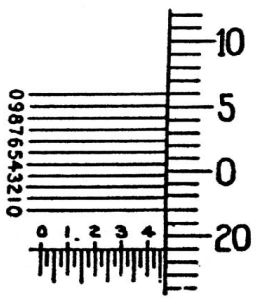
قراءات مختلفة للميكرومتر الخارجي الإنجليزي ذو الورنية :

فيما يلي قراءات مختلفة للميكرومتر الإتجليزي ذو الورنية :ـ

مثال 1 :

شكل 200 يوضح رسم تخطيطي لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي ذو ورنية دقة

0.0001 أوجد قراءة الميكرومتر؟



شكل 200

قراءة الميكرومتر = $0.469''$

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي:

قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي = 4 × 0.1 = $0.4''$.

قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي = 2 × 0.025 = $0.05''$.

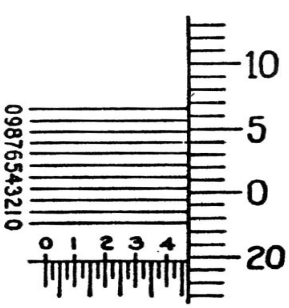
قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس = 19 × 0.001 = $0.019''$.

قراءة الورنية = صفر

∴ **قراءة الميكرومتر** = 0.4 + 0.05 + 0.019 = $0.469''$.

مثال 2 **:**

شكل 201 **يوضح رسم تخطيط لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي ذو ورنية دقة** $0.0001''$ **. أوجد قراءة الميكرومتر؟**



شكل 201

قراءة الميكرومتر = 0.4697

obeikandl.com

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي:-

قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي = 4 × 0.1 = 0.4″.

قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي = 2 × 0.02 = 0.05″.

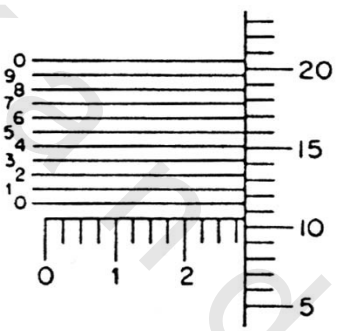
قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس = 19 × 0.001 = 0.019″.

قراءة الورنية = 7 × 0.0001 = 0.0007″.

∴ **قراءة الميكرومتر** =0.4 + 0.05 + 0.019 + 0.0007 = 0.4697″.

مثال 3 :

شكل 202 **يوضح رسم تخطيطي لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي ذو ورنية دقة** 0.0001″. **أوجد قراءة الميكرومتر؟**



شكل 202
قراءة الميكرومتر = 0.2855

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي:-

قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي = 2 × 0.1 = 0.2″.

قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي = 3 × 0.025 = 0.075″.

قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس = 10 × 0.001 = 0.01″.

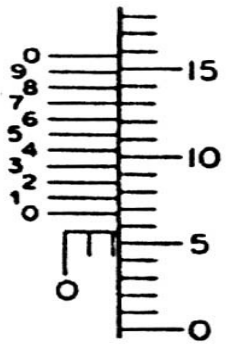
قراءة الورنية = 5 × 0.0001 = 0.0005″.

∴ **قراءة الميكرومتر** = 0.2 + 0.075 + 0.01 + 0.0005 = 0.2855″

obeikandl.com

مثال 4 :

شكل 203 **يوضح رسم تخطيطي لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي ذو ورنية دقة** $0.0001''$ **. أوجد قراءة الميكرومتر؟**



شكل 203

قراءة الميكرومتر = $0.0557''$

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي:-

قيمة التقسيم العلوي بخط التقسيم الرئيسي = صفر

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

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

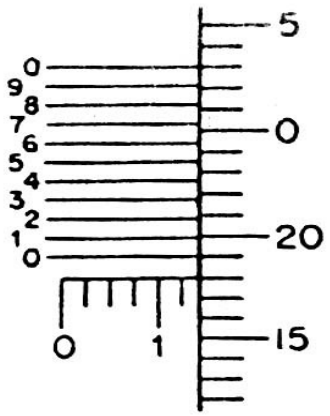
قراءة الورنية $= 7 \times 0.0001 = 0.0007''$

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

مثال 5 :

شكل 204 **يوضح رسم تخطيطي لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي ذو ورنية دقة** $0.0001''$ **. أوجد قراءة الميكرومتر؟**

obeikandl.com



شكل 204

قراءة الميكرومتر = $0.143''$

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي:-

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

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

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

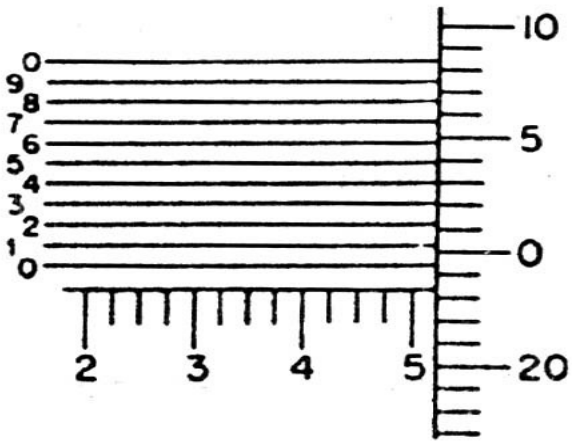
قراءة الورنية = صفر.

∴ **قراءة الميكرومتر** $= 0.1 + 0.025 + 0.018 = 0.143''$

مثال 6 **:**

شكل 205 **يوضح رسم تخطيطي لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي ذو ورنية دقة** $0.0001''$ **. أوجد قراءة الميكرومتر؟**

obeikandl.com



شكل 205

قراءة الميكرومتر = $0.5234''$

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي:-

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

قيمة التقسيم السفلي بخط التقسيم الرئيسي = صفر

قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس $= 23 \times 0.001 = 0.023''$

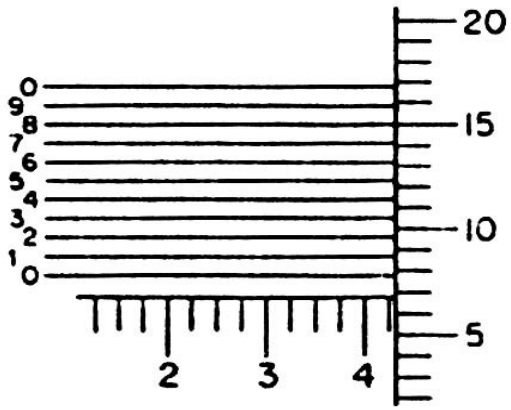
قراءة الورنية $= 4 \times 0.0001 = 0.0004''$

∴ **قراءة الميكرومتر** $= 0.5 + 0.023 + 0.0004 = 0.5234''$

مثال 7 :

شكل 206 يوضح رسم تخطيطي لجزء من ميكرومتر إنجليزي خارجي ذو ورنية دقة $0.0001''$ **. أوجد قراءة الميكرومتر؟**

obeikandl.com



شكل 206

قراءة الميكرومتر = $0.4318''$

الحل :

قراءة الميكرومتر كالآتي:-

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

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

قيمة أجزاء مخروط أسطوانة القياس $= 6 \times 0.001 = 0.006''$

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

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

$= 0.4318''$

obeikandl.com

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 التدريج الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية بشكل عكسي عن ما هو متبع بالميكرومترات الخارجية.

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

فيما يلي عرض لجميع أشكال الميكرومترات الداخلية.

الميكرومتر الدخلي ذو الفكين دقة ٠,٠١ ملليمتر

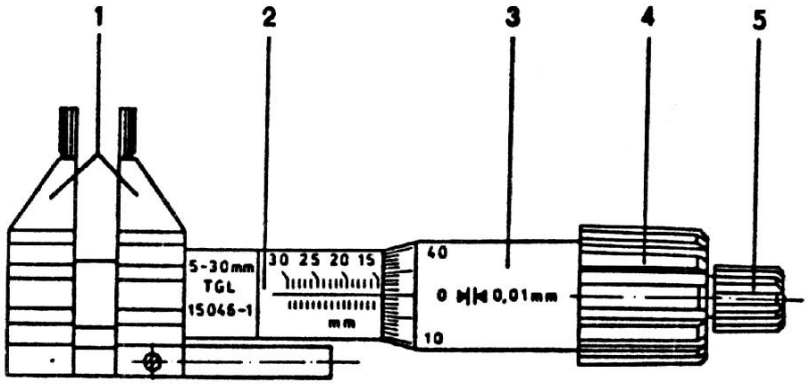
Inside Micrometer with two jaws 0.01nn

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 ٢٠٧ من الأجزاء الآتية:-

obeikandl.com



شكل ٢٠٧
الميكرومتر ذو الفكين دقة 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.

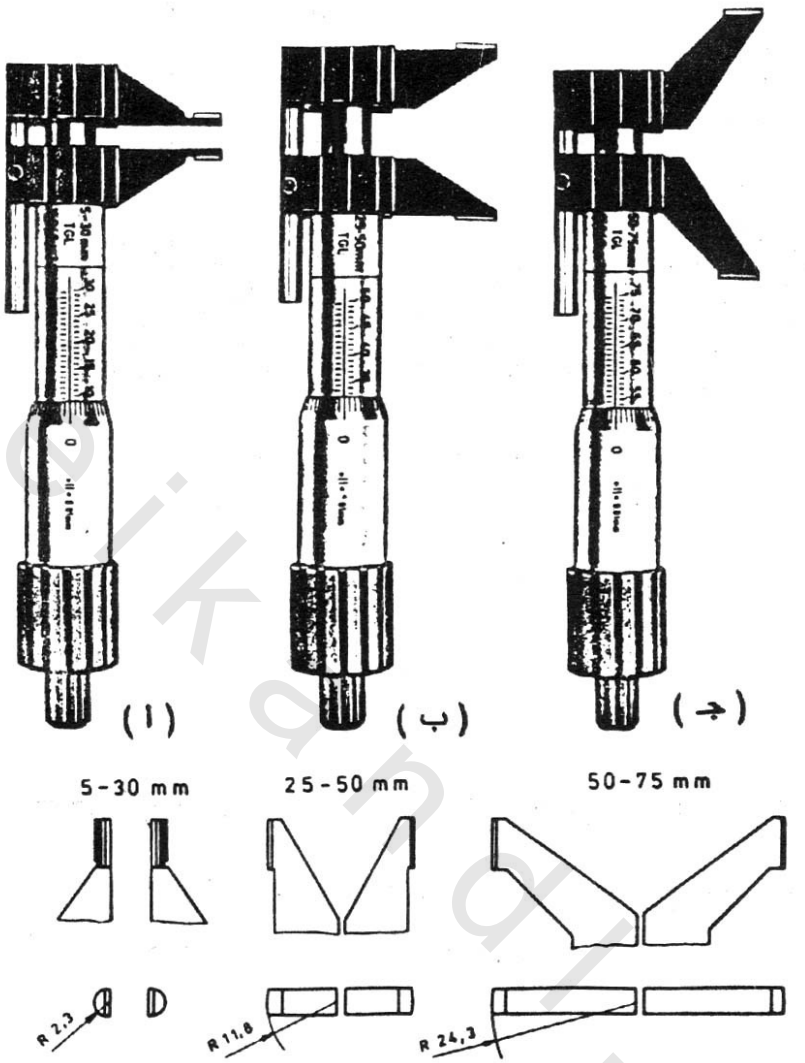
٥- مسمار تحسس .. (مسمار تفويت).

نطاق قياس الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة ٠,٠١ ملليمتر :

يتشابه الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة 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 دقة ٠.٠١ ملليمتر من ٥ . ٣٠ ملليمتر، ويزيد مجال القياس بمقدار ٢٥ ملليمتر كالمعتاد ليصل قياسه إلى ٧٥ ملليمتر كما هو موضح بشكل ٢٠٨.

obeikandl.com



شكل ٢٠٨
نطاق قياس 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 تدريج 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 قباسه .. 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

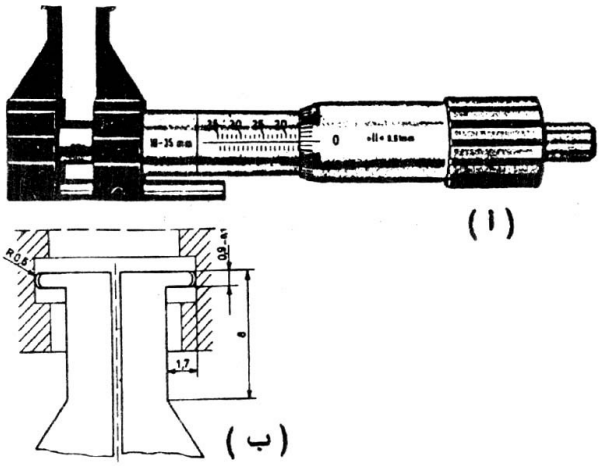
المجهز لقياس أقطار المجاري الداخلية

يتشابه الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المجهز لقياس أقطار المجاري الداخلية الموضح بشكل ٢٠٩ (أ) مع الميكرومتر السابق ذكره في الشكل والتصميم، ويختلفان من حيث شكل مقدمة كل من فكي القياس الذي على شكل حرف L.

يستخدم هذا الميكرومتر في قياس أقطار المجاري الداخلية لثقوب المشغولات الدقيقة كما هو موضح بالرسم التخطيطي بشكل (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.

Openkanal.com



شكل ٢٠٩
الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المجهز لقياس أقطار المجاري الداخلية

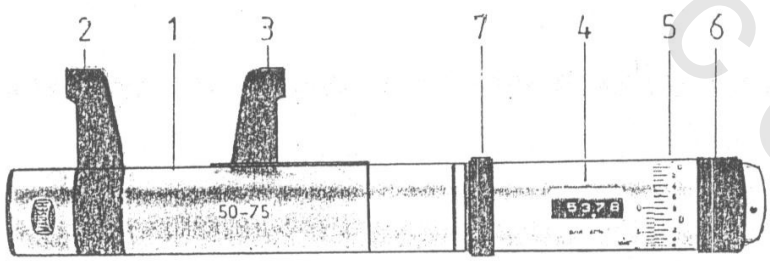
(أ) الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المجهز لقياس أقطار المجاري الداخلية.
(ب) رسم تخطيطي للفكين أثناء قياس قطر مجرى داخلي بمشغولة.

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 شكل ٢١٠ من الأجزاء الآتية:-



شكل ٢١٠
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 حلقية.

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

obeikandi.com

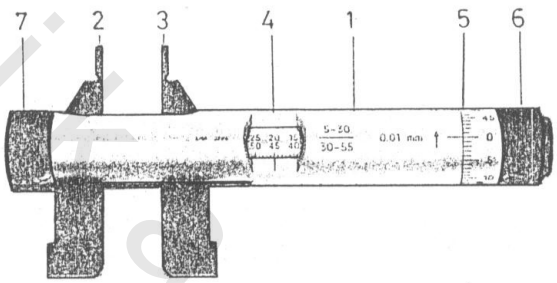
الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المزدوجين

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 مزدودجين.

يتكون الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المزدوجين الموضح بشكل ٢١١ من الأجزاء الآتية:-



شكل ٢١١
الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المزدوجين

١- الهيكل.

٢- الفك الثابت.

٣- الفك المتحرك.

٤- القراءة الأساسية المباشرة.

٥- الورنية.

٦- عجلة تفويت.. (عجلة التحسس).

٧- فرملة حلقية.

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

obeikandl.com

أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي بأسطوانة القياس الداخلية مع صفر تدريج 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.

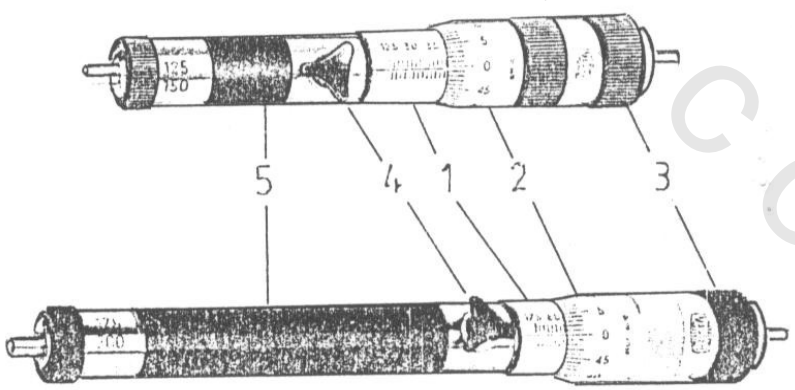
يضاف إلى القراءة الأساسية، قراءة الورنية التي دقتها ٠.١ ملليمتر، ليصل دقة قياس الميكرومتر إلى ٠.٠٠١ ملليمتر.

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 وتدريج مخروط أسطوانة القياس الخارجية يستخدم الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد في قياس الأبعاد والأقطار الداخلية الكبيرة، كما يستخدم بعد ربط وتثبيت ذراع التطويل في قياس الأقطار الداخلية العميقة.

يتكون الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد شكل ٢١٢ من الأجزاء الآتية:-



شكل ٢١٢

الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد

١- أسطوانة القياس الداخلية.

٢- أسطوانة القياس الخارجية.

٣- عجلة تفويت.. (عجلة التحسس).

٤- مسمار تثبيت.

٥- قطع امتداد.

obeikandl.com

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 كالآتي:-

٣٥ . ٥٠ ملليمتر

٥٠ . ٧٥ ملليمتر

٧٥ . ١٠٠ ملليمتر

١٠٠ . ١٢٥ ملليمتر

١٢٥ . ١٥٠ ملليمتر

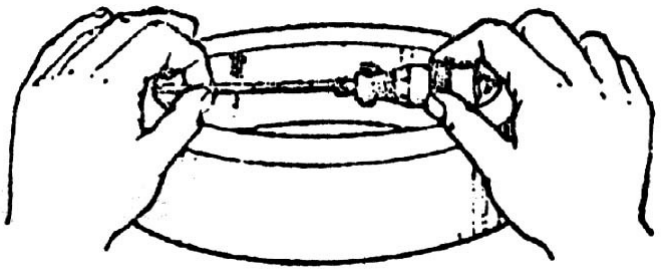
وهكذا ... بزيادة قدرها ٢٥ ملليمتر من خلال إضافة أو استبدال قطع الامتداد حسب الأبعاد المراد قياسها. ليصل نطاق قياس الميكرومتر إلى ٦٠٠ ملليمتر.

طرق القياس باستخدام الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد :

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

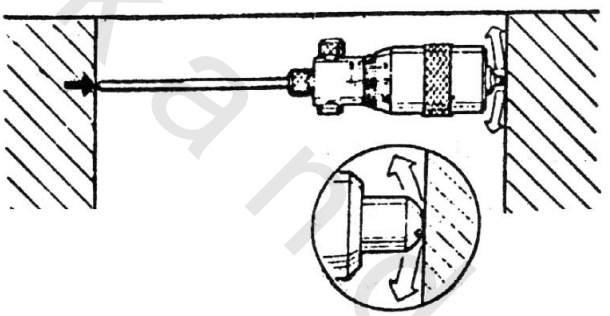
١- حمل الميكرومتر بكلى اليدين ووضعه بالبعد أو القطر المراد قياسه كما هو موضح بشكل ٢١٣ بحيث يلامس السطح الجانبي للميكرومتر إحدى جانبي السطح الداخلي للمشغولة.

obeikandi.com



شكل ٢١٣
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 ٢١٤ حتى يتلامس السطح الجانبي لعمود القياس مع سطح المشغولة، وبحيث يكون وضع الميكرومتر عمودي على سطح المشغولة.



شكل ٢١٤
تلامس السطحين الجانبيين لأعمدة قياس الميكرومتر الداخلي
بشكل عمودي على السطح الداخلية للمشغولة

٣- يستخدم ذراع التطويل الموضح بشكل ٢١٥ في حمل الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد لقياس أبعاد وأقطار المشغولات الداخلية العميقة.

شكل ٢١٥
ذراع تطويـــل

إرشادات :

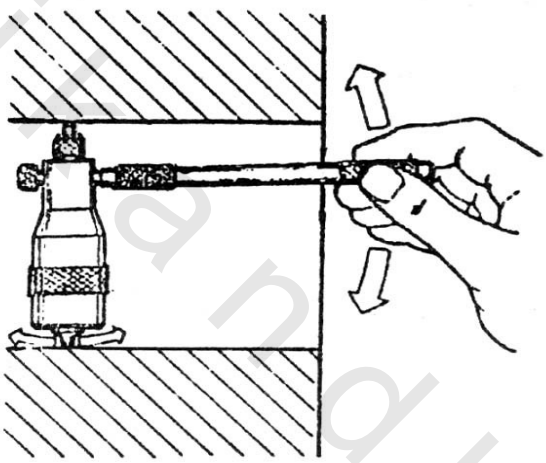
أثناء استخدام الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد والمثبت بذراع التطويل

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.

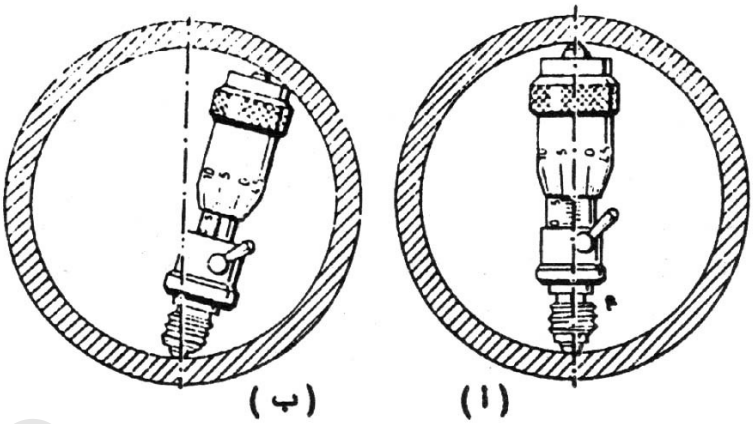
(ج) زيادة طول الميكرومتر تدريجياً حتى يتلامس السطحان الجانبيان للميكرومتر للسطح الداخلي للمشغولة وبشكل عمودي مع حركة الميكرومتر حركة متأرجحة كما هو موضح بشكل ٢١٦، وذلك لاختبار تلامس كلا جانبي الميكرومتر مع سطح المشغولة والتأكد من صحة القياس.



شكل ٢١٦
تلامس الميكرومتر للسطح الداخلي للمشغولة بشكل عادي
مع حركة الميكرومتر حركة متأرجحة للتأكد من التلامس الجيد وصحة القياس

تذكر إن :

يجب استخدام الميكرومتر الداخلي أثناء القياس بالطريقة الصحيحة كما هو موضح بشكل ٢١٧ (أ) أي تثبيته بشكل عمودي على السطح الداخلي للمشغولة وذلك للحصول على قياسات دقيقة،علماً بأن استخدام الميكرومتر بالطريقة الخاطئة شكل ٢١٧ (ب)أي بتثبيته بشكل منحرف عن الخط العمودي أو مائل على محور السطح الداخلي للمشغولة.. ينتج عنه قياسات خاطئة وغير دقيقة.



شكل ٢١٧
استخدام الميكرومتر الداخلي أثناء القياس بالطريقة الصحيحة والخاطئة

(أ) استخدام الميكرومتر الداخلي للقياس بالطريقة الصحيحة.

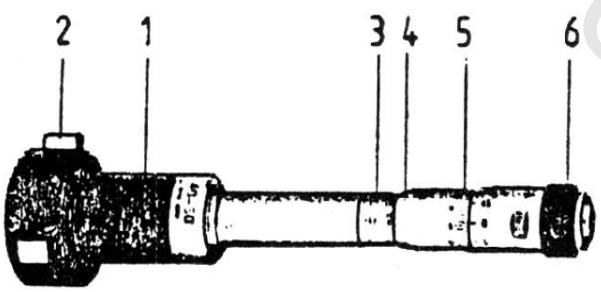
(ب) استخدام الميكرومتر الداخلي للقياس بالطريقة الخاطئة.

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 ٢١٨ من الأجزاء الآتية:-



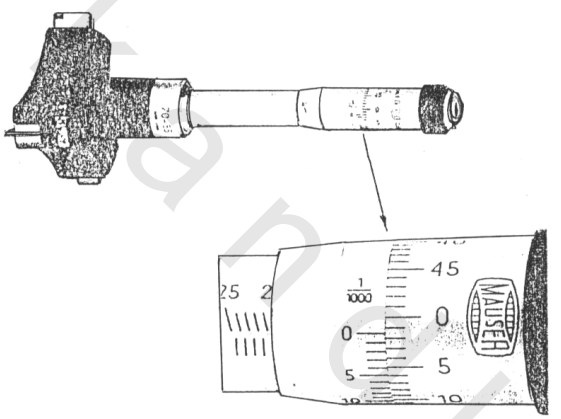
شكل ٢١٨
الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز

obeikandl.com

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 ٢١٩ تحمل تقسيم دقته ٠.١ ملليمتر، ليصل دقة قياسه إلى ٠.٠٠١ ملليمتر.



شكل ٢١٩
زود الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز بورنية
ليصل دقة قياسه إلى ٠.٠٠١ ملليمتر

نطاق قياس الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز :

يختلف نطاق قياس الميكرومترات الداخلية ذات الثلاث نقط ارتكاز عن ما هو متبع بالميكرومترات التقلدية 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 ١١ يوضح اختلاف مجال قياس نقط الارتكاز الثلاث بالميكرومترات

الداخلية ومدى قياس كل منها.

جدول ١١
نطاق قياس الميكرومتر الداخلي
ذو الثلاث نقط ارتكاز

مدى القياس	مجال القياس	مدى القياس	مجال القياس
٦ : ٨ ملليمتر	٢ ملليمتر	٦٠ : ٧٠ ملليمتر	١٠ ملليمتر
٨ : ١٠ ملليمتر		٧٠ : ٨٥ ملليمتر	١٥ ملليمتر
		٨٥ : ١٠٠ ملليمتر	
١٠ : ١٢.٥ ملليمتر	٢.٥ ملليمتر	١٠٠ : ١٢٥ ملليمتر	٢٥ ملليمتر
١٢.٥ : ١٥ ملليمتر		١٢٥ : ١٥٠ ملليمتر	
١٥ : ١٧.٥ ملليمتر		١٥٠ : ١٧٥ ملليمتر	
١٧.٥ : ٢٠ ملليمتر		١٧٥ : ٢٠٠ ملليمتر	
٢٠ : ٢٥ ملليمتر	٥ ملليمتر	٢٠٠ : ٢٢٥ ملليمتر	
٢٥ : ٣٠ ملليمتر		٢٢٥ : ٢٥٠ ملليمتر	
٣٠ : ٣٥ ملليمتر		٢٥٠ : ٢٧٥ ملليمتر	
٣٥ : ٤٠ ملليمتر		٢٧٥ : ٣٠٠ ملليمتر	
٤٠ : ٥٠ ملليمتر	١٠ ملليمتر		
٥٠ : ٦٠ ملليمتر			

ميكرومتر قياس الأعماق

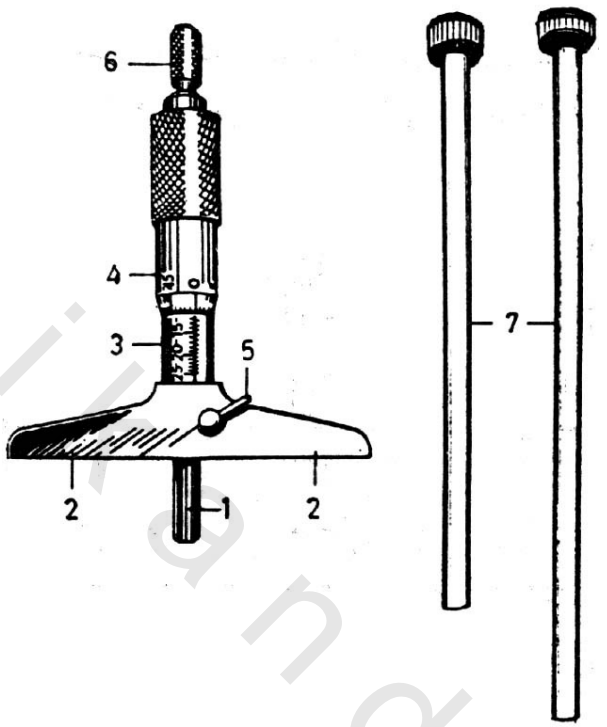
Depth Micrometer Gauge

تستخدم قدمة الأعماق في قياس أعماق الثقوب والارتفاعات، علماً بأن دقة قياسها ٠.٠٠٥ أو ٠.٠٠٢ ملليمتر، كما يستخدم ميكرومتر الأعماق في قياس أعماق الثقوب والارتفاعات للمشغولات الدقيقة الهامة، يصل دقة قياسه إلى ٠.٠٠١ ملليمتر.

يتشابه ميكرومتر الأعماق مع الميكرومتر الخارجي من حيث خطوة قلاووظ عمود القياس والتقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخلية وتدريج مخروط أسطوانة القياس

الخارجية، ولكنه يختلف في القراءة العكسية للتقسيم الرئيسي، حيث صمم التدريج الرئيسي بأسطوانة القياس بشكل عكسي عن ما هو متبع بالميكرومترات الخارجية.

يتكون ميكرومتر قياس الأعماق الموضح بشكل ٢٢٠ من الأجزاء الآتية:-



شكل ٢٢٠
ميكرومتر قيـاس الأعماق

١- عمود القياس.

٢- ذراعا الارتكاز.

٣- التقسيم الرئيسي.

٤- أسطوانة القياس الخارجية.

٥- فرملة.

٦- مسمار تحسس.

٧- قطع امتداد.

نطاق قياس ميكرومتر الأعماق :

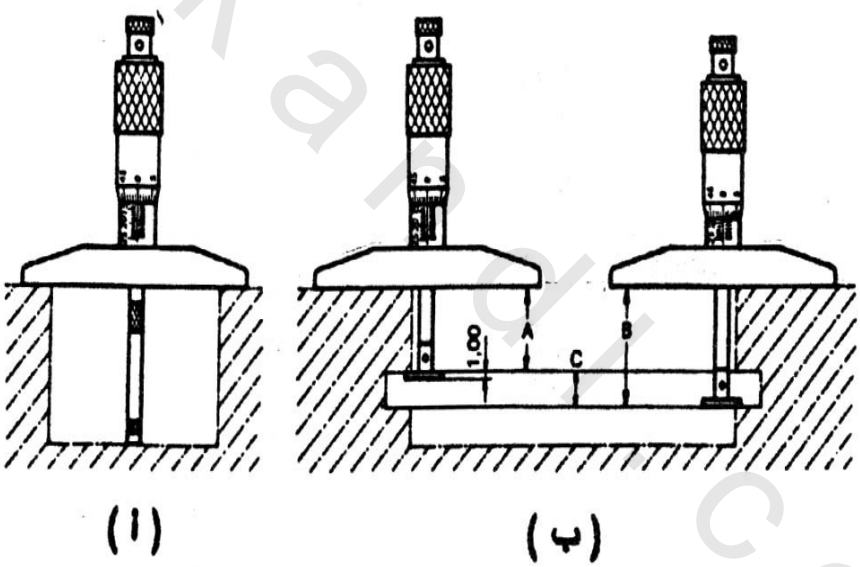
obeikandl.com

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 ٢٢١ (أ).

زود ميكرومتر الأعماق بحلقة سمكها ١ ملليمتر، تثبت الحلقة في مقدمة عمود القياس عمود القياس، لإمكان قياس أبعاد المجاري الداخلية كما هو موضح بشكل ٢٢١ (ب).



شكل ٢٢١
استخدامات ميكرومتر قياس الأعماق

الميكرومترات الخاصة
Special Micrometers

تمهيد

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

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.

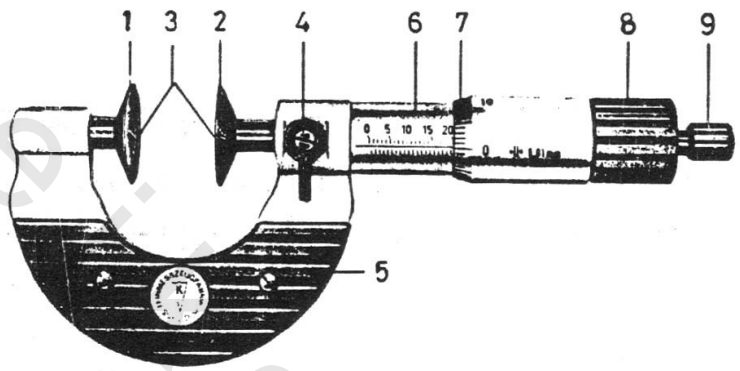
كما يتعرض لطرق قياس ومميزات وعيوب الميكرومترات السابق ذكرها كل منه على حدة.

obeikandl.com

ميكرومتر قياس أسنان التروس

Gear Teeth Micrometer

يتشابه ميكرومتر قياس أسنان التروس الموضح بشكل 222 مع ميكرومتر القياس الخارجي من حيث دقة القياس والشكل ويختلفان بوجود قرصين أسطوانين على شكل طبقين بمقدمة كل من عمود القياس وقاعدة الارتكاز بميكرومتر قياس أسنان التروس.



شكل 222 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 الارتكاظ مصنوع من مادة صلدة، لعدم حدوث خدش أو تآكل نتيجة لكثرة احتكامهما بالمعادن المختلفة أثناء استخدام الميكرومتر في عمليات القياس.

٤- مقبض تثبيت.. (فرملة).

5- الإطار على شكل قوس أو حرف U، مغطى من كلا سطحيه الجانبيين بمادة عازلة كالبكاليت، لعدم تسرب حرارة اليد إلى الميكرومتر أثناء استخدامه في عمليات القياس.

6- أسطوانة القياس الداخلية، تحمل خط التقسيم الرئيسي الطولي 0 : 25 ملليمتر.

٧- مخروط أسطوانة مصنوع بمادة عازلة كالبكاليت.

8- غلاق أسطواني مصنوع من مادة عازلة كالبكاليت.

٩- مسمار تحسس مغطى بمادة عازلة كالبكاليت.

جميع ميكرومترات قياس أسنان التروس طول مشوار عمود قياسها 25 ملليمتر، أما مدى نطاق قياسها فهو كالآتي:-

ميكرومتر صفر . 25 ملليمتر

ميكرومتر 25 . 50 ملليمتر

ميكرومتر 50 . 75 ملليمتر

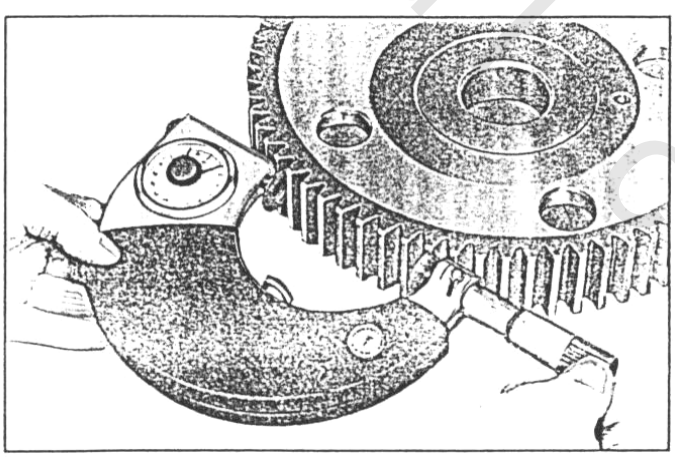
ميكرومتر ٧٥ . 100 ملليمتر

وهكذا ..... بزيادة قدرها 25 ملليمتر تدريجياً، ليصل مدى نطاق قياسه 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 223، وذلك للتعرف على الخطوة الدائرية للترس من المعادلة التالية:-

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



شكل 223
قياس عـدد أسنان التروس

obeikandl.com

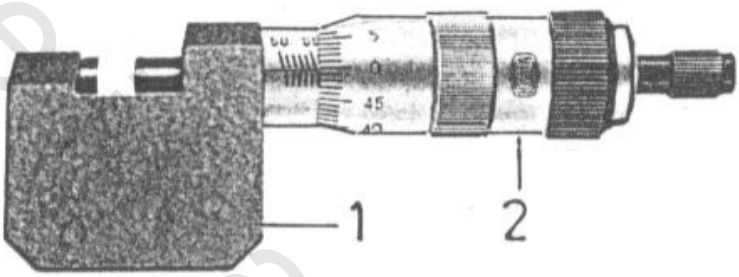
ميكرومتر قياس الأسلاك

Wire Measurement Micrometer

يتكون ميكرومتر قياس الأسلاك الموضح بشكل 224 من جزئين أساسيين هما:-

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

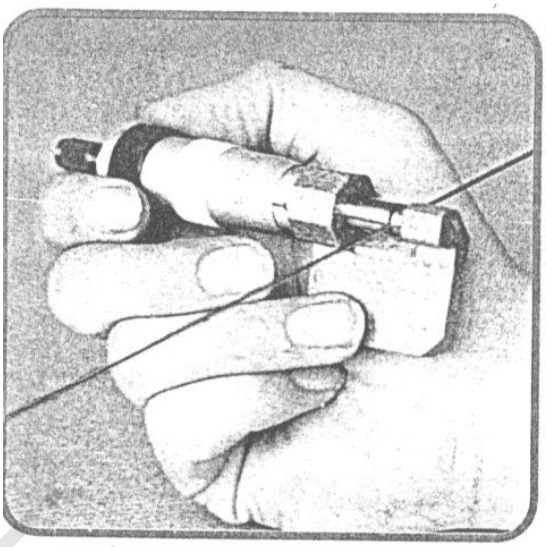
يصنع الإطار من سبيكة تتكون من النيكل والزنك والنحاس الأحمر، وهي سبيكة قابلة للصدأ.



شكل 224
ميكرومتر قيـــاس الأسلاك

2- 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 كما هو موضح بشكل 225. يصل دقة قياسه إلى 0.01 ملليمتر.



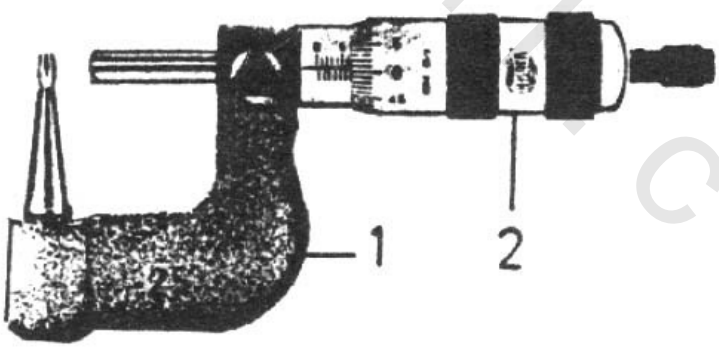
شكل 225
استخدام الميكرومتر في قياس الأسلاك

ميكرومتر قياس المواسير

Tube Measurement Micrometer

يتكون ميكرومتر قياس المواسير الموضح بشكل 226 من جزئين أساسيين هما:-

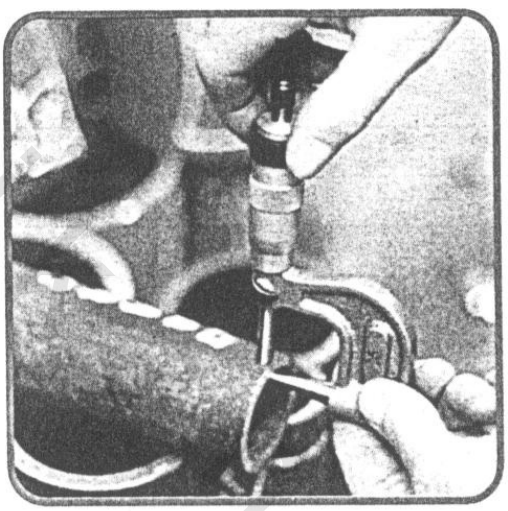
1- الإطار: هو الهيكل الرئيسي الذي يحمل جميع أجزاء الميكرومتر، وهو على شكل زاوية قائمة، ثبتت قاعدة الارتكاز عمودية على الإطار.



شكل 226
ميكرومتر قيـــاس المواسير

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

يستخدم ميكرومتر قياس المواسير في قياس سمك المواسير المختلفة كما هو موضح بشكل 227 . يصل دقة قياسه إلى 0.01 ملليمتر.



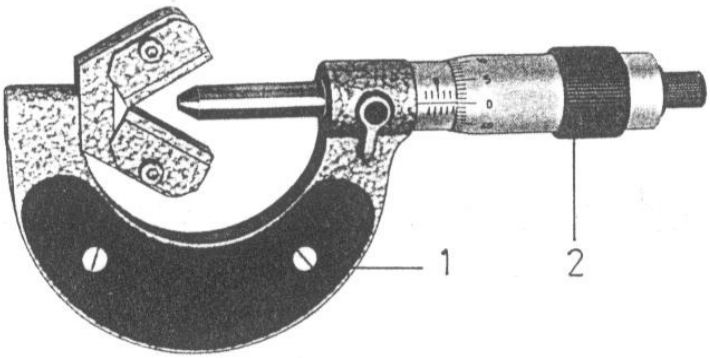
شكل 227
استخدام الميكرومتر في قياس سمك المواسير

ميكرومتر قياس التروس وعدد القطع

Gear Teeth & Tool Measurement Micrometer

يتكون ميكرومتر قياس التروس وعدد القطع الموضح بشكل 228 من جزأين أساسيين هما:-

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



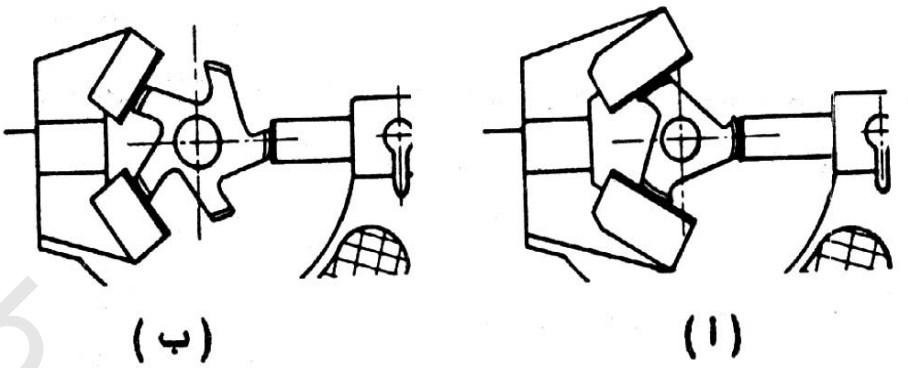
شكل 228
ميكرومتر قياس التروس وعدد القطع

2- 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 229 وذكور القلاووظ والبراغل.. لذلك فقد صممت قاعدة الارتكاز التي على شكل V بزوايا مختلفة لتتناسب زواياها مع زوايا عدد القطع المختلفة الحواف السابقة الذكر.

يصنع الجزء الأمامي من قاعدة الارتكاز والجزء الأمامي من عمود القياس من الكربيد حتى لا يتأثرا من الخدش أثناء عمليات القياس لعدد القطع المختلفة.

obeikandl.com



شكل 229
استخدام ميكرومتر قياس عدد القطع
في قياس التروس ذات الثلاثة والخمسة مقاطع

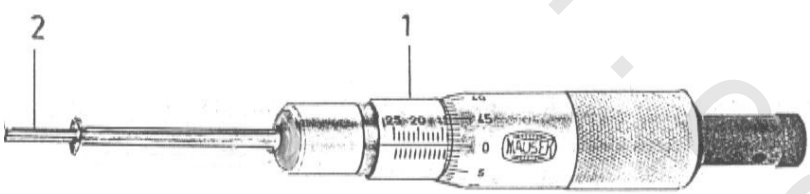
(أ) استخدام الميكرومتر في قياس عدد القطع ذات الثلاثة مقاطع .. (الثلاث حواف)
(ب) استخدام الميكرومتر في قياس عدد القطع ذات الخمسة مقاطع .. (الخمس حواف)

ميكرومتر قياس أبعاد المجاري

Groove Measurement Micrometer

يتكون ميكرومتر قياس أبعاد المجاري الموضح بشكل 230 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.



شكل 230
ميكرومتر قياس أبعاد المجاري

٢- الأسطوانة الطويلة الثابتة: استبدل إطار الميكرومتر التقليدي بأسطوانة طويلة ثابتة علي شكل حلف T، الموضحة بالرسم التخطيطي بشكل 231، يتحرك

بداخلها عمود القياس وينتهي بقاعدة الارتكاز التي على شكل حلقة ذات قطر أكبر D ، بسمك 0.5 ملليمتر .

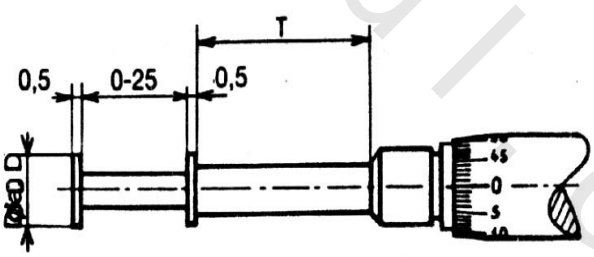
يختلف طول الأسطوانة الثابتة حرف T وقطر حلقة قاعدة الإرتكاز بميكرومتر أبعاد المجاري كما هو موضح بجدول ١٣ .

٣ – عمود القياس : يتحرك عمود القياس بداخل الأسطوانة الطويلة الثابتة T وينتهي بحلقة ذات قطر أكبر سمك 0.5 ملليمتر. تتماثل حلقة أسطوانية القياس مع حلقة قاعدة الارتكاز D . مجال تحرك عمود القياس هو 0 . 25 ملليمتر.

يختلف كل من طول الأسطوانة الثابتة حرف T وقطر حلقة قاعدة الارتكاز D بميكرومترات قياس أبعاد المجاري كما هو موضح بالجدول ١٢

جدول ١٢
طول الأسطوانة الثابتة وقطر حلقة قاعدتا الإرتاز

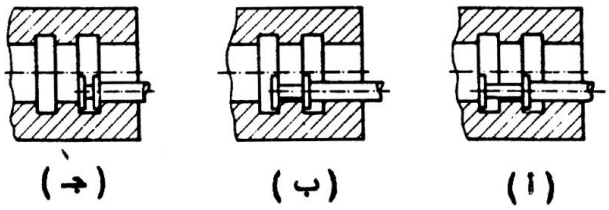
نطاق قياس الميكرومتر بالملليمترات	D	T
ميكرومتر صفر . ٢٥ ميكرومتر 25 . ٥٠	8.5 ١٢.٥	٤٠ 100



شكل 231
رسم تخطيطي لميكرومتر قياس أبعاد المجاري

يستخدم ميكرومتر قياس أبعاد المجاري في قياس أبعاد المجاري الداخلية والخارجية للمشغولات المختلفة كما هو موضح بشكل 232.

obeikandl.com



شكل 232
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 المجرى.

ميكرومتر قياس أبعاد مجاري الخوابير

Width of Slots Measurement Micrometer

يتكون ميكرومتر قياس أبعاد مجاري الخوابير الموضح بشكل 232 من جزأين أساسين هما :-

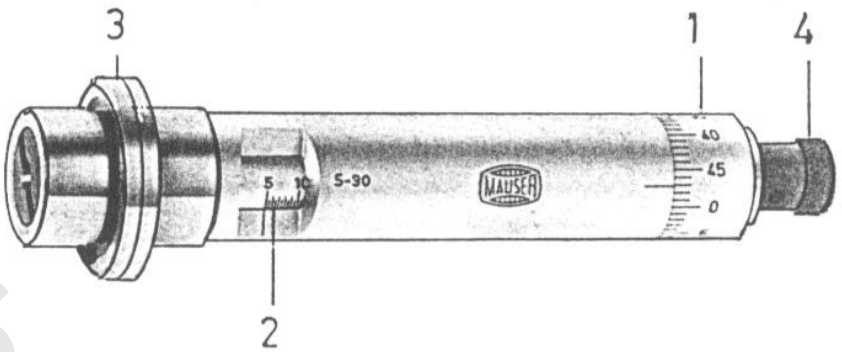
١- أسطوانة القياس الخارجية التي تحمل التقسيم الدائري المقسم إلى 50 جزء، تنتهي بحلقة ذات قطر أكبر يصل إلى 19 ملليمتر بسمك 2.5 ملليمتر.

2- 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.

دقة قياسه إلى 0.01 ملليمتر .. أضيف اليه ورنية ليصل دقة قياسه الي ٠.٠٠١ ملليمتر .



شكل 233
ميكرومتر قياس أبعاد مجاري الخوابير

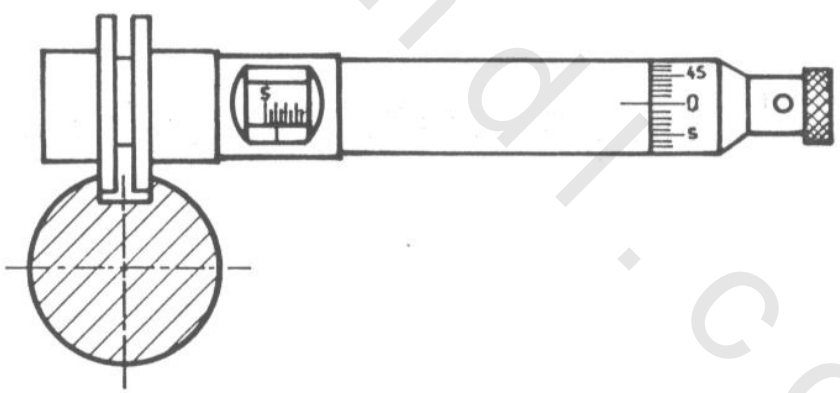
1- أسطوانة القياس الخارجية، تحمل التقسيم الدائري المقسم على 50 جزء.

٢- أسطوانة القياس الداخلية، تحمل التقسيم الرئيسي بطول 25 ملليمتر.

3- حلقتان أسطوانيتان كبيرتان.. (لاستخدامهما في قياس أبعاد مجاري الخوابير).

4- مسمار تحسس.

يستخدم ميكرومتر قياس أبعاد مجاري الخوابير في قياس أبعاد مجاري الخوابير الداخلية أو تقاس أبعاد مجاري الخوابير الخارجية كما هو موضح بشكل 234.



شكل 234
استخدام الميكرومتر في قياس مجاري الخوابير الخارجية

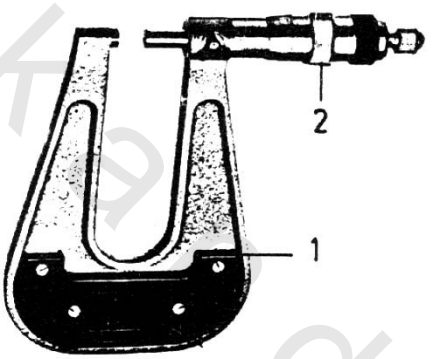
ميكرومتر قياس الألواح المعدنية

Sheet Metal Measurement Micrometer

يتكون ميكرومتر قياس الألواح المعدنية الموضح بشكل 235 من جزأين أساسيين هما :-

1- 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 بحلق أو بعمق (100 ملليمتر) حتى يتسنى له قياسات سمك الأبعاد العميقة للألواح المعدنية.

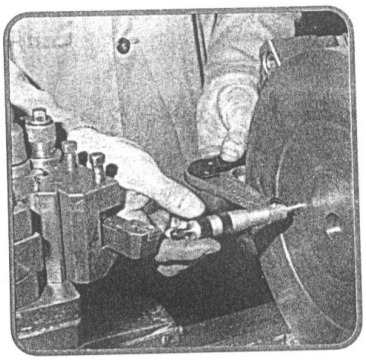


شكل 235
ميكرومتر قياس الألواح المعدنية

2- رأس الميكرومتر: خطوة قلاووظ 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 تآكلهما نتيجة لكثرة احتكاكهما بالمشغولات المعدنية المختلفة أثناء عمليات القياس.

يستخدم ميكرومتر قياس الألواح المعدنية لقياس سمك الألواح المعدنية المختلفة أو لقياس سمك الأجزاء العميقة لأقطار المشغولات كما هو موضح بشكل 236.

openkandil.com

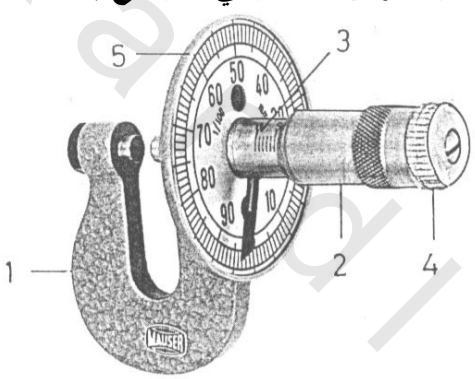


شكل 236
استخدام ميكرومتر قياس الألواح المعدنية
في قياس سمك الأجزاء العميقة للمشغولات

الميكرومتر ذو القرص الأسطواني

Sheet Metal Gauging Disc Micrometer

يتكون الميكرومتر ذو القرص الأسطواني الموضح بشكل 237 من الأجزاء الآتية:-



شكل 237
الميكرومتر ذو القرص الأسطواني

1- **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.**

2- **رأس الميكرومتر : خطوة قلاووظ عمود قياسه واحد ملليمتر، زود السطح الأمامي لكل من عمود القياس وقاعدة الارتكاز بالكربيد، وذلك لعدم تآكلهما**

obeikandi.com

نتيجة لكثرة احتكاكهما بالمشغولات المعدنية المختلفة أثناء عمليات القياس.

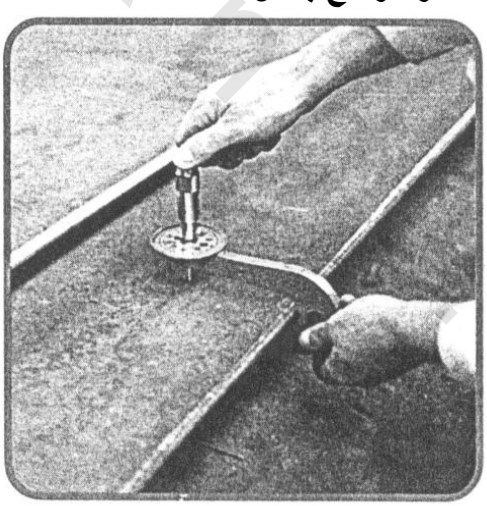
صمم رأس الميكرومتر بأربعة مجالات قياس هي 0 ـ 10 مم ، 0 ـ 15 مم ، 0 ـ 25 مم ، ٢٥ ـ 50 مم. دقة قياسه 0.01 ملليمتر. المؤشر مثبت بالرأس بحيث لا يتحرك .

٣-عمود القياس : مدرج بالملليمترات فقط.

4-عجلة التحسس : (عجلة الفويت) .. الغرض منها هو تحديد قوة الضغط ، لضمان دقة وحساسية المبكرومتر

٥- القرص الأسطواني : استبدل مخروط أسطوانة القياس بالميكرومتر التقليدي بقرص أسطواني مقسم إلى 100 قسم (أقسام متساوية). مثبت بأسطوانة القياس بحيث يتحرك معها الحركة الدائرية أثناء دورانه، ليشير إلى جزء من المائة من الملليمتر من خلال الرقم الذي يصل إليه المؤشر.

يستخدم الميكرومتر ذو القرص الأسطواني في قياس سمك الألواح المعدنية ذات القياسات الدقيقة كما هو موضح بشكل ٢٣٨.



شكل 238
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.

2- عدم استخدام الميكرومتر كمحدد قياس فرجاري، حيث يؤثر ذلك على الضغط على قلاووظ عمود القياس.

3- يجب استخدام عجلة التفويت (مسمار التحسس) أثناء عملية القياس وذلك للحصول على القياس الدقيق بالإضافة إلى المحافظة على دقة وحساسية الميكرومتر.

4- 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.

5- يجب المحافظة على الميكرومترات من الصدمات والصدأ وعدم وضعها أو تخزينها في وسط العدد بالأدراج.

6- 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.

7- عدم ترك الميكرومترات لفترات طويلة على المخارط بأعلى الرأس الثابت

openkandil.com

(بأعلى صندوق تروس السرعات) بدون حاجز واقي 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.

8- عدم تنظيف الميكرومتر أو تلميعها بأوراق الصنفرة مهما كانت نعومتها.

9- يراعى عدم تنظيف أجزاء الميكرومتر الداخلية بالبنزين، وتزييته بزيت خفيف خاص بالأجهزة الدقيقة في مكان واحد فقط هو لولب عمود القياس.

١٠- التأكد من دقة وحساسية الميكرومترات بمراجعتها دورياً بقياس مجموعة قوالب قياس بأبعاد مختلفة.

١١- تحفظ الميكرومترات في العلب، وتخزن في الأماكن المخصصة لها.

١٢-عند تخزين الميكرومترات لفترات طويلة، يجب تغليفها بأوراق شمعية وحفظها بأماكن مغلقة بعيدة عن الرطوبة، ويوصي أن تكون في درجة حرارة قدرها 20 درجة مئوية.

اختبار دقة قياس الميكرومترات :

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

openkanal.com

obeikandl.com

الفصل الثالث

ميكرومترات وأجهزة قياس اللوالب

Thread Measuring Equipment & Micrometers

تمهيد

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 سمى 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 للأنابيب (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.

يناقش هذا الفصل القلاووظات Thread بجميع أنواعها وأشكالها ومواصفات كل منها على حدة.

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

obeikandl.com

تعريف 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 القلاووظ:

Thread Usage

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

1- **إحكام ربط وتثبيت الأجزاء المختلفة.**

2- **عمل الوصلات بمسامير قابلة للفك والربط.**

3- **عمل وصلات بنهايات مواسير المياه والغاز أو غيرها.**

4- **تحويل الحركة الدورانية في أعمدة القلاووظ إلى حركة مستقيمة.**

أبعاد وصفات القلاووظ :

Thread Specifications & dimensions

لكل قلاووظ أبعاده المميزة، ويعتبر القطر وزاوية السن والخطوة (المسافة بين سنتين متتاليتين) أهم هذه الأبعاد، كما يشترط عند تركيب الوصلات المقلوظة 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 القلاووظات :

Thread Types

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

1- **قلاووظ تثبيت وتوصيل.**

2- **قلاووظ نقل حركة.**

openkanal.com

قلاووظ التثبيت والتوصيل

Fastening Screw Thread

مقطع سن قلاووظ التثبيت والتوصيل على شكل مثلث زاوية رأسه حادة مقدارها 60^0 أو 55^0.. لذلك يسمى بالوسط الفني بالقلاووظ المثلث.

تستخدم المسامير بالاستعانة بالصواميل لتثبيت الأجزاء بعضها ببعض أو للتثبيت المؤقت (لربط الجزء الذي يكثر استبداله أو فكه 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 المقلوظة من الداخل أو من الخارج لإمداد مواسير المياه والغاز.

ينتمي قلاووظ التثبيت والتوصيل إلى نظامين هما:-

1- **النظام المتري ..** Metric System

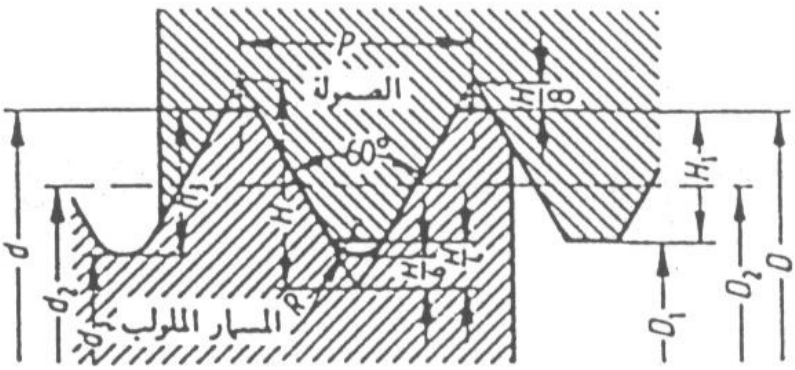
2- **النظام الإنجليزي ..** British system

القلاووظ المتري الدولي

Metric ISO thread

القلاووظ المتري الدولي الموضح 239 جميع أبعاده بالمليمترات، مقطع سنه على شكل مثلث متساوي الأضلاع، زاويته مقدارها 60^0 ، قمة سن المسمار والصامولة بشكل مستوٍ، أما قاع سن المسمار والصامولة فهما بشكل مستدير، يرمز له بالرمز M أو م.

obeikandl.com



شكل 239
القلاووظ المتري الدولي

القطر الاسمي ..... d = D

الخطوة ..... P

ارتفاع مثلث السن ..... H = 0.866 P

عمق سن المسمار..... $h_3 = 0.6134\ p$

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

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

قطر دائرة الخطوة (القطر المتوسط أو القطر الفعال للمسمار والصامولة).....
$D_2 = d_2 = d - 0.6495\ p$

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

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

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

زاوية السن..... 60^0 **.....**

كما يمكن استخدام المعادلات المقربة التالية:-

قطر قاع السن بالمسمار (القطر الأصغر للمسمار)..... $d_3 = d - 1.23\ p$
قطر دائرة الخطوة (القطر المتوسط للمسمار والصامولة)..... $D_2 = d_2 = d - 0.65\ p$
قطر قاع بالصامولة (القطر الأصغر للصامولة)..... $D_1 = d - 1.08\ p$

تتكون القلاووظات المترية من نوعين أساسيين هما:-

openkanal.com

1- **القلاووظ المتري الأساسي :**

Standard metric thread

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

2- **القلاووظ المتري الدقيق:**

Fine metric Thread

يسمى أيضاً بالقلاووظ المتري الخاص (Special metric Thread) **وله نفس المواصفات السابق ذكرها، وهو ذو خطوة صغيرة، ويعرف بقطره الخارجي × الخطوة.**

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

فيما يلي الجداول ١٣ ، ١٤ الخاصة بالقلاووظات المترية حسب النظام الدولي SI طبقاً لمواصفات ISO. وضعت هذه الجداول للاستعانة بها في أثناء التشغيل أو عند المعايرة.

obeikandl.com

جدول ١٣
القلاووظ المتري الأساسي الدولي ISO
Metric ISO Thread

القطر الاسمي d =D mm	الخطوة p mm	القطر المتوسط $d_2= D_2$ mm	القطر الأصغر		عمق السن		قوس قاع السن R mm	مساحة مقطع الرايش A_s mm	قطر ثقب الصامولة mm
			صامولة D_1 Mm	مسمار d_3 mm	صامولة H_1 mm	مسمار h_2 mm			
M1	0.25	0.838	0.729	0.693	0.135	1.153	0.036	0.46	0.75
M1.1	0.25	0.938	0.829	0.793	0.135	1.153	0.036	0.59	0.85
M1.2	0.25	1.038	0.929	0.893	0.135	1.153	0.036	0.73	0.95
M1.4	0.3	1.205	1.075	1.032	0.162	0.184	0.043	0.98	1.1
M1.6	0.35	1.273	1.221	1.171	0.189	0.215	0.051	1.27	1.3
M1.8	0.35	1.573	1.141	1.371	0.189	0.215	0.051	1.70	1.5
M2	0.4	1.740	1.567	1.509	0.217	0.245	0.058	2.07	1.6
M2.2	0.45	1.908	1.713	1.509	0.244	0.276	0.065	2.48	1.8
M2.5	0.45	2.208	2.013	1.648	0.244	0.276	0.065	3.39	2.1
M3	0.5	2.675	2.456	2.387	0.271	0.307	0.072	5.03	2.5
M3.5	0.6	3.110	2.850	2.764	0.325	0.368	0.087	6.77	2.9
M4	0.7	3.545	3.242	3.141	0.379	0.429	0.101	8.78	3.3
M5	0.8	4.480	4.134	4.019	0.433	0.491	0.115	14.2	4.2
M6	1	5.350	4.917	4.773	0.541	0.613	0.144	20.1	5.0
M8	1.25	7.188	6.647	6.466	0.677	0.767	0.180	36.6	6.8
M10	1.5	9.026	8.376	8.160	0.812	0.920	0.217	58.0	8.5
M12	1.75	10.863	10.106	9.853	0.947	1.074	0.253	84.3	10.2
M14	2	12.701	11.835	11.546	1.083	1.227	0.289	115	12
M16	2	14.701	13.835	13.546	1.083	1.227	0.289	157	14
M18	2.5	16.376	15.294	14.933	1.353	1.534	0.361	192	15.5
M20	2.5	18.376	17.294	16.933	1.353	1.534	0.361	245	17.5
M22	2.5	20.376	19.294	18.933	1.353	1.534	0.361	303	19.5
M24	3	22.051	20.752	20.319	1.624	1.840	0.433	353	21
M27	3	22.051	23.752	23.319	1.624	1.845	0.433	459	24
M30	3.5	27.727	26.211	25.706	1.894	2.147	0.505	561	26.5
M36	4	33.402	31.670	31.093	2.165	2.454	0.577	817	32
M42	4.5	39.077	37.129	36.479	2.436	2.760	0.650	1120	347.5
M48	5	44.752	42.587	41.866	2.706	3.067	0.722	1470	43
M56	5.5	52.428	50.046	49.252	2.977	3.374	0.794	2030	50.5
M64	6	60.103	57.505	56.639	3.248	3.681	0.866	3680	58

جدول ١٤
القلاووظ المتري الدقيق الدولي Iso
Fine Metric ISO Thread

القطر الأصغر		القطر المتوسط	القطر الاسمي	القطر الأصغر		القطر المتوسط	القطر الاسمي
للصامولة D_1 mm	للمسمار d_3 mm	$d_2 = D_2$ mm	$p \times d$ mm	للصامولة D_1 mm	للمسمار d_3 mm	$d_2 = D_2$ mm	$p \times d$ 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

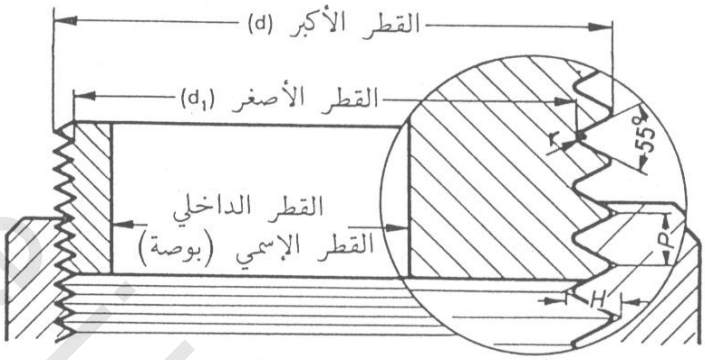
قلاووظ ويتورث للأنابيب

Whitworth Pipes Thread

قلاووظ ويتورث للأنابيب (المواسير) الموضح بشكل 240، 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، مقطع سنه على شكل مثلث متساوي الساقين، زاويته مقدارها 55^0 ، قمة وقاع سن المساورة والجلبة بشكل مستدير. يرمز له بالرمز R أو ر.



شكل 240
قلاووظ ويتورث للأنابيب

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

الخطوة بالملليمترات..... $p = \frac{25.4}{z}$

القطر الأكبر للولب الماسورة والجلبة..... d

القطر الأصغر للولب الماسورة والجلبة..... $d_1 = d - 1.28\ p$

قطر دائرة الخطوة (القطر المتوسط للماسورة والجلبة)..... $d_2 = d - 0.6403p$

استدارة قمة وقاع السن..... $r = 0.137\ p$

ارتفاع مثلث السن..... $H = 0.96\ p$

زاوية سن اللولب..... 55^0

يتشابه قلاووظ ويتورث للأنابيب مع قلاووظات المواصفات القياسية الإنجليزية القديمة.. ولكن باختلاف الخطوة فهي أصغر في قلاووظ الأنابيب الحديث.

يستعمل قلاووظ ويتورث للأنابيب في توصيل شبكات المياه والغاز.

من مواصفات قلاووظ ويتورث للأنابيب إنه لا ينسب تسميته إلى قطره الخارجي، بل إلى قطر الماسورة الداخلي.

openkanar.com

أي عند ذكر قلاووظ أنابيب 1″ أي القطر الداخلي 1″.

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

فيما يلي جدول ١٥ الخاص بقلاووظ ويتورث للأنابيب حسب النظام الدولي SI . وضع هذا الجدول للاستعانة بها أثناء التشغيل أو عند المعايرة .

جدول ١٥
قلاووظ ويتورث للأنابيب

القطر الاسمي (القطر الداخلي) بوصة	الماسورة الملولبة والجلبة		الخطوة P	عدد الخطوات في البوصة Z
	القطر الأكبر d	القطر الأصغر d_1		
$R\frac{1}{8}$	9.73	8.57	0.91	28
$R\frac{1}{4}$	13.16	11.45	1.34	19
$R\frac{3}{8}$	16.66	14.95	1.34	19
$R\frac{1}{2}$	20.96	18.63	1.81	14
($R\frac{5}{8}$)	22.91	20.59	1.81	14
$R\frac{3}{4}$	26.44	24.12	1.81	14
($R\frac{7}{8}$)	30.20	27.88	1.81	14
R1	33.25	30.29	2.31	11
$R1\frac{1}{4}$	٤١.٦١	38.95	2.31	11
$R1\frac{1}{2}$	47.81	44.85	2.31	11
($R1\frac{3}{4}$)	53.75	50.79	2.31	11
R2	59.62	56.66	2.31	11

obeikandl.com

(R2 $\frac{1}{4}$)	65.71	62.76	2.31	11
R2 $\frac{1}{2}$	75.19	72.23	2.31	11
R2 $\frac{3}{4}$	81.54	78.58	2.31	11
R3	87.89	84.93	2.31	11
R3 $\frac{1}{4}$	93.98	91.03	2.31	11
R3 $\frac{1}{2}$	100.33	97.37	2.31	11
(R3 $\frac{3}{4}$)	106.68	103.73	2.31	11
R4	113.03	110.08	2.31	11
(R4 $\frac{1}{2}$)	125.74	122.78	2.31	11
R5	138.44	135.48	2.31	11

ملاحظة :

ينبغي عدم استخدام المواسير والجلب الملولبة المبينة أقطارها الاسمية بين الأقواس، طالما كان ذلك ممكناً.

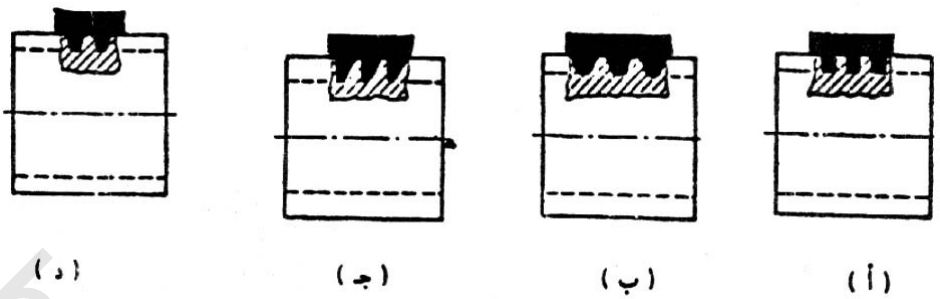
قلاووظات نقل الحركة

Power Transmission Threads

مقطع سن قلاووظات نقل الحركة على شكل مربع . شبه منحرف . مستدير . منشاري شكل 241.

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

obeikandi.com



شكل 241
مقطع أسنان قلاووظات نقل الحركة

(أ)قلاووظ مربع.

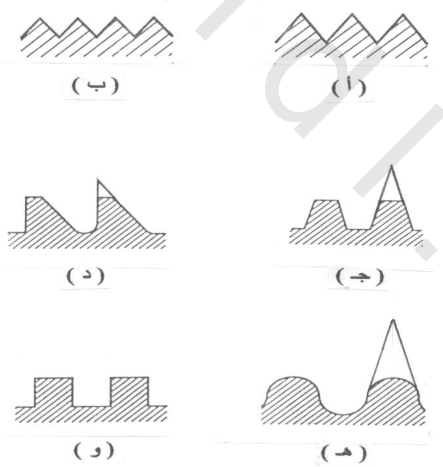
(ب) قلاووظ مستدير.

(ج) قلاووظ منشاري.

(د) قلاووظ شبه منحرف.

أساس شكل مقطع أسنان القلاووظات القياسية :

جميع أنواع القلاووظات القياسية (قلاووظ الربط والتوصيل وقلاووظ نقل الحركة) مقطع أسنانها مثلثة الشكل كما هو موضح بشكل 242.



شكل 242
جميع أنواع القلاووظات القياسية مقطع أسنانها مثلثة

(أ) قلاووظ متري.

opeikandl.com

(ب) قلاووظ ويتورث.

(ج) قلاووظ شبه منحرف.

(د) قلاووظ منشاري.

(هـ) قلاووظ مستدير.

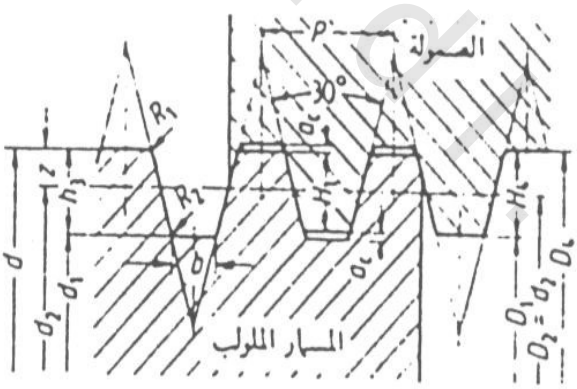
(و) قلاووظ مربع.. (غير قياسي إن المقطع الأساسي للسن مربع).

قلاووظ شبه المنحرف

Trapezoidal ISO Thread

قلاووظ شبه المنحرف الموضح بشكل 243 يسمى أيضاً بقلاووظ أكم (Acme) وهو من لوالب نقل الحركة. جميع أبعاده بالمليمترات. مقطع سنة على شكل شبه منحرف، زاويته مقدار 30^0. يرمز له بالرمز Tr أو تر.

يعتبر قلاووظ 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 القلاووظات بالمخارط – الفرايز – المقاشط.. الخ.



شكل 243
قلاووظ شبـــه المنحرف

القطر الاسمي ..... d = D

الخطوة..... p

قطر دائرة الخطوة .. (القطر المتوسط) ..... $d_2 = D_2 = d - 0.5\ P$

ارتفاع جانب السن..... $H_1 = .5\ P$

عمق السن..... $h_3 = H4 + 0.5p + ac$

القطر الأصغر للولب المسمار..... $d_3 = d - 2\ h_a$

القطر الأكبر للولب الصامولة..... $D_4 = d + 2ac$

القطر الأصغر للولب الصامولة..... $D_1 = d - 2\ H_1 = d - p$

رأس السن..... $Z = 0.25p = H\ \frac{1}{2}$

الخلوص..... ac

استدارة الحواف ..... $R_1 = 0.5\ ac$

استدارة الحواف ..... $R_2 = ac$

زاوية السن..... 30^0

عرض قلم الخراطة..... $b = 0.366p - 0.54\ ac$

فيما يلي جدول ١٦ الخاص بقلاووظ شبه المنحرف حسب النظام الدولي SI طبقاً لمواصفات ISO .

وضع هذا الجدول للاستعانة به أثناء التشغيل وعند المعايرة .

جدول ١٦
قلاووظ شبه المنحرف
حسب النظام الدولي SI طبقاً لمواصفات ISO

رمز اللولب $d \times p$	المسمار الملولب		الصامولة		عمق السن $h_3=H_4$ mm	قطر دائرة الخطوة $d_2=D_2$ mm	عرض قلم الخراطة b mm	خلوص القمة a_c mm
	القطر الأصغر d_3 mm	مساحة المقطع المستعرض للقلب Cm^2	القطر الأصغر D_1 mm	القطر الأكبر D_4 mm				
tr 10 × 2	7.5	0.44	8.0	10.5	1.25	9.0	0.597	0.25
tr 12 × 3	8.5	0.57	9.0	12.5	1.75	10.5	0.963	0.25
tr 16 × 4	11.5	1.04	12.0	16.5	2.25	14.0	1.329	0.25
tr 20 × 4	15.5	1.89	16.0	20.5	2.25	18.0	1.329	0.25
tr 24 × 5	18.5	2.69	19.0	24.5	2.75	21.5	1.695	٠.25

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

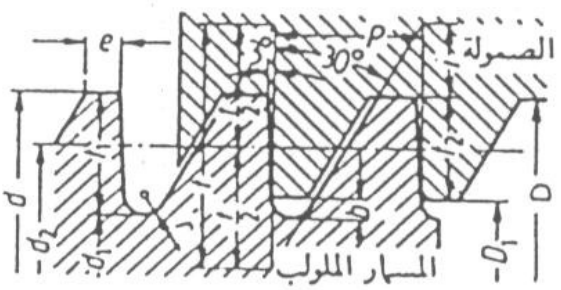
قلاووظ سن المنشار

Buttress Thread

قلاووظ سن المنشار الموضح بشكل 244 سمى بهذا الاسم لتشابه أسنانه مع أسنان

سلاح المنشار، كما يسمى بلولب سن كتفي، وهو ذو باب واحد. يعتبر من قلاووظات نقل الحركة.

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



شكل 244
قلاووظ ســـن المنشار

القطر الأكبر للولب المسمار = قطر قاع السن الأكبر للولب الصامولة ..... $d = D$

الخطوة ..... p

ارتفاع مثلث السن ..... $t = 1.732\ p$

عمق السن للمسمار ..... $t_1 = 0.868\ p$

عمق السن للصامولة..... $t_1 = 0.75\ _2t$

القطر الأصغر لسن المسمار..... $d_1 = d - 2t_1 = d - 1.736\ p$

القطر الأصغر للصامولة..... $D_1 = d - 2t_2 = d - 1.5p$

قطر دائرة الخطوة (القطر المتوسط)..... $d_2 = D + si - t = D - 0.682\ P$

زاوية السن..... $30^0 + 3^0 = 33^0$

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..... $r = 0.124\ P$

ملاحظة:

زاوية سن اللولب $33^0 = 3^0 + 30^0$

حيث يميل الضلع العلوي لسن اللولب بمقدار ثلاثة درجات في اتجاه التحميل .. (الاتجاه العمودي على المحور).

obeikandi.com

جدول ١٧
قلاووظ سن المنشار

رمز اللولب d × P	المسمار الملولب		الصامولة		قطر دائرة الخطوة d_2 mm	مساحة مقطع المستعرض للقلب Cm^2
	القطر الأصغر d_1 mm	عمق السن t_1 mm	القطر الأصغر D_1 mm	عمق السن t_2 mm		
S 12 × 2	8.528	1.736	9	1.5	10.636	0.571
S 16 × 2	12.528	1.736	13	1.5	14.636	1.23
S 20 × 2	16.528	1.736	17	1.5	18.636	2.15
S 24 × 3	18.794	2.603	19.5	2.25	21.954	2.77
S 30 × 3	24.794	2.603	25.5	2.25	27.954	4.83
S 36 × 3	30.794	2.603	31.5	2.25	33.954	7.45
S 40 × 3	34.794	2.603	35.5	2.25	37.954	9.51
S 48 × 3	42.794	2.603	43.5	2.25	45.954	14.38
S 55 × 3	49.794	2.603	50.5	2.25	52.954	19.47
S 60 × 3	54.794	2.603	55.5	2.25	57.954	23.58
S 70 × 4	63.058	3.471	64	3	.272٦٧	31.23
S 80 × 4	73.058	3.471	74	3	77.272	41.92
S 90 × 4	83.058	3.471	84	3	87.272	54.18
S 100 × 4	93.058	3.471	94	3	97.272	68.01
S 120 × 6	109.586	5.207	111	4.5	115.909	94.32

القلاووظ المستدير

Round Thread

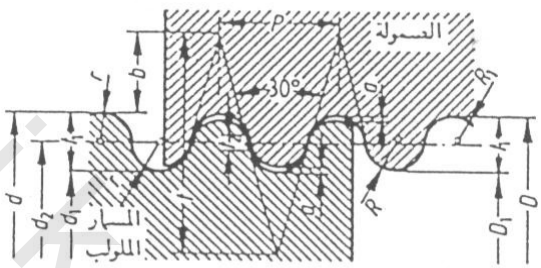
القلاووظ المستدير الموضح بشكل 245 يسمى بالمستدير أو النصف دائري نسبة إلى قمة وقاع أسنانه التي على شكل قوس والتي تجعل شكله كالمتآكل تآكلاً شديداً.

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

يصلح القلاووظ 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 للقلاووظ المستدير هو القطر الخارجي والخطوة، يعطيان بالبوصة. تقدر بعدد الأسنان في البوصة الطولية، بشكل جانباً أسنانه زاوية قدرها 30^0.

يرمز له بالرمز Rd أو رد.



شكل 245
القـــلاووظ المستدير

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

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

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

خلوص القمة..... $a = 0.05\ P$

القطر الأكبر للولب المسمار..... d

القطر الأصغر للولب المسمار..... $d_1 = d - 2\ t_1 = d - p$

القطر الأكبر للولب الصامولة..... $D = d + 2a = d + 0.1\ p$

القطر الأصغر للولب الصامولة..... $D_1 = d = 2\ (a - t_1) = d - 0.9\ p$

قطر دائرة الخطوة (القطر المتوسط)..... $d_2 = d + 2b - t = d - 0.5\ p$

زاوية السن..... 30^0

الارتفاع العمودي للمثلث من قمة سن لولب المسمار ..... $b = 0.683\ P$

قوس قمة وقاع السن بالمسمار ..... $r = 0.2385\ p$

قوس قمة سن الصامولة..... $R = 0.256\ P$

قوس قاع سن الصامولة $R_1 = 0.221\ p$

جدول ١٨
القـــلاووظ المستدير

رمز اللولب $d \times p$	المسمار الملولب: قطر القلب (الأصغر) d_1 mm	قطر دائرة الخطوة d_2 mm	الصامولة: القطر الأكبر D mm	الصامولة: القطر الأصغر D_1 mm	عدد خطوات البوصة Z	الخطوة P mm	عمق السن t_1 mm	عمق تحميل السن t_2 mm
Rd 8 × 1/10	5.460	6.730	8.254	5.714	10	2.540	1.270	0.212
Rd 10 × 1/10	7.460	8.730	10.254	7.714	10	2.540	1.270	0.212
Rd 12 × 1/10	9.460	10.730	10.254	9.714	10	2.540	1.270	0.212
Rd 16 × 1/8	12.825	14.412	16.318	13.142	8	3.175	1.588	2.265
Rd 20 X 1/8	16.825	18.412	20.318	17.142	8	3.175	1.588	٠.265
Rd 24 X 1/8	20.825	22.412	24.318	21.142	8	3.175	1.588	0.265
Rd 30 X 1/8	26.825	28.412	30.318	27.142	8	3.175	1.588	0.265
Rd 36 X 1/8	32.825	34.412	36.318	33.142	8	3.175	1.588	0.265
Rd 48 X 1/6	43.767	45.883	48.423	44.190	6	4.233	2.117	0.303
Rd 60 X 1/6	55.767	57.883	60.423	56.190	6	4.233	2.117	0.353

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:-

1- شكل اللولب نظيفاً وناعماً.

2- وجود شطف 45^0 في بداية اللولب ومجرى يساوي القطر الأصغر للولب في نهايته.

3- قمة الأسنان غير حادة.

4- مقطع سن اللولب بشكل عمودي على المحور.. أي السن غير مائل.

5- جوانب الأسنان هي المحملة وليست رؤوسها.

6- الانزلاق يكون محكماً.

7- مراجعة خطوات لوالب التثبيت باستخدام محدد قياس الخطوة المتري الذي زاوية ميله 60^0 أو الإنجليزي الذي زاويته 55^0.. بحيث يطابق أسنان اللولب المصنع تماماً.

تسمى محددات اللوالب بالوسط الفني بضبعة القلاووظ أو مشط القلاووظ أو كشاف القلاووظ.

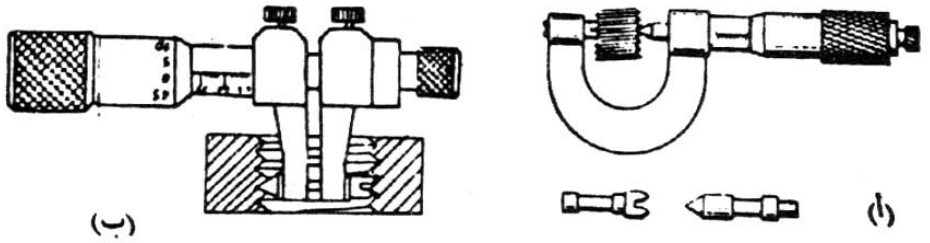
ميكرومتر قياس اللوالب

Screw Thread Micrometer

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

الميكرومترات الخارجية والداخلية لقياس اللوالب الموضحة بشكل 246 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.

openkandi.com



شكل 246
ميكرومترات قيـاس اللوالب

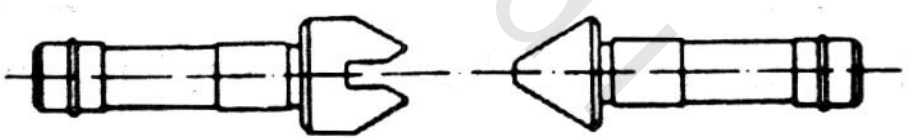
(أ) ميكرومتر قياس أسنان اللوالب الخارجية.
(ب) ميكرومتر قياس أسنان اللوالب الداخلية.

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 60^0 شكل 247 .

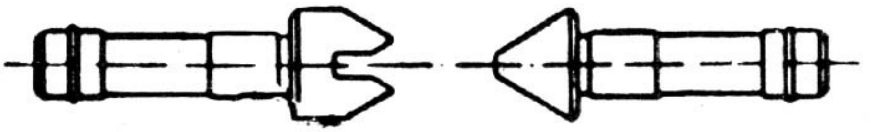
تبدأ من الخطوة 0.4 إلى 6 ملليمتر وبياناتها كالآتي:-



شكل 247
لقم متزاوجة لقياس أسنان اللولب المتري (ISO) 60^0

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

2- لقم قياس أسنان اللوالب الإنجليزية ويتورث (Whitworth) 55^0 شكل 248 تبدأ من 60 سنة في البوصة وتصل إلى 3 سنة في البوصة .. بياناتها كالآتي:-



شكل 248

لقم متزاوجة لقياس أسنان اللولب الإنجليزي ويتورث 55^0

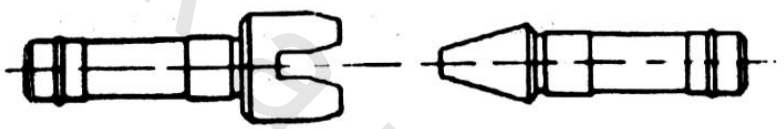
14 ، 16 . 18 ، 19 . 20 ، 24 . 28 ، 32 . 40 ، 48 . 60

4.5 . 5 ، 6 . 7 ، 8 . 9 ، 10 . 11 ، 12 .

4 . 3 **سنه في البوصة.**

3- **لقم لقياس أسنان اللولب الذي على شكل شبه منحرف 30^0 شكل** 249 **تبدأ من الخطوة** 15 . 12 **ملليمتر وبياناتها كالآتي:-**

1.5 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 12 **ملليمتر.**



شكل 249

لقم متزاوجة لقياس أسنان اللولب شبه المنحرف 30^0

ميكرومتر قياس اللوالب الخارجية

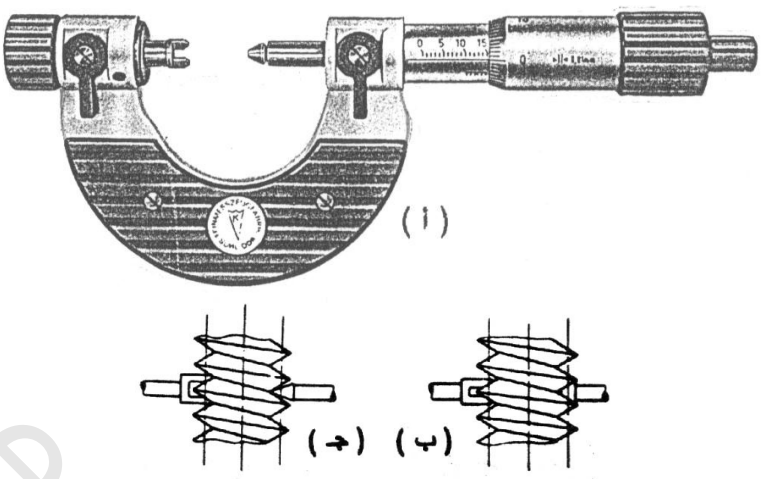
Outside Micrometer For Thread Measurement

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

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

شكل 250 **يوضح ميكرومتر قياس اللوالب الخارجية وأزواج اللقم المختلفة الخطوات.**

obeikandi.com



شكل 250
ميكرومتر قياس اللوالب الخارجية وأرواح اللقم المختلفة الخطوات

(أ) ميكرومتر قياس اللوالب الخارجية.
(ب) رسم تخطيطي لقياس قطر قاع السن.. القطر الأصغر.
(ج) رسم تخطيطي لقياس القطر الفعال.. القطر المتوسط.

نطاق قياس ميكرومتر اللوالب الخارجية :

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

ميكرومتر	0 ـ 25	ملليمتر
ميكرومتر	25 ـ 50	ملليمتر
ميكرومتر	50 ـ 75	ملليمتر
ميكرومتر	75 ـ 100	ملليمتر

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

ميكرومتر قياس اللوالب الداخلية

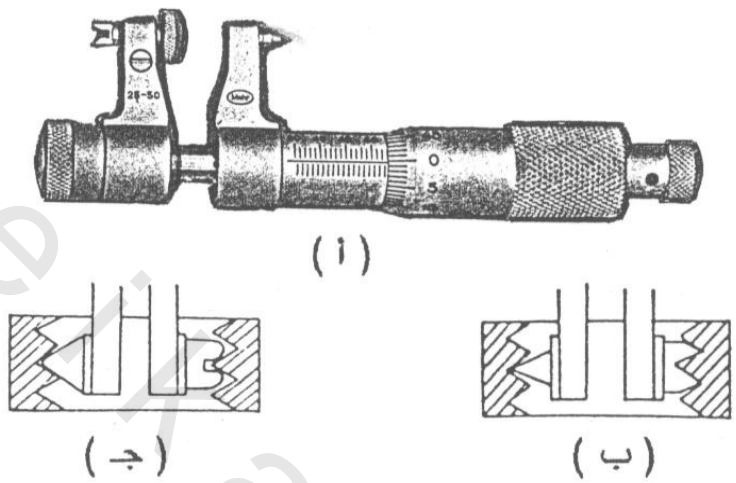
Inside Micrometer For Thread Measurement

صمم ميكرومتر قياس اللوالب الداخلية بإمكانية تثبيت واستبدال اللقم بخطواتها المختلفة.

obeikandl.com

يثبت بالميكرومتر لقمتان إحداهما بالفك الثابت والأخرى بالفك المتحرك.

شكل 251 يوضح ميكرومتر قياس اللوالب الداخلية وأزواج اللقم الخاصة بقياس قطر قاع السن بالصامولة، وقياس القطر الفعال.. (القطر المتوسط) بالصامولة.



شكل 251
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، وبزيادة 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 اللولب 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.

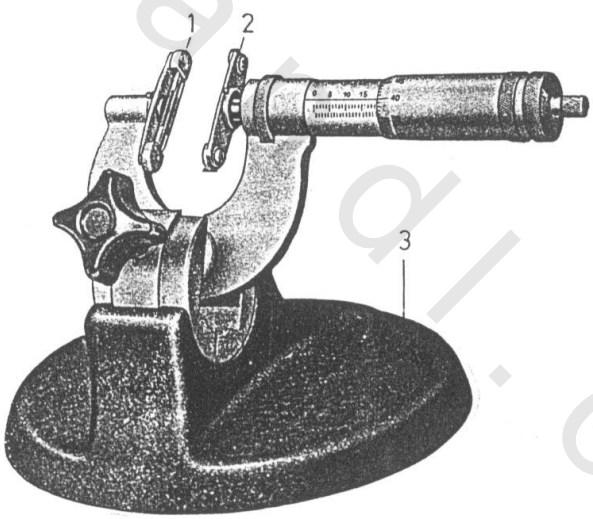
أولا : ميكرومتر قياس اللوالب ذو الثلاثة أسلاك

Thread Measuring Three Wite Micrometer

ميكرومتر قياس اللوالب ذو الثلاثة أسلاك شكل 252 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 Wire واحدة.

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 252
ميكرومتر قياس اللوالب ذو الثلاثة أسلاك

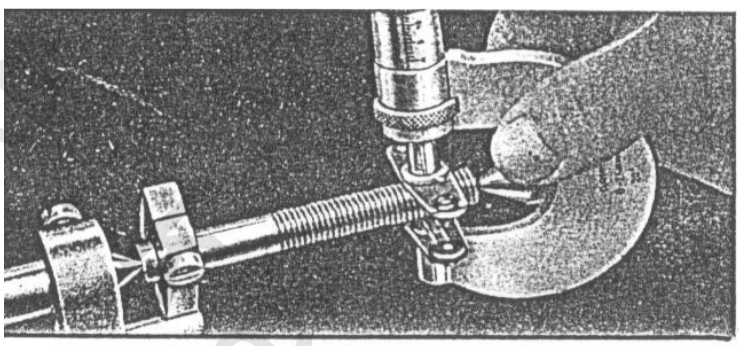
1- فك مثبت بقاعدة الارتكاز ويحتوي على سلكين قياس.

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

3- قاعدة لتثبيت الميكرومتر.

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

شكل 253 يوضح ميكرومتر قياس اللوالب ذو الثلاثة أسلاك أثناء قياس لولب لجزء في مرحلة التشغيل.

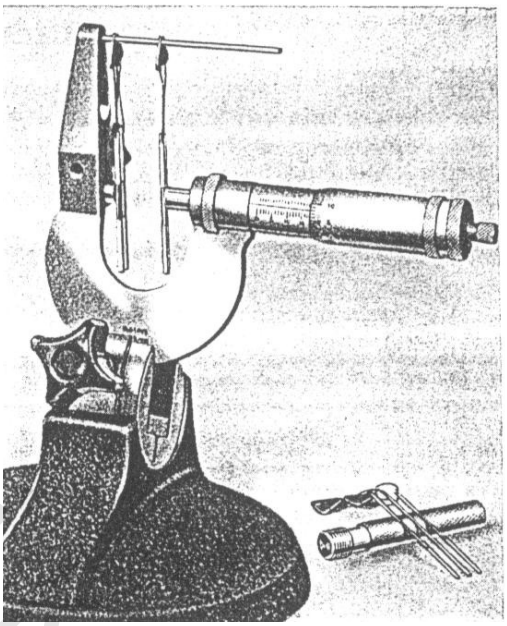


شكل 253
قياس لولب باستخدام ميكرومتر قياس اللوالب ذو الثلاثة أسلاك

ثانيا: ميكرومتر قياس اللوالب ذو الأسلاك الثلاثة الحرة

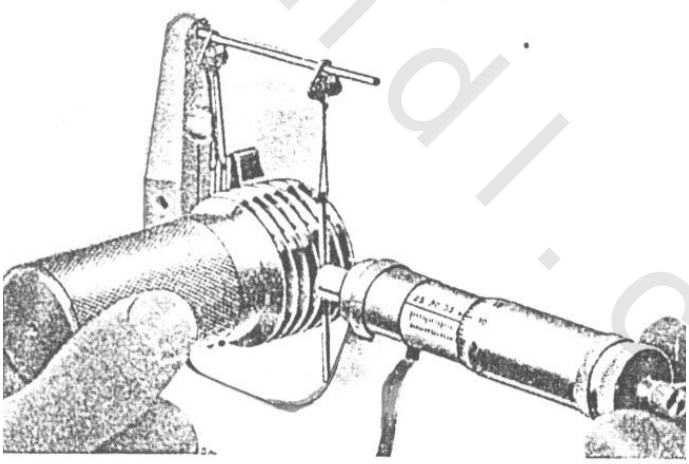
Free Tri – Thread Measuring Wire Micrometer

يصل دقة قياسه إلى 0.01 ملليمتر. تثبت الأسلاك الثلاثة على الحامل الخاص بالميكرومتر كما هو موضح بشكل 254 بحيث تلامس فكي قياس الميكرومتر، كما يثبت الميكرومتر على حامله الخاص لعدم انتقال حرارة اليد إليه، وخاصة أثناء استخدامه لفترات طويلة.



شكل 254
ميكرومتر قياس اللوالب ذو الأسلاك الثلاثة الحرة

وشكل 255 **يوضح ميكرومتر قياس اللوالب ذو الأسلاك الثلاثة الحرة أثناء قياس لولب.**



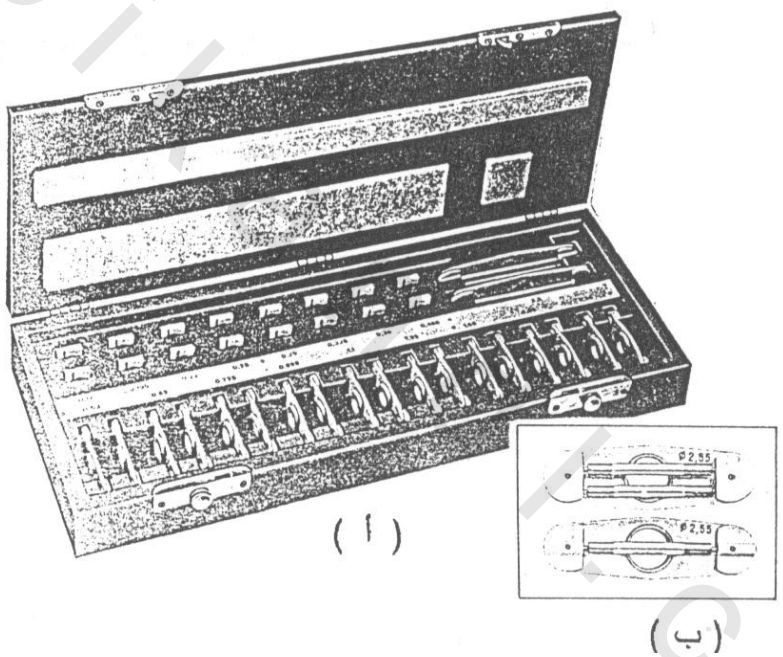
شكل 255
ميكرومتر قياس اللوالب ذو الثلاثة أسلاك الحرة أثناء قياس لولب

openkandil.com

الأسلاك المستخدمة في قياس اللوالب :

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

تتداول أسلاك القياس على هيئة أطقم مختلفة القياسات في صناديق خشبية، كل طقم مكون من ثلاثة أسلاك، وتوجد أطقم أسلاك القياس على هيئة فكوك كما هو موضح بشكل 256 **(أ). كل طقم مكون من فكين، مدون على كل منهما قطر السلك شكل** 256 **(ب). يثبت إحداهما في قاعدة ارتكاز الميكرومتر ويثبت الفك الآخر بعمود القياس.**



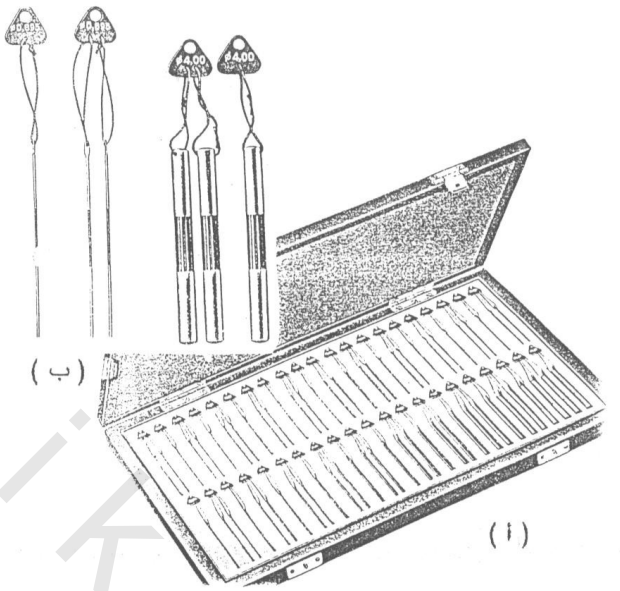
شكل 256
أطقم فكوك أسلاك قياس اللوالب

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

(ب) طقم فكوك أسلاك قياس اللوالب . 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 257.



شكل 257
أطقم أسلاك قياس اللوالب

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

(ب) طقمان مكبران لأسلاك قياس اللوالب 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 اللوالب المترية ما بين 0.17 **إلى** 4 **ملليمتر، كما يتراوح أقطار الأسلاك المستخدمة في قياس اللوالب 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 زاويا سن

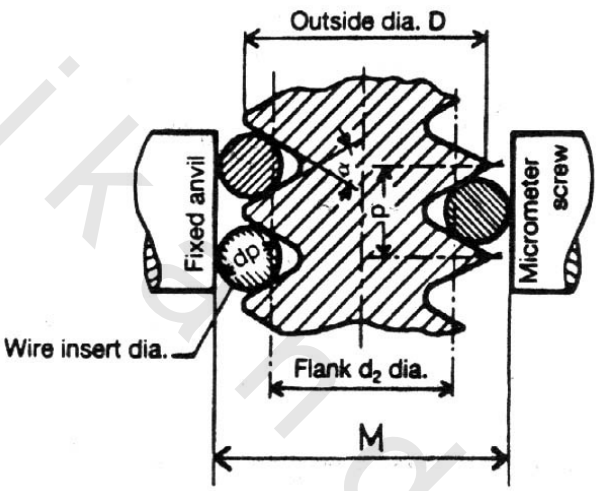
obeikandl.com

اللولب.

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 اللوالب ذات الثلاثة أسلاك في اختيار قياس القطر المتوسط للوالب التثبيت (اللوالب المترية 60^0 واللوالب الإنجليزية ويتورث ٥٥ °).

شكل 258 يوضح جانباً من لولب أثناء عملية القياس باستخدام الأسلاك الثلاثة.



شكل 258

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 مقاس 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 المعالة التالية:-

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

حيث d2 ... القطر المتوسط

M ... قياس الميكرومتر من أعلي الأسلاك

Dp ... قطر سلك القياس.

P ... الخطوة.

ويقارن القطر المتوسط (d2) الناتج من المعادلة السابقة مع جدول ١٩ الخاص بقياس اللوالب باستخدام الأسلاك والموضح فيما بعد.

فيما ياي جدول ١٩ الخاص أبعاد اللوالب المترية وأقطار أسلاك القياس والقراءات من أعلي السلك.

جدول ١٩

أبعاد اللوالب المترية وأقطار أسلاك القياس والقراءات من أعلي الأسلاك

openkandl.com

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 ... القط المتوسط.

Dp ... قطر السلك.

M ... قراءة الميكرومتر من أعلي الأسلاك.

ملاحظة:

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

جدول ٢٠
أبعاد اللوالب الإنجليزية (ويتورث) وأقطار أسلاك القياس
والقراءات من أعلي الأسلاك

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

حيث D ... مقاس 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 لوالب النظام المتري واستخدام ميكرومتر قياس اللوالب ذو الثلاثة أسلاك.. أوجد قيمة القطر المتوسط للولب متري ٢٤ M ومقارنته بالجدول.

الحل :

من خلال المقارنة بين قياس الميكرومتر من فوق الأسلاك، 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 2.05 ملليمتر.

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

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

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

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

$$= 25.606 - 6.15 + 8.748075$$

$$= 22.054 \text{ mm}$$

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

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

openkanal.com

مثال 2 :

من خلال جدول لوالب النظام المتري واستخدام ميكرومتر قياس اللوالب ذو الثلاثة أسلاك. أوجد قيمة القطر المتوسط للولب M68 ومقارنته بالجدول.

الحل :

من خلال المقارنة بين قياس الميكرومتر من أعلي الأسلاك، 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 وقطره هو 4.0 ملليمتر.

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

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

$$d_2 = M - 3dp + 0.866025\ P$$
$$d_2 = 70.91 - ((3\times 4) + (0.866025\times 6)$$
$$= 70.91 - 12 + 5.19615$$
$$= 64.106\ mm$$

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 لوالب النظام الإنجليزي ويتورث واستخدام ميكرومتر قياس اللوالب ذو الثلاثة أسلاك. أوجد قيمة القطر المتوسط للولب ومقارنته بالجدول ؟

الحل :

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

openkanal.com

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

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

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

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

$d2 = 6.616 - (3\times0.725(+)0.866025\times1.27)$

$= 6.616 - 2.175 + 1.09982$

$= 5.540\ mm$

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

يلاحظ الفرق بينهما هو 00003. مم. وهذا يعني أن 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 فوق الأسلاك، 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 المعادلة التالية:-

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

$d2 = 9.82 - (3\times0.985) + (0.866025\times1.588)$

obeikandi.com

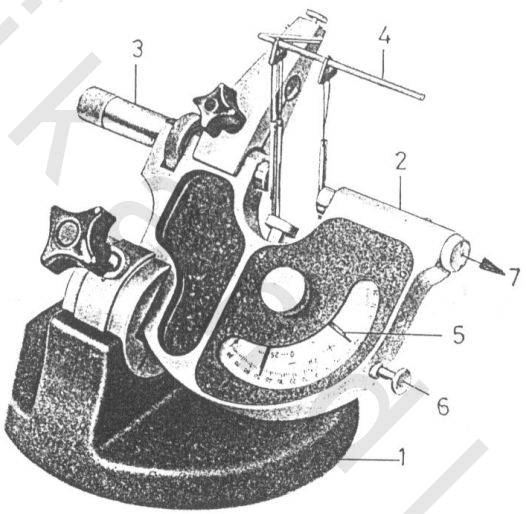
= 9.82 – 2.685 + 1.375
= 8.510 mm

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

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

ثالثا : ميكرومتر وجه الساعة ذو الأسلاك الثلاثة الحرة

صمم ميكرومتر وجه الساعة ذو الأسلاك الثلاثة الحرة الموضح بشكل 259 لقياس ومراجعة اللوالب المصنعة بإنتاج كمي.. (أي إنتاج السلعة الواحدة إنتاجاً كبيراً متكرراً).. يصل دقة قياسه إلى 2 ميكرون.



شكل 259
ميكرومتر وجه الساعة ذو الأسلاك الثلاثة الحرة

1- قاعدة لتثبيت الميكرومتر.

2- الميكرومتر البياني.

3- رأس الميكرومتر.

4- حامل خاص لتثبيت الأسلاك الثلاثة الحرة.

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

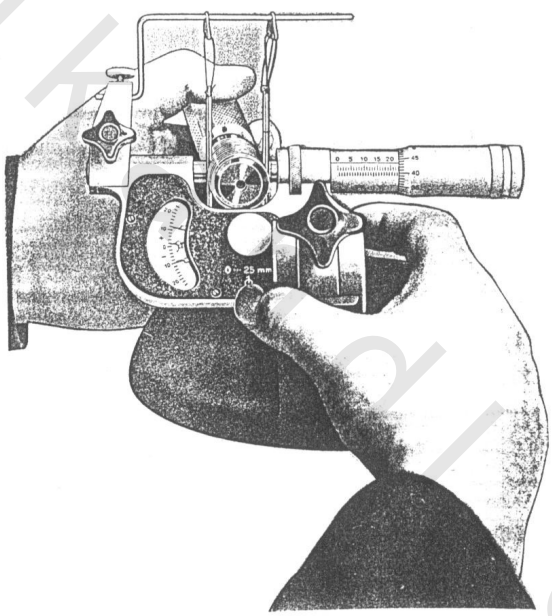
6- زر متصل بمجموع أذرع ونوابض داخلية للتحكم في حركة قاعدة الارتكاز

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 هذا الميكرومتر بمراجعة قياس أعداد كبيرة من اللوالب في زمن بسيط قياسي، حيث يوضح قيمة الزيادة أو النقص في قياس القطر المتوسط بدقة فائقة، للتأكد من الأجزاء المقبولة وعزل الأجزاء المرفوضة.

وشكل 260 يوضح ميكرومتر وجه الساعة ذو الأسلاك الثلاثة الحرة أثناء قياس لولب.



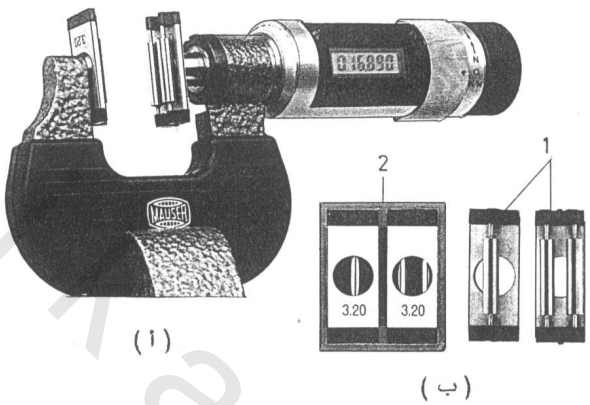
شكل 260
ميكرومتر وجه الساعة ذو الأسلاك الثلاثة الحرة أثناء قياس لولب

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 261 (أ) يستخدم في قياس القطر المتوسط للوالب، وهو عبارة عن ميكرومتر رقمي عادي، مثبت به فكين على كل من عمود القياس وقاعدة الارتكاز كما هو موضح بشكل 261 (ب).

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



شكل 261
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 الماكينات 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 262 من الأجزاء الآتية:-

1- قاعدة مصنوعة من الزهر وتحمل جميع أجزاء مبين الإسقاط.

2- قاعدة مستديرة مثبتة بشكل أفقي مستوية تمام.

3- فك مثبت بالقاعدة ويحتوي على سلكين قياس.

4- فك مثبت بعمود قياس مبين الإسقاط ويحتوي على سلك قياس واحد.

5- قائم رأسي مثبت بشكل عمودي على القاعدة.

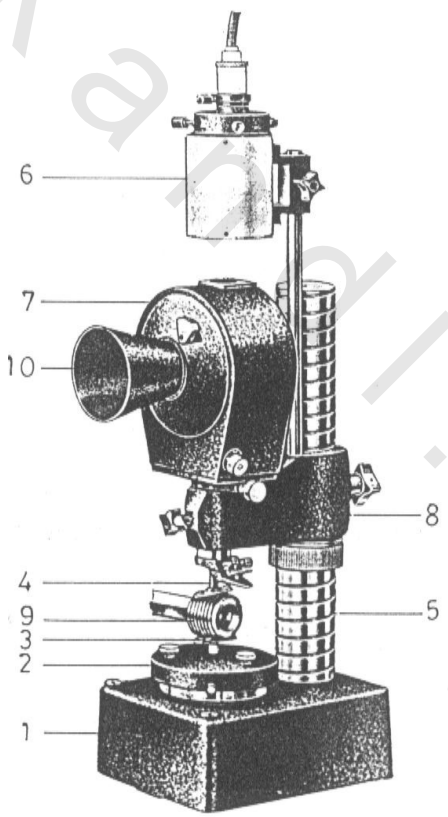
6- مصدر ضوئي يمكن تثبيته بالارتفاع المناسب.

7- غرفة عدسات الإسقاط.. (منظومة إسقاط يمكن التحكم في البعد البؤري لعدساتها لغرض التكبير).

8- حامل متحرك لغرفة عدسات الإسقاط، يثبت حسب قطر اللولب المراد اختباره.

9- اللولب المراد مراجعة واختبار دقة قياسه.

10- مكان الرؤية.. (رؤية الجزء المراد فحص دقة قياسه مكبر).



شكل 262
مبين إسقاط ميكانيكي ضوئي

obeikandl.com

الباب الخامس

أدوات وأجهزة القياس ذات الدقة العالية
High Accuracy Measuring Instruments
(أدوات وأجهزة الفحص والمعايرة والمقارنة)

أجهزة القياس والمعايرة

obeikandl.com

obeikandl.com

تمهيد

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

لذلك فقد صممت دور الصناعة أدوات فحص ذات أبعاد ثابتة تستخدم لفحص دقة المنتجات المصنعة، كما صممت أجهزة مقارنة لاستخدامها في مقارنة قياس مجموعة قوالب أو بقياس جزء نموذجي مع قياس المشغولات المصنعة الدقيقة ذات الإنتاج الكمي.. (لمعرفة مقدار الخطأ في انحراف القياس بالزائد أو بالناقص).

ولما كانت أدوات وأجهزة الفحص والمقارنة يمكن أن تتأثر دقة قياسها.. فكان لابد من وجود أدوات وأجهزة قياس أدق منها، وبالفعل فقد ظهرت أدوات وأجهزة المعايرة التي تستخدم لمراجعة دقة أدوات وأجهزة القياس والفحص وذلك بمقارنتها بأدوات وأجهزة قياس إمامية.

يناقش هذا الباب أدوات الفحص التي تشتمل على قدود ومحددات القياس المختلفة، مثل المحددات السدادية المختلفة النماذج التي تستخدم في فحص الثقوب المستقيمة والثقوب المستدقة، والمحددات الفرجارية والحلقية المستخدمة في فحص الأقطار الخارجية، ومحددات قياس اللوالب الداخلية والخارجية، ومحددات القياس البسيطة المساعدة.

كما يتناول أجهزة المقارنة التي تشتمل على مبنيات القياس المختلفة (ساعات القياس أو محددات القياس ذات الأقراص المدرجة) التي تستخدم في عمليات الفحص والمقارنة.

كما يتعرض لأدوات وأجهزة المعايرة التي تشتمل على قوالب القياس المنزلقة وقوالب قياس الزوايا.. مع شرح كل ما سبق ذكره على حدة.

محددات القياس
Limit Gauges

تستخدم القدمة ذات الورنية والميكرومتر في قياس المشغولات أثناء عمليات التشغيل، ولكن لا يستخدمان في عمليات الفحص وخاصة المشغولات الدقيقة ذات التفاوتات الضيقة المصنعة بالإنتاج الكمي والتي تصنع لغرض التبادلية، وذلك للاختلافات الناتجة عن دقة وحساسية وقوة نظر مستخدمي هذه الأدوات، ولاسيما إن الدقة والحساسية يختلفان من شخص إلى آخر، وفي الشخص نفسه من وقت إلى آخر، بالإضافة إلى الوقت الذي يضيع في ضبط دقة هذه الأدوات أثناء عمليات القياس.

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

ومحددات القياس هي أدوات مراجعة وفحص ذات دقة عالية، وهي عبارة عن فكينيحملان مقاسين بقيمتين محددتين (في حالة القياسات الخارجية) أو عبارة عن كتلتيت أسطانيتين على جانبي مقبض (في حالة القياسات الداخلية). يمثل أحد المقاسين الحد الأعلى للبعد المطلوب التحقيق منه، كما يمثل المقاس الآخر الحد الأدنى لنفس البعد، ويكون الفرق بين هذين المقاسين هو مقدار التجاوز أو الانحراف للقياس النموزجي.

ويعتبر الجزء المراد فحصه مقبولاً إذا مر بأحد مقاسي المحدد ولم يمر بالمقاس الآخر، ومرفوضاً إذا مر بالمقاسين معاً.. (حسب نوع القياسات إن كانت داخلية أو خارجية). ومن هنا جاءت تسمية هذه المحددات الدخول واللادخول (GO, NOT GO Gauges) .

openkandil.com

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

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

صممت محددات القياس لتكون نسخة مطابقة تماماً لقياسات الأجزاء التي يجري فحصها.

المواد المستخدمة في صنع محددات القياس :

تتأثر محددات القياس المختلفة الأنواع والأشكال من كثرة استعمالها وخاصة أثناء استخدامها لمعايرة المشغولات ذات المعادن الصلدة. لذلك فهي تصنع من مواد صلدة ومقاومة للتآكل مثل الصلب المسبوك الذي يتراوح نسبة الكربون فيه بين (0.8 ـ 1.1 %) كما تصنع من صلب العدة، كذلك يصنع من الصلب القابل للتغليف، وغالباً ما تكسى أسطح القياس بالكروم الصلد بطريقة الترسيب الكهربي، كما يجهز بعضها بلقم من الصلب المنجنيزي أو من كربيدات التنجستين نظراً لصلادتها الفائقة.. وحديثاً تصنع الأجزاء المعرضة للتآكل في محددات القياس من الكربيد الأسمنتي وهي مادة لها مقاومة كبيرة جداً للتآكل.

أنواع محددات القياس :

Gauges Types

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

1- محددات قياس الثقوب.

٢- محددات قياس الأعمدة.

٣- محددات قياس اللوالب الداخلية.

٤- محددات قياس اللوالب الخارجية.

5- محددات قياس اللوالب الخارجية القابلة للضبط.

محددات قياس الثقوب

Plug Gauges

تصنع محددات قياس الثقوب بقيمة محددة لمقاساتها ودقة قياسها وتفاوتات أبعادها. وتستعمل في مراجعة وفحص الأقطار والأبعاد الداخلية للمشغولات الدقيقة.

تتنوع محددات قياس الثقوب من حيث التصميم إلى أشكال مختلفة، كل منها يختص بمدى معين من المقاسات وهي كالآتي:-

أولا : محدد قياس سدادي

Plug Gauge

صممت محددات القياس السدادية بثلاثة أشكال مختلفة كما هي موضحة بشكل 263 وهي كالآتي:-

١- محدد قياس سدادي أحادي الطرف :

Single end Plug Gauge

عبارة عن مقبض ذو مقطع مسدس الشكل أو أسطواني مخشن، كل بعد له محددين منفصلين، أحدهما وهو محدد القياس السماحي (دخول GO) والآخر هو محدد القياس اللاسماحي (لا دخول NOT GO).

٢- محدد قياس سدادي بجانبين ثنائي الحد :

Twin end Plug Gauge

عبارة عن مقبض ذو مقطع مسدس الشكل أو أسطواني مخشن، يحمل قالبين (محددين قياس) أحدهما وهو الجانب الأيسر (الجانب السماحي GO) وهو القياس المقبول، والجانب الآخر بجهة اليمين وهو الجانب اللاسماحي (NOT GO) وهو القياس الغير مقبول، ويعرف من صغر حجمه وبوجود حلقة دائرية مطلية باللون الأحمر.

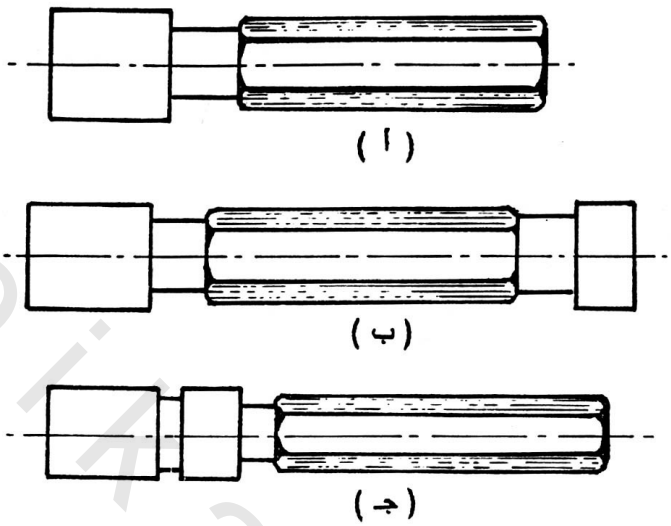
علماً بأن محددات القياس السدادية ذات الجانبين ثنائي الطرف.. أي التي تجمع بين الجانب السماحي واللاسماحي هي المحددات الأكثر انتشاراً.

٣- محدد قياس سدادي بجانبي واحد ثنائي الحد :

Double end Plug Gauge

openkanal.com

عبارة عن مقبض ذو مقطع مسدس الشكل أو أسطواني مخشن، يحمل قالب واحد ذو قطرين مختلفين، الجزء الأمامي وهو محدد القياس السماحي (GO)، والجزء الداخلي هو محدد القياس اللاسماحي (NOT GO).



شكل 263
محددات القيـــاس السدادية

(أ) محدد قياس سدادي أحادي الطرف.
(ب) محدد قياس سدادي بجانبين ثنائي الحد.
(ج) محدد قياس سدادي بجانب واحد ثنائي الحد.

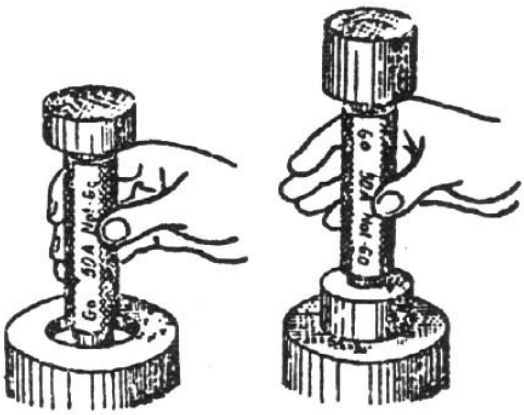
تستعمل محددات القياس السدادية ذات الجانبين ثنائية الطرف في مراجعة وفحص قياس الأقطار الداخلية ما بين 0.75 ـ 150 ملليمتر.

يعرف الجانب السماحي الدخول (GO) بأنه أطول من الجانب الآخر اللاسماحي أو اللادخول (NOT GO).

شكل 264 يوضح محدد قياس سدادي ذو جانبين ثنائي الطرف أثناء فحص ثقب بالطريقة الصحيحة.

ينضغط الهواء أمام محددات القياس السدادية أثناء عملية فحص قياس الثقوب الغير نافذة، مما يؤثر على دقة مراجعة القياسات، لذلك فقد أنتجت دور الصناعة هذه

المحددات بثقب صغير لطرد الهواء.



شكل 264 محدد قياس سدادي ذو جانبين ثنائي الطرف أثناء فحص ثقب بالطريقة الصحيحة

الخلاصة:

نستخلص مما سبق أن لكل قياس حدين (حد أعلى وحد أدنى) لذلك يجب التحقيق من وقوع القياس الفعلي بين هذين الحدين باستعمال محددين قياس. أحدهما سماحي (دخول) يمر في الجزء المراد مراجعة أو فحص قياسه وهو للإنتاج المقبول، ويميز بكلمة (GO)، والآخر هو اللاسماحي (لا دخول) لا يمر في الجزء المراد فحص قياسه، ويميز بكلمة (NOT GO) وبحلقة دائرية مطلية باللون الأحمر.. (أي عند مرور محدد القياس اللاسماحي بثقب مشغولة، تعتبر المشغولة مرفوضة).

والمشغولات التي يتم تصنيعها بإنتاج كمي، عادة تنحرف أبعادها قليلاً عن الأبعاد المحددة المطلوبة.

وعلي سبيل المثال .. في حالة ثقوب بمشغولات ذات إنتاج كمي قطرها الاسمي 20 ملليمتر، صالحة للإزدواج عندما تقع أبعادها النهائية ما بين الحدين الأدني والأعلى، وقدره ٢٠ ، ٢٠.٠٢١ ملليمتر، هذا يعني أن المنتجات التي تقع مابين هذين الحدين تكون مقبولة ، والثقوب التي تقل قطرها عن ٢٠.٠٠٠ ملليمتر أو التي تزيد عن ٢٠.٠٢١ ملليمتر، تعتبر إنتاجاً مرفوضاً.

الفرق بين البعدين (السماحي واللاسماحي) 0.021 ملليمتر، وهو مساوياً لمقدار

التفاوت المسموح به في القياس المراد فحصه.

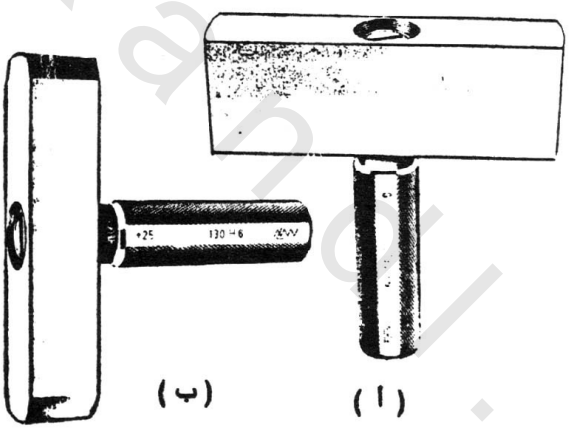
ثانيا : محدد قياس لوحي

Flat Gauge

عند زيادة أقطار محددات قياس الثقوب عن 150 ملليمتر ينتج عن ذلك زيادة وزن القالب الأسطواني، مما يؤثر وزنه على دقة ومراجعة القياسات.

لذلك فقد صممت دور الصناعة محددات قياس الأقطار الداخلية الكبيرة التي تزيد عن 130 ملليمتر إلى 380 ملليمتر على شكل ألواح كما هو موضح بشكل 265، لكل قياس محددين منفصلين، أحدهما محدد القياس سماحي (دخول GO)، والمحدد الآخر محدد قياس لا سماحي (لا دخول NOT GO).

صمم الجزء الملامس للقطر الداخلي بمحدد القياس اللوحي بشكل مستدير، وذلك للوصول إلى أفضل النتائج أثناء عملية المراجعة والفحص.



شكل 265
محدد قيـــاس لوحي

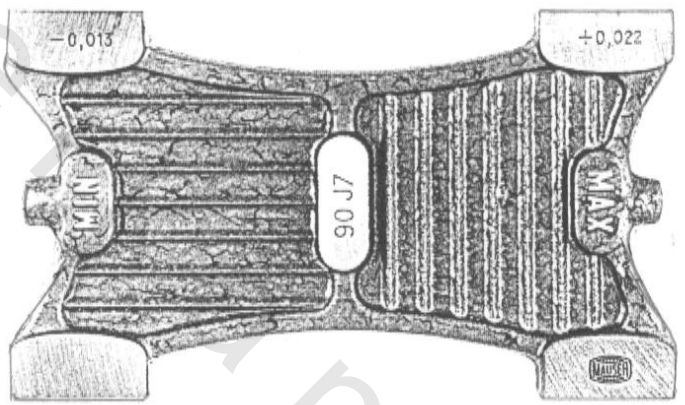
(أ) محدد القياس السماحي (دخول **GO**). يعرف من كبر حجمه.
(ب) محدد القياس اللاسماحي (لا دخول **NOT GO**).

ثالثا : محدد قياس مسطح

Flat Internal Double Limit Gauge

تستعمل محددات القياس المسطحة الموضحة بشكل 266 في مراجعة وفحص عرض المجاري والمشقبيات المتوازية الأسطح للأبعاد ما بين 4 . 130 ملليمتر.

يميز الجانب السماحي (دخول GO) بكلمة (MIN) المحفورة عليه، كما يميز الجانب اللاسماحي (لا دخول NOT GO) بكلمة (MAX).



شكل 266
محدد قيـــاس مسطح

رابعا : محدد قياس سدادي مستدق

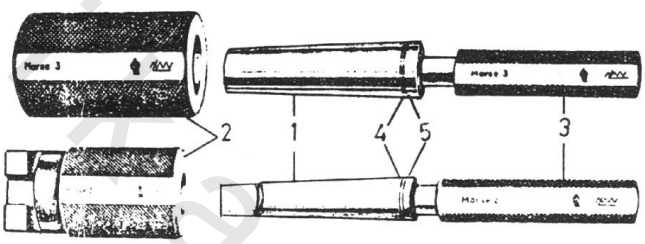
Taper Ring Gauge

محدد القياس السدادي المستدق الموضح بشكل 267 عبارة عن مقبض أسطواني مخشن، ينتهي بمستدق قياسي. صمم محدد القياس السدادي المستدق بدرجات استدقاق قياسية وذلك لمراجعة وفحص درجة دقة الاستدقاق (السلبة أو المخروط) الداخلي.

يوجد بطرف قياس المستدق حلقتين، أحدهما هي الحد المقبول السماحي (دخول GO) والأخرى هي الحد الغير مقبول اللاسماحي (اللادخول NOT GO) وذلك للتعرف على مدى صلاحية المستدقات المصنعة.

تختفي الحلقة الأولى الأمامية (GO) داخل الثقوب المقبولة (أي المشغولات التي في حدود التفاوت المسموح به)، كما تختفي الحلقة الثانية الخلفية (NOT GO) داخل الثقوب الغير مقبولة (المرفوضة).

أكثر محددات القياس السدادية المستدقة انتشاراً هي المستخدمة في مراجعة وفحص مستدق (سلبة) مورس بأرقامها المختلفة 0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6، والخاصة بأنصبة الثقابات (البنط) والبراغل، وأيضاً سلبة بروان وشارب الخاصة بالأنصبة المستدقة لكثير من العدد المستخدمة في الفرايز الرأسية مثل السكاكين والبراغل وغيرها.



شكل 267
محدد قياس سـدادي مستدق

1- محدد قياس سدادي مستدق.
٢- محدد قياس حلقي مستدق.
٣- مقبض أسطواني مخشن.
4- الحلقة الأولى لمحدد القياس السدادي المستدق تمثل الحد المقبول GO.
٥- الحلقة الثانية لمحدد القياس السدادي المستدق تمثل الحد الغير مقبول NOT GO.

محددات قياس الأعمدة

Snap Gauges

تستعمل محددات قياس الأعمدة في مراجعة وفحص أقطار المشغولات الخارجية الدقيقة، وتتنوع من حيث التصميم إلى أشكال مختلفة، كل منها يختص بمدى معين من المقاسات وهي كالآتي:-

أولا: محدد قياس فكي

Snap Gauge

محددات القياس الفكية تسمى أيضاً بمحددات القياس الأطباقية أو بمحددات القياس الفرجارية. صمم هذا النوع من محددات القياس بثلاثة أشكال مختلفة وهي:-

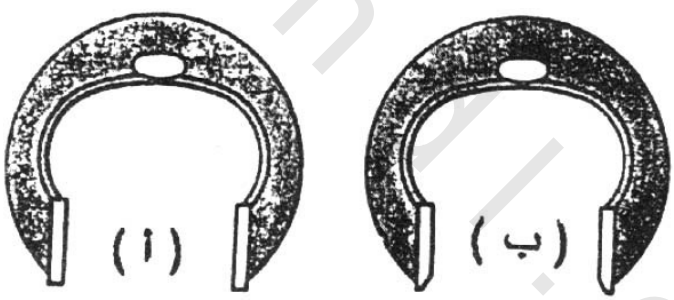
١- محدد قياس فكي أحادي الطرف :

Single end limit Snap Gauge

عبارة عن فك معدين بطرفين مقوسين، لذلك يسمى بمحدد القياس الفرجاري. يحمل بعد واحد فقط.

صمم لكل قياس محددان ثابتان منفصلان كما هو موضح بشكل 268، أحدهما هو محدد قياس سماحي، ويعبر عن الحد الأكبر للقياس أو القطر الأكبر المقبول (دخول GO)، والآخر هو محدد القياس اللاسماحي أو الحد الأصغر للقياس (القطر الأصغر) الغير مقبول (لا دخول NOT GO).

يستخدم محدد القياس الفكي أحادي الطرف في مراجعة وفحص أقطار المشغولات الخارجية الدقيقة التي يتراوح قطرها بين 100 . 400 ملليمتر.



شكل 268
محدد قياس فكي أحادي الطرف

(أ) محدد القياس السماحي.. دخول GO

(ب) محدد القياس اللاسماحي.. لا دخول NOT GO

٢- محدد قياس فكي ذو قياسين متعاقبين :

Single End Limit Snap Gauge

عبارة عن فك معدني مقوس يحمل بعدين ثابتين متتالين كما هو بشكل 269. توجد

مشقبية في أحد فكي المحدد تفصل الجزء الأمامي الذي تمر به المشغولة المقبولة وهو الحد الأكبر أو القطر الأكبر (دخول GO) عن الجزء الخلفي وهو الحد الأصغر للقياس أو القطر الأصغر المرفوض (لا دخول NOT GO).

شكل 269
محدد قياس فكي ذو قياسين متعاقبين

٣- محدد قياس فكي مزدوج :

Double End Limit Snap Gauge

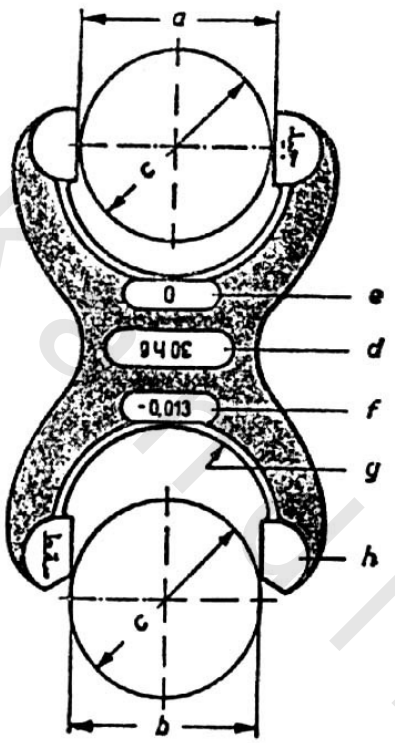
عبارة عن فكين بطرفين مقوسين يحملان جانبين ثابتين للقياس كما هو موضح بشكل 270، الفك اليساري وعادة محفور عليه قيمة التفاوت بالزائد وهو الجانب السماحي الذي تمر به المشغولات المقبولة (دخول GO)، والفك الآخر محفور عليه قيمة التفاوت بالناقص وهو جانب القياس المرفوض (لا دخول NOT GO) ويعرف بوجود منحنى دائري باللون الأحمر.

شكل 270
محدد قياس فكي مزدوج

الأعمدة الدقيقة المصنعة بتوافق خلوصي والمستعملة كأجزاء بآلات التشغيل أو بالماكينات المختلفة، لا يمكن أن تكون صالحة للاستعمال إلا إذا كان قياسها الفعلي

واقعاً بين الحدين (الحد الأعلى أو القياس الأكبر والحد الأدنى أو القياس الأصغر).

للتحقيق من هذين القياسين (الأكبر والأصغر) تستخدم محددات القياس الفكية المزدوجة الموضحة بشكل 271 بحيث تمر الأعمدة المقبولة بالجانب السماحي (دخول GO)، ولا تمر بالجانب اللاسماحي (لا دخول NOT GO). علماً بأن الأعمدة التي تمر بالجانب اللاسماحي (لا دخول NOT Go) تعتبر أعمدة تالفة. أي غير مقبولة لا يسمح باستخدامها.



شكل 271
استخدام محددات القياس الفكية المزدوجة
للتحقيق من قياس المشغولات بين الحدين الأكبر والأصغر

حيث a ... القياس الأكبر أو الجانب المقبول دخول GO.

B ... القياس الأصغر أو الجانب المرفوض لا دخول NOT GO.

C ... البعد الفعلي للعمود.. (أصغر من القطر الأكبر ،أكبر من القطر الأصغر).

D ... مقاس التوافق.

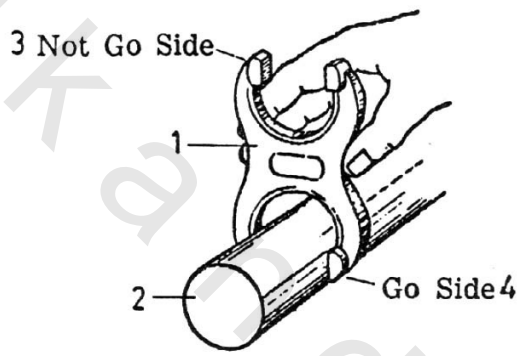
e ... مقدار التفاوت الزائد عن البعد الاسمي.

F ... مقدار التفاوت الناقص عن البعد الاسمي.

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

h ... فكوك قياس مشطوفة.

لدقة قياس المحددات المختلفة وارتفاع ثمنها، لذلك يراعى عدم استخدام العنف أثناء مراجعة وفحص قياس المشغولات، بل يجب استخدامها بالطرق الصحيحة الموضحة بشكل 272 بوضع محدد القياس على القطر الخارجي للعمود المراد فحص قياسه من جهة الدخول (GO) بحيث ينزلق على المشغولة تحت تأثير وزنه الذاتي، ولا يسمح لجهة اللادخول (NOT GO) سوى بالتعلق بسطح قطعة التشغيل فقط.



شكل 272

استخدام محدد القياس الفكي المزدوج بالطريقة الصحيحة

1- محدد قياس فكي مزدوج.

٢- العمود المراد مراجعة واختبار دقة قياسه.

٣- جانب الدخول GO.

٤- جانب اللادخول NOT GO.

ثانيا: محدد قياس فكي قابل للضبط

Adjustable Limit Ring Gauge

محدد القياس الفكي القابل للضبط الموضح بشكل 273 هو محدد متغير البعد، لذلك يسمى أيضاً بمحدد القياس الفكي المتغير البعد، أو بمحدد قياس ذات رؤوس قابلة للضبط.

يتشابه محدد القياس الفكي القابل للضبط مع محدد القياس الفكي ذو الساقين المتعاقبين باختلاف ضبط قياس البعدين المتتالين بالأول عن طريق الاستعانة بمجموعة قوالب قياس منزلقة لتحديد حدي القياس (المقاس الأكبر والمقاس الأصغر)، وتثبيت البعدين من خلال المسامير الملولبة.

تتميز هذه المحددات بإمكان استخدامها لمراجعة وفحص مقاسات الأقطار الخارجية المختلفة ذات الإنتاج المتوسط، وذات المقاييس والتجاوزات كثيرة التغير، حيث يمكن ضبط حدود القياس الدخول (GO) واللادخول (NOT GO) حسب المواصفات الفنية.

تتميز هذه المحدداتب توفير تكاليف شراء محددات قياس أخرى باهظة التكاليف.

شكل 273
محدد قيـاس فكي قابل للضبط.

ثالثا : محدد قياس حلقي

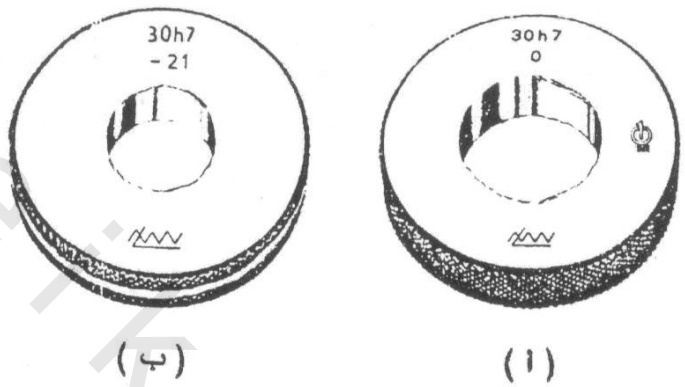
Ring Gauge

محدد القياس الحلقي هو عبارة عن قرص مستدير مثقوب ومجلخ، زود القطر الخارجي للمحدد بتخشين الترترة وذلك لسهولة التحكم به أثناء استعماله.

يوجد لكل قياس محددان منفصلان (حلقتان) كما هو موضح بشكل 274. أحدهما هو محدد قياس سماحي (دخول GO) وهو للإنتاج المقبول، محفور عليه قيمة (30

H7).

30 تعني القياس الاسمي، (H) نوع الازدواج، (7) الفئة. والحلقة الأخرى هي محدد قياس لا سماحي (لا دخول NOT GO) للإنتاج المفروض، محفور عليها (30 H7 21 -) .. أي قيمة القياس والحد الأدنى للتفاوت.



شكل 274
محدد قيـــاس حلقي

(أ) محدد قياس سماحي .. (دخول GO).

(ب) محدد قياس الا سماحي .. (لا دخول NOT GO).

صممت محددات قياس الأعمدة بصفة عامة لفحص ومعايرة قياس الأقطار الخارجية للأعمدة بكامل أطوالها.

وقد يواجه مستخدمي محددات القياس الحلقية صعوبة وخاصة في فحص ومعايرة الأعمدة الطويلة بالإضافة إلى ضياع الوقت.. (حيث يجب فحص دقة قياس الأقطار الخارجية للمشغولات بكامل أطوالها).

لذلك فقد اقتصر استخدامها على معايرة قياس الأقطار الخارجية للمشغولات القصيرة.

مما سبق فتعتبر محددات القياس الحلقية قليلة الاستخدام أو ذات استخدام محدود.

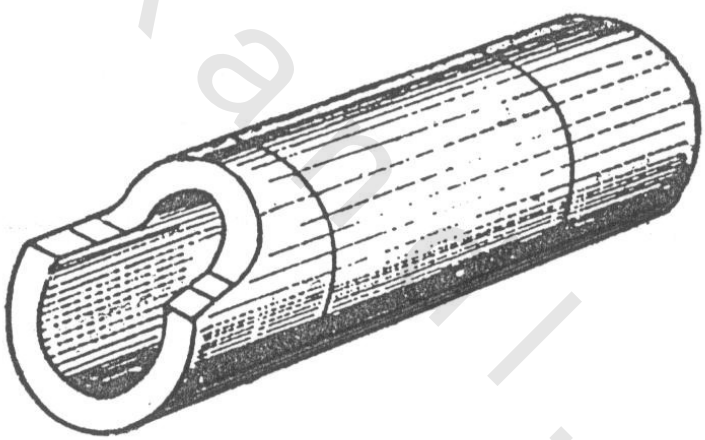
رابعا : محدد قياس حلقي مستدق

Taper Ring Gauge

عبارة عن جلبة أسطوانية بها ثقب مستدق قياسي مجلخ صممت المحددات المستدقة بمستدقات ذات درجات استدقاق قياسية وذلك لمراجعة وفحص درجة دقة الاستدقاق (السلبة أو المخروط) الخارجي.

محدد القياس الحلقي المستدق الموضح بشكل 275 محفور عليه خطين، الخط الأول، يعبر عن الدخول (GO) أي للإنتاج المقبول، والخط الثاني يعبر عن اللادخول (NOT GO) أي للمشغولات المرفوضة.

هذا يعني أن الأعمدة المستدقة التي تقع أطرافها بين الخطين المحفورين بمحدد القياس الحلقي المستدق تعتبر إنتاجاً مقبولاً .. أي أن التوافق بين العمود والمحدد يكون توافقاً محكماً. أما الأعمدة التي تتجاوز الخط الثاني فتعتبر مرفوضة.



شكل 275
محدد قياس حلقي مستدق

محددات قياس اللوالب

Thread Gauges

أثناء إنتاج اللوالب المتزاوجة الدقيقة، يجب التحقيق أولاً من مقادير القطر الاسمي والخطوة وزاوية السن، كما يجب أن تكون اللوالب بالمواصفات التالية:-

1- جوانب الأسنان هي المحملة وليست رءوسها.

٢- عمق السن كله محملاً.

٣- انزلاق اللوالب يكون محكماً.

٤- السطح الملولب نظيف أي خالي من العيوب.

وتعاير لوالب مشغولات المنتجات المصنعة باستخدام محددات قياس اللوالب، وهي أدوات فحص ذات دقة عالية.

تستخدم محددات قياس اللوالب في مراجعة وفحص دقة قياس اللوالب ذات التفاوتات الضيقة وخاصة لوالب المشغولات ذات الإنتاج الكمي التي تنتج لغرض التبادلية.

أنواع محددات قياس اللوالب:

Thread Gauges Types

توجد محددات قياس اللوالب بتصميمات وأشكال مختلفة، يمكن تقسيمها إلى الأنواع الأساسية التالية:-

أولا ، محددات قياس اللوالب الداخلية

Internal Thread Gauges

تصنع محددات قياس اللوالب الداخلية بقيمة محددة لمقاساتها وخطواتها ودقة قياسها وتفاوتات أبعادها، كما تستعمل في مراجعة وفحص اللوالب الداخلية للمشغولات الدقيقة.

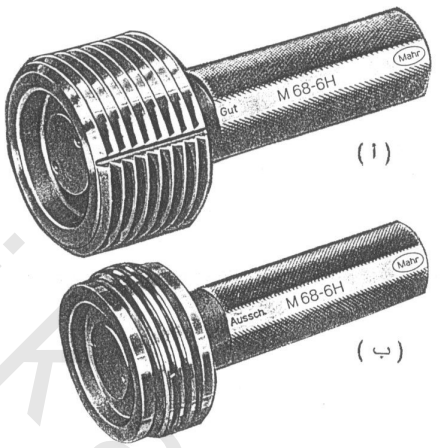
تتنوع محددات قياس اللوالب الداخلية من حيث التصميم إلى أشكال مختلفة وهي كالآتي:-

١- محدد قياس اللوالب السدادي أحادي الطرف:

محدد قياس اللوالب السدادي أحادي الطرف الموضح بشكل 276 عبارة عن مقبض ذو مقطع مسدس أو أسطواني مخشن، كل قياس له محددين منفصلين محفور على كل منهما بيانات اللولب، أحدهما بالحد الأصغر أو بالقطر الأصغر دخول (GO) أي

obeikandi.com

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



شكل 276
محدد قياس اللوالب السدادي أحادي الطرف

(أ) محدد قياس لولب سدادي دخول GO.

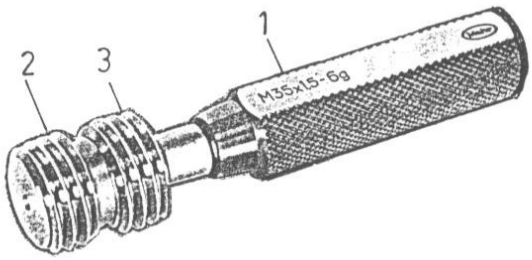
(ب) محدد قياس لولب سدادي لا دخول NOT GO.

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

محدد قياس اللوالب السدادي ذو الجانب الواحد ثنائي الطرف الموضح بشكل 277 عبارة عن مقبض ذو مقطع مسدس أو أسطواني مخشن، يحمل قالب واحد ملولب ذو قطرين مختلفين يفصلهما مجرى أسطواني.

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

obeikandl.com



شكل 277
محدد قياس اللوالب السدادي بجانب واحد ثنائي الطرف

1- محدد قياس لوالب سدادي بجانب واحد ثنائي الطرف.

٢- جانب القبول.. دخول GO.

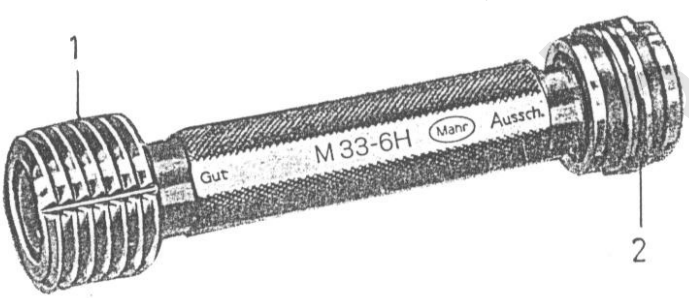
٣- جانب الرفض.. لا دخول NOT GO.

3- **محدد قياس اللوالب السدادي ثنائي الطرف :**

وهو عبارة عن مقبض مسدس الشكل أو أسطواني مخشن، يحمل قالبين ملولبين (محددين قياس ملولبين) كما هو موضح بشكل 278.

الجانب الأيسر هو الحد الأصغر أو القطر الأصغر دخول (GO) **ويعرف من خلال لولبة القالب كله، وهو للإنتاج المقبول.**

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



شكل 278
محدد قياس اللوالب السدادي ثنائي الطرف

1- جانب القبول.. دخول GO.

2- جانب الرفض.. لا دخول NOT GO.

ثانيا : محددات قياس اللوالب الخارجية

Outside Thread Gauges

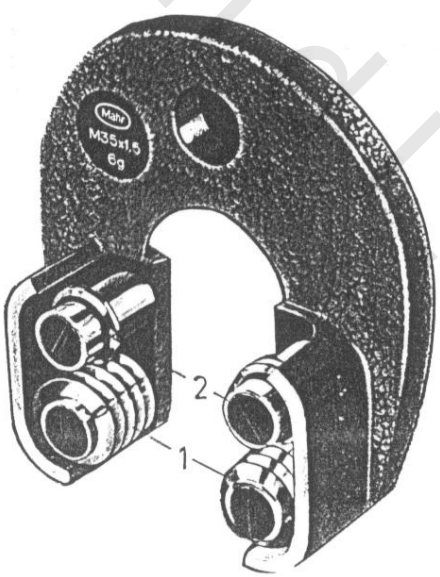
تستعمل محددات قياس اللوالب الخارجية في معايرة (مراجعة وفحص) اللوالب الخارجية الدقيقة، وتتنوع من حيث التصميم إلى أشكال مختلفة وهي كالآتي:-

١- محدد قياس اللوالب الفكي :

يتكون محدد قياس اللوالب الفكي الموضح بشكل 279 من فك على شكل حرف U، يحمل أربع بكرات (أسطوانات) ملولبة ومجلخة بدقة عالية، مركبة على محاور مصقولة متوازية ومحاذية لبعضها البعض، بحيث تكون جميع البكرات قابلة للدوران (باحتكاك تدحرجي) أثناء اختبار اللوالب.

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

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



شكل 279

محدد قيـاس اللوالب الفكي

1- جانب القبول.. GO.

2- جانب الرفض.. لا دخول NOT GO.

يوضع محدد قياس اللوالب الفكي علي اللولب المراد معايرته (مراجعته أو فحصه). تعتبر اللوالب مقبولة عندما يمر جانب القبول الأمامي GO بدفع خفيف، وتعتبر المشغولات التي يشتبك بها جانب الرفض GOT NOT فإنها تعتبر مرفوضة.

اللوالب المرفوضة فهي التي يمر بجانب القبول الأمامي GO كما يمر بجانب الرفض GOT NOT.

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

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

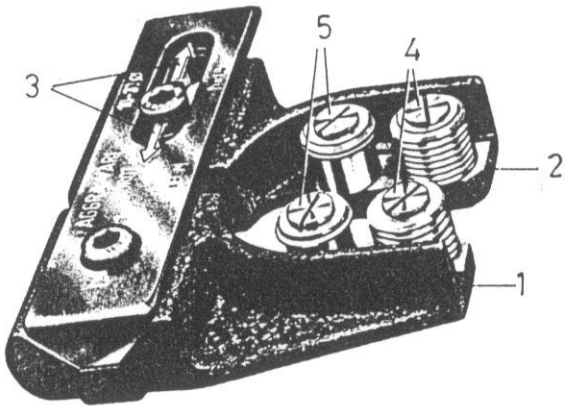
ثالثا : محدد قياس اللوالب الفكي القابل للضبط

Roll – Type Thread Limit Gauge

يتشابه محدد قياس اللوالب الفكي القابل للضبط الموضح بشكل 280 مع محدد قياس اللوالب الفكي الثابت السابق ذكره، باختلاف انفصال الفكين عن بعضهما وتثبيتهما من خلال مسامير ملولبة.

تضبط أبعاد البكرات حسب قياس اللوالب المراد فحصها باستخدام محددات قياس اللوالب السدادية.

obeikandl.com



شكل 280
محدد قياس اللولب الفكي القابل للضبط

1- فك ثابت.
٢- فك قابل للحركة.
٣- اتجاه حركة الفك القابل للحركة.
٤- بكرتان تمثلان الجانب السماحي دخول (GO).
5- بكرتان تمثلان الجانب اللاسماحي لا دخول (NOT GO).

تتميز محددات قياس اللوالب الفكية القابلة للضبط لإمكان استخدامها لمعايرة اللوالب المختلفة الأقطار والمتحدة في الخطوة. التي تؤدي إلى توفير شراء محددات قياس أخرى باهظة الثمن.

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

رابعا: محدد قياس اللوالب الحلقي

Ring Thread Gauge

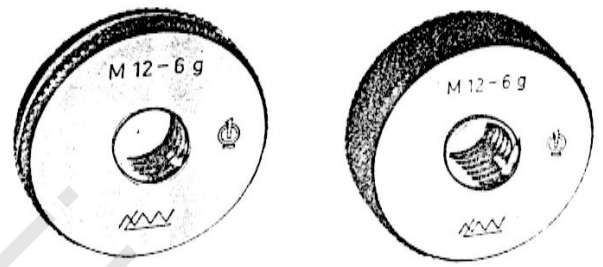
عبارة عن قرص مستدير مثقوب به لولب داخلي مجلخ بقيمة محددة، زود القطر الخارجي للمحدد بتخشين وذلك لسهولة التحكم به أثناء استعماله.

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

obeikandi.com

صمم لكل قياس محددين (حلقتين منفصلتين) أحدهما دخول (GO) والأخرى لادخول (NOT GO)، محفور على كل منهما كما هو موضح بشكل 281 القطر الاسمي والرتبة ونوع الازدواج.

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



شكل 281

محدد قياس اللوالب الحلقي NOT Go. GO

M12 ... القطر الاسمي للولب.

6 ..... الرتبة أو الفئة.

g ..... نوع الازدواج

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

M12 × 1.5 - 69

حيث M12 × 1.5 **.. القطر الاسمي للوالب × الخطوة**

6 ..... **الرتبة أو الفئة**

g ..... **نوع الازدواج**

ملاحظة :

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

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

obeikandl.com

لإخراجه.. بالإضافة إلى ضياع الوقت.

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

مما سبق فتعتبر محددات قياس اللوالب الحلقية قليلة الانتشار أو ذات استخدام محدود.

مميزات محددات القياس الثابتة :

تتميز محددات القياس الثابتة المختلفة الأنواع والأشكال بالآتي:-

١- إتمام عملية المراجعة والفحص بسرعة.

٢- تصنع من مواد صلدة ومقاومة للتآكل.. لذلك فهي معمرة، واحتمال أخطائها غير وارد.

٣- لا تعتمد على الحس من شخص إلى آخر.. لذلك فإن جميع نتائجها صحيحة ودقيقة.

٤- أحجامها صغيرة.

٥- أسعارها معتدلة.

الخلاصة :

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

العوامل التي تؤثر على صلاحية محددات القياس :

تتوقف صلاحية محددات القياس على العوامل الآتية:-

1- مدى العناية أثناء استخدامها وعند تخزينها.

obeikandl.com

2- كثرة احتكاكها بالمعادن المراد فحصها.

٣- درجة نعومة الأسطح المراد فحصها.

محددات القياس البسيطة

Simple Gauges

تنتج دور الصناعة مجموعة محددات قياس بسيطة بأشكال مختلفة، لاستخدامها في عدة أغراض، مثل محدد قياس الشقوق - محدد قياس خطوة القلاووظ - محدد قياس أقلام القلاووظ - محدد قياس الأقواس - محدد قياس الثقوب - محدد قياس الزوايا - محدد قياس زوايا الثقابات.. وغيرها.

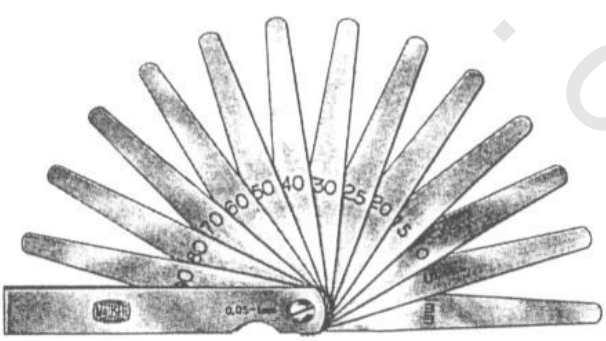
فيما يلي عرض للمحددات القياس البسيطة الأكثر انتشاراً.

محدد قياس الشقوق:

Feeler Gauge

محدد قياس الشقوق الموضح بشكل 282 يسمى بالوسط الفني بمقياس التحسس أو بالمجس.

يتكون من مجموعة من الشرائح (صفائح رقيقة) مصنوعة من الصلب الزنبركي (صلب الياياتSpring Steel ..) ذات سماكات (تخانات) مختلفة في غاية من الدقة، مثبتة مع بعضها البعض بتيلة أو بمسمار لولبي عند أحد أطرافها.



شكل 282

obeikandi.com

محدد قيـــاس الشقوق

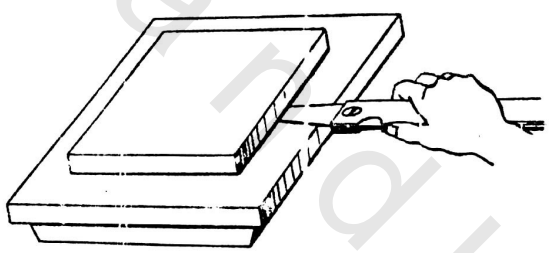
يستخدم محدد قياس الشقوق في قياس الفراغات الصغيرة الدقيقة، أو الخلوص ما بين الأجزاء الميكانيكية كما هو موضح بشكل 282، والتي يصعب قياسها بأدوات وأجهزة القياس المختلفة، وأكثر محددات قياس الشقوق انتشاراً هي الآتي:-

1- مجس يحتوي على ثمانية شرائح معدنية، بسمك من 0.03 . 0.1 ملليمتر، بزيادة قدرها 0.01 ملليمتر في كل قياس.

2- مجس يحتوي على 20 شريحة معدنية، بسمك من 0.5 . 1 ملليمتر بزيادة، قدرها 0.05 ملليمتر في كل قياس.

3- مجس يحتوي على 13 شريحة معدنية، بسمك 0.05 - ٠.١ - 0.15 - 0.2 - 0.25 - 0.4 - 0.5 - 0.6 - 0.7 - 0.8 - 0.9 - 1 ملليمتر.

٤- مجس يحتوي على 20 شريحة معدنية، بسمك 1 . 2 ملليمتر، بزيادة قدرها 0.1 ملليمتر في كل قياس.



شكل 283
قياس الفراغات الدقيقة (الخلوص) بين الأجزاء الميكانيكية

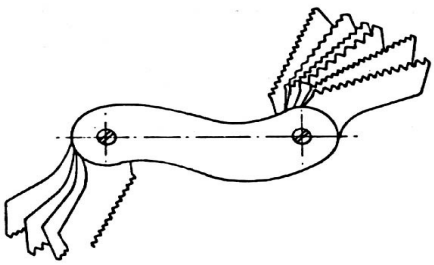
محدد قياس خطوة القلاووظ :

Screw Pitch gauge

محدد قياس خطوة القلاووظ Thread Gauge الموضح بشكل 284 أو كشاف القلاووظ أو مطوة القلاووظ .. كلها مسميات شائعة بين الوسط الفني. وهي عبارة عن مجموعة رقائق معدنية مصنوعة من الصلب، مثبتة عند أحد أطرافها بمسمار لولبي، يوجد على طرف كل منها عدد من الأسنان ذات أشكال وخطوات قياسية مختلفة.. (عبارة عن الأشكال النهائية لخطوات أسنان القلاووظ، ومحفور على سطح كل منها

obeikandl.com

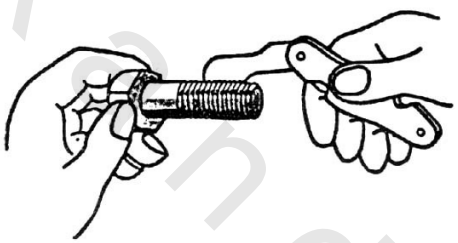
مقدار الخطوة).



شكل 284
محدد قياس خطـوة القلاووظ

تنـتج دور الصـناعة محـددات قيـاس خطـوة القـلاووظ بالنظـام المتـري 60^0 أو بالإنجليزي 55^0، كما توجد محددات أخرى تحمل كلا النظامين معاً (المتري والإنجليزي).

يستخدم هذا المحدد للتعرف على خطوة أي لولب ربط وتثبيت، وتعرف الخطوة من توافق محدد قياس خطوة القلاووظ مع أسنان اللولب كما هو موضح بشكل 285.



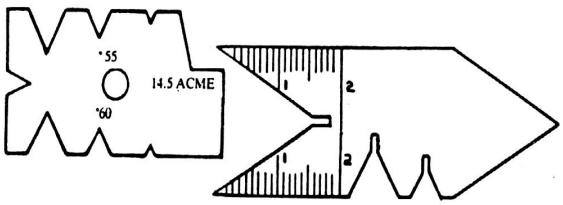
شكل 285
التعرف على خطوة أي لولب ربط وتثبيت باستخدام محدد قياس خطوة القلاووظ

محدد ضبط أقلام قطع القلاووظ :

تعرف أقلام القلاووظ عن بعضها البعض بزوايا الحد القاطع، حيث توجد أقلام قلاووظ بزوايا مختلفة 60^0–55^0–30^0.

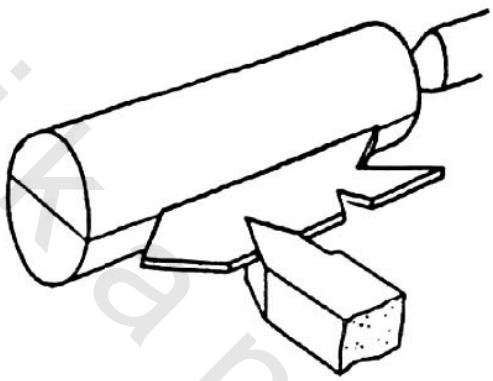
أثناء تجليخ وتجهيز أقلام القلاووظ المختلفة، أو عند إعادة تجليخها، يجب فحصها للتأكد من زاوية الحد القاطع مطابقة لزاوية اللولب المراد تشغيله. وتنتج دور الصناعة محددات قياس أقلام القلاووظ بأشكال مختلفة كما هو موضح بشكل 286.

تستخدم هذه المحددات لضبط زوايا الحدود القاطعة لأقلام القلاووظ أثناء تجهيزها.



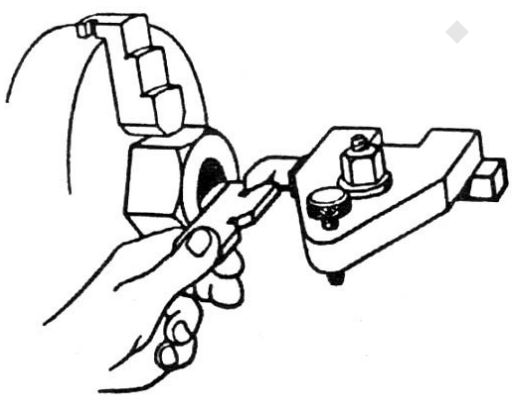
شكل 286
محددات قياس ضبط أقلام قطع القلاووظ

يستخدم محدد قياس أقلام القلاووظ لضبط تعامد قلم قطع القلاووظ الخارجي على محور المشغولة (على محور الذنبتين) كما هو موضح بشكل 287.



شكل 287
استخدام محدد قياس أقلام القلاووظ في ضبط تعامد القلم الخارجي على محور المشغولة

كما يستخدم محدد قياس أقلام القلاووظ لضبط تعامد قلم قطع القلاووظ الداخلي على محور المشغولة أو على محور الذنبتين كما هو موضح بشكل 288.



obeikandl.com

شكل 288
استخدام محدد قياس أقلام القلاووظ في ضبط تعامد القلم الداخلي على محور المشغولة

محدد قياس الأقواس :

Radius Gauge

يتكون محدد قياس الأقواس Radius Gauge **الموضح بشكل** 289 **من مجموعة رقائق معدنية مصنوعة من الصلب، مثبتة على جانبين، جانب يحمل الأقواس المحدبة، والجانب الآخر يحمل الأقواس المقعرة.**

تثبت الرقائق من كلا الجانبين بمسمار ملولبين، تشكل علي هذه الرقائق الأقواس المحدبة والمقعرة ذات قياسات دقيقة متدرجة.

تنتج دور الصناعة محددات قياس الأقواس بثلاثة قياسات متدرجة وهي كالآتي:-

1- **محدد قياس الأقواس الصغيرة المكون من** 17 **قياس (أي** 17 **قوس مقعر) يتراوح ما بين** 1 **.** 7 **ملليمتر وهي كالآتي:-**

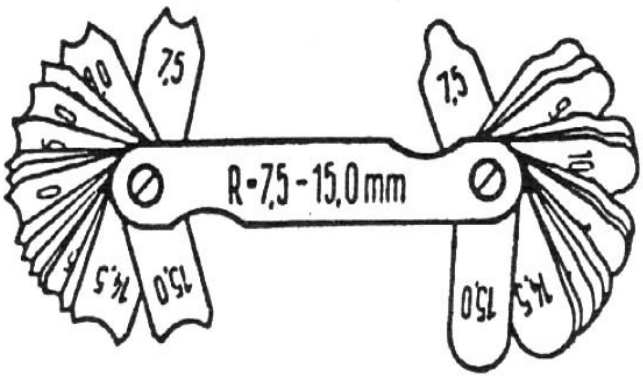
1 – 1.25 – 1.5 – 1.75 – 2 – 2.25 – 3 – 3.5 – 4 – 4.5 – 5 – 5.5 – 6 – 6.5 – 7 – 1 **ملليمتر.**

2- **محدد قياس الأقواس المتوسطة المكون من** 16 **قياس يتراوح ما بين الأقواس** 7.5 **.** 15 **ملليمتر، بزيادة قدرها** 0.5 **ملليمتر في كل قياس.**

3- **محدد قياس الأقواس الكبيرة المكون من** 15 **قياس يتراوح ما بين الأقواس** 15.5 **.** 25 **ملليمتر وهي:-**

15.5 – 16.6 – 25 – 24 – 23 – 22 – 21 – 20 – 19.5 – 19 – 18.5 – 18 – 17.5 – 17 **ملليمتر.**

obeikandl.com



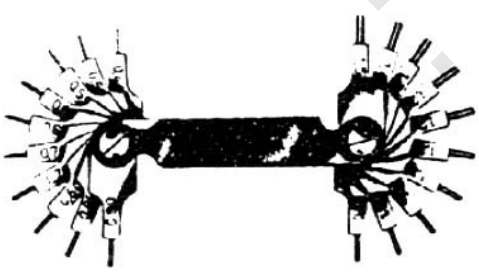
شكل 289
محدد قيـــاس الأقواس

يستخدم محدد قياس الأقواس في مراجعة قياس أقواس الأقلام المشكلة، كما يستخدم في فحص أنصاف أقطار المشغولات المصنعة.

محدد قياس الثقوب :

محدد قياس الثقوب شكل 290 عبارة عن مجموعة رقائق معدنية من الصلب تنتهي بأقطار صغيرة متدرجة، تثبت الرقائق مع بعضها البعض عند أحد أطرافها بمسمار لولبي.

يستخدم محدد قياس الثقوب في فحص واختبار ومراجعة أقطار قياس الثقوب ذات الأقطار الصغيرة جداً، التي تنحصر ما بين 0.2 . 3 ملليمتر والتي يصعب قياسها بأدوات القياس التقليدية.



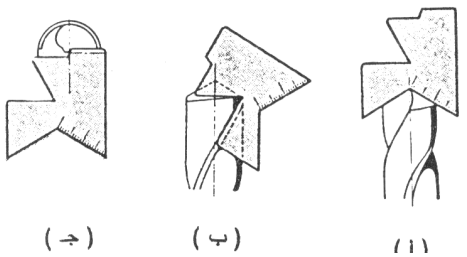
شكل 290
محدد قيـــاس الثقوب

محدد قياس المثاقب الالتوائية :

Twist drill Gauge

openkanal.com

بعد الانتهاء من عملية تجليخ الثقابات (البنط) سواء بجهاز تجليخ الثقابات أو على آلة التجليخ اليدوي، يجب التحقيق من دقة زواياها الهامة، وذلك باستخدام محدد قياس زوايا الثقابات (ضبعة قياس زوايا البنط) شكل 291 بفحص الزوايا الآتية:-



شكل ٢٩١
التحقيق من دقة زوايا الثقابات
باستخدام محدد قياس زوايا الثقابات

(أ) زاوية الرأس مناسبة لنوع معدن المشغولة المراد ثقبها .. (الحدين القاطعين الرئيسين لزاوية الرأس متماثلين).

(ب) زاوية الجرف (زاوية ميل الخطوة الحلزونية)، لاختبار الثاقب المناسب لنوع معدن المشغولة.

(ج) زاوية الحد القاطع العرضي تكون بشكل مستقيم وبزاوية قدرها 55^0.

محدد قياس الزوايا:

Angle Gauge

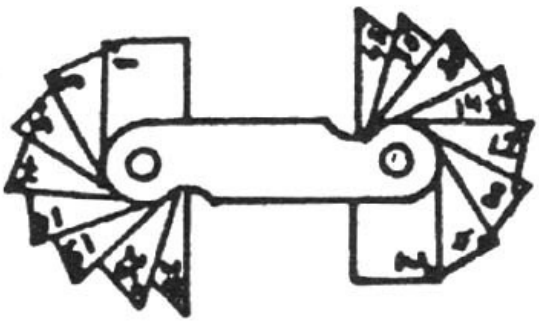
يتكون محدد قياس الزوايا من مجموعة رقائق معدنية مصنوع من صلب اليايات Spring Steel **مثبتة مع بعضها البعض بتيلة أو بمسمار لولبي عند أحد أطرافها.**

يستخدم محدد قياس الزوايا في التحقيق من زوايا المشغولات المصنعة كما يستخدم في قياس الزوايا التي يصعب قياسها بأدوات قياس الزوايا الأخرى.

يشتمل محدد قياس الزوايا الموضح بشكل 292 من مجموعة من الزوايا وهي:

١° - ٢° - ٣° - ٤° - ٥° - ٦° - ٧° - ٨° - ٩° - 10° - ١١° - ١٢° - ١٤° - ١٤.٥° - ١٥° - ٢٠° - ٢٥° - ٣٠° - ٣٥° - ٤٥°.

obeikandl.com



شكل 292
محدد قيـــاس الزوايا

قوالب القياس

Gauge Blocks

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

وتنقسم قوالب القياس إلى نوعين أساسيين هما:-

١- قوالب القياس المتوازية

٢- قوالب قياس الزوايا

أولاً: قوالب القياس المتوازية :

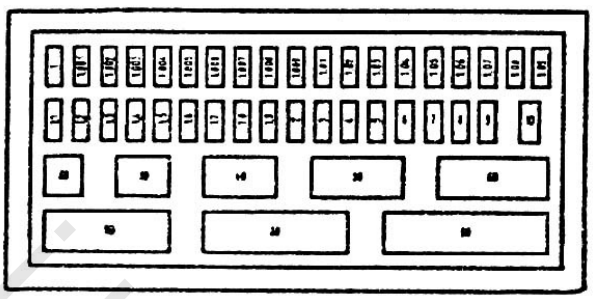
Parallel Gauge Blocks

عبارة عن كتل قياس علي شكل متوازي مستطيلات ذات أسطح قياس متوازية بالغة الدقة، وتعتبر من أهم وأدق أنواع قدود القياس، اخترعها العالم السويدي جوهانسن (Johansson) عام 1891 ميلادية، وبدأ أول إنتاج تجاري لها على نطاق محدود عام 1911 ميلادية. تسمى بالوسط الفني بقوالب جوهانسن نسبة إلى مخترعها، كما تسمى بمحددات القياس المنزلقة Slip Gauge نسبة إلى سهولة انزلاقها.

تتميز قوالب القياس المتوازية بإمكان تجميع أي عدد من قوالب القياس العيارية لتكوين مقاس معين، وفي هذه الحالة يتم إزاحة القوالب في مقابلة بعضها البعض مع تسليط الضغط الخفيف كي تتماسك القوالب ببعضها البعض بقوى الالتصاق الموجودة

على أسطحها.

تتداول قوالب القياس المتوازية بالأسواق التجارية على هيئة مجموعات بصناديق خشبية كما هو موضح بشكل 293، وتختلف هذه المجموعات عن بعضها البعض باختلاف أطوال القوالب وعددها.



شكل 293
مجموعة قوالب قياس متوازية مكونة من 45 قالب

تصنع قوالب القياس من الصلب السبائكي المعامل حرارياً والخالي من الاجهادات الداخلية، وهي قوالب صغيرة الحجم على شكل متوازي مستطيلات، وعادة يكون مقطعها كما هو موضح بشكل 294 بالقياسات التالية:-

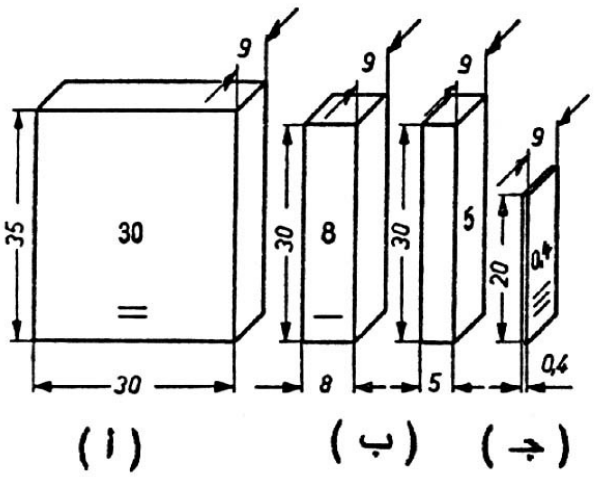
(أ) أبعاد القوالب التي تزيد قياساتها عن 10 مم هي م 35 × 9 مم.

(ب) أبعاد القوالب التي قياستها ما بين 5 ـ 10 مم هي 30 × 9 مم.

(ج) أبعاد القوالب التي قياساتها أقل من 5 مم هي 20 × 9 مم.

يجهز السطحان المتوازيان تجهيزاً عالي الدقة بحيث يصل إلى درجة فائقة من النعومة والاستواء واللمعان، بحيث يعتبر سطح كل منهما سطحاً مسطحاً ضوئياً Optical flat Surface.

المسافة بين سطحي القياس المتوازيين تمثل طول القالب وهي مسجلة على سطح القالب بالحفر وتعتبر هي البعد الاسمي وكمرجع للقياس.



شكل 294
أبعاد قوالـــب القياس

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

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

(ج) قوالب قياس أبعادها 20 × 9 مم. تستخدم في القياس الأقل من 5 ملليمتر.

فئات قوالب القياس :

Gauge Block Grades

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

تصنع قوالب القياس بأربعة درجات (رتب) متفاوتة في الدقة، فيما يلي فئات (رتب) القوالب متدرجة تبعاً لدرجات دقتها:-

1- القوالب الإمامية .. يرمز لها بالرمز 0 0 .

٢- قوالب المراجع .. يرمز لها بالرمز 0 .

3- قوالب التفتيش .. يرمز لها بالرمز 1 .

4- قوالب التشغيل .. يرمز لها بالرمز ٢ .

تصنع القوالب الإمامية التي يرمز لها بالرمز 0 0 بأقل تفاوتات ممكنة عملياً. توجد في معامل الأبحاث والمعايرة فقط في حجرات مكيفة قياسية، وتستخدم هذه القوالب المصنعة بهذه الدرجة من الجودة بمثابة مراجع فقط (أي مصادر قياس أساسية) وذلك لمراجعة الرتبة أو الفئة التي تليها.. مثل مراجعة محددات القياس الفائقة الدقة.

توجد قوالب المراجع التي يرمز لها بالرمز 0 في معامل القياس في حجرات مكيفة، وتستخدم في مراجعة الفئة التي تليها .. مثل مراجعة محددات القياس العادية وضبط أجهزة القياس، وتحديد الأبعاد الدقيقة في صناعة الضبعات.

وتوجد قوالب التفتيش التي يرمز لها بالرمز 1 في حجرات التفتيش المكيفة الموجودة بالمصانع المختلفة، وتستخدم في مراجعة الفئة التي تليها.. مثل مراجعة وضبط محددات القياس الأقل دقة، ولضبط العدد والضبعات وما أشبه ذلك.

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

لصق قوالب القياس :

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

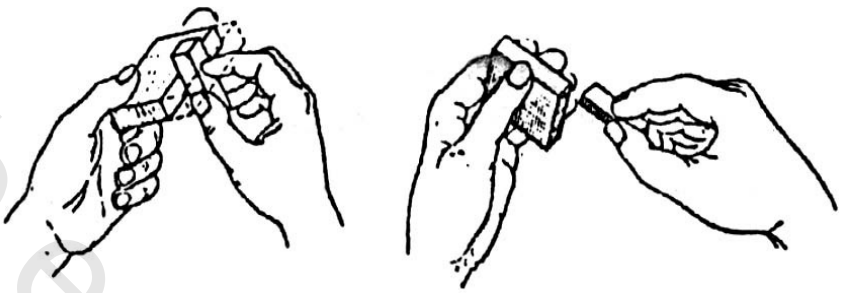
ولدرجة دقة استواء ونعومة قوالب القياس العالية، فإن أسطح قياسها تلتصق مع بعضها البعض بالدلك والضغط، لتصل درجة تحملها إلى قوة شد تعادل 125 كجم.

إرشادات :

يراعى عند لصق قوالب القياس كما هو موضح بشكل 295 اتباع الإرشادات التالية:-

1- **يجب تنظيف أسطح قوالب القياس المراد تجميعها جيداً.**

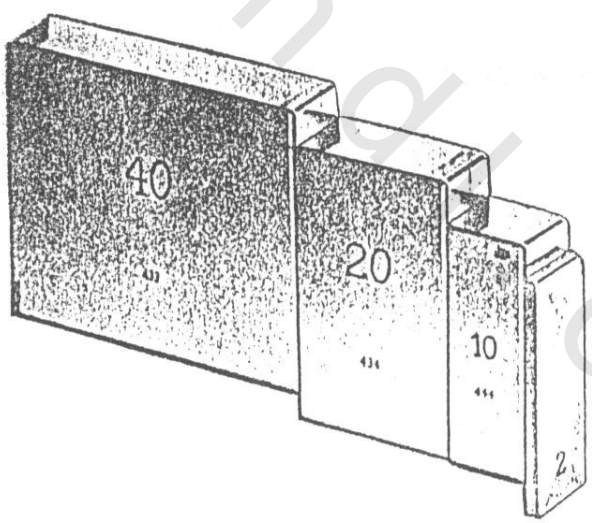
2- **يوضع القالبان أحدهما فوق الآخر بحيث تكون مسافة التلامس أقل ما يمكن ولتكن** 2 **ملليمتر.**



شكل 295
لصـــق القوالـــب

3- **يستمر في انزلاق القالب العلوي على القالب السفلي مع الدوران جهة اليمين واليسار حتى يلتصقا.**

4- **يجب تجميع القوالب تجميعاً تصاعدياً بالنسبة لأطوالها كما هو موضح بشكل** 296.



شكل 296
تجميع قوالب القياس تجميعاً تصاعدياً بالنسبة لأطوالها

بذلك يمكن تجهيز أي بعد سواء باستخدام مجموعة قوالب قياس (بضغط كل

obeikandl.com

قالبين فوق بعضهما مع الدلك أي بتحريك أسطح التلامس حتى يلتصقا) أو باستخدام قالب واحد له نفس القياس إن وجد.

مجموعات قوالب القياس :

Gauge Block Sets

تنتج دور الصناعة قوالب قياس على هيئة مجموعات متدرجة في الطول (كل مجموعة داخل صندوق خشبي)، وتختلف كل مجموعة عن الأخرى باختلاف عدد قوالب القياس وأطوالها.

يتراوح عدد قوالب القياس بالمجموعات المختلفة كما يلي:-

14 – 26 – 32 – 36 – 38 – 41 – 46 – 47 – 83 – 91 – 103

كما تنتج بعض الشركات الصناعية مجموعات أخرى لقوالب القياس مختلفة في الأطوال والأعداد.

فيما يلي الجداول من ٢١ إلى ٢٤ التي توضح أطوال قوالب القياس لأربعة مجموعات مختلفة وهي كالآتي :-

جدول ٢١
المجمـوعة الأولـى

عدد القوالب	أطوال القوالب بالملليمترات	مقدار الزيادة في كل قالب
1	1.005	
49	1.01 . 1.49	0.01
49	0.5 . 24.5	0.5
4	25 . 100	25
١٠٣	المجمـــوع	

جدول ٢٢
المجمـوعة الثانيـة

عدد القوالب	أطوال القوالب بالملليمترات	مقدار الزيادة في كل قالب
9	1.001 . 1.009	0.001
49	1.01 . 1.49	0.01

openkanal.com

4	1.6 . 1.9	0.1
19	0.5 . 9.5	0.5
10	10 : 100	10
91	المجمـــوع	

جدول ٢٣
المجمــوعة الثالثـــة

عدد القوالب	أطوال القوالب بالملليمترات	مقدار الزيادة في كل قالب
1	1.005	
19	1.01 . 1.19	0.01
8	1.2 . 1.9	0.1
9	1 . 9	1
10	10 . 100	10
47	المجمـــوع	

obeikandl.com

جدول ٢٤
المجمـوعة الرابعـة

عدد القوالب	أطوال القوالب بالملليمترات	مقدار الزيادة في كل قالب
1	1.005	
9	1.01 . 1.19	0.01
9	1.1 . 1.9	0.1
10	1 . 10	1
3	20 ، 30 ، 50	
32	المجمـــوع	

أمثلة :

فيما يلي أمثلة لتكوين مجموعة أبعاد من خلال ضغط ودلك مجموعة مختارة من قوالب القياس من المجموعات السابق ذكرها:-

مثال 1 **:**

يراد اختيار مجموعة قوالب قياس لتكوين البعد 87.995 **ملليمتر عن طريق استخدام المجموعة الأولى لقوالب القياس السابق توضيحها.. أوجد القوالب المختارة؟.**

الحل :

تتبع هذه الطريقة للحصول على القوالب المختارة لتكوين البعد المطلوب:

1- **يكتب البعد المطلوب تكوينه**..... 87.995

2- **اختيار قالب يحتوي على رقم** 0.005 **مم،**

ويكتب على اليسار..... $1.005 -$

الباقي من الطرح 86.990 **1.005**

3- **اختيار قالب يحتوي على الرقم**

0.090 **مم، ويكتب على اليسار**..... 1.490

85.500 **1.490+**

obeikandl.com

4- اختيار 3 قوالب مقاس 25 مم 75.000

الباقي بعد الطرح ..... 10.500 — **75.000 +**

5- اختيـــــــار قالـــــــب بالقيـــــــاس

الباقي..... $10.500 + 10.500$

وهو 10.5 مم .....

٠٠.٠٠ بالجمع =

٨٧.٩٩٥ مم

∴ القوالب المختارة لتكوين البعد المطلوب هي ستة قوالب كما يلي:-

1.005 مم ، 1.490 مم ، 25 مم ، 25 مم ، 10.5 مم.

مع ملاحظة تجميع القوالب تجميعاً تصاعدياً بالنسبة لأطوالها كما يلي:-

1.005 – 1.49 – 10.5 – 25 – 25 – 25 مم

مثال 2:

يراد اختيار مجموعة قوالب لتكوين البعد 69.469 ملليمتر عن طريق استخدام المجموعة الثانية لقوالب القياس السابق توضيحها. أوجد القوالب المختارة؟.

الحل:

1- يكتب البعد المطلوب تكوينه.....69.469

2- اختيار قالب يحتوي على الرقم

٠.٠٠٧ مـــم ويكتـــب علـــى اليســـار ..... 1.007 — **1.007**

الباقى بعد الطرح 68.490

٣- اختيار القالب 1.49 يكتب على اليسار... 1.490 — ١.٤٩٠+

الباقي بعد الطرح 67.000

٤- اختيـــار القالـــب 7 مـــم ويكتـــب علـــى 7.000 — ٧.٠٠٠ +

60.000

obeikandl.com

اليسار..

الباقي بعد الطرح

٥- اختيار القالب 60 **مم** ..... 60.000 — 00.0000 — 60.000 + **بالجمع** 69.497 + **مم**

∴ **القوالب المختارة لتكوين البعد المطلوب هي أربعة قوالب كما يلي:-**

1.007 **مم** ، 1.49 **مم** ، 7 **مم** ، 60 **مم.**

مثال 3 **:**

يراد اختيار مجموعة قوالب لتكوين البعد 99.995 **ملليمتر عن طريق استخدام المجموعة الثالثة لقوالب القياس السابق توضيحها. أوجد القوالب المختارة؟**

الحل:

1- **يكتب البعد المطلوب تكوينه**.....99.995

٢- اختيار قالب يحتوي على الرقم 0.005 .. 1.005 — 98.990 + **١.٠٠٥**

الباقي .....

3- **اختيار قالب يحتوي على الرقم** 0.19 **مم**... 1.190 — 97.800 = + **1.190**

الباقي .....

٤- اختيار قالب يحتوي على الرقم 0.8 **مم**..... 1.800 — 96.000 = + **1.800**

الباقي .....

5- **اختيار القالب** 6 **مم**..... 6.000 — 90.000 = + **6.000**

الباقي .....

6- **اختيار القالب** 90 **مم** ..... 90.000 — 00.0000 = 90.000 + **بالجمع** 99.995 + **مم**

obeikandl.com

∴ القوالب المختارة لتكوين البعد المطلوب هي خمسة قوالب كما يلي:-

1.005 مم ، 1.19 مم ، 1.8مم ، 90 مم.

مثال ٤ :

يراد اختيار مجموعة قوالب لتكوين البعد ٦٣.٧٩٥ ملليمتر عن طريق استخدام المجموعة الرابعة لقوالب القياس السابق توضيحها. أوجد القوالب المختارة؟

الحل:

١- البعد المطلوب تكوينه..... ٦٣.٧٩٥

٢- اختيار قالب يحتوي على الرقم ٠.٠٠٥ مم.. — 1.005 — + ١.٠٠٥

الباقي ..... — 62.790

٣- اختيار قالب يحتوي على الرقم ٠.٠٠٩ مم.. — 1.090 — + **1.090**

الباقي ..... — 61.700

٤- اختيار القالب ١.٧ مم..... — 1.700 — + ١.٧٠٠

الباقي ..... — 60.00

٥- اختيار القالب ٦٠ مم ..... — 60.000 — 60.000 + / بالجمع + 63.795مم

00.0000

∴ اختيار القالب لتكوين البعد المطلوب هي أربعة قوالب كما يلي:-

١.٠٠٥ مم، ١.٠٩ مم، ١.٧ مم، ٦٠ مم.

ملاحظة :

مقدار الانحراف في توازي أو استواء مجموعة قوالب قياس مقدارها ١٠٠ ملليمتر، لا يزيد عن ± 0.2 ميكرومتر .. أي 0.002 ملليمتر، ويصل مقدار الانحراف إلى حده الأعلى ± 0.55 ميكرومتر أي 0.055 ملليمتر لمقاسات مجموعة القوالب التي تزيد عن 470 ملليمتر.

obeikandl.com

وتعتبر درجة الحرارة القياسية التي تدرج عندها أدوات وأجهزة القياس بصفة عامة هي 20 درجة مئوية أو 68 درجة فهرنهيت، حيث إن المعادن تتأثر أطوالها بدرجة الحرارة، ومن ثم فإن القياسات يجب أن تجرى عند الدرجة القياسية السابق ذكرها .. وهذا هو السبب في اشتراط وجود تكييف هواء بمعامل القياس.

استخدام قوالب القياس في التطبيقات العملية:

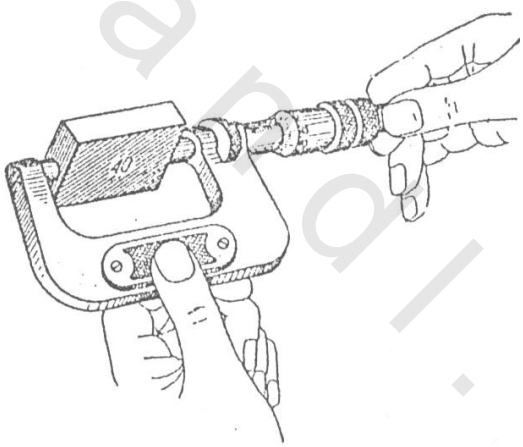
1- معايرة أجهزة القياس المختلفة، وفيما يلي طريقة معايرة الميكرومترات الخارجية لتصحيح الأخطاء الموجودة بها إن وجدت.. حيث يتبع الخطوات التالية:-

opeikandl.com

(أ) تصحيح صفر تدريج الميكرومتر باستخدام المفتاح الخاص به.

(ب) يوضع قالب قياس بين فكي قياس الميكرومتر، وليكن قالب مقاس 40 مم لميكرومتر خارجي 25 . 50 مم كما هو موضح بشكل 297 ، باعتبار قوالب القياس هي قدود إمامية، وتصحح القراءة. ويكتفى بمعايرة الميكرومتر باستخدام قالب واحد فقط، هذا في حالة الميكرومترات الجديدة.

(ج) توضع مجموعة قوالب قياس بين فكي قياس الميكرومتر، مثال لذلك القوالب التالية 5 – 9 – 13 – 19 – 23 ملليمتر (بالنسبة لميكرومتر خارجي 0 . 25 مم، وذلك لاحتمال وجود أخطاء بقلاووظ عمود القياس والجلبة، ناتجة عن عدم استعمال عجلة التحسس (عجلة التفويت)، واستخدام أسطوانة القياس بالضغط على المشغولات أثناء عمليات القياس، ثم تصحح القراءة السابقة.

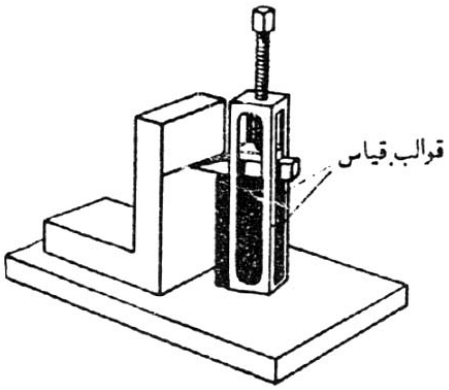


شكل 297
معايرة الميكرومتر الخارجي باستخدام قالب قياسي

2- تخطيط (شنكرة) المشغولات ذات الدقة العالية بالاستعانة بحامل قوالب قياس ومجموعة قوالب حسب البعد المطلوب تخطيطه كما هو موضح بشكل 298.

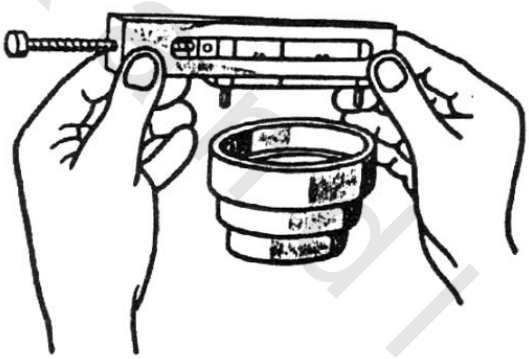
من الطبيعي وضع المشغولة وحامل قوالب القياس على زهرة الاستواء أثناء عملية التخطيط.

obeikandl.com



شكل 298
تخطيط المشغولات بالاستعانة بحامل ومجموعة قوالب قياس

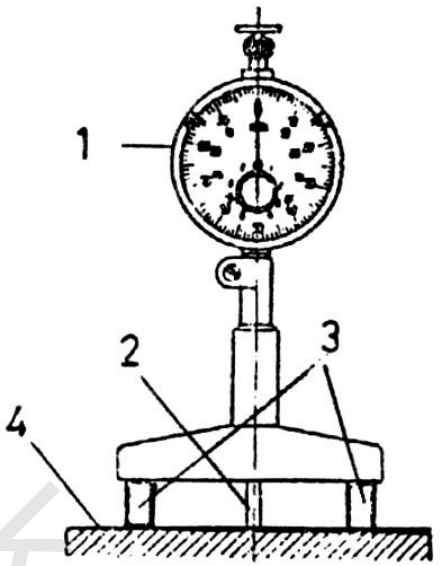
3- **مراجعة قياس أقطار المشغولات الدقيقة بالاستعانة بحامل قوالب قياس ومجموعة قوالب بالبعد المطلوب مراجعة قياس، والذي لا يوافق لأبعاده محددات قياس سدادية شكل** 299.



شكل 299
مراجعة قياس أقطار المشغولات الدقيقة
بالاستعانة بحامل ومجموعة قوالب قياس

4- **ضبط جهاز المقارنة (مبين القياس) على القياس المطلوب فحصه وذلك بوضع مؤشر على الصفر كما هو موضح بشكل** 300 **من خلال استخدام مجموعة قوالب قياس، ثم يستخدم المبين في عملية فحص المشغولات المصنعة ذات الإنتاج الكمي لمعرفة الأجزاء المقبولة التي في حدود التفاوتات المسموح بها بالزائد أو الناقص، والأجزاء المرفوضة التي تزيد عن هذا المقدار وذلك من**

خلال ملاحظة تحرك المؤشر على الخطوط المدرجة لمبين القياس.



شكل 300
ضبط مبين القياس على القياس المطلوب فحصه باستخدام مجموعة قوالب قياس

1-. مبين القياس .. جهاز المقارنة

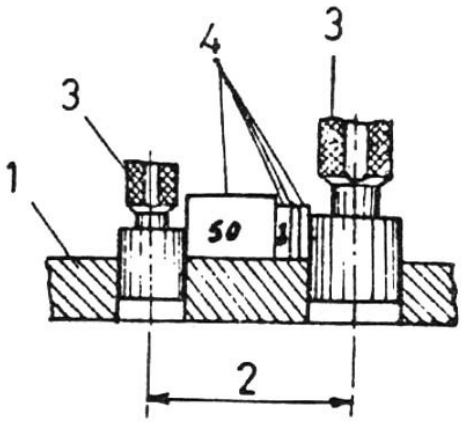
2- عمود تحسس جهاز المقارنة.

٣- قوالب القياس.

٤- زهرة استواء.

5- **معايرة المسافة بين محورين بمشغولة هامة دقيقة شكل** 301 **باستخدام اثنين من محددات القياس يتناسب أقطارهما مع أقطار الثقوب، ومجموعة قوالب قياس توضع بين محددي القياس. ويستنتج المسافة بين المحورين من قيمة مجموع قوالب القياس مضافة إليهم نصف قطر كل من محددي القياس.**

obeikandi.com



شكل 301
معايرة المسافة بين محورين مشغولة
باستخدام محددي قياس ومجموعة قوالب

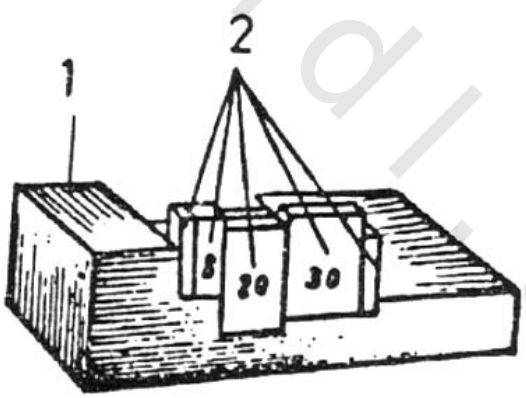
1- المشغولة.

٢- المسافة بين المحورين المطلوب معايرتها.

3- محدد قياس.

٤- قوالب قياس.

6- **معايرة عرض مجرى في مشغولة هامة دقيقة كما هو موضح بشكل** 302.



شكل 302
معايرة عرض مجرى بمشغولة

1- مشغولة.

2- عرض المجرى المطلوب معايرتها وهي قيمة مجموع قوالب القياس المنحصرة بها.

obeikandl.com

الخلاصة :

تستخدم قوالب القياس المنزلقة كمقاييس أصلية، كما تستخدم في عمليات المعايرة ولمراقبة انضباط أجهزة القياس الأخرى.

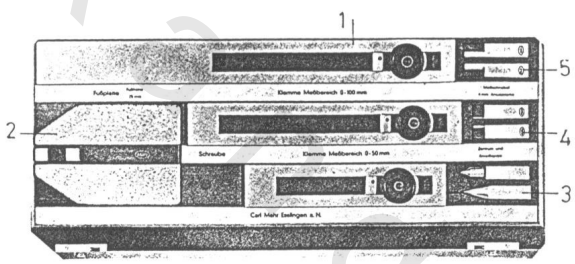
تحذير :

1- **لا تترك القوالب ملتصقة ببعضها البعض لفترة طويلة (فقد تلحم معاً).**

2- **لا تفصل القوالب عن بعضها البعض بالطرق.**

الملحقات المكملة لمجموعات قوالب القياس :

صممت دور الصناعة ملحقات مكملة لمجموعات قوالب القياس (محددات القياس المنزلقة) وذلك لاستخدامها بأفضل صورة، وهي عبارة عن مجموعة أجزاء مرتبة في صندوق خشني كما هو موضح بشكل 303 وذلك لاستخدامها في الأغراض الهندسية الدقيقة.



شكل 303
الملحقات المكملة لمجموعات قوالب القياس

1- عدد ثلاثة حوامل بقياسات متدرجة في الطول لاستخدامها عند تثبيت قوالب القياس.

٢- فكان لاستخدامها لقياس الأبعاد أو الأقطار الخارجية.

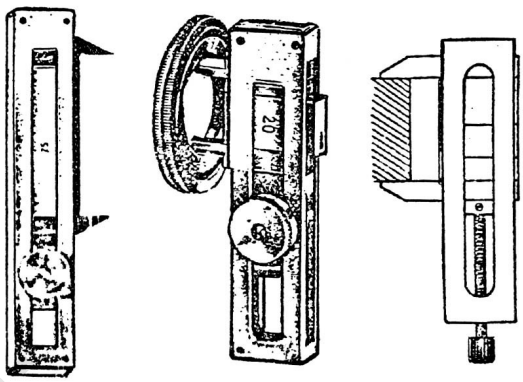
3- شوكتان لاستخدامها في عمليات التخطيط والشنكرة الدقيقة.

4- شوكتان لاستخدامها أثناء القياس الداخلي للأبعاد والأقطار الصغيرة.

5- شوكتان لاستخدامها أثناء القياس الداخلي للأبعاد والأقطار الكبيرة.

تتكون هذه الملحقات من فكوك قياس الموضحة بشكل 304 وذلك لتجميع مجموعة قوالب في ماسلك حسب القياس المطلوب لاستخدامها في معايرة القياسات الخارجية،

أو معايرة القياسات الداخلية، كما تستخدم كفرجار تقسيم لرسم الأقواس والدوائر أو لتحديد مواضع محاور المشغولات الدقيقة.



شكل 304

استخدام الملحقات المكملة لمجموعات قوالب القياس

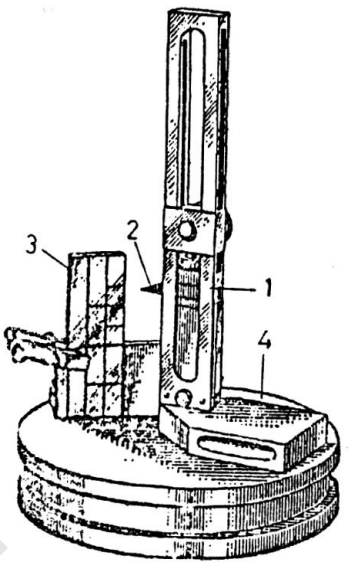
(أ) استخدام قوالب القياس في معايرة الأبعاد والأقطار الخارجية.

(ب) استخدام قوالب القياس في معايرة الأبعاد والأقطار الداخلية.

(ج) استخدام قوالب القياس كفرجار تقسيم لرسم الأقواس وتحديد مواضع محاور المشغولات الدقيقة.

يستخدم الحامل الرأسي والشوكة بالاستعانة بمجموعة قوالب قياس في رسم خطوط الشنكرة، حسب الأبعاد المطلوب تخطيطها كما هو موضح بشكل 305 كما يستخدم أيضاً للمعايرة.

obeikandl.com



شكل 305
استخدام حامل رأسي وشوكة ومجموعة قوالب قاس
في رسم خطوط الشنكرة الدقيقة والمعايرة

1- حامل رأسي يحمل مجموعة قوالب قياس.
2- شوكة مثبتة بالحامل الرأسي بالارتفاع المطلوب.
3- المشغولة المراد تخطيطها.
4- زهرة استواء مستديرة.

ثانياً : قوالب قياس الزوايا :

Angle Gauge Block

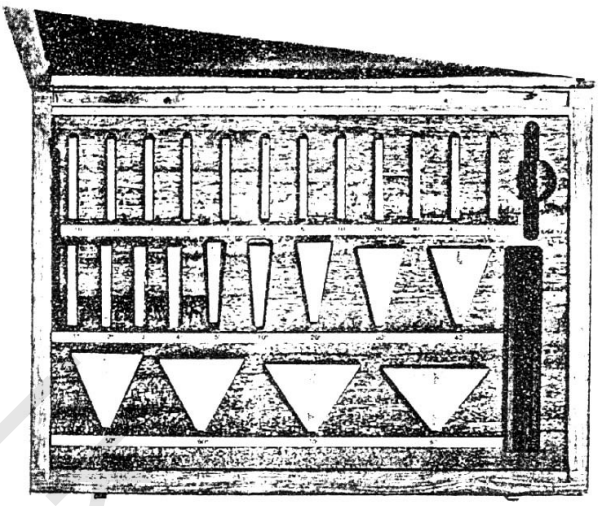
تصنع قوالب قياس الزوايا بنفس مواصفات قوالب القياس المستطيلة، وتوجد على هيئة مجموعة بصندوق خشبي كما هو موضح بشكل 306.

تم تجهيز سطحي القياس المنحرفين تجهيزاً عالي الدقة بحيث يصلا إلى درجة فائقة في النعومة واللمعان.

محفور على سطح كل قالب علامة + ، - ، أو علامة + فقط، وقيمة الزوايا بالدرجة أو بالدقيقة أو بالثانية.

القالب المسجل على إحدى جانبيه علامة + هذا يعني أن القالب يستخدم في

عمليات الجمع فقط، والقالب المحفور على كلا جانبيه علامة + ، − هذا يعني أن القالب يستخدم في عمليات الجمع والطرح.



شكل 306
مجموعة قوالب قياس الزوايا

تمثل هذه القوالب زوايا مختلفة يمكن إضافة بعضها على بعض بالدلك والضغط، كما هو الحال في القوالب المستطيلة السابق ذكرها، وذلك لتكوين القياس المتقن السريع للزاوية المراد معايرتها حتى 10 ثانية. تصل الدقة في بعض المجموعات إلى 5 ثواني. ويصل دقة قوالب قياس الزوايا إلى $\pm$ 2 ثانية، أي تعتبر ذات دقة فائقة.

جدول ٢٥
مجموعة قوالب قياس الزوايا

قيمة القياس	زوايا قوالب القياس	عدد القوالب
بالثواني	$10'' - 30''$	2
بالدقائق	$1' - 2' - 3' - 4' - 5' - 10' - 20' - 30' - 40' - 50'$	10
	$1^0 - 2^0 - 3^0 - 4^0 - 5^0 - 10^0 - 20^0 - 30^0 - 40^0 - 50^0$	
بالدرجات	$60^0 - 70^0 - 80^0$	13
المجموع		25

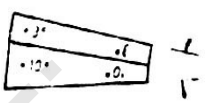
فيما يلي أمثلة لتكوين مجموعة زوايا باستخدام القوالب في عمليات الجمع والطرح، من خلال الضغط ودلك مجموعة مختارة من قوالب قياس الزوايا السابق توضيحها بالجدول.

مثال 1 :

يراد اختيار مجموعة قوالب لتكوين الزاوية 13^0. أوجد القوالب المختارة؟

الحل :

شكل 307 يوضح القوالب المختارة لتكوين الزاوية 13^0 وهي = $13^0 = 3^0 + 10^0$



شكل 307

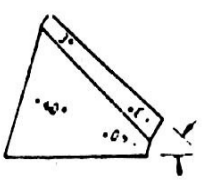
مجموعة القوالب المختارة لتكوين الزاوية 13^0

مثال 2 :

يراد اختيار مجموعة قوالب لتكوين الزاوية 37^0. أوجد القوالب المختارة؟

الحل :

شكل 308 يوضح القوالب المختارة لتكوين الزاوية 37^0 وهى= $37^0 = 3^0 - 40^0$



شكل 308

مجموعة القوالب المختارة لتكوين الزاوية 37^0.

مثال 3 :

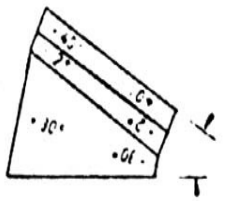
يراد اختيار مجموعة قوالب لتكوين الزاوية $28^0 40'$.أوجد القوالب المختارة؟

الحل :

شكل 309 يوضح القوالب المختارة لتكوين الزاوية $28^0 40'$ وهي

$$28^0 40' = 40' + 2^0 - 30^0 =$$

obeikandl.com



$28°40' \quad = 30° - 2° + 40'$

شكل 309

مجموع القوالب المختارة لتكوين الزاوية $28^0 40'$

مثال 4 :

يراد اختبار مجموعة قوالب لتكوين الزاوية $1^0 1' 30''$. أوجد القوالب المختارة؟

الحل :

شكل 310 يوضح القوالب المختارة لتكوين الزاوية $1^0 1' 30''$.

$1°\,1'\,30" \quad = 1° + 1' + 30"$

شكل 310

يوضح مجموعة القوالب المختارة لتكوين الزاوية $1^0 1' 30''$.

إرشادات :

عند استخدام قوالب القياس (محددات القياس المنزلقة) يجب اتباع الإرشادات التالية:-

1- **عدم ترك قوالب القياس في جو رطب أو في مكان به أبخرة حمضية لمدة طويلة.**

2- **تنظيف اليدين جيداً وتجفيفهما قبل استعمال القوالب.**

3- **تنظيف القوالب جيداً قبل استخدامها لإزالة طبقة الشحم من أسطح القياس.**

4- **تنظيف الأجزاء والقطع المراد فحصها، وكذلك الأدوات واللوازم الإضافية الملحقة بالقوالب.**

5- **تنظيف زهرة الاستواء والتأكد من خلوها من الشحم أو الزيت لمنع حدوث التصاق سطح قالب القياس مع السطح الملامس له أثناء تحرك قالب القياس وكذلك لضمان دقة القياس.**

obeikandl.com

6- عدم استخدام العنف بالضغط على مجموعة قوالب القياس في الفتحات المطلوب فحصها.. (فالبعد الصحيح يجب تقديره بحيث تحتك القوالب احتكاكاً يسيراً بدون عنف أو قوة).

7 - إعطاء عناية خاصة عند استخدام قوالب القياس أثناء قياس المشغولات الصلدة بدرجة عالية وذلك لوقاية أسطح القوالب من الخدش.

٨ - تجميع قوالب القياس تجميعاً تصاعدياً بالنسبة لأطوالها.

٩ - عدم استخدام الضغط الشديد أثناء لصق القوالب أو عند فصلها عن بعضها.

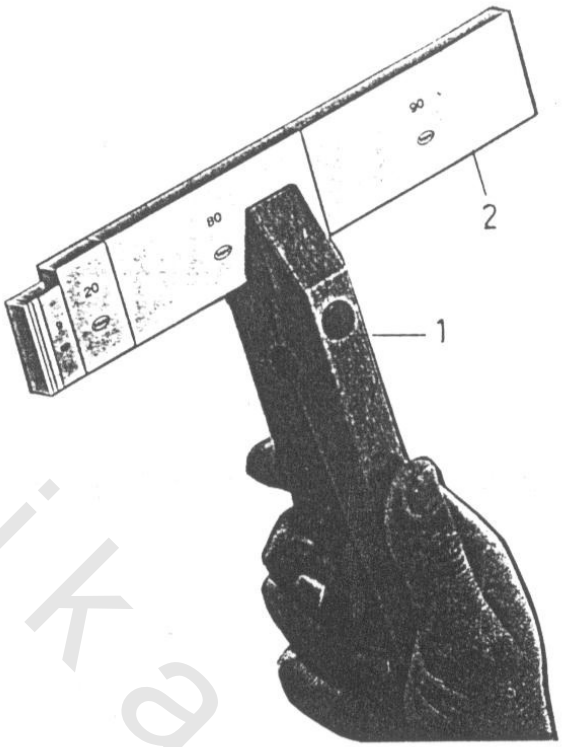
١٠ -عدم ترك مجموعة قوالب القياس وهي ملتصقة لفترة زمنية طويلة.

١٢ -المحافظة على قوالب القياس من السقوط أو الصدمات.

١٣ - تنظيف قوالب القياس عقب كل استعمال بحيث لا تترك أي أثر للأصابع عليها، ثم يعاد تشحيمها باستخدام نوع من الشحم الجيد أو الفازلين الطبي النقي.

١٤ -يجب استخدام الملقط والماسك شكل 311 أثناء استعمال قوالب القياس، وحاول بقدر المستطاع عدم لمس أسطح قياس القوالب بالأصابع حتى لا يسبب ذلك في وجود بقع داكنة نتيجة لعرق اليدين الحمضي.

obeikandl.com



شكل 311
استخدام الملقاط عند حمل قوالب القياس

1- ملقاط حمل قوالب القياس.

2- مجموعة قوالب قياس متلاحقة.

15- **يفضل فحص ومعايرة قوالب القياس دورياً.**

obeikandl.com

مبينات القياس

(أجهزة القياس ذات المؤشر)

Indicators Gauge

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

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

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

أنواع مبينات القياس :

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

تنتج دور الصناعة أجهزة القياس البيانية بأنواع مختلفة ومتعددة، فيما يلي شرح تفصيلي لمبينات القياس الميكانيكية المعروفة بمبينات القياس ذات القرص المدرج، وعرض مختصر لجميع أنواع أجهزة البيان الأخرى.

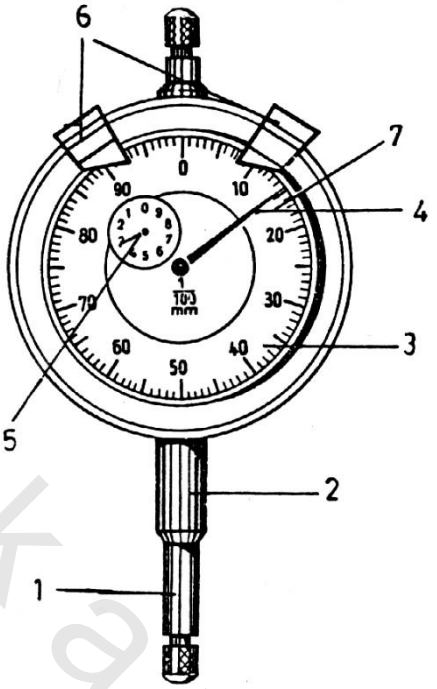
مبين القياس ذو القرص المدرج

Dial Indicator

يعتبر مبين القياس ذو القرص المدرج من أكثر أنواع أجهزة القياس البيانية انتشاراً، حيث يمكن بيان قيمة القياس أو مقدار الانحراف في أبعاد المشغولات مكبرة بنسبة 1 : ١٠٠ (للمبينات التي دقة قياسها 0.01 ملليمتر) كما هو موضح بشكل 312، وبنسبة 1 : ١٠٠٠ (للمبينات التي دقة قياسها 0.001 ملليمتر)، كم تصل نسبة التكبير إلى 1 : ٢٠٠٠ (للمبينات الفائقة الدقة التي دقة قياسها 0.0005

obeikandl.com

ملليمتر. حيث تصل دقتها إلى 0.2 **ميكرومتر.**



شكل 312
مبين القياس ذو القرص المدرج

1- عمود التحسس.

٢- أسطوانة التثبيت.

3- قرص دائري مقسم إلى 100 قسم.

4- المؤشر الكبير.

٥- المؤشر الصغير وتدريجات تشير إلى الملليمترات الكاملة.

٦- علامات ضبط مقدار التفاوت المسموح بها.

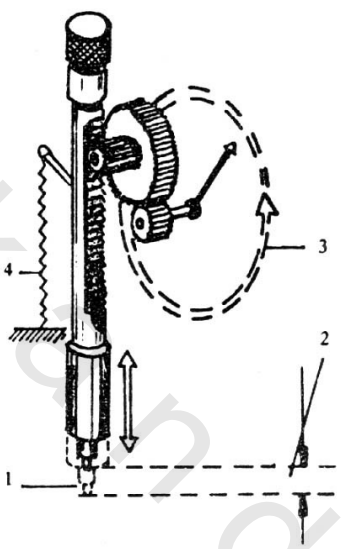
7- تدريجات تشير إلى 0.01 ملليمتر.

يتكون مبين القياس ذو القرص المدرج بصفة عامة كما هو موضح بشكل 313 **من جريدة مسننة، مجموعة تروس لتكبير نقل الحركة، ونابض لولبي (ياي)، ومؤشران أحدهما كبير والآخر صغير، القرص المدرج لمبين القياس مقسم إلى** 100 **جزء (أجزاء**

obeikandl.com

متساوية) يعادل الجزء الواحد 0.01 ملليمتر. يشير التدريج الدائري الصغير الي الملليمترات الكاملة .. أي إنه عند تحرك المؤشر الكبير دورة كاملة، ينتج عنه تحرك المؤشر الصغير قسم واحد فقط.. أي ملليمتر واحد.

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



شكل 313
رسم تخطيطي يوضح الترتيبة الميكانيكية لمبين قياس بأبسط صورة

1- إصبع عمود التحسس.

٢- مسافة تحرك عمود التحسس.

3- مسار المؤشر.

4- نابض لولبي (باي).

الحركة الميكانيكية لمبين القياس :

Mechanical Motion Indicator

تحدث الحركة الميكانيكية لمبين القياس ذي القرص المدرج، أثناء مراجعة انحراف قياس المشغولات .. (حيث يضبط مؤشر المبين على وضع الصفر بعد ملامسة عمود

التحسس للسطح الدليلي بضغط خفيف)، وعند ملامسة عمود التحسس لأسطح المشغولات المراد فحصها، يتحرك مؤشر المبين إلى أحد الاتجاهين (اليمين أو اليسار) .. أي في إتجاه عقارب الساعة أو في عكس اتجاهها.

يتحرك المؤشر في اتجاه إلى اليمين .. أي في إتجاه حركة عقارب السلعة ليوضح مقدار الانحراف الزائد في القياس، أو يتحرك في اتجاه اليسار .. أي في عكس إتجاه حركة عقارب الساعة ليوضح مقدار الانحراف الناقص في القياس.

حركة المؤشر ناتجة عن ارتفاع عمود التحسس إلى أعلى أو إلى أسفل، حسب اختلاف دقة استواء الأسطح (النابض اللولبي المتصل بعمود التحسس يساعد على الانخفاض إلى أسفل لملامسة سطح المشغولة دائماً). يوجد بالجزء العلوي لعمود التحسس جريدة مسننة التي تنقل الحركة إلى مجموعة تروس التي تتصل بنهايتها بترس صغير مثبت على محوره المؤشر الذي يشاهد حركته الدائرية على وجه تدريج مبين القياس.

تعتمد حركة التكبير على مجموع التروس المثبتة بداخل مبين القياس، ويختلف دقة قياس مبينات القياس عن بعضها البعض باختلاف أعداد أسنان مجموعة التروس، وبالتالي عدد أسنان الجريدة المسننة بكل منها التي يصل عدد أسنانها ما بين 16 . 40 سنة، وقد يصل عدد أسنانها في حالات التكبير العالي ما بين 75 . 200 سنة.

حساسية المبين أو دقة قياسه في الحالة الأولى كما هو موضح بالشكل السابق هو 0.01 ملليمتر، أي يتم تكبير القياس بنسبة ١ : ١٠٠ ، ويصل حساسية أو دقة قياس المبين في الحالة الثانية إلى 0.001 ملليمتر، أي يتم تكبير القياس بنسبة ١ : ١٠٠٠ .

ويلاحظ أنه كلما زادت نسبة التكبير بالمبين كلما انخفض نطاق الأبعاد التي يمكن قياسها، لذلك تستخدم مبينات القياس الدقيقة ذات الحساسية العالية في تقدير انحراف الأبعاد وليس لتقدير البعد المطلق.

قد يكون هناك تفاوت بين أسنان التروس أثناء تركيبها، أو خطأ نتيجة لكثرة الاستخدام، وهذا يتضح عند المعايرة الدورية لمبين القياس، وقد يصحبه شهادة معتمدة من إحدى مراكز المعايرة توضح ذلك تفصيلياً.

من أهم أخطاء مبينات القياس هو خطأ جتا Cosine نتيجة لوضع عمود التحسس بشكل غير عمودي على سطح المشغولة، وهو الذي يحدث مع أدوات القياس الأخرى.

دقة ومجال قياس مبينات القياس :

تتناسب المسافة المستقيمة التي يقطعها عمود التحسس المتصل بالجريدة المسننة مع عدد دورات المؤشر، كما تتناسب دقة قياس المبينات المختلفة مع المشغولة المراد فحصها. لذلك يوجد على واجهة القرص المدرج لكل مبين قياس دقة ومجال قياسه وهي كالآتي:-

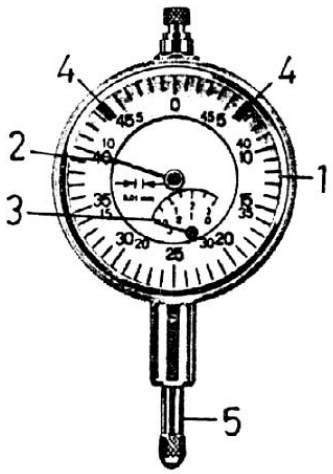
دقة القياس تعني حساسية المبين أو المسافة بين كل جزأين بالتقسيم الدائري.

ومجال القياس يعني المسافة المستقيمة التي يمكن أن يقطعها عمود التحسس وهي 3 – 10 – 30 – 40 – 50 – 80 – 100 ملليمتر، ومن خلال دقة ومجالات القياسات السابق ذكرها.. يمكن تحديد استخدام مبين القياس المناسب.

شكل 314 يوضح مبين قياس دقة 0.01 مم ومجال قياسه 3 مم، علماً بأن الدورتين الكاملتين للمؤشر الكبير يساوي واحد ملليمتر.

يستخدم مبين القياس في اختبار استواء الأسطح، و في دقة مركزية المشغولات الأسطوانية. مجال قياسه 3 مم .. (يعرف ذلك من خلال تدريج المؤشر الصغير).

obeikandl.com



شكل 314

مبين قياس ذو قرص مدرج دقة 0.01 مم .. مجال قياسه 3 مم

1- القرص المدرج مقسم إلى 50 قسم. هذا يعني أن الدورة الكاملة للمؤشر الكبير تساوي 0.5 ملليمتر.

2- المؤشر الكبير وتدريجات تشير إلى دقة قياس المبين وهي 0.01 مم.

٣- المؤشر الصغير وتدريجات تشير إلى الملليمترات وأنصاف الملليمترات.

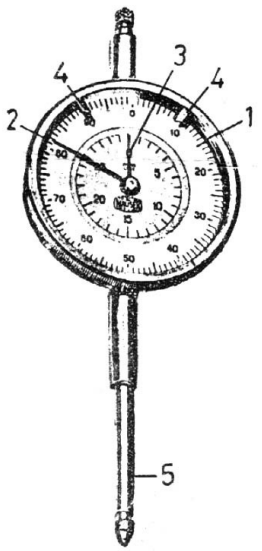
٤- علامات ضبط مقدار التفاوت المسموح بها.

٥- عمود التحسس.

شكل 315 **يوضح مبين قياس دقته** 0.01 **ملليمتر ومجال قياسه** 30 **ملليمتر. يستخدم هذا المبين في فحص ومراجعة أعماق المجاري الداخلية، كما يستخدم في فحص ومراجعة دقة استواء الأسطح.**

يعرف مجال قياسه من خلال التدريجات الداخلية الخاصة بمسار المؤشر الصغير.

obeikandl.com



شكل 315
مبين قياس ذو قرص مدرج دقته 0.01 مم .. مجال قياسه 10 مم

1- القرص المدرج مقسم إلى 100 قسم.. هذا يعني أن الدورة الكاملة للمؤشر الكبير تساوي واحد ملليمتر.

٢- المؤشر الكبير وتدريجات تشير إلى دقة ققياس المبين وهي 0.01 ملليمتر.

3- المؤشر الصغير وتدريجات تشير إلى الملليمترات.

٤- علامات ضبط مقدار التفاوت المسموح بها.

5- عمود التحسس.

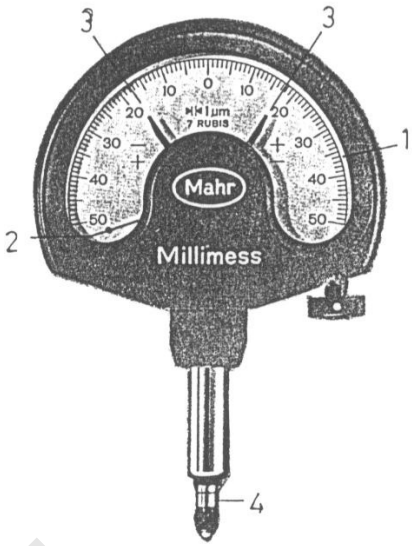
مبينات القياس عالية الدقة :

High Accuracy Dial Indicator

تعرف مبينات القياس عالية الدقة من خلال مجال قياسها. تستخدم هذه المبينات بصفة عامة في اختبار وفحص مركزية أقطار المشغولات الدقيقة الهامة وفي فحص أفقية واستواء الأسطح الدقيقة.

شكل 316 **يوضح مبين قياس دقة** 1Um **(واحد ميكرون) مجال قياسه** $\pm 50Um$.

obeikandl.com



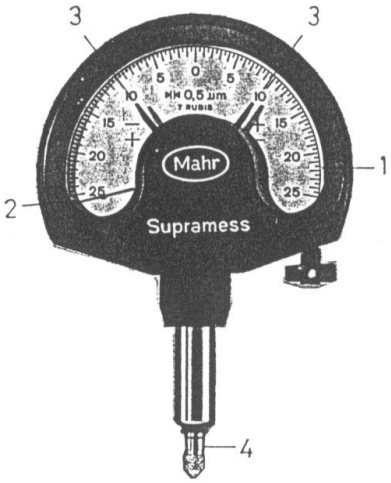
شكل 316
مبين قياس دقته 1Um ومجال قياسه $\pm 50Um$.

1- القرص المدرج مقسم إلى $\pm 50Um$
٢- المؤشر وتدريجات تشير إلى دقة قياس المبين وهي 1um.
3- علامات ضبط مقدار التفاوت المسموح بها.
4- عمود التحسس.

وللحاجة المتزايدة إلى إنتاج أجزاء ذات دقة وجودة عالية، كان لابد من وجود أجهزة فحص ذات دقة أعلى. لذلك فقد أنتجت دور الصناعة مبين ققياس موضح بشكل 317 دقته 0.5 Um ومجال قياسه $\pm 25um$.

يستخدم هذا المبين في فحص استدارة ومركزية الأجزاء الأسطوانية وفحص أفقية واستواء الأسطح ذات الدقة العالية.

obeikandi.com



شكل 317
مبين قياس دقته 0.5um ومجال قياسه ٢٥عة

1- القرص المدرج مقسم إلى 25um.

٢- المؤشر وتدريجات تشير إلى دقة قياس المبين وهي 0.5um.

٣- علامات ضبط مقدار التفاوت المسموح بها.

٤- عمود التحسس.

مميزات مبينات القياس :

تتميز مبينات القياس بصفة عامة بالصفات التالية:-

1-صغيرة الحجم وخفيفة الوزن.

2-سهلة التداول والتخزين.

٣-مريحة في ضبطها وقراءتها.

4-يمكن من خلال القرص المدرج القابل للدوران ضبط مؤشر المبين على وضع الصفر في أي مكان بمحيط القرص.

5-يتيح فحصاً سريعاً لقياس الأجزاء المراد اختبارها، ومن ثم يوضح قياس المشغولة الفعلي واقعاً بين الحدين السماحيين للقياس، أي داخل نطاق التجاوزات المسموح بها أو خارج هذا النطاق.

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

obeikandl.com

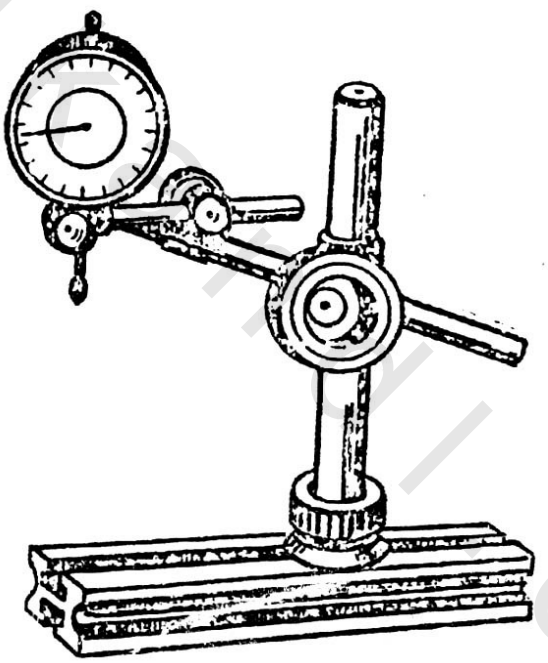
معدات تثبيت مبينات القياس

Fitting Indicator Equipment

من البديهي أن استعمال مبينات القياس، تتطلب معدات تثبيت أو حوامل خاصة، تختلف هذه الحوامل باختلاف طريقة القياس، كما تختلف أشكالها باختلاف الشركات المنتجة. فيما يلي عرض لمبينات القياس الخاصة للفحص الخارجي والفحص الداخلي الأكثر انتشاراً.

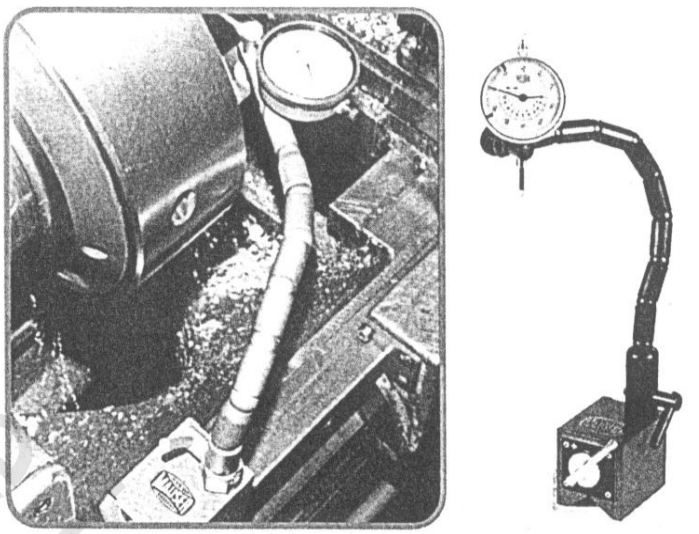
معدات تثبيت المبينات الخاصة للفحص الخارجي :

شكل 318 يوضح مبين قياس أثناء تثبيته بحامله الخاص لاستخدامهما على آلات التشغيل في فحص الأجزاء المصنعة آلياً.



شكل 318
مبين قياس وحامله الخاص لاستخدامهما في فحص الأجزاء المصنعة آلياً

وشكل 319 (أ) يوضح مبين قياس أثناء تثبيته بحامل مرن (حامل قابل للانحناء في أي وضع) لاستخدامهما على آلات التشغيل في فحص دقة محورية الأجزاء الدائرية، كما هو موضح بشكل 319 (ب).

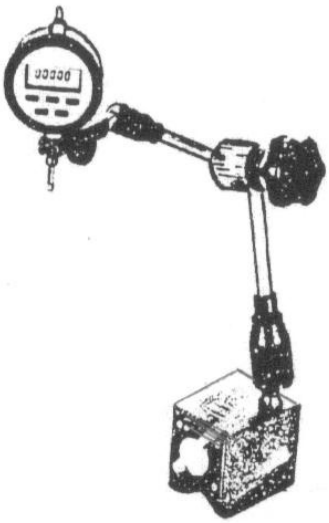


شكل 319
استخدام مبين القياس والحامل في فحص محورية الأجزاء الأسطوانية
(أ) مبين قياس مثبت بحامل مرن قابل للانحناء في أي وضع.
(ب) استخدام مبين القياس والحامل في فحص محور الأجزاء الأسطوانية.

وشكل 320 يوضح مبين قياس رقمي دقة 0.01 مم أثناء تثبيته بحامل ذو قاعدة مغناطيسية.

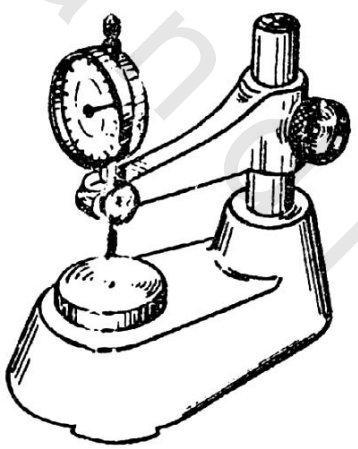
يستخدم المبين والحامل ذو القاعدة المغناطيسية في فحص آلات التشغيل والأجزاء الدقيقة المصنعة.

openkandi.com



شكل 320
مبين قياس أثناء تثبيته بحامل ذو قاعدة مغناطيسية

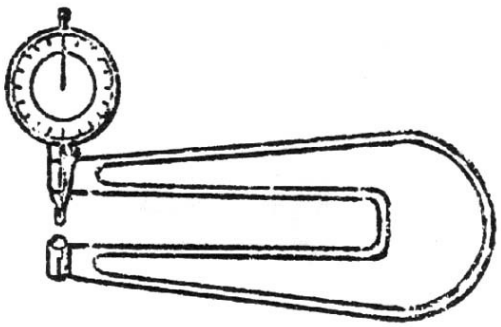
وشكل 321 **يوضح مبين قياس أثناء تثبيته بحامله الخاص لاستخدامهما في فحص استواء وتوازي الأسطح.**



شكل 321
يوضح مبين قياس وحامله الخاص أثناء استخدام في فحص استواء وتوازي الأسطح

وشكل 322 **يوضح مبين قياس وحامله الخاص لاستخدامهما في فحص قياس واستواء الأسطح ذات التخانات الرقيقة.**

obeikandl.com



شكل 322
مبين قياس وحامله الخاص لاستخدامهما في فحص قياس الأسطح ذات التخانات الرقيقة

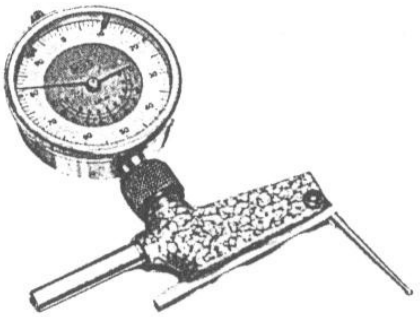
معدات تثبيت المبينات الخاصة للفحص الداخلي :

شكل 323 **يوضح مبين قياس مثبت بحامله الخاص لاستخدامهما في فحص دقة استدارة الأقطار الداخلية.**

شكل 323
مبين قياس وحامله الخاص
لاستخدامهما في فحص دقة استدارة الأقطار والمجاري الداخلية

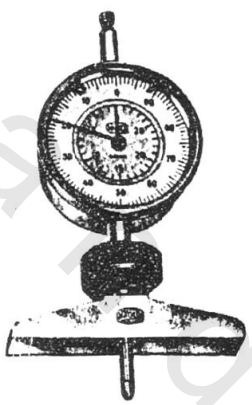
وشكل 324 **يوضح مبين قياس مثبت بحامل. يستخدم المبين مع الحامل في فحص الأقطار والمجاري الداخلية.**

obeikandl.com



شكل 324
مبين قياس بحامله الخاص
لاستخدامه في فحص دقة استدارة الأقطار والمجاري الداخلية للمشغولات

وشكل 325 **يوضح مبين قياس بحامله الخاص، لاستخدامهما في فحص أعماق الثقوب والمجاري الداخلية.**



شكل 325
مبين قياس وحامله الخاص لاستخدامهما في فحص أعماق الثقوب والمجاري الداخلية

استخدام مبينات القياس :

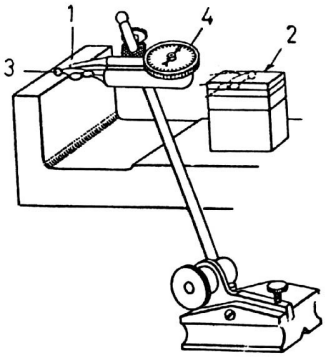
Indicator Usage

صممت مبينات القياس بعدة أشكال مما يجعلها من السهل استخدامها في عدة أغراض منها على سبيل المثال الآتي:-

1- **كجهاز فحص ومقارنة وخاصة في مراجعة مقاييس المشغولات ذات الإنتاج الكمي لمعرفة فروق وانحرافات الأبعاد، كقياس فروق الارتفاعات بالمقارنة بقياس جزء أساسي (جزء نموذجي) وذلك بالاستعانة بمجموعة قوالب قياس**

obeikandl.com

تعادل الارتفاع المطلوب كما هو موضح بشكل 326.



شكل 326
اختبار فروق ارتفاعات المشغولات بالاستعانة بمجموعة قوالب قياس

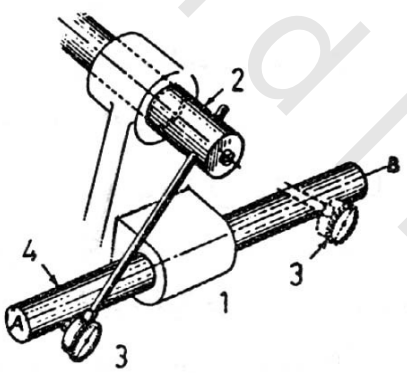
1- المشغولة المراد اختبار ارتفاع سطحها.

2- مجموعة قوالب قياس بنفس الارتفاع المطلوب مراجعته.

٣- عمود التحسس مثبت بشكل مفصلي وينتهي بجزء مستدير.

٤- مبين القياس.

2- **اختبار دقة تعامد تجاويف المحاور الأسطوانية بالاستعانة بأعمدة تتطابق مع التجاويف كما هو موضح بشكل** 327.



شكل 327
اختبار دقة تعامد تجاويف المحاور الأسطوانية

1- الجزء المراد فحص تعامد تجويفه الأسطواني.

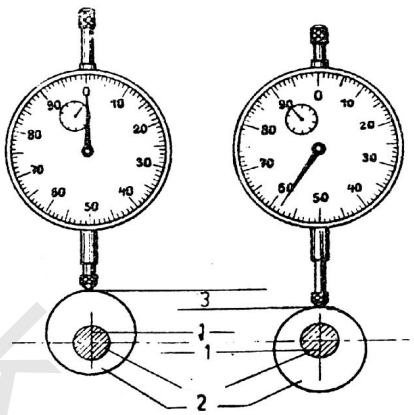
٢- عمود اختبار مجهز ليحمل مبين قياس.

obeikandl.com

3- مبين القياس.

4- عمود أسطواني قطره يتطابق مع قطر التجويف، ثم فحص دقة تعامد العمود المثبت بالتجويف من بداية السطح A إلى نهاية السطح B.

3- **فحص فروق محاور أقطار الأجزاء اللامركزية كما هو موضح بشكل** 238.



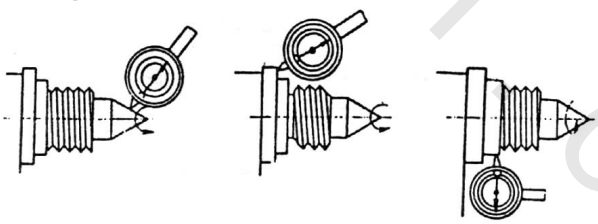
شكل 328
فروق محاور أقطار الأجزاء اللامركزية

1- مركز أقطار الأجزاء اللامركزية.

٢- أقطار الأجزاء اللامركزية.

٣- البعد اللامركزي.

4- **اختبار دقة مركزية عمود دوران مخرطة كما هو موضح بشكل** 329.



شكل 329
اختبار دقة مركزية عمود دوران مخرطة

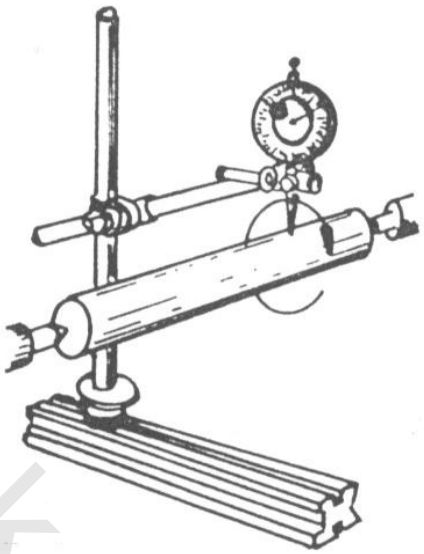
1- مبين القياس.

2- عمود الدوران.

3- الذنبة الثانية بعمود الدوران.

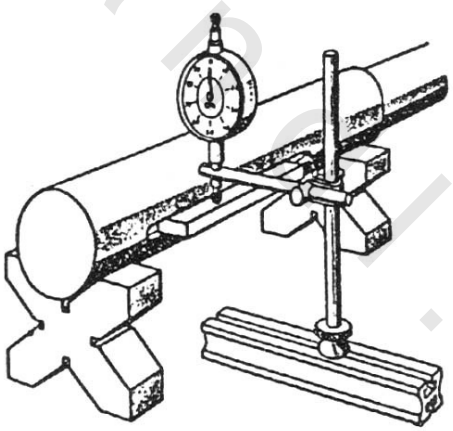
obeikandl.com

5- **فحص محورية دوران مشغولة المخرطة كما هو موضح بشكل** 330.



شكل 330
فحص محورية دوران مشغولة على المخرطة

6- **فحص أفقية واستواء مجرى خابور طولي بعمود كما هو موضح بشكل** 331.



شكل 331
فحص أفقية واستواء مجرى خابور طولي

يتضح مما سبق استخدام مبين القياس في عدة أغراض، الأمر الذي أدى أن يتبعه اختلاف شكل طرف عمود القياس تبعاً لأشكال المشغولات وأحجامها.. وكذلك قد

obeikandl.com

يتبعه اختلاف في شكل وضع مبين القياس.

ومن الطبيعي أن مبين القياس لا يستخدم على حدة، بل يجب عمل التجهيزات اللازمة له كحامل ووضعه على زهرة الاستواء أو على فرش الآلة أثناء استخدامه.

الميكرومترات البيانية

Indicating Micrometers

الميكرومترات البيانية عبارة عن ميكرومترات مثبت أو ملحق بأجسامها ساعات بيانية. تتشابه الميكرومترات البيانية مع مبينات القياس من حيث وجود قرص مدرج ومؤشر يوضح مقدار الانحرافات.

توجد الميكرومترات البيانية بعدة أشكال، صممت جميعها لتوضيح مقدار انحرافات قياسات المشغولات بالزائد أو بالناقص في البعد الواحد، وللتأكد من وجود الانحرافات في حدود التجاوز المسموح به حسب المواصفات الفنية، وذلك من خلال مبينات مثبتة أو ملحقة بالميكرومترات.

تضبط الميكرومترات (الخارجية أو الداخلية) بالقياسات المراد فحصها، وتقوم المبينات بعملية تكبير لمقدار الانحراف عن البعد الاسمي.

تستخدم الميكرومترات البيانية المختلفة في مراجعة وفحص دقة قياسات المشغولات المتشابهة الدقيقة المصنعة بإنتاج كمي.

الميكرومتر البياني الخارجي

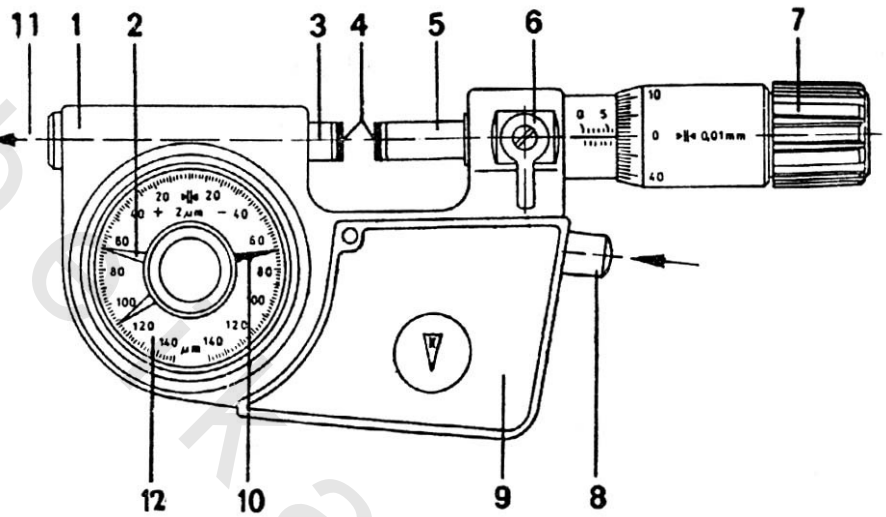
Outside Indicating Micrometer

الميكرومتر البياني الخارجي الموضح بالرسم التخطيطي بشكل 332 عبارة عن ميكرومتر خارجي 0 ـ 25 مم، أو 25 ـ 50 مم. دقة قياسه 0.01 مم.

يوجد بجسم الميكرومتر مبين قياس ذو دقة عالية لتوضيح مقدار الانحرافات في أبعاد المشغولات الدقيقة المصنعة.

يضبط الميكرومتر على البعد الاسمي، كما يضبط حدود التفاوت بالمبين المثبت بالميكرومتر من خلال المؤشرين بالزائد وبالناقص حسب المواصفات الفنية المعطاة.

ومن خلال فحص دقة قياس المشغولات المصنعة، تتضح المشغولات المقبولة التي تقع أبعادها في نطاق التجاوزات المسموح بها، والمشغولات المرفوضة التي يتجاوز أبعادها عن نطاق التفاوتات.



شكل 332
ميكرومتر البياني الخارجي

1- الهيكل.

2- مؤشران لتحديد مقدار التجاوز المسموح به بالزائد وبالناقص.

٣- قاعدة ارتكاز الميكرومتر قابلة للحركة في الاتجاه العكسي لعمود القياس.

٤- السطح الأمامي لكل من عمود القياس وقاعدة الارتكاز مصنوع من مادة صلدة غير قابلة للخدش، لعدم تآكلهما نتيجة لكثرة احتكاكهما بالمشغولات المعدنية المختلفة أثناء فحصها.

٥- عمود القياس.

6- فرملة.. لتثبيت القياس.

٧- اسطوانة التحسس (اسطوانة التفويت) مغلفة بغلاف أسطواني من مادة عازلة للحرارة كالبكاليت.

8- زر متصل بمجموعة أذرع ونوابض داخلية للتحكم في حركة قاعدة الارتكاز (3) للاتجاه العكسي لعمود القياس، وذلك لسهولة تثبيت أو نزع المشغولة أثناء فحصها.

٩- ألواح من مادة عازلة للحرارة كالبكاليت.

١٠- مؤشر يوضح مقدار الانحراف عن القياس الاسمي.

١١- حركة قاعدة الارتكاز 3 للاتجاه العكسي لعمود القياس عند الضغط على الزر8.

١٢- تدريج مبين القياس دقة 2Um.

طريقة استعمال الميكرومتر البياني :

تعتمد عملية فحص ومراجعة قياس المشغولات الدقيقة المختلفة باستخدام الميكرومتر البياني على رأس الميكرومتر ومبين قياس ذو دقة قياس عالية ومجموعة روافع ونوابض لانتقال الحركة إلى قاعدة الارتكاز، وإلى المؤشر الذي يوضح مقدار الانحراف في قياس المشغولة.

ويمكن تبسيط طريقة استعمال الميكرومتر البياني في تسلسل الخطوات التالية:-

1-يضبط رأس الميكرومتر على القياس الاسمي للجزء المراد مراجعة دقة قياسه، قبل البدء في عملية الفحص والمراجعة.

2-ضبط مؤشرين تحديد مقدار التجاوزات Tolerances المسموح بها.. (ضبط مقدار الزيادة والنقص المسموح بهما عن القياس الاسمي).

3-الضغط على الزر 8 لتتحرك قاعدة الارتكاز 3 إلى الاتجاه العكسي لعمود القياس، عن طريق مجموعة أذرع وروافع ونوابض داخلية.

4-وضع المشغولة المطلوب فحص ومراجعة قياسها بين عمود القياس وقاعدة الارتكاز، وإطلاق الزر 8 لتعود قاعدة الارتكاز إلى وضعها الأساسي لتضغط على المشغولة، ويتحرك المؤشر 10 موضحاً مقدار انحراف Deviation بعد المشغولة عن القياس الاسمي.

عندما يتحرك المؤشر 10 في نطاق التجاوزات المسموح بها (بداخل نطاق المؤشرين رقم 2) تعتبر المشغولة مقبولة، وفي حالة انحراف المؤشر 10 عن نطاق التجاوزات المسموح بها (خارج نطاق المؤشرين رقم 2) تعتبر المشغولة

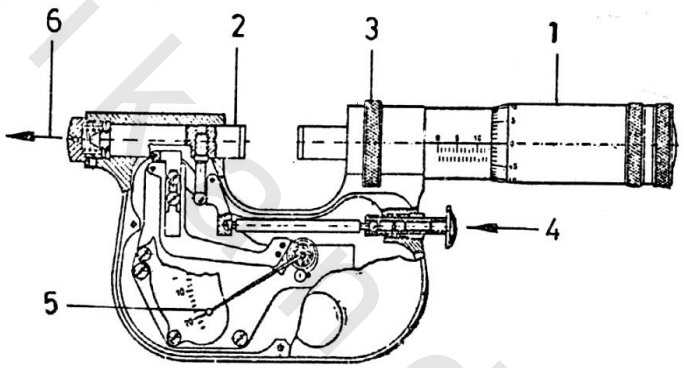
obeikandl.com

مرفوضة.

5-الضغط على الزر 8 للتحرك قاعدة الارتكاز 3 إلى الاتجاه الخلفي لعمود القياس، حيث يمكن تغيير المشغولة لفحص مشغولة أخرى.. وهكذا.

انتقال الحركة الداخلية في الميكرومتر البياني :

تتحرك قاعدة الارتكاز حركة خطية إلى الاتجاه العكسي لعمود القياس عند الضغط على الزر 4، عن طريق مجموعة أذرع وروافع ونوابض، حيث توضع المشغولة لتنحصر ما بين قاعدة الارتكاز وعمود القياس، ليتحرك مؤشر مبين القياس ليوضح مقدار الانحراف بدقة تصل إلى 2Um كما هو موضح بشكل 333.



شكل 333
قطاع بالميكرومتر البياني

1- رأس الميكرومتر.

٢- قاعدة الارتكاز قابلة للحركة في الاتجاه الخلفي لعمود القياس.

٣- فرملة حلقية.

٤- زر متصل بمجموعة أذرع وروافع ونوابض للتحكم في حركة قاعدة الارتكاز في الاتجاه العكسي لعمود القياس.

٥- مؤشر يوضح مقدار الانحراف عن القياس الاسمي.

٦- اتجاه حركة قاعدة الارتكاز.

مميزات الميكرومترات البيانية :

Indicating Micrometers Merits

تتميز الميكرومترات البيانية بممسزات عديدة، أهمها الآتي:-

1- الدقة العالية في المبينات (ساعات القياس) حيث يصل دقة قياسها إلى 2Um.

٢- سرعة أدائها وسهولة قراءتها في فحص ومراجعة قياس المشغولات الدقيقة ذات الإنتاج الكمي (إنتاج السلعة الواحدة إنتاجاً كبيراً متكرراً).

3- عدم تآكل أسطح قياس الميكرومترات البيانية (السطحان الأماميان لكل من قاعدة الارتكاز وعمود القياس) نتيجة لكثرة احتكاكهما بمعادن المشغولات المختلفة، وذلك لصنعهما من مادة صلدة غير قابلة للخدش كالكربيد، الذي يؤكد دقة قياسها للمشغولات المراد فحصها.

4- ذات أحجام وأوزان صغيرة تجعلها سهلة في تداولها وتخزينها.

5- ثمنها مناسب ومنخفض بالمقارنة بأجهزة القياس البصرية.

ملاحظة :

تزود جميع الميكرومترات البيانية بمبينات مختلفة الدقة، يصل دقة قياسها إلى 2Um.

وظيفة رؤوس الميكرومترات هي تحديد القياسات المراد فحصها، أما وظيفة المبينات المثبتة أو الملحقة بها فهي تحديد مقدار الانحراف عن القياس الاسمي بالزائد أو بالناقص، وذلك للتعرف على المشغولات المقبولة التي تقع في نطاق التجاوز المسموح به، والأجزاء المرفوضة التي تزيد أو تنقص أبعادها عن نطاق التجاوزات.

ميكرومتر قياس أسنان التروس البيانى

Gear Teeth Measuring Indicator Micrometer

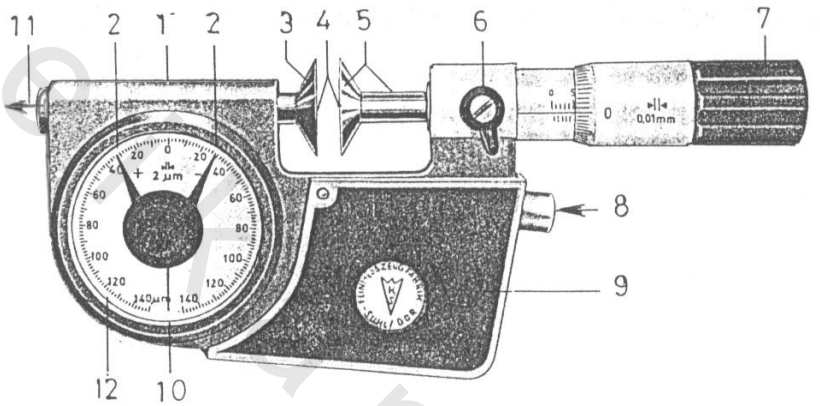
الميكرومتر البياني المخصص لقياس أسنان التروس الموضح بشكل 334 عبارة عن ميكرومتر خارجي 0 . 25 ملليمتر. دقة قياسه 0.01 ملليمتر.

يوجد بجسم الميكرومتر مبين قياس ذو دقة عالية، دقته إلى 2Um، الغرض من الساعة البيانية هو توضيح مقدار الانحرافات في أبعاد أسنان التروس المصنعة

الدقيقة.

يضبط الميكرومتر على البعد الاسمي، كما يضبط حدود التفاوت بالمبين المثبت بالميكرومتر من خلال المؤشرين باالزائد أو بالناقص.

ومن خلال فحص دقة أسنان التروس المصنعة تتضح التروس المقبولة التي تقع أبعادها في نطاق التجاوزات المسموح بها، والتروس المرفوضة التي يتجاوز أبعادها نطاق التفاوتات.



شكل 334
الميكرومتر البياني لقياس أسنان التروس

1- الهيكل.

٢- مؤشران لتحديد مقدار التجاوز المسموح به بالزائد وبالناقص.

٣- قاعدة ارتكاز على شكل طبق، قابلة للحركة في الاتجاه العكسي لعمود القياس.

٤- السطحان الأماميان لكل من عمود القياس وقاعدة الارتكاز مصنوعين من مادة صلدة، لعدم حدوث خدش أو تآكل نتيجة لكثرة احتكاكهما بالمعادن المختلفة أثناء استخدام الميكرومتر في عمليات القياس.

5- عمود القياس سطحه الأمامي على شكل طبق.

٦- مقبض تثبيت.. فرملة.

٧- أسطوانة التحسس.. (أسطوانة تفويت) مغلفة بغلاف أسطواني من مادة عازلة للحرارة كالبكاليت.

٨- زر متصل بمجموعة أذرع ونوابض داخلية للتحكم في حركة قاعدة الارتكاز (3) للاتجاه العكسي لعمود القياس، وذلك لسهولة تثبيت أو نزع التروس أثناء فحصها.

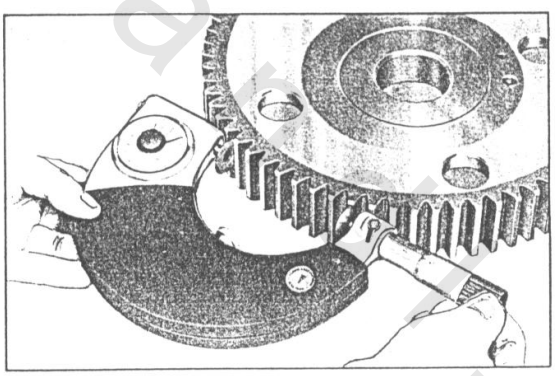
٩- ألواح من مادة عازلة للحرارة كالبكاليت.

١٠- مؤشر يوضح مقدار الانحراف عن القياس الاسمي.

١١- حركة قاعدة الارتكاز 3 للاتجاه العكسي لعمود القياس عند الضغط على الزر8.

١٢- تدريج مبين القياس دقة 2Um.

يستخدم الميكرومتر البياني الخاص لقياس أسنان التروس في فحص قياس أسنان التروس ذات الأسنان المستقيمة (العدلة) المصنعة بإنتاج كمي. شكل 335 يوضح الميكرومتر البياني الخاص لقياس أسنان التروس أثناء استخدامه في فحص قياس ترس ذو أسنان مستقيمة.



شكل 335
استخدام الميكرومتر البياني في قياس ترس ذو أسنان مستقيمة

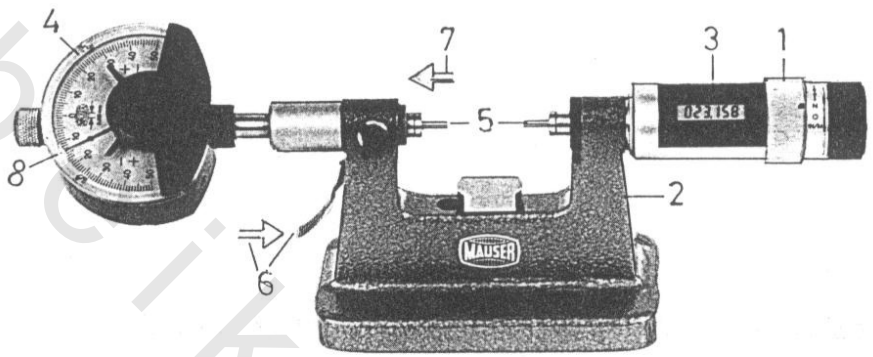
الميكرومتر البياني الخارجي المصمم لعدة أغراض:

Multi – Function Indicator Micrometer

للتأكد من دقة قياس المشغولات المختلفة ذات الإنتاج الكمي (إنتاج السلعة الواحدة إنتاجاً كبيراً متكرراً)، فقد أنتجت دور الصناعة ميكرومتر بياني خارجي موضح بشكل 336 لاستخدامه في فحص الأجزاء المصنعة ذات النماذج المختلفة الخارجية.

وهو عبارة عن ميكرومتر رقمي إلكتروني خارجي 0 ـ 25 ملليمتر أو 25 ـ 50 ملليمتر، يحمل مبين قياس ذو دقة عالية. تصل دقة قياسه إلى 0.001 ملليمتر.

صمم الميكرومتر البياني الخارجي بحيث يمكن تثبيت واستبدال أزواج الفكوك المختلفة التي تستخدم لفحص المشغولات بالعمليات الصناعية المتعددة.



شكل 336
الميكرومتر البياني الخارجي المصمم لعدة أغراض

1- رأس الميكرومتر الخارجي الرقمي دقة 0.001 ملليمتر.

2- إطار (هيكل) الميكرومتر.

٣- القياس الاسمي (القياس النموذجي) للجزء المراد فحص دقة قياسه.

4- مبين قياس رقمي دقة 0.001 ملليمتر.

٥- زوج فكي قياس يمكن تثبيتهما واستبدالهما (فك مثبت بعمود القياس وفك مثبت بقاعدة الارتكاز).

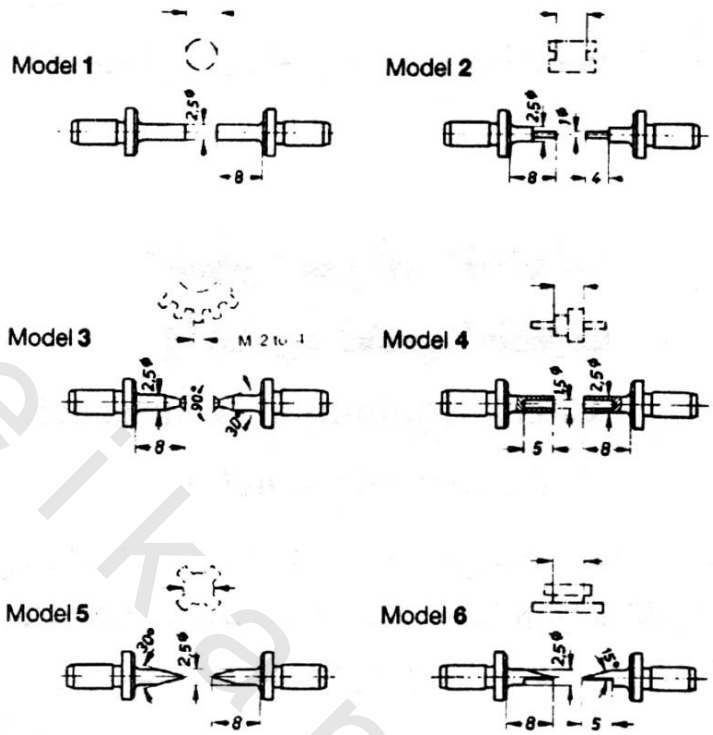
٦- ذراع متصل بنوابض للتحكم عند الضغط عليه في الحركة الخطية لفك قاعدة الارتكاز.

7- الحركة الخطية لفك قاعدة الارتكاز إلى الخلف.

8- حركة مؤشر مبين القياس لتوضيح مقدار التفاوت بالزائد أو بالناقص.

ملحق مع الميكرومتر البياني الخارجي السابق ذكره عدد ستة أزواج من فكوك القياس الموضحة بشكل 337 لاستخدامهم في فحص قياسات الأجزاء المصنعة

المختلفة.



شكل 337
أزواج مختلفة من فكوك القياس لاستخدامها مع الميكرومتر البياني الخارجي في قياس الأجزاء المختلفة

1- فكان لفحص قياس القطر الخارجي.

2- فكان لفحص قياس أبعاد وأقطار المجاري والمشقبيات.

٣- فكان لفحص قياس أسنان التروس.

٤- فكان لفحص قياس أبعاد الأجزاء الدقيقة المتدرجة.

5- فكان لفحص قياس أبعاد الأعمدة المحددة (المسننة).

6- فكان لفحص قياس أبعاد مجاري المشغولات.

مميزات الميكرومتر البياني الخارجي :

يتميز الميكرومتر البياني الخارجي بالآتي :-

1- **إمكانية استخدامه لعدة أغراض صناعية مختلفة، عن طريق تغيير أزواج**

obeikandl.com

الفكوك القابلة للتثبيت والاستبدال.

٢- سهولة استخدامه.

3- سرعة أدائه.

4- اقتصادي حيث إنه يوفر ثمن شراء مجموعة ميكرومترات مختلفة باهظة الثمن.

الميكرومترات الداخلية وأجهزة فحص الثقوب

Punch Check Equipment & Internal Indicator Micrometer

الميكرومترات البيانية الداخلية وأجهزة فحص الثقوب عبارة عن ساعات بيانية ذات دقة عالية، مثبت بها ميكرومترات قياس داخلية أو قوالب قياس ذات ثلاثة نقط ارتكاز عن طريق مجسات قياسية يمكن استبدالها حسب عمق القطر الداخلي المراد فحص قياسه.

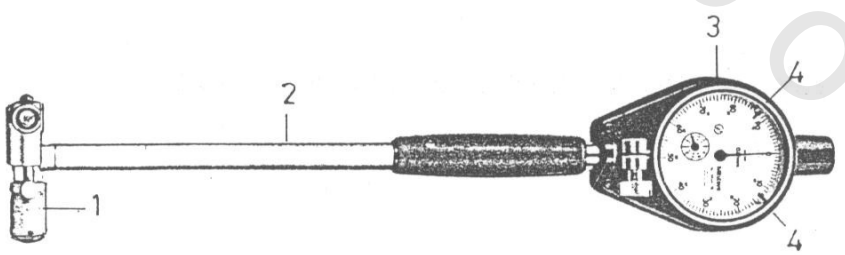
الميكرومتر البياني الداخلي :

Inside Indicator Micrometer

يضبط الميكرومتر على البعد الاسمي، كما يضبط حدود التفاوت بالمبين من خلال المؤشرين بالزائد وبالناقص حسب المواصفات الفنية المعطاة.

من خلال فحص دقة قياس المشغولات المصنعة تتضح المشغولات المقبولة والمشغولات المرفوضة.

يستخدم الميكرومتر البياني الداخلي الموضح بشكل 338 في فحص ومراجعة دقة أقطار المشغولات الهامة، كما يستخدم في فحص استواء واستدارة المشغولات المصنعة.



شكل 338

الميكرومتر البيـــاني الداخلي

1- ميكرومتر قياس داخلي.

٢- مجس دقيق قابل للاستبدال.

3- مبين قياس دقيق.

٤- حدود التفاوت المسموح بها.

طريقة استخدام الميكرومتر البياني الداخلي :

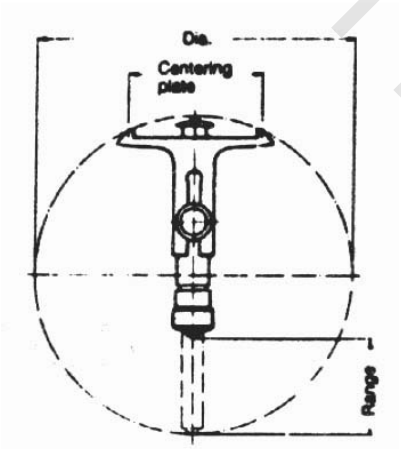
تراجع قياس أبعاد المشغولات المصنعة الدقيقة باستخدام الميكرومتر البياني الداخلي. كما يتم فحص استواء واستدارة أسطح المشغولات المنتجة باتباع الخطوات التالية:-

1- **ضبط قياس الميكرومتر على القياس الاسمي.**

٢- **ضبط مؤشر الساعة البيانية على القياس المطلوب أو على وضع الصفر.**

3- **يوضع الميكرومتر البياني بداخل القطر الداخلي المراد مراجعة قياسه أو فحص استدارة سطحه كما هو موضح بشكل** 339 **بحيث يثبت بوضع عمود على السطح.**

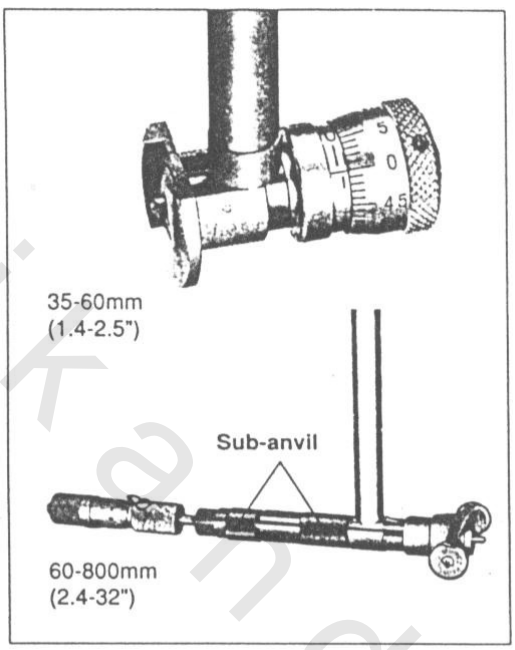
4- **يلاحظ تحرك مؤشر الساعة البيانية بذلك يمكن تحديد المشغولات المقبولة التي تقع في نطاق حدود التفاوت، كما يمكن تحديد المشغولات المرفوضة التي تتجاوز عن مقدار التفاوت المسموح به.**



شكل 339

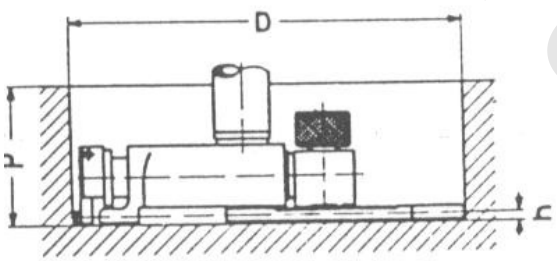
الوضع الصحيح للميكرومتر البياني الداخلي

5- يستخدم الميكرومتر البياني الداخلي لفحص الأبعاد والأقطار الصغيرة ما بين 35 - 60 ملليمتر (١.٤ - 2.5″)، كما يمكن إضافة قطع امتداد ليصل مدى قياس الميكرومتر إلى 800 ملليمتر (32″) كما هو موضح بشكل 340.



شكل 340
إمكانية إضافة قطع امتداد للميكرومتر البياني الداخلي

يستخدم الميكرومتر البياني الداخلي في مراجعة وفحص قياس الأقطار الداخلية للثقوب المغلقة (الثقوب الغير نافذة) شكل 341.



شكل 341
استخدام الميكرومتر البياني الداخلي
في فحص قياس الأقطار الداخلية للثقوب الغير نافذة

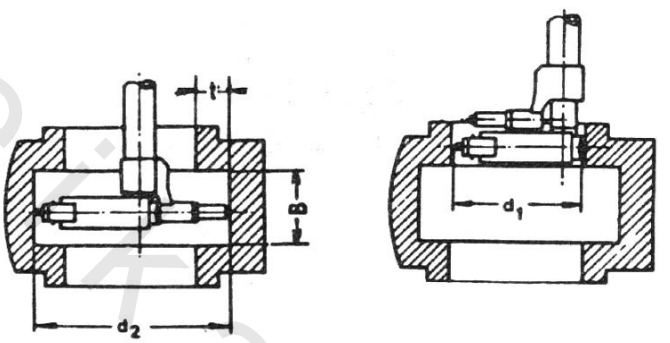
obeikandl.com

حيث D ... القطر الداخلي المراد فحص دقة قياسه.

P ... عمق الثقب الداخلي.

n ... سمك الجزء البارز من الميكرومتر الداخلي.

كما يستخدم الميكرومتر البياني الداخلي في مراجعة وفحص قياس الأقطار الداخلية حتى التي يصعب الوصول إليها بأجهزة القياس الأخرى وبأي عمق كما هو موضح بشكل 342.



شكل 342
استخدام الميكرومتر البياني الداخلي في مراجعة وفحص قياس الأقطار الداخلية التي يصعب الوصول إليها

حيث d_1 ... القطر الداخلي الصغير.

d_2 ... القطر الداخلي الكبير أو قطر المجرى الداخلية

B ... ارتفاع قطر المجرى الداخلية.

t ... مقدار الزيادة في قطر المجرى الداخلية من جهة واحدة.

جهاز فحص الثقوب ذو القالب الأسطواني المجهز بثلاث نقط ارتكاز :

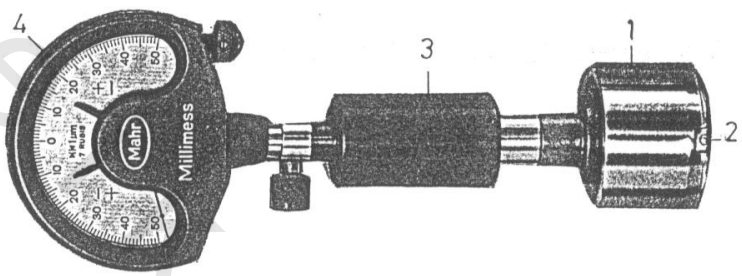
جهاز فحص الثقوب ذو القالب الأسطواني المجهز بثلاث نقط ارتكاز الموضح بشكل 343 **عبارة عن ساعة بيانية مثبتة على مجس قياسي ينتهي برأس قياسي (قالب أسطواني) بثلاث نقط ارتكاز.**

يضبط الرأس القياسي (القالب الأسطواني ذو الثلاث نقط ارتكاز على البعد الأسمى المراد فحصه أو على جزء نموذجي، أو بالاستعانة بمحدد قياسي حلقي.

يضبط مؤشر مبين القياس على وضع الصفر، ويحدد مقدار الانحراف بالزائد

وبالناقص حسب المواصفات الفنية.

ينتقل القياس أثناء فحص ومراجعة قياس الأقطار الداخلية للمشغولات عند تلامس الثلاث نقط ارتكاز البارزة 2 بالقالب الأسطواني 1 إلى المجس القياسي 3 عن طريق نوابض داخلية إلى مؤشر الساعة البيانية، لتحديد المشغولات المقبولة التي تقع قياسها في نطاق حدود التفاوت، كما يمكن تحديد الأجزاء المرفوضة التي تتجاوز هذه الحدود.



شكل 343
جهاز فحص الثقوب ذو القالب الأسطواني بثلاث نقط ارتكاز

1- قالب أسطواني.
٢- نقط القياس.. ثلاث نقط ارتكاز بارزة قابلة للحركة إلى الخارج عن طريق مجموعة أذرع ونوابض داخلية).
٣- مجس قياسي قابل للاستبدال.
4- ساعة بيانية دقة قياسها 1Um.

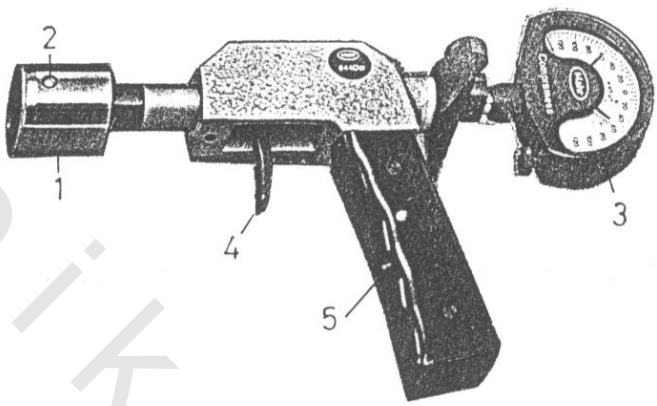
يستخدم جهاز فحص الثقوب الداخلية ذو القالب الأسطواني في مراجعة وفحص قياس الأقطار الداخلية (16 . 200 ملليمتر)، بأى عمق حتى التي يصعب الوصول إليها بأجهزة القياس المختلفة الأخرى، كما يستخدم في مراجعة وفحص دقة استواء واستدارة المشغولات المصنعة الدقيقة.

مسدس فحص الثقوب ذو القالب الأسطواني المجهز بثلاث نقط ارتكاز :

يتشابه مسدس فحص الثقوب ذو القالب الأسطواني المجهز بالثلاث نقط ارتكاز الموضح بشكل 344 مع جهاز فحص الثقوب ذو القالب الأسطواني السابق ذكره من

حيث وجود قالب أسطواني بثلاث نقط ارتكاز بكل منهما.

يتميز الأول بسرعة أدائه حيث تنطلق نقط الارتكاز الثلاثة إلى الخارج لملامسة السطح الداخلي للجزء المراد فحص دقة قياسه، فور الضغط على الزناد، وذلك من خلال مجموعة أذرع ونوابض داخلية.



شكل 344
مسدس فحص الثقوب ذو القالب الأسطواني المجهز بثلاث نقط ارتكاز

1- القالب الأسطواني.

٢- نقط القياس.. (ثلاث نقط ارتكاز بارزة قابلة للحركة إلى الخارج عن طريق مجموع أذرع ونوابض داخلية).

3- مبين قياس دقة 1 Um.

4- زناد.

٥- مقبض.

يستخدم مسدس فحص الثقوب ذو القالب الأسطواني المجهز بثلاث نقط إرتكاز في فحص قياس الأقطار الداخلية للمشغولات ذات الدقة العالية للأقطار ما بين 16 - 200 ملليمتر.

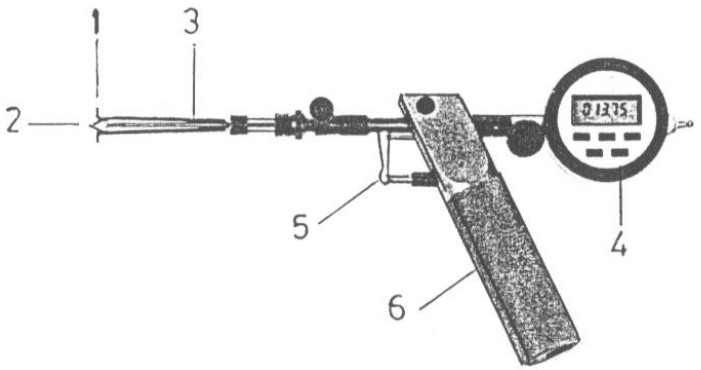
مسدس فحص ثقوب الأقطار الصغيرة :

يتشابه مسدس فحص ثقوب الأقطار الصغيرة الموضح بشكل 345 مع مسدس فحص الثقوب ذو القالب الأسطواني من حيث الشكل العام والأداء.

صمم المسدس الأول لاستخدامه في فحص ومراجعة قياس المشغولات ذات

obeikandl.com

الأقطار الصغيرة ما بين 6 – 50 ملليمتر.



شكل 345
مسدس فحص ثقوب الأقطار الصغيرة

1- نقط القياس.. (نقط الارتكاز).

٢- جزء داخلي مخروط، يتحرك إلى الأمام عند الضغط على الزناد ليضغط على نقط القياس لتنطلق إلى الخارج، لتلامس السطح الداخلي للمشغولة المراد قياسها.

3- مجس دقيق بطول مناسب.. (لإتاجة قياس الأقطار الداخلية ذات الأعماق الطويلة).

٤- مبين قياس رقمي.

5- زناد.. (يضغط عليه أثناء عملية القياس).

6- مقبض.

obeikandl.com

الباب السادس

معامل القياس
والقياس بالطرق الغير مباشرة
Measurement labs & Indirect Measurement

أجهزة القياس والمعايرة

obeikandl.com

obeikandl.com

تمهيد

نظراً إلى الحاجة المتزايدة إلى صناعة الآلات والمعدات والماكينات والدقة الواجب توافرها في هذه المنتجات لتحقيق صفة التبادلية، وخاصة بعد التقدم الكبير الذي شمل معظم أنحاء العالم.. كان من الضروري وجود إدارة بكل مصنع إنتاجي تسمى بإدارة مراقبة الإنتاج أو بإدارة مراقبة الجودة، مهمتها هي فحص ومعايرة دقة قياسات الأجزاء والمنتجات المصنعة بإنتاج كمي ومطابقتها للمواصفات القياسية الخاصة بكل منها وذلك من خلال معامل خاصة تسمى بحجرات تفتيش القياسات.. (للفصل بين الأجزاء والمنتجات المقبولة عن الأجزاء المرفوضة). ولضمان الدقة العالية في قياس ومعايرة الأجزاء المصنعة.. كان من الضروري أن تتوفر في المعامل أو حجرات التفتيش شروط أساسية.

يناقش في هذا الباب الشروط الواجب توافرها في حجرات القياس (المعامل القياسية) والقياسات الدقيقة، ومصادر الخطأ بالقياسات المختلفة من حيث الأسلوب المتبع في القياس أو دقة أداء أدوات وأجهزة القياس ومهارة مستعملي هذه الأجهزة.

ويتناول المشغولات التي يصعب قياسها بدقة بطرق القياس المباشر، ويلزم الأمر قياسها بطرق القياس الغير مباشر، الأمر الذي أدى إلى الاستعانة ببلي وقدود القياس وتطبيق المبادئ الأولية في حساب المثلثات.

كما يتعرض لطرق قياس الزوايا المختلفة باستخدام جهاز الجيب مع عرض العديد من الأمثلة.

روعي عند إعداد هذا الباب أن يكون العرض مبسطاً بقدر المستطاع بحيث يناسب المبتدئ، وكذلك ذوي الخبرة في هذا المجال.

openkanal.com

معامل القياس
Measurement Labs

الشروط الواجب توافرها في معامل القياس :

توجد معامل (حجرات) خاصة للقياسات الدقيقة بجميع المصانع الإنتاجية. الغرض منها هو فحص ومعايرة قياسات المشغولات المصنعة work Pieces ومقارنة قياساتها بقياسات الجزء الأساسي النموذجي Master Gauge وذلك لتحديد الانحرافات Deviations (مقدار الزيادة أو النقص في القياس الأساسي) للتعرف على الأجزاء المقبولة Accepted أو الأجزاء المرفوضة Rejected.

ولضمان الدقة العالية في القياسات.. يجب أن تتوفر في معامل (حجرات) القياس الشروط التالية:-

1- **درجة حرارة ثابتة** 20^{0} **م :**

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

2- **نسبة رطوبة مناسبة :**

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

3- **النظافة والخلو من الأتربة :**

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

openkandil.com

4- **البعد عن مصادر الاهتزازات :**

أي اهتزاز بالمبني ينتج عنه إزاحة للمشغولات المقاسة وكذلك أدوات وأجهزة القياس المستخدمة، لذلك يجب أن يكون المعمل بالدور الأر ضي، وفي حالة وجود ماكينات قياس، يفضل تثبيتها على قواعد خرسانية ومخدات من الكاوتشوك.

القياس بالطرق الغير مباشرة

Indirect Measurement

بلي وقدود القياس الأسطوانية :

يستخدم بلي وقدود القياس الأسطوانية كأدوات قياس مساعدة مع قوالب القياس في كثير من عمليات القياس وخاصة في القياس الغير مباشر للزوايا، وقياس أبعادها في حالة صعوبة قياسها بالطريقة المباشرة.

يختار غالباً بلي وقدود القياس الأسطوانية المستخدمة لعمليات الفحص والقياس من المحامل التدحرجية المقاومة للاحتكاك.. محامل الكريات والمحامل الأسطوانية (رولمان البلي).

يصنع بلي وقدود القياس الأسطوانية من الصلب المقسي والمعالج حرارياً والمجلخ بدقة فائقة، تصل الدقة في قدود القياس الأسطوانية من حيث الطول والقطر والاستدارة، في حدود 2 ميكرومتر (٢ um).

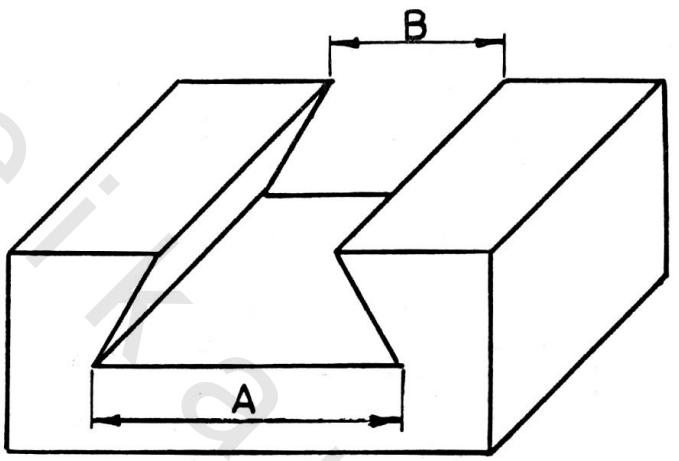
تنتج دور الصناعة قدود القياس على هيئة مجموعة متدرجة في القياس من 5 . ٣٠ ملليمتر داخل صندوق خشبي صغير، ويجب مراعاة وجود مجموعتين متماثلتين من هذه القدود حتى يمكن توفير زوج من كل قياس.

أما بلي القياس (المدحرجات القياسية) فإنه لا يتواجد عادة في مجموعات جاهزة، ولكن يمكن شراؤه بالعدد اللازم لتكوين مجموعات متزاوجة متدرجة في القياس، يصل الدقة في مقاس بلي القياس في حدود 2 ميكرومتر (٢ Um) كما تصل درجة دقة ونعومة السطح لكل من بلي وقدود القياس الأسطوانية في حدود 0.1 ميكرومتر (Um ١).

فيما يلي عرض لبعض قياسات الأبعاد والزوايا بطريقة القياس الغير مباشر للمشغولات المختلفة.

قياس أبعاد مجرى غنفاري داخلي

يراد قياس أبعاد مجرى غنفاري داخلي A ، B للمشغولة الموضحة بشكل 346 بطريقة القياس الغير مباشر.



شكل 346
قياس أبعاد المجرى الغنفاري A ، B بطريقة القياس الغير مباشر

الأدوات المستخدمة :

1- زوج متماثل من قدود القياس الأسطوانية بأقطار مناسبة.
2- مجموعة قوالب قياس.
3- ميكرومتر أعماق أو قدمة أعماق.. حسب الدقة المطلوبة.

خطوات العمل :

1- يجب العناية بتنظيف أسطح القياس لكل من المجرى الغنفاري وقوالب القياس وقدود القياس الأسطوانية بمنظف مناسب كالبنزين أو الكحول النقي قبل البدء في عملية القياس بوقت كافٍ لكي تتساوى درجة حرارة كل من المشغولة وأدوات وأجهزة القياس مع درجة حرارة حجرة القياس.
2- إذا لم تكن زاوية المجرى الغنفاري (θ) معلومة، فيجب قياسها باستخدام

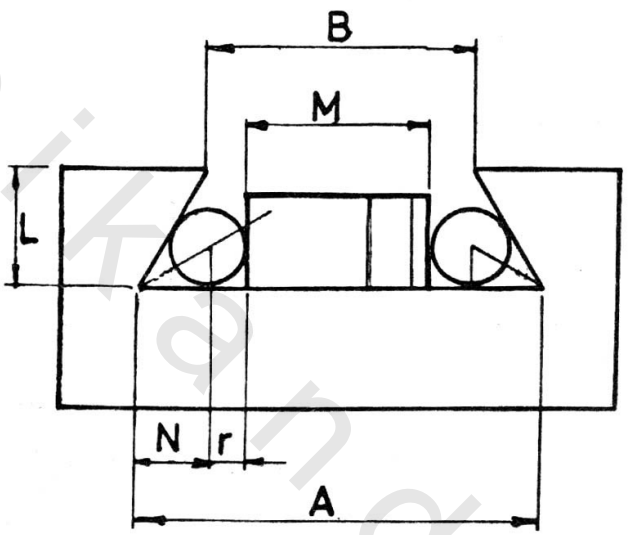
obeikandl.com

منقلة بورنية.

3- تثبت أسطوانتان متماثلتان من قدود القياس بمقاس معلوم بداخل زاوية المجرى الغنفاري (θ).

4- تعيين المقاس (M) وذلك من خلال مجموعة قوالب القياس التي تتوافق توافقاً محكماً في الحيز المحصور بين قدي القياس الأسطوانيين شكل 347.

5- قياس ارتفاع المجرى (L) باستخدام ميكرومتر قياس أعماق أو قدمة أعماق.



شكل 347
تثبيت زوج متماثل من قدود القياس الأسطوانية ومجموعة قوالب القياس بداخل المجرى الغنفاري

6- إيجاد قيمة البعد (A) من المعادلة التالية:-

$$A = M + 2r + 2N$$

حيث **M** .. مجموع أبعاد قوالب القياس.

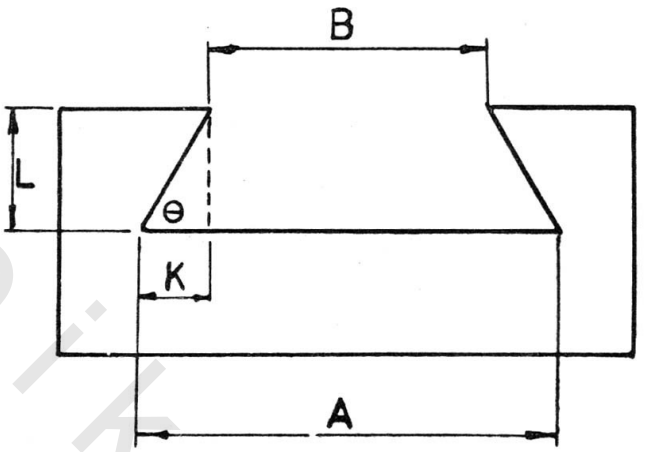
r ... نصف قطر قد القياس الأسطواني.

N ... البعد بين الخط العمودي من رأس الزاوية (θ) والخط العمودي من مركز القد الأسطواني = $\frac{\text{نصف قطر قد القياس الأسطواني}}{\tan\theta}$

L ... فاع المجرى الغنفاري.

θ ... زاوية المجرى الغنفاري.

7- إيجاد قيمة البعد B كما هو موضح بشكل 348 من المعادلة التالية:-



شكل 348
إيجاد قيمة البعد B من خلال استخدام النسب المثلثية

$$B = A - 2K$$

ويمكن إيجاد قيمة البعد K من خلال استخدام النسب المثلثية كما يلى:-

$$\tan \theta = \frac{L}{K}$$

$$\therefore K = \frac{L}{\tan \theta}$$

مثال :

يراد قياس أبعاد المجرى العنفاري الداخلي A ، B للمشغولة الموضحة بالشكلين السابقين بطريقة القياس الغير مباشر، باستخدام زوج متماثل من قدود القياس الأسطوانية قطر كل منهما 12 mm، ومجموعة قوالب قياس بأبعاد مختلفة، علماً بأن زاويتي المجرى الغنفاري θ متماثلتان وقيمة كل منهما 60^0 وارتفاعها 20mm.

الحل :

أولاً : لقياس البعد الغنفاري A يتبع خطوات العمل التالية:

نصف قطر قد القياس الأسطواني
$\tan\theta$

(أ) تثبت أسطوانتان متماثلتان من قدود القياس مقاس كل منهما 12mm **بالزاويتين الغنفاريتين.**

(ب) تثبت مجموعة قوالب قياس بتوافق محكم ما بين قدي القياس الأسطوانتين.

(ج) بتعيين مجموعة قوالب القياس المثبتة وجدت أنها 10.76mm.

(د) إيجاد قيمة البعد K **من خلال استخدام النسب المثلثية التالية:**

$\tan 30^0$ = **نصف قطر قد القياس الأسطواني المستخدم / مسافة البعد N**

$$0.5774 = \frac{6}{N} = 10.3914 \text{ mm}$$

$$N = \frac{6}{0.5774} = \text{mm } ١٠.٣٩١٤$$

$$A = M + 2r + 2N$$

$$A = 10.76 + (2\times 6) + (2\times 10.3914)$$

$$= 43.543 \text{ mm}$$

ثانياً: إيجاد قيمة البعد B من خلال استخدام النسب المثلثية:

$$\tan\theta = \frac{L}{K}$$

$$1.7321 = \frac{20}{K}$$

$$K = \frac{20}{1.7321} = 11.547\text{mm}$$

$$B = A - 2K$$

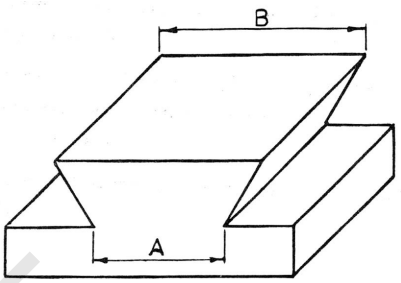
openkandl.com

$= 43.543 - (2 \times 11.547)$

$= 20.449$ mm

قياس أبعاد مجرى غنفاري خارجي

يراد قياس أبعاد مجرى غنفاري خارجي A ، B للمشغولة الموضحة بشكل 349 بطريقة القياس الغير مباشر.



شكل 349
قياس أبعاد المجرى الغنفاري A ، B بطريقة القياس الغير مباشر

الأدوات المستخدمة :

1- زوج متماثل من قدود القياس الأسطوانية بأقطار مناسبة.
2- ميكرومتر خارجي بمدى قياس مناسب.
3- ميكرومتر أعماق أو قدمة أعماق.. حسب الدقة المطلوبة.

خطوات العمل:

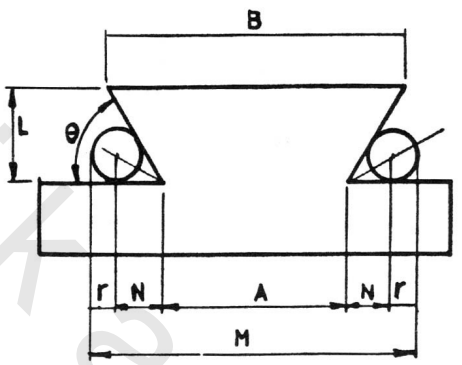
1- يجب العناية بتنظيف أسطح القياس لكل من المجرى الغنفاري وقدي القياس الأسطوانين وميكرومتر القياس الخارجي وميكرومتر قياس الأعماق أو قدمة قياس الأعماق بمنظف كالبنزين أو الكحول النقي قبل البدء في عملية القياس بوقت كاف لكي تتساوى درجة حرارة كل من المشغولة وأدوات وأجهزة القياس مع درجة حرارة حجرة القياس.
2- إذ لم تكن زاوية المجرى الغنفاري (θ) معلومة فيمكن قياسها باستخدام منقلة بورنية.
3- تثبيت أسطوانتين متماثلتين من قدود القياس بمقاس معلوم بداخل زاوية

obeikandl.com

المجرى الغنفاري (θ) شكل 350.

4- تعيين المقاس (M) باستخدام ميكرومتر قياس خارجي بمدى قياس مناسب، مع مراعاة أن يكون محور تماثل فكي قياس الميكرومتر واقعًا في المستوى المار بمحور قدي القياس الأسطوانيين.

5- قياس ارتفاع المجرى الغنفاري (L) باستخدام ميكرومتر قياس أعماق أو قدمة أعماق.



شكل 350
تثبيت زوج من قدود القياس الأسطوانية بداخل المجرى الغنفاري

6- إيجاد قيمة البعد A من المعادلة التالية:

$$A = M - 2r - 2N$$

حيث M ... قراءة قياس الميكرومتر الخارجي.. (المسافة التي تنحصر بينهما قدي القياس الأسطوانيين).

r ... نصف قطر كل من قد القياس الأسطواني.

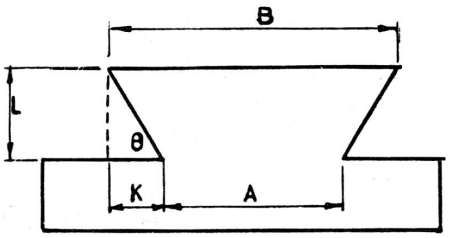
N.. البعد بين الخط العمودي من رأس الزاوية θ والخط العمودي من مركز

$$\text{القد الأسطواني} = \frac{\text{نصف قطر قد القياس الأسطواني}}{\tan\theta}$$

θ .. زاوية المجرى الغنفاري.

7- إيجاد قيمة البعد (B) من خلال استخدام النسب المثلثية كما هو موضح

بشكل 351 من المعادلة التالية:



شكل 351
إيجاد قيمة البعد (B) من خلال استخدام النسب المثلثية

$$B = A + 2K$$

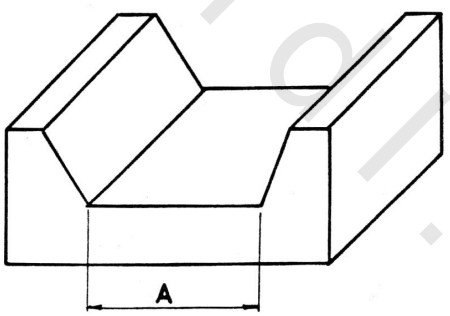
ويمكن إيجاد قيمة البعد K من خلال استخدام النسب المثلثية كما يلي:

$$\tan\theta = \frac{L}{K}$$

$$\therefore K = \frac{L}{\tan\theta}$$

قياس البعد المنحصر بين ركنتي زاويتين داخلتين

يراد قياس البعد (A) المنحصر بين ركني الزاويتين الداخلتين θ، μ للمشغولة الموضحة بشكل 352 بطريقة القياس الغير مباشر.



شكل 352
قياس البعد (A) المنحصر بين الزاويتين الداخلتين
للمشغولة بطريقة القياس الغير مباشر

الأدوات المستخدمة :

1- زوج متماثل من قدود القياس الأسطوانية بأقطار مناسبة.

2- مجموعة قوالب قياس.

٣-منقلة بورنية أو جهاز إسقاط ضوئي.

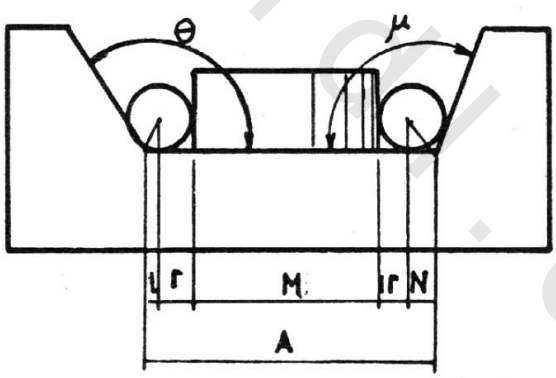
خطوات العمل :

1- يجب العناية بتنظيف كل من الأسطح الداخلية للمشغولة المراد قياسها، وقوالب القياس، وقدود القياس الأسطوانية، والمنقلة ذات الورنية بمنظف مناسب كالبنزين أو الكحول النقي قبل البدء في عملية القياس بوقت كاف، لكي تتساوى درجة حرارة كل من المشغولة وأدوات وأجهزة القياس مع درجة حرارة حجرة القياس.

2- إذا لم تكن قيمة كل من الزاويتين الداخلتين (θ ، μ) معلومة فيجب قياسهما باستخدام منقلة ذات ورنية أو من خلال جهاز إسقاط ضوئي.

3- وضع أسطوانتين متماثلتين من قدود القياس بمقاس معلوم في ركني الزاويتين الداخليتين (θ ، μ).

4- تعيين المقاس (M) من خلال مجموعة قوالب القياس التي تتوافق توافقاً محكماً في الحيز المنحصر بين قدي القياس الأسطوانين كما هو موضح بشكل 353.



شكل 353
قياس البعد (A) بطريقة القياس الغير مباشر باستخدام قدي قياس أسطوانين وقوالب قياس

5- إيجاد قيمة البعد (A) من المعادلة التالية:

$$A = M + 2r + L + N$$

حيث M ... مجموع أبعاد قوالب القياس.

R ... نصف قطر كل من قدي القياس الأسطوانين.

θ ... قيمة الزاوية الداخلية.

μ ... قيمة الزاوية الداخلية.

L ... البعد بين الخط العمودي من رأس الزاوية والخط العمودي من مركز القد الأسطواني.

N ... البعد بين الخط العمودي من رأس الزاوية والخط العمودي من مركز القد الأسطواني.

ويمكن إيجاد قيمة البعدي N ، L من خلال استخدام النسب المثلثية كما يلي:-

$$\tan\frac{\theta}{2}=\frac{r}{L}$$

$$L=\frac{r}{\tan\frac{\theta}{2}}$$

$$\therefore\ L=r\cot\frac{\theta}{2}$$

$$\tan\frac{\mu}{2}=\frac{r}{N}$$

$$N=\frac{r}{\tan\frac{\mu}{2}}$$

$$\therefore\ N=r\cot\frac{\mu}{2}$$

$$A=M+2r+r\cot\frac{\theta}{2}+r\cot\frac{\mu}{2}$$

$$=M+2r+r(\cot\frac{\theta}{2}+\cot\frac{\mu}{2})$$

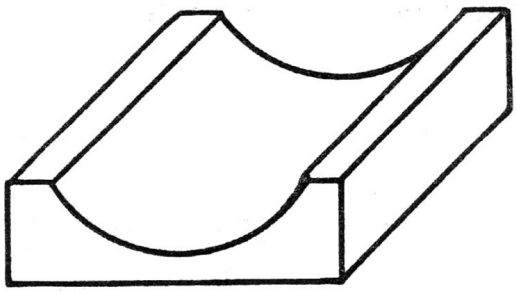
$$=M+2r\left[1+\frac{1}{2}(\cot\frac{\theta}{2}+\cot\frac{\mu}{2})\right]$$

$$A=M+2r(1+\frac{\cot\frac{\theta}{2}+\cot\frac{\mu}{2}}{2})$$

obeikandl.com

تعيين نصف قطر سطح مستدير داخلي بمشغولة

يراد إيجاد نصف قطر السطح المستدير الداخلي (R) للمشغولة الموضحة بشكل 354.



شكل 354 مشغولة ذات سطح مستدير داخلي

الأدوات المستخدمة :

1- ميكرومتر قياس أعماق.

2- ميكرومتر قياس خارجي مناسب.

خطوات العمل:

1- تنظيف أسطح القياس لكل من السطح المستدير الداخلي بالمشغولة، وميكرومتر الأعماق بمنظف مناسب كالبنزين أو الكحول النقي قبل البدء في عملية القياس بوقت كاف، لكي تتساوى درجة حرارة كل من المشغولة وأدوات القياس مع درجة حرارة حجرة القياس.

2- قياس عرض قاعدة ميكرومتر الأعماق باستخدام ميكرومتر خارجي مناسب.

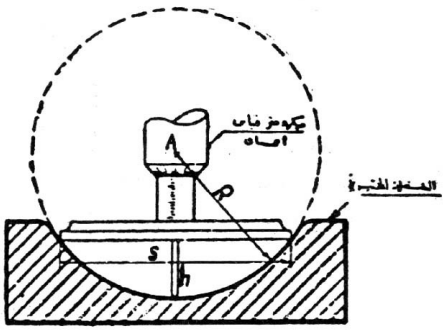
3- (أ) يوضع ميكرومتر الأعماق على المشغولة، بحيث ترتكز قاعدة الميكرومتر على السطح المستدير الداخلي المطلوب تعيين نصف قطره.

(ب) دوران أسطوانة قياس الميكرومتر عن طريق مسمار التحسس، حتى يلامس الطرف الأمامي لعمود قياس الميكرومتر قاعدة السطح المستدير الداخلي للمشغولة كما هو موضح بشكل 355.

(ج) تعيين قراءة ميكرومتر الأعماق.

obeikandl.com

4- **إيجاد نصف قطر السطح المستدير الداخلي (R) للمشغولة من خلال المعادلة التالية:-**



شكل 355
استخدام ميكرومتر أعماق
في تعيين نصف قطر السطح المستدير الداخلي للمشغولة

$$R = \frac{h}{2} + \frac{S^2}{8h}$$

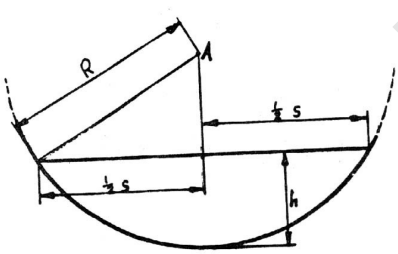
حيث A ... مركز الدائرية التي يقع السطح المستدير للمشغولة بها.

R ... نصف قطر السطح المستدير للمشغولة.

S ... عرض قاعدة ميكرومتر الأعماق.

H ... قراءة ميكرومتر الأعماق (المسافة بين قاعدة الميكرومتر وقاعدة السطح المستدير).

ومن خلال الرسم التخطيطي الموضح بشكل 356 يمكن استنتاج نصف قطر السطح المستدير الداخلي (R) بالمعادلة السابقة وبتطبيق نظرية فيثاغورث كالآتي :-



شكل 356
رسم تخطيطي يوضح استنتاج نصف قطر السطح المستدير الداخلي

obeikandi.com

$$R^2 = (R - h)^2 + (\frac{S}{2})^2$$

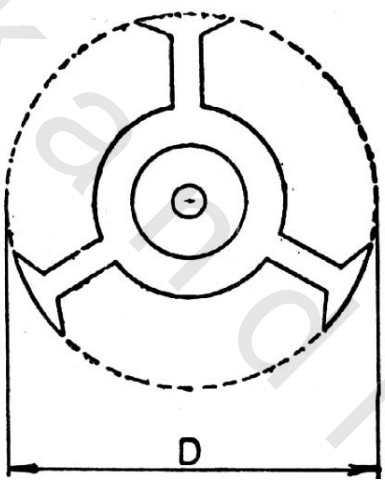
$$R^2 = R^2 - 2Rh + h^2 + \frac{S^2}{4}$$

$$SRh = h^2 + \frac{S^2}{4}$$

$$\therefore R = \frac{h}{2} + \frac{S^2}{8h}$$

قياس قطر خارجي لمشغولة ذات ثلاثة حواف

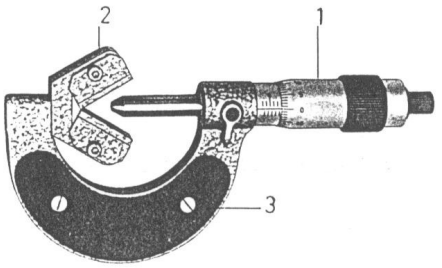
يراد قياس القطر الخارجي D للمشغولة ذات الثلاث حواف الموضحة بشكل 357.



شكل 357
قياس القطر الخارجي D لمشغولة ذات ثلاث حواف

تنتج دور الصناعة ميكرومترات خاصة لقياس التروس وعدد القطع ذات الثلاثة حواف شكل 358، والخمس حواف، وأيضاً التسع حواف.

obeikandl.com



شكل 358
ميكرومتر قياس التروس والعدد ذات الثلاث حواف

1- رأس الميكرومتر.

2- الإطار.

3- قاعدة الارتكاز على شكل حرف V بزاوية قدرها 60^0.

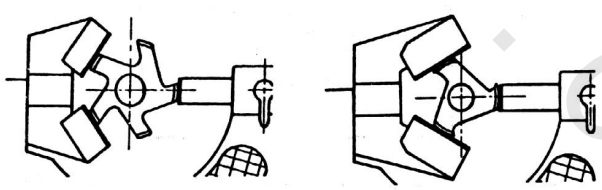
تتشابه هذه الميكرومترات مع بعضها البعض من حيث دقة القياس والشكل العام والتصميم، وتختلف زاوية قاعدة الارتكاز بكل منهم باختلاف شكل الجزء المراد قياسه (ثلاث أو خمس أو تسع حواف) وزاوية قاعدة الارتكاز بكل منهم كالآتي:-

زاوية قاعدة ارتكاز ميكرومتر قياس العدد ذو الثلاثة حواف = 60^0

زاوية قاعدة ارتكاز ميكرومتر قياس العدد ذو الخمس حواف = 108^0

زاوية قاعدة ارتكاز ميكرومتر قياس العدد ذو التسع حواف = 140^0

لذلك فإنه يمكن قياس المشغولة أو المشغولات المتشابهة، بطريقة القياس المباشر باستخدام ميكرومترات العدد ذات قاعدة الارتكاز حرف V، المختلفة الزوايا كما هو موضح بشكل 359.



(ب) **(أ)**

شكل 359
قياس المشغولة أو المشغولات المشابهة باستخدام ميكرومترات قياس سكاكين الفرايز ذات قاعدة الارتكاز حرف V المختلفة الزوايا

(أ) قياس المشغولة ذات الثلاثة حواف باستخدام ميكرومتر قياس العدد وسكاكين الفرايز

obeikandi.com

وقاعدة الارتكاز حرف **V** 60^0.

(ب) قياس المشغولة ذات الخمس حواف باستخدام ميكرومتر قياس العدد وسكاكين الفرايز ذو قاعدة الارتكاز حرف **V** 108^0.

وفي حالة عدم وجود ميكرومترات قياس العدد وسكاكين الفرايز ذات قاعدة الارتكاز حرف V حيث أنها قليلة الانتشار.

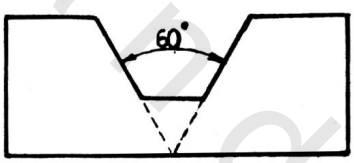
تجهز الأدوات والمعدات وأجهزة القياس الخاصة لقياس هذه المشغولة بطريقة القياس الغير مباشر، ويتم القياس بتسلسل الخطوات التالية:

الأدوات المستخدمة :

1- قاعدة حرف V 60^0 تماماً، بحيث يقع خط امتداد جانبيها على مستوى السطح الأسفل للقاعدة كما هو موضح بشكل 360.

2- ميكرومتر خارجي أو قدمة قياس ارتفاعات.. حسب الدقة المطلوبة.

3- زهرة استواء.. في حالة استخدام قدمة قياس الارتفاعات.



شكل 360

قاعدة حرف V 60^0 يقع خط تقاطع امتداد جانبيها علي مستوي السطح الأسفل

ملاحظة :

يجب مراجعة الزاوية 60^0 للقاعدة حرف V والتأكد من وقوع نقطة تقاطع امتداد جانبي القاعدة بمستوى السطح الأسفل للقاعدة.

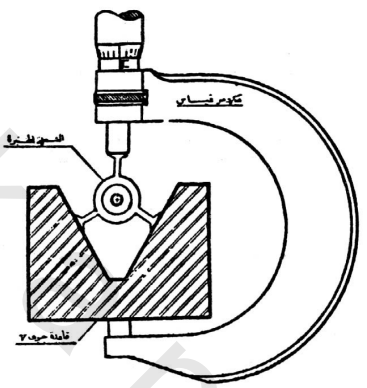
خطوات العمل :

1- يجب العناية بتنظيف أسطح القياس لكل من المشغولة المراد قياسها والقاعدة حرف V وأدوات وأجهزة القياس المستخدمة بمنظف مناسب كالبنزين أو الكحول النقي قبل البدء في عملية القياس بوقت كاف، لكي تتساوى

درجة حرارة كل من المشغولة والقاعدة حرف V وأدوات القياس المستخدمة مع درجة حرارة حجرة القياس.

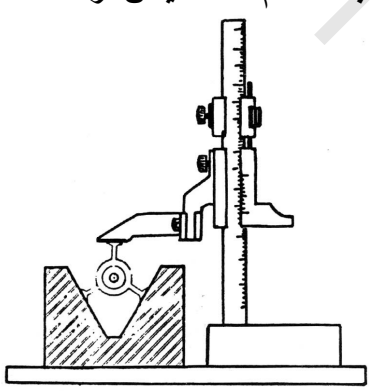
2- **وضع المشغولة المراد قياس قطرها الخارجي بداخل فتحة القاعدة حرف V بحيث يرتكز طرفان منها على جانبي زاوية القاعدة، ويكون الطرف الثالث متجهاً إلى أعلى.**

3- **(أ) يؤخذ قياس البعد M باستخدام ميكرومتر خارجي كما هو موضح بشكل** 361.



شكل 361
قياس البعد M بالمشغولة ذات الثلاث حواف
باستخدام قاعدة حرف V بزاوية قدرها 60^0 وميكرومتر خارجي

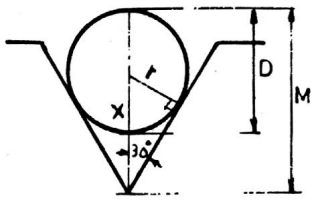
(ب) يؤخذ قياس البعد M باستخدام قدمة قياس ارتفاعات كما هو موضح بشكل 362.



شكل 362
قياس البعد M بالمشغولة ذات الثلاث حواف

باستخدام قاعدة حرف V بزاوية قدرها 60^0 وقدمة قياس ارتفاعات

4- إيجاد قيمة القطر D للمشغولة ذات الثلاثة حواف من خلال الرسم التخطيطي الموضح بشكل 363 بالمعادلة التالية:-



شكل 363
رسم تخطيطي للمشغولة والقاعدة حرف V
يوضح الأبعاد المستخدمة في حساب القطر D بعد قياسها

حيث M ... البعد بين السطح الأعلى للقطر الخارجي للمشغولة والسطح الأسفل للقاعدة حرف V.

r ... أو ... $\frac{D}{2}$ نصف قطر المشغولة.

X ... الخط العمودي الساقط من مركز المشغولة وسطح القاعدة حرف V.

$$D = \frac{2}{3} M$$

ويمكن استخدام قيمة القطر الخارجي D بالمعادلة السابقة من خلال الحل التوضيحي التالي :-

$$\sin 30 = \frac{r}{x}$$

$$X = \frac{r}{\sin 30} = \frac{r}{0.5} = 2r = D$$

بذلك يكون قياس الميكرومتر أو قدمة الارتفاعات (البعد بين السطح الأعلى للقطر الخارجي للمشغولة والسطح الأسفل للقاعدة حرف V) كالآتي :-

$$M = D + \frac{D}{2} = \frac{2D + D}{2} = \frac{3D}{2}$$

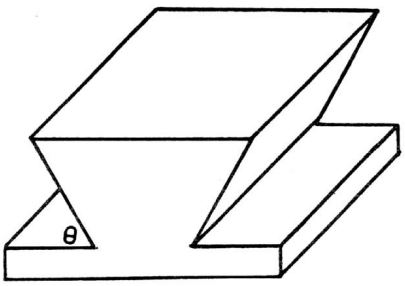
$$\therefore 3D = 2M$$

$$D = \frac{2}{3} M$$

openkanal.com

قياس زاوية مجرى غنفاري خارجية

يراد قياس زاوية المجرى الغنفاري الخارجية θ للمشغولة الموضحة بشكل 364.



شكل 364
مشغولة بزاوية غنفاري خارجية

الأدوات المستخدمة :

1- زوج متماثل من قدود القياس الأسطوانية بمقياس مناسب معلوم.
2- مجموعة قوالب قياس.
3- ميكرومتر قياس خارجي ذو مدى قياس مناسب.

خطوات العمل :

1- يجب تنظيف أسطح القياس لكل من المجرى الغنفاري، وقدي القياس الأسطوانين، وقوالب القياس، والميكرومتر الخارجي بمنظف مناسب كالبنزين أو الكحول النقي قبل البدء في عملية القياس بوقت كاف لكي تتساوى درجة حرارة كل من المشغولة وأدوات القياس مع درجة حرارة حجرة القياس.
2- (أ) يوضع قدا القياس الأسطوانيان بالمجرى الغنفاري للمشغولة بحيث يمس السطح المستدير الخارجي كل من القاعدة والسطح المائل للمجرى.
(ب) يؤخذ قياس البعد (M) باستخدام ميكرومتر القياس الخارجي.
(ج) إخراج قدي القياس الأسطوانيين من وضعهما بعد إجراء عملية القياس.
3- (أ) توضع مجموعتان من قوالب قياس متماثلتان ومتساويتان في القياس بأعلى

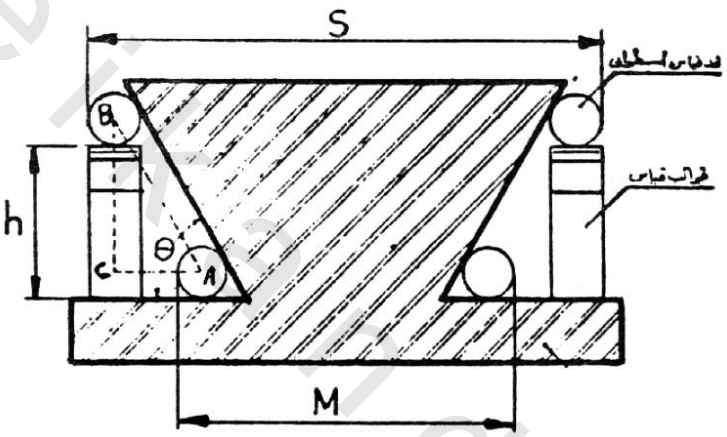
obeikandl.com

قاعدة المشغولة.

(ب) يوضع قدي القياس الأسطوانين على المجموعتين المتماثلتين من قدود القياس الأسطوانية بحيث يمس السطح المستدير الخارجي لكل منهما السطحين المائلين لمجرى المشغولة.

(ج) يؤخذ قياس البعد (S) باستخدام ميكرومتر القياس الخارجي.

4- إيجاد قيمة زاوية المجرى الغنفاري الخارجية θ كما هو موضح من الرسم التخطيطي بشكل 365 بالمعادلة التالية:-



شكل 365
رسم تخطيطي للمشغولة المطلوب قياس زاويتها الخارجية θ باستخدام قدي قياس أسطوانين ومجموعتين متماثلتين من قوالب القياس

$$\theta = \tan^{-1} \frac{2h}{S - M}$$

حيث h ... مجموع أبعاد قوالب القياس.

M ... قراءة ميكرومتر القياس الخارجي.. (المسافة التي ينحصر بينها قدا القياس الأسطوانيان السفليان بداخل المجرى الغنفاري).

S ... قراءة ميكرومتر القياس الخارجي.. (المسافة التي ينحصر بينها قدا القياس الأسطوانيان العلويان الموضوعان على قوالب القياس).

يمكن استنتاج قيمة الزاوية θ بالمعادلة السابقة من خلال الحل التوضيحي

التالي:

ΔABC

السطح المائل للمجرى الغنفاري // AB

سطح زهـرة الاستـواء // AC

$BC \perp AC$

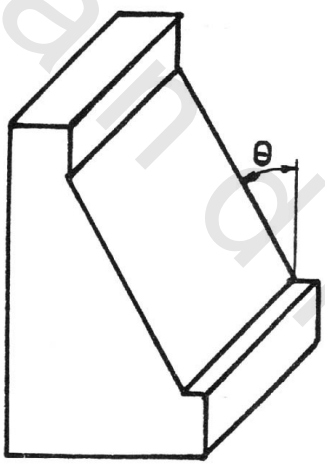
$\therefore \angle BAC = \theta$

$$\tan\theta = \frac{BC}{AC} = \frac{h}{\frac{1}{2}(S-M)}$$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{2h}{S-M}$$

قياس زاوية سطح مائل بمشغولة

يراد قياس الزاوية θ للسطح المائل بالمشغولة الموضحة بشكل 366.



شكل 366
قياس الزاوية θ للسطح المائل بمشغولة

الأدوات المستخدمة :

1- زهرة استواء.

2- عدد 2 قد قياس أسطواني بقطرين مختلفين.

3- زهرة قائمة حرف L.. (لوح زاوي).

obeikandl.com

4- قدمة قياس الارتفاعات.

خطوات العمل :

1- يجب تنظيف سطح زهرة الاستواء، وأسطح المشغولة، وأسطح قياس كل من قدي القياس الأسطوانين، وقدمة قياس الارتفاعات بمنظف مناسب كالبنزين أو الكحول النقي قبل البدء في عملية القياس بوقت كاف، لكي تتساوى درجة حرارة كل من المشغولة، وأدوات القياس مع درجة حرارة حجرة القياس.

2- (أ) وضع كل من المشغولة والزهرة القائمة حرف L على زهرة الاستواء، ويلاحظ أنه عند وضع كل من قدي القياس الأسطوانين في الزاوية المحصورة يمس علي كل من السطح المائل للمشغولة وسطح الزهرة القائمة في خط مستقيم .. أي عمودي على المستوى الرأسي.

(ب) يراعى تثبيت كل من المشغولة والزهرة القائمة في هذا الوضع وعدم انزلاقهما على زهرة الاستواء بأي حال من الأحوال.

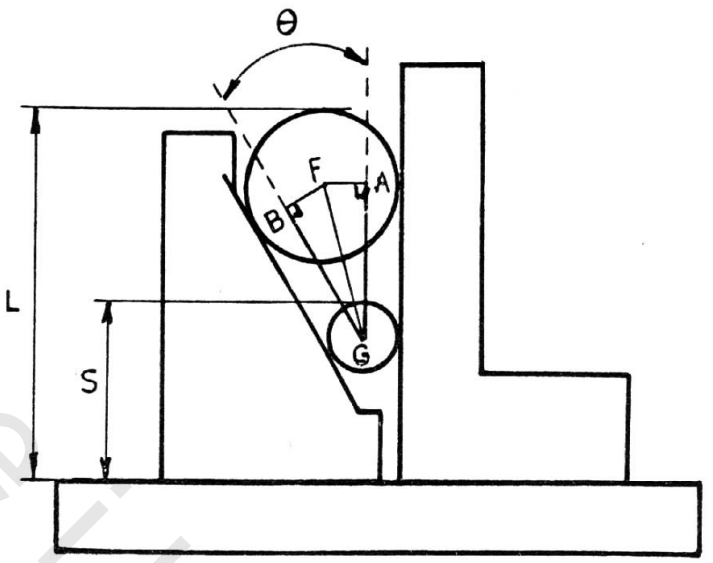
3- (أ) يوضع قد القياس الأسطواني ذو القطر الأصغر في الزاوية المحصورة بين السطح المائل للمشغولة وسطح الزهرة القائمة ويؤخذ قياس البعد (S) باستخدام قدمة قياس الارتفاعات.

(ب) إخراج قد القياس الأسطواني من وضعه بحرص شديد لعدم انزلاق المشغولة أو الزهرة القائمة.

4- يوضع قد القياس الأسطواني ذو القطر الأكبر في نفس المكان السابق لوضع قد القياس الأسطواني ذو القطر الأصغر، ويؤخذ قياس البعد (L) باستخدام قدمة قياس الارتفاعات.

5- إيجاد قيمة الزاوية θ كما هو موضح بالرسم التخطيطي بشكل 267 بالمعادلة التالية:-

obeikandl.com



شكل 367
رسم تخطيطي للمشغولة المطلوب قياس الزاوية θ
للسطح المائل باستخدام قدي قياس أسطوانين بقطرين مختلفين

حيث r ... نصف قطر قد القياس الأسطواني ذو القطر الأصغر.

R ... نصف قطر قد القياس الأسطواني ذو القطر الأكبر.

S ... قيمة البعد بين المماس العلوي لقد القياس الأسطواني الأصغر وسطح زهرة الاستواء.

L ... قيمة البعد بين المماس العلوي لقد القياس الأسطواني الأكبر وسطح زهرة الاستواء.

GA ... مستقيم رأسي من مركز القد الأسطواني يوازي السطح الرأسي للزهرة القائمة حرف L.

GB ... مستقيم من مركز القد الأسطواني الأصغر يوازي السطح المائل للمشغولة.

FA ... عمود على المستقيم GA.

FB ... عمود على المستقيم GB.

$$\theta = 2\tan^{-1}\frac{R-r}{(L-S)-(R-r)}$$

ويمكن استنتاج قيمة الزاوية بالمعادلة السابقة من خلال الحل التوضيحي

التالي:-

$$FA = FB = R - r$$

$$\angle AGF = \angle BGF = \frac{1}{2}\angle\theta$$

$$\tan\frac{\theta}{2} = \frac{AF}{AG} = \frac{R-r}{AG}$$

$$AG = L - R - S + r$$

$$= L + r - R - S$$

$$\therefore \tan\frac{\theta}{2} = \frac{R-r}{L+r-R-S}$$

$$= \frac{R-r}{(L-S)-(R-r)}$$

$$\therefore \theta = 2\tan^{-1}\frac{R-r}{(L-s)-(R-r)}$$

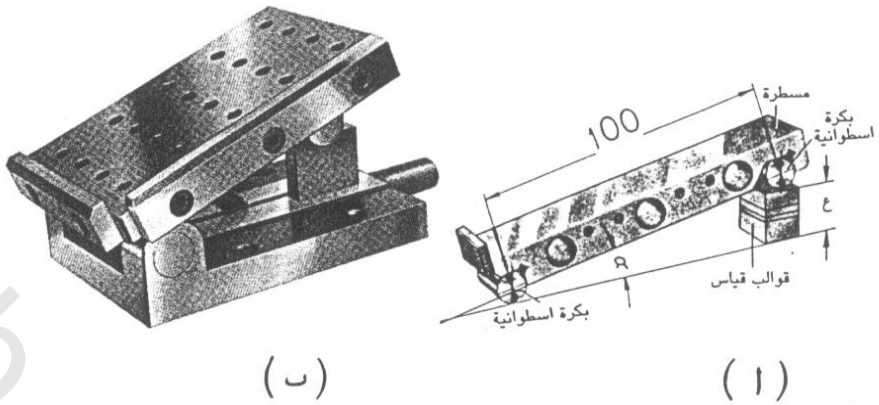
قضيب الجيب

Sine Bar

يتكون قضيب الجيب Sine bar (قضيب قياس جيب الزاوية) الموضح بشكل 369 من قضيب على شكل مسطرة مثبتة بكلتي نهايتها على مرتكزين على شكل بكرتين أسطوانتين. يصنع القضيب والمرتكزان من الصلب المعامل حرارياً ليكتسب أسطح قياسه درجة صلادة عالية.

يتعدد طول قضيب الجيب، والمقاسات الأكثر انتشاراً هي طول 100 ، 200 ملليمتر شكل 368 (أ)، ويعتبر طول القضيب ما بين محوري البكرتين الأسطوانتين، كما تنتج دور الصناعة أشكال خاصة أخري لهذا الغرض وشكل (ب) يوضح لوحة قياس زاوية الجيب Sine plate أبعادها 150 × 150 ملليمتر وذلك لإمكان حمل المشغولات الكبيرة.

Openkanal.com



شكل 368
قضيب قيـاس جيب الزاوية

يستخدم قضيب الجيب في قياس واختبار زوايا أسطح العدد والمشغولات ذات الدقة العالية، وذلك بالاستعانة بزهرة استواء على درجة عالية من الدقة ومبين قياس ذو قرص مدرج Indicator.

تعتمد طريقة قياس الزوايا باستخدام قضيب الجيب الموضحة بشكل 369 على الخطوات التالية:-

1- **تنظيف سطح قضيب الجيب وقواعد الارتكاز والجزء المراد قياس زاويته، وتنظيف زهرة الاستواء.**
2- **ارتكاز البكرتين الأسطوانيتين على زهرة الاستواء.**
3- **يثبت الجزء المراد قياس زاويته على سطح قضيب الجيب.**
4- **رفع طرف الضبط تدريجياً مع وضع قوالب قياس أسفله إلى أن يصل السطح العلوي للجزء المراد قياسه موازياً قياس لسطح زهرة الاستواء.**
5- **اختبار السطح العلوي للجزء المطلوب قياسه بمبين قياس ذو قرص مدرج بتلامس طرف القياس، وملاحظة التغيير في وضع مؤشر المبين أثناء تحريك مبين القياس على طول السطح.**
6- **في حالة أي تغيير في قراءة مؤشر مبين القياس، يجب تعديل مجموعة قوالب القياس، إلى أن تكون قراءة المبين ثابتة أثناء تحركه على طول السطح، وبذلك**

obeikandl.com

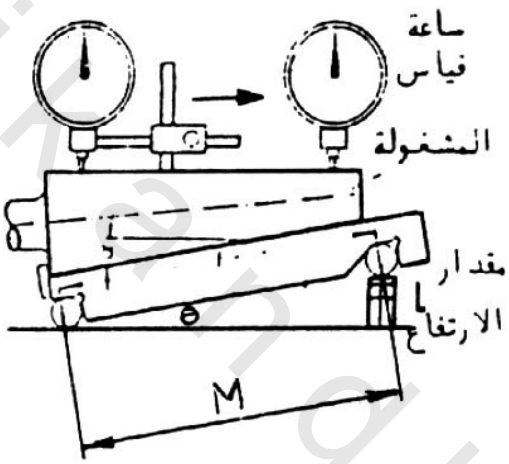
يكون السطح العلوي للجزء المطلوب قياسه موازياً تماماً لسطح زهرة الاستواء، ويمكن إيجاد قيمة الزاوية المراد قياسها بالمعادلة التالية:-

$$\text{Sin } \theta = \frac{\text{PERPENDICULAR}}{\text{BASE}}$$

جيب الزاوية= المقابل / الوتر

$$\frac{L}{M} = \frac{\text{ارتفاع قوالب القياس}}{\text{طول قضيب الجيب المستخدم}}$$

جيب الزاوية المطلوب قياسها ($\theta \prec$)



شكل 369
استخدام قضيب جيب الزاوية ومبين قياس في قياس مستدق مشغولة

مثال 1:

يراد قياس زاوية بمشغولة باستخدام قضيب الجيب الذي طوله 200 ملليمتر، علماً بأنه وضع أسفل طرف ضبط القضيب مجموعة قوالب قياس قدرها 100 ملليمتر. أوجد زاوية الميل؟

الحل:

$$\text{جيب الزاوية} = \sin\theta = \frac{\text{ارتفاع قوالب القياس } L}{\text{طول قضيب الجيب المستخدم } M}$$

جا الزاوية = $\frac{100}{200} = 0.5$ .. $\sin\theta$ =

جا$^{-1}$ 0.5 = 30^{0} .. $\sin^{-1}0.5$ =

مثال 2:

يراد قياس زاوية بمشغولة باستخدام قضيب الجيب الذي طوله 100 ملليمتر، علماً بأنه وضع أسفل طرف ضبط القضيب مجموعة قوالب قدرها 23 ملليمتر. أوجد زاوية الميل؟

الحل:

جيب الزاوية = $\sin\theta$ = $\frac{\text{ارتفاع قوالب القياس } L}{\text{طول قضيب الجيب المستخدم } M}$

جا الزاوية = $\frac{0.23}{100} = 0.23$ $\sin\theta$ =

بالبحث بجدول الجيب أو باستخدام الآلة الحاسبة عن مقابل جا 0.23 (sine).

تكون زاوية الميل = $13^{0}18'$

تذكر أن:

قضيب الجيب يعتبر من الأجهزة الدقيقة لقياس واختبار الزوايا المختلفة.. لذلك يجب المحافظة عليه وتخزينه في المكان المخصص له في حالة عدم استخدامه.

درجة دقة القياس

Measurement Degree of Accuracy

القياس هو العلم والفن المتعلقان بقياس الأطوال وضبط الأبعاد. والقياس الدقيق هو الصرح القوي الذي تقوم عليه الصناعات الحديثة وهو الدعامة الأولى بل الأساس الذي يعتمد عليه الإنتاج الصناعي في جميع مراحله، وما يترتب عليه من تبادل السلع بين دول العالم إلى حتمية تصنيع منتجات بقياسات موحدة متفق عليها بتفاوتات تكاد تكون معدومة في معظم المشغولات.. الأمر الذي ترتب عليه دقة عمليات القياس التي تتوقف على ضرورة استخدام أدوات وأجهزة قياس دقيقة أو على مستوى عالٍ من الدقة

openkanal.com

والتي تعتمد على طريقة حفظها وتناولها ومعايرتها لإنتاج هذه المشغولات.

أسس تصميم أدوات وأجهزة القياس :

تصميم أدوات وأجهزة القياس، بحيث يمكن استعمالها في أوسع مجال في القياسات، وتتلخص أهم أسس تصميماتها فيما يلي:-

1- تقسيم أدوات القياس ذات التدريج إلى أقسام تمثل وحدات قياس، كما هو الحال في المسطرة (Rule) أو المنقلة (Protractor) بحيث يمكن قراءة قيمة البعد أو المقاس مباشرة على هذا التدريج، مع تقدير قيمة أجزاء القسم الواحد اعتماداً على النظر.

2- يمكن زيادة دقة القياس بتزويد التدريج أو المقياس الرئيسي بورنية منزلقة (Vernier) مدرجة تنزلق عليه. ويمكن بواسطتها قياس أجزاء من القسم الواحد.

3- يمكن أيضاً زيادة دقة القياس بالاستعانة بوسائل مختلفة لتكبير أقسام التدريج باستعمال عدسة مكبرة أو مجهر.

4- تصميم أدوات وأجهزة القياس بحيث يمكن مراجعة قياس البعد المطلوب عن طريق حركة مؤشر على تدريج، ويجرى فيها تكبير حركة المؤشر بواسطة ترتيبات ميكانيكية مختلفة كما هو الحال في مبينات القياس (Indicator Gauges).

5- اعتماد بعض أجهزة القياس على استعمال حركة الشعاع الضوئي أو على إسقاطه، كما تبنى التصميمات في بعضها على خاصية التداخل الضوئي.

٦- استعمال فرق ضغوط الهواء في قياس الانحرافات في الأبعاد.

٧- تصميم أدوات قياس بمقاسات محددة، وهي أدوات قياس فائقة الدقة والمعروفة بمحددات القياس (Limit Gauges)، وذلك للكشف عن القياس أو البعد بين حدين (Limits) معينين، بحيث يكون المنتج مقبولاً، وعند وقوع القياس أو البعد خارج هذين الحدين (بالزيادة أو بالنقص) يكون المنتج غير مطابق للمواصفات الموضوعة ويصير ذلك مرفوضاً.

ملاحظة :

يؤخذ في الاعتبار عند تصميم هذه المحددات، التآكل (Wear) التي ستتعرض لها هذه الأدوات من كثرة الاستعمال، علماً بوجود محددات قياس أخرى قابلة للضبط (Adjustable) الأمر الذي يزيد كثيراً في مجال استعمالها.

مصادر الخطأ في القياس

لا يوجد قياس على الإطلاق بدون خطأ، فلابد من وجود بعض الخطأ، ويتوقف قيمته على دقة تصميم وأداء جهاز القياس المستعمل، وأسلوب القياس المتبع، ومهارة من يستخدمه. ويجب ألا ترتفع قيمة أخطاء القياس عن الحدود المسموح بها في عملية القياس، إلى جانب أن تكون ذات قيمة صغيرة بالمقارنة بحساسية القياس. وهناك أنواع لأخطاء القياس يمكن تحديد قيمة كل منها، وبالتالي يمكن تصحيح القياسات المأخوذة بناء على ذلك لتحديد القيم الحقيقة للأبعاد.

وتتلخص مصادر الخطأ في القياس في الآتي:-

1- **مصادر الخطأ بأداة القياس:**

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

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

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

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

(هـ)احتكاك بعض العناصر في أدوات وأجهزة القياس مع بعضها البعض، وما ينشأ

عن ذلك من تآكل وانحراف.

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

2- **مصادر الخطأ بعملية القياس :**

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

(ب) الضغط الزائد على فكي أداة القياس.

(ج) الخطأ في قراءة تدريج أداة القياس.

(د) خطأ ارتفاع درجات الحرارة، حيث أن درجة الحرارة القياسية التي يجب إجراء عمليات القياس عندها هي 20^{0} م، وإذا أجريت عملية قياس عند درجة حرارة مختلفة عن هذه الدرجة، فإن نتيجة القياس تكون غير صحيحة، وهذا يسبب تمدد أو انكماش الأبعاد المقاسة. ويمكن تحديد الخطأ الناتج عن اختلاف درجات الحرارة من المعادلة التالية:-

$$خ = ل_د - ل$$

$$= ل_م (د - 20)$$

$$ل_د = ل [1 + م (د - 20)]$$

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

ل ... طول المشغولة الحقيقية عند درجة حرارة 20^{0} م.

$ل_د$ ... طول المشغولة المقاسة عند درجة حرارة د.

د ... درجة حرارة المشغولة أثناء عملية القياس.

م ... معامل التمدد الطولي لمعدن المشغولة المقاسة.

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

obeikandl.com

القيمة الحقيقية للبعد = القيمة المقاسة – الخطأ

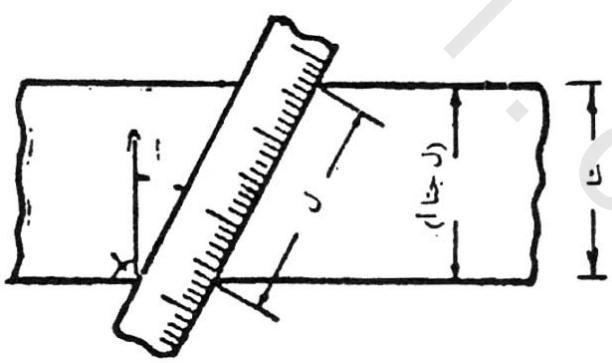
(هـ) خطأ عدم المحاذاة. قبل التعرف على أخطاء عدم المحاذاة.. يجب الرجوع إلى أهم المبادئ الأساسية لعملية القياس، وهو ضرورة انطباق فكي أداة القياس على الجزء المراد قياسه بحيث يكون فكي اتجاه القياس موازياً للبعد.. واتجاه القياس محدد بنوع أداة القياس المستخدمة. فمثلاً اتجاه القياس بميكرومتر خارجي يكون في اتجاه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

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

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

مثال 1 :

عندما يكون وضع تدريج القياس (اتجاه القياس) مائلاً بالنسبة للاتجاه الصحيح للبعد المراد قياسه كما هو موضح بشكل 370 فإن الخطأ عن عدم المحاذاة يمكن تحديده من المعادلة التالية:–



شكل 370
خطأ القياس نتيجة لاتجاه القياس على البعد الغير صحيح

خ = ل – ك

= ل – ل جتا أ

= ل (1 – جتا أ)

حيث خ ... خطأ عدم المحاذاة.

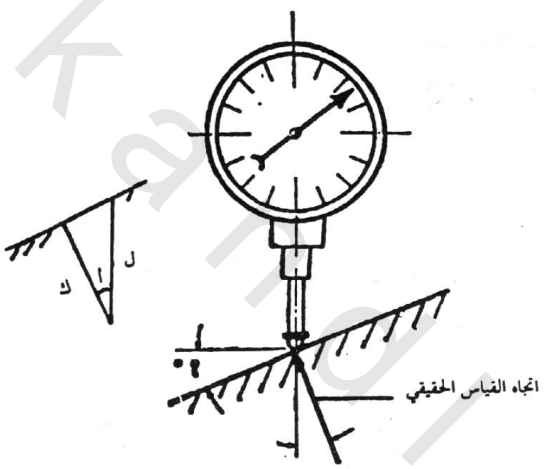
ل ... القراءة على تدريج القياس.

ك ... البعد الحقيقي.

أ ... زاوية عدم المحاذاة.

مثال 2 :

عندما يكون اتجاه القياس لمبين ذو قرص مدرج (Indicator) مائلاً على السطح المراد قياسه كما هو موضح بشكل 371 **فإن الخطأ الناتج عن عدم المحاذاة يمكن تحديده من المعادلة التالية:-**



شكل 371

خطأ القياس نتيجة لميل الاتجاه الصحيح للمبين على سطح المشغولة

خ = ل – ك

= ل – ل جتا أ

= ل (1 – جتا أ)

حيث خ ... خطأ عدم المحاذاة.

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

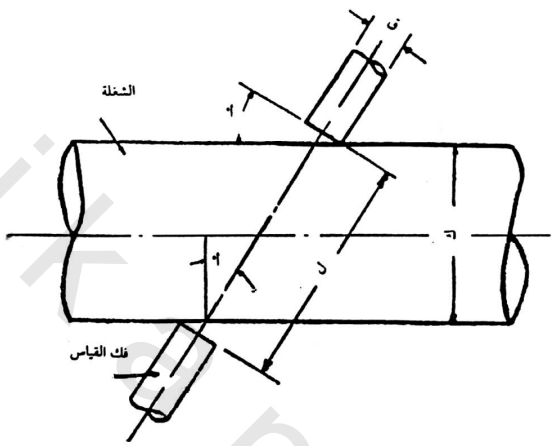
ك ... قيمة البعد الحقيقي.

obeikandi.com

أ ... زاوية عدم المحاذاة.

مثال 3:

عندما يكون اتجاه القياس لعمود القياس وقاعدة الارتكاز (فكي القياس بميكرومتر خارجي) بوضع غير متعامد مع محور المشغولة الأسطوانية المراد قياسها كما هو موضح بشكل 372 **فإن قيمة الخطأ الناتج عن عدم المحاذاة يمكن تحديده من المعادلة التالية:-**



شكل 372
خطأ القياس نتيجة عدم تعامد فكي
قياس ميكرومتر خارجي مع محور مشغولة أسطوانية

خ = ل – ك

= ل – (جتا أ + ق جا أ)

= ل _1 – جتا أ) + ق جا أ

حيث خ ... خطأ عدم المحاذاة.

ل ... قراء قياس الميكرومتر.

ك ... قيمة القطر الحقيقي.

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

أ ... زاوية عدم المحاذاة.

الباب السابع

قياس خشونة الأسطح
Surface roughness measurement

أجهزة القياس والمعايرة

obeikandl.com

obeikandl.com

تمهيد

على الرغم من الاهتمام الكبير والعناية التي تبذل أثناء عمليات القطع المختلفة باستخدام الأقلام – المقاطع (سكاكين القطع) – الثقابات (البنط) – أحجار التجليخ، وذلك عن طريق آلات الإنتاج والتشغيل المختلفة (مخارط – فرايز – مقاشط – مثاقب – آلات تجليخ.. الخ) أو باستخدام عدد قطع يدوية.

فإن أسطح المشغولات المصنعة لا يمكن أن تكون مستوية استواء مطلق أو ذات أسطح أسطوانية مطلقة الدقة، بل يحدث بها تغيير في شكلها الهندسي كوجود آثار على هيئة خطوط أو تجاويف أو بروز أو تموجات. يمكن رؤية هذه الآثار بالعين المجردة أو عن طريق أجهزة خاصة لقياس خشونة الأسطح.

يحدث التغير والاختلاف في الشكل الهندسي لأسطح المشغولات المعدنية نتيجة لاختلاف طرق التشغيل ودقة التشغيل ودقة التشطيب، وتبعاً لدقة الماكينة المستخدمة للتشغيل وشكل الحد القاطع.

يتناول هذا الباب دراسة لتضاريس الأسطح المختلفة وطرق قياس خشونتها، كما يتعرض للأجهزة المختلفة الخاصة لقياس درجة تشطيب أسطح المشغولات.

openkanal.com

تضاريس الأسطح

Surface relief

المقصود بتضاريس السطح أي تقدير مدى ما بها من مرتفعات أو منخفضات أو تموجات، أي مدى خشونة أو نعومة الأسطح الناتجة عن عمليات القطع المختلفة (بقلم أو بسكينة قطع أو تجليخ)، ولا يقصد بذلك درجة لمعان الأسطح، فقد يكون السطح المعتم أكثر جودة، أي ذات سطح مستوي قريباً من المثالي في تشطيبه من السطح اللامع المعاكس للضوء.

تختلف دقة تشطيب أسطح المشغولات المصنعة بعضها عن بعض من حيث درجة الخشونة السطحية.

ففي عمليات القطع التي تتم على آلات الإنتاج والتشغيل، وأيضاً عمليات التشكيل المختلفة كالبثق وسحب الأسلاك والدرفلة والسك.. وغيرها، تتوقف جودة أسطح هذه المنتجات على دقة آلة الإنتاج وشكل الحد القاطع وطرق التشغيل من حيث وجود تزليق من عدمه، كما تتوقف جودة المنتجات المشكلة على جودة أسطح الاسطمبات المستخدمة وطرق التشغيل من حيث وجود تزليق أو باستخدام الزيوت.. وغيرها.

أهمية نعومة وجودة تشطيب الأسطح :

أدى التطور المستمر في الصناعة إلى ضرورة الدقة في تشغيل أسطح المشغولات المصنعة، وتتميز المشغولات ذات الأسطح المشطبة بنعومة عالية إلى الآتي:-

1- ذات مقاييس أدق من مثيلاتها ذات الأسطح الخشنة، مما يزيد من قابليتها للتبادلية.
2- شكل المشغولة وحسن مظهرها يؤدي إلى سهولة تداولها بالأسواق التجارية.
3- انخفاض قوة الاحتكاك بين الأسطح المتحركة.
4- الدقة العالية في تشطيب أسطح الأجزاء المصنعة والتي يتم تجميعها لها أثر كبير على أدائها، فكلما اقتربت الأسطح المنزلقة فيها من المثالية، كلما انخفضت الذبذبات وزادت كفاءتها.

نوع السطح :

المقصود بنوع السطح هو صفة عدم الانتظام، ويؤثر صفة السطح من حيث الخشونة أو النعومة تأثيراً بالغاً على أداء السطح من حيث التزييت والتآكل والمقاومة.

الشكل العام للسطح:

المشغولات المصنعة التي تنتج لعرض تزاوجها بتوافق خلوصي أو بتوافق تداخلي أو لغرض التبادلية، يتوقف صلاحيتها على مدى تجاوز أبعادها الاسمية المحددة بحيث تتفق وطبيعة عملها، بالإضافة إلى الشكل الهندسي للسطح المتوافق.

وعادة تحدث انحرافات لأسطح المشغولات المصنعة عن الأشكال الهندسية المثلي لها، وتختلف هذه الانحرافات عن بعضها البعض، ويمكن تقسيمها إلى الآتي:-

1- **الحيود :**

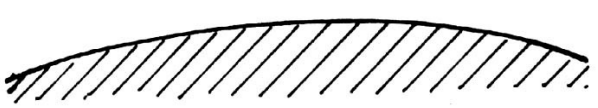
الحيود بمعنى الانحراف أو الميل وهو يسبب في عدم الاستواء أو عدم الاستدارة، وهو ظهور انحراف على سطح مشغولة أسطوانية عن الشكل الهندسي الأسطواني المثالي، حيث يظهر السطح الخارجي بشكل بيضاوي أو برميلي، ويمكن انحراف سطح ثقب عن الشكل الهندسي الأسطواني المثالي، حيث يظهر السطح الداخلي شكل بيضاوي مثلاً، كما تنحرف أسطح المشغولات المستوية عن الشكل الهندسي المثالي حيث تظهر الأسطح بشكل تقببات مستوية.

وينشأ الحيود الموضح بشكل 373 للأسباب الآتية:-

(أ) وجود خلوص بين المسارات الدليلية .. (الأدلة الانزلاقية المتحركة).

(ب) أخطاء في تثبيت العدد القاطعة.. الأمر الذي يؤدي إلى عدم انتظام التغذية العرضية.

(ج) وجود عيوب أو تشوه بالتصليد بخامة قطعة التشغيل.



شكل 373

openkan.com

الحيود (عدم الاستواء أو عدم الاستدارة)

2- **التموجات الابتدائية :**

التموجات الابتدائية وتسمى أيضاً بالخشونة، وتظهر على الأسطح التي يتم تشغيلها بالقطع، ويمكن رؤيتها بالعين المجردة او بقياسها بأجهزة قياس خشونة الأسطح.

تتكون التموجات الابتدائية (الخشونة) من حزوز أو أخاديد أو شقوق، حيث يظهر على السطح الخارجي الأسطواني الذي يتم تشغيله على المخرطة (بخرط طولي) بشكل محزز أو ذات قمم حادة متجاورة، كما يظهر السطح كأخاديد (قمم حادة متباعدة نسبياً).

تنشأ التموجات الابتدائية الموضحة بشكل 374 للأسباب الآتية:-

(أ) وجود عيوب في التركيب البنياني في سطح المشغولة.

(ب) من خلال شكل الحد القاطع للعدة.

(ج) التغذية الغير مناسبة.

(د) أسلوب توجيه العدة على السطح.

(هـ) التصاق الرايش بالحد القاطع للعدة.

شكل 374
تموجات ابتدائية

3- **التموجات الثانوية :**

قد تظهر انحرافات على أسطح المشغولات الأسطوانية عن الشكل الهندسي المثالي الأسطواني، نتيجة للدوران الغير منتظم لعمود الدوران الذي يحمل الظرف بالمخرطة، أو نتيجة للدوران الغير منتظم للمقاطع بالفريزة، وتنشأ التموجات الثانوية الموضحة بشكل 375 للأسباب الآتية:-

(أ) ذبذبة ظرف المخرطة الحامل للمشغولة نتيجة لوجود خلوص في كراسي

محاور عمود الدوران.

(ب) ذبذبة المقاطع (سكاكين القطع بالفريزة) نتيجة لوجود خلوص في محور عمود الدوران أو لعدم تثبيت المقاطع بربطها جيداً.

شكل 375
التموجات الثانوية

4- **التموجات الابتدائية والثانوية :**

من خلال عدم انتظام دوران سطح المشغولة أثناء عمليات القطع بإزالة الرايش، قد يظهر حزوز وأخاديد وتموج على السطح، وهذا يعني الجمع بين التموجات الابتدائية والتموجات الثانوية كما هو موضح بشكل 376.

شكل 376
التموجات الابتدائية والثانوية

أجهزة قياس تضاريس السطح

من الصعب تقدير أو قياس تضاريس أسطح المشغولات المصنعة المختلفة (قياس درجة خشونة السطح) بالعين المجردة أو بالإحساس، حيث أن هذه التضاريس [التموجات (المرتفعات والمنخفضات) – الحزوز – الأخاديد] تكون دقيقة ويصعب تتبعها.

توجد عدة وسائل لقياس هذه الأسطح وذلك باستخدام أجهزة فحص ميكانيكية أو كهربائية أو بصرية، كما توجد أجهزة فحص أخرى تعمل بالاستشعار بالهواء المضغوط، بالإضافة إلى الأجهزة التي تعمل بالليزر، الغرض من هذه الأجهزة هو تتبع تضاريس السطح (المرتفعات – المنخفضات – الحزوز... وغيرها)، وتكبيرها ورسمها وتقييمها ومقارنتها مع أسطح مشغولات أخرى نموذجية او عن طريق مقارنتها برسم لمواصفات السطح المطلوب تنفيذه.. فيما يلي عرض لأكثر أنواع هذه الأجهزة انتشاراً.

1- **جهاز فحص استواء الأسطح الميكانيكي :**

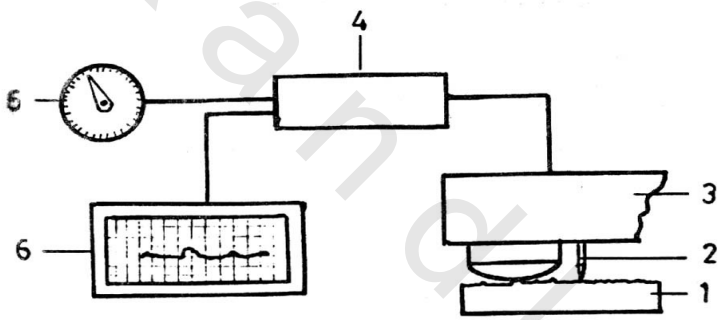
openkanal.com

جهاز فحص استواء الأسطح الميكانيكي يسمى أيضاً بجهاز الاستشعار الميكانيكي، يعتمد عمل هذا الجهاز على مستشعر وهو عبارة عن قلم معدني ذو نهاية مدببة دقيقة، يتكئ بلطف على السطح المراد قياس أو فحص تضاريس سطحه، حيث يتحرك المستشعر على السطح المراد فحصه ببطىء.

تلتقط هذه الحركة، ويتم تكبيرها عن طريق تجهيزة ميكانيكية (روافع)، ويتم نسخ حركات المستشعر وانتقالها إلى وحدة تسجيل بمقياس رسم على أوراق بيانية ملحقة بالجهاز.

شكل 377 يوضح رسم تخطيطي لجهاز فحص استواء الأسطح ذات التحكم الميكانيكي.. يتوقف مدى كفاءة هذا الجهاز على درجة دقة نهاية القلم المعدني (المستشعر)، حيث كلما زادت دقته كلما أمكن الغور في ثنايا السطح.

يبلغ نصف قطر المستشعر 2.5 Um إلى 12 Um.



شكل 377
رسم تخطيطي لجهاز فحص استواء الأسطح الميكانيكي

1- المشغولة المراد فحص دقة استواء سطحها.

2- المستشعر.

3- وحدة التقاط.

4- وحدة تكبير.

5- وحدة بيان.

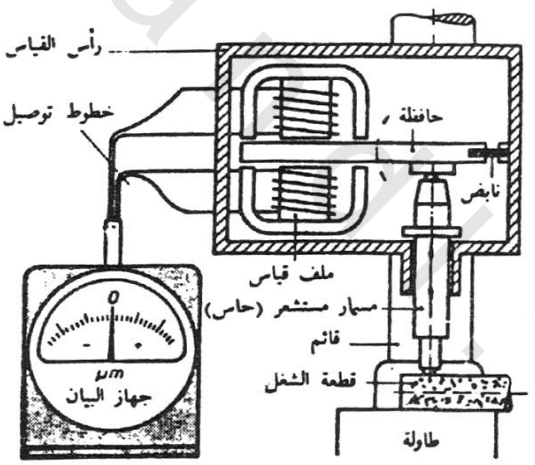
6- وحدة تسجيل.

2- جهاز فحص استواء الأسطح البياني :

يعتمد عمل فحص استواء الأسطح البياني الموضح بشكل 378 على مستشعر لاستشعار تضاريس السطح (كما هو موضح بالطريقة السابقة)، حيث يتكئ المستشعر على سطح المشغولة بلطف ويتحرك ببطىء وذلك لقياس تضاريس السطح.

يحتوي رأس المستشعر بالمثبت بالجزء العلوي لإبرة المستشعر على ملفين وحافظة ونوابض (ياياات).

تلتقط حركة المستشعر ويتم تكبيرها بالطرق الكهربائية بدلاً من الطرق الميكانيكية المعتمدة على مجموعة روافع، حيث تنتقل حركة المستشعر الملامسة لسطح المشغولة المراد فحصها إلى الحافظة، عن طريق نوابض (ياياات)، فتتذبذب الحافظة بحركة ترددية (حسب حركة صعود وهبوط المستشعر على سطح المشغولة)، تؤثر الحركة المتذبذبة على مقاومة الملفين المتصلين بجهاز بياني مدرج، ليتحرك مؤشر المبين لتوضيح درجة دقة تضاريس السطح (المرتفعات والمنخفضات) مكبرة وموضحة على مبين القياس .. تصل دقة قراءة مبين القياس إلى 1 Um.



شكل 378
جهاز فحص استواء الأسطح البياني

توجد أجهزة قياس بيانية متعددة لفحص استواء الأسطح، ويوضح شكل 379 جهاز القياس RMS الخاص لفحص استواء الأسطح والذي يعتبر من أهم أجهزة قياس تضاريس الأسطح البيانية.

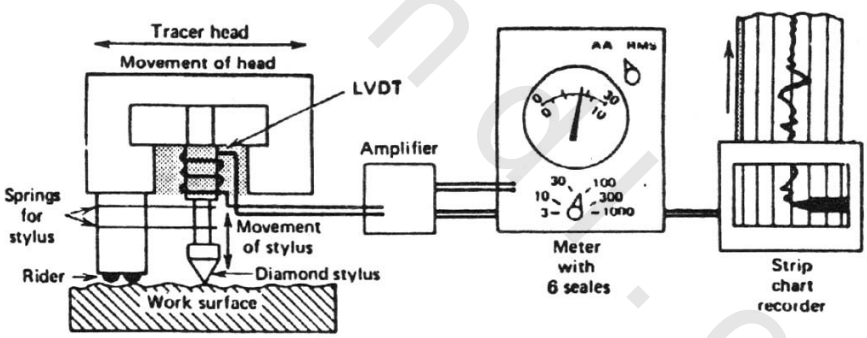
يتكون هذا الجهاز بنفس أجزاء الجهاز السابق ذكره ويضاف إلى الجهاز السابق لوحة بيانية.

المستشعر وهو عبارة عن إبرة ماسية، يحتوي رأسه المثبت بالجزء العلوي لإبرة المستشعر على ملف وحافظة ومجموعة نوابض (ياءات).

تنتقل حركة المستشعر الملامسة لسطح المشغولة المراد فحصها (حركة الارتفاع والانخفاض أثناء قياس تضاريس السطح) إلى الحافظة عن طريق مجموعة النوابض (الياءات)، فتذبذب الحافظة بحركة ترددية طبقاً لحركة صعود وهبوط المستشعر على سطح المشغولة، تؤثر الحركة المذبذبة على مقاومة الملف ليصدر نبضات كهربائية، تترجم هذه النبضات لتظهر درجة دقة استواء السطح مكبرة على مبين قياس وعلى لوحة بيانية او تتحول إلكترونياً لقياس القيمة عددياً.. قيمة RMS أو AA.

حيث **RMS** ... إختصار لهذه الجملة (**Root Mean Square**) .. متوسط الجذر التربيعي لانحراف الجانبية.

AA ... متوسط الارتفاعات والانخفاضات.

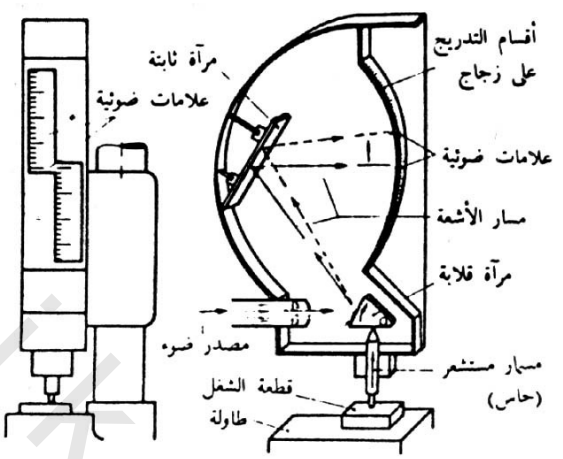


شكل 379
جهاز فحص استواء الأسطح البياني

3- جهاز فحص استواء الأسطح البصري :

جهاز فحص استواء الأسطح البصري الموضح بشكل 380 هو عبارة عن جهاز مبين دقيق ذو استشعار ميكانيكي وتكبير ضوئي بصري.

يعتمد هذا الجهاز على مستشعر متصل بمرآة منشورية قابلة للحركة، حيث ترتكز المرآة المنشورية على مفصل في أحد أركانها.. تتلامس المرآة المنشورية مع المستشعر بضغط عن طريق نابض شد (ياي شد).



شكل 380
جهاز فحص استواء الأسطح البصري

تنتقل الحركة من المستشعر (القلم المعدني ذو النهاية المدببة) الملامس لسطح المشغولة المراد فحص تضاريس سطحها (قياس درجة خشونة السطح)، إلى المرآة المنشورية القابلة للحركة، حيث يقع عليها شعاع ضوئي من مصدر خارجي، لينعكس هذا الشعاع على مرآة ثابتة، حيث تقوم المرآة الثابتة بعكسه بزاوية تعادل زاوية السقوط على لوح زجاجي مدرج.

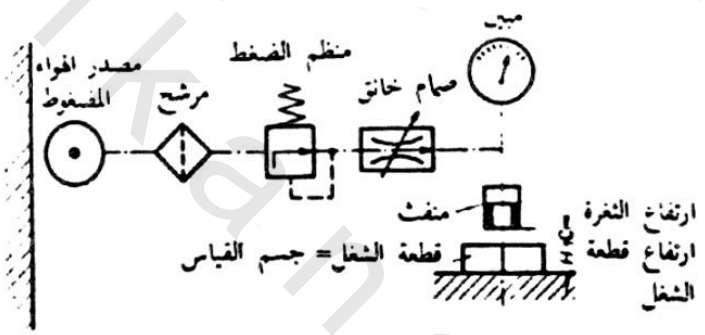
ومن خلال حركة المستشعر الملامس لسطح المشغولة (الحركة الرأسية المترددة حسب درجة دقة تضاريس السطح) تتحرك المرآة المنشورية بحركة على شكل قوس، وبذلك يتغير مسار الشعاع لينعكس على المرآة الثابتة، ثم ينعكس مرة أخرى على اللوح الزجاجي المدرج، لتتحرك العلاقة الضوئية على التدريج لتوضح الانحرافات بسطح المشغولة.

4- **قياس استواء الأسطح بالهواء المضغوط :**

تعتمد تصاميم أجهزة فحص استواء الأسطح التي تعمل بالهواء المضغوط

الموضحة بشكل 381 على خروج الهواء المضغوط من منفث ضيق (فونية) مقابل لسطح المشغولة المراد قياس تضاريسها (قياس درجة خشونة سطحها)، فإن ضغط أنبوبة المنفث تظل ثابتة، مادامت المسافة بين طرفي المنفث والسطح المقابل له ثابتة، وعند حدوث أي تغيير في المسافة بين المنفث، وسطح المشغولة تؤثر على الضغط داخل الأنبوبة وتغيره تبعاً لها، وكذلك تتغير سرعة تصرف الهواء المضغوط (حجمه في وحدة الزمن)، وهذا التغير يعتبر دالاً على تغير البعد بين طرفي المنفث وسطح المشغولة، ومن ثم يمكن استعمال هذه الأجهزة في قياس تضاريس أسطح المشغولات.

فيما يلي عرض لبعض أجهزة استواء الأسطح التي تعمل بالهواء المضغوط.



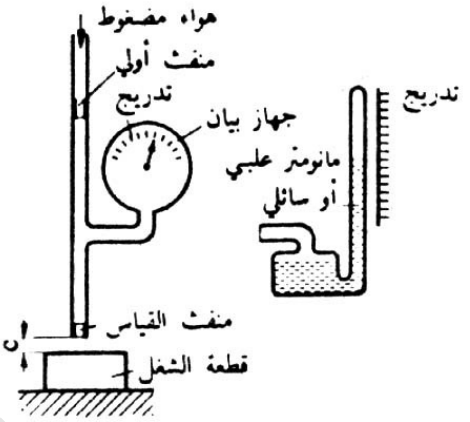
شكل 381
التصميم الأساسي لجميع أجهزة قياس الأسطح التي تعمل بالهواء المضغوط

الطريقة الأولي :

يعتمد جهاز قياس استواء الأسطح الذي يعمل بالهواء المضغوط مع بيان مانومتر شكل 382 على انسياب الهواء المضغوط من خلال منفث ضيق (فونية) إلى سطح المشغولة المراد فحص وقياس تضاريسها.

الضغط بالأنبوبة الموصلة للهواء يكون محدد وسرعة انسياب الهواء تكون محددة أيضاً، فإذا تغير المنفث عن سطح المشغولة (الخلوص) بسبب ارتفاع او انخفاض وتموجات السطح عن سابقها، فإن ضغط وسرعة الهواء المنساب وكذلك حجمه في الوحدة الزمنية يتغير بنفس المقدار، وبذلك يمكن قراءة الانحراف من خلال مانومتر

أومن خلال تدريج مبين قياس.

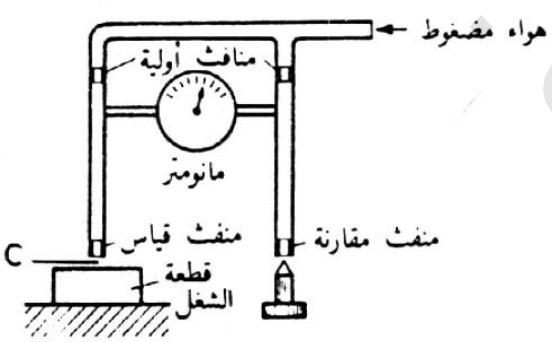


شكل 382
طريقة قياس استواء الأسطح بالهواء المضغوط مع بيان مانومتر

الطريقة الثانية :

يتشابه جهاز قياس استواء الأسطح الذي يعمل بالهواء المضغوط بالطريقة الثانية الموضح بشكل 383 مع الجهاز السابق ذكره بالطريقة الأولى، حيث يقاس فرق الضغط أو فرق السرعة أو فرق الحجم بين أنبوبة منفث الهواء المسلط على السطح المراد قياس تضاريسه، وبسبب ارتفاع وانحفاض وتموجات السطح يتغير الخلوص (C) عن الخلوص بين ضغط الهواء المسلط من منفث المقارن والجزء المستدق الثابت.

ومن خلال فرق ضغط الهواء يتحرك مؤشر المانومتر لتوضيح مقدار الانحراف بسطح المشغولة.



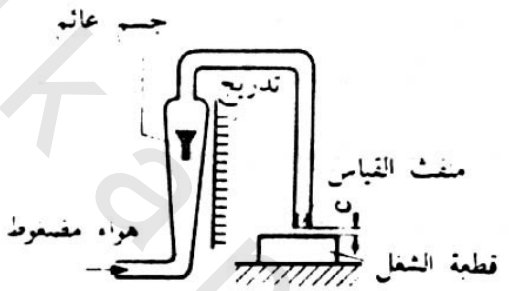
شكل 383
طريقة قياس استواء الأسطح بالهواء المضغوط بفرق الضغط

الطريقة الثالثة :

تعتمد الطريقة الثالثة لجهاز قياس استواء الأسطح الذي يعمل بالهواء المضغوط على قياس التصرف (قياس حجم الهواء المنساب X وحدة الزمن).

يتكون الجهاز الموضح بشكل 384 من أنبوبة زجاجية مستدقة بها جسم عائم، ينعكس وضع الجسم العائم على تدريج قائم.

من خلال انسياب الهواء المضغوط من منفث السطح المراد قياسه، يرتفع وينخفض الجسم القائم، وذلك نتيجة لتغير الخلوص (C) الناتج عن ارتفاع وانخفاض وتموجات السطح، ليظهر مقدار الانحراف بسطح المشغولة على التدريج القائم.



شكل 384

طريقة قياس استواء الأسطح بالهواء المضغوط بحجم الهواء في وحدة الزمن

مميزات قياس استواء الأسطح بالهواء المضغوط :

تتميز أجهزة فحص قياس استواء الأسطح باستخدام الهواء المضغوط بالأجهزة السابق ذكرها بالآتي:-

(أ) إمكانية الحصول على تكبير عال يصل إلى عشرة آلاف ضعف وأكثر.

(ب) تصميم قوي التحميل، ومن ثم يمكن استخدامه في الورش والمصانع.

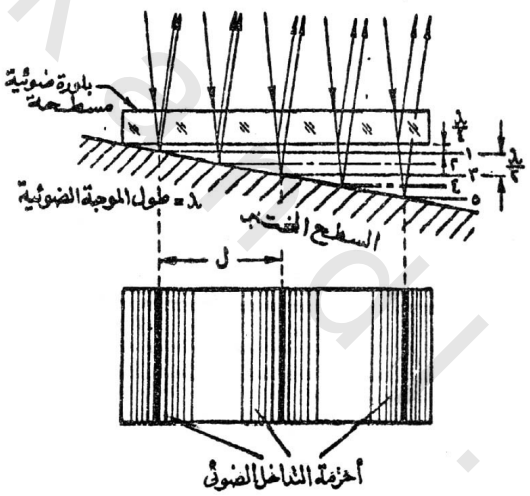
(ج) إجراء عملية قياس تضاريس السطح بدون استخدام مستشعر (القلم المعدني ذو النهاية المدببة) الذي كان معرض للبري والتلف.

(د) إمكانية نقل وإبعاد أماكن القياس والقراءة.

5- جهاز قياس استواء الأسطح بالتداخل الضوئي :

يستخدم التداخل الضوئي في قياس استواء الأسطح المعدنية، حيث تصنع قطعة من البلور المسطحة، وتسوى أسطحها بدقة عالية، وتستخدم في اختبار استواء الأسطح المراد اختبارها.

تداخل الضوء هو ظاهرة تسمى بهدب التداخل المضيئة المظلمة، ويحدث ذلك عند التداخل بين الموجات الضوئية مثل التداخل بين مسارين للضوء أو أكثر. عندما يكون الضوء من موجات ثابتة الأطوال يمكن الاستفادة من ظاهرة تداخل الموجات الضوئية في قياس الانحرافات الطولية بدقة ويوضح شكل 385 طريقة تكون أحزمة التداخل الضوئي، حيث توجد بلورة ضوئية مسطحة وضعت في وضع متوازي مع سطح آخر، مكوناً سفيناً هوائياً تخترقه الموجات الضوئية لتنعكس على السطح الجاري اختباره بالإضافة إلى انعكاسها على السطح الأسفل للبلورة الضوئية المسطحة.

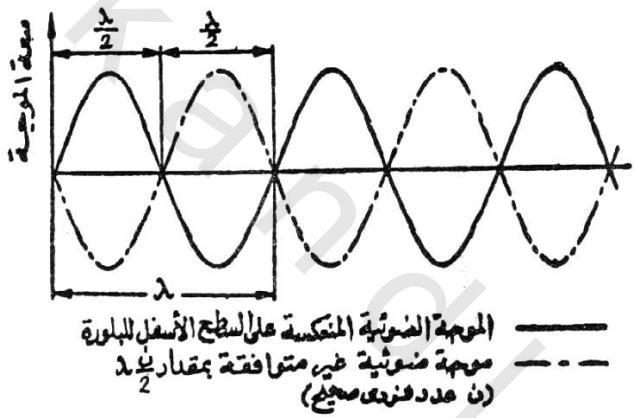


شكل 385
تكون أحزمة التداخل الضوئي

وتتسبب المسافة الإضافية التي تقطعها الأشعة الضوئية المنعكسة على السطح المختبر في إحداث تغيير في توافق الموجتين، فإذا تساوت هذه المسافة الإضافية (داخل السفين الهوائي) نصف طول الموجة الضوئية أو المضاعفات الفردية له أي:

(0.5λ، 1.5λ ، 2.5λ ، 3.5λ ،.. وهكذا) حيث λ = طول الموجة الضوئية،

فإن الموجتين الضوئيتين تبتعدان عن بعضهما البعض بمقدار نصف موجة ضوئية، الأمر الذي يؤدي إلى تداخلهما تداخلاً كلياً كما هو موضح بشكل 386، وبذلك تنتج المناطق المظلمة المعروفة بأحزمة التداخل الضوئي، وظهور هذه الحزم يدل على عدم انتظام السطح بالنسبة للبلورة الضوئية بواقع ربع موجة ضوئية أو مضاعفاتها الفردية (أي $\lambda\frac{1}{4}$، $\lambda\frac{3}{4}$، $\lambda1\frac{1}{4}$، $\lambda1\frac{3}{4}$ ، ... وهكذا)، حيث أنها تمثل نصف المسافة الإضافية التي تقطعها الموجة الضوئية المنعكسة من السطح الجاري اختبار مدى استوائه (بالمقارنة بسطح البلورة الضوئية المسطحة)، ومن ثم فإن المسافة بين حزمتي تداخل متعاقبتين (ل) تحدد فرقاً بين ارتفاعات السطح عند هذين الموضعين يساوي $\lambda\frac{1}{2}$ ، أي نصف طول الموجة الضوئية.



شكل 386
حالة التداخل الكلي للموجات الضوئية

وتستخدم ظاهرة التداخل الضوئي في دراسة تضاريس الأسطح المصنعة بتشغيل عالي الدقة للكشف عن مدى استوائها وتوازيها، وذلك باستخدام أجهزة قياس متنوعة تقوم على هذه الظاهرة، كالبلورات الضوئية المسطحة، وميكروسكوب التداخل، والجهاز المعروف باسم الانترفيرومتر (أي جهاز التداخل)، وجهاز المقارنة بالتداخل الضوئي.

تقييم قياس تضاريس الأسطح

معظم أسطح المشغولات المصنعة لا يمكن أن تكون مستوية استواءً مطلقاً أو ذات أسطح أسطوانية مطلقة الدقة، وتوجد مواصفات قياسية ونظماً متباينة تحدد القيم العددية للانحراف أو عدم الانتظام في السطح أو درجة التشطيب، وهي كما يلي:-

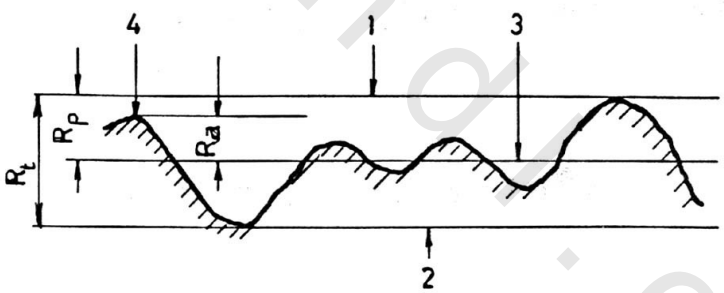
رموز ومصطلحات تشطيب الأسطح حسب النظام الدولي SI

طبقاً لمواصفات ISO

توجد في الرسومات الهندسية رموز ومصطلحات تميز الأبعاد والأقطار الخارجية والداخلية والعمليات الصناعية المختلفة التي تجرى على المشغولات المصنعة، كما توجد رموز ومصطلحات أخرى تميز درجة خشونة الأسطح بعضها عن بعض.

تستخدم الرموز والمصطلحات التي تحدد درجة خشونة أو نعوم الأسطح حسب النظام الدولي SI طبقاً لمواصفات ISO الصادرة برقم 1302 لعام ١٩٧٨ ، حيث وضعت مصطلحات وعلامات خاصة تشير إلى مقاييس درجة هذه الخشونة أو النعومة وجودة وصفة الأسطح وأسلوب الإنتاج.

الرسم التخطيطي بشكل 387 يوضح مصطلحات مقاييس درجة خشونة الأسطح.



شكل 387
مقاييس درجة خشونة الأسطح

1- الحد الأقصى لارتفاع الموجة الثانوية والابتدائية.

2- الحد الأدنى لانخفاض الموجة الثانوية والابتدائية.

3- خط مرجعي متوسط.

4- البعد الفعل للتموج.

Rr – البعد بين الحد الأقصى والحد الأدنى للتموج.

obeikandl.com

Rp – البعد بين الحد الأقصى والخط المرجعي المتوسط.

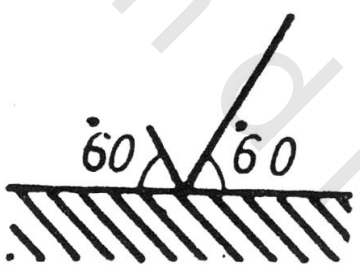
Ra – المتوسط الحسابي لمدى ابتعاد التموج عن البعد الفعلي المتوسط.. (الارتفاع المتوسط).

وتشير رموز الأسطح إلى الحالة النهائية التي تكون عليها هذه الأسطح، أما أسلوب الإنتاج فيمكن تركه لتنفيذه بالأسلوب المناسب، فإذا كان المطلوب إنتاج المشغولات المطلوب تصنيعها بأسلوب إنتاجي معين، استكمل رمز اتجاه السطح بالملاحظة المناسبة.. (أي بأسلوب الإنتاج المطلوب تشغيله مثل خراطة – تجليخ – تحضين.. الخ).

فيما يلي عرض لجميع الرموز الخاصة بتشطيب الأسطح:-

1- **الرمز الأساسي :**

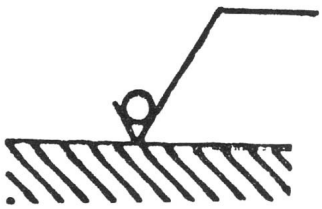
الرمز الأساسي المستخدم لتشطيب الأسطح عبارة عن ضلعين مختلفين في الطول يميلان على السطح المشار إليه بزاوية قدرها 60^0 كما هو موضح بشكل 388، هذا الرمز لا يعني شيء، بل يضاف إليه بعض العلامات الأخرى وهي موضحة في التقاط التالية.



شكل 388
الرمز الأساسي المستخدم لتشطيب الأسطح

2- **رمز منع التشغيل :**

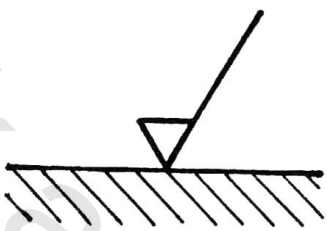
رمز منع التشغيل أو السطح الغير مشغل، وهو الرمز الأساسي مضاف إليه دائرة كما هو موضح بشكل 389 كالأسطح المعدنية المصبوبة أو المطروقة مثلاً، أو في حالة عدم الحاجة إلى تشغيل الأسطح.



شكل 389
رمز منـــع التشغيل

3- **رمز التشغيل :**

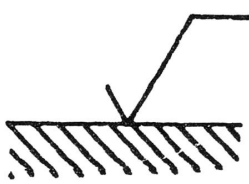
فـي حالـة تشـغيل الأسـطح بإزالـة رايـش (نحاتـة)، يضـاف خـط أفقـي إلـى الرمـز الأساسي كما هو موضح بشكل 390.



شكل 390
رمز تشغيل الأسطح بإزالة الرايش

4- **رمز بيان مواصفات خاصة:**

في حالة إضافة بعض المواصفات الخاصة التي تجرى على السطح، يضاف خط أفقي للضلع الطويل في الرمز الأساسي كما هو موضح بشكل 391.



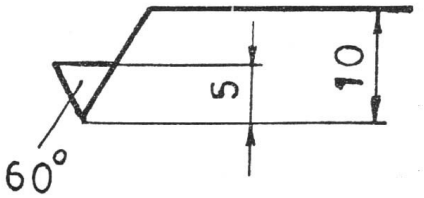
شكل 391

رمز بيان المواصفات الخاصة

5- **أبعاد رموز تشغيل الأسطح:**

يخطط رمـز تشـغيل الأسـطح بخطـوط رفيعـة متصـلة بقلـم 0.35 **ملليمتـر بالأبعـاد الموضحة بشكل** 392.

obeikandl.com



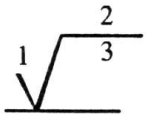
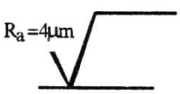
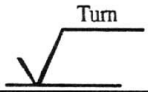
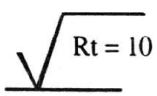
شكل 392
أبعاد رموز تشغيل الأسطح

توجد للمواصفات القياسية ISO جداول توضح رموز ومصطلحات درجة خشونة الأسطح، والحد الأدنى والحد الأعلى المسموح به، وعمق الخشونة وأسلوب الإنتاج.

فيما يلي جدول ٢٦ الذي يوضح رموز ومصطلحات ودرجة خشونة الأسطح، حسب النظام الولي SI طبقاً لمواصفات ISO .

جدول٢٦
رموز ومصطلحات درجة خشونة الأسطح
طبقاً لمواصفات ISO

obeikandl.com

الرمـــز	المدلول
	1- القيمة المتوسطة للخشونة. (تضاف الوحدة بالميكرون.....Ra µm) 2- صفـة السطـح وطريقـة وأسلوب الانتاج مثل خراطة - تجليخ - تحضين). 3- مقياس الخشونه مثل: عمق الخشونةR1 عمق النعومةRp
	أمثلـــة
	1- الحـد الأقصى المسمـــوح به للقيمـة المتوسطة للخشونة R_a = 4µm...
	2- صفة السطح وأسلوب الانتاج (خراطة)
	3- (أ) الحد الأقصى المسموح به لعمق الخشونة R_t = 10µm (ب) عمق النعومة R_p من 4 إلى 10µm

كما وضع النظام الولي SI جداول لطرق وأسلوب الإنتاج . جدول ٢٧ يوضح طرق وأسلوب الإنتاج ودرجة الخشونة R الممكن الوصول إليها بالمكرون .

جدول ٢٧
طرق وأسلوب الإنتاج ودرجة خشونة الأسطح
(عمق الخشونة R_t الممكن الوصول إليه بالميكرون)
(1 Um = 0.001 mm)

obeikandl.com

طرق وأسلوب الإنتاج	عمق الخشونة (الحد)		طرق وأسلوب الإنتاج	عمق الخشونة (الحد)	
	الأدنى	الأقصى		الأدنى	الأقصى
الصب (السباكة في القوالب الرملية)	25	63	البرغلة (الدشكلة)	0.4	4
السباكة في القوالب المعدنية	10	25	التجليخ السطحي	1	2.5
الحدادة	10	63	تشغيل الثقوب	0.63	2.5
الثقب	16	40	التجويف	0.1	2.5
القطع	–	10	التجليخ الطولي	0.1	1.6
خراطة	2.5	10	الصقل في الاتجاه الطولي	0.04	1.0
التفريز	1.6	10	تجليخ التلميع	0.06	0.4
البرادة	2.5	6.3	التحضين المستوي	0.04	0.25
التلقيط (الكشط)	1.6	6.3	التحضين الترددي	–	0.16
القشط	1.0	6.3	الصقل ذو الشوط القصير	0.04	0.1
الخراطة الطولية	1.0	4	تحضين التلميع	–	0.04

رموز ومصطلحات درجة خشونة الأسطح طبقاً لمواصفات DIN 140

بالرغم من وجود رموز ومصلحات خشونة الأسطح حسب النظام الدولي SI طبقاً لمواصفات ISO وهو النظام الحديث المستخدم دولياً، إلا أنه يجب عرض علامات التشغيل القديمة طبقاً لمواصفات DIN 140 للتعرف عليها.

وضعت علامات التشغيل الموضحة بجدول ٢٨ لتوضيح حالة السطح، وليست لاختيار طريقة التشغيل.

جدول ٢٨
علامات التشغيل
طبقاً لمواصفات DIN 140

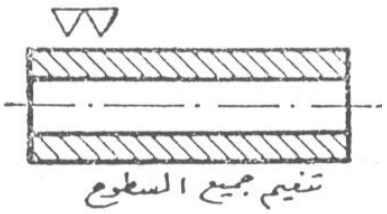
علامة التشغيل	مدلولها واستخدامها
بدون علامة	للسطوح الخام كالناتجة من عمليات: الحدادة، السحب الضغط، المصب، الدرفلة، التشكيل.
علامة تقريب	السطوح الخام فى عمليات التشكيل بدون رايش حيث الدقة والعناية فى التنفيذ مثل (الصب النظيف والتشكيل بالقوالب).
	للتخشين فى عمليات القطع المختلفة. فى حالة رؤية آثار القطع دقيقة بالعين المجردة.
	للتنعيم فى عمليات القطع المختلفة فى حالة رؤية آثار القطع دقيقة بالعين المجردة
	للتنعيم الدقيق (التجليخ) فى حالة عدم رؤية آثار القطع بالعين المجردة.

علامة التشغيل	مدلولها واستخدامها
مصقول	التشغيل الخاص مثل التجليخ بالتحضين، التلقيط، الصقل بالحجارة، التلميع... إلخ كذلك عملية تحسين السطوح.
مقسى	المعاملات الخاصة بواسطة التكيل، الطلاء، النمش، التقسية.. إلخ حالات التشطيب مثل: مقسى، غير مقسى.

أمثلة لعلامات تشغيل DIN **:**

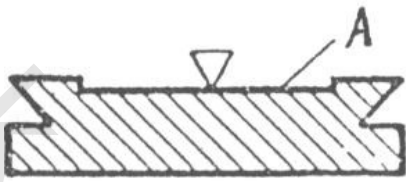
فيما يلي عرض لبعض الأمثلة السابق استخدامها في علامات التشغيل لتوضيح درجة خشونة أو نعومة الأسطح طبقاً لمواصفات DIN 140.

1- **العلامة الموضحة بشكل** 393 **تعني تنعيم في عمليات القطع لجميع الأسطح.**



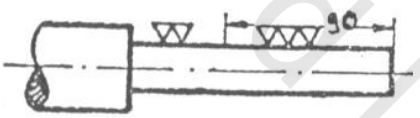
شكل 393
تنعيم جميـــع الأسطح

2- **العلامة الموضحة بشكل** 394 **تعني تخشين في عمليات القطع لجميع الأسطح ما عدا السطح** (A).



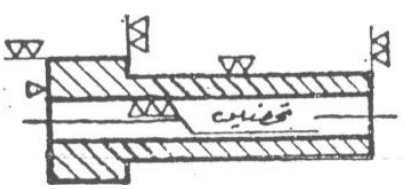
شكل 394
تنعيم جميع الأسطح ما عدا السطح (A)

3- **العلامات الموضحة بشكل** 395 **تعني تنعيم في عمليات القطع للسطح الأمامي، ويضاف إليه تنعيم دقيق (تجليخ) بطول** 90 **مم.**



شكل 395
تنعيم وتجليخ السطح المشار إليه

4- **شكل** 396 **يوضح مشغولة مطلوب تشغيلها بعمليات قطع بخشونة ونعومة مختلفة (تخشين - تنعيم - تحضين).**



شكل 396
تخشين – تنعيم – تحضين

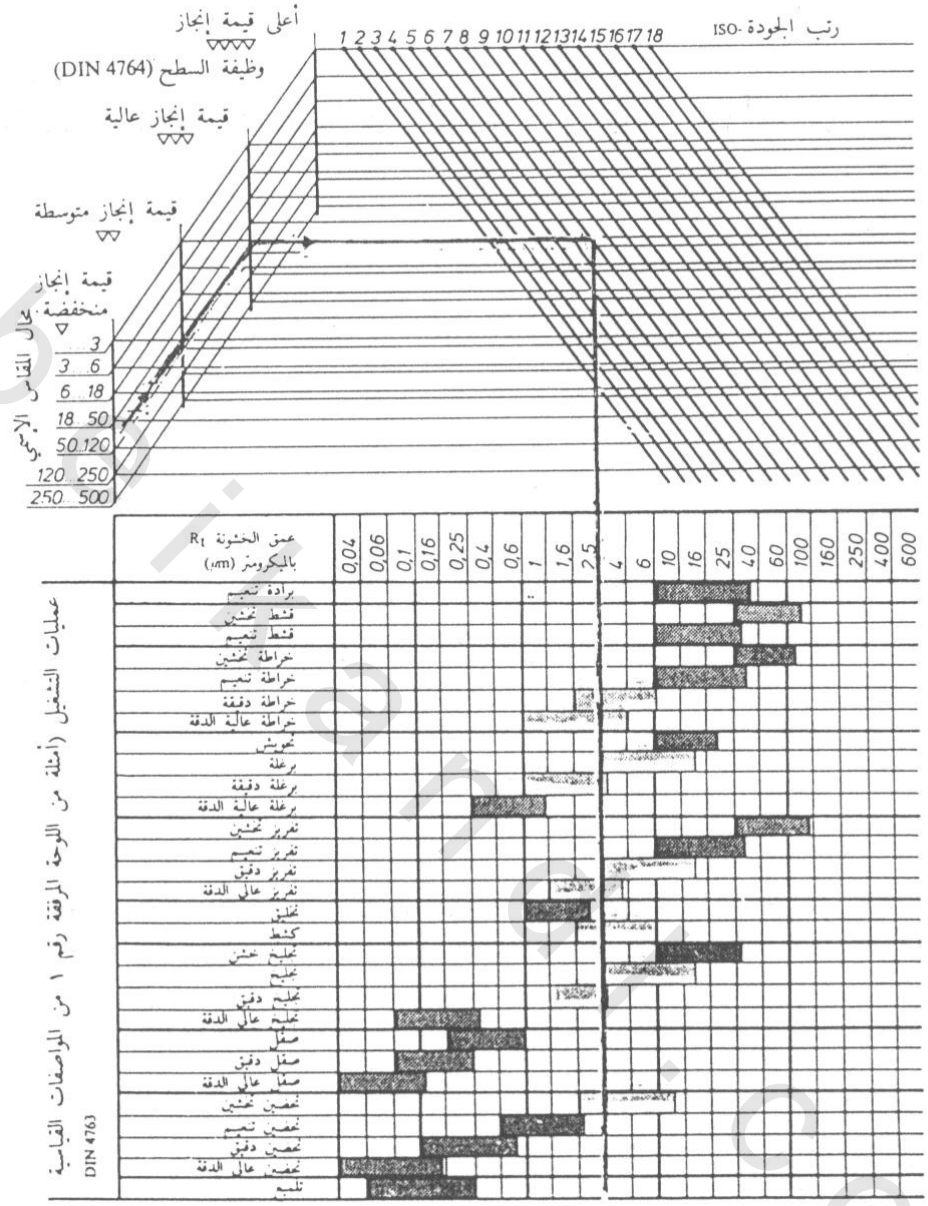
obeikandl.com

المخطط الموضح شكل 397 يبين العلاقة بين عمق الخشونة المسموح بها وكل من المقاس الاسمي ورتب جودة ISO، وقيم إنجاز السطح وعمليات التشغيل التي يمكن بها التوصل إلى القيم المختلفة لعمق الخشونة.

وضع هذا المخطط حسب النظامين، النظام الدولي SI طبقاً للمواصفات الفنية القياسية ISO، والمواصفات القياسية DIN 4764.

إذا كان التفاوت المسموح به صغيراً، وجب منطقياً أن يكون عمق الخشونة المسموح به صغيراً أيضاً، وطبقاً للمواصفات القياسية ISO للازدواجات. يتوقف مقدار التفاوت المسموح به على المقاس الاسمي، وعلى رتبة جودة الازدواج.

obeikandl.com



شكل 397

مخطط قيم إنجاز السطح طبقاً للمواصفات القياسية DIN ، ISO

العلاقة بقيم إنجاز السطح :

يجب أن يكون لمرتكز التحميل ذي المقاس الاسمي الكبير قيمة صغيرة لعمق الخشونة المسموح به، لذلك يجب مراعاة قيم إنجاز الأسطح الموضحة بالمخطط

السابق حسب وظيفة سطح قطعة التشغيل.

الأسطح ذات قيم الإنجاز العالي ∇∇∇ :

هي الأسطح المانعة .. أي هي التي لا تستخدم مواد مانعة للتسرب، مثل المستخدمة في الضغوط العالية كأوعية وأنابيب الضغط العالي، وللازدواجات الخلوصية المعرضة لأعلى تحميل (الأسطوانات والكباسات الهيدرولية)، وللازدواجات التداخلية (أعمدة التوربينات وأطواق العجلات)، وأسطح القياس في أجهزة القياس (قوالب القياس المنزلقة، ومحددات القياس السدادية)، والأسطح المنزلقة (أسطوانات المحركات).

الأسطح ذات قيم الإنجاز العالي ∇∇∇ :

وهي الأسطح المانعة بدون استخدام مواد مانعة للتسرب والتي تستخدم للضغوط المنخفضة (أوعية الضغط)، وللازدواجات الخلوصية المعرضة لتحميل كبير (المحامل الانزلاقية)، وللازدواجات الانزلاقية (العجلات المنزلقة على الأعمدة) وللأسطح الانزلاقية (الأدلة الانزلاقية)، ولأسطح التدحرج (المحامل التدحرجية وجوانب أسنان التروس)، ولأسطح التثبيت (الثقوب والسيقان المخروطية لتثبيت العدد).

الأسطح ذات قيم الإنجاز المتوسطة ∇∇ :

الأسطح المانعة مع استخدام مواد مانعة للتسرب، وأسطح الازدواجات الخلوصية المعرضة لتحميل خفيف (المحامل الانزلاقية ذات الخلوص الكبير)، والازدواجات الانتقالية (الأعمدة وصرر العجلات).

الأسطح ذات قيم الإنجاز المنخفضة ∇ :

أسطح الاتصال والتقابل، وأسطح الربط بمسامير ملولبة للأجزاء الكبيرة.

القياس الحسابي لتشطيب السطح :

الخشونة المتوسطة Ra الموضحة بشكل 398 تعني الارتفاع المتوسط للخشونة او متوسط ارتفاع تموجات هذه التضاريس، وهو تعبير عن الخشونة المتوسطة، وذلك بالنسبة إلى خط مستقيم أفقي أساسي مرسوم داخل هذه التضاريس، بحيث يكون مجموع المساحات المحصورة بين هذا الخط وبين تموجات السطح على جانبيه

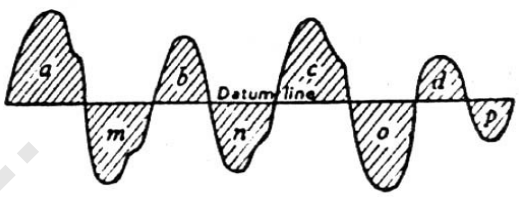
obeikandl.com

متساوية.

الارتفاع المتوسط للخشونة

$$= \frac{\text{مجموع المساحات المحصورة بين خط التموجات، بغض النظر على اتجاه انحرافها}}{\text{طول الشكل}}$$

$$Ra = \frac{a + b + c + d + m + n + P + G}{L}$$



شكل 398
الارتفاع المتوسط للخشونة

أسباب خشونة السطح :

الأسباب التي تؤدي إلى خشونة أسطح المشغولات المصنعة وتغيير درجة استوائها، هي وجود خطأ معين أو بسبب مجموعة أخطاء مجتمعة وهي كالآتي:-

1- **أخطاء في ضبط عدد القطع.**
2- **عدم كفاءة عدد القطع.. (عدم تناسب عدد القطع مع معادن المشغولات المصنعة).**
3- **وجود تزليق من عدمه أو استخدام سوائل تبريد غير مناسبة لمعدن المشغولة المصنعة.**
4- **وجود خلوص بالأدلة الانزلاقية بالماكينة المستخدمة للتشغيل.**
5- **سرعات القطع غير مناسبة لمعدن وقطر المشغولة.. (بالنسبة للتشغيل على المخرطة).**
6- **تصنيع المشغولة على ماكينة غير مناسبة.. مثل تنفيذ المشغولة على مقشطة بدلاً من فريزة، أو تشطيب المشغولة على المخرطة بدلاً من تجليخها.**
7- **صعوبة التصميم مثل .. وضع رموز تشغيل نعومة عالية.**

obeikandl.com

الباب الثامن

أجهزة القياس البصرية

Optical Measuring Instruments

أجهزة القياس والمعايرة

نظري وعملي

obeikandl.com

obeikandl.com

تمهيد

للحاجة المتزايدة لإنتاج أجزاء ومشغولات وأسلحة ومعدات متطورة ذات جودة ودقة عالية وخاصة أثناء الحرب العالمية الثانية وبعدها، فقط ظهرت الحاجة المتزايدة إلى أجهزة القياس الدقيقة، وقد أسفرت إلى تصميم أجهزة القياس البصرية.

وتتلخص فكرة أجهزة القياس البصرية على تكوين صورة للأجزاء المراد قياسها أو فحصها أو مقارنتها ومطابقتها بالقياسات النموذجية، وذلك من خلال ضوء يسلط على هذه الأجزاء ومجموعة من العدسات والمرايا.

وتعتبر أجهزة القياس البصرية من أجهزة القياس الفائقة الدقة وهي من الموضوعات الواسعة المتشعبة، لذلك لن نتعرض لها في هذا الباب تفصيلياً، بل يتعرض للمبادئ الأساسية وفكرة مبسطة لعدد من هذه الأجهزة.

وعلى الرغم من اهتمامنا الأساسي في هذا الباب بأجهزة القياس البصرية المختلفة، إلا أنه يجب إعطاء فكرة مبسطة عن طبيعة الضوء والعدسات المستخدمة والتي تعتبر من أساسيات هذه الأجهزة.

يناقش في هذا الباب مجموعة مختارة من أجهزة القياس البصرية الضوئية المتاحة للاستعمالات الهندسية بمعامل القياس كالمجهر (الميكروسكوب) – المنظار (التليسكوب) – جهاز الإسقاط الضوئي – جهاز موجة الأشعة الذاتي.. وغيرها.

كما يتناول هذا الباب عرض وشرح الليزر كجهاز حديث واستخداماته في القياسات فائقة الدقة.

obeikandl.com

الضـــــوء Light

الضوء المنبعث من الشمس أو من أي مصدر آخر هو صورة من صور الطاقة، قد هيأ الله العين لاستقباله ليتم علينا نعمة الإبصار.

تنتشر الطاقة الضوئية في خطوط مستقيمة في جميع الاتجاهات، بالوسط المتجانس بسرعة هائلة تصل إلى حوالي 3×10^{8} م/ث في الفراغ أو الهواء، وتختلف سرعة الضوء عن هذا المقدار باختلاف الوسط الذي تنتشر فيه.

نبذة تاريخية عن الضوء :

لقد تحير الإنسان في طبيعة الضوء الذي أنعم الله عليه به، وفرض فروضاً كثيرة للبحث في طبيعة هذا الضوء الذي يساعد الإنسان على الرؤية، وما هذه المادة المنبعثة من الشمس أو من القمر ليلاً أو من النار المستعملة أو من المصباح إلا هي دلالة على قدرة الله ونعمة الخالق سبحانه وتعالى.

فلقد اعتبر القدامى أن الضوء ناتج عن انسياب جسيمات دقيقة وسريعة تقذفها العين فتصدم بالجسم الذي تراه، ولكن هذه النظرية مرفوضة، لأن قبولها يفرض رؤية العين للأشياء الموجودة في الغرف المضيئة والمظلمة.

ولقد اهتم العرب بدراسة خصائص الضوء، وكان الحسن بن الهيثم أول من وضح أن الضوء المنعكس على الأجسام يعطي للعين الإحساس برؤية هذه الأجسام.

وفي عام 1660 ميلادية افترض نيوتن أن الضوء يتكون من جسيمات تنبعث من المصدر الضوئي ثم تنتشر في جميع الاتجاهات في خطوط مستقيمة، وإن لهذه الجسيمات خاصية النفاذ خلال الأوساط الشفافة والانعكاس على أسطح المواد الغير شفافة، وإن هذه الجسيمات إذا دخلت العين تعطي إحساساً بالرؤية.

ولقد أمكن بفضل هذه النظرية تعليل انعكاس الضوء على الأسطح المصقولة، وانتشارها في خطوط مستقيمة، غير أن بعض الظواهر المضيئة مثل تداخل الضوء

والسراب، وقوس قزح لا يمكن تعليلها بهذه النظرية.

ولقد بين هيجنز عام 1680 ميلادية أنه يمكن اعتبار الضوء على أنه موجات، وبتلك النظرية الموجية أمكن تفسير ظاهرة الانكسار المزدوج.

وأثبتت التجارب التي أجرها كل من يونج وفرنل عام 1827 ميلادية على تداخل الضوء وحيوده، وكذلك قياس سرعة الضوء في السوائل، صحة فروض نظرية هيجنز، كما تمكن يونج من قياس الطول الموجي لموجات الضوء.

وفي عام 1873 ميلادية تمكن مكسويل باستخدام دائرة كهربية متذبذبة للحصول على موجات كهرومغناطيسية، وبحساب سرعة انتشارها في الهواء وجد أنها تساوي ٣ × 10^5 كم/ث .. أي ما يعادل سرعة الضوء في الهواء.

وبعد خمسة عشر عاماً من اكتشاف مكسويل، نجح هرتز باستخدام دائرة متذبذبة في توليد موجات قصيرة عرفت بعد ذلك بالموجات الميكرومترية، وقد وجد أن تلك الموجات لها خواص موجات الضوء.

وفي عام 1905 ميلادية فرض أينشتين أن طاقة الشعاع تتركز في حزمة موجية غاية في الصفر سميت بالفوتون وتسير بسرعة ٣ × ١٠^٥ كم/ث. وأثبت أن الضوء يتكون من فيض من حزم موجية دقيقة من الطاقة تسمى فوتونات.

وتتناسب طاقة الفوتون مع زمن ذبذبته وبذلك أمكن تفسير ظاهرة الانبعاث الأيوني الضوئي، أي انبعاث الإلكترونات من أسطح الموصلات عند سقوط الضوء عليها.

وفي عام 1921 ميلادية تمكن كومبتون من تعيين كل من الطاقة وكمية الحركة للفوتونات والإلكترونات الحرة، وأثبت أن لها نفس خواص المادة.

وحديثاً يعتبر العلماء أن الضوء له خاصية ازدواجية، وأن ظاهرة انتشار الضوء يمكن تفسيرها على أن الضوء عبارة عن موجات كهرومغناطيسية، بينما يمكن تفسير تفاعل الضوء بالمواد في عملية الانبعاث الأيوني أو الامتصاص على أنه جسيمات

دقيقة.

فكرة مبسطة عن النظريات الخاصة بطبيعة الضوء

١- النظرية الجسمية لنيوتن :

Newton's Corpuscular Theory

درس نيوتن الظواهر الطبيعية للضوء ومنها انتشاره في خطوط مستقيمة وانعكاسه عند الأسطح، وانكساره في الأوساط الشفافة وغيرها، ونتيجة لهذه الدراسة فقد افترض أن الطاقة الضوئية تنبعث من المصدر الضوئي على شكل جسيمات تنتشر في خطوط مستقيمة حتى تتقابل مع السطح الفاصل لوسط جديد.

وقد أمكن تفسير انتشار الضوء في خطوط مستقيمة وانعكاسه على الأسطح اللامعة على ضوء هذه النظرية. أما عند تفسير انكسار الضوء عند السطح الفاصل بين وسطين شفافين، فإنها تقضي بأن سرعة الضوء في الوسط الأكبر كثافة ضوئية تكون أكبر منها في الوسط الأقل كثافة ضوئية. وهذا يناقض التجارب العملية التي أثبتت أن سرعة الضوء في الماء أقل منها في الهواء، وعلى ذلك فإن النظرية الجسمية فشلت في تفسير ظاهرة انكسار الضوء في الأوساط الشفافة.

2- النظرية الموجية لهيجنز :

Huggens' Wave Theory

فرض هيجنز أن الطاقة الضوئية تنتشر على شكل موجات كرية، وأن كل نقطة على صدر الموجة يمكن اعتبارها مركزاً لاضطراب ثانوي لمويجات كرية جديدة تنتشر بنفس السرعة، ويكون المماس لتلك المويجات صدراً للموجة الجديدة.

تفسير ظاهرة الانعكاس والانكسار في ضوء نظرية هيجنز :

قد أمكن تفسير ظاهرة الإنكسار والإنعكاس في ضوء نظرية هيجنز في الآتي :

أولاً : انعكاس الضوء

Reflection of Light

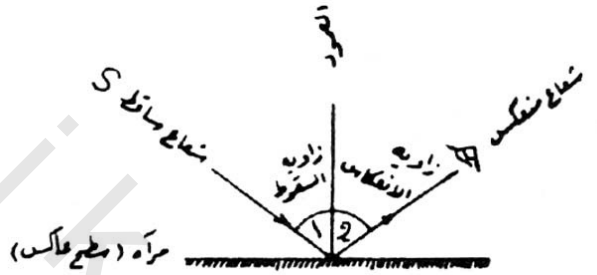
يمكن تشبيه انعكاس الضوء بارتداد الكرة المطاطية عند اصطدامها بالأرض، فإذا

openkandil.com

سقطت كرة مائلة على سطح الأرض، سوف ترتد بزاوية مساوية للزاوية الأولى التي سقطت بها وفي الاتجاه الآخر.

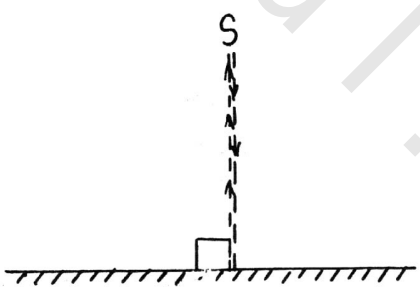
وعندما يسقط شعاع ضوئي S على سطح عاكس (مرآة) بحيث يصنع من العمود الواقع على السطح زاوية 1 كما هو موضح بشكل 399، سوف ينعكس الضوء بزاوية 2 مساوياً للزاوية الأولى وفي الاتجاه الآخر.

∴ زاوية السقوط = زاوية الانعكاس.



شكل 399
انعكاس الضوء على سطح عاكس
عندما يكون بزاوية على العمود الواقع على السطح

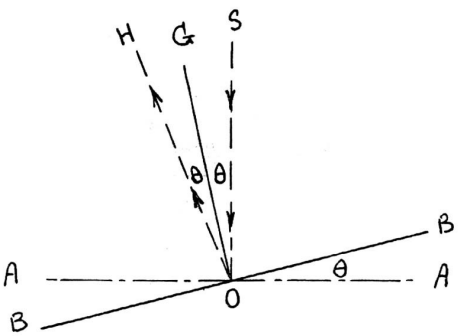
وإذا اصطدم شعاع ضوئي عمودي S على سطح عاكس مسطح، بحيث يصنع السطح العاكس مع الشعاع زاوية قائمة، فإن الشعاع ينعكس في نفس مساره الأصلي كما هو موضح بشكل 400.



شكل 400
انعكاس الضوء على سطح عاكس عندما يكون بزاوية قائمة

وفي حالة اصطدام الشعاع الضوئي S على سطح عاكس مثبت بحيث ينحرف بأي زاوية، فإن الشعاع يتأثر وينعكس بزاوية تساوي ضعف الزاوية التي تحرك بها السطح

العاكس كما هو موضح بشكل 401.



شكل 401
انعكاس الضوء على سطح منحرف

حيث **AA** ... سطح عاكس مستوي عمودي على المحور البصري.

BB ... سطح عاكس مستوي منحرف على المحور بزاوية θ.

GO ... العمود الساقط على السطح المنحرف.

S ... مصدر ضوئي..

H ... الشعاع المنعكس.

θ ... زاوية انحراف السطح العاكس.

2θ ... زاوية انعكاس الشعاع الساقط.

ثانياً: انكسار الضوء

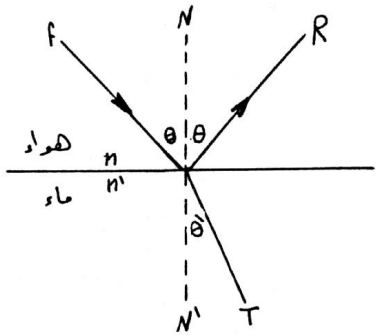
Refraction of Light

إذا انتقل شعاع ضوئي من وسط إلى آخر مختلف عنه في الكثافة الضوئية فإن سرعته تتغير، وبالتالي يغير من اتجاهه ويقال إن الشعاع الضوئي انكسر.

القانون الأول:

انكسار الضوء هو تغيير الشعاع الضوئي لمساره عن خط مستقيم، إذا انتقل بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية مثل الهواء والماء، ويحدث هذا الانكسار عند الحد الفاصل بينهما.

الشعاع الضوئي ينتقل من وسط أقل كثافة ضوئية (الهواء) إلى وسط أكبر كثافة ضوئية (الماء) شكل 402 فإنه ينكسر مقترباً من العمود.. (وذلك لنقص سرعته).



شكل 402

الانعكاس والانكسار عند الحد الفاصل بين وسطين مختلفين

معامل الانكسار :

يعرف معامل انكسار أي وسط ضوئي بأنه النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ وسرعة الضوء في ذلك الوسط.. ويمكن تطبيق ذلك من المعادلة التالية:-

$$\text{معامل الانكسار} = \frac{\text{سرعة الضوء في الفراغ}}{\text{سرعة الضوء في الوسط}}$$

وبالرموز

$$n = \frac{C}{V} \quad \text{.....(١)}$$

القانون الثاني :

القانون الثاني يتعلق بالشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنكسر، وينص على الآتي:-

النسبة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار تسمى بمعامل الانكسار وتساوي مقدار ثابت لجميع زوايا السقوط.

$$\frac{\sin\theta}{\sin\theta'} = \text{Const} \quad \text{..... (2)}$$

يقع الشعاع المنكسر في مستوى السقوط وعلى الجانب الآخر من العمود، وقيمة المقدار الثابت تساوي النسبة بين معاملي انكسار الوسطين n' و n ويمكن تحقيق ذلك من المعادلة التالية:-

obeikandl.com

$$\frac{\sin\theta}{\sin\theta'} = \frac{n'}{n} \quad \text{.....(3)}$$

أو من المعادلة

$$n\sin\theta = n'\sin\theta \quad \text{.....(4)}$$

وبالتعويض عن المعادلة (٢) في المعادلة (4) نحصل على الآتي:-

$$\frac{\sin\theta}{\sin\theta'} = \frac{n}{n} = \text{Const} \quad \text{..... (5)}$$

وإذا كان أحد معاملي الانكسار أو كلاهما مختلف عن الوحدة، فإن النسبة $\frac{n}{n'}$ تسمى عادة بالمعامل النسبي ويمكن تحقيق ذلك من قانون سنيل.

$$\frac{\sin\theta}{\sin\theta'} = n' \quad \text{..... (6)}$$

وعندما تكون زوايا السقوط والانكسار صغيرة جداً، يمكن إجراء تقريب جيد بوضع جيوب الزوايا مساوية للزاوية ذاتها، وبذلك نحصل على المعادلة التالية:-

$$\frac{\theta}{\theta'} = \frac{n'}{n} \quad \text{..... (7)}$$

العدسات Lenses

للعدسات أهمية كبيرة في حياتنا اليومية، فيستخدمها البعض في النظارات الطبية لتصحيح النظر والاستعانة بها في القراءة والمشي، وكذلك الصورة التي نراها في دار العرض (السينما) على الشاشة ما هي إلا صورة صغيرة استخدمت العدسات في تكبيرها.

والعدسات لها قدرة أن تجعل الأجسام تظهر بمظهر أكبر من حجمها الحقيقي وذلك بسبب انكسار الضوء الذي يزيد من اتساع زاوية النظر، لكن العين ترى الضوء وكأنه ينتقل في خط مستقيم والجسم يظهر وكأنه أكبر بكثير من حجمه الحقيقي.

وتدخل العدسات في تركيب المجهر Microscope المستخدم في معامل التحاليل الطبية لرؤية الأجسام الدقيقة، والمنظار Telescope للاستعانة به لرؤية الأجسام البعيدة وكذلك الأجهزة المقارنة وغيرها.

لذلك تعتبر العدسات من أهم أجزاء أجهزة القياس البصرية.

أنواع العدسات :

معظم العدسات لها أسطح كروية الشكل، هذه الأسطح بعضها محدب والبعض الآخر مقعر، هذا بالإضافة إلى الأسطح المستوية.. وغيرها من الأشكال.

عندما يمر الضوء من خلال أي عدسة فإن انكساره على كل من سطحيها يسهم في خواص العدسة.. فيما يتعلق بتكوين الصورة، حيث يوجد لكل من سطحي العدسة بؤرين أحدهما أساسي والآخر ثانوي.

توجد مجموعة كبيرة من العدسات، وتنقسم إلى قسمين أساسيين هما:-

1- **العدسة اللامة :**

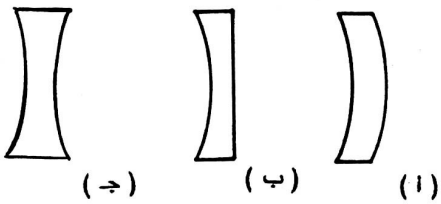
العدسة اللامة هي عدسات سميكة في الوسط ورقيقة الحافة، ولها عدة أشكال كما هو موضح بشكل 403 فمنها العدسة المحدبة الوجهين أو محدبة مستوية أو محدبة مقعرة.

شكل 403
أشكال العدسات اللامة

(أ) عدسة محدبة الوجهين.
(ب) عدسة محدبة مستوية.
(ج) عدسة محدبة مقعرة.

2- **العدسات المفرقة :**

العدسات المفرقة هي عدسات رقيقة في الوسط وسميكة عند الطرفين، ولها عدة أشكال كما هو موضح بشكل 404 فمنها العدسة المقعرة الوجهين أو المقعرة المستوية أو المقعرة المحدبة.



شكل 404
أشكال العدســات المفرقة

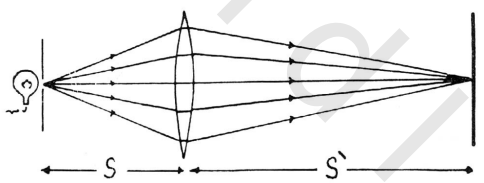
(أ) عدسة مقعرة محدبة.
(ب) عدسة مقعرة مستوية.
(ج) عدسة مقعرة الوجهين.

القانون العام للعدسات

يربط هذا القانون بين البعد البؤري للعدسة وكل من بعدي الجسم والصورة عن العدسة.

تجربة :

1- **ضع عدسة لامة بين مصدر ضوئي وحاجز كما هو موضح بشكل** 405 **وحرك العدسة يميناً أو يساراً حتى نحصل على صورة واضحة على الحاجز.**



شكل 405
عدسة لامة بين مصدر ضوئي وحاجز

2- **قياس بعد المصدر الضوئي عن العدسة وليكن** 2 **سم، وبعد الصورة عن العدسة وليكن** S' **سم.**

3- **أبعد العدسة عن المصدر لتغير قيمة** S **، تلاحظ اختفاء الصورة المتكونة على الحاجز، حينئذ حرك الحاجز حتى تحصل على الصورة الواضحة مرة أخرى. وهذا دليل على تغير** S' **نتيجة لتغير** S.

4- **استبدل العدسة بأخرى تختلف في بعدها البؤري** F. **تلاحظ اختفاء الصورة، أي**

أن بعد الصورة S' يتوقف على البعد البؤري للعدسة.

الاستنتاج :

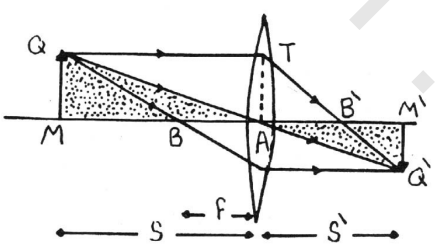
بعد الصورة عن العدسة يتغير نتيجة لتغير بعد الجسم، كما يتوقف على البعد البؤري للعدسة. وتعرف العلاقة التي ترتبط بين بعد الجسم S وبعد الصورة S' والبعد البؤري للعدسة F بالقانون العام للعدسات، ويمكن استنتاجه فيما يلي:-

أولاً: في حالة العدسة المحدبة

(أ) إذا كانت الصورة حقيقية :

MQ جسم موضوع أمام عدسة لامة بعدها البؤري f يبعد عنها مسافة S سم. تتكون له صورة $M'Q'$ على بعد S' سم من العدسة شكل 406 وذلك بأن ترسم شعاعاً موازياً للمحور الأصلي QT فينكسر ماراً بالبؤرة الأصلية. B. وشعاعاً آخر AQ ماراً بالمركز البصري للعدسة A فلا يعاني انكساراً. والشعاع BQ المار بالبؤرة ينكسر ليخرج موازياً للمحور الأصلي.

تتجمع الأشعة النافذة من العدسة لتكون النقطة Q' وهي صورة Q أما إذا أخذنا من M شعاعاً MA منطبقاً على المحور الأصلي وماراً بالمركز البصري فإنه لا يعاني انكساراً، وحيث أن MQ متعامداً على المحور الأصلي فإن مسقط Q' على المحور الأصلي ويحدد M' وهي صورة النقطة M.



شكل 406
الصورة الحقيقية للعدسة المحدبة

من الشكل ..... $MAQ\,\Delta\Delta$ ، $M'A'Q'$ ..... متشابهان

$$\frac{M'Q'}{MQ} = \frac{M'A}{MA} \quad (1)$$

$\because TQ \;//\; MA \,,\, QM \;//\; TA$

$\therefore \; QM \;= TA$

ويكون ... $\dfrac{Q'M'}{QM} = \dfrac{Q'M'}{AT}$ ..... (2)

$BAT \text{،} AT \;\; 'Q' \Delta\Delta$

$\therefore \dfrac{Q\backslash M\backslash}{TA} = \dfrac{M\backslash B}{AB} = \dfrac{AM' - AB}{AB}$ ..... (3)

من (1) ، (2) ، (3)

$$\frac{AM\backslash}{AM} = \frac{AM\backslash - AB}{AB}$$

وحيث MA = S **سم** ، $S\backslash = M\backslash A$ **سم** ، BA = f **سم.**

وحسب قاعدة الإرشادات فإن:

S ، $S\backslash$ **تكون موجبة والعدسة لامة فإن** f **موجبة.**

$$\therefore \frac{S\backslash}{S} = \frac{S\backslash - F}{F}$$

$$\frac{S\backslash}{S} = \frac{S\backslash}{F} -!$$

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{F} - \frac{1}{S'}$$

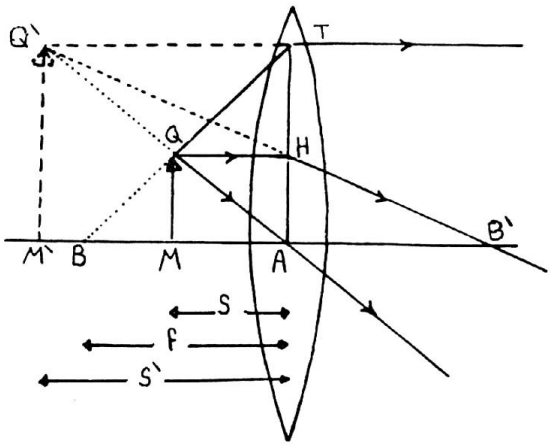
$$\boxed{\frac{1}{F} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S\backslash}}$$

(ب) إذا كانت الصورة تقديرية:

إذا وضع الجسم على مسافة من العدسة بأقل من بعدها البؤري كما هو موضح بشكل 407 **فإنه بطريقة هندسية مشابهة للحالة السابقة ينتج أن:-**

$$\frac{AM\backslash}{AM} = \frac{AM\backslash + AB}{AB}$$

obeikandl.com



شكل 407
الصورة التقديرية للعدسة المحدبة

وحيث S= AM **وهي موجبة،** $S` = AM`$ **هي سالبة والعدسة لامة فإن بعدها البؤري** F **موجباً.**

وبقسمة طرفي المعادلة على $S`$ **ينتج أن:**

$$\therefore \frac{-S`}{S} = \frac{-S` + F}{S`}$$

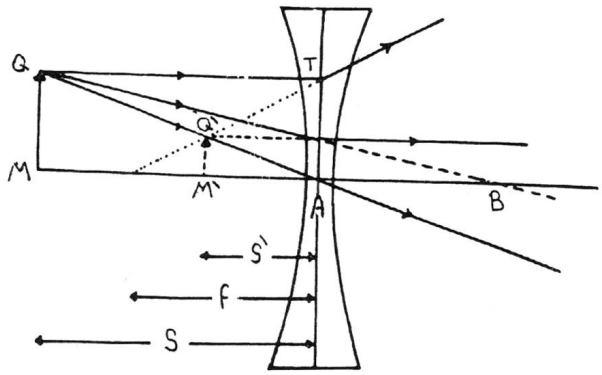
$$-\frac{1}{S} = \frac{1}{F} + \frac{1}{S`}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S`}$$

ثانياً : في حالة العدسة المقعرة

إذا وضع جسم مثل QM **أمام العدسة المقعرة وأخذنا من نقطة** Q **ثلاثة أشعة، أحدهما يمر بالمركز البصري، والثاني يوازي المحور الأصلي، والثالث امتداده يمر بالبؤرة كما بالشكل** 408 **فنحصل على صورة تقديرية** $Q`M`$ **وتكون دائماً أصغر من الجسم.**

obeikandl.com



شكل 408
الصورة التقديرية للعدسة المقعرة

المثلثين $Q`M`B`$, TAB **متشابهان**

$$\therefore \frac{Q`M`}{TA} = \frac{M`B}{AB}$$

وحيث أن QM = TA

$$\therefore \frac{Q`M`}{QM} = \frac{M`B}{AB}$$

أي أن $\frac{Q`M`}{AB} = \frac{AB - AM}{AB}$ ..... (1)

المثلثان $Q`M`A`$ ، QMA **متشابهان:**

$$\therefore \frac{Q`M`}{QM} = \frac{AM`}{AM} \quad \text{..... (2)}$$

من (1) **و** (2) **ينتج أن**

$$\frac{AM`}{AM} = \frac{AB - AM`}{AB}$$

وحيث أن S = AM ، $S`$ = AM ، F = AB

وبتطبيق قاعدة الإرشادات تكون S **موجبة،** $S`$ **سالبة، وحيث أن العدسة مفرقة فتكون** F **سالبة.**

$$\therefore \frac{-S'}{S} = \frac{-F + S'}{-F}$$

$$\frac{-S'}{S} = 1 - \frac{S'}{F}$$

وبالقسمة على S' ينتج أن:

$$-\frac{1}{S} = \frac{1}{S'} - \frac{1}{F}$$

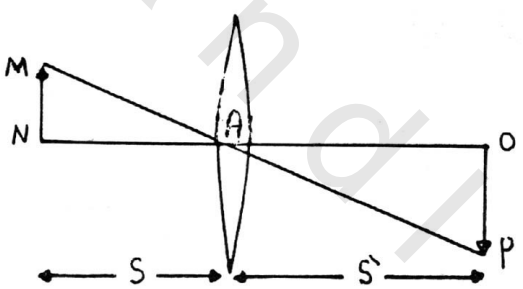
وهو نفس قانون العدسة المحدبة، لذلك يسمى بالقانون العام للعدسات.

أساسيات التكبير

Principle of The magnifier

التكبير هو النسبة بين طول الصورة إلى طول الجسم، ويمكن استنباط هذه العلاقة من خلال بعد الجسم عن العدسة، وبعد الصورة عن العدسة، والبعد البؤري.

شكل ٤٠٩ يوضح MN الذي يمثل جسمًا على المحور الأصلي للعدسة المحدبة، تكونت له صورة OP على المحور الأصلي.



شكل 409
أساسيـــات التكبير

$$\text{التكبير} = \frac{\text{طول الصورة} \quad OP}{\text{طول الجسم} \quad MN}$$

ومن خلال تشابه $\Delta\Delta$ MAN ، OAP ينتج أن:

$$\frac{OP}{MN} = \frac{OA}{NA}$$

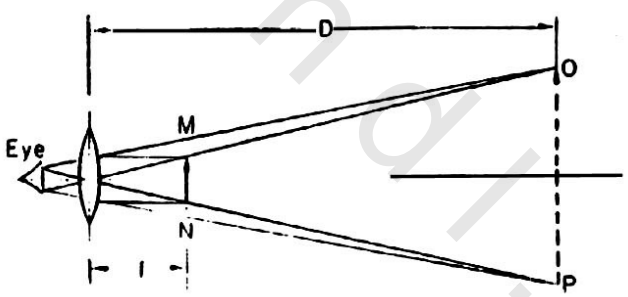
وحيث أن NA هو بعد الجسم عن العدسة S (موجبة)، OA بعد الصورة عن العدسة S' (سالبة).

$$\therefore \text{التكبير} = \frac{S'}{S}$$

$$\text{التكبير} = \frac{\text{طول الصورة}}{\text{طول الجسم}} = \frac{\text{بعد الصورة عن العدسة}}{\text{بعد الجسم عن العدسة}}$$

عين الشخص العادي يمكن أن ترى أي جسم بوضوح على مسافة 250 ملليمتر أو 10 بوصة أو أكثر، وأقرب مسافة يمكن أن ترى بها العين الأشياء بوضوح تسمى النقطة القريبة، وتعتبر مقبولة عموماً عند 250 ملليمتر. والتكبير يساعد العين لرؤية الأشياء بوضوح على مسافة أقل من 250 ملليمتر.

شكل ٤١٠ يوضح MN الذي يمثل جسماً وضع على المحور الأصلي على بعد 50 ملليمتر لعدسة مجهر بسيط، تكونت له صورة مكبرة OP وكأنها على بعد 250 ملليمتر.



شكل 410
رسم تخطيطي لأساسيات التكبير بمجهر بسيط

$$\text{قوة التكبير} = \frac{\text{طول الصورة}\ \text{OP}}{\text{طول الجسم}\ \text{MN}} \quad \text{أو} = \frac{D}{F}$$

حيث D ... أقرب مسافة وضوح رؤية وعادة تكون 250 ملليمتر.

F ... البعد البؤري للمكبر.

المجهر المركب

Compound Microscope

قاعدة أو أساس المجهر:

المجهر المركب (الميكروسكوب) اخترعه العالم الهولندي زاكاريـاس جـانس (Zacharias Janssen)، والغرض منه تكبير الأجسام الدقيقة التي لا تراها العين المجردة بوضوح بواسطة المجهر البسيط. يستخدم في المعامل الطبية لمعرفة أنواع البكتريا والفيروسات.

يتكون المجهر المركب الموضح بالرسم التخطيطي بشكل 411 من عدستين محدبتين مركبتين في نهايتي أنبوب معدني، إحداهما تعرف بالشيئية وسميت بالشيئية لكونها قريبة من الشيء المراد تكبيره، وهي عدسة لامة ذات بعد بؤري صغير (أي قوتها كبيرة) والعدسة الثانية تعرف بالعينية وسميت بالعينية لكونها قريبة من العين، بعدها البؤري أكبر من البعد البؤري للشيئية.. (أي قوتها أصغر).

وضع الجسم MN أمام العدسة الشيئية O لتظهر صورة حقيقية له تكون PQ وتظهر أمام العدسة العينية E عند RS لتظهر الصورة الأخيرة مكبرة ومقلوبة.

يكون التكبير النهائي للميكروسكوب هو حاصل ضرب تكبير العدسة الشيئية (التكبير الابتدائي) وتكبير العدسة العينية:

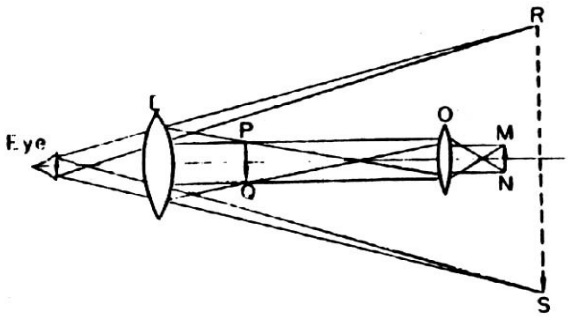
(التكبير الثانوي) كالآتي:-

التكبير الابتدائي = $\frac{PQ}{MN}$

التكبير الثانوي = $\frac{RS}{PQ}$

∴ قوة التكبير النهائي للميكروسكوب = $\frac{RS}{MN} = \frac{RS}{PQ} \times \frac{PQ}{MN}$

Openkanal.com



شكل 411
رسم تخطيطي للمجهر المركب (الميكروسكوب)

بعد توضيح الأسس التي بني عليها المجهر Microscope فلم يقتصر استخدامه في المعامل الطبية وبل تطور ليعمل بالمجال الصناعي، حيث يستخدم في التفتيش على قياسات الحدود الخارجية Profiles للأجزاء الهندسية، كما يستخدم كجهاز قياس وفي هذه الحالة يدخل في تركيبه بعض الأجزاء الحديثة التي تشتمل على نظام الإسقاط وذلك لإمكان رؤية الجزء المراد قياسه على شاشة العرض لأكثر من شخص في نفس الوقت، وهذا يجعله مريح لمستخدم الجهاز حيث يوفر جهده وتعبه وخصوصًا إذا كان الجهاز يستخدم بكثافة ولمدة طويلة.

الأجهزة المستخدمة لقياس الحدود الخارجية Profiles لتحديد أبعاد المشغولات تنقسم إلى قسمين هما:-

1- ميكروسكوب الورشة.

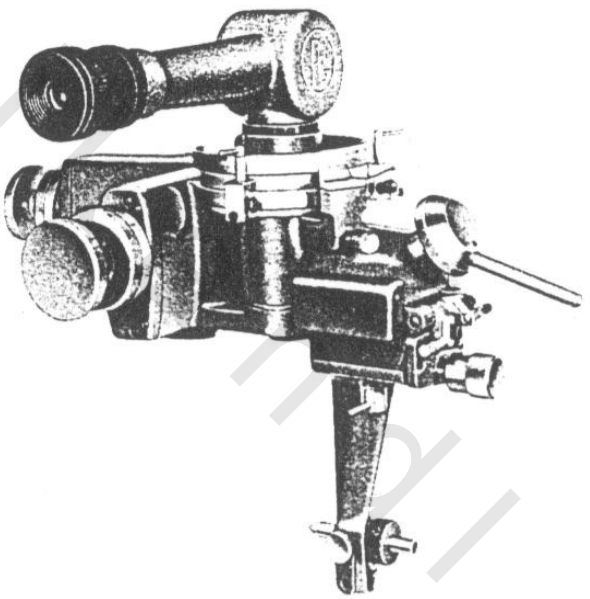
٢- ميكروسكوب صانع العدة.

ميكروسكوب الورشة

The Workshop Microscope

يعتبر ميكروسكوب الورشة من أقوى الأجهزة المستخدمة في الورش والمعامل الهندسية حيث تعطي القدرة المطلوبة، وهي إما تجهز تجهيزاً خاصاً أو تعمل مستقلة، ومثال على ذلك في التطبيق جهاز التحكم البصري Profile الموضح بشكل 412 الملحق بآلة تجليخ دقيقة.

يتكون جهاز التحكم البصري من ميكروسكوب حيث يكون نقطة ارتكاز وهي ذراع نصف قطري بنسبة تكبير 10 أضعاف، يحمل شبكة الخطوط (خطوط طولية وخطوط عرضية) مجهز بأسفل العدسة العينية، مدرجة تدريجات حلقية كل 0.635 ملليمتر (0.025 بوصة)، وهذه التدريجات مقسمة أيضاً 'لى كل 0.127 ملليمتر (0.005 بوصة)، وأكبر نصف قطر مقعر أو محدب الذي يمكن أن يجهز به بصرياً هو 9.5 ملليمتر (0.375 بوصة). المنزلقات يتم التحكم بها عن طريق مقابض مكرومترية مدرجة بالملليمترات أو بالبوصات، اللفة الواحدة تساوي 01. ملليمتر أو 0.0005 بوصة.



شكل 412
جهاز التحكـــم البصري

ميكروسكوب صانع الآلة

The Toolmakers Microscope

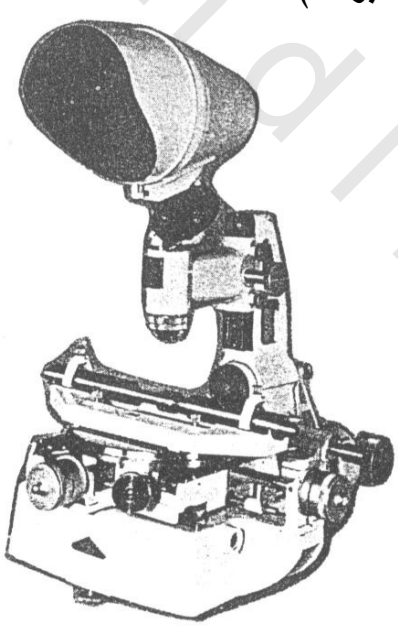
يعتبر ميكروسكوب صانع الآلة هو تطور منطقي لميكروسكوب الورشة، والشيء الجوهري في هذا الجهاز هو حركة الشغل تكون على طول محاور الانزلاق، حيث تضم معها ميكرومترات للراسمات (مقابض ذات قلاووظات ميكرومترية) للتحكم في حركتها،

حيث يمكن رؤية المشغولات مباشرة أو بواسطة ملحقات للإسقاط البصري.

يستخدم ميكروسكوب صانع الآلة على نطاق واسع كفحص لمقاييس قوالب المعايرة والإسطمبات والمشقبيات والتجاويف الحلقية والقلاووظات.

يتم فحص وقياس كل عناصر القلاووظات الخارجية كذكور القلاووظ والتروس البريمية (الدودية).. وغيرها بواسطة استخدام عدسات عينية مجهرية مختلفة.

ميكروسكوب صانع الآلة الموضح بشكل 413 يتكون من أربعة أجزاء أساسية، الجزء الأول عبارة عن أنبوبة الميكروسكوب والأذرع الخاصة بتغيير رؤوس العدسة العينية المجهزة بمختلف الشبكات المعايرة لتغطية كل القياسات والفحوصات المطلوبة، والعدسات الشيئية متاحة لمختلف التكبيرات، والجزء الثاني هو العمود الحامل للجزء الأول، والجزء الثالث عبارة عن قاعدة مركب عليها منضدة الشغل المثبتة على منزلقات تتحرك في الاتجاهين الطولي والعرضي، المنزلقات مصنوعة من معدن صلد معامل حرارياً ومجلخة، أما الجزء الرابع فهو يتكون من ملحقات الإسقاط البصري المركبة على الأنبوبة الميكروسكوبية والذي يجعل صورة المشغولة تسقط على الشاشة الزجاجية ذات القطر 229 ملليمتر (9 بوصة).



شكل 413
ميكروسكوب صـــانع الآلة

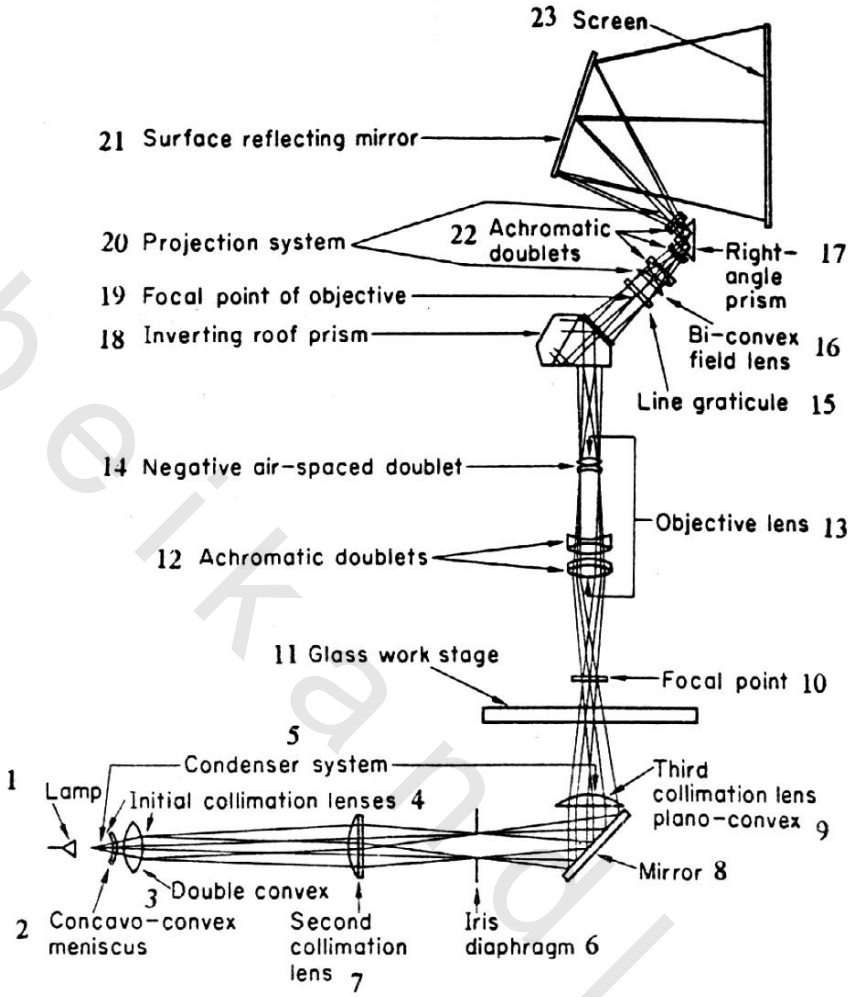
يتم التحكم بمنضدة الشغل عن طريق مقابض الراسمات الميكرومترية دقة قياس هذه المقابض هي 0.002 ملليمتر أو 0.0001 بوصة، المنضدة الدائرية قابلة للدوران وتتوقف بواسطة الاحتكاك.

زود الجهاز بثلاث عدسات شيئية تعطي تكبيرات على الشاشة بحد أقصى 30 مرة كما توجد عدسات أخرى إضافية تعطي تكبيرات تصل إلى 60 ، 100 مرة.

رؤوس العدسات المجهرية العينية المركبة على المنقلة، وأيضاً قوالب المعايرة يمكن تغييرهما من الأنبوبة الميكروسكوبية، والاثنين يتحركان على محامل فائقة النعومة لإدارة شبكات قوالب قياس المعايرة.

ميكروسكوب صانع الآلة الموضح بالرسم التخطيطي بشكل 414 يمكن استخدامه بدون ملحقات جهاز الإسقاط وذلك عن طريق تحريك وحدة الفلتر إلى وضع الرؤية ترى الصورة من خلال العينية.

obeikandl.com



شكل 414

رسم تخطيطي لميكروسكوب صانع الآلة

1- مصدر ضوئي. **2- عدسة هلالية محدبة مقعرة.**

3- عدسة ثنائية التحدب. **4- عدسات ابتدائية (مع خط البصر).**

5- منظومة مكثفة. **6- غشاء القرصية.**

7- عدسة التسديد الثانية. **8- مرآة.**

9- عدسة التسديد الثالثة. **١٠- نقطة البؤرة.. (موضع البؤرة).**

١١- قاعدة زجاجية. **12- عدسات مزدوجة عديمة اللون.**

١٣- عدسة شيئية. ١٤- عدسة ثنائية متباعدة.
15- خط الشبكة. 16 -عدسة المجال المحدبة.
17- منشور قائم الزاوية. 18 - منشور عاكس السطح.
19- موضع بؤرة الشيئية. 20- منظومة إسقاط.
21- مرآة عاكسة. 22 -عدسات مزدوجة عديمة اللون.
23- شاشـة.

دقة ميكروسكوب صانع الآلة :

صممت الميكروسكوبات بصفة عامة ذات دقة وكفاءة عالية، لذلك نجد من الصعوبة وجود أجهزة خاصة لتقدير كفاءتها ودقة قياسها وخاصة كفاءة ميكروسكوب صانع الآلة.

ومما لا شك فيه أن أهم مميزات القياس بالأجهزة البصرية عدم الاستعانة بأجزاء ميكانيكية تؤثر تأثيراً ملحوظاً بالقياسات.

لذلك لا يوجد أي قلق وانزعاج عند استخدام ميكروسكوب صانع الآلة إلا في حالات نادرة.. حيث يحدث انخفاض في دقة القياس نتيجة لوجود خطأ في المقابض الميكرومترية المسئولة عن تجهيز شبكة قياسات معايرة الحدود الخارجية للصورة، أو وجود خطأ في شبكة القياسات بالإضافة إلى الأخطاء المحتملة في النظام البصري نفسه.

وعلى أية حال يوجد في عصرنا الحالي اهتمامات كبيرة في تصنيع تلك الأجهزة وذلك للمحافظة على أعلى كفاءة ممكنة في قياساتها.

المنظـار

The Telescope

المنظار (التليسكوب) هو جهاز الغرض منه هو الحصول على مناظر مكبرة للأجسام البعيدة من خلال تقريب الصورة عن طريق تجميع وتركيز الطاقة الضوئية لهذه الأجسام، وينقسم إلى قسمين هما:

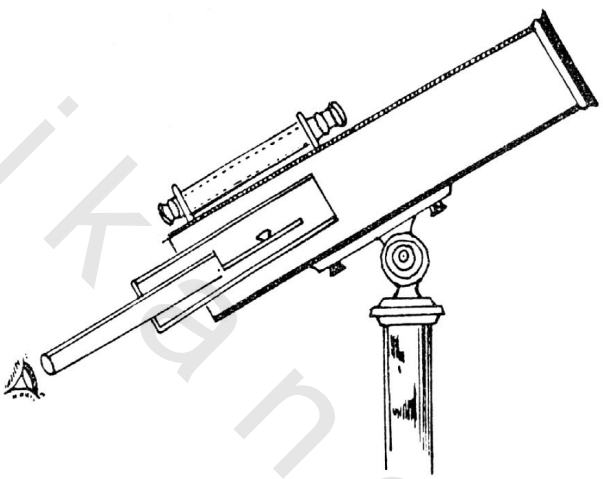
1- المنظار الفلكي.

٢- منظار جاليليو.

المنـظار الفلكي

Astronomical Telescope

المنظار الفلكي (التليسكوب الفلكي) شكل 415 هو جهاز يستخدم لرؤية ودراسة النجوم والكواكب التي تبعد عن الأرض بمسافات كبيرة جداً، ويعطي صورة مقلوبة.

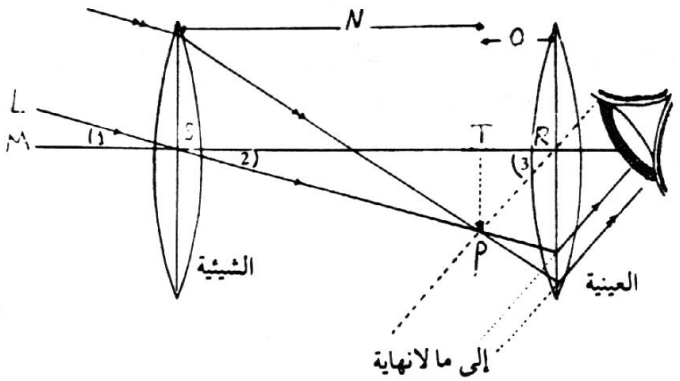


شكل ٤٢٥

المنظار (التليسكوب) الفلكي

يتكون المنظار (التليسكوب) الفلكي في أبسط صورة كالموضح بالرسم التخطيطي بشكل 416 من عدستين محدبتين إحداهما شيئية وهي عدسة لامة بعدها البؤري كبير (قوتها صغيرة) وهي التي تواجه المرئي البعيد (قمر أو نجم) وتستقبل الأشعة المتوازية الصادرة من الجسم البعيد، فتتكون له صورة حقيقية مقلوبة مصغرة TP أصغر من الجسم وفي مستواها البؤري.

والعدسة الثانية تعرف بالعينية وبعدها البؤري صغير (قوتها أكبر) وتعد بحيث تكون الصورة الابتدائية في بؤرتها، فتتكون لها صورة تقديرية مكبرة مقلوبة بالنسبة للجسم ولكنها تقع في مالا نهاية.. أي بالقرب من الجسم نفسه.



شكل 416
رسم تخطيطي للمنظار (التلسكوب) الفلكي

عندما ننظر إلى القمر مثلاً من خلال المنظار نراه مكبراً عدة مرات، وحديثاً تتألف الشيئية من عدستين متلاصقتين للتغلب على بعض عيوب العدسات، وتقومان مقام العدسة الواحدة وتكونان صورة واضحة رغم كبر بعدها البؤري.. وتثبت الشيئية في طرف أنبوبة طويلة معدنية.

والعينية تتألف من عدستين في طرف أنبوبة قصيرة يمكن انزلاقها داخل الأنبوبة الطويلة، لتغيير البعد بين المجموعتين وتعرف الأنبوبتان بالقصبة، ونظر العين من خلال ثقب صغير يقع في المستوى البؤري للعينية تقريباً.

قوة التكبير بالمنظار (التلسكوب) الفلكي:

من الشكل السابق:

$$\text{قوة التكبير} = \frac{\text{زاوية إبصار الصورة النهائية}}{\text{زاوية إبصار الجسم الأصلي}} = \frac{\angle ٣}{\angle ٢}$$

∵ ∠١ = ∠٢ بالتقابل بالرأس

$$\therefore \text{قوة التكبير} = \frac{\angle 3}{\angle 2} = \frac{\frac{\text{طول الصورة الأولى TP}}{\text{بعدها عن العينية RT}}}{\frac{\text{طول الصورة الأولى TP}}{\text{بعدها عن الشيئية ST}}}$$

$$= \frac{\text{بعد الصورة الأولى عن الشيئية} \quad ST}{\text{بعد الصورة الأولى عن العينية} \quad RT}$$

$$\therefore \text{قوة التكبير} = \frac{\text{البعد البؤري للشيئية}}{\text{البعد البؤري للعينية}} = \frac{N}{O}$$

استنتاج:

قوة تكبير المنظار (التلسكوب) الفلكي عندما تنظر العين إلى جسم في مالا نهاية يساوي النسبة بين البعد البؤري للشيئية والبعد البؤري للعينية، ويلاحظ الآتي:-

1- يزداد قوة التكبير كلما كبر البعد البؤري للشيئية وصغر البعد البؤري للعينية.

2- تكون مساحة وجه الشيئية كبيرة لاستقبال كمية كبيرة من الضوء.

٣- طول القصبة = مجموع البعدين البؤري لعدستي المنظار.

$$O + N =$$

منظار جاليليو:

Galilean Telescope

منظار (تليسكوب) جاليليو الموضح بشكل 417 عبارة عن آلة بصرية تستعمل لرؤية الأجسام البعيدة على سطح الأرض يستخدم منظار جاليليو في سباق الخيل والمسارح كما يستخدمه الجنود لرصد أماكن وتحركات العدو.

يختلف منظار جاليليو عن المنظار الفلكي بأن العدسة العينية عبارة عن عدسة مفرقة، ويتميز بأن الصورة النهائية تكون معتدلة علاوة على صغر حجمه.

obeikandl.com

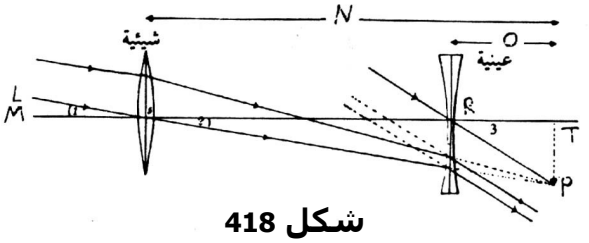
شكل 417
منظار (تلسكوب) جاليليو

يتكون منظار (تليسكوب) جاليليو الموضح بالرسم التخطيطي بشكل 418 من عدستين إحداهما شيئية وهي عدسة لامة سطحها واسع ذات بعد بؤري كبير N (قوتها صغيرة) توضع في مواجهة الجسم المراد رؤيته، فتكون للجسم البعيد (في لا نهاية) صورة حقيقية مقلوبة مصغرة في مستواها البؤري. والعدسة الأخرى عينية وهي عدسة مفرقة ذات بعد بؤري صغير O (قوتها كبيرة) تتراوح ما بين 10 ، 20 سم.

تقطع العينية حزمة الأشعة المتجمعة بحيث تكون الصورة بالنسبة إليها جسماً تقديرياً واقعاً على بعد منها يساوي بعدها البؤري.. أي تقع الصورة الناشئة في البؤرة التقديرية للعينية.. فتتفرق الأشعة لتكون صورة تقديرية مكبرة معتدلة بالنسبة للجسم الأصلي وفي مالا نهاية.

تثبت العينية في طرف أنبوبة تنزلق في أنبوبة أخرى، تثبت في طرفيها الشيئية، وتسميان بقصبة الجهاز.، تستخدم عادة نظارتان متماثلتان من نظارات جاليليو.

صمم منظار جاليليو بحيث يتوازى محور النظارتان المتماثلتان ويكون البعد بينهما مساوياً البعد بين عيني المستخدم للمنظار.



شكل 418
رسم تخطيط لمنظار جاليليو

قوة التكبير لمنظار جاليليو:

$$\text{قوة التكبير} = \frac{\text{زاوية إبصار الصورة النهائية}}{\text{زاوية إبصار الجسم الأصلي}} = \frac{\angle 3}{\angle 1}$$

∵ $\angle 1 = \angle 2$ بالتقابل بالرأس

$$\therefore \text{قوة التكبير} = \frac{\angle 3}{\angle 2} = \frac{\dfrac{\text{طول الصورة الأولى } TP}{\text{بعدها عن العينية } RT}}{\dfrac{\text{طول الصورة الأولى } TP}{\text{بعدها عن الشيئية } ST}}$$

$$= \frac{\text{بعد الصورة عن الشيئية } ST}{\text{بعد الصورة عن العينية } RT}$$

$$\therefore \text{قوة التكبير} = \frac{\text{البعد البؤري للشيئية}}{\text{البعد البؤري للعينية}} = \frac{N}{O}$$

ملاحظة :

1- تزداد قوة التكبير كلما كبر البعد البؤري للشيئية وصغر البعد البؤري للعينية.

2- تكون مساحة وجه الشيئية كبيرة لاستقبال كمية كبيرة من الضوء.

٣- طول القصبة = الفرق بين البعدين البؤريين لعدستي المنظار

$= N - O$

obeikandl.com

جهاز الإسقاط

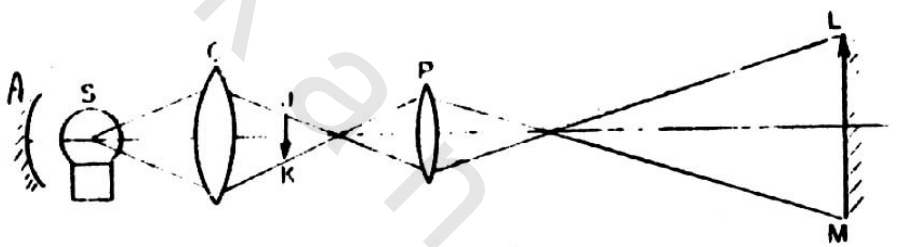
Projector

قاعدة تشغيل جهاز الإسقاط:

Principle of the Projector

جهاز الإسقاط أو الفانوس السحري Projector هو جهاز يستخدم للحصول على صورة حقيقية مكبرة لصورة صغيرة مأخوذة على ألواح فوتوغرافية شفافة (شريحة أو فيلم).

يتكون جهاز الإسقاط الموضح بالرسم التخطيطي بشكل ٤١٩ من مصباح كهربائي شديد الإضاءة S، مرآة مقعرة A، عدسة مكثفة C ، حامل الصورة JK المثبت على بعد من شيئية الجهاز P (الحامل على بعد أكبر قليلاً من بعد الشيئية البؤري).



شكل ٤١٩
رسم تخطيطي لجهاز الإسقاط

الضوء المنبعث من المصباح الكهربائي S ينعكس من خلال المرآة المقعرة A ليوجه إلى العدسة المكثفة C لتتجمع الأشعة وتضيء الصورة المثبتة على اللوح JK ثم تقع على شيئية الجهاز P فتتكون صورة حقيقية مقلوبة على الشاشة أو الستارة المثبتة على بعد.

شيئية الجهاز قابلة للحركة إلى الأمام والخلف لجعلها في وضع تكون فيه الصورة واضحة على الشاشة، ويلاحظ أن الصورة المكبرة LM تكون مقلوبة بالنسبة للصورة الصغيرة، لذلك يوضع اللوح JK بحيث تكون الصورة الصغيرة التي عليها مقلوبة، لتظهر على الشاشة بتكبير بحيث يراها المشاهد واضحة ومعتدلة.

مميزات جهاز الإسقاط :

يعطي جهاز الإسقاط عدة مميزات بالمقارنة بالفحص الميكروسكوبي كالتالي:-

1- الحصول على صورة حقيقية مكبرة.

٢- يخفض من إجهاد العين.

3- الصورة المسقطة من خلال جهاز الإسقاط يمكن قياسها أو مقارنتها بأي شكل معبر.

4- مشاهدة الشاشة لعدد غير محدود.

عيوب جهاز الإسقاط :

العيب الأساسي لجهاز الإسقاط إنه يحتاج إلى مكان متسع وفسيح أثناء تشغيله.

جهاز الإسقاط البصري :

Optical Projector

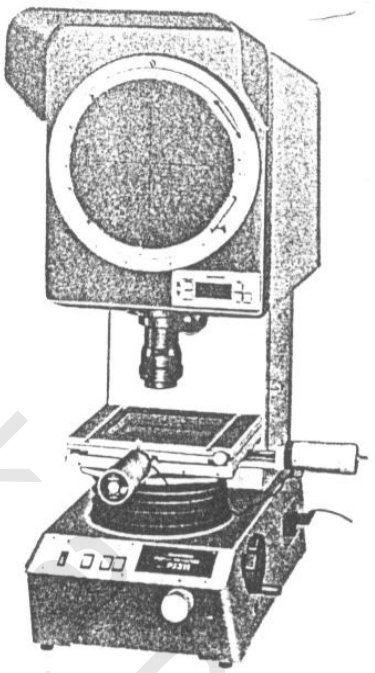
بعد توضيح الأسس التي بني عليها جهاز الإسقاط البصري Optical Projector فلم يقتصر استخدامه لرؤية الصور الفوتوغرافية سواء كانت هذه الصور للمناسبات العامة أو صور خاصة هندسية، بل تطور للعمل بالمجال الصناعي.

عادة يصنع جهاز الإسقاط البصري الموضح بشكل 420 في غرفة قياسية.. يستخدم في فحص الأجزاء التي لا يمكن قياسها بالطرق المباشرة بدقة، كما يستخدم في أغراض التفتيش الروتينية، حيث معالم السطح يمكن مشاهدتها مكبرة من خلال الجهاز.

الصورة المتكونة للجسم على الشاشة يمكن مقارنتها بنموذج للمعايرة أو برسم معد مكبر في القياس، وفي هذه الحالة يمكن استخدام الجهاز كجهاز قياس. ومن جهة أخرى يمكن استخدام الجهاز للمقارنة فقط إذا زودت الشاشة بخطوط تكافئ التجاوزات المطلوبة.

وعادة يستخدم جهاز الإسقاط البصري في فحص أشكال حدود آلات القطع

المستخدمة في الماكينات ذات التحكم الرقمي C N C ، ومحددات القياس والقلاووظات والتروس والأجزاء المشابهة سواء كانت منتظمة أو غير منتظمة في شكلها الخارجي.



شكل 420
جهاز الإســقاط البصري

يستخدم جهاز الإسقاط البصري الموضح بالرسم التخطيطي بشكل 421 في اختبار المنظر الخارجي لمعرفة تفاصيل السطح.

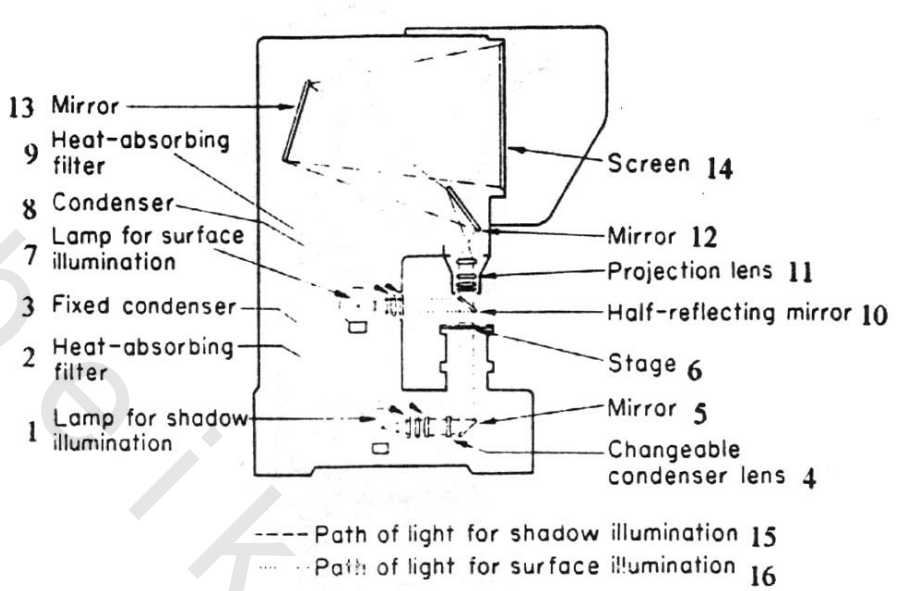
يوضع الجسم في مكانه حيث يضاء من أسفل في حالة اختبار المنظر الخارجي فقط، أو يضاء من أعلى في حالة الإسقاط لمعرفة تفاصيل السطح.

يمكن تغيير البعد البؤري عن طريق دوران عجلة يدوية (مقبض) بالجهاز، حيث يمكن عن طريقها تغيير مكان الجسم بالنسبة للعدسة.

يزود الجهاز عادة بأربعة مقاسات للعدسات، يوجد ثلاثة منهم في البرج لتغيير نسبة التكبير، تصل نسبة التكبير إلى الآتي :-

١ : 10 ، ١ : ٢٠ ، ١ : ٥٠ ، ١ : ١٠٠

obeikandl.com



شكل 421
رسم تخطيطي لجهاز الإسقاط البصري

1- مصباح للإضاءة المحجوبة.
2- منقي حراري.
3- مكثف ثابت.
4- عدسة مكثفة.
5- مرآة.
6- منصة أو قاعدة.
7- مصباح لإضاءة السطح.
8- مكثف.
9- منقي حراري.
10- مرآة نصف عاكسة.
11- عدسات إسقاط.
١٢- مرآة.
١٣- مرآة.
14- شاشة.
15- مسار الضوء الخاص بالإضاءة المحجوبة.
16- مسار الضوء الخاص بإضاءة السطح.

جهاز الإسقاط العام ذو السعة الكبيرة:

The OMT Large Capacity Universal Projector

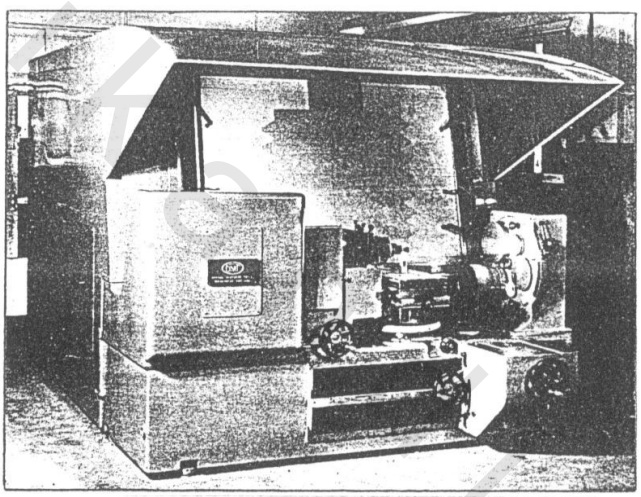
يعتبر جهاز الإسقاط العام ذو السعة الكبيرة الموضح بشكل 422 مثال للنموذج ذو الشاشة الرأسية، ويتميز بتعدده للفوائد بالنسبة للإسقاط، حيث زودت شاشة العرض بخطوط محاذاة أو حدود على محيط الشكل تتناسب مع الأجزاء المراد معايرتها.

صمم الجهاز للتفتيش على الأجزاء الدقيقة كالتروس والحدبات (الكامات) والقلاووظات... وغيرها، كما زودت بأجهزة إضافية مساعدة تشتمل على وحدة إسقاط Episcopic **وقالب فحص ولوحة دقيقة (منضدة).**

نظام الإسقاط يشتمل على أربعة عدسات مقاس 152 **ملليمتر** (6 **بوصة)، مجال الرؤية** 10 **تكبيرات.. مع مقابل التكبير بالمجالات الصغيرة عند** 20 ، 50 ، 100.

العدسات مركبة على البرج حيث يمكن ضبطها رأسياً وأفقياً للعدسة المختارة من العدسات السابق ذكرها.

توجد عدسات تكثيفية مركبة في البرج لتسهيل اختبار العدسة المختارة للعمل.



شكل 422
جهاز الإسقاط العام ذو السعة الكبيرة

نظام المرايا المثبتة بالجهاز عبارة عن مجموعة وحدات مرايا تسقط الصورة من عدسات الإسقاط إلى المرآة ذات القطر 1220 **ملليمتر** (48 **بوصة) المركبة على قضيب خلف جهاز الإسقاط، لتنقل في النهاية إلى شاشة العرض.**

يمكن ضبط هذه المرآة على طول المحور لتصغير أو تكبير الجزء المراد فحصه ومشاهدته على الشاشة.

شاشة العرض ذات زجاج شفاف قياسها 1524 × 1016 **ملليمتر** (٦٠ × 40

بوصة) محمولة في إطار ألمونيوم.

صممت الشاشة بحيث تميل حوالي 11^0 على المحور الرأسي وذلك لتسهيل الرؤية.

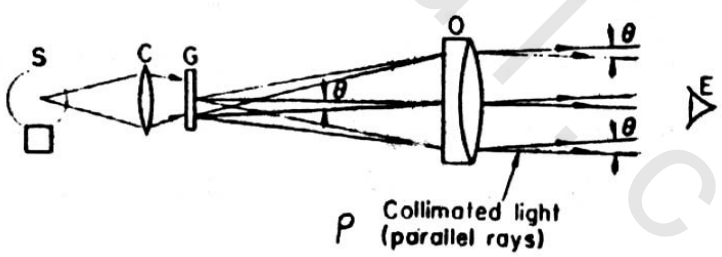
قاعدة أو مبدأ جهاز موجة الأشعة :

Principle of the Collimator

قاعدة أو مبدأ جهاز موجة الأشعة الموضح بالرسم التخطيطي بشكل 423 مشتق من المنظار (التليسكوب) حيث الضوء يسقط من المنبع S ويضيء الشبكة G وعدسة مكثفة C ، حيث تتكون صورة على الشيئية O وتراها عين المشاهد عند E.

الجسم يسقط شعاع ضوئي من بعيد ويدخل في شيئية الجهاز O على شكل أشعة موازية حيث تتجمع في نقطة على شبكة خطوط مدرجة على لوح زجاجي G (هذه النقطة سوف تكون في مركز الشبكة G) إذا كانت الأشعة موازية للمحور البصري للجهاز. وفي حالة وجود محور أشعة مائل على المحور البصري للجهاز. سوف تتجمع النقطة الضوئية على الشبكة على مسافة من المركز مساوي $f \tan\theta$.

حيث f هو البعد البؤري للشيئية، وبالعكس إذا كانت الشبكة مضاءة ونقلت العينية فإن الأشعة الضوئية ستكون على شكل أشعة متوازية على الشيئية.



شكل 423
قاعدة أو مبدأ جهاز موجة الأشعة

S ... مصدر ضوئي.

C ... عدسة مكثفة.

G ... لوح زجاجي (شبكة).

O ... عدسة شيئية.

P ... أشعة متوازية بمحاذاة خط البصر.

θ ... زاوية انحراف محور الأشعة على المحور البصري للجهاز.

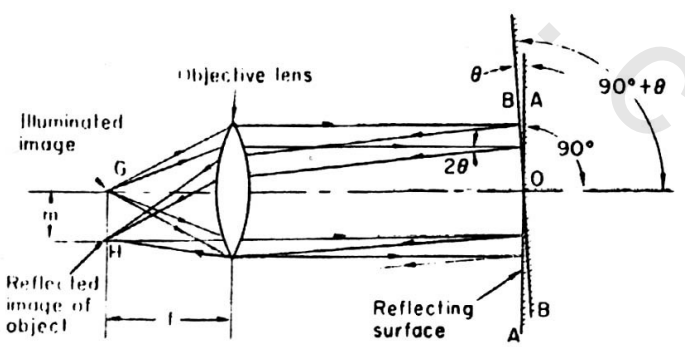
أساس أو مبدأ جهاز موجة الأشعة الذاتي :

Principle of the Autocollimator

يمكن تعريف موجه الأشعة الذاتي بأنها عبارة عن جهاز يجمع بين موجة الأشعة والمنظار (التلسكوب) معاً. حيث أن الشبكة وأي صورة مضاءة يمكن ملاحظتها من خلال العينية.

صمم جهاز موجة الأشعة الذاتي لقياس الانحرافات الصغيرة للزوايا، ويمكن استخدامه مع مرآة مستوية أو أي سطح عاكس آخر، فإذا وضع تدريج على الشبكة يمكن قياس ميل السطح العاكس، حيث زاوية انعكاس الشعاع بالنسبة للشعاع الساقط تكون ضعف زاوية ميل السطح العاكس .. على ذلك يمكن الحصول على نسبة التكبير 2 : 1.

شكل 424 يوضح رسم تخطيطي لمبدأ تشغيل جهاز موجة الأشعة الذاتي حيث الشبكة GH مثبتة في المستوى البؤري للعدسة الشيئية المضاءة بمنبع ضوئي مناسب، حيث ترسل الشيئية شعاع ضوئي موازي للمحور البصري، فإذا كان سطح المرآة العاكس AA مثبت بحيث يصنع من المحور البصري للجهاز زاوية قائمة فإن الشعاع سوف ينعكس على نفسه ويعود إلى مصدره الأصلي وينطبق على الجسم بعد G.



شكل 424

رسم تخطيطي لمبدأ تشغيل جهاز موجة الأشعة الذاتي

وفي حالة انحراف سطح المرآة حول النقطة O بزاوية مقدارها θ ممثلاً الوضع BB، بالتالي يتغير وضع الزاوية القائمة بالنسبة للمحور البصري، وسوف تكون في هذه الحالة صورة منعكسة للجسم عند النقطة H على الشبكة والتي تبعد M عند النقطة G.

المسافة M تعتبر ضعف الزاوية θ التي هي ضعف زاوية انحراف المرآة.

حيث M ... الإزاحة بين موقع الصورة المتكونة عن الموقع الأصلي للجسم.

F ... البعد البؤري للعدسة.

θ ... زاوية انحراف المرآة.

ويمكن التعبير عن ضعف الزاوية θ بالمعادلة التالية:-

$$\tan^{-1} = \frac{M}{F} = 2\theta$$

العواكس المستخدمة في جهاز موجة الأشعة الذاتي والأجهزة المشابهة يمكن أن تكون مصنوعة من الزجاج أو الكوارتز أو الصلب، على أية حال يجب أن يكون السطح مستوي بدرجة عالية، بصرياً بمواصفات انعكاس جيدة لمنع تكوين صورتين مزدوجتين.

ويمكن استخدام قوالب القياس ولكن سطحيها يحدان من استعمالها، وأيضاً المرآة المفضضة من الخلف لا يوصي باستخدامها وذلك لتجنب الصورة المضاعفة، وسطح المرآة يفضل أن يزود بطبقة رقيقة من الألمونيوم أو الراديوم وذلك لزيادة قابلية الانعكاس ولتفادي الأخطاء المحتملة الأخرى الناتجة من الأشعة الضوئية المارة من خلال الزجاج.

يستخدم قطعتين إضافيتين متلازمتين مع هذا الجهاز Optical Square هما المربع الضوئي والقالب العاكس، ويمكن أن يكونا بشكل مكعب ذات أسطح مستوية فائقة النعومة ومصقولة أو يتكون من طقم من المرايا الموضوعة بأشكال متعامدة معاً، مثبتة على كتلة معدنية على شكل متوازي مستطيلات، إن هاتين القطعتين لهما فائدة خاصة حيث يستخدمان في فحص واختبار استقامة ا(استوائية) الأعمدة أو أسطح الماكينات.

obeikandi.com

الأسطح الدوارة والمتشابهة يمكن فحصها بهذا الجهاز باستخدام مضلع دقيق الصنع ومعاير، المضلع المسدس المنتظم وهو الشائع الاستخدام، وبالإمكان صناعته أما من الزجاج أو من الصلب الغير قابل للصدأ، وتكون الأسطح المنعكسة مجلخة بالطبع.

أساس الميكرومتر الضوئي البصري:

Principle of the Optical micrometer

الميكرومتر الضوئي البصري عبارة عن قالب من الزجاج المتوازي الأضلاع موضوع بين عدسة شيئية وشبكة عينية، وضع القالب الزجاجي بحيث يمكن دورانه حول محوره. إذا كان الشعاع الساقط يمر خلال السطح الأول (بزاوية معينة) سوف ينكسر ويخرج من السطح الثاني مزاح من الشعاع الساقط ويوازيه.

تختلف قيمة الإزاحة وفقاً لدوران القالب، فإذا كان الأخير يحمل تدريج مقوس مناسب.. فيمكن رؤية التدريج من خلال العينية المثبتة على الشبكة.. هذه فكرة الميكرومتر الضوئي البصري.

هذا النوع من الميكرومترات يمكن تشغيله ميكانيكياً باستعمال التروس.. تقسيمات التدريج يمكن أن تكون خطية للإزاحات الصغيرة للقالب ولكن غير خطية عندما تزيد الإزاحة.

أشعة الليزر

Laser beam

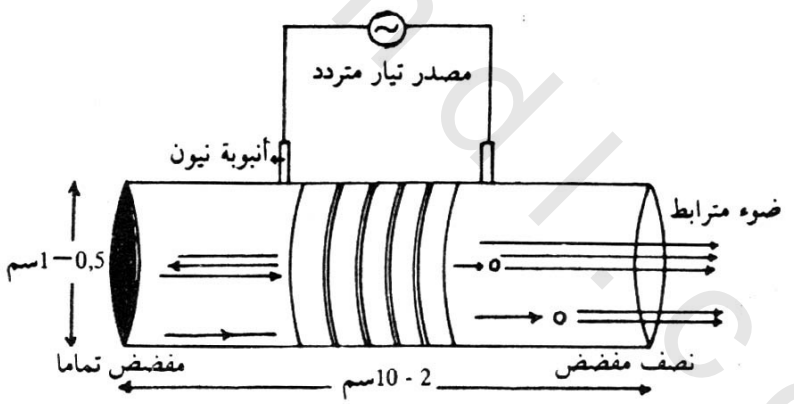
لقد أحدثت أشعة الليزر آفاقاً جديدة في مجال الأبحاث العلمية وأمكن استغلالها في خدمة البشرية، كما أمكن استغلالها أخيراً في الأسلحة المتطورة التي تعمل على هلاك البشرية.

وقد تمكن التوصل إلى هذه الأشعة من خلال الضوء العادي، حيث يرسل موجات مختلفة في طولها الموجي، وتكون هذه الموجات غير مترابطة Non Coherent وتنتشر بسرعة كبيرة.

وفي عام 1954 تمكن العلماء من إنتاج موجات دقيقة مترابطة (Coherent) سميت بأشعة الميزر (Maser) وهي اختصار للجملة التالية

(microwaves amplification by stimulation emission of radiation) ..أي تقوية الموجات الدقيقة بالانبعاث الإشعاعي المستحدث، وفي عام 1960 امتدت أساسيات الميزر إلى منطقة الضوء المرئي وسميت الأشعة الجديدة بالليزر (Laser) وهي اختصار للجملة (Light amplification by Stimulation emission of radiation) .. أي تقوية الضوء بالانبعاث الإشعاعي المستحدث.

يستخدم لذلك بلورة من الياقوت (Ruby) أسطوانية طولها يتراوح بين 2 . 10 سنتيمتر وقطرها ما بين ٠.٥ ـ 1 سنتيمتر، وتحتوي على 0.05% من ذرات الكروم شكل 425 وطرفاها متساويان ومتوازيان ومفضضان ليعملا كمرآتين بحيث يكون تفضيض أحدهما خفيفًا ليسمح الشعاع الضوء الناتج بالنفاذ، بينما تفضيض الثاني تام. وتحاط بلورة الياقوت بمصباح وميض به غاز نيون أو غاز آخر مناسب، ويتصل المصباح بمصدر تيار متردد.



شكل 425
الحصول على الليزر من الأجسام الصلبة

عندما تمر دفعة (Pulse) من الكهرباء خلال مصباح الوميض، يتأين الغاز بداخله ويتوهج وينبعث منه فوتونات ذات طاقات متساوية تمتصها ذرات الكروم الموجودة في بلورة الياقوت، فترتفع الكتروناتها إلى مستويات طاقة أعلى، وعندما تسقط هذه

الإلكترونات إلى موضعها الأصلي تنبعث فوتونات ذات طول موجي قدره 6943 A^0 يقع في منطقة الضوء الأحمر من الطيف، وتنعكس هذه الموجات بين طرفي الياقوت خلال التجويف البلوري لتثير ذرات كروم أخرى، وتنبعث فوتونات لها نفس الطول الموجي.

وبتكرار ذلك ينطبق ضوء مترابط مكبر متحد في الطور تاركاً طرف البلورة نصف المفضض، وباستمرار تنشيط مصباح الوميض ينتج فيض ثابت من الضوء المترابط ثم يتم تركيزه بواسطة أجهزة تجميع خاصة، ويستغرق الضوء بضع ميكروثانية بطاقة تصل إلى ما بين 1000 . 2000 جول، وتبلغ قدرة شعاع الليزر عدة ملايين من الوات.

طبيعة أشعة الليزر :

Laser beam nature

هي عبارة عن شعاع من الضوء ذو لون واحد، له طاقة هائلة، ويمكن لهذا الشعاع أن يصل إلى مسافات بعيدة جداً دون أن يتفرق، ودون فقد يذكر في الطاقة.

خواص أشعة الليزر :

characteristics of laser beam

1- تنعكس أشعة الليزر بواسطة المرايا، وتستغل هذه الظاهرة في توجيه الأشعة نحو أهداف معينة.

2- إذا سقطت على عدسة لامة، فإنها تتجمع في نقطة صغيرة جداً، وتكون الطاقة المتجمعة هائلة المقدار، إذ تبلغ مليون وات/ مم^2 ، ويمكن إدراك ضخامة هذا المقدار بمقارنته بالطاقة التي تجمعها العدسة من أشعة الشمس، إذ لا تتعدى 5 وات/ مم^2، وهي كافية لحرق قطعة من الورق.

استخدامات أشعة الليزر :

laser beam applications

أصبح من الممكن استغلال أشعة الليزر في مجالات علمية متعددة تخدم البشرية.. فيما يلي عرض لاستخدامات هذه الأشعة:

1- العمليات الجراحية المختلفة مثل لحام شبكية العين، وفي الجراحات الصعبة

obeikandl.com

التي تتطلب عدم إسالة دماء كما في حالة الكبد الممتلئ بالدم، وفي علاج بعض الأورام المستعصية مثل سرطان القصبة الهوائية، وفي علاج القرحة المعوية.. كما تستخدم في الجراحات السطحية مثل استئصال سرطان الجلد، وإزالة التشوهات الجلدية وعلاج الأسنان ..... وغيرها.

2- لحام الدوائر الإلكترونية الدقيقة، وثقب الجواهر وخاصة الماس.

3- الملاحة الجوية، إذ تساعد في توجيه الطائرات.

4- مجال الاتصالات، حيث تستخدم في إرسال الصور الفوتوغرافية بدلاً من إرسالها بالراديو.

5- مجال القياسات الدقيقة، قياس الأجزاء الصغيرة كما تستخدم في قياس المسافات الكبيرة، وقد استخدمت في قياس المسافة بين الأرض والقمر، وبعد القمر عن المركبات الفضائية بدقة بالغة.

6- مجال المساحة، حيث تستخدم في قياس الارتفاعات والمنخفضات بدقة كبيرة.

٧- مراقبة مواقع القطارات، حيث تمكن المراقبين من تحديد موقع القطار في أي لحظة، وبالتالي يمكنهم الإعلان عن موعد وصول أو تأخير كل رحلة.

استخدام أشعة الليزر في الأغراض الحربية :

علي الرغم من الفوائد العظيمة لهذه الأشعة، إلا أن بعض الدول قد اتجهت لاستخدامها في أغراض مدمرة، ويمكن تلخيصها في الآتي:-

1- توجيه القنابل وقذائف الطائرات نحو الأهداف المراد تدميرها بدقة، حيث تكون الإصابة مباشرة، وتسمى هذه القنابل الموجهة بالقنابل الذكية Smart bombs.

2- تركيز أشعة الليزر على الدبابات أثناء القتال فتحدث بها فجوات تسبب في إعطابها أو تدميرها.

٣- الكشف عن صواريخ العدو وطائراته وتدميرها من خلال توجيه شعاع الليزر الحارق إليهم قبل أن تصل إلى أهدافها بفترة كبيرة.

القياس باستخدام أشعة الليزر

مع التقدم الحضاري المستمر، وانتقال الإنسان من عصر الإنتاج اليدوي إلى عصر الإنتاج الآلي، ومع تطور الصناعة Industrial Development وخاصة بعد الحرب العالمية الثانية، فقد تسابقت الدول الصناعية الكبرى إلى تصميم الأدوات والأجهزة المختلفة لخدمة البشرية ورخائها، وقد أدى التبادل التجاري بين دول العالم وخاصة في المعدات الصناعية والأجهزة الدقيقة، إلى حتمية تصنيع هذه المنتجات بقياسات دقيقة متفق عليها وبتفاوتات تكاد تكون معدومة. الأمر الذي ترتب عليه دقة عمليات القياس Measurement Degree of Accuracy التي تتوقف على ضرورة استخدام أجهزة قياس على مستوي عالٍ من الدقة.

وتسارع العلماء إلى اكتشاف وابتكار وتصميم أجهزة القياس المختلفة للوصول إلى أعلى دقة في قياس المشغولات المتنوعة التي تعتمد على الدقة العالية في تصنيعها.

وباكتشاف أشعة الليزر، واستخدامها في العديد من المجالات التي سبق عرضها، واستخدامها في عمليات القياس الدقيقة.. بل الفائقة الدقة، فقد كان لها عظيم الأثر في إنتاج أحدث الأجهزة، وقد استخدمت أشعة الليزر في قياس الأجزاء الصغيرة الدقيقة، كما استخدمت أيضاً في قياس المسافات الطويلة بدقة عالية.

فيما يلي عرض موجز لاستخدام أشعة الليزر في القياسات المختلفة.

استخدام شعاع الليزر في قياس المسافات :

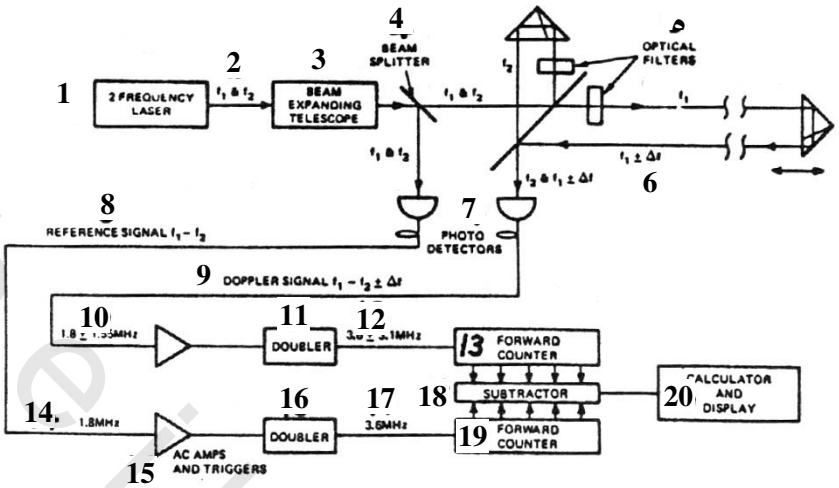
Distance measurement using split laser Beam

يمكن قياس المسافات عن طريق تطبيق فكرة أو ظاهرة دوبلر " Employing Dopplir effect" لشعاع الليزر النصفي.

وشكل 426 يوضح رسم تخطيطي Schematic diagram لشعاع الليزر ثنائي التردد 2 – Frequency Laser Beam ، حيث يتصل الهدف العاكس Reflecting target مع أحد طرفي المسافة المراد قياسها.

يتميز هذا النوع من أنظمة القياس باستخدام إشعاع الليزر بأنه مبني على القراءة

الرقمية Digital reading .. **من خلال عداد رقمي** Digital readout Display.



شكل 426

رسم تخطيطي لاستخدام شعاع الليزر ثنائي التردد في قياس المسافات

١ – **شعاع ليزر ثنائي التردد** ..... 2- Frequency Laser

٢ – **تردد ١** ... f_1 **تردد ٢** f_2...

٣ – **تليسكوب**... Beam Expanding Telescope

٤ – **شاطر الشعاع**.. Beam splitter

٥ – **منقي ضوئى** .. Optical Beam

٦ – **فرق التردد** $f_1 \pm \Delta f$

٧ – **كاشف ضوئي (جهاز يخرج تيار كهربائي عند سقوط ضوء عليه)** photo detector

٨ – **الإشارة المرجعية.. (الإشارة أو النبضة الكهربائية)** Reference signal

٩ – **إشارة دوبلر**..... $f_1 - f_2 \pm \Delta f$ doppler signal

١٠ – **تردد كهربائي** 1.8 ± 1.55 MHz

١١ – **مضاعف التردد** .... Doppler

١٢ – **تردد كهربائي** 3.6 ± 3.1 MHz

١٣ – **عداد تصاعدي**.... Forward counter

١٤- **تردد كهربائي**... 1.8 MHz

١٥- **مكبرات ومحركات التيار المتردد**.. AC Amps & Triggers

١٦- **مضاعف للتردد** ..Duppler

١٧- **تردد كهربائي**.... 3.6 MHz

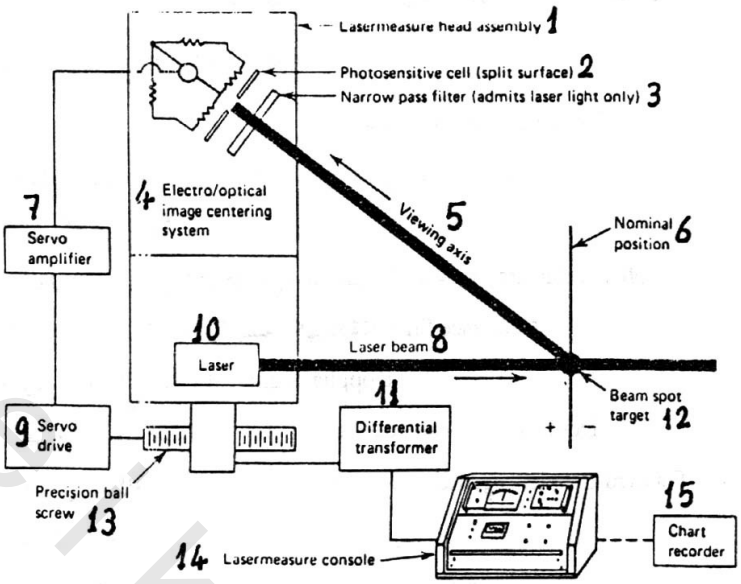
١٨- **طارح** ... **(يطرح رقمين)** ... subtractor

١٩- **عداد تصاعدي** ... forward computer

٢٠- **الناتج والعرض** ... calculator and display

كما مكن استخدام شعاع الليزر في قياس المسافات عن طريق تطبيق نوع آخر يستخدم المبدأ الموضح بشكل 427 **حيث يعمل فيها شعاعا الليزر كمجس** Probe**، ويتم انعكاسه على السطح، كما يمكن وضعه على أبعاد مختلفة من مصدر الشعاع** Beam Source**، ومن جهاز القياس الكهروضوئي** Electro Optical measurement**. يوجد مفتاح ضبط لدقة القياس** Accurate measuring Screw **حيث يقوم المفتاح بتحريك رأس مصدر الشعاع** Laser measure head assembly **حتى يتم وضع الصورة المنعكسة في الوسط لقياس درجات التغير في المسافة.. وذلك للوصول إلى أعلى درجات الدقة في قياس المسافات أو الأبعاد المطلوبة.**

يتميز كلا النوعين من أجهزة الليزر باحتوائهما على قراءة رقمية Digital display **وعداد رقمي** Digital readout**.**



شكل 427
رسم تخطيطي يوضح استخدام شعاع الليزر كمجس أثناء قياس المسافات

١- **دائرة قياس الليزر** .. Laser measure head assembly

٢- **خلية ضوئية (سطح شاطر).** Photosensitive cell (split surface)

٣- **ممر ضيق المجال (دائرة كهربائية عبارة عن فلتر يمرر ضوء الليزر فقط).**
Narrow pass filter(admits laser light onlgy).

٤- **جهاز وضع الصورة الكهروضوئية في المنتصف ..**
electro Optical image centering system

٥- **محور الرؤية..** Viewing axis

٦- **الوضع الدقيق..** nominal position

٧- **مكبر كهربائي...** servo amplifier

٨- **شعاع الليزر..** Laser Beam

٩- **محرك سيرفو (نوع من المحركات الكهربائية له محور يدور بدورانه)..**
servo drive

١٠- **مصدر الليزر..** Laser

١١- محول فرقي أو تفاضلي .. Differential transformer

١٢- مكان سقوط الشعاع.. beam spot target

١٣- مسمار ضبط الدقة ... precision ball screw

١٤- دعامة لتثبيت جهاز القياس laser measure console

١٥- مسجل نتائج .. Chart recorder

استخدام أشعة الليزر في اختبار المحورية المركزية

The Use Lasers For alignment Testing

إن أشعة الليزر واستخداماتها في القياسات الدقيقة، قد تم دراستها في مجالات واسعة، وقد أظهرت التجارب أن اختبارات ضبط المحورية (التمركز) تم عملها على مسافات كبيرة، وبدرجة كبيرة من الدقة باستخدام مكونات أشعة الليزر، وبالمقارنة باستخدام الأنواع الأخرى لعدد من الأجهزة، فقد ظهرت أجهزة الليزر تنتج خطوط مستقيمة حقيقة، بينما أجهزة التليسكوب المحورية تمدنا بخط وهمي (خيالي) لا يمكن رؤيته في الفضاء، وهذه تكون بالأهمية في مجموعة الحالات التي تحتاج لاختبار عدد من الأجهزة المراد التأكد منها والسابق تحديد الاستقامة لها، وخصوصاً إذا كانت على مسافات متباعدة عن بعضها، وهذا ما نجده في الطائرات والسفن.

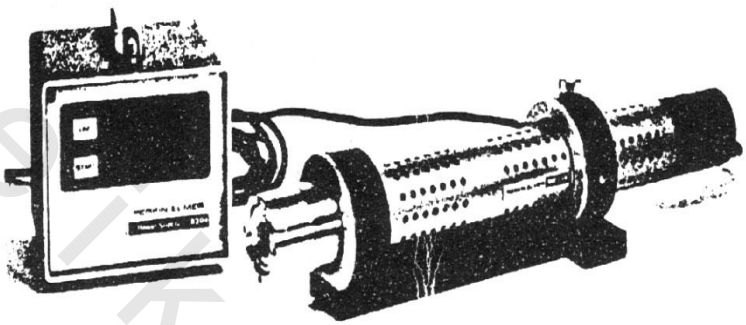
ويمكن استخدم أجهزة الليزر في فحص استواء Flatness مثل فحص أسطح الماكينات، عن طريق الإزاحة الخطية المباشرة، وليست عن طريق القياسات الزاوية، وباستخدام قوس إبصاري (Optical Square) مع أجهزة الليزر، ويمكن التحقق من الاستوائية بملاحظة خط قاعدة جهاز الليزر كمرجع (Laser base Line).

مجموعة الليزر بيلكنجتون بركين إيلمر لاختبار ضبط الاستقامة

Pilkington perkin-Elmer Laser equipment for alignment testing

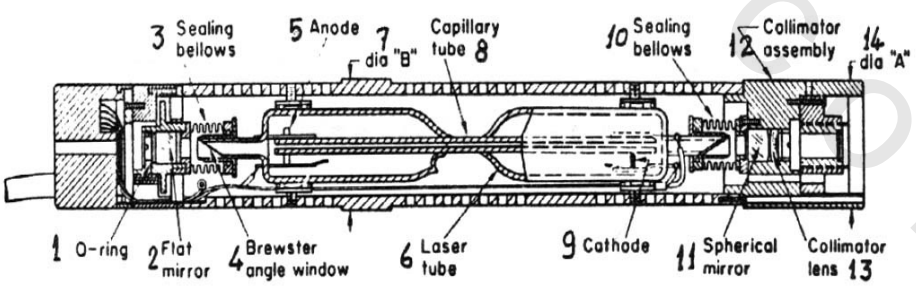
جهاز الليزر بلكنجتون بركين إيلمر والذي تم تطويره بواسطة شركة بيركين إيلمر في الولايات المتحدة الأمريكية والموضح بشكل 428 وهو قطب ليزر سالب ساخن من غاز الهليوم نيون، ويبلغ قطر الشعاع 10 ملليمتر تقريباً، ويكون مركز الشعاع في

مركز الكاشف الذي يضم عدد من الخلايا الضوئية، ويتحدد مكان منتصف الشعاع عن طريق الكشاف الذي يحدد عدد من الخلايا المرتبة بطريقة يستطيع بها المقارنة بين تركيز كل نصفي الشعاع عمودياً وأفقياً، والتي تعرف بأمتار ذات وجهين، وباستخدام هذه الخاصية فإنه يمكن قياس طاقة الشعاع من أي مسافة وعلى درجة عالية من الدقة.



شكل 428
جهاز الليزر لاختبار ضبط الاستقامة

ويوضح شكل 429 قطاع في جهاز الليزر من صنع شركة بيلكنجتون إيلمر طراز 5600 الذي يتكون من أنبوبة بلازما الهيليوم وبه مرآتين رقميتين موجودتين في آخر العلبة الألمونيوم الثقيلة الأسطوانية المتحدة المحور، تحتوي الأنبوبة على قطبين سالبين رفيعين وقطب موجب عالي الطاقة وأنبوبة رفيعة جداً وضيقة والتي من خلالها يحدث التفريغ الكهربائي، وفي نهايات الأنبوبة توجد فتحتان بويوستر ذات قدرة رؤية عالية لتخفيض تشويه الجبهة الموجبة إلى أقل درجة.



شكل 429

قطاع في جهاز الليزر من صنع شركية بيلكنجتون إيلمر طراز 5600

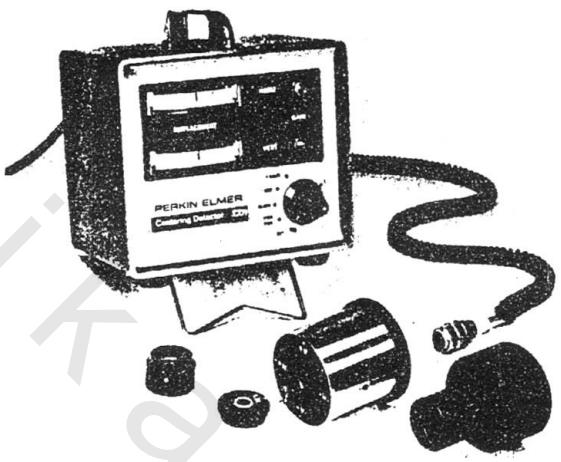
1- حلقة دائرية.	**8- قناة شعرية.**
2- مرآة مسطحة.	**٩- قطب سالب.**
٣- مضخات غلق.	**١٠- مضخات غلق.**
٤- فتحات بريوستر.	**١١- مرآة دائرية محورية.**
٥- قطب موجب.	**12- أجزاء المسدد.**
6- أنبوبة ليزر.	**١٣- عدسة المسدد.**
7- قطب B.	**14- قطر A.**

وتتكون أنبوبة الليزر (الموجود داخل العلبة) من أنبوبة بلازما ذات جدار مزدوج، ويتم حكم الإغلاق على جانبية الرؤية عن طريق أجزاء سفلى تمنع تلوث أسطح الرؤية. والمرايات الموجودة في النهايات مصنوعة من سليكون منصهر بدرجة شلرين ومجهز للعمل على (6328 Angstroms) **ووضعت المرأة المسطحة الموجودة في نهاية السلك لتكون لها قوة انعكاس لأكثر من** 99.7 **% ووضعت المرأة الكروية لقدرة انعكاس أقل، وعن طريق هذه المرآة تنبعث أكبر قوة.**

وتتكون علبة الليزر المسددة من قطعة معدنية قطرها 2.2498 in **بها ألمونيوم متوازي مع فتحات التهوية، ويقع الجزء ذو القطر المخصوص** 2.2498 in (57.145 mm) **مع الجزء المعدني بقرب نهاية الجزء الألومنيوم ليكون سطح متحمل وأيضاً قطر مجهز آخر، إن الجزء المعدني، والسطح الألمونيوم المتحمل الثاني مطليان بالكروم، ويقع شعاع الليزر المسدد الذي يبلغ قطره** 10mm **من خال** (0.025 mm) **أو** (0.001 in) **المرتبط بالعلبة التي يبلغ قطرها** (2.2498 in)**، ويوازي المحور الميكانيكي في العلبة خلال** 10 **أجزاء من منحنى جزء في دائرة، ويعد ثبات القياس أفضل من** 0.02 **من المنحنى في الساعة.**

ويتكون الكشاف المركزي الموضع في شكل 430 **من رأس ووحدة قراءة وبطارية يمكن حملها، أو وحدة كهربائية لتشغيل التكييف، ويستفاد من شعاع الليزر الذي يبلغ قطره** 10 mm **ما يزيد عن مائة قدم ويشعر بالمركز المتوسط لقوة هذا الشعاع، وأي**

فصل بين المركز المتوسط للشعاع ومركز المكشاف المركزي يظهر على لوحة الأمتار على هيئة إحلال خطي في اثنين من الاتجاهات المتعامدة والعمودية على محور الشعاع، وتكون مجموعة من كشاف الصور مع كشاف معاكس مثبت في جسر جهاز الإحساس الأساسي، وتتخلق الإشارة المختلفة عن طريق خليتين متعاكستين عندما يتسع الخروج عن الخط ويصل للمؤشر المناسب خلال شبكة متكاملة.



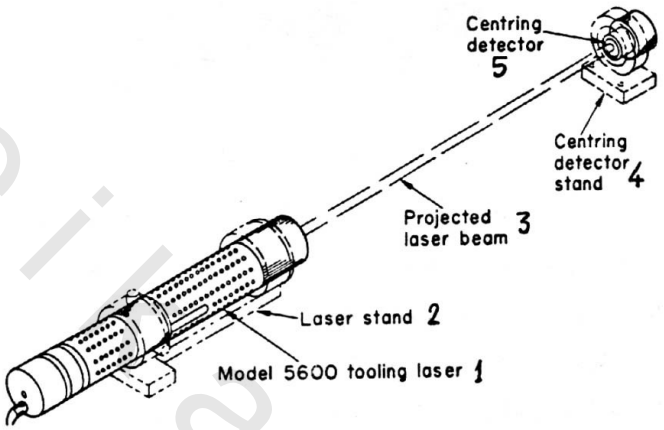
شكل 430
الكشـاف المركـزي

تحتوي وحدة القراءة على مترين قراءة مركزية، ولكل واحد منهما محور تحكم، وتقلل خاصية مص الذبذبات تأثير ضوضاء الهواء. ويوجد إشارات في أدوات الإخراج في لوحة وحدة القراءة والمناسبة لتشغيل جهاز تسجيل أو جهاز ذبذبات أو وحدة تحكم التغذية الاسترجاعية.. ويضمن الثبات حامل مصنوع خصيصاً ومستقر على ثلاثة أقدام من المعادن الصلبة. ويقوم حامل الكشاف المركزي بتدعيم الكشاف الرئيسي في هذه المناطق، حيث يصبح من الضروري وجود مساعد توفير الثبات. كما يتوفر وجود مساعدين لتحويل الكشاف المركزي إلى اتجاهيه القياسين المتعامدين والعمودين أيضاً على شعاع الليزر.

إن عاكس الليزر عبارة عن محول مصمم لقياس الأسطح المستوية المتعامدة على خط مرئي.. ويتكون من رأس كشاف والذي يقوم بالإسراع في إنهاء الإخراج. وينتج عاكس الليزر شعاع ليزر مسدد قطره 10 mm على قراءة مرآة مستوية والتي قد

تكون على بعد مئات الأقدام. ويتسبب القياس التام للمرآة في فصل الشعاع العائد ، والذي يحس تلقائياً في المحورين عي طريق الكشاف العاكس.

ويوضح شكل 431 كشاف الليزر المركزي مكوناً خط مستقيم. وحينما يتم الحصول على هذا الخط الأساسي يمكن قياس أي عدد من الأجزاء المتوسطة عن طريق استخدام رأس مركزي ثاني.



شكل 431
كشاف الليزر المركزي

1- جهاز ليزر طراز 5600.

٢- حامل ليزر.

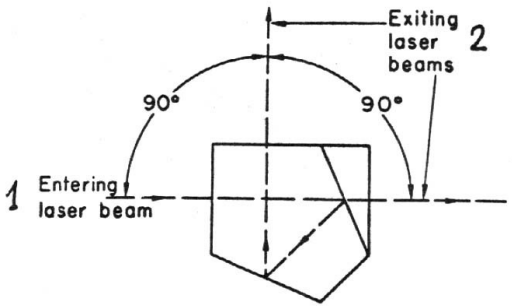
3- شعاعا ليزر موجه.

٤- حامل المكشاف (الموجه) المركزي.

٥-مكشاف (موجه) مركزي.

ولقياس التربيع يمكن استخدام المربع البصري أو المنشور، الموضح بشكل 432 وهو بين الخاصية البصرية والتي ستجعل خط المدخل ينحرف بزاوية 90^0 .

إن استخدام الغلاف المناسب للمنشور يسمح بانزلاق شعاع الليزر ليخرج منه على هيئة مجموعة من الخطوط.



شكل 432

استخدام الغلاف المناسب للمنشور يؤدي الي إنحراف المدخل بزاوية 90^0

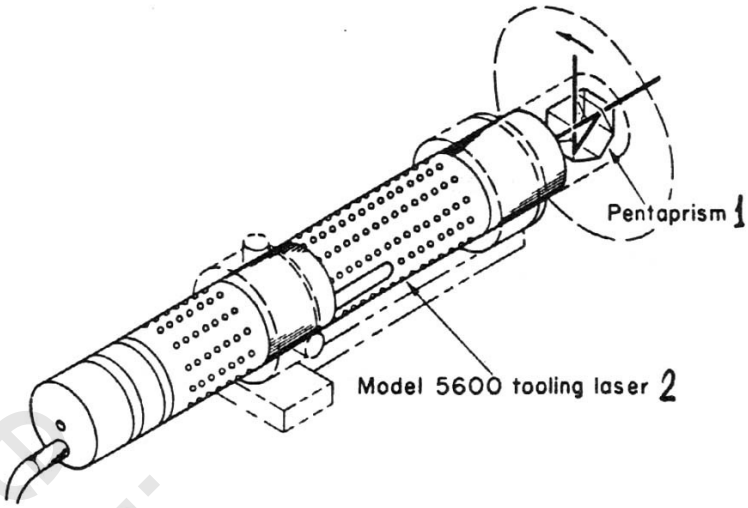
1- شعاع ليزر داخل.

2 - شعاع ليزر خارج.

ويمكن استخدام الليزر لتحديد أو قياس الانحرافات عن أسطح الأجسام الطائرة الحقيقية، وتمكن الطريقة في تحريك شعاع الليزر في عدد من المواقع. وبهذه الطريقة يمكن إيجاد العديد من الخطوط المتقاطعة حسب الخطة المطلوب إعدادها بأسلوب فريد إلى حد ما من الأسلوب المستخدم لفحص أسطح الأجسام الطائرة.

على أية حال فإنه أبسط طريقة لتحديد الأجسام الطائرة هي استخدام أشعة الليزر على شكل حزم ودورانها حول شعاع ليزر مستقيم، وبهذا يمكن الحصول على مجموعة من الخطوط الضوئية. ويوضح شكل 433 محتوى هذه الطريقة.

بالإضافة إلى ذلك فإن هذه الأجهزة بإمكانها فحص مستوى السطح عن طريقة استخدام مرآة مستوية.



شكل 433
استخدام أشعة الليزر على شكل حزم ودورانها حول شعاع ليزر مستقيم

1– منشور.

2– جهاز ليزر طراز **5600**.

obeikandl.com

الخاتمة

أرجو أن يكون هذا الكتاب الذي بين يديك، بعد وصوله إلى نهاية الباب الثامن قد اكتمل، في هذه المحاولة المتواضعة، الغرض منها هو عرض وشرح جميع أدوات وأجهزة القياس ذات الدقة المحدودة والدقة العالية التي تستخدم في القياسات العامة، وفي عمليات المراجعة والفحص والمعايرة، من خلال الشرح التفصيلي بمبدأ الصورة قبل الكلمة، هذا بالإضافة إلى عرض للمعادلات ذات العلاقة، والتطبيق عليها بالأمثلة المحلولة، التى تساعد الطالب على الفهم والتدرج في تحصيل المعلومات.

أرجو أن يتقدم أحد الزملاء من أعضاء هيئات التدريس بكليات الهندسة أو بالمعاهد العليا الصناعية، أو من لديه القدرة على الكتابة في أحد التخصصات الصناعية أو الهندسية، بإصدار كتاب جديد يحمل إضافة أخرى، لكي تكتمل المسيرة التعليمية على أكمل وجه، وحتى تزهوا وتتألق المكتبة العربية .

والله ولي التوفيق ،،

opelkandl.com

المحتويات

obeikandl.com

إهداء
.....
٦
المقدمة
.....
٧

الباب الأول
تاريخ وتطـور القياس

تمهيد ١٣
القياس ١٤
تاريخ القياس ١٥
ظهور بشائر المدنية ١٦
دور قدماء المصريين في ابتكار النظام العشري ١٧
أول إمام لقياس الأطوال ١٧
الذراع الملكي ١٨
استخدام الذراع الملكي ١٩
وحدات القياس المستخدمة عند قدماء المصريين ٢٢
انتقال علم القياس من مصر إلى اليونان والرومان ٢٣
تاريخ الياردة الإنجليزية ٢٤
القدم الإنجليزي ٢٤
الياردة الملكية القياسية ٢٥
إمام قياس الطول الإنجليزي ٢٦
وحدات النظام البريطاني لقياس الأطوال ٢٧
تاريخ المتر ٢٧
اكتشاف العلماء وإعجاز القرآن الكريم ٢٨

obeikandl.com

النظام المتري ٢٩
القياس بواسطة أطوال موجة الضوء ٣٠
طول موجة الضوء إمام قياس الأطوال ٣١
تطور الصناعة ٣٢
النظام الدولي لوحدات القياس (SI) ٣٤
جدول وحدات القياس الأساسية حسب النظام الدولي (ISO). ٣٥
مميزات النظام الدولي لوحدات القياس ٣٧
الهيئات والمنظمات الدولية للتقييس ٣٨
التقييس في الوطن العربي ٣٩
مفهوم التوحيد القياسي (التقييس) ٤١
أسس التوحيد القياسي ٤٢
أهداف التوحيد القياسي ٤٣
ضرر عدم التوحيد القياسي (الخروج عن الإمامية) ٤٤
مصطلحات التوحيد القياسي ٤٥
التحويل من النظام البريطاني إلى النظام المتري والعكس ٤٧

الباب الثاني

معدات التخطيط والشنكرة

الفصل الأول : أدوات قياس الأطوال ٥٣
تمهيد ٥٣
مساطر الصلب ٥٤
القياس بمساطر الصلب ٥٥
شريط القياس ٥٧
شريط القياس ذو الورنية ٥٨
نظام تدريج ورنية شريط القياس ٥٩
الفصل الثاني : أدوات القياس الناقلة ٦٢

obeikandl.com

تمهيد ٦٢
الفراجير ٦٣
فرجار القياس الخارجي ٦٣
فرجار القياس الداخلي ٦٦
فرجار التقسيم ٧٠
فرجار التقسيم ذو الورنية ٧١
الفرجار ذو الشوكة ٧٣
الفصل الثالث : أدوات وأساليب قياس الزوايا ٧٦
تمهيد ٧٦
الزوايا ٧٧
الزوايا الثابتة ٧٧
الزوايا المتحركة ٧٨
المنقلة البسيطة ذات الورنية ٨٠
نظام تدريج ورنية المنقلة البسيطة ٨١
الزاوية ذات الورنية ٨٣
نظام تدريج ورنية الزاوية ٨٤
الزاوية الجامعة ٨٨
الزاوية البصرية ٨٩
نظام تدريج الزاوية البصرية دقة 2.5′ ٩٠
الفصل الرابع: معدات التخطيط والعلام (الشنكرة) ٩٢
تمهيد ٩٢
التخطيط والعلام (الشنكرة) ٩٣
الشنكرة بالطبعة ٩٣
الشنكرة باستخدام زهرة الاستواء ٩٤
معدات الشنكرة ٩٤

obeikandl.com

زهرة الاستواء ٩٥
الشنكار ٩٧
استخدام الشنكار ٩٨
إرشادات عند استخدام الشنكار ١٠٣
قدمة قياس الارتفاعات ١٠٤
الزهرة حرف V ١٠٦
الزهرة القائمة ١٠٧
الزهرة المتحركة القابلة لضبط الميل ١٠٨
شوكة العلام ١٠٨
ذنبة العلام ١٠٩
الذنبة الطارقة ١١٠
الشرائح المتوازية ١١١
المرافع ١١٢
ميزان التسوية ١١٣

الباب الثالث

القدمـات المنزلـقة

تمهيد ١١٧
القدمة ذات الورنية ١١٨
مميزات القدمة ذات الورنية ١١٩
نظرية الورنية ١٢٠
النظام الأول لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.1 ملليمتر ١٢١
النظام الثاني لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.1 ملليمتر ١٢٣
القدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر ١٢٦
النظام الأول لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.05 ملليمتر ١٢٧
النظام الثاني لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.05 ملليمتر ١٢٩

obeikandl.com

القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر ١٣١
القدمة ذات محدد الضبط الدقيق دقة 0.02 ملليمتر ١٣١
النظام الأول لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر ١٣٢
النظام الثاني لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر ١٣٤
النظام الثالث لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.02 ملليمتر..... ١٣٦
النظام البريطاني للقياس ١٣٧
النظام البريطاني بالقدمة ذات الورنية..... ١٣٧
نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة $\frac{1}{64}''$ ١٣٨
نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة $\frac{1}{128}''$ ١٤٠
القدمة ذات الورنية دقة 0.001″..... ١٤١
النظام الأول لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.001″ ١٤٢
النظام الثاني لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.001″..... ١٤٤
النظام الثالث لتدريج الورنية المنزلقة دقة 0.001″..... ١٤٥
القدمة وجه الساعة دقة 0.1 ملليمتر ١٤٦
القدمة وجه الساعة دقة 0.05 ملليمتر..... ١٤٨
نظرية القياس بالقدمة وجه الساعة دقة 0.05 ملليمتر ١٤٩
القدمة وجه الساعة دقة 0.001″ ١٥٣
النظام الأول لتدريج القدمة وجه الساعة دقة 0.001″ ١٥٣
النظام الثاني لتدريج القدمة وجه الساعة دقة 0.001″ ١٥٤
استخدام القدمة ذات الورنية..... ١٥٦
قياس الأبعاد بين محاور الثقوب..... ١٥٨
القدمة الرقمية..... ١٦١
نظرية القراءة الرقمية بالقدمة الإلكترونية..... ١٦٣

obeikandi.com

استخدام القدمات الرقمية ١٦٤
مواصفات ومميزات القدمات الرقمية..... ١٧١
عيوب القدمات الرقمية ١٧٤
القدمات ذات الأشكال الخاصة..... ١٧٤
قدمة التخطيط والشنكرة..... ١٧٤
القدمة ذات الفكوك البسيطة..... ١٧٦
القدمة ذات الفكوك البسيطة المجهزة بمحدد ضبط دقيق ١٧٧
القدمة الرقمية ذات الفكوك البسيطة ١٧٨
القدمة ذات حدي القياس الخارجي..... ١٧٩
القدمة ذات حدي القياس الخارجي المجهزة بمحدد ضبط دقيق ١٨٠
القدمة الرقمية ذات حدي القياس الخارجي..... ١٨١
القدمة ذات حدي القياس الداخلي ١٨١
القدمة الرقمية ذات حدي القياس الداخلي ١٨٢
القدمة ذات حدي القياس المقوسين ١٨٣
القدمة الرقمية ذات حدي القياس المقوسان..... ١٨٣
قدمة قياس الأعماق..... ١٨٤
الأشكال المختلفة لقدمات قياس الأعماق ١٨٥
قدمة قياس الأعماق ذات الساقين ١٨٥
قدمة قياس أعماق وأبعاد المجاري الطولية ١٨٦
قدمة قياس أعماق وأبعاد المجاري الطولية ذات المصد المتحرك ١٨٦
قدمة قياس أعماق مجاري الأسطح الأسطوانية ١٨٧
قدمة قياس الأعماق ذات وجه الساعة ١٨٩
القدمة الرقمية لقياس الأعماق ١٨٩
الأخطاء الممكن حدوثها أثناء القياس بقدمة الأعماق..... ١٩١
قدمة قياس الارتفاعات ١٩١

obeikandl.com

القدمة الرقمية لقياس الارتفاعات ١٩٣
قدمة قياس أسنان التروس ١٩٥
مقارنة أبعاد سن ترس بالجدول النموذجي ١٩٦

obeikandl.com

الباب الرابع

الميكرومـــترات

الفصل الأول: الميكرومترات الأساسية ٢٠١
تمهيد ٢٠١
الميكرومترات ٢٠٢
ميكرومتر القياس الخارجي ٢٠٤
أهمية مسمار التحسس بالميكرومترات ٢٠٦
حامل الميكرومتر ٢٠٦
الأجزاء الأساسية بالميكرومتر ٢٠٧
نطاق قياس الميكرومتر ٢٠٩
نظرية الميكرومتر ٢١٠
النظام الأول لتدريج الميكرومتر ٢١٢
النظام الثاني لتدريج الميكرومتر ٢١٦
الميكرومتر الخارجي الرقمي ذو الحركة الميكانيكية دقة 0.001 ملليمتر ٢١٩
نطاق قياس الميكرومتر الخارجي الرقمي ذو الحركة الميكانيكية ٢٢٠
الميكرومتر الرقمي الإلكتروني ٢٢٢
نطاق قياس الميكرومترات الرقمية الإلكترونية ٢٢٣
مميزات الميكرومترات الرقمية الإلكترونية ٢٢٤
عيوب الميكرومترات الرقمية الإلكترونية ٢٢٤
الميكرومتر الإنجليزي ٢٢٥
نطاق قياس الميكرومترات الإنجليزية ٢٢٦
نظام تدريج الميكرومتر الإنجليزي دقة 0.001″ ٢٢٧
الميكرومتر الإنجليزي ذو الورنية دقة 0.001″ ٢٣٢
نظام تدريج ورنية الميكرومتر الإنجليزي ٢٣٣
الميكرومترات الداخلية ٢٤٠

obeikandl.com

الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة 0.01 ملليمتر ٢٤٠
نطاق قياس الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة 0.01 ملليمتر..... ٢٤١
الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة 0.01 ملليمتر المجهز لقياس المجاري الداخلية
..... ٢٤٣
الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة 0.001 ملليمتر ٢٤٤
نطاق قياس الميكرومتر الداخلي ذو الفكين دقة 0.001 ملليمتر ٢٤٥
الميكرومتر الداخلي ذو الفكين المزدوجين دقة 0.001 ملليمتر..... ٢٤٥
الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد ٢٤٧
طرق القياس باستخدام الميكرومتر الداخلي المجهز بقطع امتداد ٢٤٨
الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز ٢٥١
ميكرومتر قياس الأعماق..... ٢٥٣
استخدام ميكرومتر قياس الأعماق..... ٢٥٣
الفصل الثاني: الميكرومترات الخاصة..... ٢٥٦
تمهيد ٢٥٦
ميكرومتر قياس أسنان التروس ٢٥٧
ميكرومتر قياس الأسلاك ٢٥٩
ميكرومتر قياس المواسير ٢٦٠
ميكرومتر قياس التروس وعدد القطع..... ٢٦١
ميكرومتر قياس أبعاد المجاري ٢٦٣
ميكرومتر قياس أبعاد مجاري الخوابير ٢٦٥
ميكرومتر قياس الألواح المعدنية ٢٦٧
الميكرومتر ذو القرص الأسطواني ٢٦٨
العناية بالميكرومترات..... ٢٧٠
اختبار دقة قياس الميكرومترات..... ٢٧١
الفصل الثالث: ميكرومترات وأجهزة قياس اللوالب..... ٢٧٢

obeikandl.com

تمهيد ٢٧٢
تعريف القلاووظ..... ٢٧٣
استخدام القلاووظ..... ٢٧٣
أبعاد ومواصفات القلاووظ..... ٢٧٣
قلاووظ التثبيت والتوصيل ٢٧٤
القلاووظ المتري الدولي ٢٧٤
جدول القلاووظ المتري الأساسي الدولي ISO..... ٢٧٧
جدول القلاووظ المتري الدقيق الدولي ISO ٢٧٨
قلاووظ ويتورث للأنابيب ٢٧٨
جدول قلاووظ ويتورث للأنابيب..... ٢٨٠
قلاووظات نقل الحركة..... ٢٨١
أساس شكل مقطع أسنان القلاووظات القياسية..... ٢٨٢
قلاووظ شبه المنحرف..... ٢٨٣
جدول قلاووظ شبه المنحرف ٢٨٤
قلاووظ سن المنشار ٢٨٥
جدول قلاووظ سن المنشار..... ٢٨٧
القلاووظ المستدير ٢٨٧
جدول القلاووظ المستدير..... ٢٨٩
قياس اللوالب..... ٢٨٩
ميكرومتر قياس اللوالب ٢٩٠
ميكرومتر قياس اللوالب الخارجية..... ٢٩٢
ميكرومتر قياس اللوالب الداخلية ٢٩٣
ميكرومترات وأجهزة قياس اللوالب ذات الثلاثة أسلاك ٢٩٤
ميكرومتر قياس اللوالب ذو الثلاثة أسلاك ٢٩٥
ميكرومتر قياس اللوالب ذو الثلاثة أسلاك الحرة ٢٩٦

obeikandl.com

الأسلاك المستخدمة في قياس اللوالب ٢٩٨
ميكرومتر وجه الساعة ذو الأسلاك الثلاثة الحرة ٣٠٧
الميكرومتر الرقمي الإلكتروني ذو الثلاثة أسلاك..... ٣٠٨
مبين الإسقاط الميكانيكي الضوئي ٣٠٩

الباب الخامس

أدوات وأجهزة القياس ذات الدقة العالية

تمهيد ٣١٣
محددات القياس..... ٣١٤
المواد المستخدمة في صنع محددات القياس..... ٣١٥
أنواع محددات القياس..... ٣١٥
محددات قياس الثقوب..... ٣١٦
محدد قياس سدادي ٣١٦
محدد قياس لوحي..... ٣١٩
محدد قياس مسطح ٣١٩
محدد قياس سدادي مستدق ٣٢٠
محددات قياس الأعمدة..... ٣٢١
محدد قياس فكي ٣٢١
محدد قياس فكي قابل للضبط..... ٣٢٥
محدد قياس حلقي..... ٣٢٦
محدد قياس حلقي مستدق..... ٣٢٧
محددات قياس اللوالب..... ٣٢٨
محددات قياس اللوالب الداخلية..... ٣٢٩
محدد قياس اللوالب السدادي أحادي الطرف ٣٢٩
محدد قياس اللوالب السدادي بجانب واحد ثنائي الطرف..... ٣٣٠
محدد قياس اللوالب السدادي ثنائي الطرف ٣٣١

obeikandl.com

محددات قياس اللوالب الخارجية ٣٣١
محدد قياس اللوالب الفكي ٣٣١
محدد قياس اللوالب الفكي القابل للضبط ٣٣٣
محدد قياس اللوالب الحلقي ٣٣٤
مميزات محددات القياس الثابتة ٣٣٥
العوامل التي تؤثر على صلاحية محددات القياس ٣٣٦
محددات القياس البسيطة ٣٣٦
محدد قياس الشقوق ٣٣٧
محدد قياس خطوة القلاووظ ٣٣٨
محدد ضبط أقلام قطع القلاووظ ٣٣٩
محدد قياس الأقواس ٣٤٠
محدد قياس الثقوب ٣٤١
محدد قياس المثاقب الالتوائية ٣٤٢
محدد قياس الزوايا ٣٤٣
قوالب القياس ٣٤٣
قوالب القياس المتوازية ٣٤٤
فئات قوالب القياس ٣٤٦
لصق قوالب القياس ٣٤٧
مجموعات قوالب القياس ٣٤٨
استخدام قوالب القياس في التطبيقات العملية ٣٥٣
الملحقات المكملة لمجموعات قوالب القياس ٣٥٨
قوالب قياس الزوايا ٣٦٠
مبينات القياس (أجهزة القياس ذات المؤشر) ٣٦٦
مبين القياس ذو القرص المدرج ٣٦٦
الحركة الميكانيكية لمبين القياس ٣٦٨

obeikandl.com

دقة ومجال قياس مبينات القياس ٣٧٠
مبينات القياس عالية الدقة ٣٧٢
معدات تثبيت مبينات القياس ٣٧٥
معدات تثبيت المبينات الخاصة للفحص الخارجي ٣٧٥
معدات تثبيت المبينات الخاصة للفحص الداخلي ٣٧٨
استخدام مبينات القياس ٣٧٩
الميكرومترات البيانية ٣٨٣
الميكرومتر البياني الخارجي ٣٨٣
انتقال الحركة الداخلية في الميكرومتر البياني ٣٨٦
مميزات الميكرومترات البيانية ٣٨٦
الميكرومتر البياني لقياس أسنان التروس ٣٨٧
الميكرومتر البياني الخارجي المصمم لعدة أغراض ٣٨٩
مميزات الميكرومتر البياني الخارجي ٣٩١
الميكرومترات البيانية الداخلية وأجهزة فحص الثقوب ٣٩٢
الميكرومتر البياني الداخلي ٣٩٢
طريقة استخدام الميكرومتر البياني الداخلي ٣٩٣
جهاز فحص الثقوب ذو القالب الأسطواني المجهز بثلاث نقط ارتكاز ٣٩٥
مسدس فحص الثقوب ذو القالب الأسطواني المجهز بثلاث نقط ارتكاز ٣٩٦
مسدس فحص ثقوب الأقطار الصغيرة ٣٩٧

الباب السادس

معامل القياس والقياس بالطرق الغير مباشرة

تمهيد ٤٠١
معامل القياس ٤٠٢
الشروط الواجب توافرها في معامل القياس ٤٠٢
القياس بالطرق الغير مباشرة ٤٠٣

obeikandl.com

بلي وقدود القياس الأسطوانية ٤٠٣
قياس أبعاد مجرى غنفاري داخلي ٤٠٤
قياس أبعاد مجرى غنفاري خارجي ٤٠٨
قياس البعد المنحصر بين ركني زاويتين داخليتين ٤١٠
تعيين نصف قطر سطح مستدير داخلي بمشغولة ٤١٣
قياس قطر خارجي لمشغولة ذات ثلاثة أطراف ٤١٥
قياس زاوية مجرى غنفاري خارجية ٤٢٠
قياس سطح مائل بمشغولة ٤٢٢
قضيب الجيب ٤٢٥
درجة دقة القياس ٤٢٨
أسس تصميم أدوات وأجهزة القياس ٤٢٩
مصادر الخطأ في القياس ٤٣٠

الباب السابع

قياس خشـونة الأسطح

تمهيد ٤٣٧
تضاريس السطح ٤٣٨
أهمية نعومة وجودة تشطيب الأسطح ٤٣٨
نوع السطح ٤٣٩
الشكل العام للسطح ٤٣٩
الحيود ٤٣٩
التموجات الابتدائية ٤٤٠
التموجات الثانوية ٤٤٠
التموجات الابتدائية والثانوية ٤٤١
أجهزة قياس تضاريس الأسطح ٤٤١
جهاز فحص استواء الأسطح الميكانيكي ٤٤٢

obeikandl.com

جهاز فحص استواء الأسطح البياني ٤٤٣
جهاز فحص استواء الأسطح البصري..... ٤٤٥
قياس استواء الأسطح بالهواء المضغوط..... ٤٤٦
مميزات أجهزة قياس استواء الأسطح بالهواء المضغوط ٤٤٨
جهاز قياس استواء الأسطح بالتداخل الضوئي..... ٤٤٩
تقييم قياس تضاريس الأسطح..... ٤٥١
رموز ومصطلحات تشطيب الأسطح طبقاً لمواصفات ISO..... ٤٥١
جدول رموز ومصطلحات درجة خشونة الأسطح طبقاً المواصفات ISO ٤٥٥
جدول طرق وأسلوب الإنتاج ودرجة خشونة الأسطح..... ٤٥٦
رموز ومصطلحات درجة خشونة الأسطح طبقاً لمواصفات DIN..... ٤٥٦
جدول علامات التشغيل طبقاً لمواصفات DIN..... ٤٥٧
العلاقة بقيم إنجاز الأسطح ٤٦٠
القياس الحسابي لتشطيب الأسطح ٤٦١
أسباب خشونة الأسطح..... ٤٦٢

الباب الثامن

أجهزة القيـاس البصرية

تمهيد ٤٠٥
الضوء ٤٦٦
نبذة تاريخية عن الضوء ٤٦٦
فكرة مبسطة عن النظريات الخاصة بطبيعة الضوء..... ٤٦٨
النظريات الجسمية لنيوتن ٤٦٨
النظرية الموجية لهيجنز..... ٤٦٨
تفسير الانعكاس الانكسار في ضوء نظرية هيجنز ٤٦٨
انعكاس الضوء..... ٤٦٨
انكسار الضوء..... ٤٧٠

obeikandl.com

العدسات ٤٧٢
أنواع العدسات ٤٧٣
القانون العام للعدسات ٤٧٤
أساسيات التكبير ٤٧٩
المجهر المركب..... ٤٨١
ميكروسكوب الورشة ٤٨٢
ميكروسكوب صانع الآلة ٤٨٣
دقة ميكروسكوب صانع الآلة ٤٨٧
المنظار ٤٨٧
المنظار الفلكي ٤٨٨
منظار جاليليو ٤٩٠
جهاز الإسقاط..... ٤٩٣
مميزات جهاز الإسقاط..... ٤٩٤
جهاز الإسقاط البصري ٤٩٤
جهاز الإسقاط العام ذو السعة الكبيرة..... ٤٩٦
قاعدة أو مبدأ جهاز موجة الأشعة..... ٤٩٨
أساس أو مبدأ جهاز موجة الأشعة الذاتي..... ٤٩٩
أساس الميكرومتر الضوئي البصري ٥٠١
أشعة الليزر..... ٥٠١
خواص أشعة الليزر ٥٠٣
استخدامات أشعة الليزر..... ٥٠٣
القياس باستخدام أشعة الليزر..... ٥٠٥
استخدام أشعة الليزر في قياس المسافات ٥٠٥
الخاتمة ٥١٦
المراجع ٥١٧

obeikandl.com

إصدارات المؤلف

المؤلف : أحمد زكـي حلمي

قام خلال عمله بالتعليم الصناعي العالي والمتوسط بإصدار الكتب التالية :-

١. **المرجع في خراطـة المعادن .. اللجنـة الشـعبية العامـة للتكوين والتدريب المهنـي .. الجماهيرية الليبية .. الطبعة الثالثة.**
٢. **التشغيل علي المخرطـة .. توزيـع دار الكتب العلميـة للنشر والتوزيـع .. القـاهرة .. مصر.. نفذت الطبعة الأولي.**
٣. **مبـادئ الخراطـة (نظري وعملـي) دار الكتـب العلميـة للنشـر والتوزيـع .. القـاهرة .. مصر .. الطبعة الرابعة .. (تحت الطبع).**
٤. **خراطـة المعـادن (نظري وعملـي) دار الكتـب العلميـة للنشـر والتوزيـع .. القـاهرة .. مصر .. الطبعة الثالثة .. (تحت الطبع).**
٥. **تكنولوجيا الخراطة (نظري وعملي) دار الكتب العلمية للنشر والتوزيـع .. القـاهرة .. مصر..الطبعة الثالثة .. (تحت الطبع).**
٦. **أجهزة القياس والمعايرة .. دار الكتب العلمـية للنشر والتوزيـع .. القاهرة .. مصر .. الطبعة الثانية.**
٧. **الأمن الصنـاعي والصـحة المهنيـة (لمرحلـة التعليم المتوسط) .. مكتبـة طرابلس العلمية العالمية .. طرابلس .. الجماهيرية الليبية .. الطبعة الأولي.**
٨. **السـلامة والصحـة المهنيـة (لمرحلـة التعليم العـالي) .. دار الكتب العلمـية للنشر والتوزيـع .. القاهرة .. مصر .. الطبعة الأولي.**
٩. **محركـات الاحتـراق الـداخلي .. دار الكتـب العلميـة للنشـر والتوزيـع .. القـاهرة .. مصر .. الطبعة الأولي.**
١٠. **وسائل نقل الحركـة .. دار الكتب العلميـة للنشر والتوزيـع .. القـاهرة .. مصر .. الطبعة الثانية.**

obeikandl.com

١١. أساسيات تكنولوجيا الورش (تشغيل المعادن بالقطع) .. دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع .. القاهرة .. مصر .. الطبعة الأولي.

١٢. أساسيات تكنولوجيا التصنيع (تشكيل المعادن بدون قطع) .. دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع .. القاهرة .. مصر .. الطبعة الأولي.

١٣. الأمان الصناعي (الوقاية من الحوادث بالمنشآت الصناعية) .. دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع .. القاهرة .. مصر .. (تحت الطبع).

١٤. الرسم الهندسي .. دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع .. القاهرة .. مصر.. (تحت الطبع).

تطلب جميع الكتب المذكورة من دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ٥٠ شارع الشيخ ريحان .. عابدين .. القاهرة ، أو من المكتبات الكبرى .

ملاحظة :

يمكن للقارئ مراسلة المؤلف بريدياً على عنوان الناشر / دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ٥٠ شارع الشيخ ريحان .. عابدين .. القاهرة ، أو علي البريد الإلكتروني للمؤلف عن طريق شبكة الإنترنت علي العنوان التالي :-

ahmedzhelmy@naseej.com

تم بحمد الله

obeikandl.com

المراجع العربية

1-مبادئ عمليات التشغيل للصناعات الميكانيكية. تأليف الأستاذ/ حسن حسين فهمي.. وزارة التربية والتعليم.. مصر.

2-هندسة التشغيل والإنتاج.. تأليف الأستاذ/ حسن حسين فهمي.. مكتبة النهضة المصرية.

3-مقدمة في هندسة الإنتاج.. تأليف/ أعضاء هيئة التدريس بقسم هندسة الإنتاج.. كلية الهندسة.. جامعة الإسكندرية عام 1979 م.

4-مدخل في هندسة الإنتاج.. تأليف الأستاذ/ حسن حسين فهمي والدكتور/ جلال شوقي.. مكتبة الأنجلو مصرية.. القاهرة.

5-القياسات في الصناعة.. تأليف/ حمدي يس الدسوقي.. دار المعارف.. القاهرة – مصر.

6-الوسيط في هندسة الإنتاج.. تأليف الدكتور/ حسن رجب السيد.. دار الراتب الجامعية.. بيروت.. لبنان عام 1986م.

٧- تكنولوجيا القياس والمعايرة.. تأليف مهندس/ سامي محمود الخضري.. مكتبة الأنجلو المصرية.. القاهرة عام 1973 م.

8-معدات لصناعة التشغيل على المكنات.. تأليف أ.د أحمد سالم الصباغ وزارة التربية والتعليم.. جمهورية مصر العربية عام 1993 م.

9-الموجات والضوء.. تأليف/ د. فوزي مليجي عبد الكريم وآخرين.. اللجنة الشعبية العامة للتعليم.. الجماهيرية العظمى عام 1990 م.

10-الفيزياء التجريبية.. تأليف د. محمد سالم الليد.. مكتبة مصر بالفجالة.. مصر.. القاهرة.

11-الفيزياء الجامعية.. تأليف د. أحمد عبد السلام رحيل، د. الطاهر مختار أبو العينين.. مكتبة مصر بالفجالة.. مصر.. القاهرة.

12-الجداول الفنية.. الأسس التكنولوجية.. تأليف/ إنجلبرت جوايتز.. ترجمة م. محمد

openkanal.com

عبد المجيد نصار.. المؤسسة الشعبية للتأليف في لايبزغ بالتعاون مع مؤسسة الأهرام بالقاهرة.

١٣-الرسم الهندسي.. الأسس التكنولوجية.. تأليف/ أوتوشميدت.. ترجمة م. رضا محمود سليمان.. المؤسسة الشعبية للتأليف في لايبزغ بالتعاون مع مؤسسة الأهرام بالقاهرة.

14-تبسيط المفاهيم الهندسية.. تأليف/ ج. كارفيل.. ترجمة م. سعيد غانم.. الهيئة المصرية العامة للكتاب.. مصر – القاهرة عام 1995.

15-المعاجم التكنولوجية التخصصية.. معجم آلات الورش.. تصنيف م. محمد عبد النصير القديم.. مؤسسة الأهرام بالقاهرة.

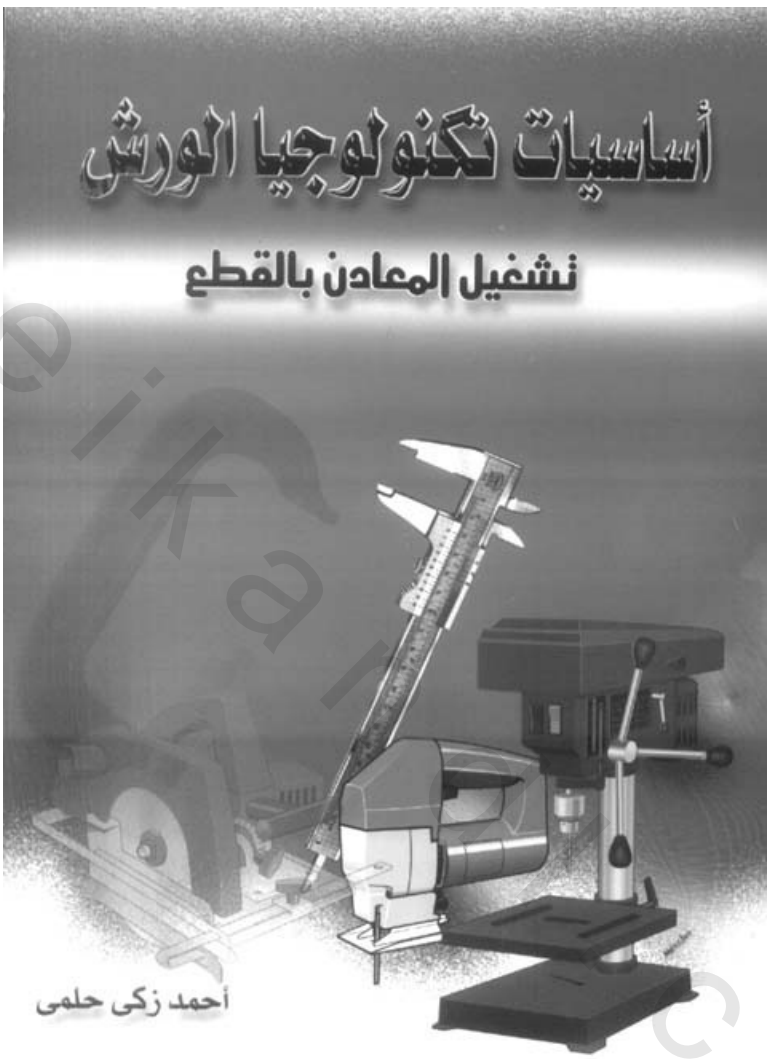
16-المعاجم التكنولوجية التخصصية.. معجم المصطلحات التكنولوجية الأساسية.. تصنيف د. محمود فوزي عبد العزيز وآخرين.. مؤسسة الأهرام بالقاهرة.

17-معجم المصطلحات العلمية والفنية والهندسية.. (إنجليزي – عربي).. أحمد شفيق الخطيب.. مكتبة لبنان . بيروت 1974.

المراجع الأجنبية

1- BASIC ENGINEERING PROCESSES S. CRAWFORD.
2- Manufacturing and Machine. Tool Operations – Herman W. Pollack.
3- Workshop Technology part 1, 2.. By Dr.. W.A.J. CHAPMAN.. Edward Arnold.. London.. 1993.
4- General Course Workshop Processes And Materials.. R.T. Pritchard.
5- Metrology and Gauging.. By/ S.A.J. Parsons.. Macdonald & Evans LTD.. London 1970.
6- Materials And Processes in Manufacturing .. By/ E.Paul De Garmo.. Macmillan Publishing Company New York.. 1984.
7- Manufacturing Processes.. By Herbert W. Yankee..
8- Catalogue.. Prectision Measuring Instruments., Roch.
9- Catalogue.. Prectision Measuring Instruments., Mitutoyo.. Tokyo.. Japan.
10- Catalogue.. Dimensional Metrology Measuring Instruments, Measuring Machines & Gauges.

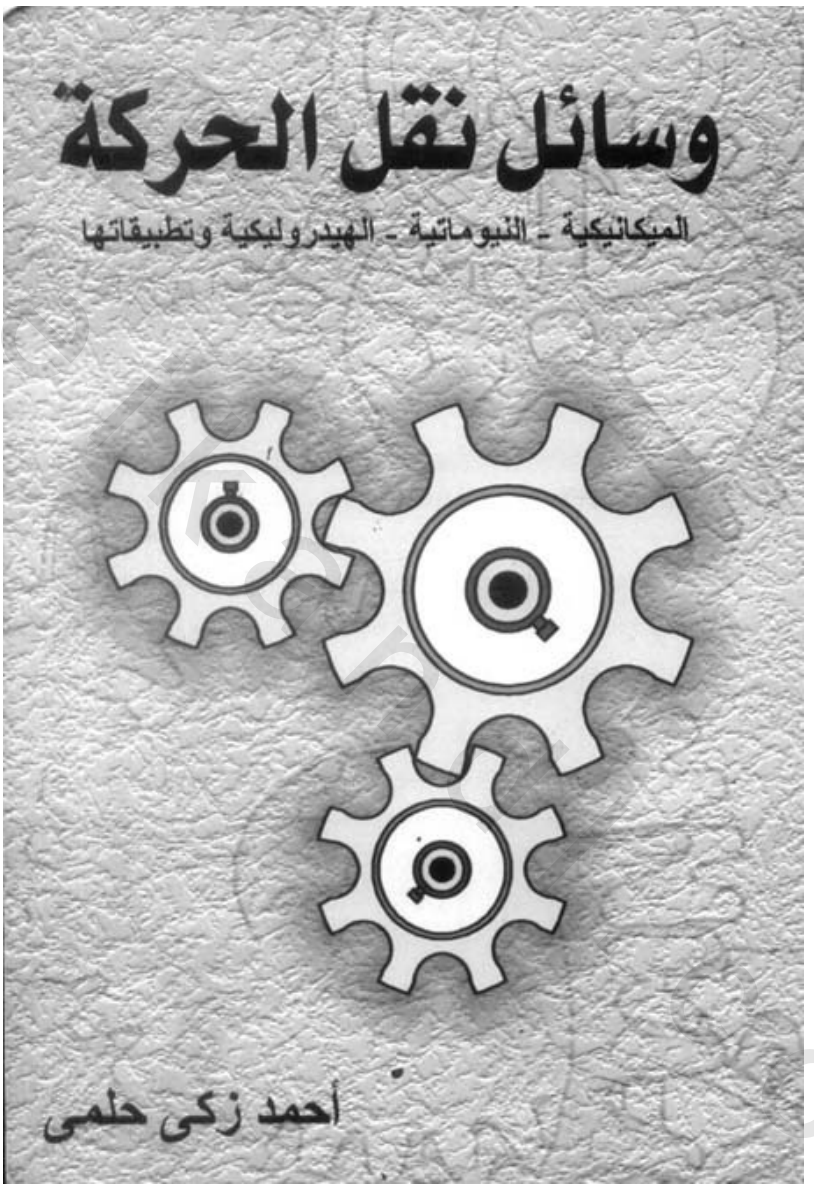
صدر عن دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع



دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع

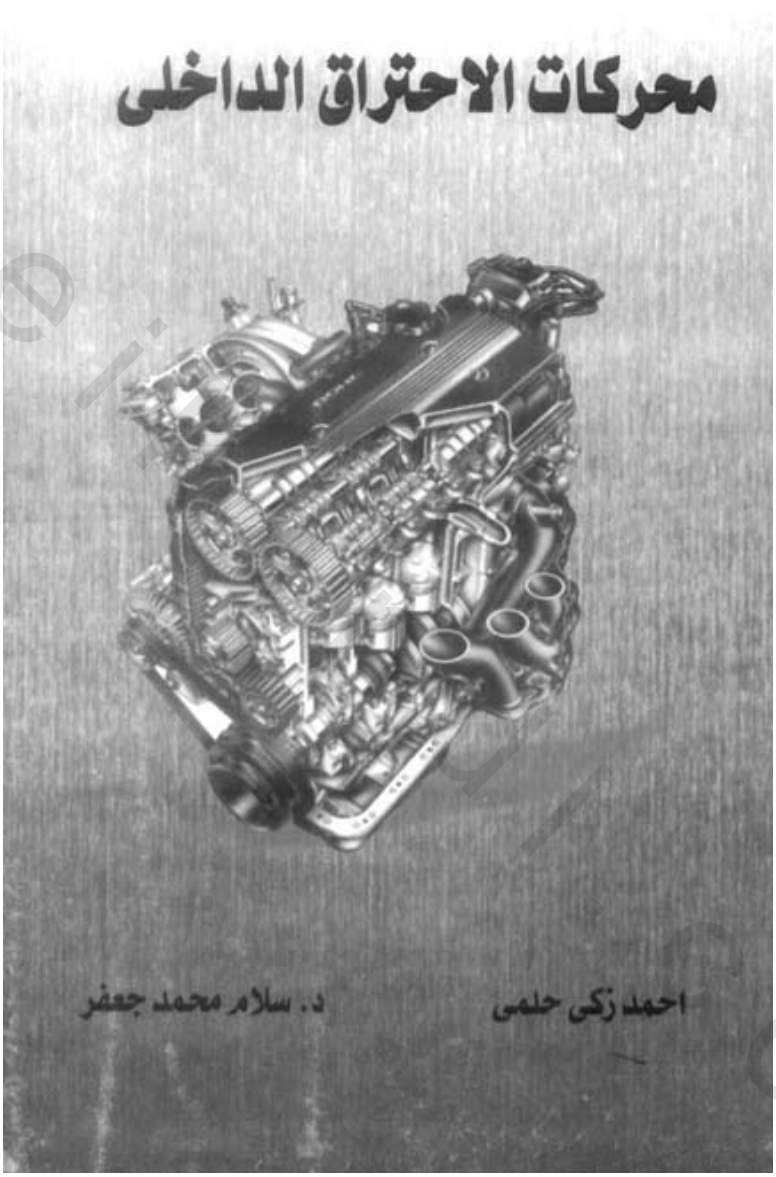
obeikan.com

صدر عن دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع



دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع

صدر عن دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع



دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع

صدر عن دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع

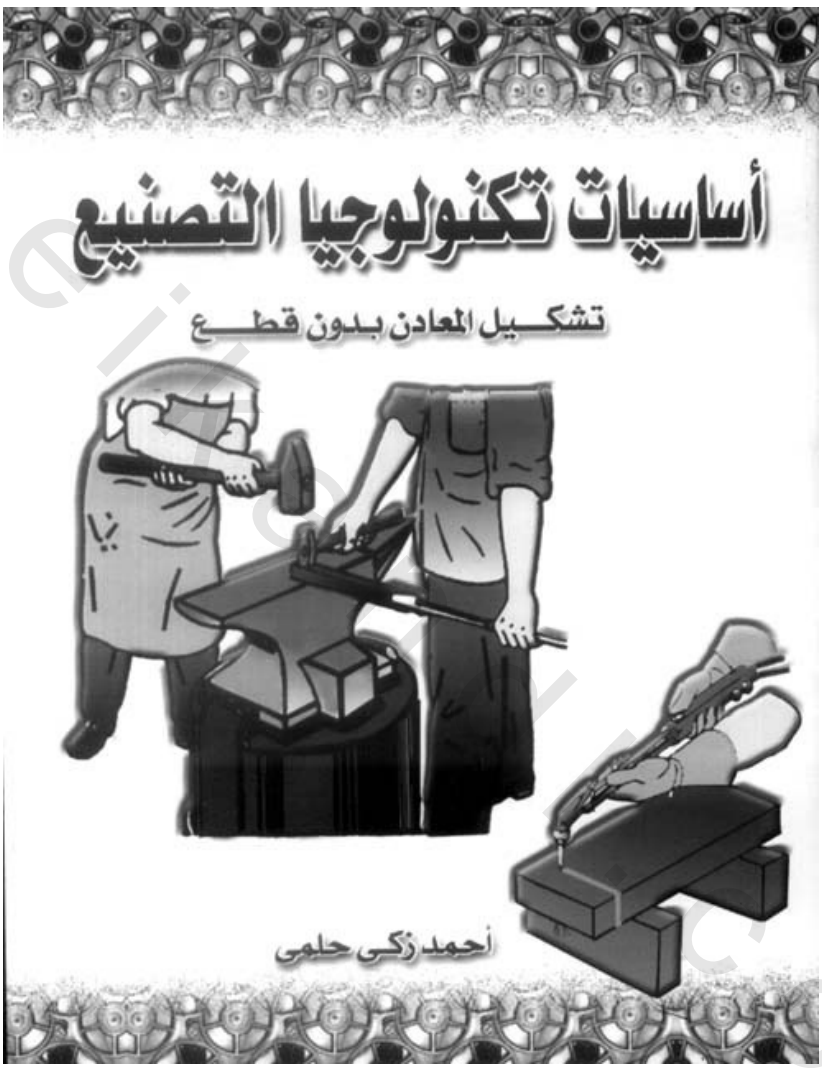
السلامة والصحة المهنية

مهندس
احمد زكى حلمى

مهندس
عبد المنعم محمد العفشوك

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع

صدر عن دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع



دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع