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).

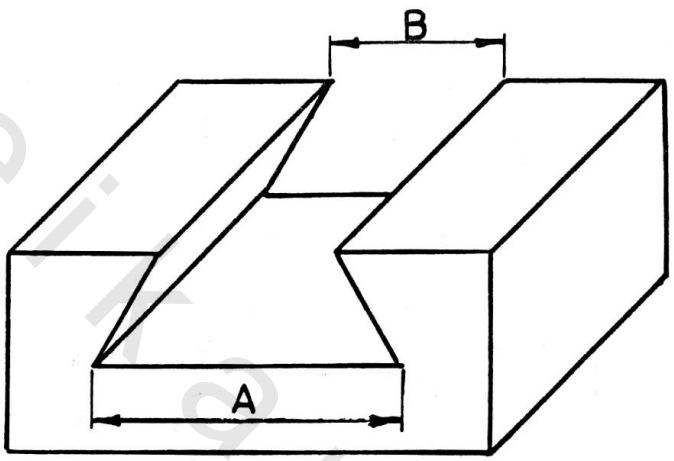
تنتج دور الصناعة قدود القياس على هيئة مجموعة متدرجة في القياس من 5 . ٣٠ ملليمتر داخل صندوق خشبي صغير، ويجب مراعاة وجود مجموعتين متماثلتين من هذه القدود حتى يمكن توفير زوج من كل قياس.

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 :

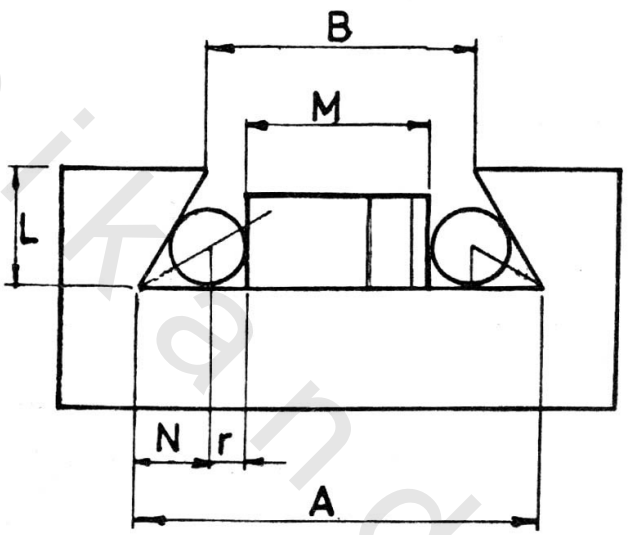
1- يجب العناية بتنظيف أسطح القياس لكل من المجرى الغنفاري وقوالب القياس وقدود القياس الأسطوانية بمنظف مناسب كالبنزين أو الكحول النقي قبل البدء في عملية القياس بوقت كافٍ لكي تتساوى درجة حرارة كل من المشغولة وأدوات وأجهزة القياس مع درجة حرارة حجرة القياس.
2- إذا لم تكن زاوية المجرى الغنفاري (θ) معلومة، فيجب قياسها باستخدام

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.

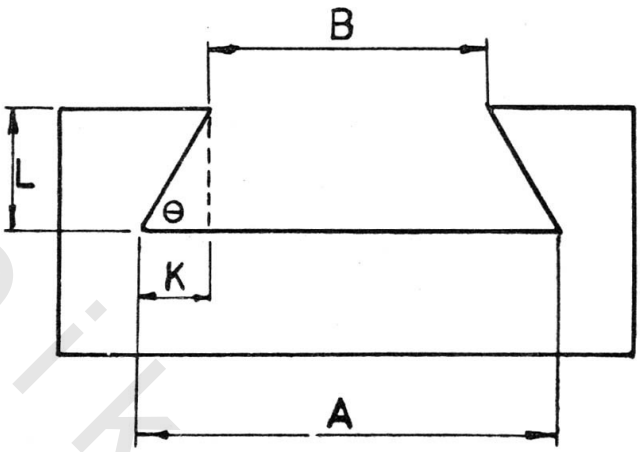
r ... نصف قطر قد القياس الأسطواني.

N ... البعد بين الخط العمودي من رأس الزاوية (θ) والخط العمودي من مركز القد الأسطواني = $\dfrac{\text{نصف قطر قد القياس الأسطواني}}{\tan\theta}$

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:

$$\tan\theta = \frac{L}{K}$$

$$1.7321 = \frac{20}{K}$$

$$K = \frac{20}{1.7321} = 11.547\text{mm}$$

$$B = A - 2K$$

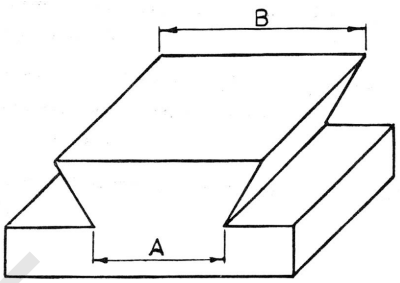
openkandl.com

$= 43.543 - (2 \times 11.547)$

$= 20.449$ 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:

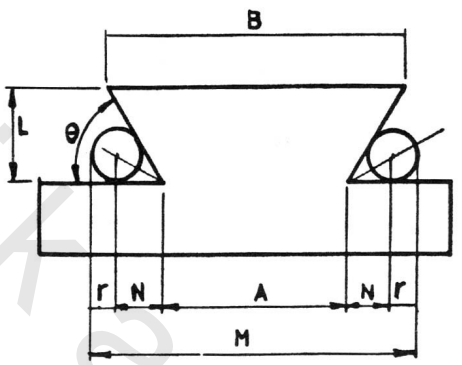
1- يجب العناية بتنظيف أسطح القياس لكل من المجرى الغنفاري وقدي القياس الأسطوانين وميكرومتر القياس الخارجي وميكرومتر قياس الأعماق أو قدمة قياس الأعماق بمنظف كالبنزين أو الكحول النقي قبل البدء في عملية القياس بوقت كاف لكي تتساوى درجة حرارة كل من المشغولة وأدوات وأجهزة القياس مع درجة حرارة حجرة القياس.
2- 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.

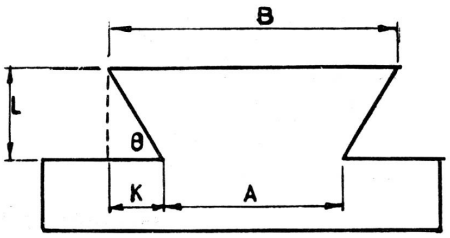
N.. البعد بين الخط العمودي من رأس الزاوية θ والخط العمودي من مركز

$$\text{القد الأسطواني} = \frac{\text{نصف قطر قد القياس الأسطواني}}{\tan\theta}$$

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

$$B = A + 2K$$

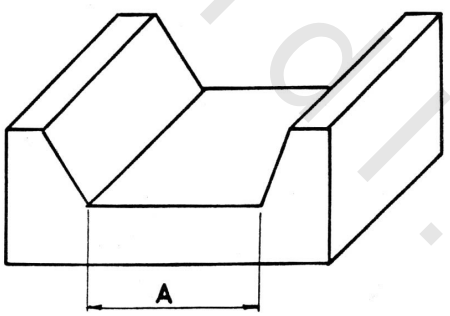
ويمكن إيجاد قيمة البعد K من خلال استخدام النسب المثلثية كما يلي:

$$\tan\theta = \frac{L}{K}$$

$$\therefore K = \frac{L}{\tan\theta}$$

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.

obeikandl.com

٣-منقلة بورنية أو جهاز إسقاط ضوئي.

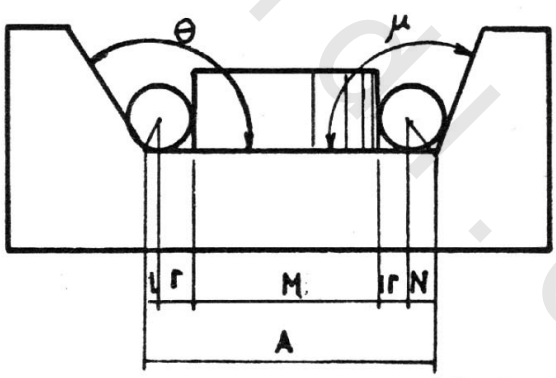
خطوات العمل :

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:-

$$\tan\frac{\theta}{2}=\frac{r}{L}$$

$$L=\frac{r}{\tan\frac{\theta}{2}}$$

$$\therefore\ L=r\cot\frac{\theta}{2}$$

$$\tan\frac{\mu}{2}=\frac{r}{N}$$

$$N=\frac{r}{\tan\frac{\mu}{2}}$$

$$\therefore\ N=r\cot\frac{\mu}{2}$$

$$A=M+2r+r\cot\frac{\theta}{2}+r\cot\frac{\mu}{2}$$

$$=M+2r+r(\cot\frac{\theta}{2}+\cot\frac{\mu}{2})$$

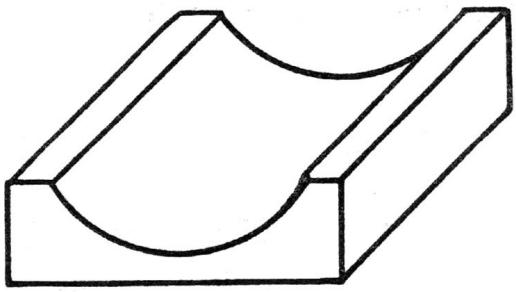
$$=M+2r\left[1+\frac{1}{2}(\cot\frac{\theta}{2}+\cot\frac{\mu}{2})\right]$$

$$A=M+2r(1+\frac{\cot\frac{\theta}{2}+\cot\frac{\mu}{2}}{2})$$

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.

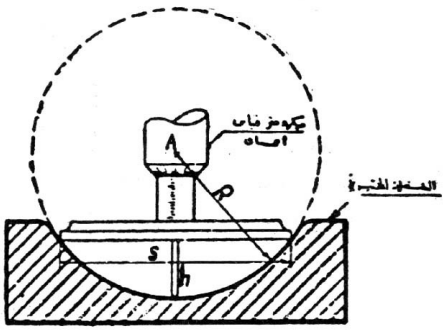
3- (أ) يوضع ميكرومتر الأعماق على المشغولة، بحيث ترتكز قاعدة الميكرومتر على السطح المستدير الداخلي المطلوب تعيين نصف قطره.

(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

$$R = \frac{h}{2} + \frac{S^2}{8h}$$

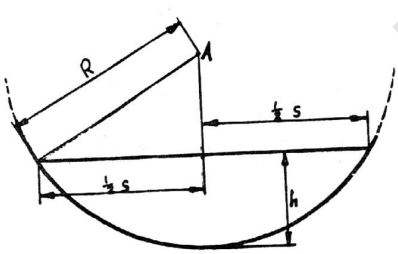
حيث A ... مركز الدائرية التي يقع السطح المستدير للمشغولة بها.

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

$$R^2 = (R - h)^2 + (\frac{S}{2})^2$$

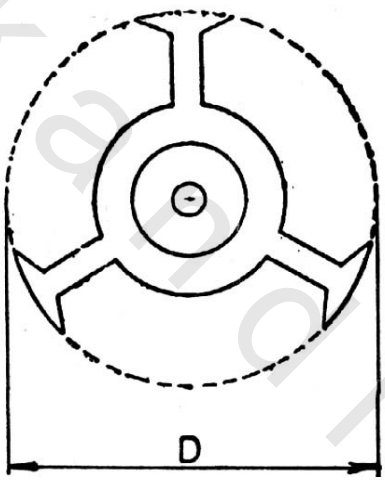
$$R^2 = R^2 - 2Rh + h^2 + \frac{S^2}{4}$$

$$SRh = h^2 + \frac{S^2}{4}$$

$$\therefore R = \frac{h}{2} + \frac{S^2}{8h}$$

قياس قطر خارجي لمشغولة ذات ثلاثة حواف

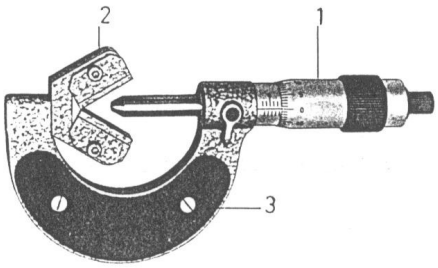
يراد قياس القطر الخارجي D للمشغولة ذات الثلاث حواف الموضحة بشكل 357.



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.

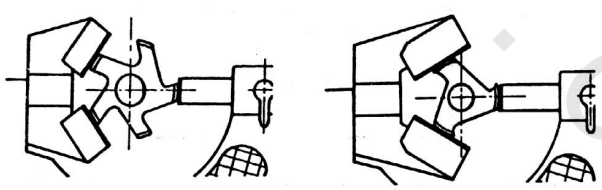
تتشابه هذه الميكرومترات مع بعضها البعض من حيث دقة القياس والشكل العام والتصميم، وتختلف زاوية قاعدة الارتكاز بكل منهم باختلاف شكل الجزء المراد قياسه (ثلاث أو خمس أو تسع حواف) وزاوية قاعدة الارتكاز بكل منهم كالآتي:-

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.

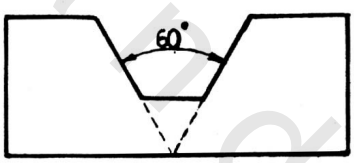
تجهز الأدوات والمعدات وأجهزة القياس الخاصة لقياس هذه المشغولة بطريقة القياس الغير مباشر، ويتم القياس بتسلسل الخطوات التالية:

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.

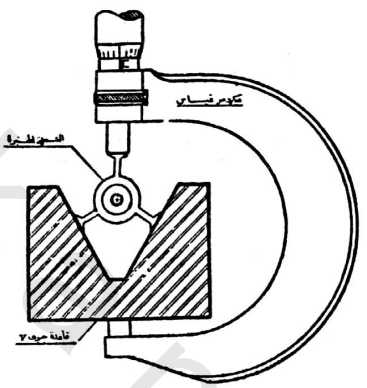
خطوات العمل :

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.

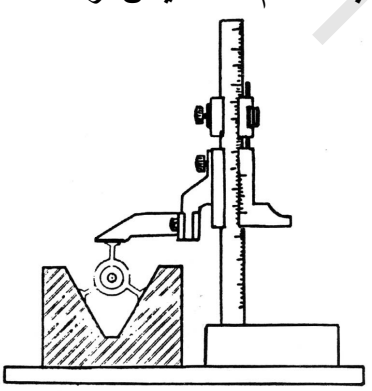
2- **وضع المشغولة المراد قياس قطرها الخارجي بداخل فتحة القاعدة حرف V بحيث يرتكز طرفان منها على جانبي زاوية القاعدة، ويكون الطرف الثالث متجهاً إلى أعلى.**

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

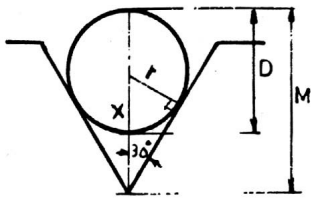
(ب) يؤخذ قياس البعد M باستخدام قدمة قياس ارتفاعات كما هو موضح بشكل 362.



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 :-

$$M = D + \frac{D}{2} = \frac{2D + D}{2} = \frac{3D}{2}$$

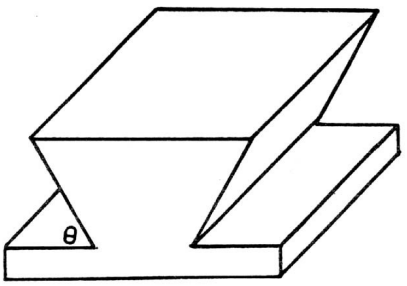
$$\therefore 3D = 2M$$

$$D = \frac{2}{3} M$$

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

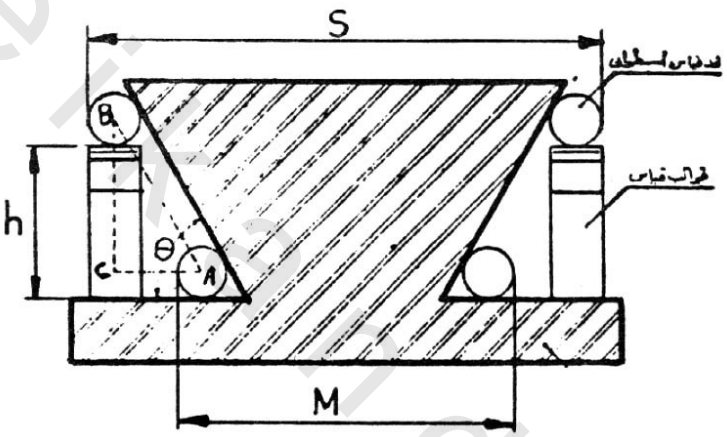
obeikandl.com

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 $AC \;//$

$BC \perp AC$

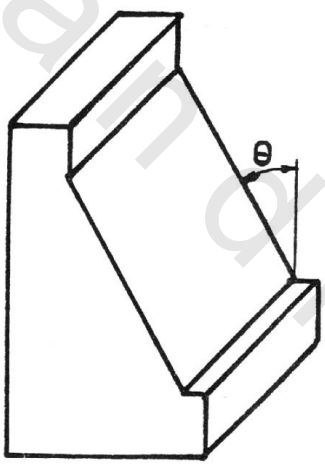
$\therefore \angle BAC = \theta$

$$\tan\theta = \frac{BC}{AC} = \frac{h}{\frac{1}{2}(S-M)}$$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{2h}{S-M}$$

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.

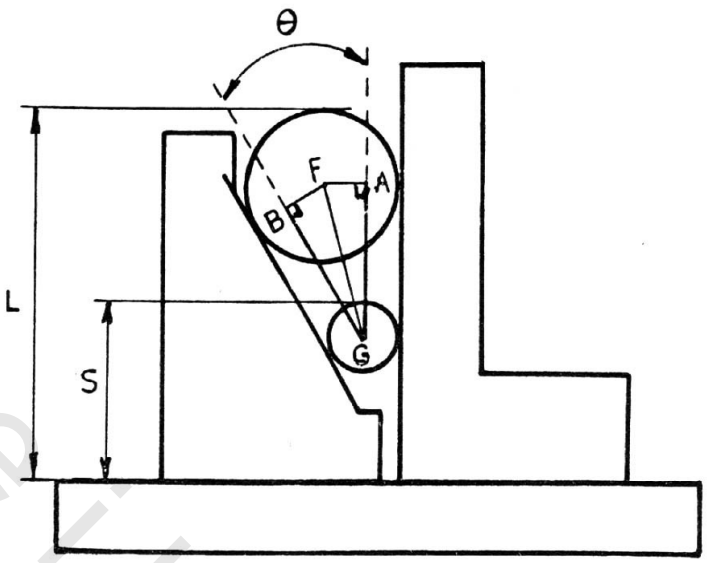
3- (أ) يوضع قد القياس الأسطواني ذو القطر الأصغر في الزاوية المحصورة بين السطح المائل للمشغولة وسطح الزهرة القائمة ويؤخذ قياس البعد (S) باستخدام قدمة قياس الارتفاعات.

(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:-

openkanal.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:-

$$FA = FB = R - r$$

$$\angle AGF = \angle BGF = \frac{1}{2}\angle\theta$$

$$\tan\frac{\theta}{2} = \frac{AF}{AG} = \frac{R-r}{AG}$$

$$AG = L - R - S + r$$

$$= L + r - R - S$$

$$\therefore \tan\frac{\theta}{2} = \frac{R-r}{L+r-R-S}$$

$$= \frac{R-r}{(L-S)-(R-r)}$$

$$\therefore \theta = 2\tan^{-1}\frac{R-r}{(L-s)-(R-r)}$$

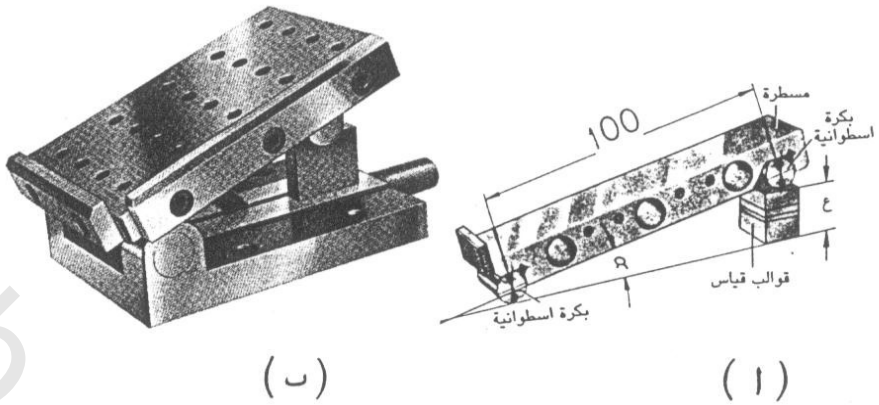
قضيب الجيب

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**

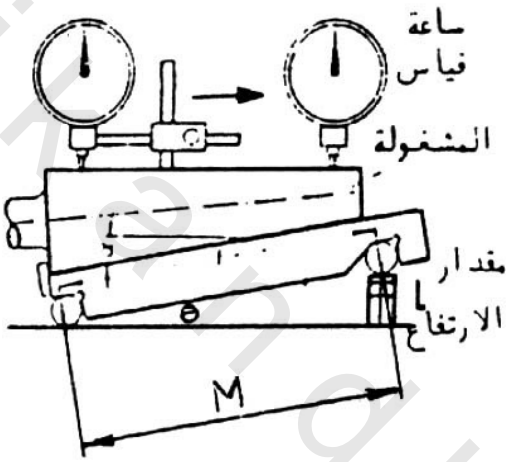
يكون السطح العلوي للجزء المطلوب قياسه موازياً تماماً لسطح زهرة الاستواء، ويمكن إيجاد قيمة الزاوية المراد قياسها بالمعادلة التالية:-

$$\text{Sin } \theta = \frac{\text{PERPENDICULAR}}{\text{BASE}}$$

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

obeikandl.com

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

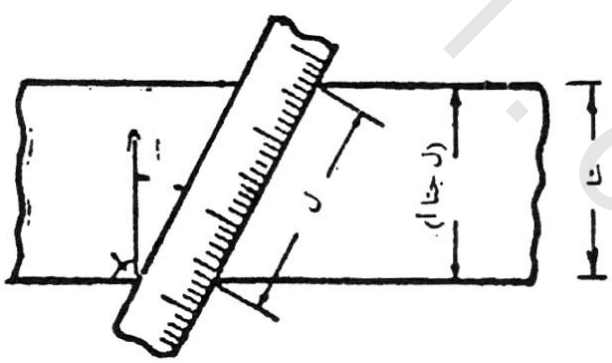
(هـ) خطأ عدم المحاذاة. قبل التعرف على أخطاء عدم المحاذاة.. يجب الرجوع إلى أهم المبادئ الأساسية لعملية القياس، وهو ضرورة انطباق فكي أداة القياس على الجزء المراد قياسه بحيث يكون فكي اتجاه القياس موازياً للبعد.. واتجاه القياس محدد بنوع أداة القياس المستخدمة. فمثلاً اتجاه القياس بميكرومتر خارجي يكون في اتجاه 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.

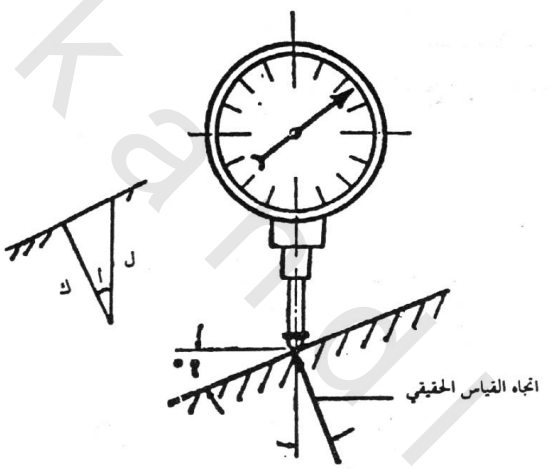
ل ... القراءة على تدريج القياس.

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.

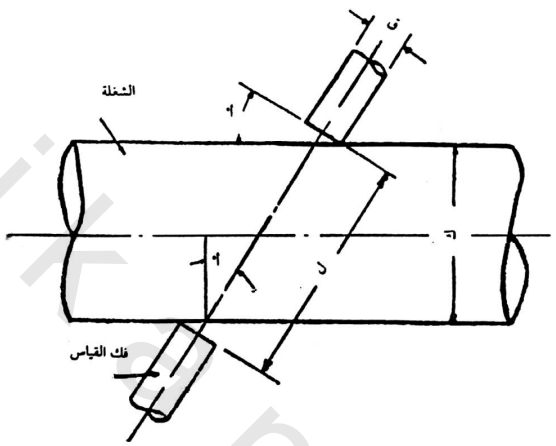
ك ... قيمة البعد الحقيقي.

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.