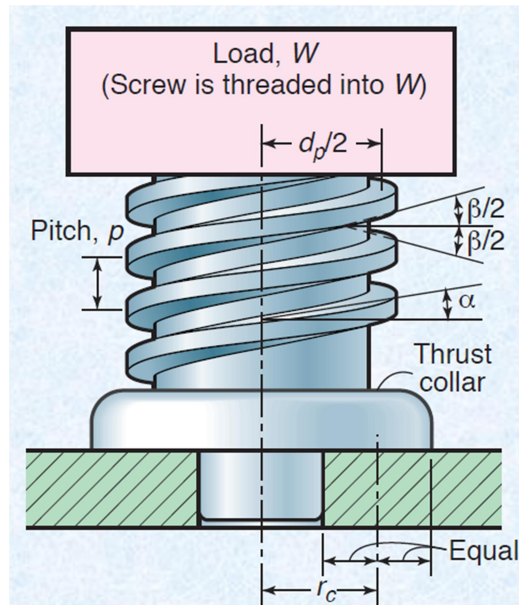




وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الفرات الاوسط التقنية
المعهد التقني / الديوانية
قسم التقنيات الميكانيكية
فرع الانسج

عمليات تصنيع



إعداد

عبد الكاظم سلمان سنكور

الباب الأول

مقدمة و مبادئ أساسية عن القياسات

INTRODUCTION AND BASICS OF METROLOGY

1-1 مقدمة

لقد استعمل الإنسان القياسات منذ فجر التاريخ كوسيلة عملية للتعرف على الظواهر الطبيعية المحيطة به و لتحديد أشياء يستعملها خلال حياته اليومية. فقد اخترع الإنسان أجهزة قياس الأطوال و الكيل منذ الحضارات الإنسانية الأولى لتنظيم أسلوب حياته الاجتماعية و الاقتصادية. فقد استعملت قياسات الأبعاد من طرف المصريين الفرعنة بالدقة التي سمحت ببناء الأهرامات كما استعملت مكايل دقيقة في المعاملات التجارية بين مختلف الأمم في ذلك الزمان و قد أخذ القياس دورا مهما جدا في جميع مجالات الحياة البشرية القديمة و الحديثة.

إن التطور الصناعي و التكنولوجي و الاقتصادي الذي نعيشه في العصر الحديث هو نتاج الاستعمال الصحيح لمبادئ القياسات و ديمومته مرتبطة بدقة عملية القياس و خلوها من الأخطاء. إنه لمن السهل أن يلاحظ أحدنا أن حياته اليومية مملوءة بأنواع عدة من القياسات بل أصبحت حياتنا (الاجتماعية، الاقتصادية و السياسية) مرتبطة بأجهزة قياس مختلفة. فعلى سبيل المثال لا الحصر ...

- الساعة التي نضعها على أيدينا لمعرفة و تنظيم وقتنا جهاز قياس مهم.
- قيادتك للسيارة بأمان مرتبطة بعدة أجهزة قياس (عداد سرعة السيارة - مؤشر درجة الحرارة - مؤشر خزان الوقود إلخ).
- قياس درجة الحرارة و سرعة الرياح و اتجاهها عن طريق أجهزة قياس مهم جدا للملاحة الجوية و بالتالي على تنقلاتنا.
- عداد الكهرباء و الماء الموجودين عند مدخل البيت هما أجهزة قياس الاستهلاك و على أساسها ندفع الفاتورة إلى الشركات المجزة.
- التبادلات التجارية بين مختلف الدول مبني على الموازين و المكايل.
- خلال دراستك لمختلف العلوم منذ المدرسة الابتدائية استعملت عدة أجهزة قياس من أبسطها المسطرة لتحديد أطوال المربعات و المستطيلات و المنقلة لحساب الزوايا.

إن القياسات أو الميتورولوجيا (Metrology) هي علم شامل يدخل في جميع العلوم الطبيعية و التكنولوجية و لتطبيقاتها تأثير بالغ و مهم على جميع النشاطات البشرية بحيث أن عدم إجراء القياسات الدقيقة عن قصد أو عن غير قصد يؤدي إلى نتائج سلبية جدا على كافة المستويات.

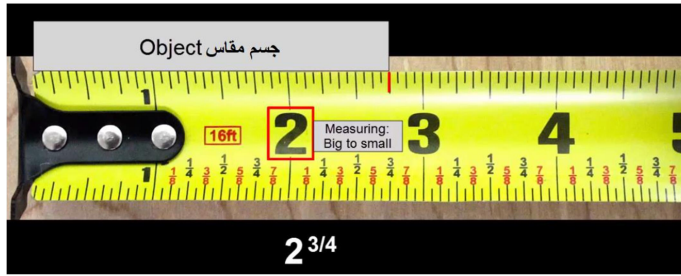
2-1 - العناصر الأساسية لعلم القياسات Basic Components of Metrology

من هذا التعريف نلاحظ أن لعلم القياسات ثلاثة عناصر أساسية :

- عملية القياس Measurement
- نظام وحدات القياس الدولي - SI International System of Units
- مرجعية عملية القياس Traceability

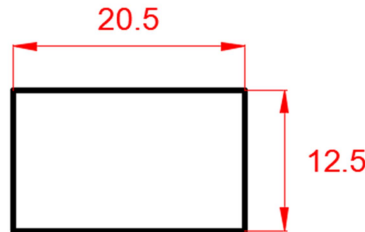
3-1 - عملية القياس: (Measurement)

تعرف عملية القياس بأنها عملية مقارنة بين البعد المراد قياسه و وحدة قياس معلومة مجسدة في جهاز قياس.



الشكل (1) قياس طول الشغلة = مقارنة الطول مع مسطرة القياس

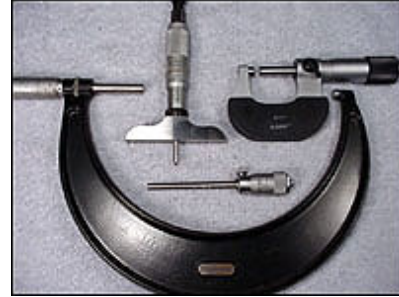
تسمح عملية القياس بتحديد قيمة البعد المقاس بقيمة عددية بالنسبة لوحدة قياس معلومة. فمثلا نتيجة قياس أبعاد الشغلة باستخدام مسطرة القياس أعطت النتائج التالية ...



الارتفاع	H	12.5mm
الطول	L	20.5mm

تتم عملية القياس باستخدام أجهزة و معدات خاصة مهيأة لأغراض القياس مثل

- أجهزة القياس (Measurement Instruments) أو
- محددات القياس (Gages).



تحتوي نتيجة عملية القياس على ثلاثة معلومات أساسية و هي :

- القيمة العددية التي من خلالها يحدد وصف للبعد أو الخاصية المقاسة.
- وحدة قياس مناسبة متفق عليها في إطار نظام وحدات القياس الدولي.
- نسبة خطأ معينة بحيث أن كل عملية قياس إلا و بها نسبة أخطاء معينة تعود لأسباب متعلقة بالجهاز أو مستعمل الجهاز و طريقة و ظروف استعماله.

خلال إجراء عملية القياس في المختبرات و في ورش التشغيل تكمن مهمة المهندس و الفني في تحديد قيم الأبعاد بالنسبة لوحدية القياس الدولية بالدقة اللازمة و اتخاذ جميع التدابير للحيلولة دون وقوع أخطاء قياس بنسب كبيرة من بين أهم هذه الإجراءات العملية نذكر ما يلي :

1. المحافظة على جهاز القياس في حالة عملية جيدة و عدم تعرضه لأي شيء قد يخربه.
2. المحافظة على بيئة عمل خاصة (درجة حرارة = 200) ، درجة رطوبة = (50%) و محيط نظيف.
3. اتخاذ جميع الاحتياطات لإجراء قراءة نتيجة القياس الصحيحة (القراءة العمودية على الجهاز الخ...).
4. استعمال وحدة القياس المناسبة.
5. المعايرة الدورية لجهاز القياس و هذا بمقارنته مع معايير معلومة.

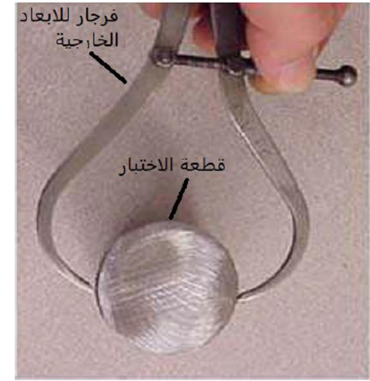
1-4 - طرق إجراء عملية القياس

تجرى عملية القياس على طريقتين :

- القياس المباشر (**Direct Measurement**) بمقارنة البعد المراد قياسه مباشرة مع جهاز القياس (الشكل 1).



- القياس الغير مباشر (**Indirect Measurement**) فيتم عن طريق وسائل مساعدة مثل الفرجار لاستشعار البعد المراد قياسه و من ثم مقارنته مع جهاز قياس مثل المسطرة أو القدمة ذات الورنية (الشكل 2) الفرجار هي أدوات مساعدة لإجراء عملية القياس للأبعاد بطريقة غير مباشرة بحيث أنها تسمح بنقل قيمة البعد المراد قياسه من الشغلة إلى جهاز القياس تستعمل هذه الوسائل في الحالات التي يتعذر فيها وصول جهاز القياس الى البعد المقاس.



شكل يوضح استعمال الفرجار لنقل الأبعاد وإجراء القياس الغير مباشر

1-5 - وحدات القياس الدولية International System of Units

لقد استعمل الإنسان منذ فجر التاريخ القياسات لتحديد و معرفة العوامل الفيزيائية المتواجدة في محيطه و لتحديد ذلك كان توجهه إلى استعمال وحدات قياس طبيعية مستقاة من محيطه المعهود فقد استعمل الذراع و القدم لتحديد الأبعاد و الأطوال كما استعمل وحدة الزمن

المتتمثلة في الليلة و اليوم لتحديد المسافات البعيدة كانت هذه المعايير و وحدات القياس كافية في العصور الأولى من التاريخ البشري رغم تنوعها و اختلافها من مكان إلى آخر و مع التقدم الصناعي الذي واكب الثورة الصناعية مع مطلع القرن الثامن عشر الميلادي أصبحت هذه المعايير و وحدات القياس لا تفي بالغرض و قد دفعت ظروف الحرب العالمية الثانية إلى تطور صناعي مذهل كان أساسه تبادلية المنتجات الصناعية مما أبرز الحاجة الماسة إلى توحيد نظم القياس على المستوى الدولي. انبثق عن هذا النظام الدولي لوحدات القياس **International System of Units – SI** المتفق عليه في المؤتمر الدولي للقياسات في سنة 1960 م. يحدد هذا النظام وحدات قياس الكميات الطبيعية التي نتعامل معها في حياتنا الصناعية، الاقتصادية و الاجتماعية.

يحتوي النظام الدولي لوحدات القياس على وحدات أساسية مبينة في الجدول (1) و وحدات مشتقة مبينة في الجدول (2).

• الوحدات الأساسية Units SI Base

الرمز Symbol	الوحدة Unit	الكمية المقاسة Measured Quantity
m	meter	الطول أو البعد Length
Kg	Kilogram	الكتلة Mass
s	Second	الزمن Time
K	Kelvin	درجة الحرارة Temperature
A	Ampere	التيار الكهربائي Electrical Current
mol	Mole	كمية المادة Quantity of matter
Cd	Candela	شدة الاستضاءة Luminosity
rd	Radian	الزاوية المسطحة Plane angle

لكل وحدة من الوحدات الأساسية معيار دولي معرف بدقة متناهية و محفوظ من طرف المنظمة العالمية للمقاييس **International**

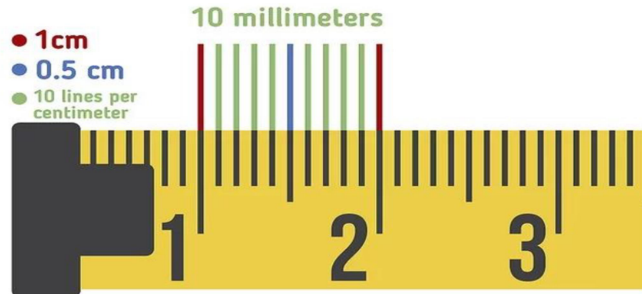
Standards Organization ISO

Derived Units الوحدات المستنبطة

من الوحدات الأساسية يمكن استنباط وحدات عملية أخرى تسمى بالوحدات المشتقة. تشتق هذه الوحدات عن طريق القوانين الفيزيائية التي تحكم الكمية المدروسة. الجدول 2 يمثل بعض الوحدات المشتقة التي نستعملها بكثرة في واقعنا الصناعي.

الرمز Symbol	الوحدة من القانون الفيزيائي	الكمية المقاسة Measured Quantity
m^2	الطول X الطول	المساحة Surface
m^3	الطول X الطول X الطول	الحجم Volume
m/s	الطول / الزمن	السرعة الخطية Speed
Hz	1/الزمن	الذبذبة Frequency
kg/m^3	الكتلة / الحجم	الكثافة Density
m/s^2	السرعة / الزمن	التسارع Acceleration
N	الكتلة X التسارع	القوة Force
N/m^2	القوة / المساحة	الضغط Pressure
m^3/s	الحجم / الزمن	التدفق Flow Rate

حسب النظام الدولي للمقاييس SI ففي المختبرات وورش الميكانيكا نستعمل وحدة المتر في قياس الأبعاد و الأطوال كوحدة أساسية إلا أنه عمليا كثيرا ما نستعمل وحدة المليمتر أو السنتيمتر و هي معرفة كما يلي:



10^3 mm	10^2 cm	1m
10^{-3} m	10^{-2} cm	1mm

عملية تستعمل بعض أجزاء أو مضاعفات وحدة القياس و هي مبينة على الجدول 3.

اسم المعامل Prefix		الرمز	معامل الضرب
التيرا	Tera	T	10^{12}
الجيجا	Giga	G	10^9
الميجا	Mega	M	10^6
الكيلو	kilo	k	10^3
السنتي	centi	c	10^{-2}
الميلي	milli	m	10^{-3}
الميكرو	micro	μ	10^{-6}
النانو	nano	n	10^{-9}
البيكو	pico	p	10^{-12}

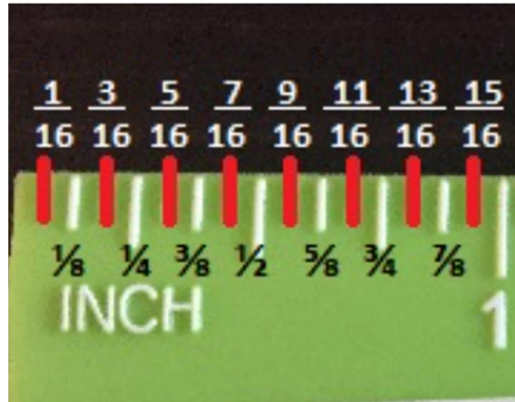
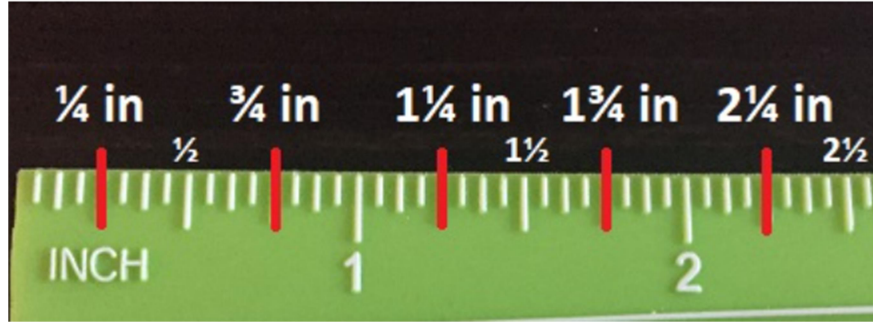
1-6 وحدات القياس في النظام الإنجليزي English Units

إن وحدة المتر المستعملة في النظام الدولي أخذت من النظام المتري الفرنسي و بالموازاة مع هذا النظام يوجد هناك النظام الإنجليزي الذي ما زال مستعملا بصورة أقل شمولية من النظام الدولي يعتمد النظام الإنجليزي على وحدات القياس التالية: الميل، الياردة، القدم و البوصة و هي معرفة كما يلي ...

الوحدة الإنكليزية		رمزها وقيمتها في النظام الانجليزي	قيمتها في نظام الدولي SI
الميل	miles	1 mile = 1760 yard	1 mile = 1.609 km
الياردة	yard	1 yard = 3 ft	1 yd = 91.44 cm
القدم	foot	1 ft = 12 in	1 ft = 30.48 cm
البوصة	inch	in	1 in = 25.4 mm

تعتبر وحدة البوصة من بين الوحدات المعمول بها في المجال الصناعي. لذا نجد أن معظم أجهزة قياس الأبعاد مثل المسطرة الحديدية أو القدمة ذات الورنية مدرجة بهذه الوحدة إضافة إلى وحدة المليمتر.

أجزاء البوصة هي ... ($1/128$, $1/64$, $1/32$, $1/16$, $1/8$, $1/4$, $1/2$, $5/8$, $3/4$, $7/8$)



الباب الثاني

قياس الأبعاد باستخدام المساطر الحديدية

DIMENSIONAL MEASUREMENTS USING STEEL RULERS

1-2 مقدمة

يعتبر قياس الأبعاد من بين أهم العمليات التقنية التي تقوم بها خلال عمليات التشغيل و الإنتاج الصناعي للقطع بحيث تلعب هذه العملية دورا مهما في تصنيع القطع حسب المواصفات الفنية و بالتالي ضمان جودتها. تستعمل كذلك القياسات الدقيقة كأداة تقييم العمليات الإنتاجية و ضمان تصنيع منتجات تحقق مستوى الأداء المطلوب.

رغم التقدم التكنولوجي الهائل في مجال القياسات الذي سمح بتوفير أجهزة إلكترونية دقيقة و معقدة لقياس الأبعاد , إلا أن الأجهزة الميكانيكية البسيطة تبقى سيدة مجال القياسات في ورش التشغيل و المختبرات التدريبية. و من أهم هذه الأجهزة و التي ما زالت و ستبقى إلى أجل غير مسمى في متناول الفني و المهندس لإجراء قياسات الأبعاد:

- المسطرة الحديدية **Steel rule**
- القدمة ذات الورنية **Vernier Caliper**
- المايكرومتر **Micrometer**

سنستعرض طريقة استعمال المسطرة الحديدية لقياس الأبعاد يلي بعد ذلك عرض تقنية القدمة ذات الورنية و المايكرومتر في الأبواب اللاحقة :

2-2 قياس الأبعاد باستخدام المسطرة الحديدية

تعتبر المسطرة الحديدية من أدوات قياس الأبعاد الأكثر شيوعا في الورش و في المصانع. تستعمل عادة في إجراء القياسات العادية للقطع المشغولة و في نقل الأبعاد من الرسومات و التصاميم إلى خامات التشغيل و القطع المصنعة و تصنع المساطر عادة من الصلب الذي لا يتأثر كثيرا بالتغيرات التي قد تحدث في محيط العمل من درجة الحرارة، الرطوبة و الاهتزازات



عادة ما تحتوي المسطرة الحديدية على تدرج بالبوصة من ناحية و بالمليمتر من ناحية أخرى وينصح باستعمال وحدة المليمتر في قياساتنا و هذا تماشيا مع النظام الدولي للقياسات (SI) إلا انه في بعض الحالات يمكن إجراء القياس على النظام الانجليزي حيث نستعمل وحدة البوصة ويمكن أن نذكر هنا بقانون التحويل بين الوحدتين حيث ان $(1\text{in}=25.4\text{mm})$

على الفني و المهندس أن يتقن القياس على المسطرة الحديدية بالوحدتين و أن يعرف قانون التحويل كما يمكنه استعمال بعض الجداول الصناعية المتواجدة في الورش تسمح المسطرة الحديدية بإجراء قياس أطوال المشغولات بدقة قياس تساوي 1 مم في حين يمكن إجراء القياس بدقة 0.5 مم على بعض المساطر.

بالنسبة للمسطرة المجسدة للوحدة البريطانية (البوصة) فقد تكون مدرجة بأحد أجزاء البوصة و هي:

1/128 , 1/64 , 1/32 , 1/16 , 1/8 , 1/4 , 1/2 , 5/8 , 3/4 , 7/8

حتى يسهل علينا استعمال هذه الأجزاء و ما يقابله كأعداد عشرية يمكن لنا أن نستعمل الجداول الصناعية المتوفرة في ورش التشغيل و التي تعد كأدوات مساعدة للفني في عمليات القياس و مثال منها موضح على الشكل التالي:

INCHES	MILLIMETERS
1/32	0.79
3/64	1.19
1/16	1.59
5/64	1.98
3/32	2.38
7/64	2.78
1/8	3.18
9/64	3.57
5/32	3.97
11/64	4.37
3/16	4.76
13/64	5.16
7/32	5.56
15/64	5.95
1/4	6.35
17/64	6.75

2-3 أنواع المساطر الحديدية

أكثر أنواع مساطر القياس المستعملة في الورش هي ذات أطوال 6 بوصة (أو مسطرة الجيب) ، 12 بوصة و 18 بوصة.



وللحصول على أحسن دقة قياس يمكن استعمال مسطرة حديدية مع نهاية لوضعها مع حافة القطعة المقاسة



مسطرة ضيقة لقياس أعماق الثقوب



مسطرة حديدية صغيرة مع ممسك لقياس الأبعاد الصغيرة

2-4 قراءة قياس المسطرة الحديدية

تعتبر المسطرة الحديدية من أول أجهزة قياس الأبعاد التي تعاملنا معها منذ السنوات الأولى للدراسة الابتدائية نظرا لسهولة استعمالها حيث أن قراءة القياس عليها بسيط جدا. عادة ما تكون المسطرة مدرجة بالمليمتر (1mm) و بنصف المليمتر (0.5mm)

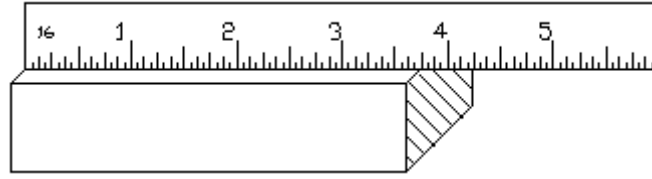


إجراء القياس الدقيق على المسطرة الحديدية يجب إتباع الطريقة التالي

1 نقوم بتحديد دقة القياس على المسطرة (إما أن تكون 1 مم أو 0.5 مم في حالة المسطرة المترية أو أحد أجزاء البوصة في حالة المسطرة البريطانية (8/1 أو 16/1 إلخ..))

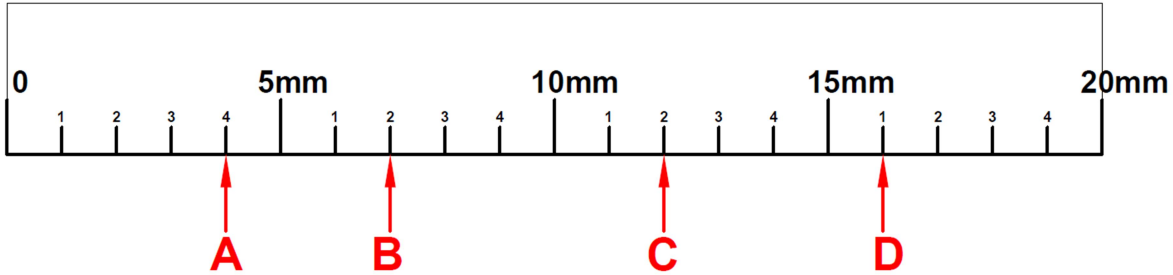
2 نوازي الحافة الأولى للبعد المراد قياسه مع صفر المسطرة (عادة ما يكون مع حافتها).

3 نقرأ قيمة القياس على المسطرة و الذي يكون موازيا للحافة الثانية للبعد. يجب أن نراعي دائما أن يكون نظرنا عموديا على القياس لأن القراءة من زاوية غير عمودية يسبب خطأ في القياس يسمى بخطأ الزاوية (Parallax Error)



$$\text{دقة المسطرة} = 1/16 \text{ ''}$$

وتكون قراءة القياس على المسطرة بالشكل التالي ...



A=4mm	C=12mm
B=7mm	D=16mm

الباب الثالث

قياس الأبعاد باستعمال القدمة ذات الورنية

DIMENSIONAL MEASUREMENTS USING VERNIER CALIPERS

1-3 مقدمة

خلال عمليات التشغيل و من حين لآخر يقوم الفني بالتحقق من مطابقة أبعاد القطع المشغولة مع المواصفات الموضوعة على التصميم سواء من ناحية الشكل، أو الأبعاد أو جودة الأسطح و لا يمكن أن يتأتى ذلك إلا عن طريق إجراء عمليات القياس على هذه الخصائص إن جودة المنتجات الصناعية تستدعي تصنيع قطع ميكانيكية بدقه عالية تتجاوز دقه المسطرة الحديدية ,لهذا فإن القياسات الدقيقة تستلزم استعمال أجهزة أكثر دقة مثل القدمة ذات الورنية و الميكرومتر كما تستعمل هذه الأجهزة الدقيقة أثناء تركيب الماكينات و أدوات القطع و أثناء إجراء عمليات الصيانة عليها. تعتبر القدمة ذات الورنية من بين أهم أجهزة القياس المستعملة في ورش الميكانيكا بصفة عامة و ورش التشغيل بصفة خاصة. ترجع هذه الأهمية للإمكانات المتعددة للقدمة في قياس الأبعاد مقرونة مع سهولة الاستعمال زيادة على دقتها الممتازة.

2-3 استعمال القدمة ذات الورنية

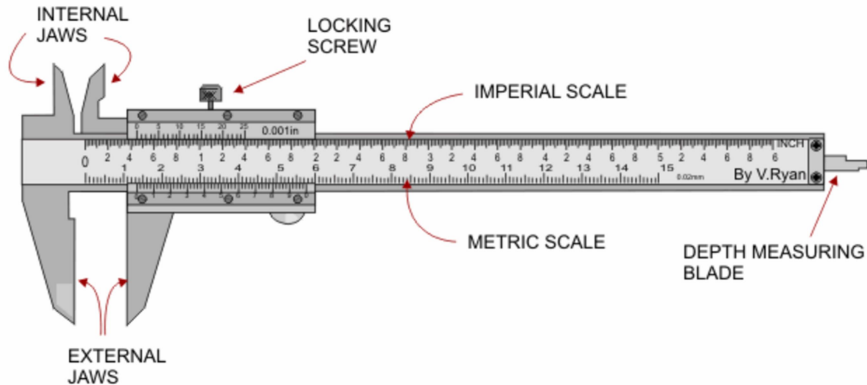
تستعمل القدمة ذات الورنية في الورش و المختبرات لإجراء قياسات الأبعاد الخارجية و الداخلية و أعماق الثقوب في القطع و المشغولات.



1 - الأبعاد الخارجية (External measurements)

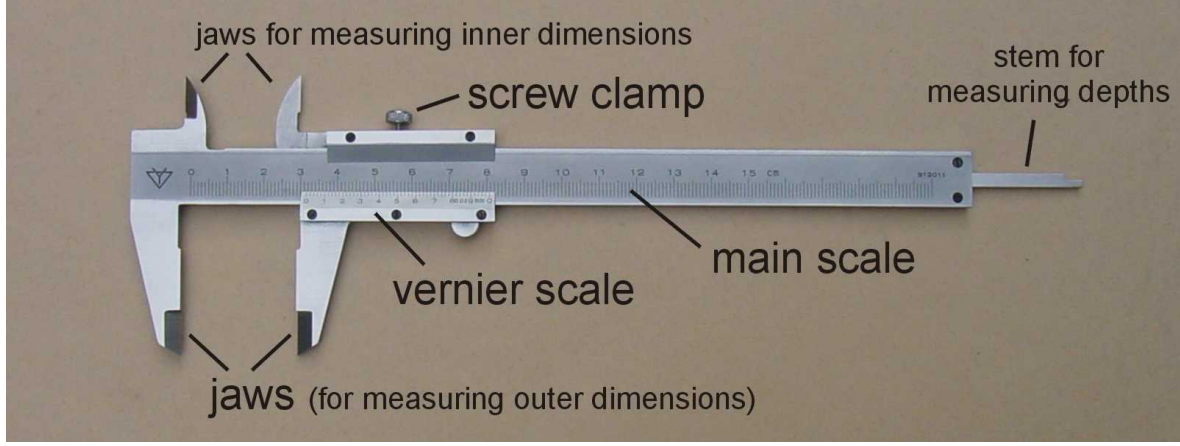
2 - الأبعاد الداخلية (Internal measurements)

3 - أعماق الثقوب (Depth measurements)



3-3 مكونات جهاز القدمة ذات الورنية

يمثل الشكل التالي جهاز القدمة ذات الورنية.



يتكون جهاز القدمة ذات الورنية من جزئين أساسيين:

أ – الجزء الثابت: ويحتوي على فك ثابت (**fixed Jaw**) متصل بمسطرة القياس الرئيسي (**main scale**) عادة ما تكون مسطره القياس الرئيسي مدرجه بالمليمتر (**mm**) من جهة و بالبوصة (**inch**) من جهة أخرى. نقرأ على مسطرة القياس الرئيسي المليمترات الصحيحة.

ب – الجزء المتحرك: وهو على شكل منزلقة تحمل الفك المتحرك (**movable jaw**) و ورنيه القياس (**Vernier scale**). تكون ورنيه القياس مدرجه بأجزاء المليمتر المتمثل في دقه الجهاز.

تمكن الورنية من قراءة الكسور الموجودة على مسطرة القياس الرئيسي بدقة قياس عالية. عادة ما تكون هذه الدقة ب ($1/10=0.1\text{mm}$) أو ($1/20=0.05\text{mm}$) أو ($1/50=0.02\text{mm}$).

تتم عملية القياس باستعمال القدمة ذات الورنية بوضع المقاس المراد قياسه بين الفكين الثابت والمتحرك (دون الضغط عليهما بقوة).

كما تحتوي القدمة ذات الورنية على ساق أو عمود لقياس أعماق الثقوب. (**Stem for depth measurements**)



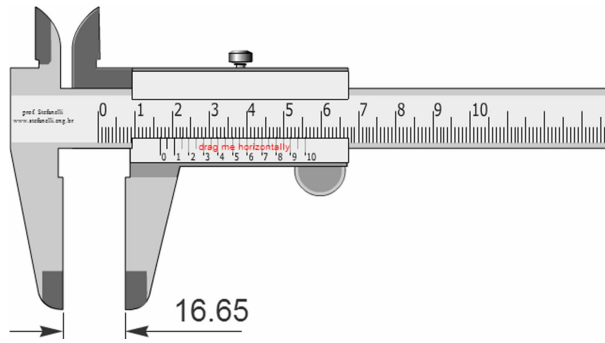
3-4 طريقة قراءة قياس القدمة ذات الورنية :

تتم عملية قراءة قياس القدمة ذات الورنية على مرحلتين أساسيتين :

أولاً : ننظر إلى ورنية القياس وبالتحديد إلى موقع الصفر ونقرأ العدد الذي على يساره والمسجل على مسطره القياس الرئيسي. نسجل قيمه القراءة (A) بالمليمترات الصحيحة.

ثانياً : ننظر إبتداءً من صفر المسطرة ونحدد أول تطابق تام بين تدريجي المسطرة و الورنية ثم نقرأ عدد تدرج الورنية المسجلة مع التطابق ، يضرب هذا العدد في دقة الورنية ويكون ذلك قيمة قراءه الورنية (B) بأجزاء المليمتر.

يكون حاصل جمع قيمة (A) وقيمة (B) نتيجة قيمة القياس على الجهاز القدمة ذات الورنية.

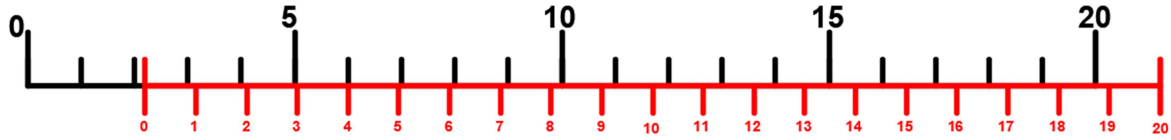


يتم تحديد دقة الورنية من لوحة تفاصيل الجهاز و عادة ما تكون مسجلة على الجهاز. إذا لم نتمكن من ذلك فيمكن حساب الدقة بطريقة بسيطة جدا بحيث إذا علمنا بأن مقياس الورنية الإجمالي يساوي (1mm) فيمكن عد عدد التدرجات في الورنية و لتكن (n) مثلا تكون الدقة هي أصغر تدرج على الورنية و تحسب بالعلاقة الدقة = $(1/n)$ مم.

▪ بصفة عامة إذا كان عدد التدرجات على الورنية ($n=50$) (و نسمي هذه الورنية الخمسينية) و تكون دقتها تساوي ($1/50$) = $(0.02mm)$.

▪ إذا كان عدد التدرجات على الورنية ($n=20$) (و نسمي هذه الورنية العشرينية) و تكون دقتها تساوي ($1/20$) = $(0.05mm)$.

الصورة التالية توضح الطريقة الصحيحة لقراءة القياس على جهاز القدمة ذات الورنية نؤكد هنا أنه من الأخطاء الشائعة في أوساط بعض الفنيين الصناعيين قراءة القياس الرئيسي من على حافة الورنية هذا خطأ و يجب القراءة على صفر الورنية ...



الصورة توضح الطريقة الصحيحة لقراءة القياس على القدمة ذات الورنية

دقة الجهاز = $20 / 1 = 0.05$ mm (القدمة العشرينية)		
2 mm	A	القياس الرئيسي
4×0.05 mm = 0.20 mm	B	قياس الورنية
$2 + 0.20 = 2.20$ mm	A+B	قيمه القياس على الجهاز

3-5 أنواع القدمات

توجد أنواع متعددة من القدمات المستعملة لقياس الأبعاد في المختبر و في الورش من بين أهم الأنواع نذكر ما يلي :

1 - القدمة ذات الورنية (Vernier Caliper)

	<p>1 - القدمة ذات الورنية (Vernier Caliper)</p>
	<p>2 - القدمة الرقمية (Digital Caliper)</p>
	<p>3 - القدمة بوجه ساعة (Dial Caliper)</p>

2 - القدمة الإلكترونية أو الرقمية (Digital Caliper)

تستعمل القدمة الإلكترونية بنفس الطريقة المذكورة للقدمه ذات الورنية إلا أن قراءة نتيجة القياس تكون مباشرة على الشاشة الإلكترونية يتميز هذا النوع بسهولة إستعماله و لكنه حساس و قد تتأثر دقته بالحرارة، الرطوبة و المواد الكيماوية.

الصورة تبين قدمة إلكترونية تستعمل لقياس قطر خارجي لأسطوانة (الشغلة)



3- القدمة ذات الساعة (Dial Caliper)

الصورة تبين قدمة ذات الساعة تستعمل لقياس قطر خارجي لأسطوانة (الشغلة)



4 - قدمة قياس الأعماق (Depth Caliper)

يستعمل هذا النوع من القدمات لقياس أعماق المجاري الطولية و أطوال الثقوب و التجاويف للشغلات المختلفة تتكون هذه القدمة من قضيب للقياس الرئيسي و قنطرة موجودة عليها ورنية القياس.

و هي على ثلاثة أنواع كما هو موضح على الشكل أدناه:



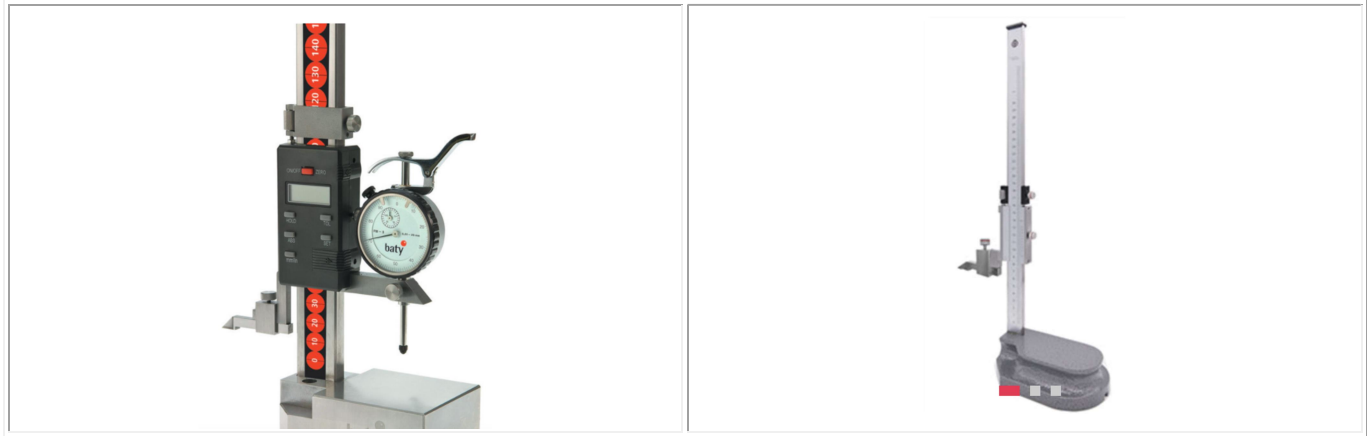
أ - القدمة ذات الورنية لقياس الأعماق

	<p>ب – القدمة الإلكترونية لقياس الأعماق</p>
	<p>ج – قدمة قياس الأعماق ذات الساعة</p>

لإجراء عملية القياس تثبت القنطرة على سطح الشغلة و يرفع قضيب القياس حتى يرتكز على سطح الشغلة ثم يربط مسمار التثبيت و تقرأ قيمة القراءة بنفس طريقة القدمة العادية

5- قدمة قياس الإرتفاع (Height Caliper)

تستعمل هذه القدمة لقياس إرتفاع الشغلات و في إنجاز العلامات عليها (أي عملية الشنكرة) و منه يمكن تسمية هذا الجهاز بالشنكار.



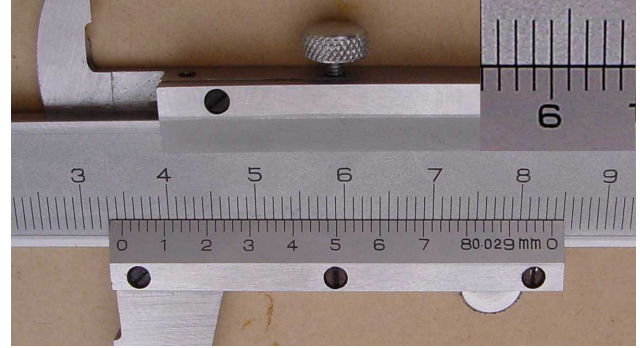
3-6 تمارين و تدريبات عملية

ما هي قيمة القياس على القدمة ذات الورنية المبينة على الأشكال التالية ...

مثال (1)

دقة الجهاز = 34

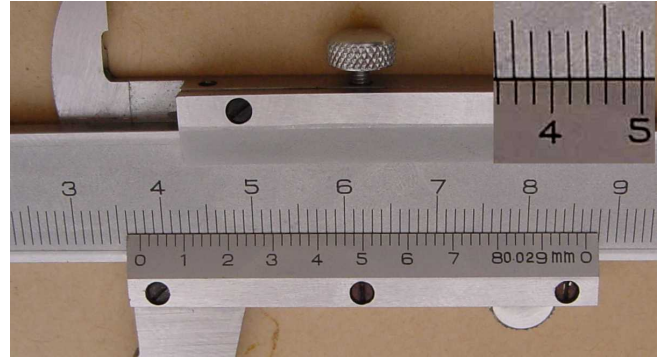
قيمة القياس = $(30 \times 0.2) = 0.6$



مثال (2)

دقة الجهاز = 37

قيمة القياس = $(23 \times 0.02) = 0.46$



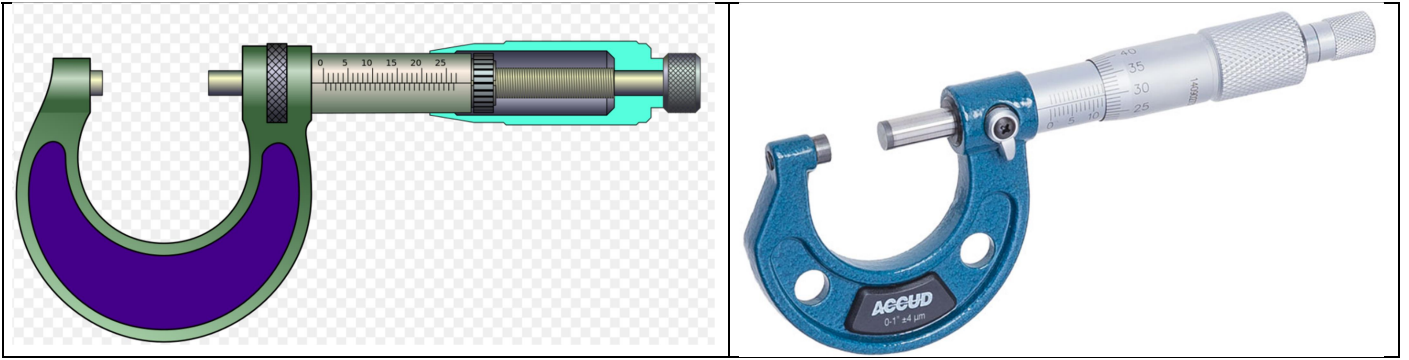
الباب الرابع

قياس الأبعاد باستعمال المايكرومتر

DIMENSIONAL MEASUREMENTS USING THE MICROMETER

1-4 مقدمة

المايكرومتر هو أحد أدق أجهزة قياس الأبعاد المتوفرة في ورشات التشغيل و المختبرات بحيث أن دقته عادة ما تكون **0.01** مم و قد تصل في بعض الأجهزة قيما دون ذلك مثل **0.001**مم زيادة على دقته يتميز جهاز المايكرومتر باستعمالاته المتعددة في قياس الأبعاد و سهولة استخدامه مبدأ عمل جهاز المايكرومتر مبني على الحركة الدورانية للولب أو القلاووظ.



مكونات جهاز المايكرومتر العادي:

الاستعمال الطريقة الصحيحة لجهاز المايكرومتر ضروري و هام لكل فني أو مهندس ميكانيكي يشرف على أعمال التشغيل و التفتيش عن جودة المشغولات المصنعة ويتكون جهاز المايكرومتر من الأجزاء الميكانيكية التالية ...

	Frame	هيكل الجهاز
	Anvil	العمود الساند
	Spindle	عمود القياس
	Sleeve	أسطوانة التدرج الطولي
	Thimble	جلبة القياس
	Ratchet Knob	المسمار الجاسئ

يتكون جهاز مايكرومتر القياس الخارجي من جزئين أساسيين:

أ – الجزء الثابت: ويحتوي على إطار أو هيكل الجهاز (Frame) على شكل حرف (U) لحمل بقية مكونات الجهاز الثابتة و المتحركة منها يسند الإطار كل من العمود الساند (Anvil) و عمود القياس (Measuring rod – Spindle) الذين يستعملان لتثبيت الشغلة المراد قياس أبعادها كذلك يحمل إطار الجهاز التدرج الرئيسي للقياس أو أسطوانة التدرج الطولي (main Sleeve with scale) يكون التدرج الرئيسي للقياس مدرج بالمليمتر (1mm) من جهة و بتدرجه (0.5mm) من الأسفل.

ب – الجزء المتحرك: الجزء الأساسي المتحرك هو جلبة القياس (Sleeve) التي إذا قمنا بتحريكها حركة دورانية عن طريق المسامير الجاسئ (Ratchet Knob) فيتحرك عمود القياس لتثبيت الشغلة المراد قياسها عادة ما تكون محيط جلبة القياس مقسم إلى 50 تدرج و يسمح تحريكها دورة كاملة بالتقدم بمقدار $2/1$ مم = 0.5 مم. من هنا يمكن استخلاص حساسية الجهاز بأنه قيمة $0.01 = 100/1 = 50/0.5$ مم.



الطريقة الصحيحة للقياس بالمايكرومتر الخارجي :

الشكل (2) يوضح الطريقة الصحيحة لاستعمال مايكرومتر القياس الخارجي تقوم بمسك المايكرومتر باليد اليمنى حيث يكون الإطار في راحة اليد و الخنصر داخل الإطار ويستخدم الإبهام و السبابة لتدوير الجلبة قصد تحديد مقاس الشغلة التي نمسكها باليد اليسرى.



الشكل 2 - الصورة توضح الطريقة الصحيحة لاستعمال مايكرومتر القياس الخارجي

2-4 الطريقة الصحيحة لقراءة قياس المايكرومتر الخارجي

إن المايكرومتر جهاز حساس يستعمل في القياسات الدقيقة ولأغراض خاصة في المجال الصناعي. لذلك فإن على مستخدمه مراعاة بعض القواعد الأساسية التي تسمح بإجراء القياس الدقيق على الجهاز وتتم قراءة قياس المايكرومتر على النحو التالي:



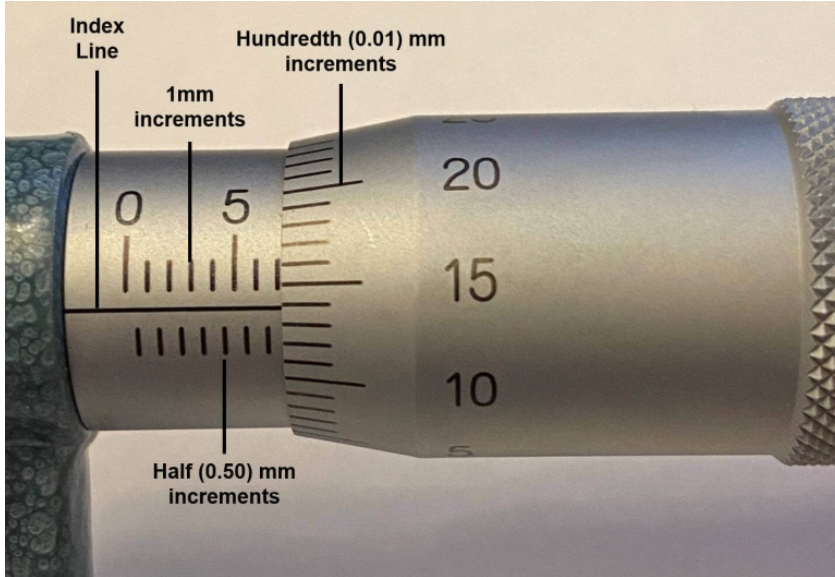
1 - قراءة القياس الرئيسي :

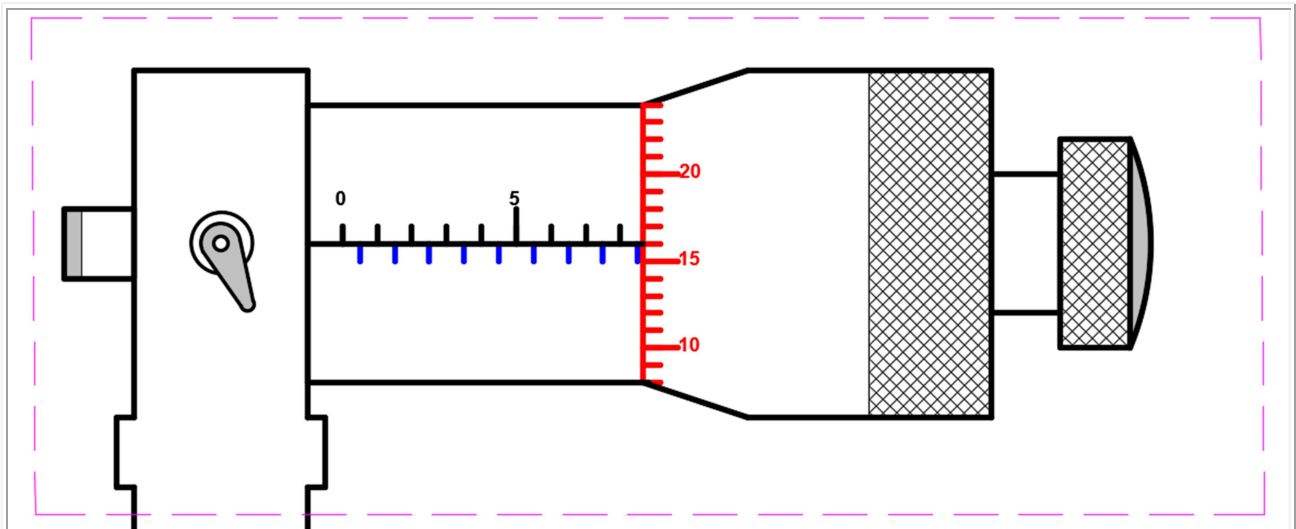
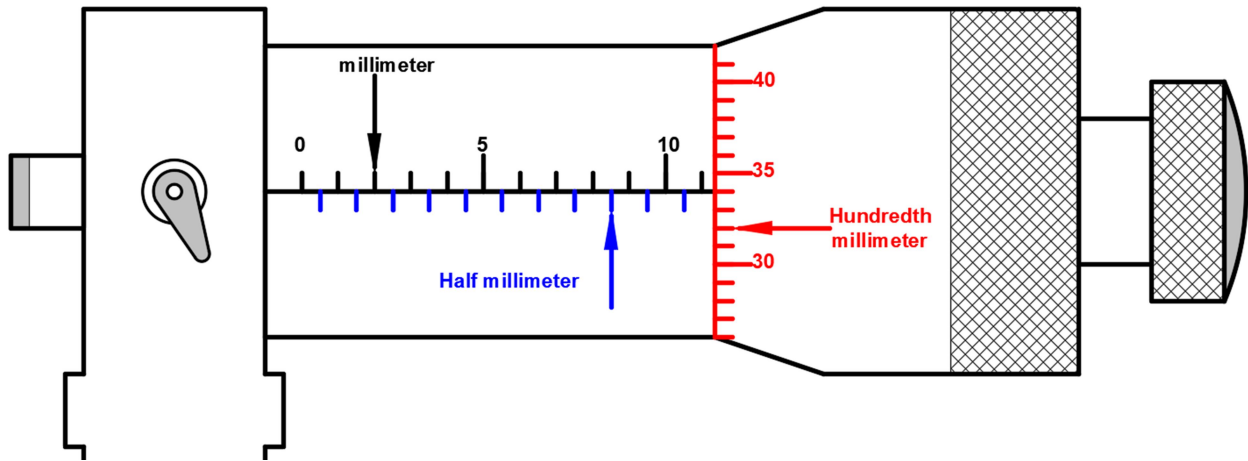
يكون نظرنا على حافة جلبه القياس و نقرأ قيمة التدرج المسجل على أسطوانة التدرج الطولي بالمليمتر و نسجل قيمة **A**. لاحظ وجود (أو عدمه) أي تدرج (**0.5mm**) على اسطوانة التدرج الطولي بعد قيمة **A** في حالة وجود هذا التدرج أضف قيمة **B = 0.5 mm** إلى القياس، في حالة عدم وجود التدرج نأخذ قيمة **B = 0 mm**.

2 - قراءة القياس على الجلبة :

نقوم بتحديد التطابق بين تدرج جلبه القياس و الخط الرئيسي على أسطوانة التدرج الطولي . نضرب قيمة التدرج المسجل على الجلبة بدقة الجهاز و تكون النتيجة هي قيمة القراءة على جلبه القياس و نرمز لها (**C**).

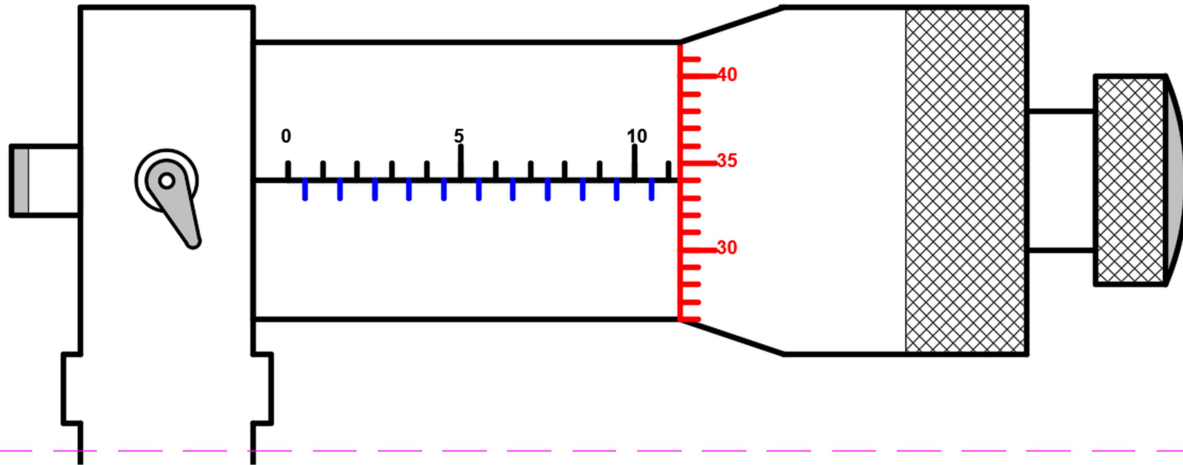
3 - نتيجة القياس على المايكرومتر هي حاصل جمع (**A + B + C**)





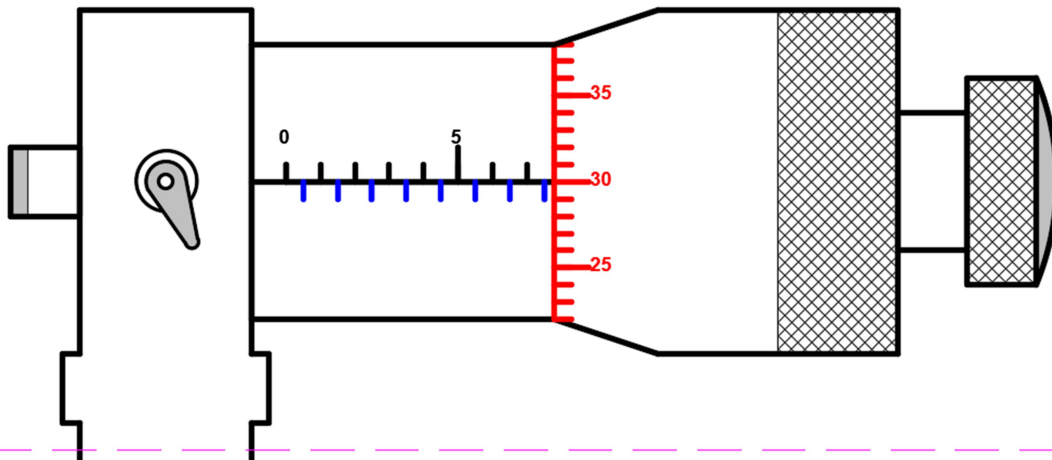
$A+B+C =$ القراءة

$$8+0.5+0.16= 8.66\text{mm}$$







$A+B+C =$ القراءة

$$11+0+0.34= 11.34\text{mm}$$



$A+B+C =$ القراءة

$$7+0.5+0.30= 7.35\text{mm}$$

<p>(1) مثال</p> <p>$A = 7.00 \text{ mm}$ $B = 0 \text{ mm}$ $C = 38 \times 0.01 = 0.38 \text{ mm}$</p> <p>قياس المايكرومتر</p> <p>$A + B + C = 7.0 + 0 + 0.38 = 7.38 \text{ mm}$</p>	
<p>(2) مثال</p> <p>$A = 7.00 \text{ mm}$ $B = 0.5 \text{ mm}$ $C = 22 \times 0.01 = 0.22 \text{ mm}$</p> <p>قياس المايكرومتر</p> <p>$A + B + C = 7.00 + 0.50 + 0.22 = 7.72 \text{ mm}$</p>	
<p>(3) مثال</p> <p>$A = \quad \text{mm}$ $B = 0 \text{ mm}$ $C = \quad = \quad \text{mm}$</p> <p>قياس المايكرومتر</p> <p>$A + B + C = \quad + \quad + \quad = \quad \text{mm}$</p>	
<p>(4) مثال</p> <p>$A = \quad \text{mm}$ $B = 0 \text{ mm}$ $C = \quad = \quad \text{mm}$</p> <p>قياس المايكرومتر</p> <p>$A + B + C = \quad + \quad + \quad = \quad \text{mm}$</p>	

4-4 أنواع و استعمالات المايكرومتر

في ورش الميكانيك و المختبر تتوفر مترات بأنواع و أحجام مختلفة كل منها مصمم لإجراء قياس لأغراض خاصة ومن أهم هذه الأنواع نذكر ما يلي :

1 – المايكرومتر الخارجي (Outside Micrometer)

يوجد هناك عدة أنواع للمايكرومترات القياس الخارجي و بأشكال مختلفة مصممة لقياسات خاصة و هي متوفرة بأحجام مختلفة حسب نطاق المقاس المتوفر وهي عادة (0-25mm) ، (25-50mm) ، (50-75mm) و (75-100mm) حتى يصل المقاس الى (1000mm) تستعمل هذه الأجهزة لقياس الأبعاد الخارجية للقطع المشغولة مثل الأقطار الخارجية و السطوح.

2 – مايكرومتر القياس الداخلي (Inside Micrometer)

يستعمل هذا النوع من المايكرومترات لقياس الأقطار الداخلية، الثقوب و التجاويف على الشغلات. هذا النوع مزود بأعمدة تطويل يمكن استخدامها لزيادة مجال القياس و تتم قراءة القياس على المايكرومتر الداخلي بنفس الطريقة للمايكرومتر الخارجي يضاف إلى النتيجة قيمة الطول الصفري للمايكرومتر (الطول العمود المضاف).



3 – مايكرومتر قياس الأعماق (Depth Micrometer)

يستعمل هذا النوع من المايكرومترات لقياس الأعماق الثقوب و المجاري. يتكون هذا النوع من جزء ثابت و جزء متحرك كما في المايكرومتر الخارجي. له قاعدة تستعمل لارتكاز الجهاز على الشغلة المراد قياسها.

4-5 العناية و المحافظة على جهاز المايكرومتر:

يعتبر جهاز المايكرومتر من أدوات القياس ذات الحساسية العالية جدا حيث تصل حساسية الجهاز إلى (0.01mm) و في بعض الأحيان إلى (0.001mm) لذا و حتى نحافظ على هذه الدقة الجيدة فيجب علينا أن نتعامل مع الجهاز بعناية كبيرة و حرص عال و إلا فسوف يتلف و تنقص دقته لهذا فينصح مستعمل المايكرومتر بمراعاة ما يلي:

- عدم تعرض المايكرومتر للسقوط أبدا،
- وضعه في مكان آمن و نظيف بعد الاستعمال
- عند القياس يجب استعمال عجلة التفويط و المسمار الجاسئ و هذا حتى نتجنب الضغط المبالغ فيه لعمود القياس مما قد يؤثر سلبا على القلاووظ الداخلي للجهاز و بالتالي على دقة الجهاز.
- عدم ترك الجهاز وسط عدد التشغيل أو مواد أخرى.
- عدم وضع المايكرومتر على الرايش الناتج عن عمليات تشغيل المواد أو غبار التجليخ.
- عدم تعرضه للزيوت و سوائل التبريد.

إذا تمت مراعاة هذه التعليمات و أجريت القراءة بالطريقة الصحيحة، فإن القياس باستعمال المايكرومتر سيكون دقيقا جدا.

الباب الخامس

قوالب القياس و محددات القياس

GAGE BLOCKS and GAGES

1-5- مقدمة :

قوالب القياس هي أدوات تمثيل للأبعاد بدقة عالية جدا و تعتبر من الدعائم الأساسية في عمليات التقييس الصناعي، إذ أنها تعد مراجع (أو معايير) لاختبار و فحص دقة أجهزة قياس الأبعاد مثل القدمة ذات الورنية و المايكرومتر كما تستعمل قوالب القياس في المختبرات وورش التشغيل في القياس المباشر وفي مقارنه القياسات قصد التفتيش عن جوده المنتجات تعد قوالب القياس نظاماً لإنتاج أطوال دقيقة من كتلة معدنية أو خزفية تم تجليخها وصلها بدقة وسمك معين وتأتي قوالب القياس في هيئة أطقم من أطوال قياسية مختلفة، يتم تكديسها لتشكيل البعد المطلوب ومن السمات المهمة لقوالب القياس أنه يمكن وصلها معا للوصول إلى الطول المحدد بنسبة خطأ صغيرة جدا في الأبعاد، يتم وصل القوالب من خلال عملية انزلاقية تسمى الإقحام (Wringing) والتي تسبب في إصاق أسطحها فائقة الاستواء معاً.



قوالب القياس هي عبارة عن متوازي مستطيلات ذات أبعاد ثابتة و مصنعه من الصلب السبائكي المعالج حراريا بحيث أنها لا تتأثر بظروف محيط العمل من درجة حرارة و رطوبة.



2-5 - دقة قوالب القياس:

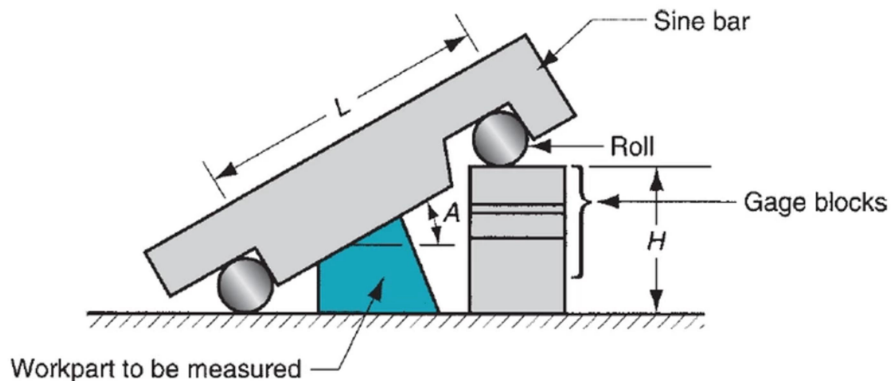
تعدّ قوالب القياس الأساس الدقيق لجميع أجهزة قياس الأبعاد الموجودة بالمختبرات وورش التشغيل فهي مصنعة بدقة عالية جدا قد تصل إلى 0.05 مايكرومتر وهي مصممة ومتوفرة بتدرجات مختلفة بحسب الاستخدام المخصص لها وحسب المواصفات الدولية يمكن تصنيف قوالب القياس إلى أربع رتب وهذا حسب دقتها وهي كالتالي ...

- المعيار - (AAA) ذو تسامح ($0.00005 \pm$ مم) ويستخدم في المعايرة.
- المعيار - (AA) ذو تسامح ($0.00010 \pm$ مم إلى 0.00005 مم) ويستخدم لمعايرة وتفقيش المعايير، والمقاييس عالية الدقة.
- المعيار - (A) ذو تسامح ($0.00015 \pm$ مم إلى 0.00005 مم) ويستخدم كمرجع لمعايرة أدوات القياس الأخرى.
- المعيار - (B) ذو تسامح كبير ($0.00025 +$ مم إلى 0.00015 مم) ويستخدم كمعيار في المحلات التجارية للقياسات

3-5 - استعمال قوالب القياس:

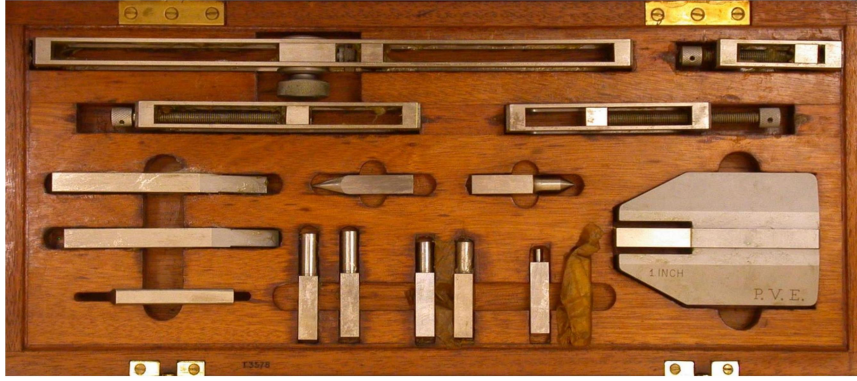
تستعمل قوالب القياس في الصناعة وفي المختبرات لأداء المهام التالية:

- 1 - معايرة أجهزة القياس مثل القدمة ذات الورنية والمايكرومتر حيث تسمح هذه العملية بتحديد نسبة الخطأ المترتبة على عملية القياس بالجهاز (Calibration)
- 2 - فحص جودة المشغولات ذات الدقة العالية مثل أجزاء المحركات.
- 3 - ضبط آلات التشغيل ذات التحكم الرقمي (CNC Machines)
- 4 - القياس الدقيق للزوايا وهذا باستعمالها مع قضيب الجيب (يستخدم لقياس الزوايا بناء على مبدأ الجيب)



4-5- مجموعات قوالب القياس :

تتوفر قوالب القياس على شكل أطقم تحتوي على مجموعات معينة من القوالب وتكون موضوعة في صناديق خشبية قصد المحافظة عليها و على دقتها.



5-5 مجموع قوالب القياس

يتم إنتاج عدة قوالب للقياس على هيئة مجموعات متدرجة في الطول، كل مجموعة داخل صندوق خشبي. وتختلف كل مجموعة عن الأخرى باختلاف عدد قوالب القياس وأطوالها. ويتراوح عدد قوالب القياس بالمجموعات المختلفة كما يلي :

103-91-83-47-46-41-38-36-32-26-14

وتنتج بعض الشركات الصناعية مجموعات قوالب قياس مختلفة في الأطوال وهذه أربعة مجموعات مختلفة من قوالب القياس ...

قوالب القياس مجموعة رقم (2)		
عدد القوالب	أطوال القوالب (mm)	مقدار التزايد (mm)
1	1.005	
9	1.09 – 1.01	0.01
9	1.9 – 0.1	0.1
10	10 – 1	1
3	20 – 30 – 50	
32	عدد قوالب القياس الكلي	

قوالب القياس مجموعة رقم (1)		
عدد القوالب	أطوال القوالب (mm)	مقدار التزايد (mm)
1	1.005	
19	1.19 – 1.01	0.01
8	1.9 – 1.2	0.1
9	9 – 1	1
10	100 – 10	10
47	عدد قوالب القياس الكلي	

قوالب القياس مجموعة رقم (4)		
عدد القوالب	أطوال القوالب (mm)	مقدار التزايد (mm)
9	1.009 – 1.001	0.001
49	1.49 – 1.01	0.01
4	1.9 – 1.6	0.1
19	9.5 – 0.5	0.5
10	100 – 10	10
91	عدد قوالب القياس الكلي	

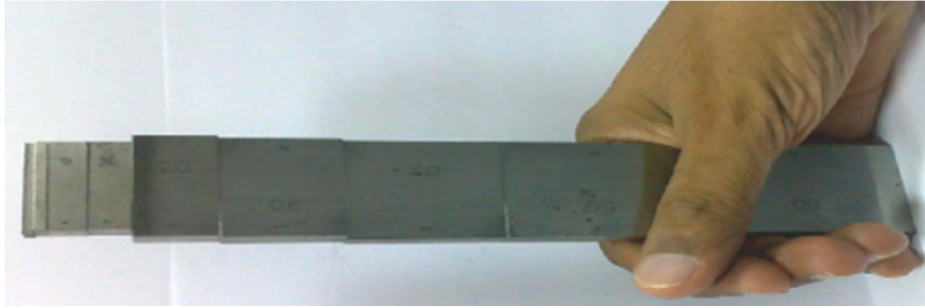
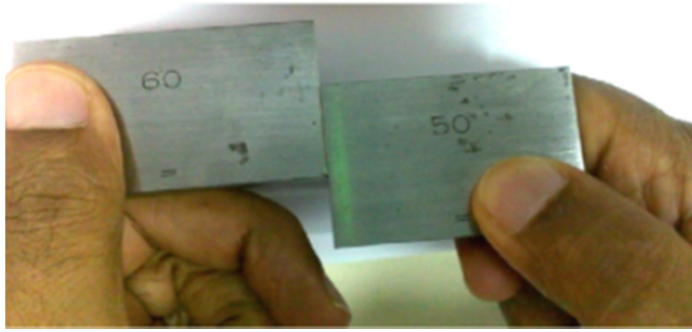
قوالب القياس مجموعة رقم (3)		
عدد القوالب	أطوال القوالب (mm)	مقدار التزايد (mm)
1	1.005	
49	1.49 – 1.01	0.01
49	24.5 – 0.5	0.5
4	100 – 25	25
103	عدد قوالب القياس الكلي	

5-6- استخدام قوالب القياس لتحديد بعد معين :

لتحديد بعد معين باستخدام قوالب القياس يجب أن يراعي ما يلي :

1. يتم أولاً تنظيف قوالب القياس المراد تجميعها جيداً
2. مسك أحد قالببي القياس بأصابع اليد اليسرى والقالب الآخر بأصابع اليد اليمنى ويوضع على الأول في وضع متعامد.
3. يتم تحريك أحد القالبين حركة دائرية بسيطة مع استعمال قليل من الضغط حتى ينطبق سطح القالبين على بعضهما، ثم نجد أن القالبين قد التصقا ببعضهما.
4. أو يتم تزليق القالبين اللصقين في الاتجاه الطولي مع استعمال ضغط بسيط حتى يصبح القالبان اللصقان وحدة واحدة يصلح لأغراض القياس.
5. تجمع القوالب جمعاً تصاعدياً بالنسبة لأطوالها وبهذا يمكن تجهيز أي بعد باستخدام مجموعة قوالب قياس.





5-7 الطريقة العملية الصحيحة لتركيب قوالب القياس :

لتحديد مقاسات القوالب التي نستعملها في تركيب المقاس المطلوب نقوم بإجراء عمليه حسابيه بسيطه على النحو التالي :

أ - نبدأ باختيار قالب القياس الذي يحقق أصغر رقم عشري في قيمة البعد المطلوب يليه قالب يحقق الرقم العشري التالي وهكذا حتى يكتمل البعد الكلي المراد تحديده.

ب - يجب أن يراعى خلال هذه العملية أن نستعمل أقل عدد ممكن من قوالب القياس وهذا للتقليل من نسبة الخطأ في البعد المطلوب تحقيقه و لتركيب البعد (5.615 مم) باستعمال قوالب القياس كما موضح بمجموعة قوالب القياس المرفقة، نبدأ دائماً باختيار القالب الذي يحقق أصغر رقم عشري و هو 0.005 مم، مقاس هذا القالب هو 1.005 مم

عدد القوالب	أطوال القوالب (mm)	مقدار التزايد (mm)
9	1.009 – 1.001	0.001
49	1.49 – 1.01	0.01
4	1.9 – 1.6	0.1
19	9.5 – 0.5	0.5
10	100 – 10	10
91	عدد قوالب القياس	

على افتراض ان تكون مجموعة قوالب القياس حسب الجدول المرفق لتجميع البعد (5.615) مم نستخدم القوالب المرفقة في الجدول ...

عدد القوالب	أطوال القوالب
	5.615
1	(-) 1.005
	4.61
1	(-) 1.01
	3.6
1	(-) 1.6
	2
1	(-) 2
	000

ولتجميع البعد (7.525) مم نستخدم القوالب المرفقة في الجدول ...

عدد القوالب	أطوال القوالب
	7.525
1	1.005
	6.52
1	1.02
	5.5
1	5.5
	000

ولتجميع البعد (27.781) مم نستخدم القوالب المرفقة في الجدول ...

عدد القوالب	أطوال القوالب
	27.781
1	1.001
	26.78
1	1.08
	25.7
1	1.7
	24
1	4
	20
1	20
	000

5-8 - محددات القياس :

تتسم الصناعات الميكانيكية المعاصرة بأنها صناعات ذات إنتاج كمي (Mass Production) أي أنه ينتج كميات هائلة من قطع المنتج و للتفتيش عن ما إذا كانت القطع مصنعة حسب المواصفات القياسية فإن عمليات القياس قد تكون غير عملية لما تتطلبه من وقت و جهد كبيرين لذا نستعمل في هذه الحالة محددات القياس (Gages) و هي أدوات تمثيل لأبعاد أو أشكال بقيم معينة و ثابتة و دقيقة جدا باستعمال محددات القياس لا يمكن الحصول على قيم عددية للمقاس و إنما يمكن التأكد مما إذا كان البعد أو الشكل مطابقا للمواصفات بصفة عامة، تستعمل محددات القياس لفحص و اختبار المقاسات و الأشكال عن طريق المقارنة و هذا قصد التفتيش عن جوده المنتجات عادة ما تكون محددات القياس مصنعة من الصلب السبائكي الذي يعطيها خاصية مقاومة التآكل الاحتكاكي و هذا ما يسمح لها بالمحافظة على دقتها العالية لمدة زمنية أطول.



5-9 - أنواع محددات القياس

- توجد هناك أنواع عديدة من محددات القياس التي تستعمل بكثرة في ورش التشغيل و في المجال الصناعي و يمكن تصنيفها إلى الأصناف التالية :
- **محددات القياس الحديدية** : تسمح هذه المحددات بالتأكد بطريقة سريعة و سهلة فيما إذا كان بعد القطعة المقاسة في نطاق حدي التجاوز المطلوب (أو التفاوت المسموح به) من أهم هذه المحددات نجد محددات القياس السدادية التي تستعمل لفحص تفاوتات الثقوب، و محددات القياس الفكجية (لفحص أقطار الأعمدة) ، و محددات قياس اللوالب السدادية (للقلاووظ الداخلي) و محددات قياس اللوالب الحلقيه.





1 محددات القياس الحديدية

			
محدد قياس لولب (قياس القلاووظ الداخلي) Thread gage	محددات قياس لولب حلقيّة Ring gages	محدد قياس السدادية Plain Cylindrical gages	محددات قياس فكية Snap gages

ملاحظة هامة : عادة ما تكون لهذه المحددات طرفين إثنين : الطرف السماحي (GO) و الطرف اللاسامي (NOT GO)

- محددات القياس البسيطة : تستعمل هذه المحددات للفحص السريع و الدقيق لأشكال و أبعاد القطع من أكثر هذه المحددات استعمالا نجد محددات قياس خطوة القلاووظ الداخلية و الخارجية، محددات قياس سمك الثقوب، و محددات الاستدارة، و محددات قياس الثقوب الصغيرة و المحددات التلسكوبية التي تستعمل بكثرة في نقل أبعاد الأقطار و مقارنتها مع جهاز القدمة ذات الورنية أو المايكرومتر أو قوالب القياس.

2 محددات القياس البسيطة

			
مجسات قياس السمك Thickness gages	محددات الاستدارة Radius Gages	محددات قياس تلسكوبية Telescopic gages	محددات قياس الثقوب Small hole gages

كما توجد هناك أنواع أخرى من المحددات تستعمل لنقل الأبعاد الصعبة و غير المتاحة لأجهزة القياس العادية وأهم هذه المحددات نذكر:

• المتوازيات القابلة للتعديل Adjustable parallels

• محدد المستوي Planer Gage

عن طريق هذه المحددات يمكن نقل الأبعاد بدقة عالية و من ثم مقارنة هذه الأبعاد مع جهاز قياس دقيق مثل القدم ذات الورنية أو الميكرومتر كما هو موضح على الأشكال التالية.



5-10 استعمالات محدّدات القياس

إن استعمالات محدّدات القياس في عمليات التشغيل و الإنتاج عديدة و متعددة ندرج هنا بعض الاستعمالات على سبيل المثال لا الحصر.

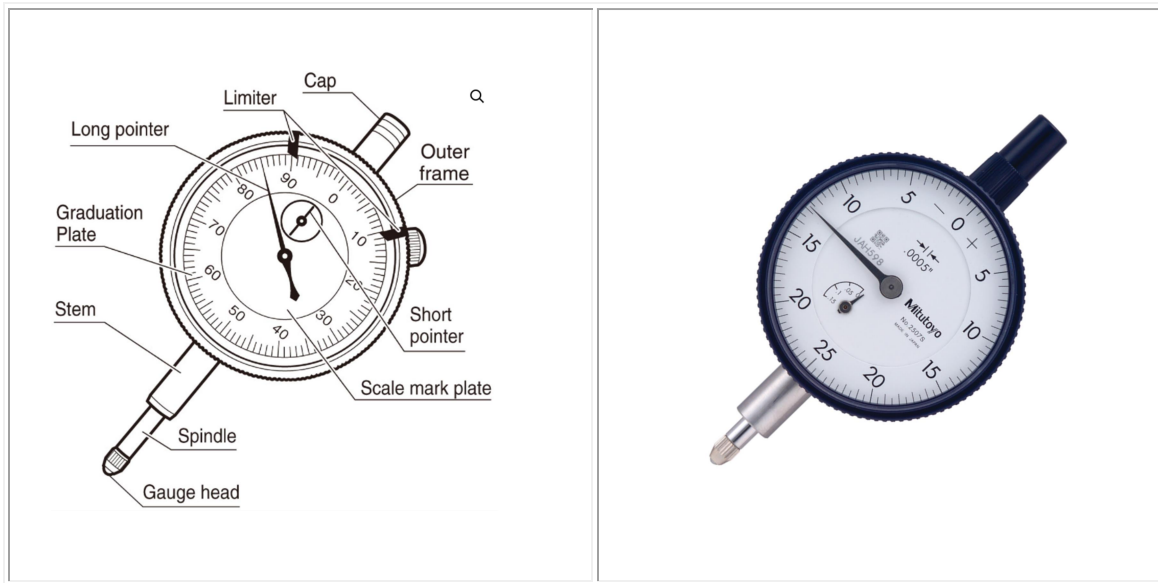


5-11- الاستعمال الصحيح لمحددات القياس

من أهم مميزات محدّدات القياس هي دقتها الجيدة و سهولة استعمالها في عمليات الفحص على أبعاد القطع المصنعة حتى يمكن المحافظة على هذه الميزات خلال عملنا بهذه الأدوات ينصح بمراعاة ما يلي :

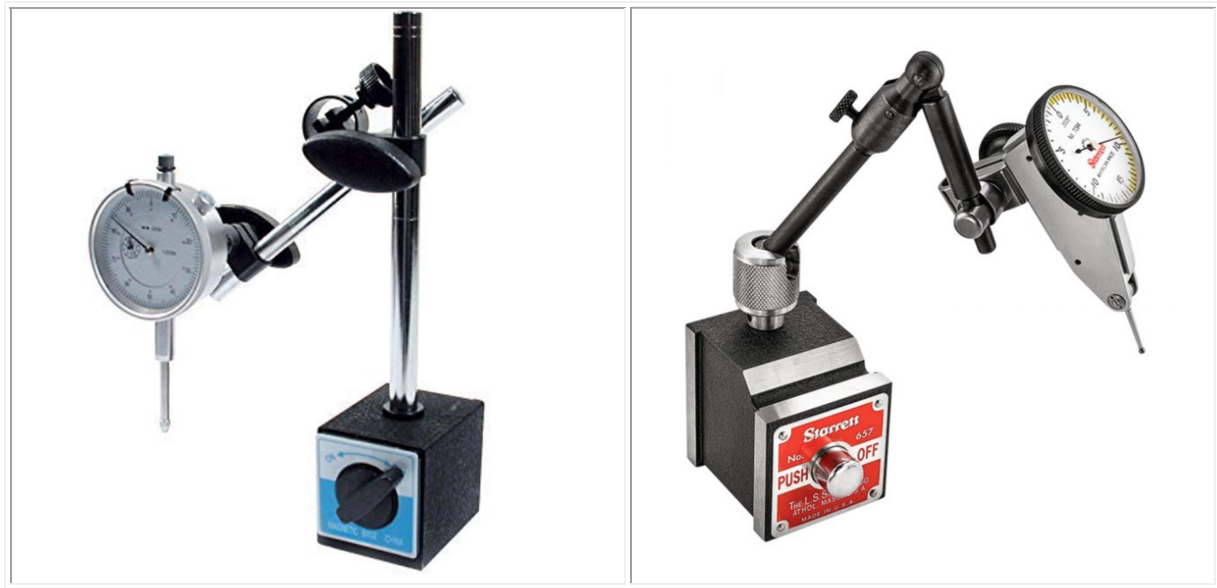
- علينا دائما تنظيف القطعة التي نريد فحصها بالمحدد.
- عدم إدخال المحددات السدادية أو الفكّية بالقوة داخل القطعة المفحوصة ويستعمل تأثير الوزن الذاتي للمحدد حتى يدخل داخل القطر المراد فحصه.
- عند استعمال محدّدات القياس بطرفين نبدأ دائما بالجانب اللامحادي و منه تكون لدينا إحدى الاحتمالات التالية :
 1. عند دخول محدد القياس من الجانب اللامحادي تعتبر القطعة غير مطابقة للمواصفات و يمكن اعتبارها تالفة و لا يمكن إعادة تشغيلها.
 2. إذا لم يدخل المحدد من الطرفين اللامحادي و السماحي نعتبر القطعة مرفوضة و لكن يمكن إعادة تشغيلها.
 3. عدم دخول المحدد من الطرف اللامحادي و دخوله من الطرف السماحي ، تكون القطعة مطابقة للمواصفات و ضمن نطاق التفاوت المسموح به.
- عند استعمال محدّدات القياس السدادية نبدأ بإدخال الطرف السماحي إلى أبعد حد ممكن داخل الثقب حتى نتأكد من أن أبعاد الثقب لا تتغير.

5-12 ساعات القياس : هي عبارة عن محدّدات قياس ذات قرص مدرج تستعمل لتحديد قيم انحرافات مقاسات و أبعاد القطع المصنعة عن الأبعاد المنصوص عليها في المواصفات وتتكون أساسا من إصبع استشعار و عمود تثبيت و تدريج ثابت و آخر قابل للدوران وكما موضح في الصورة.

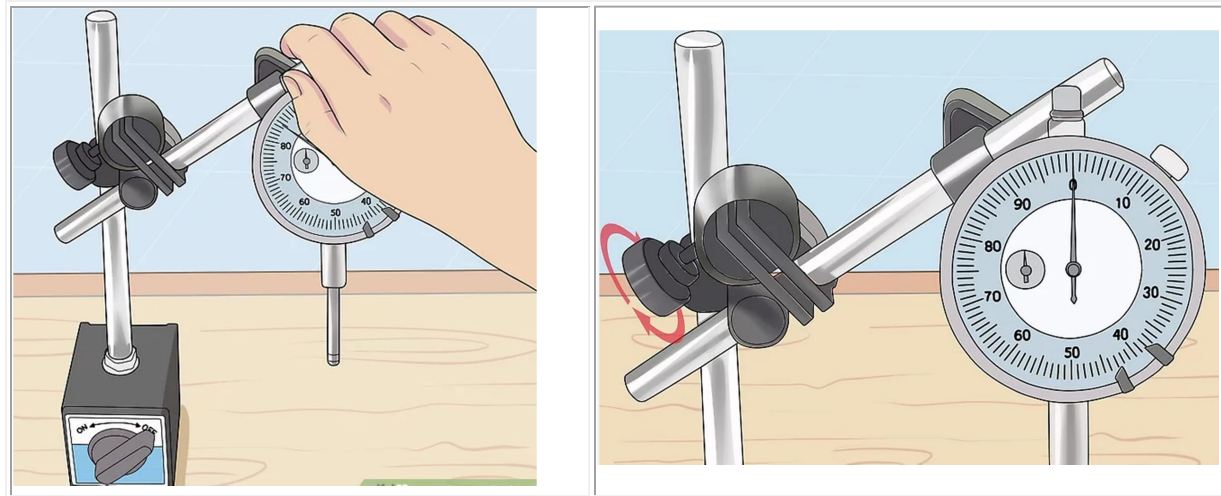


مكونات جهاز ساعة القياس

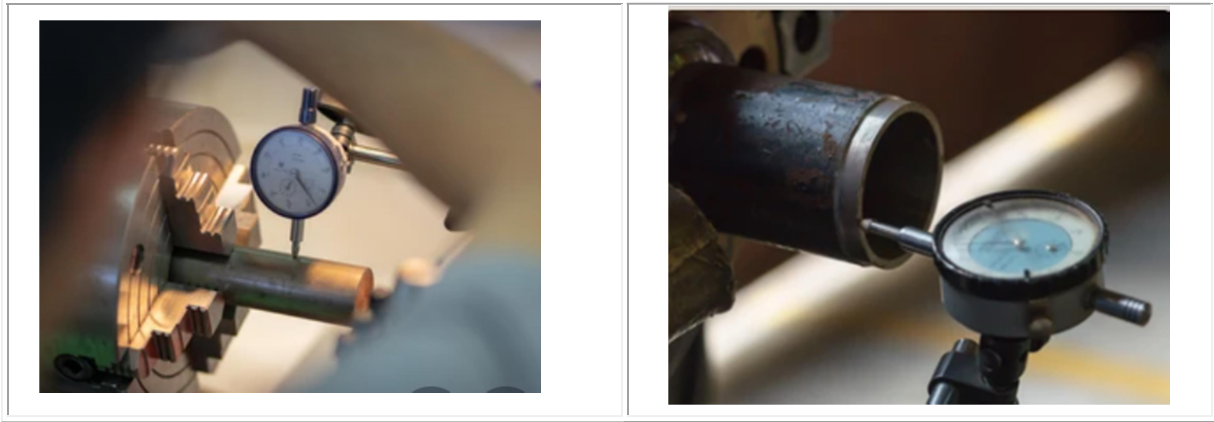
عند الاستعمال يجب تثبيت ساعة القياس على سطح مستوي و عن طريق تحريك إصبع الاستشعار على السطح المراد فحصه تنتقل انحرافات الأبعاد عن طريق الإصبع إلى المؤشر على الساعة المدرجة بتدرج يساوي 1/100 مم أي 0.01 مم و منه يمكن تحديد قيم الانحرافات على السطح المقاس وعادة ما تستعمل هذه الطريقة في ورش التشغيل لفحص استواء الأسطح و استدارة الأعمدة و مقارنة الأبعاد مع قوالب القياس.



ساعة القياس تحتوي على قاعدة مغناطيسية مستوية

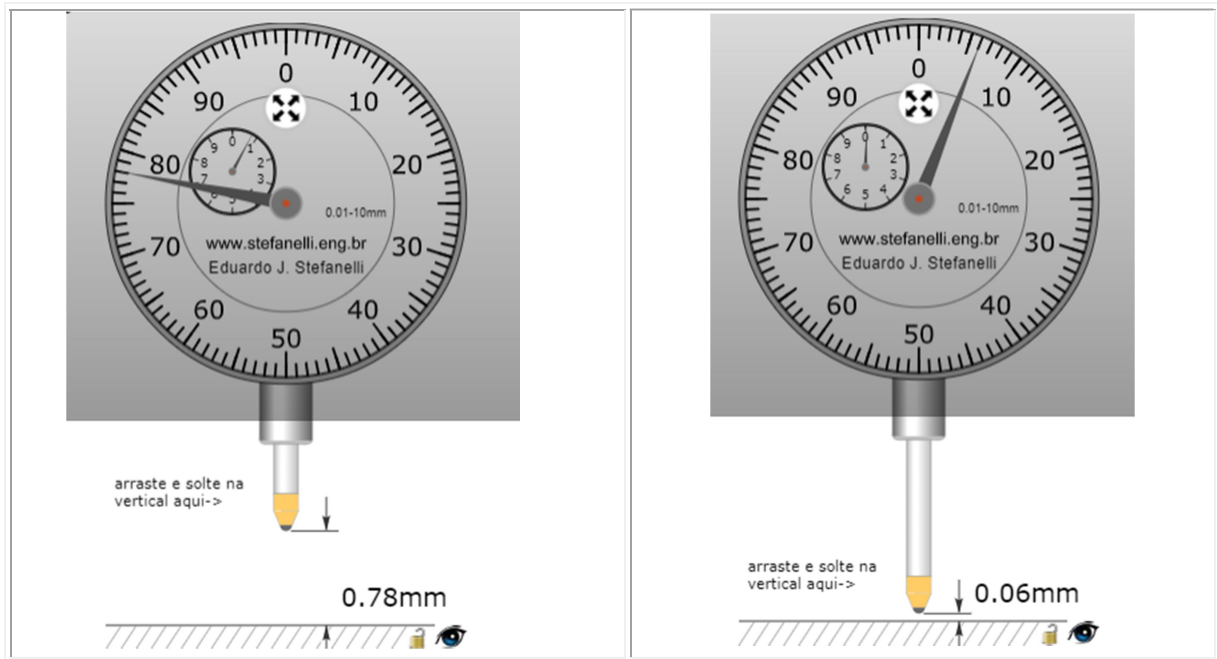


طريقة تثبيت ساعة القياس على سطح مستوي عن طريق تحريك إصبع الاستشعار



تثبيت ساعة القياس على قاعدة قياس مثبتة على أحد المكائن

ويمكن تحديد قيم انحرافات مقاسات و أبعاد القطع المصنعة عن طريق قراءة التدرج الذي تحدده الساعة كما موضح في الشكل



الباب السادس

قياس الزوايا

ANGULAR MEASUREMENTS

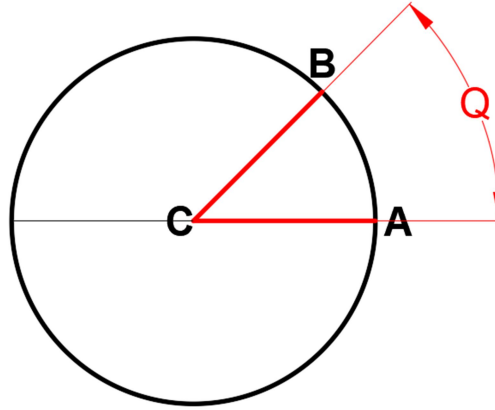
1-6- مقدمة :

قد عرفنا من خلال ما مضى أن من بين أهم المواصفات التي تحدد نوعية و جودة المنتجات الميكانيكية هي أبعاد القطع ، وقد تطرقنا إلى تقنيات قياسها و تحديدها بالدقة اللازمة أضف إلى الأبعاد فإن الزوايا تعتبر من المواصفات المهمة في القطع الميكانيكية و في الشغلات لذلك يتوجب على الفني و المهندس الميكانيكي الإلمام بطرق قياساتها و فحصها.

من خلال هذا الباب سنتطرق إلى مفاهيم أساسية عن الزوايا التي مرت علينا و أهم الطرق التقنية المستعملة لقياس الزوايا في الورش و في المصانع.

2-6 - مراجعة بعض المفاهيم الأساسية:

- تعرف الزاوية بأنها التقاطع بين خطين AC – BC عند محور معين Vertex C.

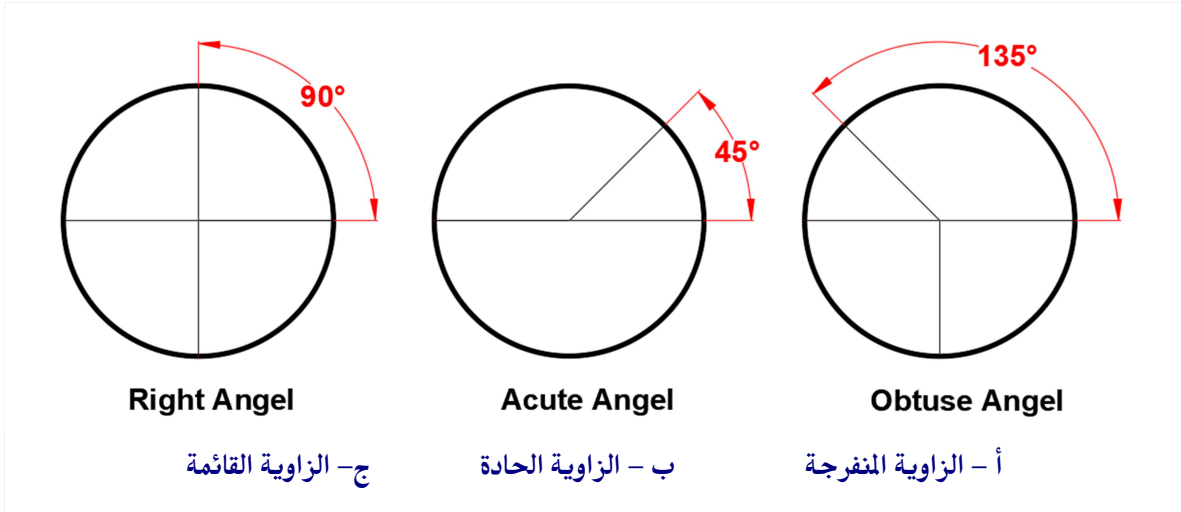


الشكل 1 - الزاوية

الوحدة المستعملة في قياس الزاوية هي الدرجة ($^{\circ}$) Degree و أجزائها هي :

1°	$60'$	$1'$	$60''$
-------------	-------	------	--------

تقسم الدائرة إلى (360°) ، و تعرف الدائرة المغلقة بالزاوية الكاملة وكما موضح بالرسم التالي ...



الشكل 2 - أنواع الزوايا

• الوحدة المعتمدة في النظام الدولي للقياسات لقياس الزاوية هي الرديان **Radian**

حيث أن العلاقة المستعملة للتحويل بين الوحدتين هي:

$$\pi = 180^0$$

بحيث أن (π) عدد حقيقي ثابت (يستعمل في حساب المثلثات Trigonometry و تساوي قيمته (3.141592)

و منه يمكن استخلاص:

Radian	Degree
π	180^0
$\pi/2$	90^0
$3\pi/2$	270^0
2π	360^0

1- المنقلة البسيطة Plate Protractor

المنقلة هي أبسط جهاز يستعمل في قياس زوايا القطع الميكانيكية و المشغولات بحيث يمكن أن نحصل على قياسات بدقة 1 درجة = 1^0 أو نصف الدرجة = 0.5^0 و هي عبارة عن منقلة عادية مدرجة من صفر إلى 180^0 درجة و مزودة بذراع القياس الذي يتحرك حول محور المنقلة بنهاية الذراع يوجد مؤشر لتحديد قيمة قراءة الزاوية على المنقلة.

تستعمل هذه المنقلة لقياس زوايا المشغولات (أنظر الشكل في الأسفل) ، زوايا الأسطح المائلة الخارجية، قياس السلبات و في عمليات التخطيط (Layout) و الشنكرة و قياس زاوية ريشة المثقاب.



المنقلة العادية لقياس الزوايا Plate Protractor

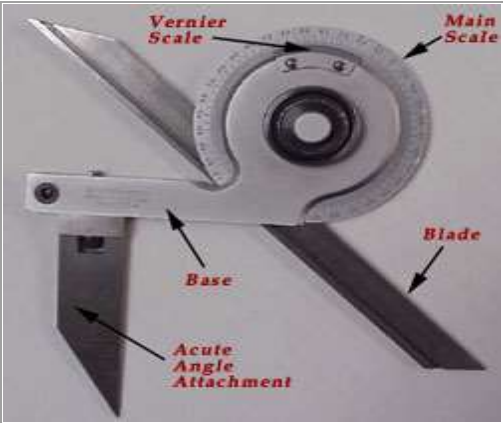
2- المنقلة المحورية العامة Combination Squares



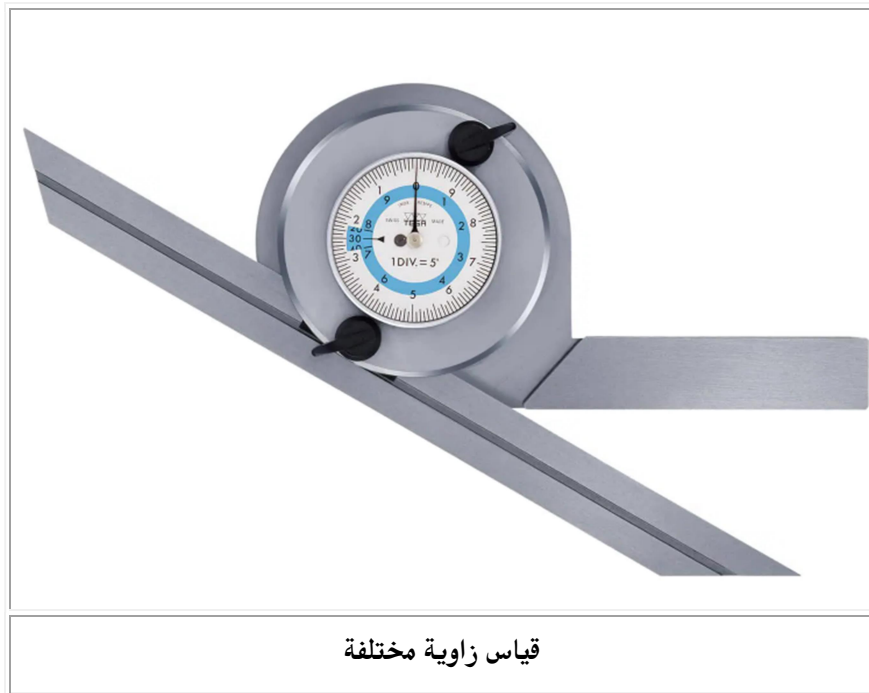
و هي منقلة متعددة الاستعمالات في الورش ، فمن خلالها يمكن قياس الزوايا، فحص الزوايا القائمة و المسطحة و فحص تعامد الأسطح. تسمى كذلك بالزاوية المؤتلفة و هذا لأنها تتكون من عدة قطع للاستعمالات المذكورة.

3- المنقلة ذات الورنية Universal Bevel Protractor

المنقلة ذات الورنية أو المنقلة المحورية الدقيقة هي أحد أدق أجهزة قياس الزوايا للقطع الميكانيكية و المشغولات المستعملة في ورش التشغيل و المختبرات بحيث يمكن أن نحصل على قياسات زوايا بدقة $12/1^0$ أي ما يعادل 5 دقائق (12/1 درجة = $12/60 = 5$ دقائق).

الشكل التالي يوضح الأجزاء المكونة للمنقلة المحورية الدقيقة و هي:	
القاعدة (Base) و بها القرص المدرج أو المقياس الرئيسي (Main Scale)	
ورنية مدرجة (Vernier Scale) و هي تدور داخل القرص المدرج.	
ساق متحركة (Blade) و هي تثبت مع الورنية عن طريق مسمار تثبيت.	
مثبت الزوايا الحادة (Acute Angle Attachment)	
المنقلة ذات الورنية للقياس الدقيق للزوايا Universal Bevel Protractor	

تستعمل المنقلة المحورية الشاملة لقياس زوايا المشغولات بدقة جيدة و هذا بوضع الزاوية المراد قياسها بين الساق المتحركة و مثبت الزوايا الحادة (في حالة زاوية حادة) أو سطح ثابت (في حالة زاوية منفرجة).



تتم عملية قراءة القياس على الجهاز بأخذ القياس الرئيسي بالدرجة و هذا بداية من صفر الورنية و تضاف إليها قيمة القياس على الورنية التي تأتي مع تطابق التدرج الرئيسي و تدرج الورنية (على نفس طريقة قراءة القياس على القدمة ذات الورنية).

• مثال عن قراءة المنقلة ذات الورنية

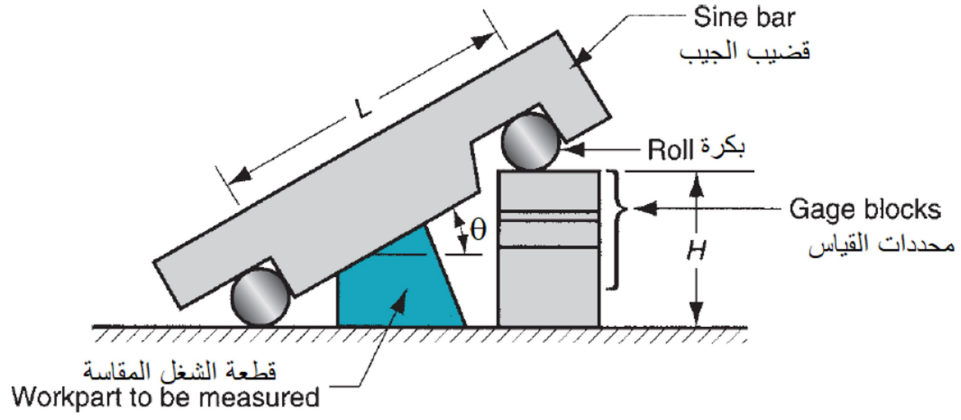
القياس الرئيسي	A	85°	
قياس الورنية	B	30'	
قيمته القياس على الجهاز	A+B	85°30'	

قراءة المنقلة ذات الورنية = $85^{\circ}30'$

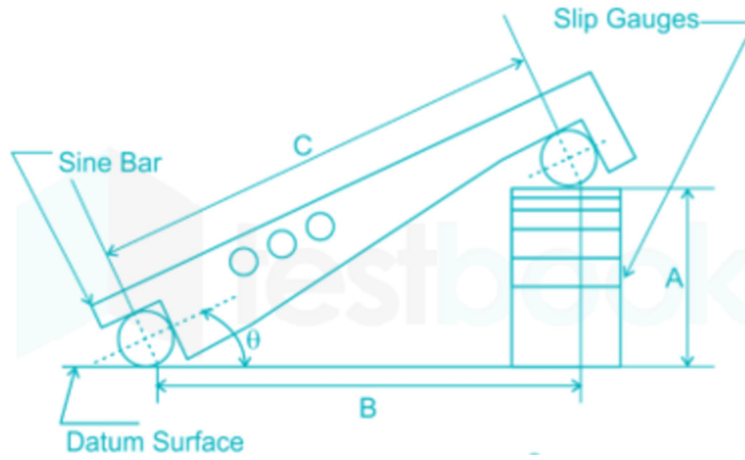
4- القياس الدقيق للزوايا باستخدام قضيب الجيب Sine bar و قوالب القياس (Gage Blocks)

قضيب الجيب هو عبارة عن قضيب بطول ثابت يرتكز على بكرتين متساوية الأقطار يستعمل قضيب الجيب مع قوالب القياس لإجراء عمليات القياسات الدقيقة لزويا المشغولات و زاوية ميل الأعمدة و زاوية استدقاق المخروط. يتوفر قضيب الجيب بأطوال **100** ، **200** و **300** مم.





ولإجراء القياس يوضع السطح المائل للقطعة المراد قياس زاويتها فوق قضيب الجيب، ثم يرفع أحد طرفي القضيب تدريجياً باستعمال قوالب قياس الأبعاد حتى يصير سطح القطعة أفقياً للتأكد من ذلك تستعمل ساعات القياس و بهذا تكون زاوية الميل في القطعة مساوية لزاوية ميل قضيب الجيب مع القوالب (الشكل في الأسفل)



من قانون المثلثات يمكن استنتاج العلاقة الرياضية بين الزاوية θ و طول قضيب الجيب A و ارتفاع قوالب القياس C جيب الزاوية يساوي المقابل على الوتر

$$\sin \theta = A/C$$

و بما أن كلا من ارتفاع قوالب القياس و طول القضيب معروفين فإنه يمكن تحديد جيب الزاوية و من ثم الزاوية (θ).

5- محددات و قوالب قياس الزوايا (Angle gages and Angle Gage Blocks)

في ورش التشغيل كثيرا ما نستعمل محددات الزوايا لفحص زوايا المشغولات أو الشنكرة من أكثر المحددات استعمالا هي:

محدد الزاوية القائمة (Square Edge)	 <p>محدد الزاوية القائمة</p>
محدد الزاوية المسدسة (120 درجة)	
محدد زاوية الشطب (135 درجة)	

6- قوالب قياس الزوايا

هي قوالب من فولاذ متوفرة على شكل أطقم محفوظة في علب خشب قصد حمايتها و هي تجسد بدقة جيدة مقاسات زوايا معينة تستعمل قوالب قياس الزوايا في أعمال معايرة الأجهزة الأخرى (المنقلة، محددات الزوايا) و في الفحص الدقيق لزوايا المشغولات و لضبط ماكينات التشغيل.



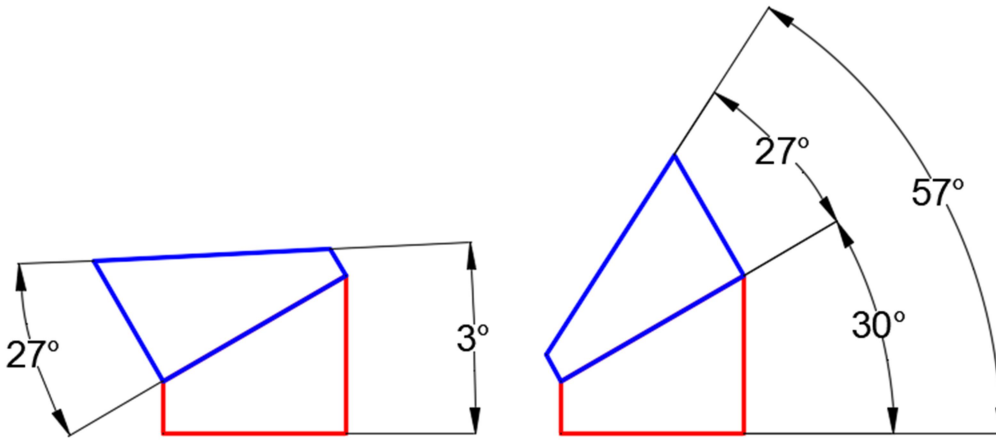
قوالب قياس الزوايا (Blocks Angle Gage)

أقل قراءة	مقدار القوالب	عدد القوالب
1^0	6 Blocks of (1,3,5,15,30 and 45^0)	6
$1'$	6 Blocks of (1,3,5,15,30 and $45'$) 5 Blocks of (1,3,5,20,and $30'$)	11
$1''$	6 Blocks of (1,3,5,15,30 and $45''$) 5 Blocks of (1,3,5,20,and $30''$) 5 Blocks of (1,3,5,20,and $30''$)	16

أمثلة عن أطقم قوالب قياس الزوايا

يمكن استعمال مجموعة من القوالب لتركيب زاوية معينة على طريقتين: طريقة الإضافة و طريقة الطرح.

- في طريقة الإضافة (Additive assembly) نجمع القوالب بحيث يكون اتجاه ميل السطح المائل لجميع القوالب واحد و تكون الزاوية المركبة هي مجموع زوايا كل قالب فمثلا بإضافة قالب الزاوية 3 إلى 30 و على نفس الميل نحصل على زاوية 33^0 درجة.
- في طريقة الطرح (Subtractive assembly) نركب القوالب بحيث يكون اتجاهاتها معاكسة لبعضها البعض و بالتالي تكون الزاوية المركبة هي الفرق بين القوالب في اتجاه الميل الرئيسي و بقية الزوايا في الاتجاه المعاكس فمثلا بوضع قالب الزاوية 3 في الاتجاه المعاكس مع قالب الزاوية 30^0 نحصل على زاوية $(3-30)$ لنحصل على زاوية 27^0 درجة.



الباب السابع

اللولب والبراغي

Bolts and Nuts

7-1 المقدمة

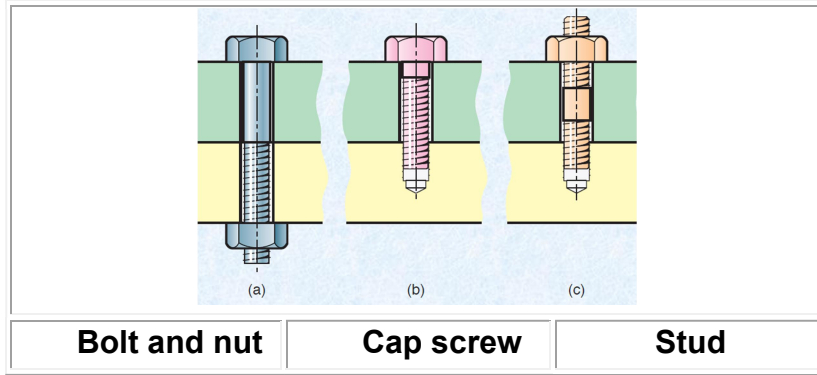
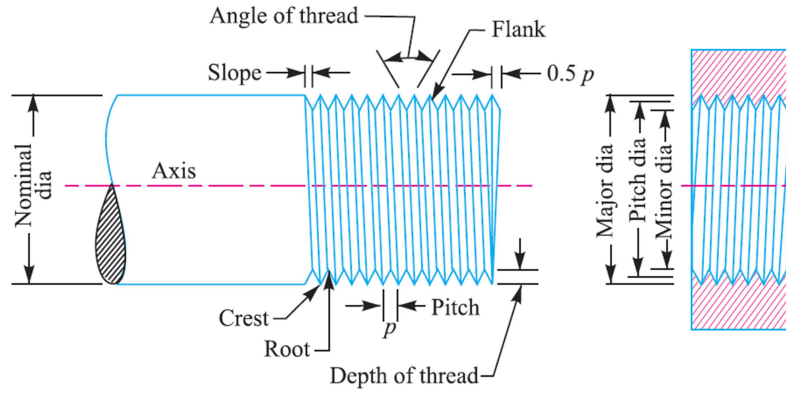
لقد استعمل الإنسان القياسات البراغي واللولب (Bolts and Screws) أجسام أسطوانية أو قطر مخروطي في محيطها الخارجي حزوز (أخاديد) حلزونية (Helical Grooves)، تسمى الأسنان الخارجية (Threads)، وتستخدم لتثبيت مختلف القطع الإنشائية والميكانيكية أو ربطها أو تجميع بعضها مع بعض واللولب على أنواع من حيث الشكل والقياس والاستخدام ولاستكمال عملية الربط تُصمَّم (أسنان) داخلية مكمّلة على القطعة المراد تثبيتها أو على قطعة أخرى منفصلة تسمى الصامولة (Nut) أو العزقة أو الجوزة بحسب شكلها يُربط بها البرغي أو اللولب من الجهة المقابلة.

يُجهَّز اللولب عادةً برأس خاص محدد الشكل لإدارته في حركة تقدمية عند الربط، أو تراجعية عند الفك وتكون أبعاد الرأس عادة أكبر من أبعاد الجذع (أو الساق) المحلزن (الملولب) من البرغي (Bolt) أو اللولب. ثمة مجموعتان من اللولب والبراغي: الأولى براغي المكناات وتُثبت بصامولة كما في الشكل أو ما يماثلها، أو تُثبت في القطعة المراد تثبيتها، والثانية ذات قطر مخروطي محلزن ومستدق النهاية يستخدم غالباً في أعمال النجارة والصناعات الخشبية واللدائنية ولتثبيت الصفائح المعدنية مع القطع الخشبية وغيرها، ويجري ربطه بتطبيق عزم فتل على رأس اللولب بحيث يتقدم داخل القطعة لولبياً.

يعود تاريخ اللولب إلى القرن الثاني قبل الميلاد، إلا أن البرغي المعدني الفعلي المعروف اليوم لم يُطوَّر حتى عصر النهضة؛ وكان يصنع يدوياً، ولم تكن البراغي متماثلة، ويصعب استخدامها عملياً وأول مكنة لقطع اللولب صنعها الفرنسي جاك بيسون (Jacques Besson) عام 1586 ممهداً الطريق لهذه الصناعة التي شهدت تطوراً كبيراً من حيث سرعة الإنتاج ونوعيته وطرائق التصنيع والأتمتة. وفي العام 1836 طوَّر الأمريكي وليم كين (William Keane) طريقة إنتاج الأسنان بالدرفلة، التي زادت من درجة جودة اللولب بزيادة كثافة المعدن وتعتمد هذه الطريقة تشكيل الحلزنة باستخدام قالب درفلة خاص أو قالب تشكيل الأسنان بأقل كلفة.

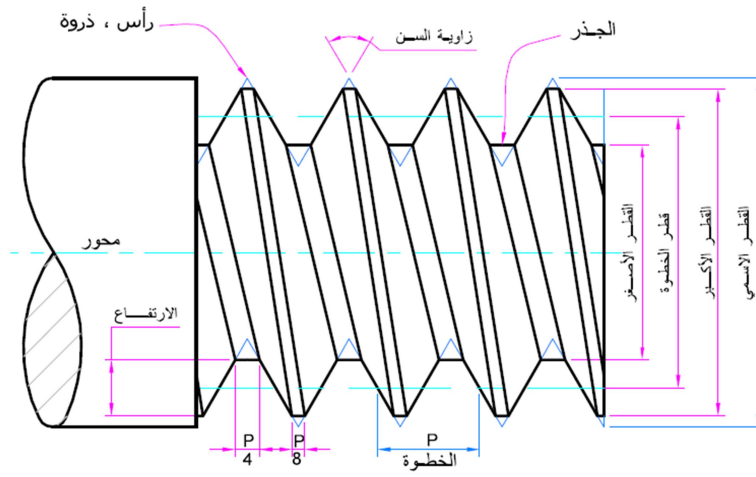
7-2 أنواع اللولب والبراغي

لللولب والبراغي سن حلزونية مرتفعة حول محور جذعه، ينحصر الفرق بين اللولب والبرغي في شكل الجذع والرأس فجدع اللولب مخروطي و رأسه مجهَّز بشق يسمح بارتكاز رأس الملفك لفكه أو ربطه، ولا يحتاج إلى صامولة أو عزقة لربطه، أما البرغي فرأسه رباعي الأضلاع أو سداسي، وقد يُجهَّز بشق، ويربط بصامولة أو بثقب ملولب في القطعة المراد تثبيتها بمعونة مفتاح عياري أو قابل للضبط. وهناك نوع من البراغي على شكل خطاف يُزرع داخل الخرسانة يبرز رأسه الأصغر من قطره الخارجي لربط القطع المنفصلة بالهيكل الخرسانتي



معظم اللولب والبراغي يمينية الحلزنة، ومنها ما هو يساري الحلزنة يُستخدم لمعاكسة عزم الفتل في حال تطبيق عزم فتل على القطعة التي يربطها اللولب بقطعة تدور باتجاه معاكس، ويتسبب دورانها في تراخي شد اللولب أو فكّه وهنا يكون اتجاه عزم الفتل متفقاً مع اتجاه الحركة التقدمية للولب أو البرغي وليس العكس. وهي على أنواع ...

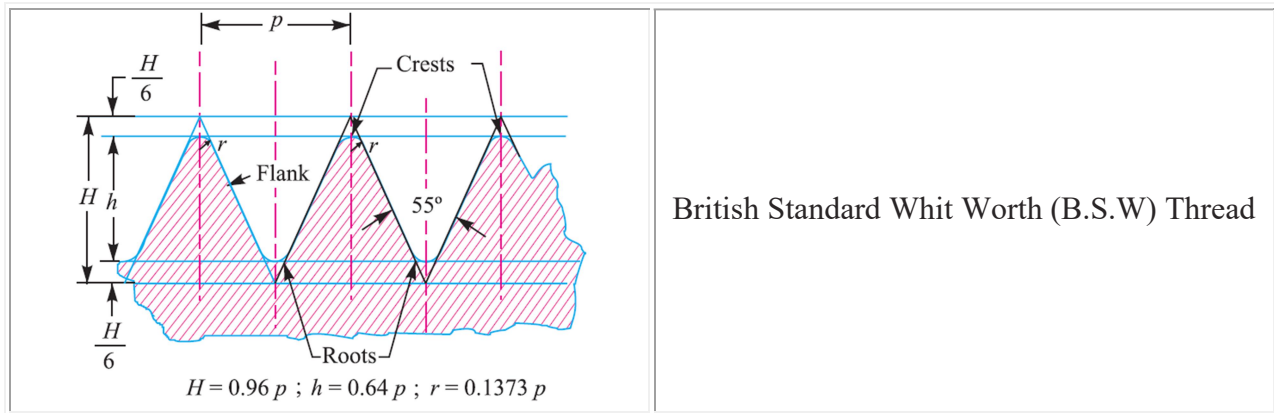
7-3 المصطلحات الفنية للوالب والبراغي

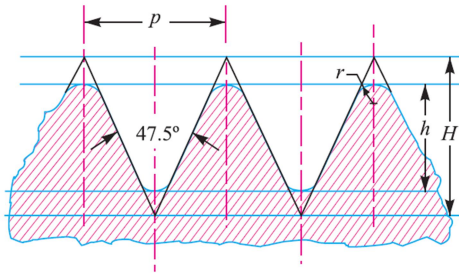


قمة السن	Crest	القطر الاسمي	Nominal Diameter
جذر السن	Root	القطر الخارجي	Major diameter
عمق السن	Depth of thread	القطر الداخلي	Minor diameter
جانب السن	Flank	قطر دائرة الخطوة	Pitch diameter
زاوية السن	Angle of thread	الخطوة	Pitch

7-4 اشكال اللوالب والبراغي

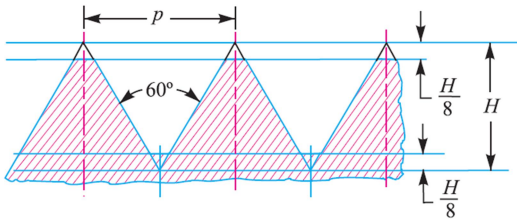
يظهر الشكل أنواع الأسنان الشائعة، ويلاحظ اختلاف الزوايا وأشكال نهاياتها وعمقها كما يلاحظ تسميتها وفق مصنّعها أو أول من صممها.





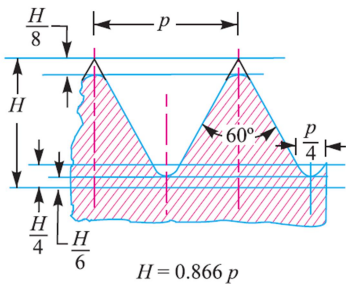
$$H = 1.13634 p ; h = 0.6 p ; r = 0.18083 p$$

British Association (B.A.) thread



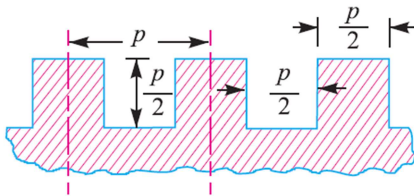
$$H = 0.866 p$$

American National Standard Thread

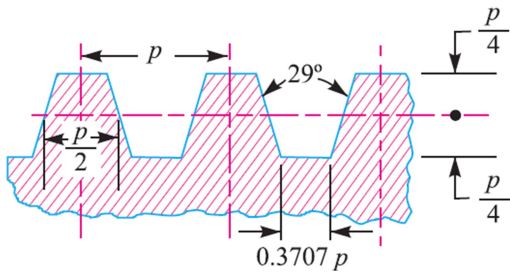


$$H = 0.866 p$$

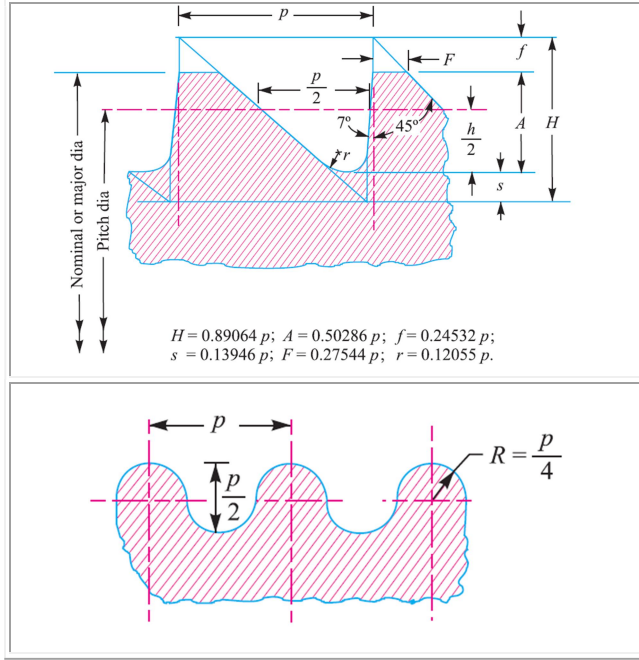
Unified Standard Thread



Square Thread



Acme Thread



على سبيل المثال، تُستخدم الأسنان الموحدة في منظومة الإنش للبراغي واللواكب المولوبة من الطرفين، وهي نتيجة اتفاق لجان القياس الكندية والبريطانية والأمريكية ثم استُبدلت بها المنظومة الوطنية الأمريكية لقياس أسنان اللواكب وتختلف المنظومات المعمول بها في التفاصيل الصغيرة فقط، وفي الترتيبات المتعلقة بالتسامحات الزاوية المعتمدة للسن على سبيل المثال، السن المدورة بزاوية (55^0) مستخدمة لدى لجنة قياس السن البريطانية مقارنة بالزاوية (60^0) في المنظومة الأساسية أما السن المستخدمة لنقل القوة في اللولب فشبّه منحرفة (مكتفة) بزاوية سن (29^0) يراعى في كل حالة تناسب المقاييس لذلك تعطى الأبعاد في كثير من الأحيان بدلالة الخطوة.

• رؤوس اللواكب المشقوقة (Slot Head Screws)

يمكن أن يكون اللولب برأس وحيد الشق ويربط بالمفك العادي، ويُستخدم غالباً في الأشغال الخشبية ولربط القطع اللدائنية؛ لأنه يسمح بانغراس رأس اللولب داخل القطعة والرؤوس الغاطسة هي المفضلة لأن سطوحها تتساوى مع سطح القطعة التي تُثبت بها أو تكون غائرة فيها.

• اللواكب المتصالبة الشق (لولب فيليبس Phillips Screw)

وهي من أكثر اللواكب شيوعاً، ولرأس اللولب شق متصالب يُستخدم لربطه وفكه مفك متصالب الرأس يحول رأس هذه اللواكب دون انزلاق المفك، ويقلل تشوّه رأس اللولب عند الربط أو الفك وغالباً ما تكون اللواكب من هذا النوع مسطحة أو غاطسة.

• اللواكب والبراغي المجهّزة برؤوس خاصة

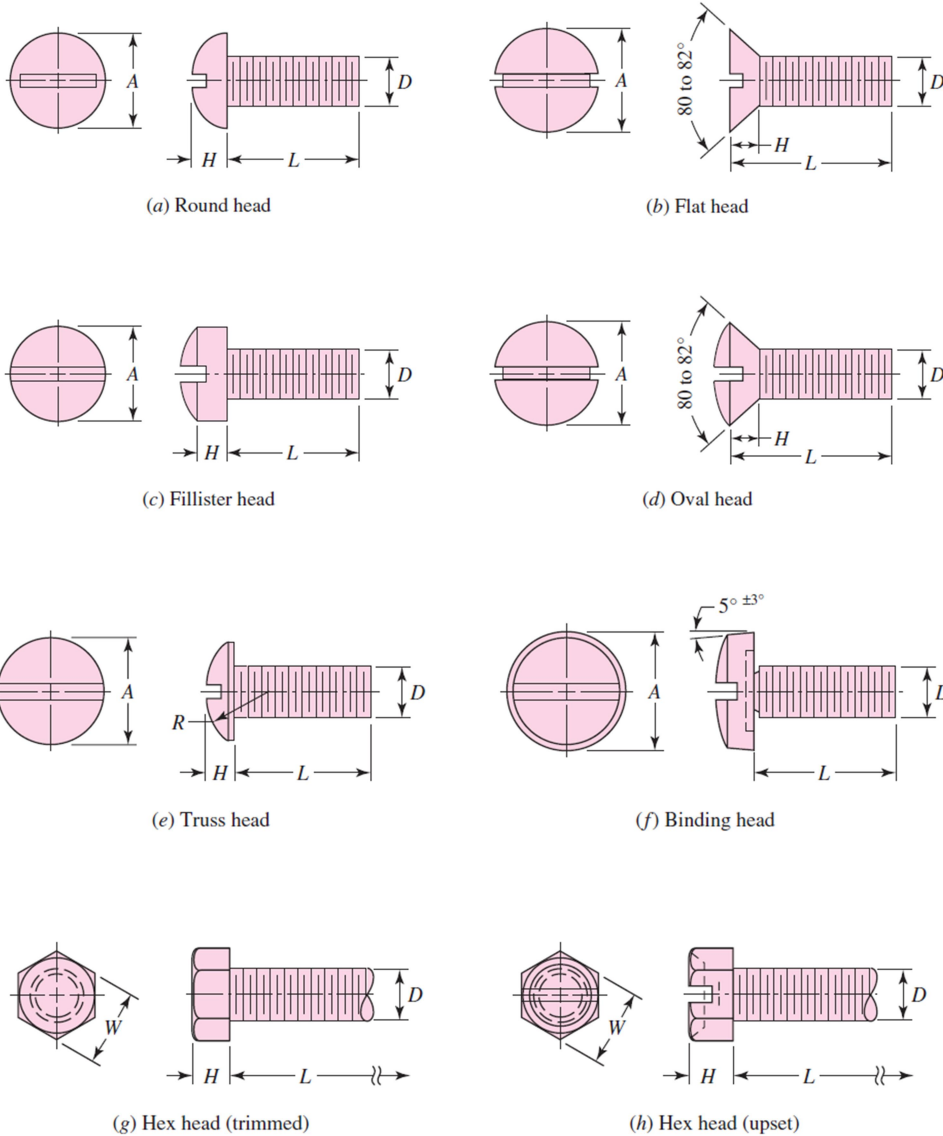
ثمّة أنواع أخرى من اللواكب تحتاج رؤوسها إلى مفكات أو مفاتيح خاصة للربط والفك، وغالباً ما تكون رؤوسها مضلعة أو غاطسة.

• البراغي المضلعة الرأس: Polygon Head Bolts

تُجهّز هذه البراغي برؤوس مربعة أو سداسية الشكل، ويستخدم لربطها أو فكها مفتاح شق أو مفتاح حلقي. ويمكن أن يكون المفتاح عيارياً بأبعاد رأس البرغي أو قابلاً للضبط. وقد يُجهّز رأس البرغي المضلع بشق إضافي لربطه وفكه بمفك اللوالب. كما قد يكون البرغي مخروطياً—مثل اللولب—لربطه ذاتياً بدلاً من الصامولة أو الثقب الملولب.

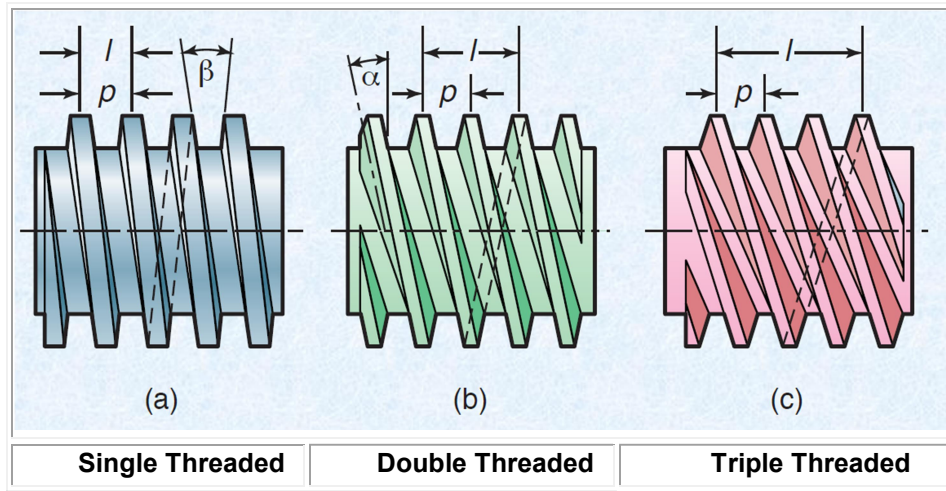
• البراغي المقببة الرأس: Rounded Head Bolts

قد يُجهّز بعض أنواع البراغي برؤوس مقببة، تبرز عن سطح القطعة لمنع أذاها عن مستخدمي الآلات. وغالباً ما تكون هذه الرؤوس مجهزة بشقوق لتسهيل ربطها وفكها.



5-7 أسنان اللولب ومعايير تصنيفها

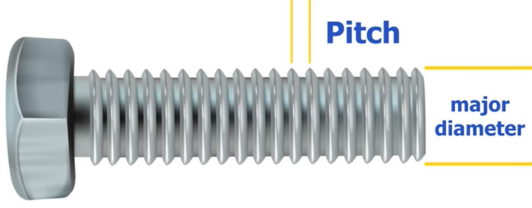
تتميز السن بخطوتها والزاوية بين السطحين المكونين لها وشكل رأسها وعمقها (البعد بين الرأس وجذره)، إضافة إلى أقطار جذعها الخارجية (العظمى) والداخلية (الصغرى) والمتوسطة (المحلزنة)، وتختلف المعايير في قيم بعضها كما تختلف بالسماحيات المقبولة بين اللولب والصامولة تعطى أبعاد اللولب وأسنانها باستخدام منظومة القياس الإنكليزية (الإنش)، أو منظومة المتر العالمية تختلف أشكال أسنان اللولب بحسب نوع الاستخدام، ومنها أسنان ببوابة (Gate) واحدة، أو ببوابتين أو أكثر (الشكل). ولهذه البوابات دور مهم في سرعة تقدم البرغي في كل دورة، وهناك لولب أسنانها أو خطوتها خشنة، وأخرى أسنانها ناعمة، سواء كانت يسارية الحلزنة أم يمينية، كما يوجد أسنان ناعمة جداً تصنع لأغراض خاصة وتُستخدم رموز عالمية لتحديد نوعية السن والخطوة. وتتوفر جداول خاصة يمكن الرجوع إليها لتحديد الأبعاد الأساسية لأسنان اللولب وفق المعايير الموحدة.



6-7 الأسنان المعيارية ومنظوماتها

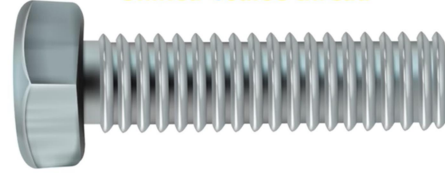
تُختار قياسات الأسنان وخطواتها من الجداول المعيارية المعتمدة، وتحدد منظومات القياس المختلفة المعطيات الكاملة عن مقاييس اللولب وأسنانها وخطواتها، و التسامحات المسموح بها وهناك ثلاث مجموعات إضافية تعداد أسنانها 8 و 12 و 16 سناً بالإنش الواحد، و يمكن تشكيلها بأقطار مختلفة. وقد أضيفت أرقام التسامحات نظراً لاستحالة إنتاج اللولب والبراغي بالأبعاد الموصّفة بدقة تامة فيُفسح المجال لتسامحات محدّدة ومقبولة تتناسب مع أبعاد اللولب والصامولات والحد الأعظمي للتسامح هو الفرق بين القطر الأكبر لخطوة اللولب

M 10 x 1.5



1/2 - 20 UNF 2A

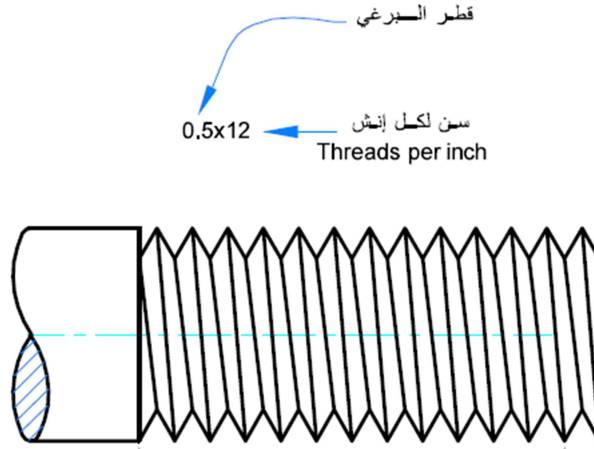
Unified Fine thread
Unified Coarse thread



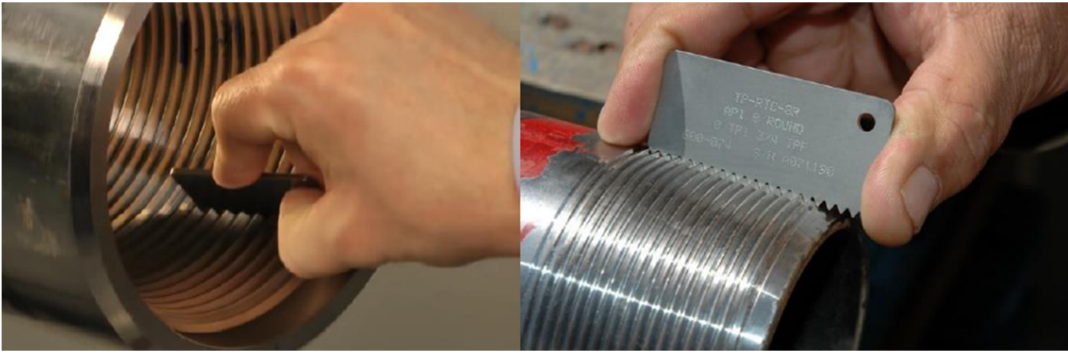
ويمكن قراءة رمز اللولب حسب النظام الفرنسي بالشكل التالي



ويمكن قراءة رمز اللولب حسب النظام البريطاني بالشكل التالي

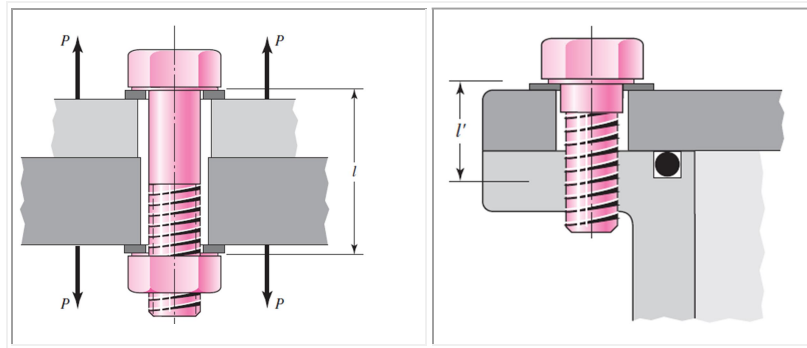


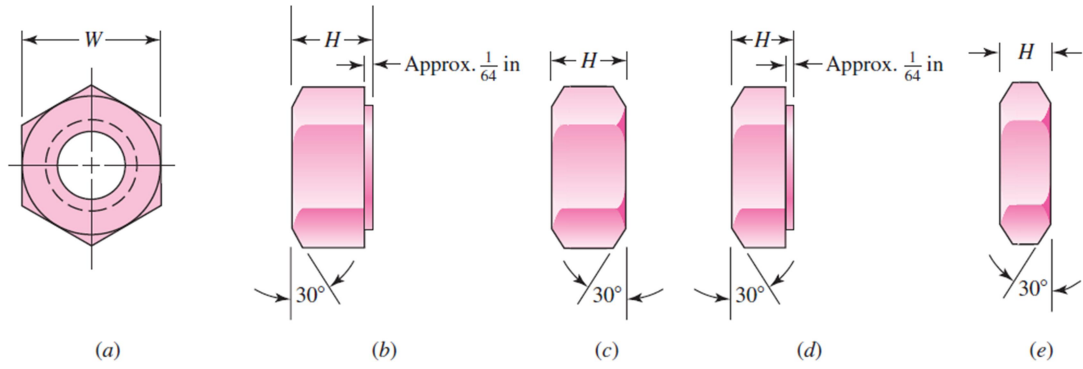
و هنالك عدة لقياس نوع السن وشكله ...



7-7 الصواميل وحلقات الإحكام Nuts and Washers

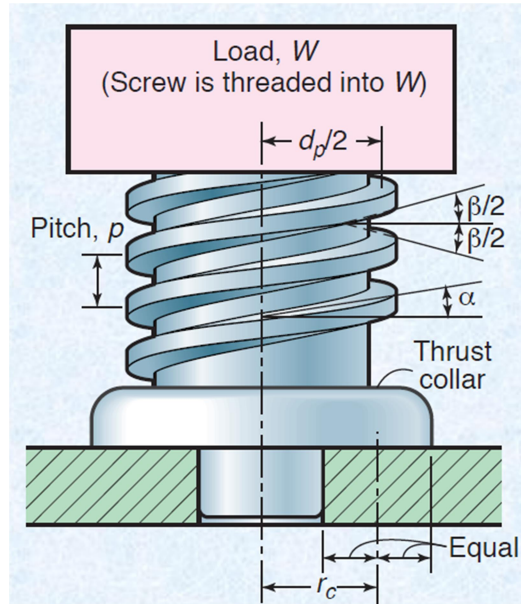
الصواميل أدوات ربط ميكانيكي مزلعة من الخارج، ملولبة من الداخل بالخطوة والسن المناسبة للبرغي الذي ستربط به، واتجاه لولبتها مخالف للولبة البرغي وترتبط به بإحكام عند تثبيت القطع الإنشائية والصواميل على أنواع بحسب الشكل والاستخدام ونوع المعدن ومنها صواميل مجنحة تسمى (جوزة)، وصواميل قفل مهمتها منع ارتخاء شد الصامولة في أثناء العمل أو عند التعرض للصدم والاهتزاز. تُستعمل غالباً حلقات إحكام لتثبيت الصامولة أو العزقة، ويختلف شكلها ودورها ونوع معدنها بحسب الغاية منها، ولحلقة الإحكام النابضية دور قفل يمنع ارتخاء شد الصامولة، وثمة حلقات مهمتها إحكام الشد ومنع تسرب الغاز أو السائل.





7-8 لوالب القدرة (Power Screws)

تُستخدم لوالب القدرة لرفع الأثقال أو لنقل القوة المجهدة في المكنات. ويمكن رفع الثقل (W) المطبق على اللولب أو خفضه كما في الشكل بإدارته و تُدخل محاولة التدوير أبعاد الأسنان والبرغي في الحساب لتعطي قيمة العزم اللازم لرفع الحمل.



الباب الثامن

البرادة والشنكرة

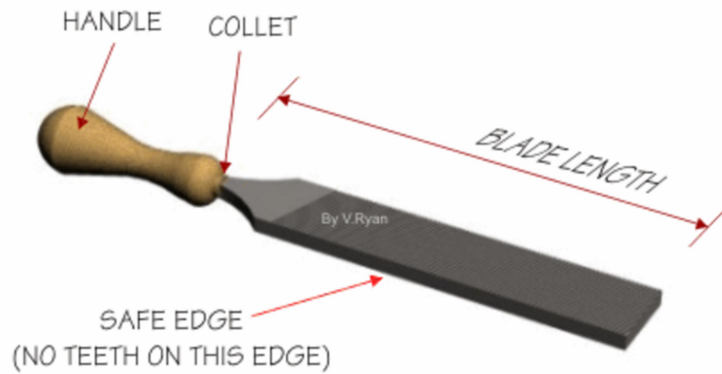
Filing & Marking off

8-1 المقدمة

تعتبر عملية البرادة (Filing) من العمليات اليدوية القديمة والمهمة التي مارسها الإنسان وقد أخذت في التطور شأنها شأن العمليات الأخرى و بالرغم من التطور الكبير في الماكينات المستخدمة لتشغيل المعادن إلا أنه لا يمكن الإستغناء عن عملية البرادة. والبرادة هي عملية نحت و برد لإزاله طبقه من المعدن عن طريق ازالة شظايا صغيره بواسطة (اسنان) من اجل تسوية الاسطح الخشنه في بعض الاماكن الضيقه. واداة البرادة هي المبارد عن طريق عدد كبير من اسنان المبرد وتتم عملية البرادة بواسطة المبارد اليدوية او المبارد الاليه. ولكل ماده مبارد خاصه بها فمثلا يوجد فرق بين المبارد التي تستخدم لبرد الخشب و المبارد التي تستخدم في برد الحديد اي لكل نوع مبرد لأنه قد يؤدي استخدام المبرد الخاطئ في افساد الشغلة او اتلاف المبرد نفسه لذا فانه يجب علينا اتباع التعليمات في عملية البرادة وان نستخدم المبرد المحدد في الشغلة المطلوب

8-2 المبارد Files

هو الأداة المستخدمة لإجراء عملية البرادة للأسطح وهو عبارة عن آلة قطع مسننة تصنع من قطعة مناسبة من الفولاذ الخام يتم تشكيلها بالطرق وتلدينها ثم يتم في النهاية تجليخها وتسويتها. وبعد تشكيل أو تفريز حدود القطع السفلى والعليا يتم تصليد المبرد ثم يطبع سيلان المبرد حراريا ويجب مراعاة أن يكون سلاح المبرد عال الصلادة للتمكن من خدش المعدن ولضمان عمر أطول للمبرد بينما سيلان المبرد لا يصلد لضمان إرتفاع متانته وعدم تعرضه للكسر.



3-8 تصنيف المبراد

هناك عدة طرق يمكن إستخدامها لتصنيف المبراد المستخدمة لإجراء برادة الأسطح وأشهرها هو التصنيف حسب نوع الأسنان الموجودة بالمبرد فيمكن تصنيفها تبعا للاتى ...

1. المبراد ذات الأسنان المفردة Single Teeth Files

هي مجموعة صفوف مفردة ومتوازية من الأسنان مقطوعة في وجهي المبرد بوضع مائل على أحد جوانبه وتستخدم الأسنان المفردة بالدرجة الأولى في المبراد المخصصة لمعالجة مواد التصنيع (الشغلة) اللينة أو الطرية مثل القصدير والزنك والرصاص والألومنيوم .

2. المبراد ذات الأسنان المزدوجة Double Teeth Files

هما مجموعتان من صفوف متوازية على وجهي المبرد في أوضاع مائلة على الجوانب من الجهتين وتتقاطع مع بعضها البعض وتكون حدودا قاطعة حادة عند تقاطعات الأسنان ويستخدم هذا النوع من المبراد لإزالة الرايش بصورة أسرع كما أنها تستخدم لبرادة المعادن الأكثر صلادة كالبرونز والبراص **Brass** والنحاس.

3. مبراد الأسنان المحببة Rasping Teeth Files

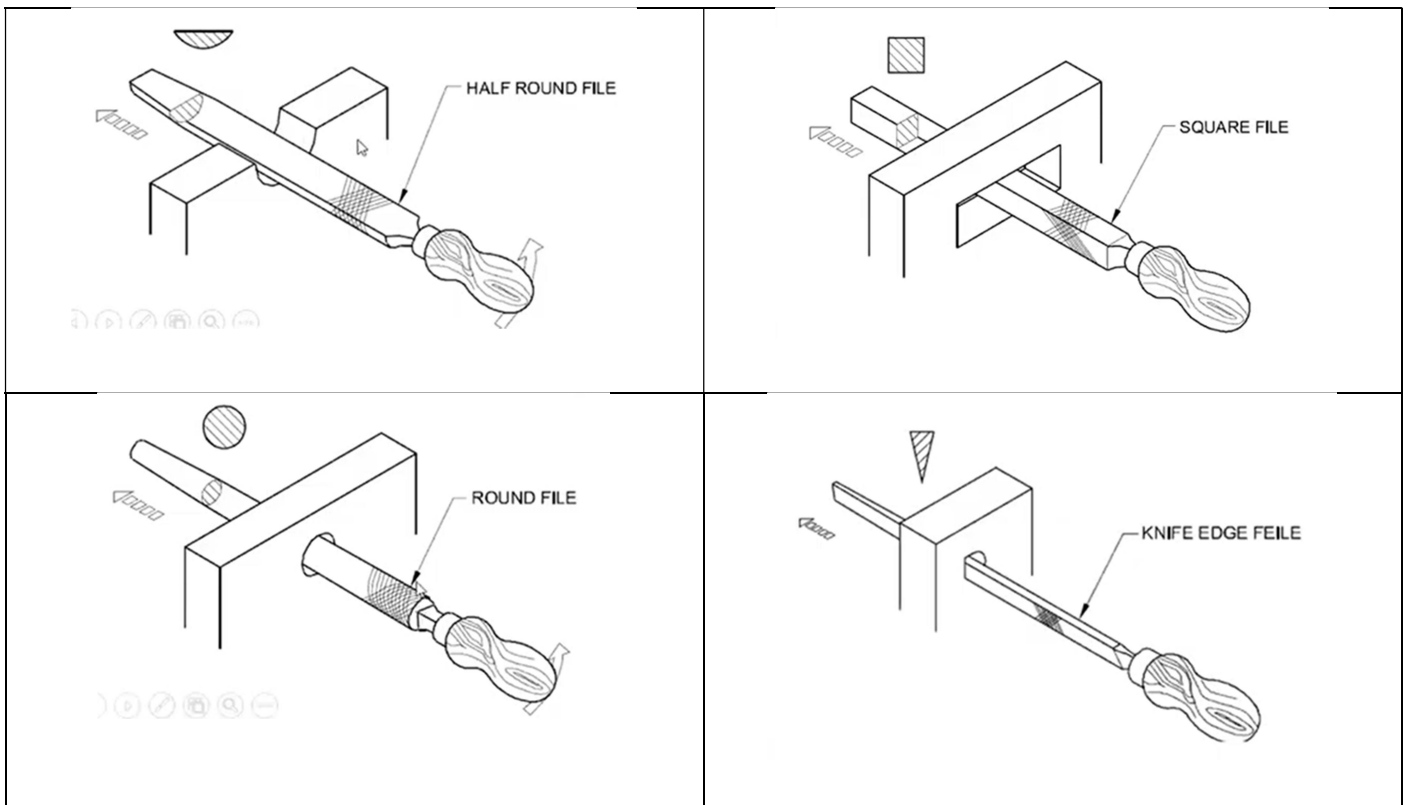
يتم تشكيل أسنان هذا النوع من المبراد بالطرق وتكون مفردة ومتباعدة نسبيا وتستخدم هذه الأنواع من المبراد لمعالجة الخشب والأنسجة الصلدة والجلد وما يماثلها كما يمكن إستخدامها لبرادة الرصاص والألومنيوم . ويوضح الشكل كلا من المبراد ذات الأسنان المزدوجة والمحببة.

أنواع المبراد

تختلف المبراد فى الشكل وذلك لكى تتناسب مع الأشكال الهندسية للأسطح التى يتم بردها . وأهم أنواع المبراد هى :-

1. مبرد مستوى : Flat File يستخدم لتسوية الأسطح.
2. مبرد مربع : Square File يستخدم للحصول على فتحات مربعة.
3. مبرد دائرى : Round File يستخدم للحصول على فتحات دائرية.
4. مبرد مثلث : Triangular File يستخدم للحصول على أشكال مثلثية.
5. مبرد نصف دائرى : Half-round File يستخدم للحصول على أشكال مخروطية.
6. مبرد خشن : Bastard-cut File يستخدم لإزالة أجزاء كبيرة من الأسطح.
7. مبرد ناعم : Smooth-cut File يستعمل لعمليات التنعيم لإزالة أجزاء صغيرة من سطح المعدن.

كما توجد أنواع أخرى كمبرد السكينة ومبرد المعين ومبرد الألات الدقيقة حيث يوضح الشكل الأنواع المختلفة للمبارد.



3-8-عملية البرادة

هي عملية تنعيم للمعدن وتتم عن طريق احتكاك المبرد بالمعدن ولكي تتم عملية البرادة لابد من توافر عدة شروط كوجود المنجلة (الملزمة) وهي تتكون من فك ثابت و فك متحرك و يد المنجلة اما اللولب فهو الذي يتحكم و يحدد فتحة المنجلة المستخدمة حسب حجم الشغلة والفرق بين المبرد الناعم والخشن هو أن المبرد الناعم تكون فيه الأسنان كثيرة ومتقاربة بينما المبرد الخشن تكون فيه الأسنان قليلة وأكثر تباعدا . وتعتمد خشونة المعدن ونعومته على عدد أسنان المبرد في السننيمتر الواحد .وتستعمل المبرد الخشن لإزالة الزوائد حيث يتم ذلك بسرعة ، ولكن تترك سطحاً خشناً ، كما تستعمل عند برادة المعادن الطرية نظراً لبعدها المسافة بين الأسنان .أما المبرد الناعم فتستعمل في العمليات الدقيقة حيث ينبغي الحصول على سطوح ناعمة ، وتوضع عادة مادة الطباشير على أسنان المبرد لتخفف من مقدرة الأسنان على إزالة الزوائد من القطعة في مرحلة التنعيم. وتصنع الملزمة (المنجلة) من الحديد الزهر أو الصلب المسبوك ويتحدد مقاسها بعرض فكها من (200-50) والفكان يكون أحدهما ثابت والأخر متحرك وكلا الفكين يصنع من الصلب المقسى وهما متوازيان وسطحهما الملاصقان للشغلة خشنان ليكون التثبيت جيداً ويجب أن يراعى عند تثبيت الشغلة أن تكون مثبتة بقوة كافية تمنع إهتزازها وذلك بأن تكون بارزة عن سطح فكي الملزمة بمسافة قصيرة لا تتعدى 5:10 ملليمترات.



4-8 أساليب البرادة

تنقسم أساليب البرادة الى نوعين اساسيين هما:

أ- البرادة المستوية

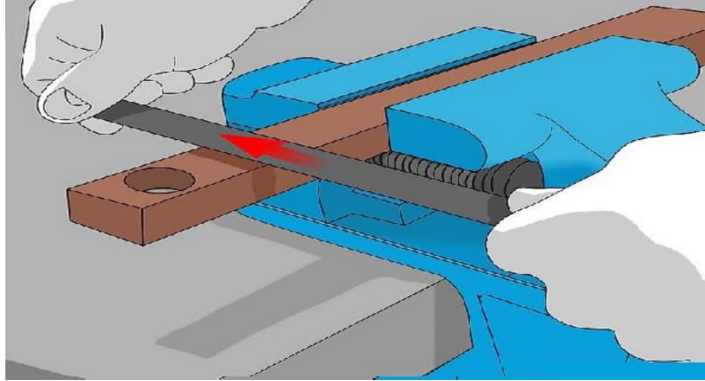
ب- البرادة المستديرة

أولاً: البرادة المستوية:

هي البرادة التي تتم على الأسطح المستوية وتنقسم إلى ثلاثة أنواع هما البرادة الطولية ,البرادة العرضية,البرادة المائلة.

- طريقة البرادة الطولية

وفيها يتم دفع المبرد في الإتجاه الطولي له أو مائلا في إتجاه الشغلة وتكون أكثر المبرد مصممة بهذه الطريقة



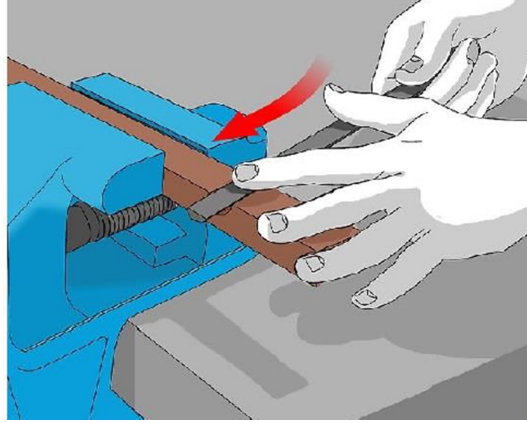
- البرادة العرضية

وفيها يمسك المبرد بطرفيه على الشغلة بصورة عرضية وينتج من ذلك نعومة أكثر من البرادة الطولية وخصوصا إذا اختير مبرد مناسب للشغلة



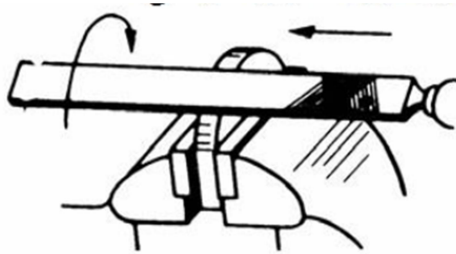
• البرادة المائلة

وفيها يسحب المبرد بصورة جانبية للحصول على كمية متساوية من الرايش



• البرادة المستديرة

في حالة برادة قطع العمل التي بها إستدارة (البرادة المستديرة) يجب وأن يتم توجيه المبرد بحركة قطع مطابقة لدوران أو لإستدارة قطعة العمل ويمكن الحصول على هذه الحركة بتدوير المبرد مع بقاء ضغط القطع ثابتا



والطريقة الصحيحة للبرادة يجب أولا إختيار المبرد الملائم للغرض من البرادة سواء كانت برادة طولية ,عرضية ,مائلة ,أو مستديرة, وعدم إستخدام مبرد بدون مقبض .كما يجب التأكد من نظافة السطح المطلوب تشغيله و التأكد من التثبيت الصحيح للشغلة (قطعة العمل) كما يجب أن يستند ثقل الجسم على القدم اليسرى والساق اليمنى تبقى مستقيمة والأقدام ثابتة

أ – العناية بالمبرد عند إستعماله

1. يجب تنظيف المبرد من الرايش والمواد الغريبة العالقة بها والمحشورة بين الأسنان باستعمال فرشاة سلك.
2. يجب مراعاة عدم الطرق على المبرد بالمطرقة بأي شيء حاد للحفاظ على سلامة أسنان المبرد.

3. تستعمل المبادر الجديدة في تشغيل السطوح العريضة الواسعة ، والمبارد القديمة في تشغيل السطوح الضيقة.
4. تستخدم المبادر الجديدة في تسوية سطوح المعادن الرخوة نسبيا والسهلة القطع.

ب - العناية بالمبرد عند تخزينه

1. يجب أن لا تكدر المبادر في صناديق أو أوعية من دون ترتيب حتى لا تتعرض أسنانها الدقيقة للكسر ، كما يجب حفظها مغلقة ووضعها مرتبة برفق في أماكن مناسبة.
2. يجب تنظيف المبرد قبل تخزينه وتغطيته بطبقة رقيقة من الزيت عند التخزين لفترات طويلة.

الباب التاسع

عمليات الشنكرة والعلام

Marking-out processes



9-1 الشنكرة (Marking-out)

هي عملية نقل الأبعاد من التصميم (لوحة الرسم) الى سطح المشغولة (قطعة العمل الخام) المطلوب تصنيعها، ويقصد بها تحديد الأطوال ومراكز الثقوب والزوايا على سطح المشغولة للتمكن من تنفيذ الأعمال المطلوبة. لا تختلف عملية رسم خطوط التشغيل على الأسطح المستوية المعدنية عن عملية الرسم العادية على الورق، إلا من حيث استعمال أداة الخدش (شوكة العلام) بدلا من القلم. فالتخطيط والعلام أو الشنكرة 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 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. حيث تعتمد عمليات التشغيل الصحيحة على مقدار دقة الشنكرة ووضع المقاسات بدقة وفي حالة الشنكرة غير الدقيقة يكون العمل الناتج رديئا وغير مطابق للمواصفات المطلوبة، ولذلك مهما امتد الوقت الذي تستغرقه عملية الشنكرة الدقيقة فلا يجوز أن نعتبره وقتا مهدرا حيث أنه في النهاية سيوفر وقتا أكثر في المراحل التالية للتشغيل. عندما يراد تشغيل جزء معدني يجب التعرف على السطوح التي سيجري عليها التشغيل وكمية المعدن الذي يزال من كل سطح، ويمكن التعرف على هذه السطوح من الرسم التشغيلي، ولكن كمية المعدن المطلوب إزالته من كل سطح لا يمكن تحديدها إلا بعد الشنكرة

وضع علامات وخطوط على سطوح الجزء المعدن ولعمل ثقب في قطعة معدنية لا بد من تحديد مواضع مراكز هذه الثقوب وتحديد علامتها (ذنبه) واضحة حتى يسهل على العامل تنفيذ عملية الثقب بدقة وإتقان. ومن أشهر استخدامات عملية الشنكرة هو عمل خطوط متوازية على قطعة الشغل وتحديد مركز عمود وتحديد مراكز الثقب..... إلخ من الاستخدامات المتعددة والمختلفة .

9-2 شوكة العلام Scriber

هي أداة يدوية تستخدم لإجراء علامات على المعادن كما يكتب القلم على الورق، تصنع شوكة العلام من صلب العدة الكربوني ويكون طرفها دائما مسنونا ومدببا وصلبا وطولها من 250 إلى 300 مم ويتم شحذها بزاوية 20 - 10 درجة ليكون لها سن مدبب كما هو مبين في شكل وتستخدم في رسم خطوط على سطح الشغلة.



ويوجد نوع من شوكة العلام يصنع من النحاس الأصفر Brass وتستخدم للخامات الصلدة حيث يترك على الخامة (الشغلة) طبقة من النحاس أثناء الشنكرة، وهناك نوع آخر وهو قلم الرصاص حيث يستخدم لقطع العمل الدقيقة والصفائح المطلية، ويوضح الشكل المرفق الأنواع المختلفة من شوكة العلام.



الأنواع المختلفة من شوكة العلام.

يجب مراعاة عند استخدام شوكة العلام أن يكون طرفها المدبب ملاصقا لحركة المسطرة وأن يكون السحب في اتجاه واحد تلافيا للخطوط المزدوجة.

9-3 ذنبه العلام Center Punch

هي أداة يدوية تصنع من الحديد الصلب (الفولاذ) الخاص بالعدد مع تصليد طرفها المدبب وهي تستخدم لتحديد مركز في قطعة العمل وذلك في حالة عمل شنكرة الدوائر أو التثقيب بالطرق الخفيف عليها ويوضح الشكل أحد أشكال ذنبه العلام.

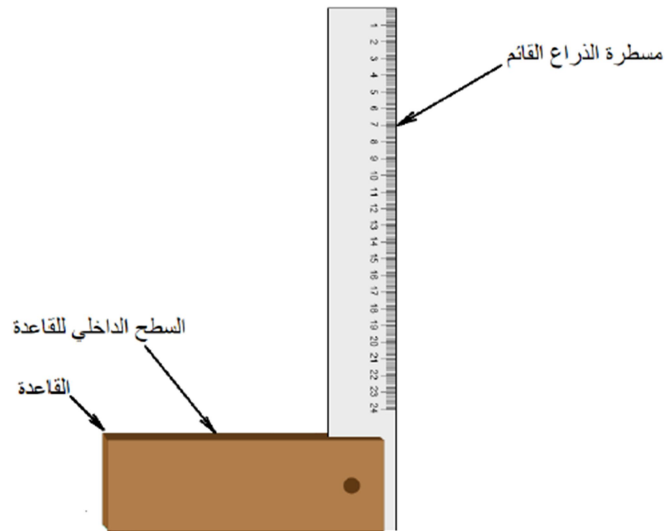


ويجب مراعاة عند استخدام الذنبة في الشنكرة أن يتم الطرق عليها باستخدام مطرقة وأن يكون الطرق مرة واحدة فقط في شكل خفيف، ويوجد نوعان من ذنبيه العلام هما:

- ذنبيه تحديد مراكز الثقوب وتكون زاوية رأس الذنبة 60° .
- ذنبيه التذنيب الدقيق وتكون زاوية رأس الذنبة 30° ويستخدم هذا النوع لتحديد (شنكرة) ألواح الصاج.

9-4 الزاوية القائمة Triangle

تصنع من الحديد الصلب وتتكون من القاعدة والذراع وهما متعامدان تماما لضمان الحصول على زاوية قائمة 90° كما هو مبين في الشكل وتستخدم الزاوية القائمة لفحص تعامدية (Perpendicularity) السطوح بملاحظة وجود شق الضوئي بين سطحها وبين سطح قطعة العمل.



توجد عدة أنواع من الزاوية القائمة يوضحها الشكل المرفق ويستخدم كل نوع بحسب ما يتطلبه العمل.



الزاوية المسطحة



زاوية مصد



زاوية مصد متصلب



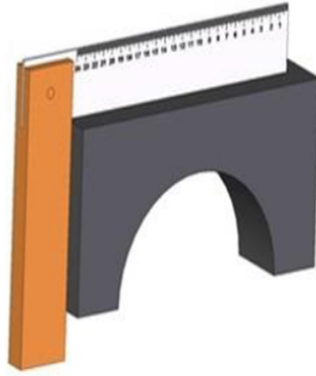
زاوية شعيرية



زاوية حرف T



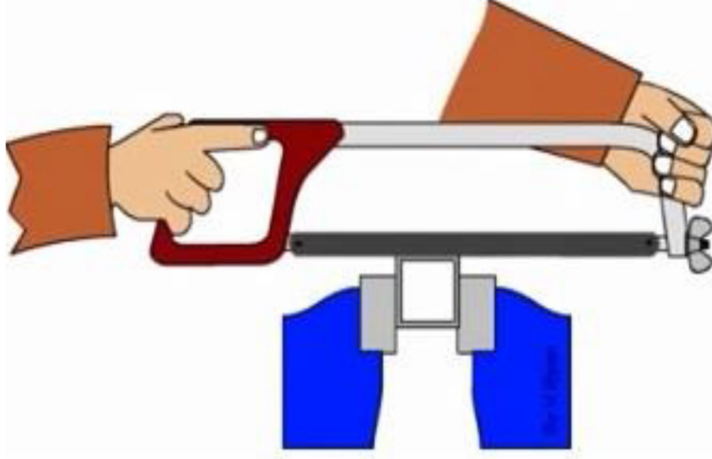
يجب مراعاة أنه عند القياس بزوايا ثابتة يجب أن تسند هذه الزوايا على قطعة العمل بحيث يكون كلا الضلعين عموديا على سطح الشغلة كما هو موضح في شكل رقم. 30



الباب العاشر

عمليات النشر اليدوي

Manual Sawing processes

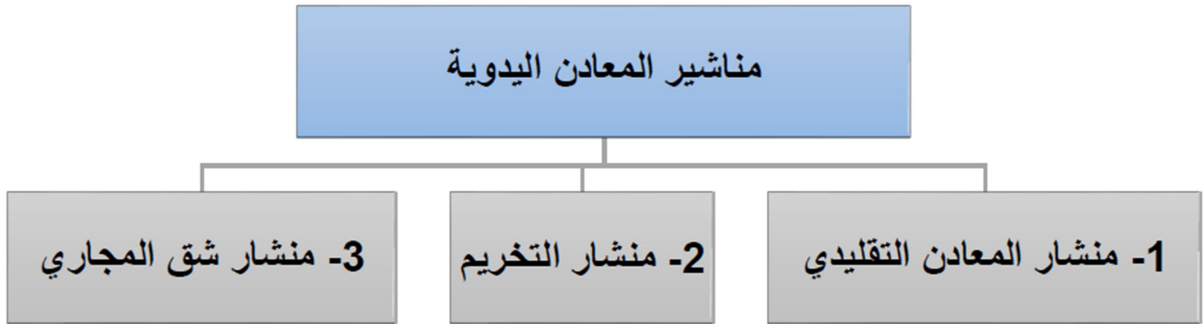


10-1 عمليات النشر اليدوي Manual sawing

يعد المنشار اليدوي النوع الأكثر شهرة وانتشارا داخل الورش نظرا لصغر حجمه وسعره الرخيص، ويستخدم المنشار اليدوي لنشر قطع العمل المصنوعة من المعدن (أو الخشب) ذات الحجم الصغير نسبيا بمختلف مقاطعها سواء كانت مصممة أو مفرغة.

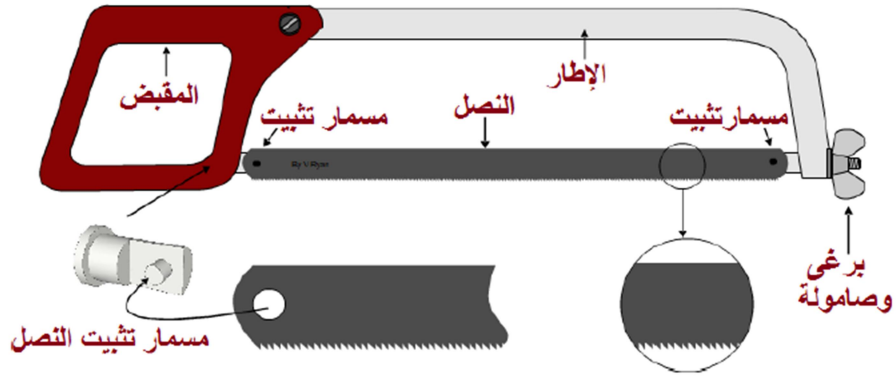
10-2 أنواع من المناشير اليدوية

توجد ثلاثة أنواع للمناشير اليدوية المستخدمة في قطع المعادن في المخطط المبين في شكل



1. منشار المعادن اليدوي التقليدي Hacksaw

يوضح شكل رقم 36 الأجزاء الرئيسية لمنشار المعادن اليدوي التقليدي، حيث يتكون من إطار خارجي مقوس الشكل مصنوع من الفولاذ منخفض الصلادة يحمل بين فكيه النصل أو حد القطع الذي يحتوي على أسنان القطع الحادة ومثبت على طرف الفك الخارجي له برغي وصامولة لضبط وإحكام شد النصل ومثبت على الطرف الآخر المقبض والذي عادة ما يكون من الخشب أو اللدائن البلاستيكية.

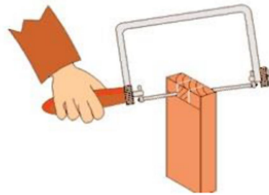
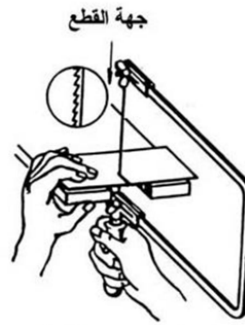


2. منشار التفطیح اليدوي (Coping Saw)

يوضح الشكل نوعي منشار التفطیح اليدوي والذي يستخدم في تشكيل المقاطع الداخليّة البسيطة في المعادن اللينة كالألومنيوم ويغلب استعماله في نشر الصفائح المعدنية. ويتم تثبيت أو ربط النصل في إطار المنشار بواسطة مسامير فولاذية تثبت في النصل توضع في ثقب خاصة في الإطار، ويتم التركيب بشد طرفي النصل بين فكي الإطار ثم تنزل مسامير تثبيت النصل بالثقوب الخاصة بها بسهولة.

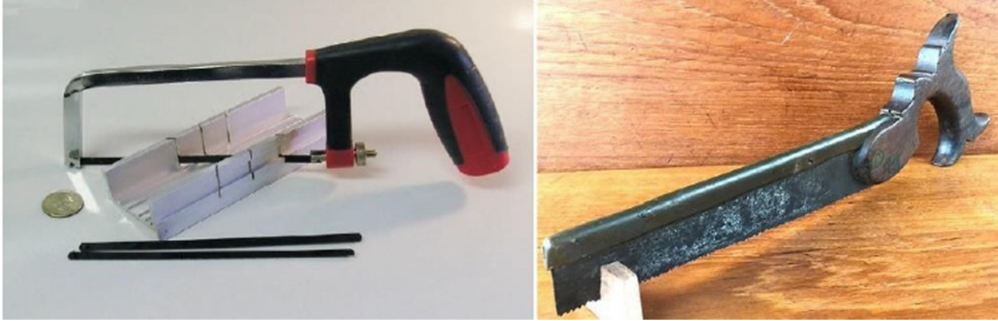


أما بالنسبة لحركة القطع فيتم تثبيت قطعة العمل كما في شكل رقم 38 وتكون أسنان النصل مائلة لأسفل وبذلك تكون حركة القطع إلى الجهة السفلى ليكون ضغط القطع خفيفاً بتأثير السحب وليس الضغط والذي قد يتسبب بكسر النصل بسهولة.



3. منشار شق المجاري

يستخدم هذا المنشار لنشر المجاري الضيقة في قطاعات المعادن، وهو عبارة عن سلاح متين مثبت مباشرة في جسم المنشار أو داخل إطار صغير، و يوضح الشكل الأشكال المتنوعة من منشار شق المجاري.



الباب الحادي عشر

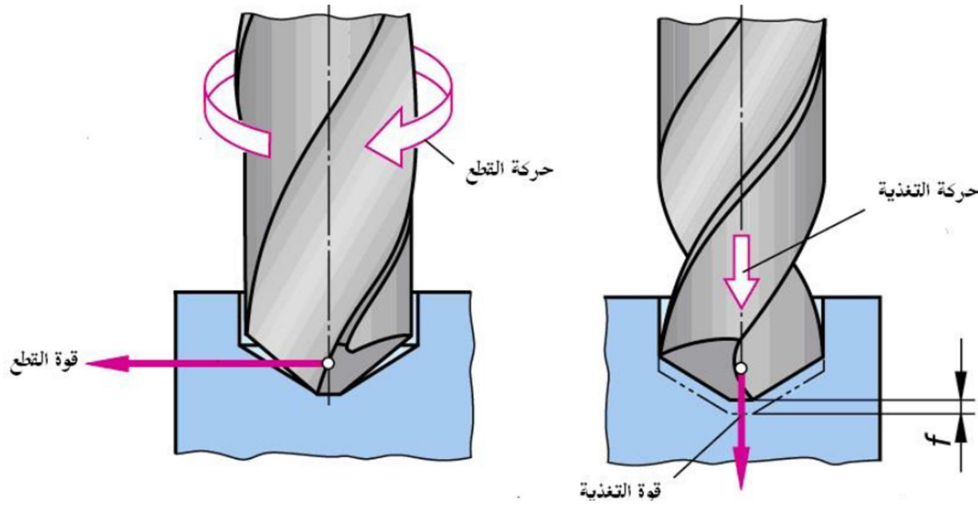
الثقب والبرغلة

Drilling , Reaming & Countersign Processes

11-1 عمليات التثقيب (Drilling Process)

1. تعريف عملية الثقب Drilling Operation

الثقب (Drilling) هي إحدى عمليات القطع التي تستخدم للحصول على الثقوب في المنتج، غالباً ما تتم هذه العملية بواسطة أداة ثقب هي البريمة مصممة خصيصاً لهذا الغرض، ومزودة بمسار حلزوني لخروج الراتش، تحدث حركة القطع بشكل دائري عندما تتحرك أداة القطع في اتجاه محور الدوران فقط وهو اتجاه التغذية. أثناء عملية الثقب تقوم البريمة بتنفيذ حركتين كما هو مبين في الشكل، الأولى هي حركة القطع الدائرية والثانية هي حركة التغذية المستقيمة في اتجاه المحور مع ثبات قطعة العمل. تستخدم أدوات ثقب مختلفة تبعاً للمادة التي تثقب، وقطر الثقب، وعدد الثقوب، وزمن إنجاز عملية الثقب.



أنواع آلات الثقب

تختلف آلات الثقب باختلاف نوعية وقطر الريش المراد استخدامها، كذلك تختلف باختلاف المعدن المراد قطعه، ويمكن حصر أنواع آلات

المثاقيب في نوعين رئيسيين وهما ...

أولاً - مثاقيب يدوية عادية

ثانياً - مثاقيب آلية

أولاً – المثقاب اليدوي العادي

يستعمل المثقاب اليدوي كالمبين في الشكل في العمليات الطارئة والبعيدة عن مجال وجود التيار الكهربائي يشغل باليد والتي بدورها تحرك الترس الكبير الذي أيضا يحرك بدوره الترس الصغير حيث تزيد حركة دوران هذا الترس الذي بدوره يحرك الرأس الذي تركيب عليه ريشة الثقب ويصلح هذا النوع لريشة ثقب حتى قطر (10mm) ، ويصنع هذا النوع على عدة أشكال وأحجام مختلفة وهذا النوع لا يناسب المعادن الصلدة ويمكن استعماله مع الخشب ، النحاس والالمنيوم.



ثانياً – المثاقيب الآلية

ومنها ما يكون (عمودي) واقف على عامود وبقاعدة من الحديد ويثبت على الأرض ومنها ما يثبت على الطاولة وبذلك يسمى مثقاب طاولة . ويستخدم هذا النوع من المثاقيب في عمل الثقوب في الأشغال الصغيرة. تنقسم الى نوعين هما مثاقيب آلية متنقلة ومثاقيب ثابتة آلية ثابتة.

أ- المثاقيب الآلية اليدوية المتنقلة

يعتبر هذا النوع أكثر استعمالا من اليدوي العادي وذلك لسهولة استعماله ولسرعة الثقب فيه وهو يعمل بالكهرباء أو بالهواء المضغوط لضغط 6 بار، وله عدة أحجام ويشغل هذا النوع بالضغط على الزر التشغيل لتوصيل الكهرباء أو توصيل الهواء المضغوط إلى المحرك في قلب المثقاب الذي بدوره يحرك الرأس الذي يحمل ريشة الثقب

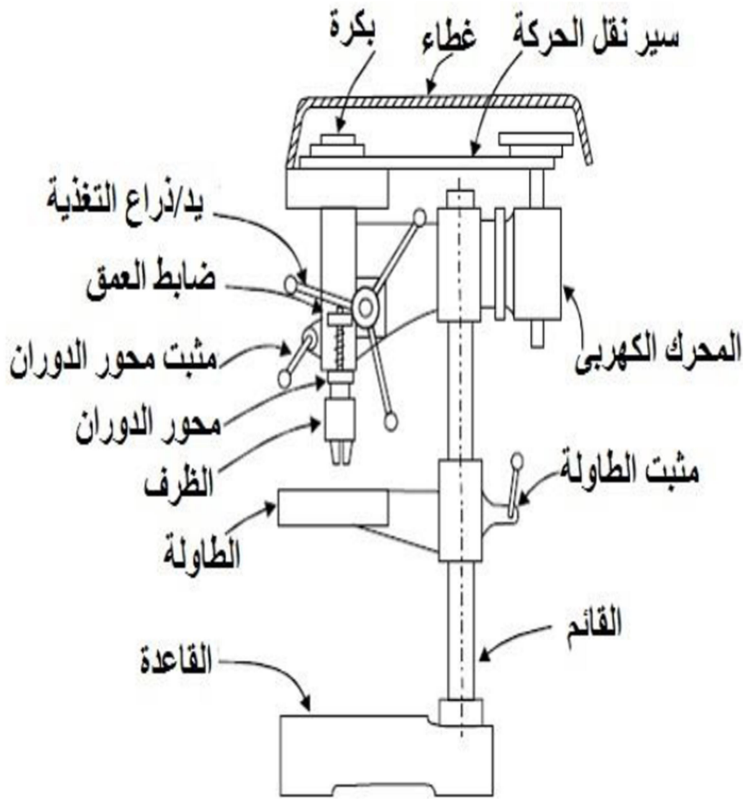


ب- المثاقيب الآلية الثابتة

يوجد العديد من أنواع المثاقيب الآلية الثابتة وبأحجام مختلفة لتناسب نوعية الثقوب المطلوب عملها وحجم المشغولات وأوزانها والأعمال المراد تنفيذها. ومن أمثلة المثاقيب الآلية، مثقاب الطاولة (التزجه) والمثقاب القائم (مثقاب الشجرة) والمثقاب الدوار وألة الثقب متعددة المحاور وألة الثقب المنزلقة وألة الثقب متعددة الرؤوس وألة الثقب المبرمجة بالحاسب وغيرها.

والأنواع الشائعة للمثاقيب الآلية الثابتة هي ...

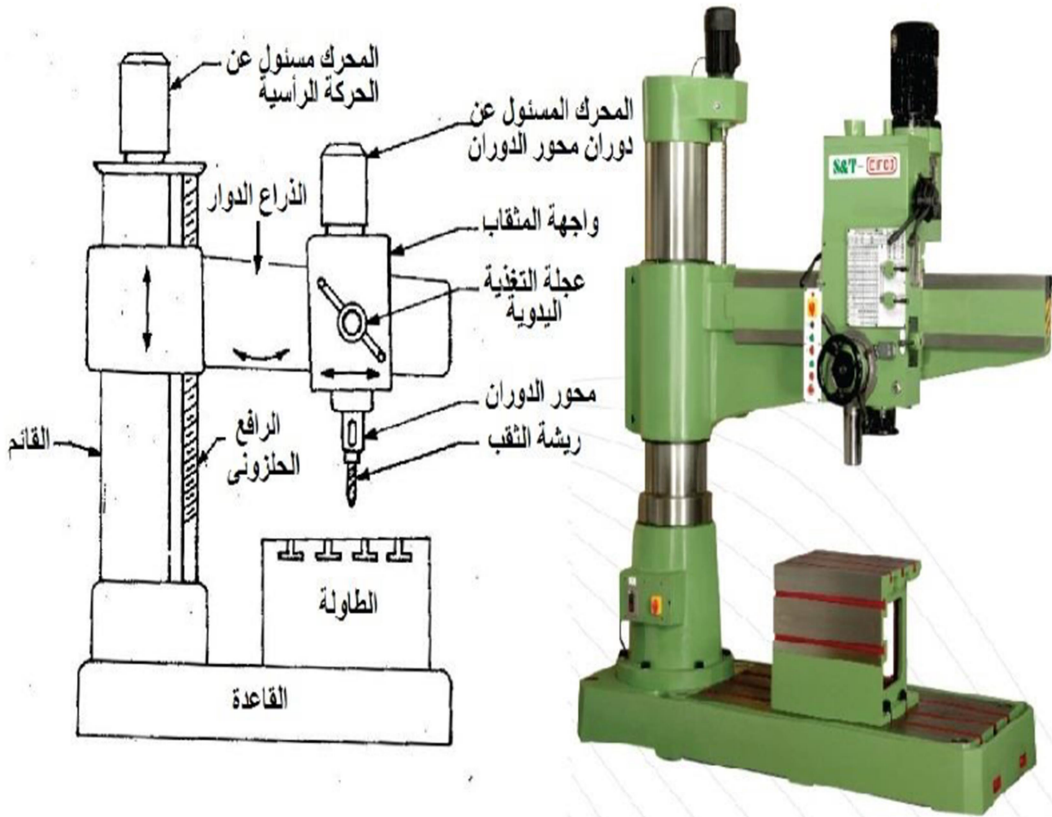
- المثقاب الآلي القائم
- مثقاب التزجه
- المثقاب القطري
- آلة الثقب متعددة المحاور



الأجزاء الرئيسية للمثقاب الآلي القائم



مثقاب التزجه



للمثقاب الدوار



برايم بساق مستقيمة و برايم بساق مخروطية

الإرشادات العامة للسلامة والأمان أثناء عملية الثقب

هناك مجموعة من الإرشادات التي يجب على الطالب أن يتبعها للحفاظ على سلامته الشخصية وأيضا للحفاظ على سلامة الماكينة وهي تتلخص في الآتي:

1. يجب ارتداء النظارة الواقية أثناء استخدام المثقاب.
2. يجب عدم تثبيت قطع العمل الصغيرة باليد أثناء عملية الثقب.
3. يجب عدم الضغط على ريشة (البريمة) الثقب بشكل كبير حتى لا تنكسر.
4. يجب عدم إزالة الرايش بيد عاربه بدون قفازات أو حتى بالنفخ.
5. يجب عدم ترك مفتاح الظرف على عمود الثقب.
6. يجب عدم ارتداء ملابس فضفاضة داخل الورشة.
7. عدم ترك الشعر الطويل يتدلى بالقرب من محور الدوران أو السيور أثناء عملية الثقب.
8. يجب عدم إيقاف عمود الثقب باليد بعد فصل التيار الكهربائي

11-2 عمليات التنعيم والتخويش Reaming and Countersign Processes

اولا - عملية تنعيم الثقوب البرغلة (Reaming)

البرغلة هي عملية تشغيل دقيقة لجدران الثقوب بغرض تنعيمها ومن ثم توسيعها إلى مقاس الازدواجات أو التفاوت (Fitting and Tolerances) ذات الخلوص الدقيق للمحاور والأعمدة .حيث تستخدم البراغل لإنتاج ثقوب ذات دقة مقاسات عالية وجودة سطح مرتفعة لتركيب المسامير الأسطوانية والمخروطية.

3-11 أنواع البراغل

البراغل القابلة للضبط : **Adjustable Reamers** وهي براغل يعاد ضبطها بعد عمليات إعادة الشد ويمكن توسيع جسمها المشقق بواسطة مسمار مخروطي بمقدار يصل إلى جزء واحد من مئة جزء من القطر الأسمى.



براغل قابل للضبط

البراغل غير القابلة للضبط : **Non-adjustable Reamers** حيث يصنع هذا النوع من البراغل من قطعة واحدة من الفولاذ سريع القطع أو من فولاذ العدة حيث يعمل الجزء المخروطي من البراغل على قطع الراتش أما الجزء الأسطواني فيعمل على صقل الثقب.



براغل قابل للضبط

براغل غير قابل للضبط

البراغل المخروطية : **Counter Reamers** وهي تستخدم لبرغلة الثقوب المخروطية بعد تشغيلها تشغيلاً أولياً بالخراطة أو الثقب المتدرج حيث يستخدم طاقم من البراغل المخروطية تتكون من برغل خشن (خشن التسنين)، برغل متوسط (دقيق التسنين)، برغل إنجازي (بأسنان مائلة).



براغل مخروطي

البراغل الألية : **Machine Reamers** وهذا النوع يكون لها ساق تثبيت أسطواني أو مخروطي مع بداية مخروطية قصيرة ويمكن بواسطتها برغلة الثقوب غير النافذة.



برغل ألي

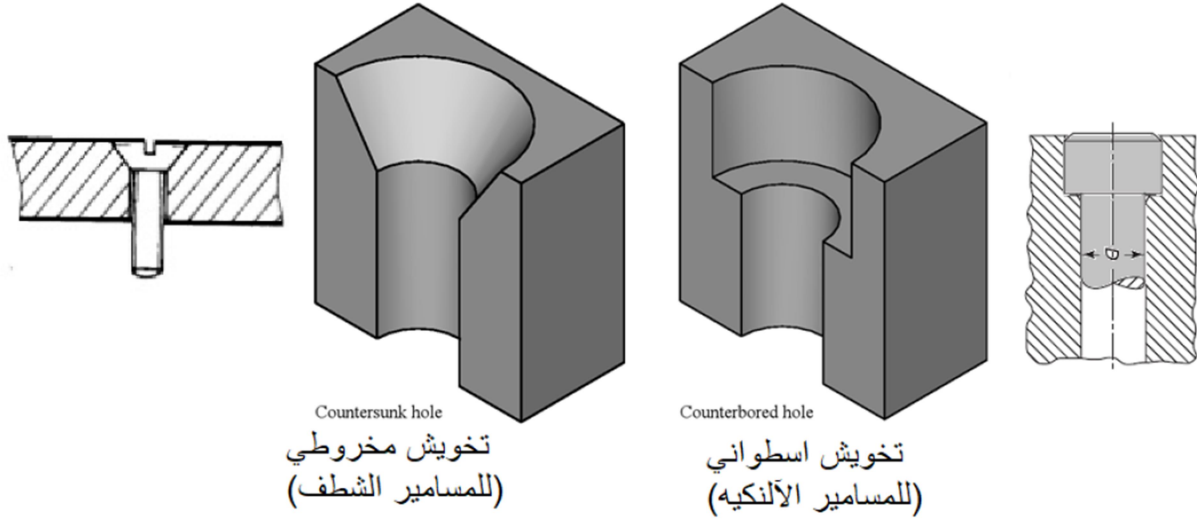
البراغل القاعية : **Bottom Reamers** وهذا النوع من البراغل يكاد ألا يكون لها بداية مخروطية لذلك فهي تصلح لبرغلة الثقوب المسدودة (غير النافذة).

البراغل الجوفاء القشرية : **Hollow Reamers** هي كعدد للماكينات بأقطار تصل إلى 150 مم.

براغل ثقوب البرشام : **Riveting Hole Reamers** وهذا النوع من البراغل يكون له حدود قطع حلزونية ويوضح الشكل بعض أنواع البراغل.

ثانيا : عملية توسيع الثقوب التخويش (Countersinking)

التخويش هي عملية توسيع الثقوب أو توسيع مقدمة الثقب، حيث أن إنتاج ثقب واسع في كتلة مصمتة عملية غير ممكنة لذا يجب تنفيذ ثقب صغير القطر ثم توسيعه لكي نصل للقطر المطلوب.

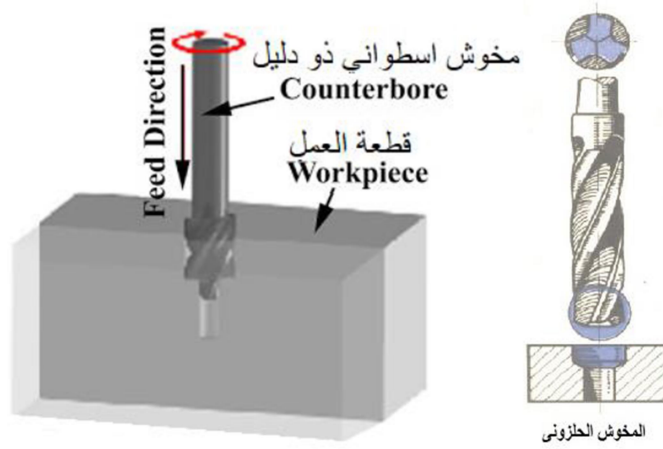


أنواع أدوات التخويش

عادة ما تستخدم ثلاثة أنواع من أدوات التخويش (المخوشات) وهم كالاتي ...

المخوش الأسطواني: Counter bore

ويستخدم هذا النوع لتشغيل مواضع المسامير وخاصة للمشغولات المصبوبة، ويوضح شكل أحد أنواع المخوشات الأسطوانية وهو المخوش ذو الدليل.

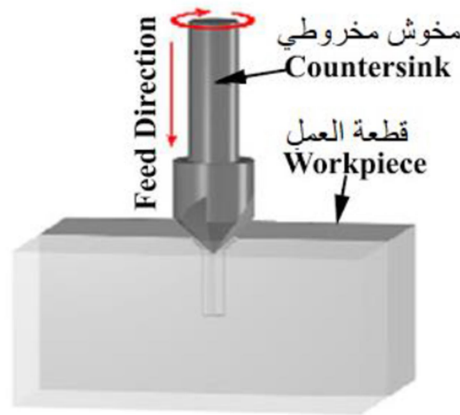


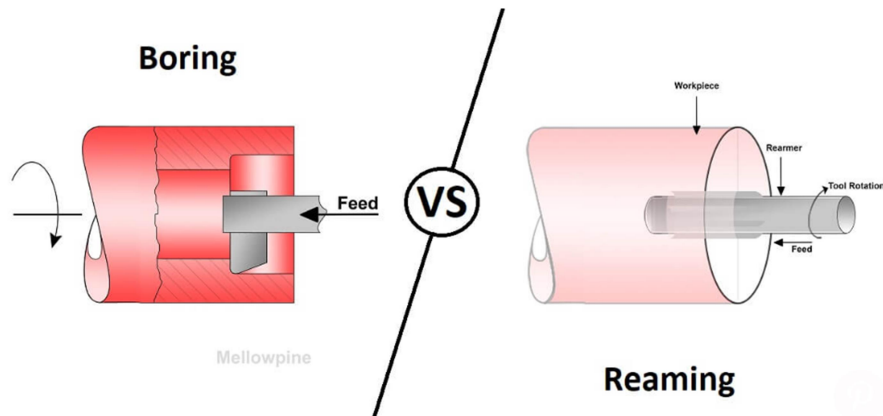
المخوش الحلزوني: Twist Drill

ويشبه هذا النوع المثاقب الحلزونية من حيث الشكل، ولكن المخوش الحلزوني له ثلاث أو أربع مجارى للرائش بدلا من اثنتين ويستخدم لإنتاج ثقوب ناعمة ويوضح الشكل المخوش الحلزوني ومجارى الرائش الثلاثي.

المخوش المخروطي: Countersink

ويصنع هذا النوع بأقطار تتراوح من (8-80mm) ويستخدم المخوش المخروطي ذو زاوية (600) لإزالة الرايش من الحواف، والمخوش ذو زاوية (750) لتغطيس رؤوس البرشام، والمخوش بزاوية (900) لاستقبال رؤوس المسامير الغاطسة، والمخوش بزاوية (1200) لطرق رؤوس البرشام ويوضح الشكل التخويش المخروطي وزواياه المستخدمة.





NOTE

DRILLING

Drilling is a cutting process that uses a **drill** bit to cut a hole of circular cross-section in solid materials

UTE

BORING

Boring is the **process** of enlarging a hole that has already been drilled (or cast) by means of a single-point cutting tool

BORING TOOL



TUTE

REAMING OPERATION

Reaming is a Finishing process of Existing hole Boring removes more materials than reaming.

الباب الثاني عشر

عمليات السباكة

Casting Processes

12-1 السباكة الرملية Sand Casting

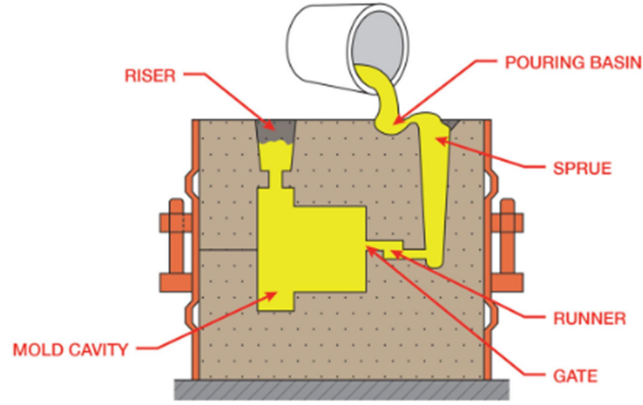
السباكة **Casting** هي إحدى أهم وأقدم عمليات التصنيع حيث يتم فيها صهر المادة المراد سبكها سواء كانت مادة معدنية أو غير معدنية حتى تصل إلى درجة حرارة معينة يتم بعدها صب المصهور في قالب ، هذا القالب به التجويف الذي يمثل شكل المنتج المطلوب و عندما تبرد المادة و تتصلب ثانياً يتم فتح القالب لإخراج المنتج و الذي قد أخذ نفس شكل الفراغ داخل القالب

أولاً - مميزات عملية السباكة

- 1- يمكن استخدام عملية السباكة في إنتاج الأشكال المعقدة و التي تحتوى على تشكيلات داخلية و خارجية
- 2- بعض أنواع عمليات السباكة يمكنها إنتاج الشكل بأبعاده النهائية أي بالدقة النهائية المطلوبة و بالتالي لا يتم إدخال المنتج لأى مرحلة تشغيل أخرى على أي ماكينة
- 3- يمكن استخدام عملية السباكة لإنتاج الأشكال الضخمة جدا و التي قد تصل زنتها إلى 100 طن و أكثر
- 4- يمكن لعملية السباكة أن تستخدم على أي معدن يمكن الوصول به بالتسخين إلى درجة الإنصهار
- 5- بعض أنواع عملية السباكة تصلح للإنتاج الكمي

ثانياً - عيوب السباكة

- 1- تأثير عملية السباكة على بعض الخواص الميكانيكية للمادة
- 2- عملية السباكة العادية غير دقيقة نسبياً
- 3- خشونة الأسطح الناتجة من السباكة كما فى السباكة الرملية
- 4- ظهور بعض عيوب السباكة مثل وجود فجوات داخل المسبوك و تسمى (البخبة)
- 5- درجة الامان في عملية السباكة أقل نسبياً من باقي أغلب العمليات الصناعية و ذلك بسبب التعامل مع معادن مصهورة ذات درجات حرارة عالية و كذلك التأثيرات البيئية للعملية عن طريق صهره ثم صبه في قالب به فجوات ذات أشكال وأبعاد، وعندما يجمد المعدن فإن المنتج يكتسب شكل الفجوة التي صب فيها ، يوجد أنواع عديدة و مختلفة من عمليات السباكة تختلف في خواصها و درجة دقة مسبوكتها الناتجة و معاملات أخرى أما القالب (Pattern) المستخدم في عملية السباكة فهو غالباً عبارة عن نصفين سواء كانت السباكة رملية أو باستخدام قالبين معدنيين أو تركيبية متعددة من أكثر من جزء و بها أيضاً التجويف المطلوب إنتاج المنتج على شكله و تحتوى القوالب غالباً على طوارد لطرد المسبوك بعد تمام التبريد و كذلك مسارات داخلية لمروء ماء التبريد إن لزم الأمر ، هذا و تطلق كلمة mold أيضاً على قوالب حقن البلاستيك المصهور لإنتاج المنتجات البلاستيكية



ويسمى المنتج المشكل بالمسبوك ويتم بالمراحل التالية ..

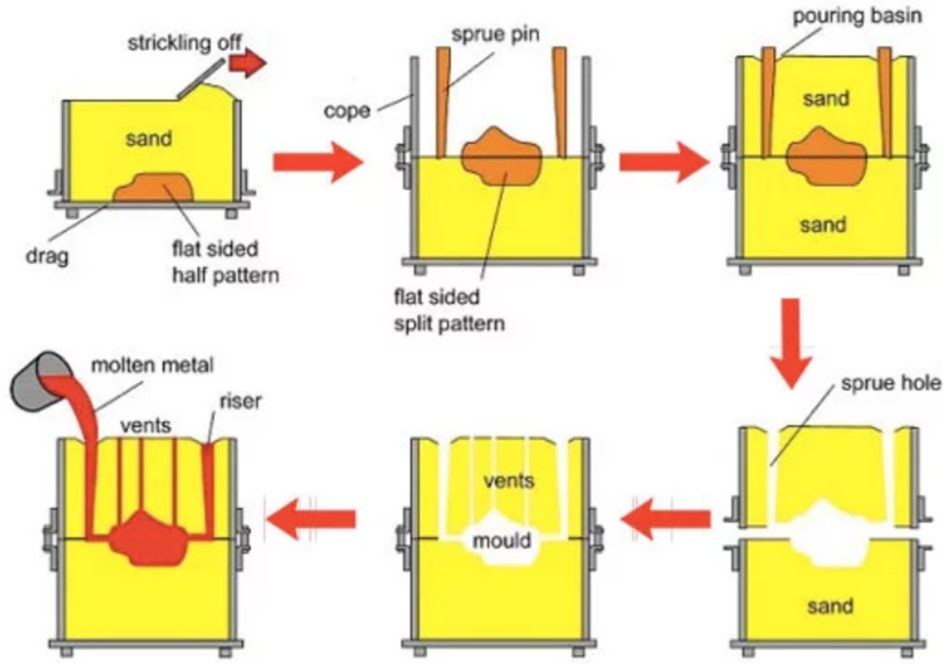
- 1- تصميم وصناعة النماذج ، وتجهيز رمل المسبك.
- 2- تشكيل القوالب وتجفيفها.
- 3- صهر وصب المعدن.
- 4- اخراج المسبوكات وتنظيفها وفحصها.

12-2 السباكة الرملية

تعتبر عملية السباكة الرملية العمود الفقري في الصناعة من ناحية صهر المعادن وتشكيلها بواسطة السباكة في قوالب الرملية بالشكل المطلوب

12-3 معدات السباكة الرملية:

- 5- القالب
- 6- الرمل
- 7- مسطرة التعديل
- 8- شفرة التنظيف
- 9- فرشاة تعديل الرمل



12-4 صناعة النماذج

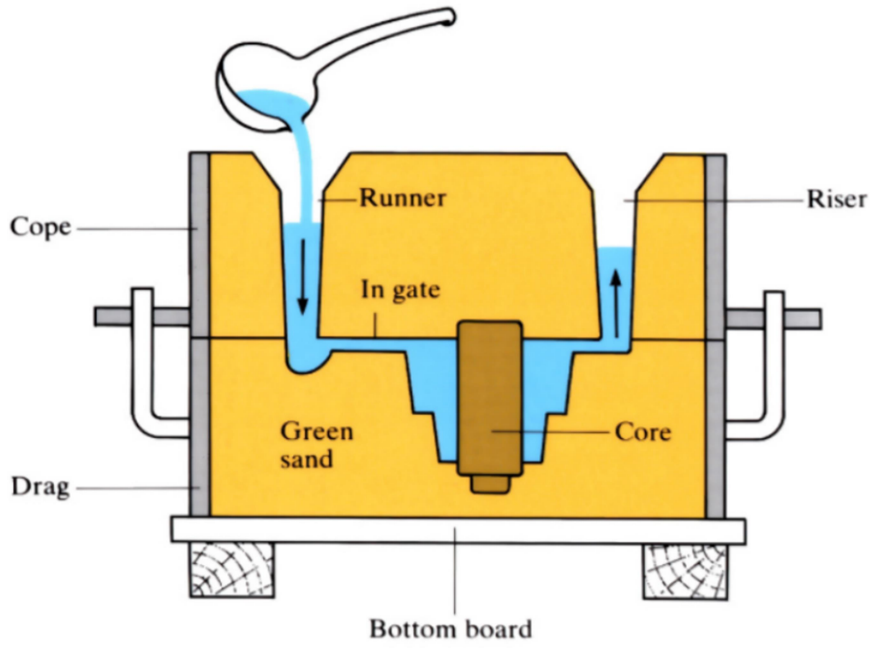
حيث يتم تصميمها وحساب السماحات المختلفة، حيث يحتاج الأمر لنموذج يحاكي شكله الخارجي شكل الجزء المراد انتاجه بالسباكة الرملية و النموذج (Pattern) هو جسم خشبي او معدني (حسب كمية الانتاج) ويستخدم لتشكيل فراغ في رمل القالب يماثل حجم وشكل المنتج ففي حالة انتاج 100 قطعة او اقل نستخدم نماذج خشبية وفي حالة انتاج اكثر من 100 قطعة نستخدم نماذج معدنية وقد تكون من الالومنيوم او الحديد الزهر ويختلف النموذج عن المسبوك فيما يلي:

1- يكون حجم النموذج اكبر بمقدار معين وذلك لانكماش المعدن بعد تجمده ، وتسمي هذه الزيادة بسماحة الانكماش ويعبر عن مقدار الانكماش كنسبة مئوية من مقاسات النموذج $L = L_0 (1 + \delta)$ حيث L الطول اللازم للنموذج L_0 طول الجزء المسبوك δ نسبة الانكماش للمسبوك

2- سماحة التشغيل : حيث ان مقدار سماحة التشغيل يضاف علي الابعاد الخارجية وي طرح من الابعاد الداخلية

3- سماحات تكنولوجية : وهي سماحة السلبة وسماحة دوران الاركان، لسهولة اخراج المسبوك من القالب الرملي دون انهياره ، وهي تتوقف على شكل النموذج وطريقة عمل القالب وتتراوح بين (0.25-1)

4- يجب تجنب انتاج نماذج بأركان حادة لان ذلك يؤدي الى انهيار الرمل



5-12 مزايا السباكة في قوالب السباكة الرملية

فوائد السباكة

1. سهولة الحصول على مشغولات ذات اشكال هندسية بالغة التعقيد مما يوفر الوقت والجهد في عملية التشغيل بالقطع
2. تبسيط تصنيع المنتجات مجمعة ، وذلك بتشكيلها في قطعة واحدة
3. تناسب عمليات الانتاج الكمي (وهو انتاج القطعة الواحدة انتاجا متماثلا متكررا بالجملة) في زمن قصير.
4. امكانية تشكيل الاجسام المعدنية ذات الاحجام الكبيرة مثل : هياكل المضخات الكبيرة - التوربينات المائية.
5. الحصول على خواص ميكانيكية تجعل المعادن المشكلة لها الخواص (اكثر قابلية للتشكيل - امتصاص الاهتزازات كما في

مسبوكات الزهر

6. يمكن الحصول عى منتجات خفيفة الوزن بصلادة مناسبة كما في سبائك المعادن الغير حديدية.
7. انتاج المعادن المختلفة كالصلب بجميع انواعه والزهر بجميع انواعه ومسبوكات المعادن الغير حديدية مثل الالومنيوم والنحاس

وسبائكهما

8. تجانس المعدن المشكل
9. انخفاض تكاليف الانتاج

عدد السباكة الرملية:

الغرابيل ، المدكات، الموالج، الفرش التنظيف، فرش التبليل، رشاش الماء، مطرقة بلاستيكية، شيش تنفيس، جاروفة، مسطرة التسوية، المشعل النفطي، مصبات

خواص رمل المسبك

يجب ان تتوفر فيه الشروط التالية ...

- 1- سهل التشكيل : وهي قدرة القالب الذي يحتوي على الرمل على اتخاذ شكل النموذج والاحتفاظ بهذا الشكل عند سحب النموذج
- 2- نفاذية للغازات : ان يسمح للغازات والأبخرة المتكونة بالتسرب خارج القالب.
- 3- مقاوم للحرارة : حيث يجب ان يتحمل درجات الحرارة العالية
- 4- ردي التوصيل الحراري: وذلك لتفادي التبريد السريع للمعدن المنصهر
- 5- اقتصادي وغير مكلف

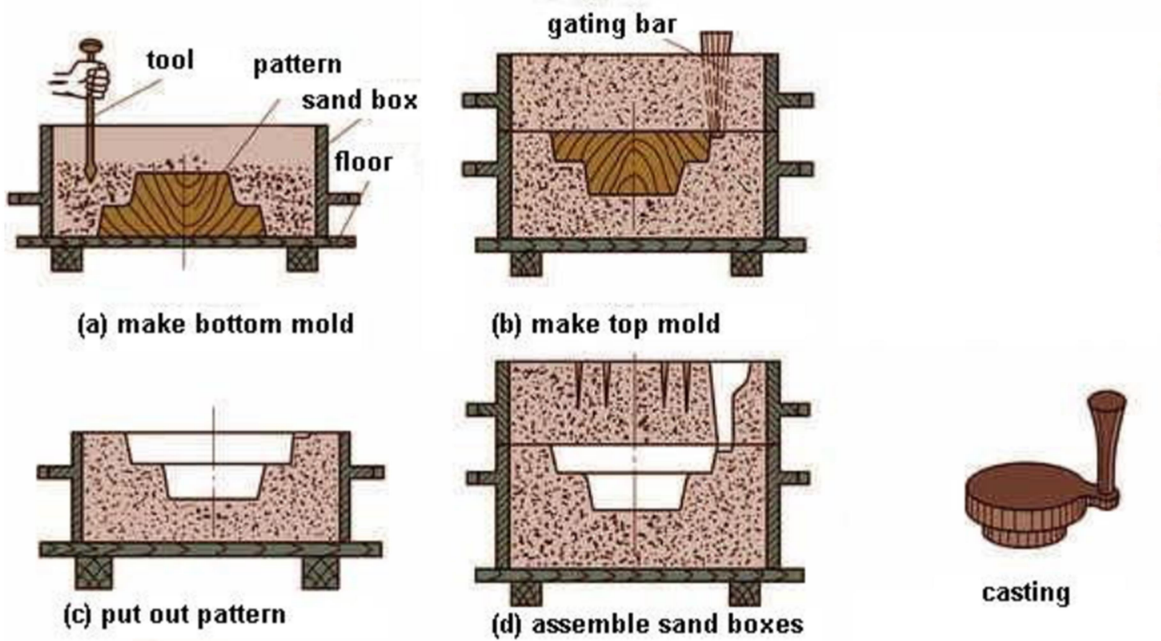
أهم الخواص المطلوبة عند اختيار الرمل يجب مراعاة ما يلي

أ . نوع المعدن المراد سباكته

ب . نوع الرمل المستخدم ، اخضر أو جاف

ج . قوة التماسك وهي مقاومة القالب الرملي للضغوط الناتجة عن صب المعدن وهي تتوقف على شكل وحجم حبيباته ونسبة ما يحتوي عليه من المادة الرابطة

د . طول مدة الاستعمال الحصول على اكبر عدد من المنتجات باستخدام نفس القالب



أنواع الرمل

- 1- رمل السيليكا : وهو عبارة عن الرمل الطبيعي ويحتوي علي كمية قليلة من الطمي التي تقوم بدور المادة الرابطة بين حبيبات الرمل ، ويمتاز بمقاومته للحرارة وتكاليفه القليلة
- 2- الرمل الصناعي : وهو رمل السيليكا مضاف اليه مادة رابطة بنسبة 4% ، ومن عيوبه انه يسبب المسامية الغازية

3- الرمل السيمنتي : وهو خليط من الرمل الطبيعي والاسمنت والماء ، ويتميز بالصلابة والمقاومة العالية ولا بد من تجفيف القالب المصنوع من هذا الخليط للتخلص من الرطوبة

فرن صهر المعادن

يتكون فرن صهر المعادن من ..

- 1- الحوض (وهو عبارة عن اسطوانة حديدية مثبتة بالأرض ومبطنة بالطابوق الحراري)
 - 2- المنفاخ الكهربائي (مصدر الهواء المدفوع بواسطة محرك كهربائي بواسطة محرك كهربائي)
 - 3- خزان الوقود (ويكون على مرتفع عالي لزيادة شدة دفع الوقود السائل)
- رمل السباكة : هناك انواع عديدة من رمل السباكة الرملية من اهمها:

1- الرمل الاخضر

2- الرمل الجاف

الخواص الطبيعية لرمل السباكة الرملية:

1- تحمل درجات الحرارة العالية.

2- قوة التماسك.

3- النفاذية.

4- سهولة التشكيل.

أنواع الافران

أولاً - الفرن الصغير : وهو الذي يشغل على الوقود السائل ودرجة حرارته اقل من 500 درجة مئوية .

ثانياً - الفرن الكبير : وهو الذي يشتغل على الكهرياء ودرجة حرارته 1600 درجة مئوية.

انواع قوالب السباكة

القالب تجويف يصنعه المصمون والحرفيون ويشكلونه بحسب شكل المنتج المراد الحصول عليه وأبعاده. تستخدم القوالب في عمليات سكب المعادن بعد صهرها. وكذلك في عمليات تشكيل المواد المعدنية أو اللدائنية (البلاستيكية). ويتكون القالب من جزأين أو أكثر، ويكون سطح الفصل بين جزأي القالب عادة أفقياً أو شاقولياً أو مركباً.

وتقسم القوالب بحسب الاستخدام إلى ...

القوالب المستخدمة في السكب Die Casting

الغاية منها سكب المعدن المصهور وإيصاله إلى جوف القالب عبر مجموعة تغذية حتى يمتلئ تماماً، وبذلك يأخذ المعدن شكل القالب وأبعاده، و بعد أن يبرد المعدن ويتصلب يُنزع من القالب لإجراء الأعمال المتممة عليه. ويمكن تقسيم هذه القوالب إلى أنواع عدة لكل منها خصائصه واستخداماته وأهمها:

أ- القوالب الرملية

وقد عُرفت منذ زمن بعيد، وهي من القوالب التي لا تستخدم في السباكة إلا مرة واحدة، وبعد انتهاء السكب وتجمد المعدن يتلف القالب لإخراج المسبوكة فيه. تستعمل لتصنيع القوالب من هذا النوع نماذج خشبية أو معدنية. حيث يوضع النموذج ضمن ريزك (علبة محكمة السد) ويرص

حواله رمل السباكة في القوالب المستخدمة في السباكة بعملية تسمى «عملية الرك». ويوضح الشكل (1) قالب رمل بعد أن سحب منه النموذج المطلوب سبكه، ويظهر في الشكل جزأ النموذج اللذان يشكلان تجويف القالب. يراعى أن يكون المقطع الأكبر للنموذج عند خط الفصل (السطح الفاصل) في القالب ليتمكن نزع النموذج من القالب بسهولة من دون تهدم جدرانه أو انهيار جزء منها.

ب - القوالب القشرية

وهي قوالب رقيقة الجدران مكونة من رمل الكوارتز الناعم مضافاً إليه كمية من مادة رابطة نسبتها 5 - 6% وهي من الراتنج الصناعي (البكاليبت). وهذه المادة الراتنجية الرابطة قابلة للانصهار عند تعرضها للحرارة. وبالتالي تقوم بتغليف حبيبات الكوارتز مكونة قشرة متماسكة، وتسمح في الوقت نفسه بنفاذ الغازات جيداً. يضاف إلى الراتنج مواد مبلمرة لإكسابه خواصاً تجعله قابلاً للتصلب بالحرارة. يستعمل راتنج الفينول - فورمالدهيد على نطاق واسع في تشكيل القوالب القشرية لأنه مقاوم للحرارة والرطوبة. وقوة تماسكه حين يتحد مع الرمل عالية، ويمكنه بوساطة إضافات من الهكسامين أن يتصلب بالتسخين تصلباً دائماً. تضاف بعض المواد المزلقة مثل ستيرات الكالسيوم وستيرات الزنك إلى خليط الرمل والراتنج لتسهيل عملية سحب النموذج من القالب، ولتحسين جودة السطوح تضاف بعض المواد مثل غبار الفحم وكربونات الكالسيوم وغيرها. لصنع القوالب القشرية تتبع الخطوات الموضحة في الشكل يُسخن النموذج المعدني إلى درجة حرارة 200°C - 300°C م ثم يرش عليه خليط من رمل الكوارتز والراتنج. تنصهر المواد الرابطة المختلطة بالرمل وتشكل طبقة منتظمة الشكل تراوح سماكتها تبعاً لفترة التسخين بين 4 مم إلى 12 مم. تقلب اللوحة ليسقط منها الرمل الفائض. ويبقى الغلاف القشري المتماسك. توضع اللوحة وعليها الغلاف القشري في فرن درجة حرارته 450°C م تقريباً مدة 3 إلى 5 دقائق حتى يتصلب الغلاف. يتم تصنيع الجزء الثاني من القالب بالطريقة نفسها يمكن استخدام هذه القوالب لسكب معادن السباكة كافة. في سبك سبائك الصلب والحديد الزهر، وسبائك النحاس وغيرها.

ج - القوالب المعدنية

وهي السباكة في قوالب دائمة تتحمل آلافاً عدة من عمليات الصب، يوضح الشكل (3) بعض نماذج القوالب المعدنية. يشترط في هذه القوالب أن تتحمل الإجهادات الحرارية الناجمة عن التبدل الحراري خلال عمليات صب المسبوكات مختلف المعادن وأنواعها ومعرفة السباكة؛ لذلك تصنع هذه الأنواع من القوالب من الحديد الزهر، أو من الصلب المتضمن نسبة من الكروم. تقسم القوالب المعدنية بحسب طريقة الصب إلى:

القوالب المعدنية التي تعمل بلجاذبيه

ويصب فيها المعدن عن طريق قنوات شاقولييه ويتم بذلك سريان المعدن نتيجة قوة الجاذبيه. بعد أن يتجمد المعدن يفصل جزء القالب وتنزع منه المسبوكة.

القوالب المعدنية التي تعمل بالضغط

تصمم هذه القوالب بحيث تتحمل الضغوط العالية إذ، إن المعدن يتدفق إلى جوف القالب عند حقنه بسرعة كبيرة تصل إلى 60 م/ثانية، وقد يصل الضغط إلى 500 بار. يصنع القالب من نصفين متناظرين يثبت أحدهما على لوحة ثابتة تحمل المصب ويثبت النصف الثاني على لوحة متحركة تعمل بمكبس هيدروليكي وتقوم بإبعاد نصفي القالب أحدهما عن الآخر عند مستوى الفصل. وتكون هذه القوالب عادة صغيرة الحجم وتستخدم للحصول على منتجات صغيرة رقيقة الجدران. تصنع مثل هذه القوالب من الفولاذ السبائكي الذي يحتوي على الكروم والتنجستين والكوبالت (s, 0.37% C, 5% Co, 45% W, 25% Cr, s) وهي تمكن من الحصول على إنتاج كمي كبير، ودقة عالية للمنتج.

القوالب التي تعمل بالقوة النابذة (بالطرد المركزي)

يصمم القالب بطريقة تلائم الأجسام المطلوب إنتاجها، لذلك تعد هذه القوالب لإنتاج الأجسام الدورانية البسيطة والدورانية المجوفة كالمواسير والأسطوانات وإطارات عربات السكك الحديدية. يدور القالب بسرعة دورانية كبيرة، وتؤدي القوة الطاردة المركزية إلى قذف المعدن المنصهر وتوزعه في أرجاء القالب.

القوالب المستخدمة في الحدادة

تتم عمليات التشكيل بواسطة المكابس أو المطارق بشكل حر أو ضمن قوالب معدنية. يتكون قالب الحدادة (الإسطمبة) (die forming) من جزأين، يثبت الجزء السفلي على السندان السفلي للآلة، ويرتبط الجزء العلوي بالملزقة، وعند إطباقهما فإن الكتلة الأولية الموجودة ضمن القالب تملأ فراغه وتأخذ شكله متحولة إلى المنتج المطلوب. تستخدم الفجوات التحضيرية في معظم الأحيان لتتم عملية التشكيل بالتسلسل. تصنع القوالب المعدنية بطرائق عدة بواسطة الفارزات، والحفر بالشرر، وتستخدم اليوم الفارزات المبرمجة التي تعمل بنظام CNC. طريقة السباكة بالقوالب الرملية :

من أهم الخطوات لتجهيز القالب الرملي لصناعة مسبوكة بطريقة السباكة الرملية هي ...

- 1- يوضع نصف الريزق السفلي على لوحة التشكيل ثم يوضع في منتصفه نصف النموذج السفلي
- 2- يتم رش (نخل) طبقة رقيقة من رمل المواجهة حوالي 2 سم حول نصف النموذج وتكبس باليد من حوله جيدا ثم يستكمل باقي الريزق برمل الساندة الخشن ثم يدك جيدا باستخدام الرملية .
- 3- يقلب الريزق بحيث يكون النموذج على السطح الى اعلي وتتم تسوية الاسطح والاحرف باستخدام المسطرة ، ثم يوضع نصف الريزق العلوي مع التأكد من تركيب المفصلات جيدا ، ثم توضع المصببات (مجرى الصب - فتحة النفس)
- 4- يرفع نصفي الريزق ويوضع بجوار بعضهما علي لوحة التشكيل ويتم رفع خابوري النفس والمصب
- 5- يتم خلخلة نصفي النموذج باحتراس ثم يرفعا من الرمل بواسطة الشوكة ويتم ترميم ما يهدم من القالب باستخدام المعدات اليدوية
- 6- يتم بواسطة الادوات اليدوية فتح مجاري التغذية الفرعية من فتحة المصب الرئيسي لفراغ النموذج حسب حجمه
- 7- يتم تحميم القالب في أفران تحميم خاصة بالقوالب الرملية
- 8- صهر المعدن وصبه
- 9- يترك المعدن الى ان يكون تجمد ويبرد القالب ثم يتم تكسير الرمل لاجراء المسبوك ،
- 10- فحص المسبوكات : فهناك اختبارات اتلافية واختبارات غير اتلافية

عيوب المسبوكات وكيفية تفاديها:

- 1- الخطأ في التطابق : وهو عدم التطابق بين نصفي المسبوك في حالة المسبوكات المكونة من نصفين العلاج / التحكم الجيد في صناعة النماذج والاعلاق المحكم لصندوق القالب
- 2- الانتفاخ : وهو عبارة عن اتساع الفراغ فالقالب الرملي بسبب الضغط من المعدن المنصهر السبب / عدم دك الرمل بشكل جيد او صب المعدن بصورة سريعة العلاج / دك الرمل جيدا وعدم صب الرمل بسرعة
- 3- فجوات الانكماش : وهي الفراغ الناتج من تقلص المعدن خلال تجمده

العلاج / التصميم الجيد لفتحة التغذية من حيث الحجم والموضع بالنسبة للقلب

4- البخبخة : وهي عبارة عن ابخرة وغازات محبوسة داخل المعدن وهي ناتجة عن عدم وجود مسامية كافية في الرمل بسبب عدم اختيار عملية

الدك المناسبة ، وقد تكون الفجوات داخلية او خارجية وذلك بالنسبة للمسبوكات ذات الاحجام الكبيرة

اسباب الفجوات :

أ - الرطوبة العالية والدك المفرط لرمل القلب

ب - ارتفاع كمية الغازات الناتجة في المعدن المنصهر

ج - عدم توفر التنفيس الجيد للقلب الرملي وعدم وضع فتحات التنفيس في المكان المناسب

5-السطح الخشن : نتيجة استعمال رمل خشن الحبيبات

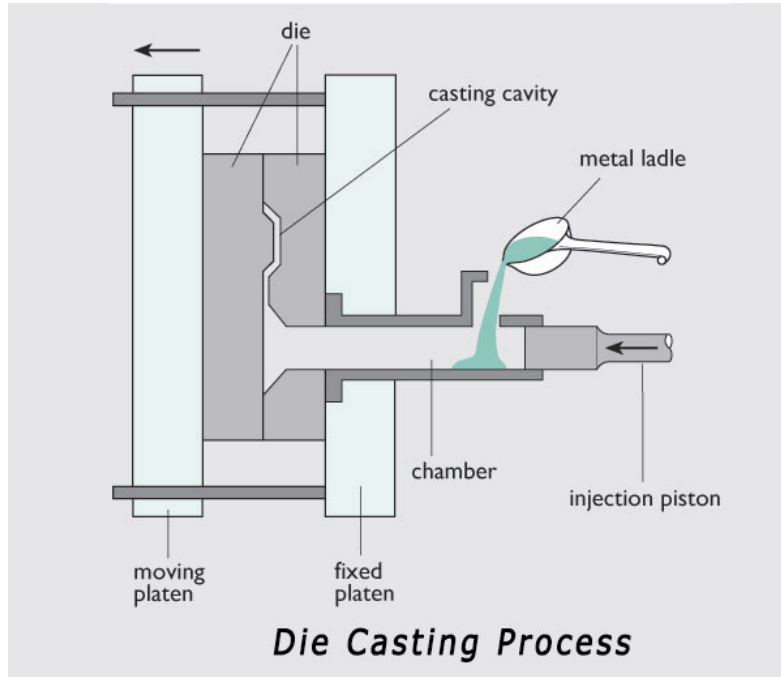
الباب الثالث عشر

عمليات السباكة بالقوالب المعدنية

Die Casting Processes

بالقوالب المعدنية Die Casting

هي عملية تصنيع لإنتاج أجزاء معدنية سطحية ذات أبعاد دقيقة، ومحددة بحدّة، وناعمة أو محكمة يتم تحقيقه عن طريق حقن المعدن السائل بسرعة عالية وتحت ضغط عالٍ في قوالب فولاذية قابلة لإعادة الاستخدام. غالبًا ما توصف عملية الصب بالقالب بأنها أقصر مسافة بين المواد الخام والمنتج النهائي و يستخدم مصطلح الصب بالقالب أيضًا لتحديد منتج الصب



رسم تخطيطي لعملية الصب بالقالب

المعادن المستخدمة بشكل شائع لتصنيع القوالب في عملية الصب بالقالب هي الفولاذ ، فولاذ الأدوات ، كربيد التنجستن ، إلخ. ويتم استخدام الصب بالقالب فقط لإنتاج معادن ذات نقطة انصهار منخفضة مثل الألومنيوم ، الرصاص ، القصدير ، الزنك ، الكاديوم ، إلخ. وتتكون قوالب الصب من نوعين

1. صب الجاذبية

2. صب الضغط

1. صب الجاذبية

إذا كان المعدن المنصهر يتدفق إلى التجويف بسبب قوة الجاذبية، فإن العملية تسمى صب الجاذبية بالقالب ولذلك يتم استخدام صب القوالب بالجاذبية فقط لإنتاج أجزاء بسيطة من الصب.

2. صب الضغط

إذا كان التدفق المنصهر في تجويف الصب بسبب تطبيق الضغط الخارجي يسمى ضغط الصب ومن ثم يمكن إنتاج أشكال معقدة من الصب بسرعة. السابق.

مميزات عملية الصب بالقوالب

- بسبب القوالب المعدنية المستخدمة ، تنتج هذه العملية صباً دقيقاً يتمتع بخصائص ميكانيكية فائقة.
- ينتج تشطيباً مثالياً للسطح بترتيب 4 ميكرون أو أفضل.
- يمكن الحصول على تسامح قريب من الأبعاد.
- هذه العملية اقتصادية للإنتاج على نطاق واسع.
- لا يمكن إنتاج الأشكال المعقدة.
- تكلفة المنظومة عالية جداً.
- لا يمكن صب جميع المعادن.

1. عملية الصب بالقالب بالجاذبية؟

كانت عملية الصب بالقالب بالجاذبية واحدة من أولى العمليات التي تم اختراعها في صب القوالب المعدنية والسبائك الخفيفة. في هذه العملية التي يمكن أن تكون مؤتمتة بالكامل، يتم سكب المعدن المنصهر مباشرة من مغرفة إلى قالب شبه دائم أو دائم. الهدف هو ملء القالب بأقل اضطراب من خلال قناة واحدة أو أكثر لتقليل الأكسدة والرغوة. يقلل هذا من المسامية والشوائب ، مما يعطي الخصائص المعدنية المثلى في الصب النهائي. ويمكن أن تحتوي معدات الصب بالقالب بالجاذبية على فتحة قالب رأسية أو أفقية ، أو توفر تقنية الإمالة بزاوية 90/0 درجة أو 120/0 درجة مع إمالة الصب بالقالب ، يتم التحكم في تدفق المعدن عند مدخل القالب بزاوية الإمالة وسرعة القالب.



ومن مزايا القالب بالجازبية الأرضية تتمثل إحدى بإمالة الصب بالقالب بالجازبية في أنه يمكن أن ينتج مصبوبات كثيفة وعالية الجودة بسمات ميكانيكية ممتازة مثل القوة والصلابة. وهذا يجعلها مناسبة جداً لتطبيقات السيارات مثل نظام الفرامل ومكونات التعليق.

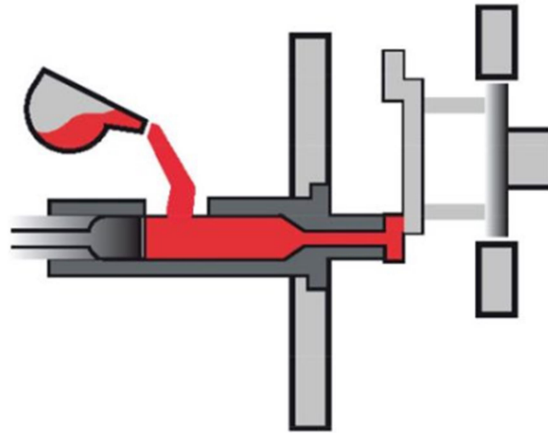
تشمل المزايا الرئيسية لتكنولوجيا الصب بالقالب بالجازبية ما يلي:

- الملاءمة للإنتاج الآلي بكميات كبيرة
- الحد الأدنى من الاستثمار المطلوب للإنتاج الصغير والمتوسط
- تنتج أجزاء ذات خصائص ميكانيكية ممتازة مناسبة أيضاً للمعالجة الحرارية
- نظراً لأنه يمكن وضع قلوب الرمل داخل القالب ، يمكن أيضاً أن ينتج صب القوالب بالجازبية أجزاء ذات أشكال معقدة.

2. صب قوالب الضغط العالي (HPDC)

في عملية الصب بالقالب بالضغط العالي ، يتم حقن المعدن المنصهر أو السبائك المعدنية بسرعة عالية وضغط مرتفع في القالب وتضمن آلات صب القوالب الأفقية ذات الضغط العالي إغلاق القالب تماماً يتم تصنيفها حسب مقدار قوة الإغلاق التي يمكن تطبيقها ، و التي يمكن أن تتراوح من 550 إلى 5700 طن

اعتماداً على المعدن المستخدم ، يمكن أن تكون وحدة الحقن التي تملأ القالب إما غرفة ساخنة أو غرفة باردة في صب القوالب بالغرفة الساخنة ، يتم الاحتفاظ بالمعدن داخل آلة الصب نفسها ، ثم يتم سحبها إلى الحجره وإجبارها على القالب بواسطة مكبس الحقن هذه الأجزاء من الماكينة على اتصال دائم بالمعدن المنصهر. في عملية الغرفة الباردة يتم صهر المعدن أولاً في فرن منفصل ونقله إلى فرن احتجاز ، ثم يصب في غلاف ويحقن في القالب



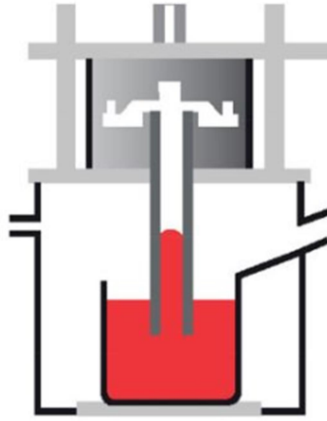
مزايا عملية الصب بالقالب بالضغط العالي

يمكن لتكنولوجيا الصب بالقالب ذو الضغط العالي أن تنتج أجزاء كبيرة من السبائك الخفيفة ، بكميات كبيرة وسرعات كبيرة. توفر هذه الآلات أجزاء من السبائك الخفيفة بدقة عالية وتشطيب فائق للسطح وتوحيد ممتاز وخصائص ميكانيكية مثالية. ويمكن أن تنتج عملية الصب بالقالب بالضغط العالي أيضاً مكونات بجدران رقيقة وأجزاء "مصبوبة مشتركة" مع أنواع مختلفة من الإضافات ، مثل البراغي والبطنات ، والتي تصبح بعد ذلك جزءاً لا يتجزأ من المنتج نفسه.

3. عملية الصب بالضغط المنخفض (LPDC)

في صب القوالب بالضغط المنخفض ، يتم ملء القالب بمعدن من فرن مضغوط ، مع ضغوط عادة حوالي 0.7 بار ويتم وضع فرن التثبيت في الجزء السفلي من آلة الصب الرأسي ، مع حقن المعدن المنصهر لأعلى مباشرة في الجزء السفلي من القالب. الضغط يبقي المعدن في القالب حتى يتصلب وفي حالة صب الضغط المنخفض يتم تشغيل الصب منخفض الضغط بشكل عام عن طريق الهواء المضغوط ، سواء كان الهواء أو الغاز الخامل و يمر الهواء إلى الوعاء المغلق (البوتقة) ويعمل على سطح سبيكة المعدن المنصهر التي تحافظ على درجة حرارة صب معينة. ويسبب فرقاً في الضغط بين الوعاء المغلق وتجويف القالب وتحت هذا الضغط المنخفض من 0.01-0.05 ميجا باسكال ، يتدفق السائل المعدني في الوعاء المغلق على طول قناة رفع السائل ، ويمر عبر بوابة القالب ، ويملأ التجويف بسلاسة.

بعد أن يملأ السائل المعدني التجويف ، نحتاج إلى زيادة ضغط الهواء لجعل المعدن المنصهر يبرد ويتبلور ويتصلب من أعلى إلى أسفل. عند الانتهاء من تصلب جزء الصب ، سيتم سحب ضغط الهواء ، وسيعود السائل الذي لم يتصلب في القناة والذراع إلى الوعاء المغلق بفعل جاذبيته.



مزايا عملية الصب بالقالب بالضغط المنخفض

تتمثل إحدى المزايا الرئيسية لهذه العملية في التحكم الدقيق في ملء تجويف القالب، يتدفق المعدن المنصهر بسرعة وسلاسة عبر قنوات التغذية مما يقلل من تكوين الأكسيد ويمنع المسامية. الضغط العالي مقابل الضغط المنخفض الألومنيوم

الباب الرابع عشر

عمليات اللحام وأنواعه

Welding Processes

1-14 اللحام (Welding)

يتم تعريفه من قبل الجمعية الأمريكية للحام AWS على انه تلاصق المواد بطريقة الاندماج المنصهر عندما يتم ذوبان المواد الاساسية لتشكيل حبات اللحام ويتم ذلك عن طريق تسخين المواد للوصول الى درجات اللحام المطلوبة او بتطبيق الضغط الحراري او باستخدام مواد الحشو، ببساطة يعرف اللحام بأنه لقاء حافتين بتطبيق الحرارة العالية باستخدام مواد الحشو او الضغط بمفرده لتشكيل قطعه واحدة:

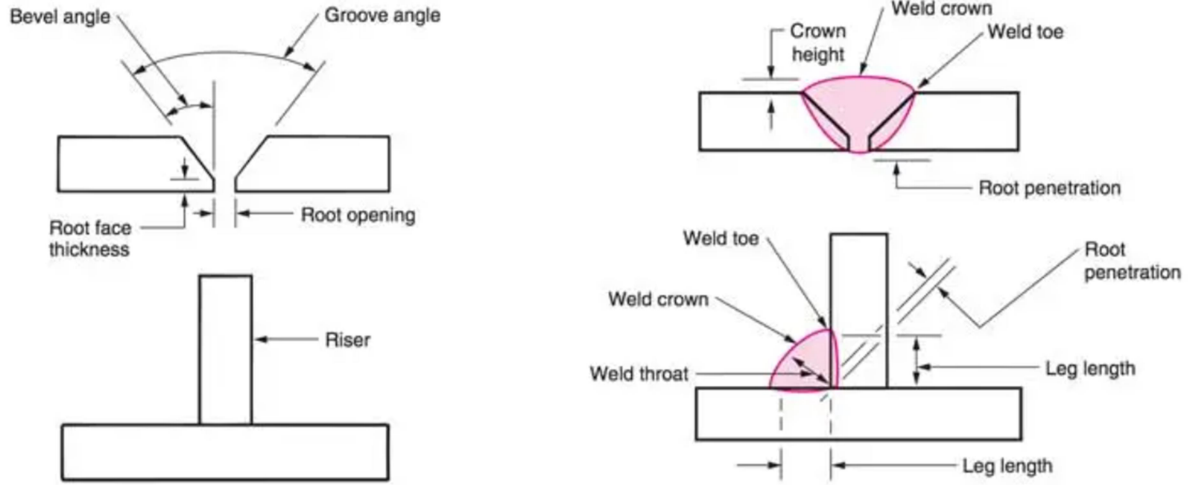
- عندما يتوافر ما يكفي من الطاقة لارتفاع درجة حرارة الجسم الى درجة عالية جدا لتتسبب في ذوبانه
- عندما يتم استخدام ما يكفي من الضغط لإجبار القطع على الاندماج معا لتكوين سطح واحد
- من المهم معرفة ان ملو الفراغ بين مفصلين بمادة معينة يعتبر لحام بارد
- من المهم معرفة ان اللحام يمكن تطبيقه على المواد غير المعدنية مثل البلاستيك والسيراميك والزجاج

و يعتبر اللحام من افضل الطرق الاقتصادية لإيصال المواد والمعادن في بعضها بشكل دائم. و هو الطريقة الوحيدة المستقرة لاندماج أكثر من قطعة من المعدن لجعلها بمثابة قطعة واحدة. وهناك اربع عوامل اساسية تتحد جميعا لإنتاج اللحام حسب الاتي:

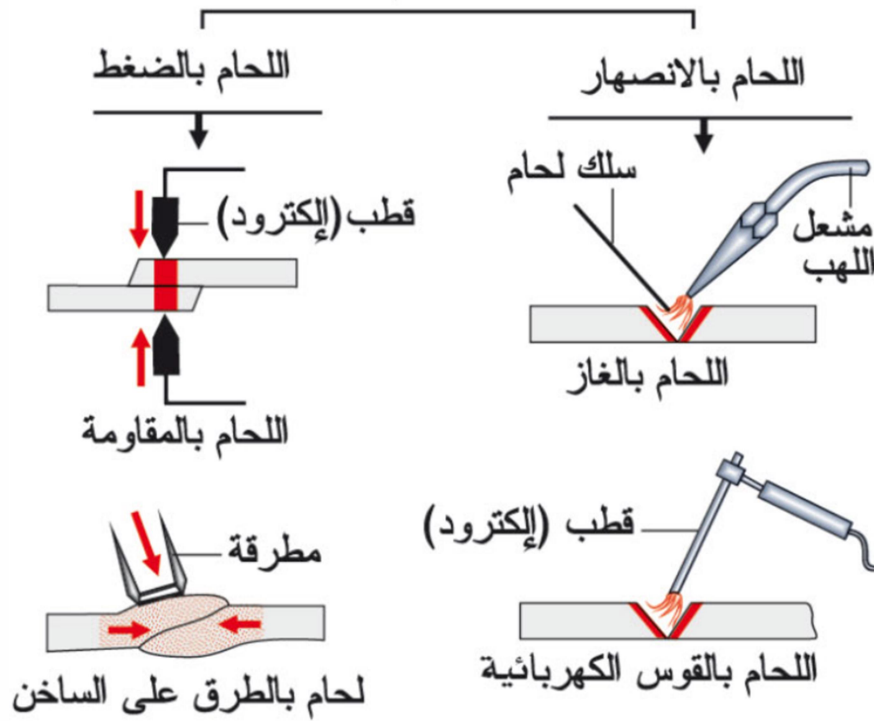
1. توفر المعادن – او المواد الاخرى
 2. توفر الحرارة العالية اللازمة لعملية الانصهار
 3. توفر مواد الحشو مثل (الإلكترودات) او سلك اللحام.
 4. توفر المواد المساعدة مثل الغاز او مادة الفلكس او غاز الحماية والتدريع.
- وعملية اللحام يتم فيها وصل مادتين (عادة معدنيين) ببعض بشكل يعطى صلادة دائمة. ويتم ذلك عن طريق رفع درجة الحرارة والضغط أو بدون ضغط حسب الحالة الميتالورجية المطلوبة للوصلة. يمكن تعريف اللحام بأنه العملية التي تتم عادة بواسطة صهر المعدن عن طريق رفع درجة حرارة الوصلة ويمكن الحصول على الحرارة اللازمة لعملية الصهر بواسطة الغاز أو القوس الكهربى أو بواسطة مركبات كيميائية، كما يمكن الوصول لدرجة الحرارة اللازمة بواسطة استخدام الحث الكهربى كما أنه يمكن أن يتم اللحام على البارد. تعتبر عملية اللحام من أهم الطرق المستخدمة في وصل لمعادن.

2-14 استخدامات اللحام

تستخدم تقنيات اللحام الحديثة في بناء العديد من المنتجات على سبيل المثال محطات الفضاء، السفن التجارية، اوعية الضغط، الجسور، اماكن الترفيه وغيرها.

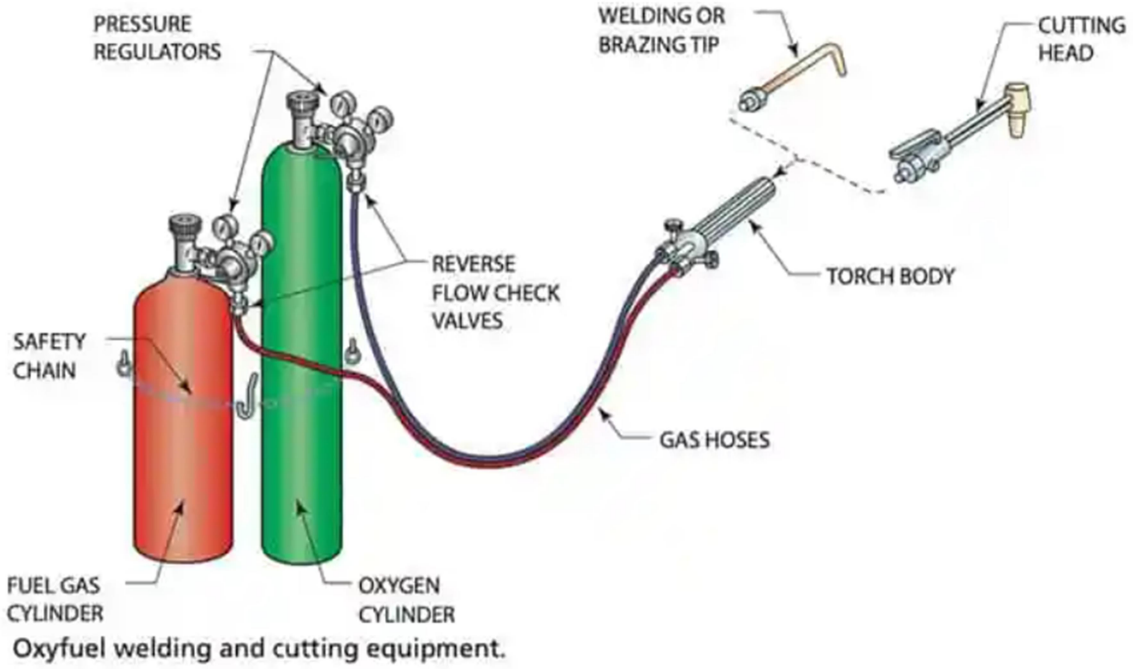


عمليات اللحام المهمة







3-14 لحام الغاز (Gas Welding)

هو أحد أشهر أنواع اللحام، وفيه يتم صهر أطراف الأجزاء الملحوظة وكذلك المادة المرسبة المضافة أو (المونة) وذلك نتيجة تولد حرارة ناتجة من احتراق خليط غازي (وقود غازي مناسب) مع الهواء أو الأكسجين النقي. وتمم عملية اللحام بعد أن يتجمد المعدن المنصهر في عملية اللحام. ومن أهم الغازات المستخدمة في عملية اللحام هذه هي الأسيتيلين أو الهيدروجين أو الغاز الطبيعي أو الكيروسين أو غاز الاستصباح أو غازات البنزين.



لحام أوكسي أسيتيلين

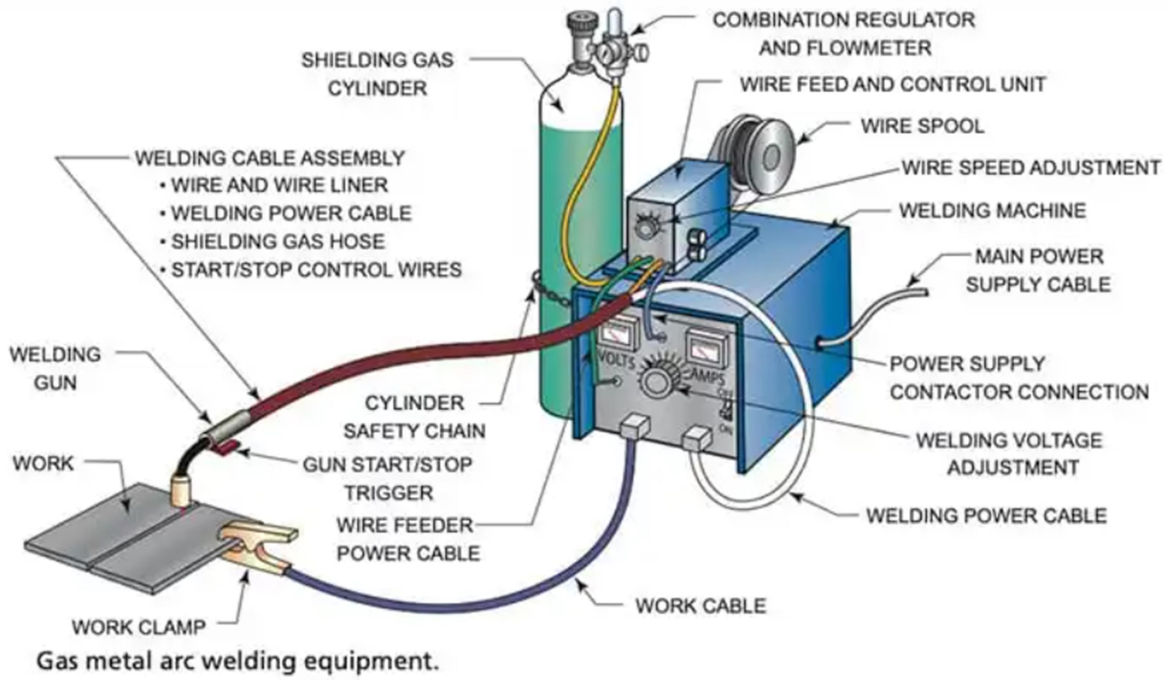
تمثيلها الإيضاحي	وصلات اللحام الأساسية
	وصلة تقابلية (تساكيبية) : تأخذ درزة اللحام فيها عدة أشكال (...Y، U، V)
	وصلة تراكيبية: أشهر شكل لدرزة اللحام هو المثلث
	وصلة الزاوية الداخلية (حرف T) : أشهر شكل لدرزة اللحام هو المثلث
	وصلة الزاوية الخارجية (الركنية): أشهر شكل لدرزة اللحام هو المثلث

4-14 لحام القوس الكهربائي (Arc Welding)

هو نوع من أنواع اللحام الذي يتم عن طريق الحرارة الناتجة عن القوس الكهربائي بين القطب و الجزء الملحوم ولحام القوس الكهربائي هو أحد أهم أنواع اللحام على الإطلاق، و يتم عن طريق الحرارة الناتجة عن تقوس كهربائي بين القطب و الجزء الملحوم وتصل درجة الحرارة في هذا النوع من اللحام إلى 4000 درجة مئوية و هي درجة حرارة كافية لصهر المعدن في نقطة اللحام أو صهر معدن إضافي من سلك و يلتحم عند تبريده مكوناً وصلة متينة.

5-14 اللحام اليدوي بالأقطاب المعدنية

و هي أحد الطرق المستخدمة بكثرة في عمليات اللحام و تجري في أغلب الأحوال بالتيار المتردد (AC) تستعمل أقطاب معدنية من الصلب (سلك اللحام) كموهه (أي مادة ملء) و الأسلاك المستخدمة يتراوح قطرها بين 1-12 مم ويصل طولها إلى 500 مم.



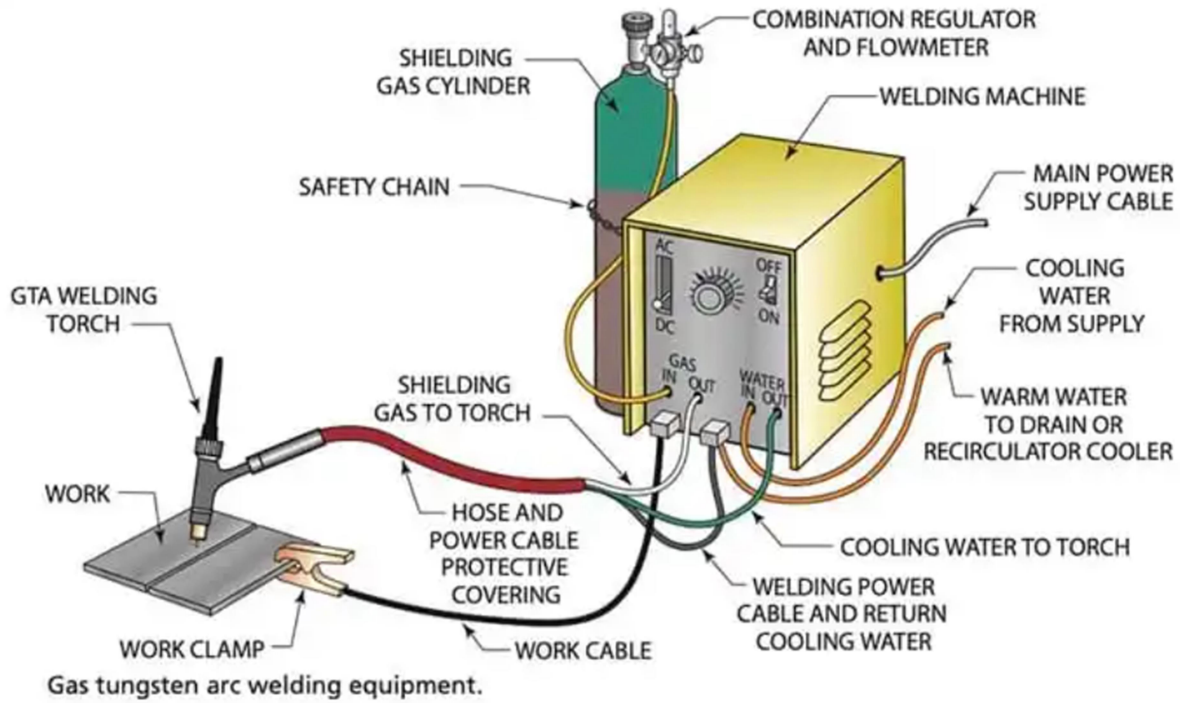
لحام القوس المعدني بالغاز GMAW

6-14 اللحام اليدوي بأقطاب من الكربون

يجري هذا النوع من اللحام بواسطة استخدام أقطاب كربونية أو جرافيتية، و هذه الأقطاب تصنع بأقطار 8-30 مم و يبلغ طولها من 200-300 مم. وعادة تتم عملية اللحام في هذا النوع باستخدام التيار المستمر.

7-14 لحام القوس الكهربائي التنجستين وستارة الغاز (Gas Metal Arc Welding)

و تعتبر هذه الطريقة ماثلة للطريقة السابقة باستثناء أن الإليكترود (السلك المستخدم) يستهلك أثناء عملية اللحام حيث يتم تغذيته أوتوماتيكيا إلى موقع اللحام. و تكون ستارة الغاز في هذه الحالة من غاز ثاني أكسيد الكربون أو خليط من ثاني أكسيد الكربون وغاز الأرجون.



لحام الارجون GTAW _ TIG

8-14 لحام المقاومة الكهربائية (Resistance Welding)

هي إحدى طرق اللحام التي تستخدم فيها الحرارة والضغط وتنتج الحرارة نتيجة لمرور تيار كهربائي له شدة عالية وفولت منخفض لفترة زمنية قصيرة محددة في الموضع المراد لحامه من الجزء. وتم عملية اللحام في النقطة أو المكان الذي ارتفعت حرارته وذلك بالضغط بواسطة قطبية.

تعتبر هذه الطريقة في اللحام من الطرق السهلة في إتقانها وكذلك لها قدرة إنتاجية عالية لذا في تعتبر طريقة اقتصادية بالنسبة لسعر التكلفة لو قورنت بالطرق الأخرى بالرغم من ارتفاع سعر ماكينات اللحام بالمقاومة وتمتاز أيضا أن في هذه الطريقة إمكانية لحام المعادن الغير متشابهة.

9-14 اللحام النقطي (لحام البقعة) (Spot Welding)

وهو أحد الطرق الشائعة في عمليات اللحام بالتلامس وينقسم لحام البقعة إلى مجموعتين:

- لحام البقعة المفردة من جهة واحدة أو من الجهتين .
- لحام البقعة المتعددة، حيث يتم عمل بقعتان أو أكثر في نفس الوقت أثناء تدفق التيار.

10-14 اللحام الخطي (اللحام الدرزي) (Seam Welding)

يستعمل هذا النوع في لحام خزانات الزيت والبنزين والماء والمواسير وعدد من الأجزاء المصنوعة من الصلب والمعادن غير الحديدية وبتراوح سمك المعدن الذي يمكن لحامه بهذه الطريقة بين 25-30 مم. وينقسم هذا النوع من اللحام إلى مجموعتين :

- لحامات التدريز التركيبية .
- لحامات التدريز التقابلية .

11-14 لحام التطريق (Forge Welding)

في هذا النوع من اللحام تسخين المعدنين حتى درجة حرارة معينة ثم طرقيهما معا حتى يتم الحصول على لحام متين. تعتبر عملية اللحام بالتطريق أقدم عمليات اللحام التي عرفها الإنسان على مدى تاريخه الصناعي و تعتبر عمليات اللحام الحديثة تطورا لهذه العملية.

ينقسم لحام التطريق إلى ثلاث مجموعات :

- لحام التراكيبي (Lap Welding)
- لحام تداخلي (Cleft Welding)
- لحام تناكبي (Butt Welding)

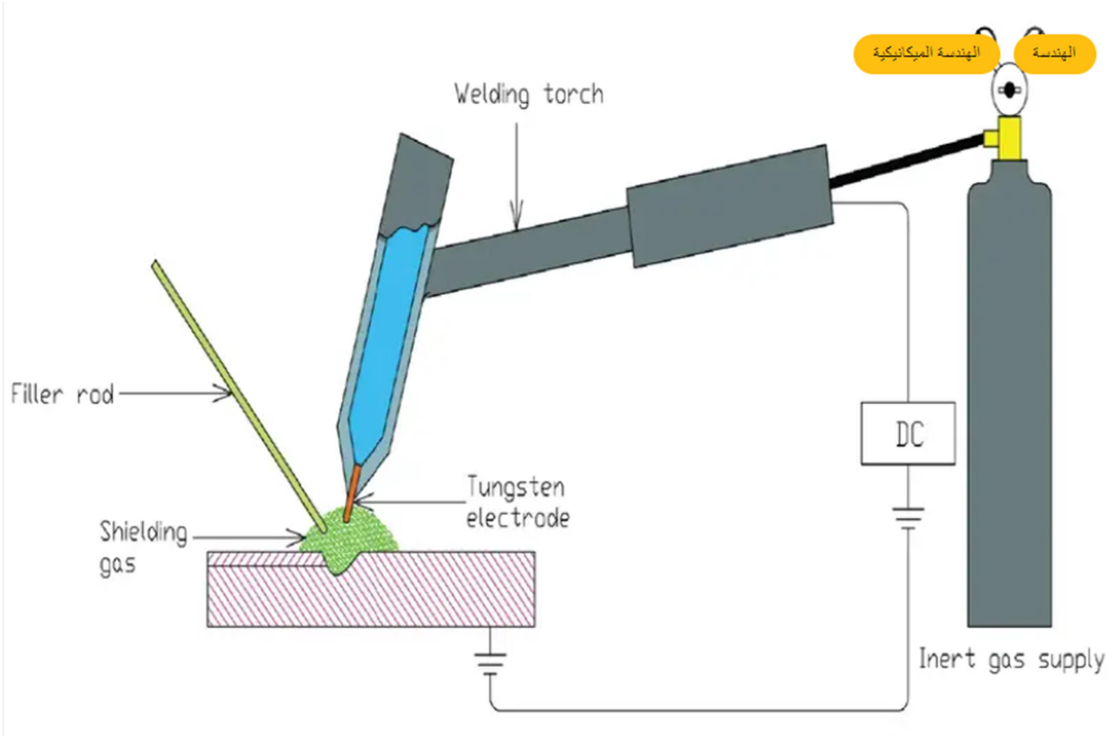
12-14 لحام الثرميت

إحدى الطرق القديمة المستخدمة في عمليات اللحام. حيث يتم خلط الألومينيوم المسحوق سحفا دقيقا بأكاسيد الفلزات وكبريتيدات وكلوريداتها ثم يشعل الخليط فتتولد حرارة عالية تصل إلى حوالي 2700 درجة مئوية وهي كافية جدا لصهر المعدن لإتمام اللحام علاوة على إتمام هذه العملية في وقت قصير جدا. تعتبر هذه الطريقة من الطرق الاقتصادية لعملية اللحام إذا ما قورنت بالأنواع الأخرى للحام.

13-14 اللحام بالقصدير والمونة

يستعمل هذا النوع من اللحام بواسطة سبائك على نطاق واسع في عمل توصيلات المواسير الكهربائية ووصل المواسير المصنوعة من الرصاص والأنابيب النحاسية. وتتم عملية اللحام عن طريق إدخال سبيكة متغيرة بينهما. قد تكون من القصدير والرصاص أو سبيكة نحاسية تسمى المونة وفي هذا النوع من اللحام لا يعتبر المعدن الأصلي عند اللحام

وذلك نظرا لأن درجة انصهار مادة سبيكة اللحام أقل من درجة انصهار المعدن الملحوم وتتوقف درجة متانة اللحام على مدى نظافة السطوح الملحومة لذا يجب أن تعالج قبل بداية اللحام.



14-14 قواعد السلامة اثناء عملية اللحام

ان فنيين اللحام هم من بينون هذا العالم والمهندسين هم يضعوا مواصفات ومتانة هذا البنيان لذلك يحتاج المشغل الى دراسة شاملة للحام على ان تشمل الاتي:

- امكانية التنسيق الممتاز بين العين وحركة الايدي.
- كيفية التعامل بشكل جيد مع الادوات والمعدات.
- امكانية معرفة نظريات تطبيق عمليات اللحام واعمال القطع الحراري المختلفة
- كيفية قراءة رموز الهياكل المعدنية وفهم المصطلحات اللفظية.
- امكانية العمل بدون الحاجة الى مراقبة المشرفين.
- لديه مهارات التواصل الشفهية او التواصل بالخطابات المكتوبة.
- لديه القدرة على حل المشاكل الرياضية الاساسية المتعلقة باللحام.
- لديه امكانية العمل الجماعي مع الاخرين او العمل الفردي.
- امكانية قراءة وتفسير الرموز ورسومات اللحام الهندسية

- لدية خلفية بالتعامل مع البرامج والكمبيوتر.
- ان يكون دائما مستعدا للعمل وان يعمل طبقا لقواعد الامن والسلامة.