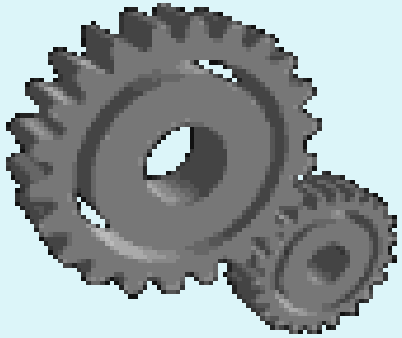
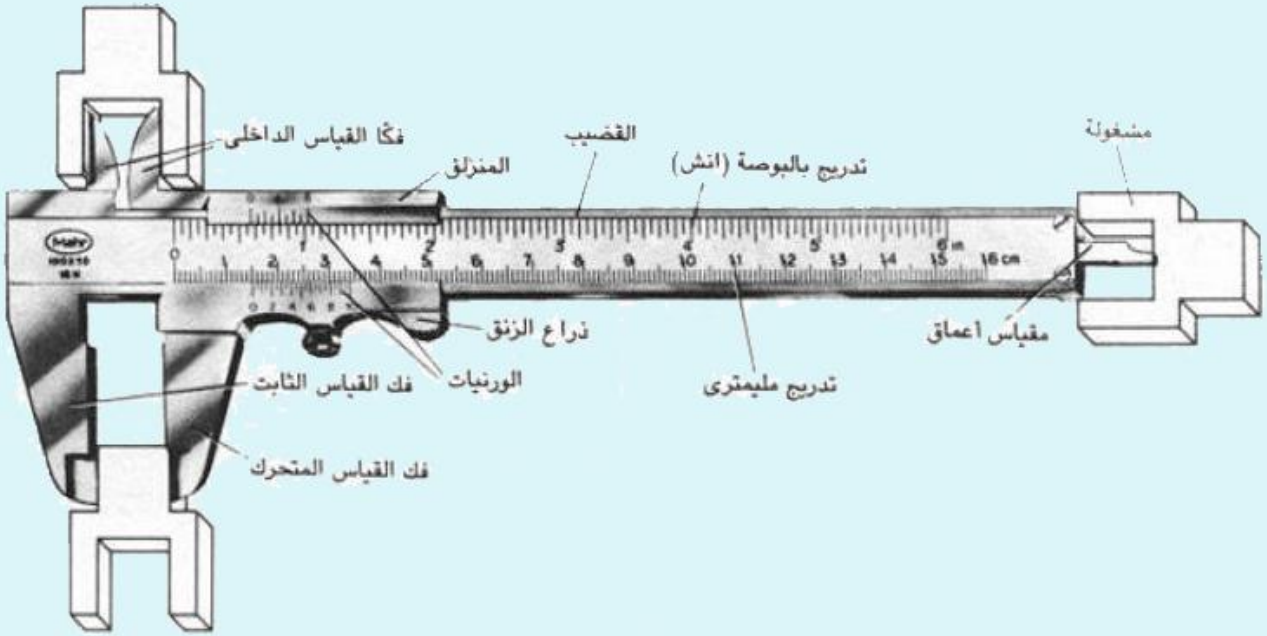


عمليات التصنيع

الفصل الأول

أدوات القياس



يعتبر القياس من أقدم الابتكارات التي عرفها الأنسان ، حيث كان يستخدم القدم والذراع في قياس بعض الأطوال مثل المساحات الزراعية والمسافات بين الأماكن السكنية وكذلك عمق وطول جداول السقي والحراثة وغيرها من الأمور التي كانت تمس حياته اليومية .
ومع تطور الصناعة على مر العصور ، أبتكر الأنسان لنفسه أدوات قياس يعتمد عليها في أحتياجاته ، حيث تطلب الأمر أن يتنقل من مكان لآخر ليعرض ما عنده من أبتكارات أو مواد يبيعها على أقوام آخرين فشاهد أن القياسات تختلف من مكان لآخر مما أستوجب عليه أن يوحد بعض المقاسات لتتوافق مع غيرها .

عملية القياس (Measurement):

تعرف عملية القياس بأنها : عملية مقارنة بين البعد المراد قياسه ووحدة قياس معلومة مجسدة في جهاز قياس .

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

الطول L = 45.5 mm : الارتفاع H = 12.5 mm :

تحتوي نتيجة عملية القياس على ثلاثة معلومات أساسية وهي :

1- القيمة العددية التي من خلالها يحدد وصف للبعد أو الخاصية المقاسة.

2- وحدة قياس مناسبة متفق عليها في إطار نظام وحدات القياس الدولي

3- نسبة خطأ معينة, بحيث أن كل عملية قياس إلا وفيها نسبة أخطاء معينة تعود لأسباب متعلقة بالجهاز أو مستخدم الجهاز و طريقة و ظروف استخدامه

ما يجب مراعاته عند القياس :

لا يعتبر للقياس أي قيمة ما لم يتبع ما يلي :

1- أستخدام أداة القياس التي لها الدقة المطلوبة .

2- أختبار نقطة الصفر لأدوات القياس القابلة للتبديل .

3- تشطيب المشغولات المراد قياسها وتنظيفها من الحواف والرايش .

4- تنظيف أداة القياس .

5- النظر عموديا على مكان القراءة لأداة القياس .

6- يجب أن تكون درجة حرارة المشغولات المطلوب قياسها معتدله .

7- عدم أستخدام القوة والضغط على أدوات القياس عند القراءة .

8- عدم قياس المشغولات المتحركة أو الدوارة لتفادي المخاطر.

9- معايرة أدوات القياس للتأكد من دقتها .

طرق إجراء عملية القياس

تجرى عملية القياس على طريقتين : إما أن يكون بطريقة مباشرة Direct Measurement أو غير مباشرة Indirect Measurement.

- **يتم القياس المباشر بمقارنة البعد المراد قياسه مباشرة مع جهاز القياس .**

- أما القياس الغير مباشر فيتم عن طريق وسائل مساعدة مثل الفراجيل لاستشعار البعد المراد قياسه ومن ثم مقارنته مع جهاز قياس مثل المسطرة أو القدمة ذات الورنية.

ولذلك تستخدم الفراجيل كأدوات 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 .

فرجال خارجي

فرجال داخلي

الخطأ في القياس وأسبابه

لا يمكن أن تكون أية عملية من عمليات القياس دقيقة بشكل مطلق ، حيث هناك دائما بعض الأخطاء في القياس ، تمثل الفرق بين القيمة المقيسة والقيمة الحقيقية للبعد (الخطأ = القيمة الحقيقية – القيمة المقيسة) . وهذا الخطأ يكون ناتج عن الأسباب التالية : ـ

1- أداة القياس

أن بعض الأخطاء الحاصلة بقياس الأبعاد يكون سببها أداة القياس نفسها وكالآتي: ـ

أ- دقة أداة القياس :- عند أستخدام أداة قياس ذات دقة قليلة فأنها تعطي قيمة ذات دقة أقل مما لو أستخدمت أداة قياس أخرى .

ب- بليان (أستهلاك) أجزاء أداة القياس :- وذلك ناجم عن الأستخدام المتكرر وبكثرة للأجزاء المتحركة لأداة القياس مما يسبب هذا الأستهلاك في حدوث أخطاء بالقياس .

ج- الخطأ الصفري :- وهو عبارة عن مقدار القراءة بأداة القياس بالوقت الذي يجب أن تكون مقدار القراءة مساويا للصفر .

2- عملية القياس

تنتج بعض الأخطاء بالقياس من الخطأ في الأجراءات المتبعة أثناء عملية القياس مع كون أداة القياس المستخدمة ملائمة وذلك للأسباب التالية : ـ

أ- الوضع الخاطئ لأداة القياس عند أجراء القياس . حيث أن الأنحراف عن خط القياس الصحيح ولو بمقدار قليل ينجم عنه خطأ بالقياس .

ب- عدم تطابق فكوك أداة القياس مع حدود البعد المطلوب قياسه .

3- الشخص القائم بالقياس

أن تدخل العنصر البشري خلال أجراء عملية القياس يتسبب في حدوث أخطاء بالقياس وذلك بسبب : ـ

أ- مهارة الشخص القائم بالقياس وخبرته ومعرفته بأداة القياس وطريقة أستخدامها الصحيح .

ب- أختيار أداة القياس الملائمة وذات الدقة المطلوبة .

ج- قوة النظر وتحمله لأجهادات العمل المستمر .

قياس الأبعاد

لأجراء عملية قياس دقيقة لابد من أستخدام أداة القياس المناسبة ولذلك يتوافر في مجال قياس الأطوال أنواع متعددة من معدات القياس تم تصميمها لتغطي أكبر عدد ممكن من الأبعاد المختلفة وأهم أدوات القياس التي سيتم تناولها بالدراسة هي :

1- المساطر المدرجة .

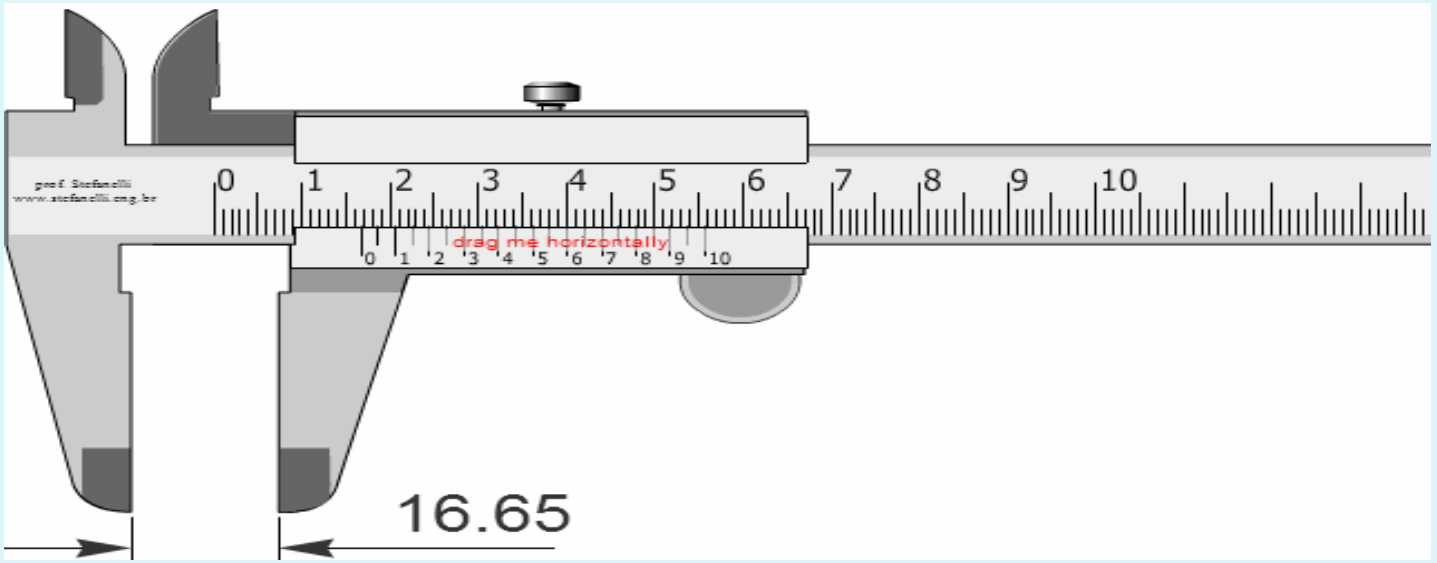
المساطر المدرجة والموضحة بالشكل التالي هي أدوات قياس بسيطة لقياس الأطوال . ويتم فيها قراءة القيمة المطلوب قياسها مباشرة من على التدريج الموجود عليها وتتراوح أطوال المساطر المدرجة من (100 ملم) وحتى (5 م) وتستخدم في ورش الأنتاج مساطر فولاذية بأطوال (100 ملم ، 300 ملم ، 500 ملم) . ويتم تصنيعها من الصلب الكاربوني المصلد ، ويكون محفورا عليها تدريج مليمتري أو نص مليمتري وبالتالي يمكن أستخدامها لقياس بعد حتى (0.5ملم) حيث أن ذلك هو أقل تقسيم على المسطرة ويسمى بحساسية المسطرة (دقة المسطرة) .

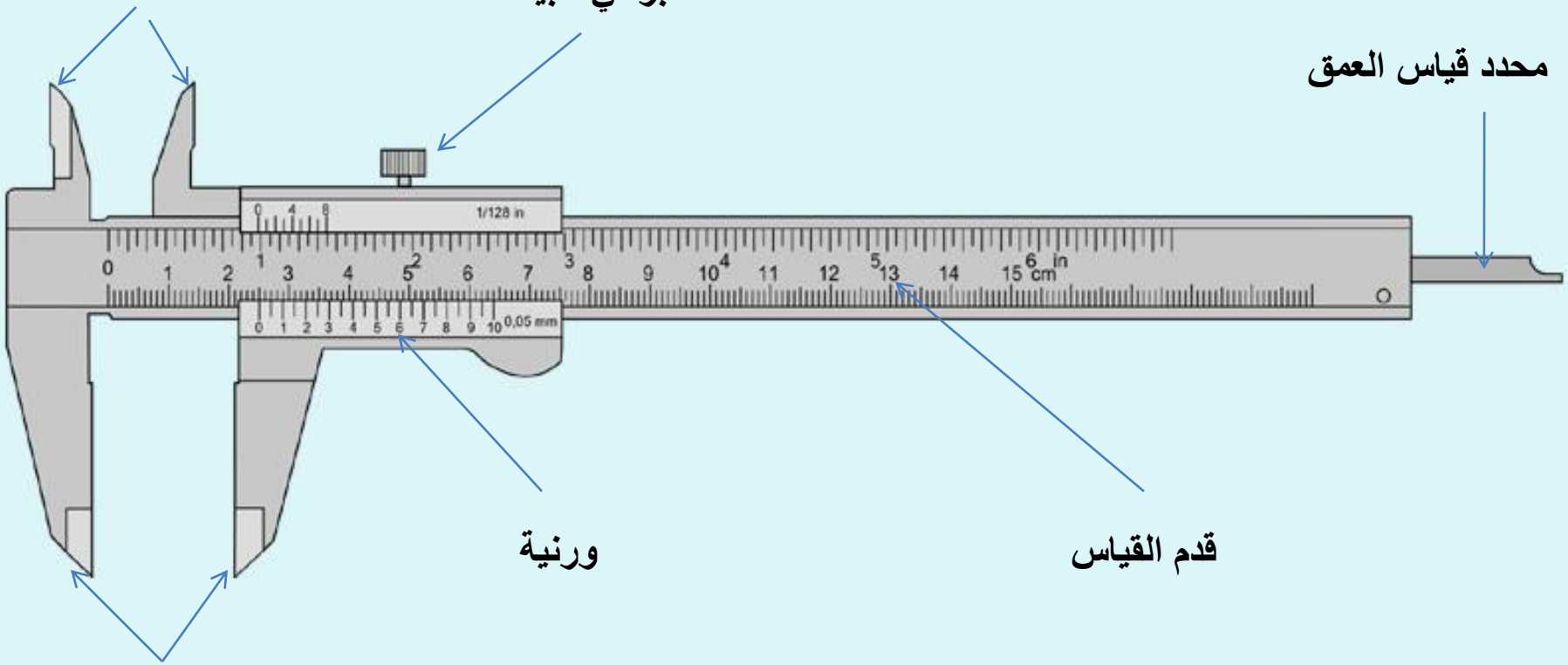
2- أدوات نقل الأبعاد **(الفراجيل Dividers)**

تستخدم الفراجيل كأدوات قياس ناقلة (أو مساعدة للقياس) حيث تتم عملية القياس فيها بطريقة غير مباشرة فيتم بواسطتها نقل قيمة القياس من الشغلة المراد قياسها الى أداة القياس وبالعكس . وتصنع الفراجيل بأشكال مختلفة لتناسب كافة المشغولات ، فمنها الفرجال الداخلي والخارجي والفرجال ذو النابض وكما موضح بالشـــكل التالي . وتصل حساسية الفرجال (الدقة : أي أقل قيمة يمكن قياسها) الى 0.01 ملم .

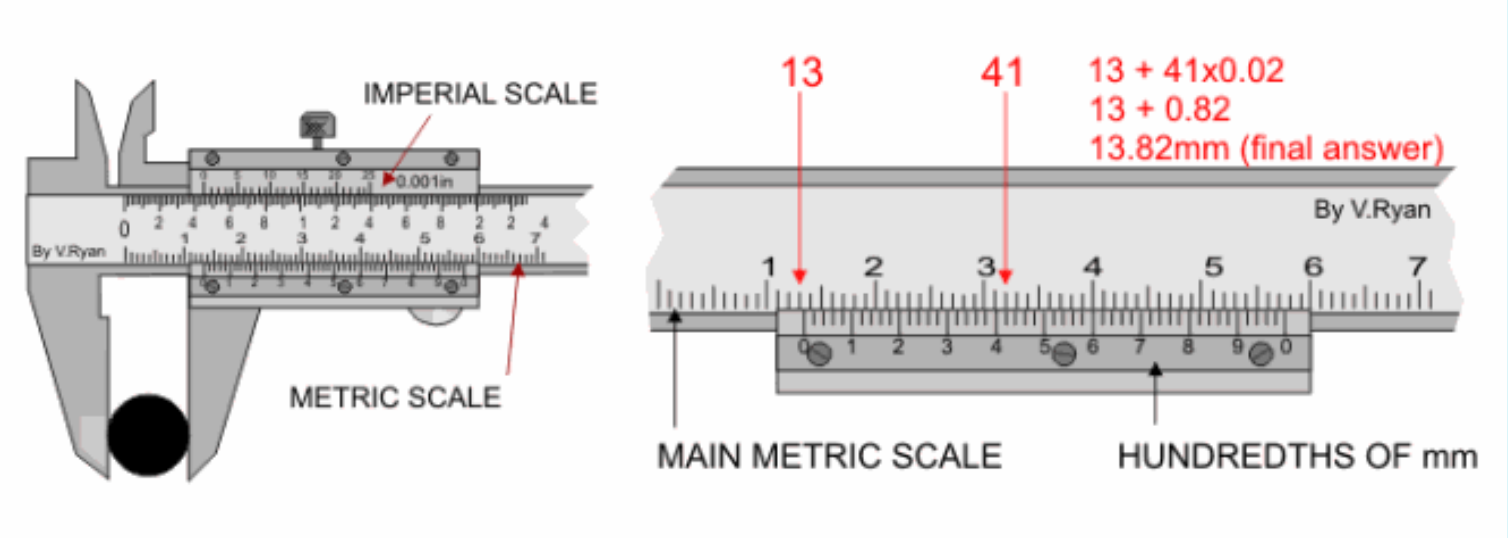
3- القدمة المنزلقة ذات الورنية (Vernier Caliper)

تعتبر القدمة المنزلقة ذات الورنية من أهم معدات القياس المستخدمة في تشغيل المعادن ، وذلك بسبب أمكانياتها المتعددة في القياس وبساطة وسهولة أستخدامها بالأضافة لمناسبة دقتها للعديد من التطبيقات الميكانيكية في مجال التصنيع . كما أنها ملائمة بصفة خاصة للقياسات السريعة ، حيث يمكن أن تجري بها قياسات داخلية وخارجية وفي أحيان كثيرة لقياسات الأعماق والأرتفاعات لذلك فهي دائما موجودة على خطوط الأنتاج ومكائن القطع ومكونة من فكين متقاطعين للقياس الداخلي وفكين للقياس الخارجي وساق لقياس الأعماق ، وتصنع من الصلب الكاربوني المقاوم للصدأ .




فكين للقياس الداخلي
برغي تثبيت
محدد قياس العمق
ورنية
قدم القياس
فكين للقياس الخارجي
1/128 in
0,05 mm
in
cm

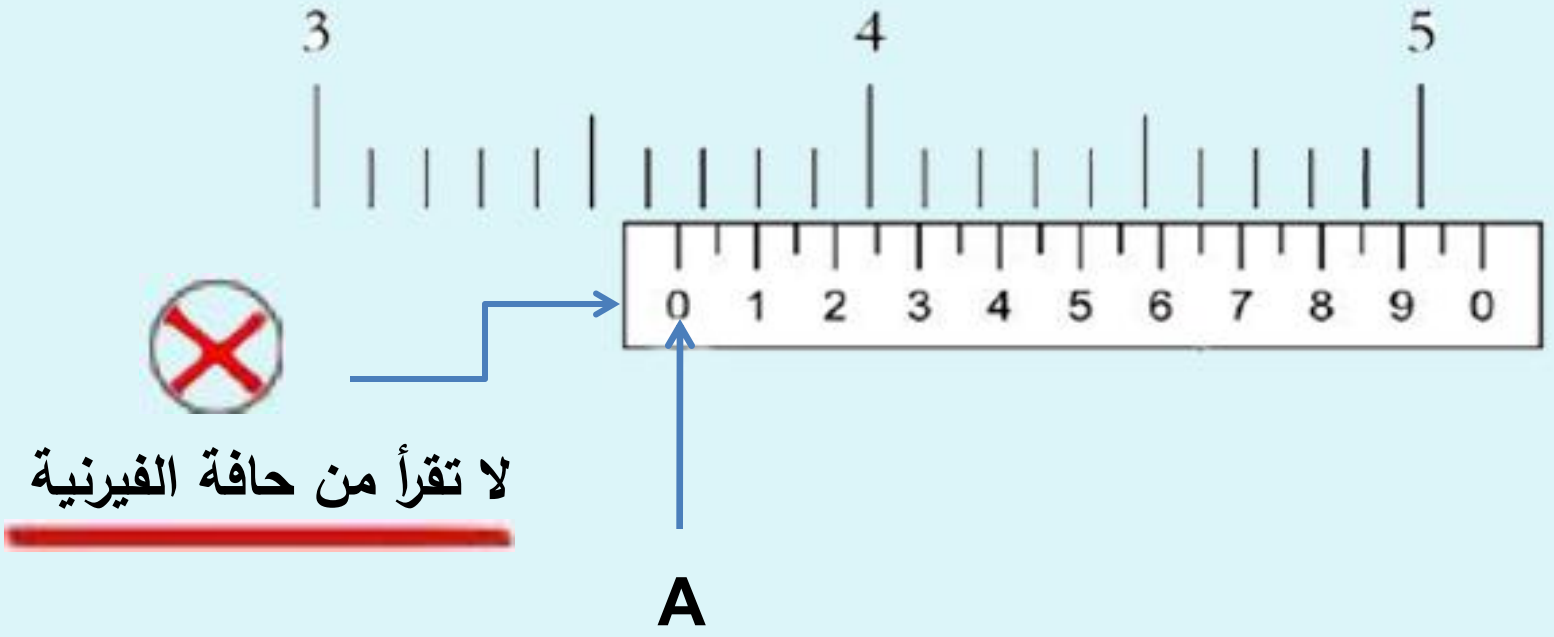
تتم عمليه القياس باستخدام القدمة ذات الورنية بوضع المقاس المراد قياسه بين الفكين الثابت والمتحرك (دون الضغط عليهما بقوة) . كما تحتوي القدمة ذات الورنية على ساق أو عمود لقياس أعماق الثقوب. (stem for depth measurements) .

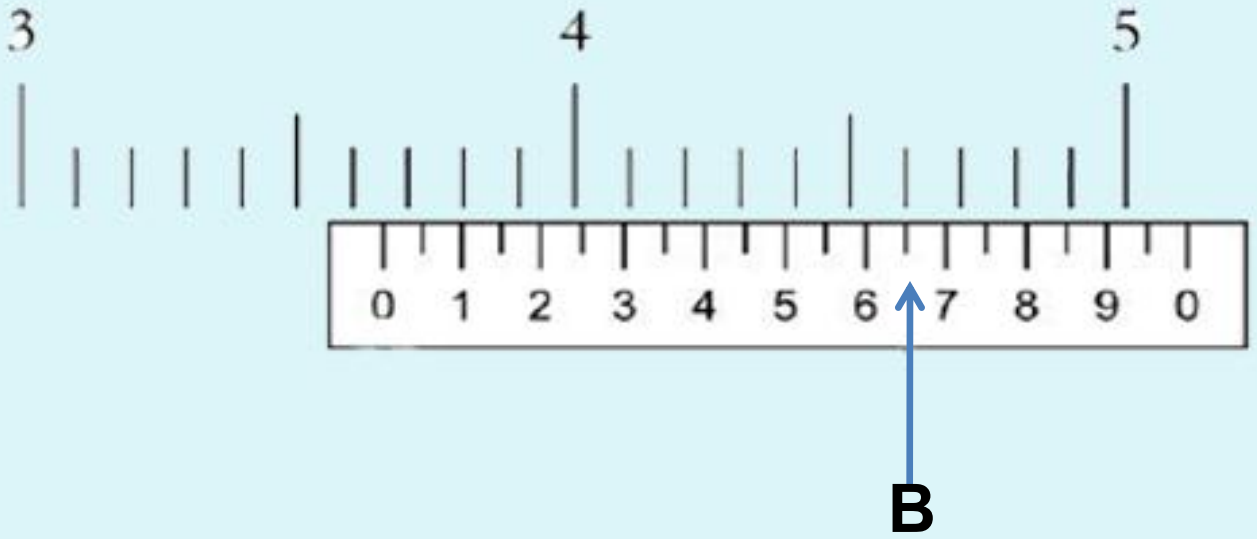


تمكن الورنية من قراءة الكسور الموجودة على مسطرة القياس الرئيسي بدقة قياس عالية. عاده ما تكون هذه الدقة بـ: (10/1=0.1 ملم) أو (20/1=0.05 ملم) أو (0.02= 1/ 50 ملم) .

طريقة قراءة قياس القدمة ذات الورنية :

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





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

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

ـ 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 1 ملم؛ فيمكن عد عدد التدريجات في الورنية و لتكن (n) مثلا. تكون الدقة هي أصغر تدرج على الورنية و تحسب بالعلاقة :

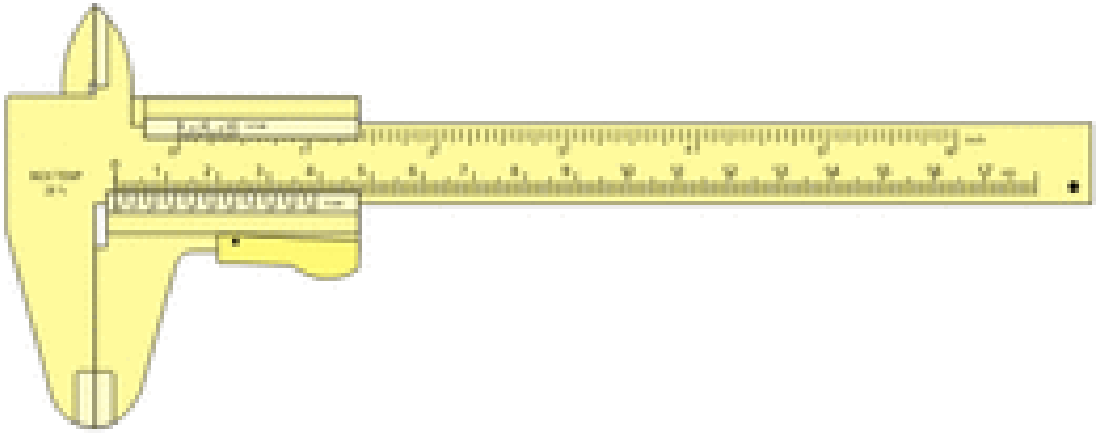
الدقة = ($\frac{1}{n}$) ملم

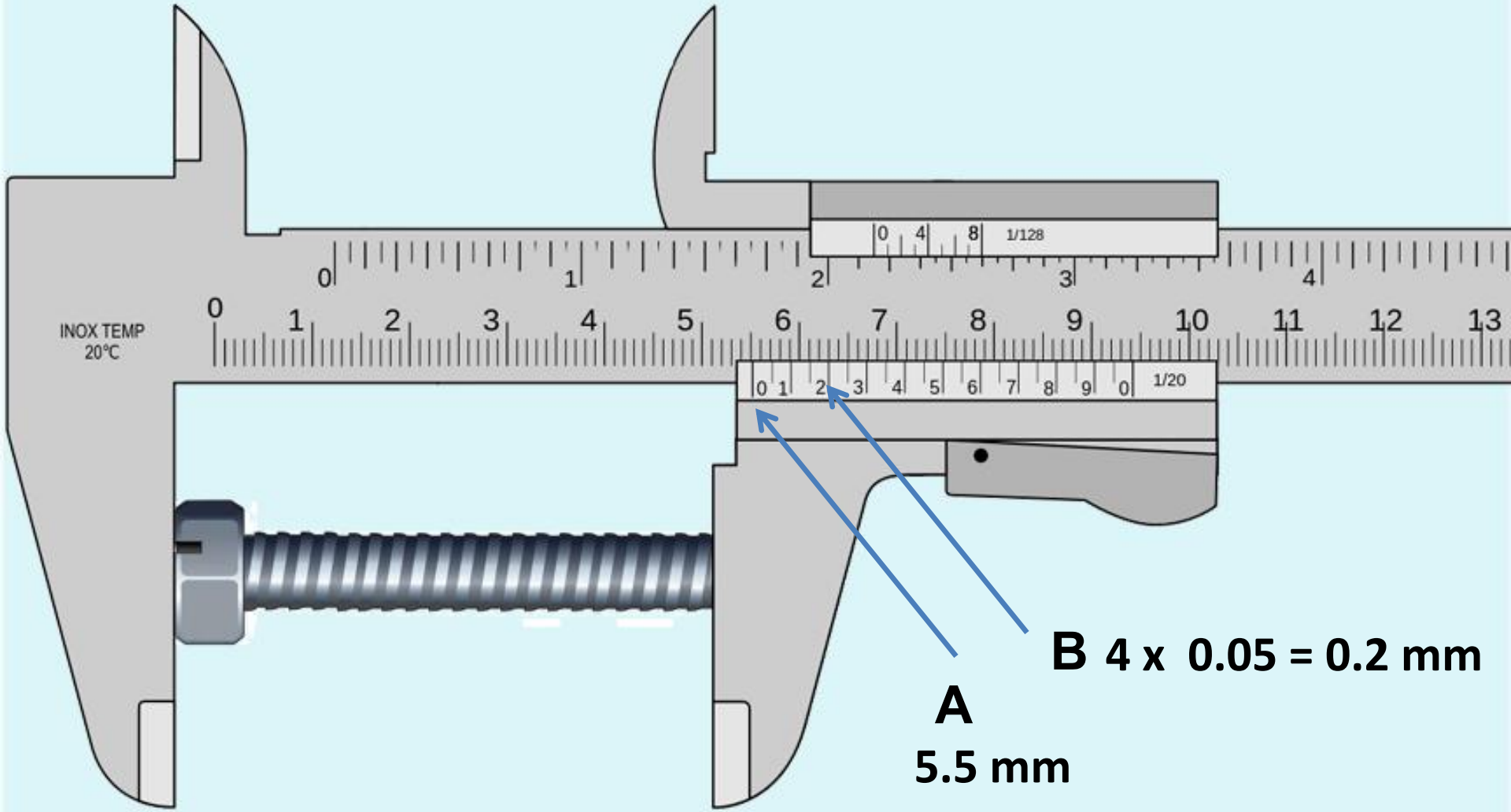
- بصفة عامة إذا كان عدد التدريجات على الورنية n = 50 (و تسمي هذه الورنية الخمسينية) و تكون دقتها تساوي 50/1 = 0.02 ملم .

- إذا كان عدد التدريجات على الورنية n = 20 (و تسمي هذه الورنية العشرينية) و تكون دقتها تساوي 1/ 20 = 0.05ملم .

دقة الجهاز = 1 / 20 = 0.05 mm (القدمة العشرينية)

القياس الرئيسي	A	2.4 mm
قياس الورنيه	B	14 x 0.05 mm = 0.07 mm
قيمه القياس على الجهاز	A+B	2.4 + 0.07 = 2.47 mm




INOX TEMP
20°C
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
0 4 8 1/128
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1/20
B 4 x 0.05 = 0.2 mm
A
5.5 mm

5.5 mm + 0.2 = 5.7

مدى قياس القدمة

مدى قياس القدمة يعني مجموعة الأطوال التي يمكن للقدمة أن تقيسها ، وهذا يعتمد على طول ساق القدمة وطول الورنية فيها . حيث لا يمكن الحصول على قراءة بأستخدام القدمة مساوية للطول الكلي لساق القدمة نفسها .

لذلك فأن مدى القياس بالقدمة يمكن تحديده كما يلي : ـ

مدى القياس = طول ساق القدمة – طول مقياس الورنية

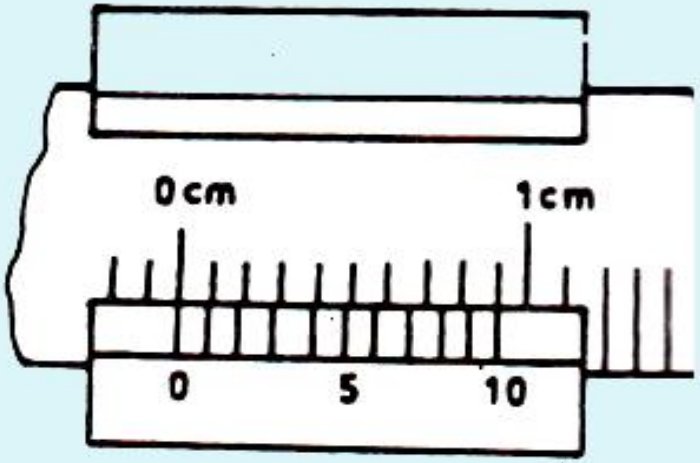
طول ساق القدمة = 150 mm

طول مقياس الورنية = 9 mm

مدى القياس = 150– 9 = 141 mm

مدى قياس القدمة

1- طول مقياس الورنية في القدمة ذات الدقة 0.1 mm هو أما 9 mm مقسم الى عشرة أقسام أو 19 mm مقسمة الى عشرة أقسام



$$\text{الدقة} = X = A - \frac{L}{n}$$

حيث أن : -

A= عدد التدريجات لطول الورنية على المقياس الأساسي
L= طول مقياس الورنية
n= عدد التقسيمات على مقياس الورنية

$$\text{الدقة} = 1 - \frac{9}{10} = \frac{1}{10} = 0.1\,mm$$

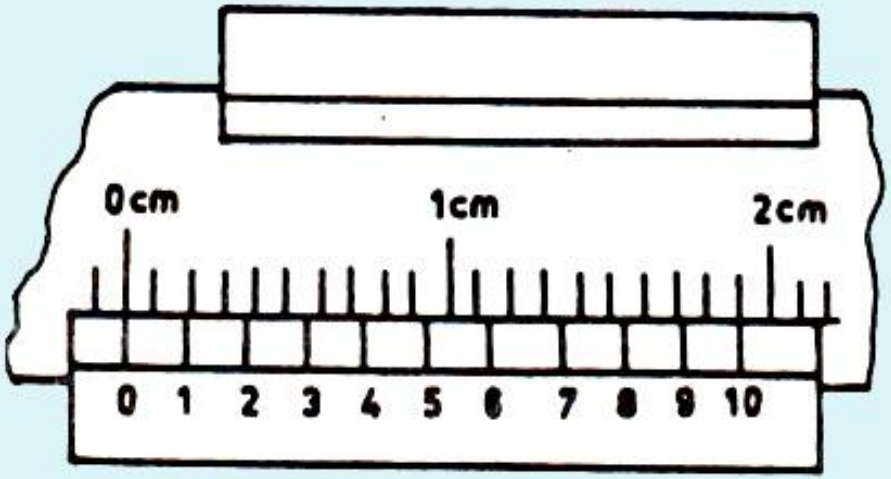
لنفرض طول ساق القدمة = 150 ملم

مدى القياس = 150 - 9 = 141 mm

مدى قياس القدمة

الدقة $= X = A - \frac{L}{n}$

A =2



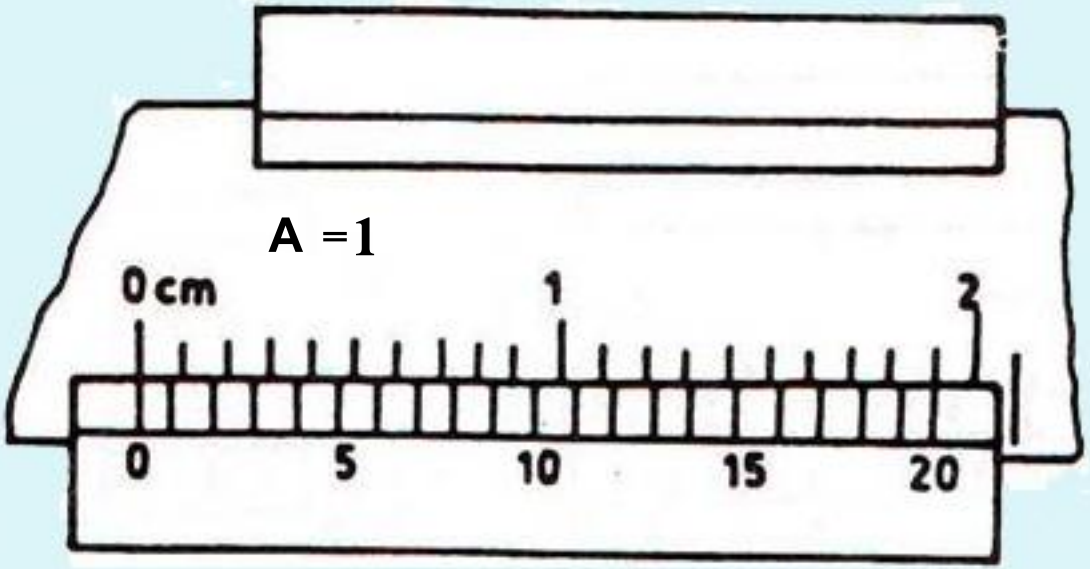
الدقة $= X = 2 - \frac{19}{10} = \frac{1}{10} = 0.1\ mm$

لنفرض طول ساق القدمة = 180 ملم

مدى القياس = 180 - 19 = 161 mm

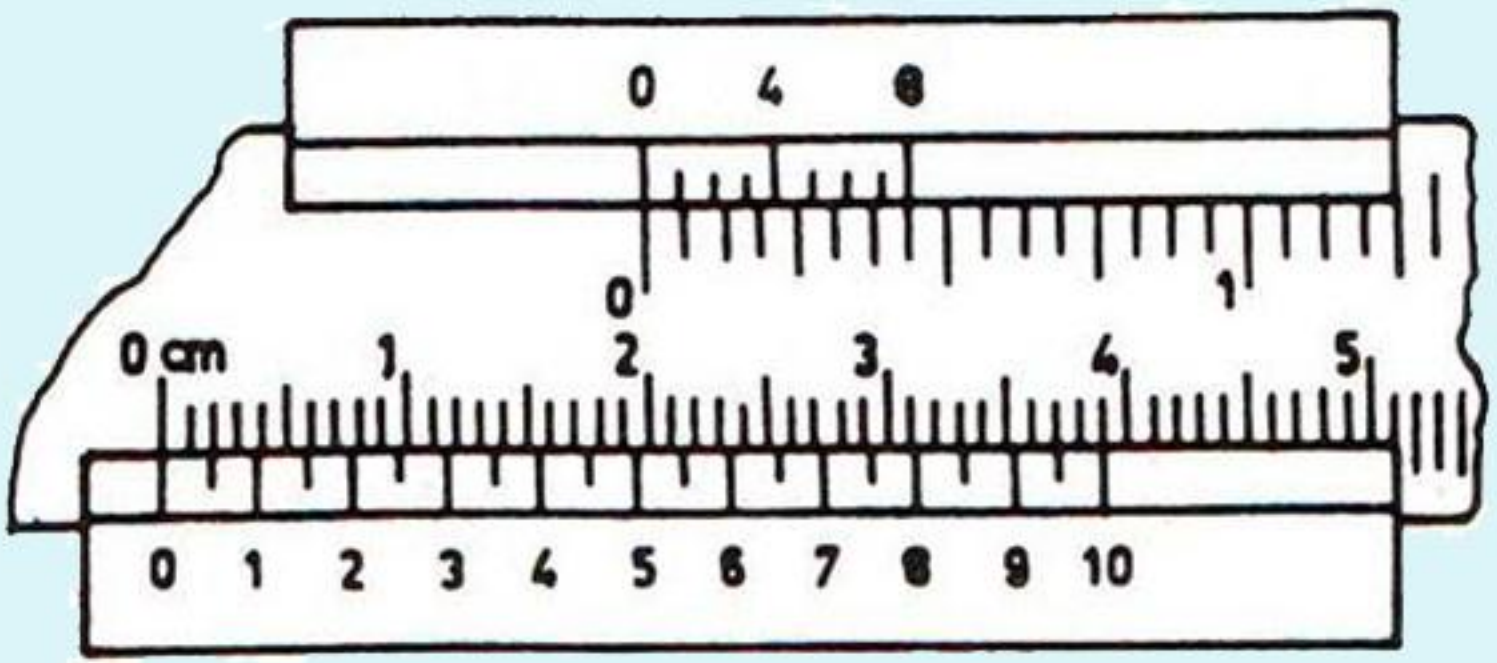
-ب-

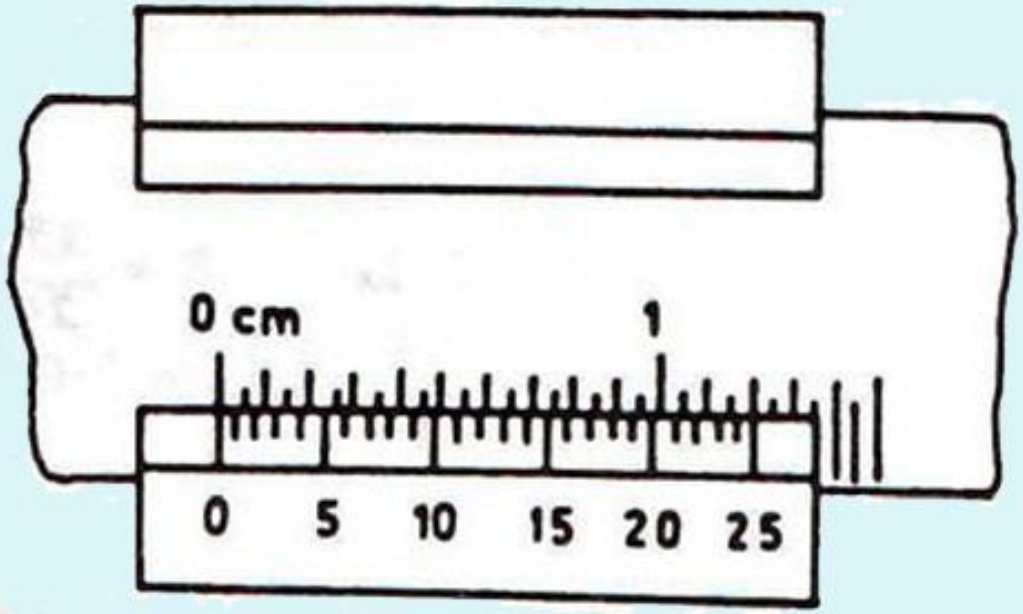
A =1



مدى قياس القدمة

- ب -

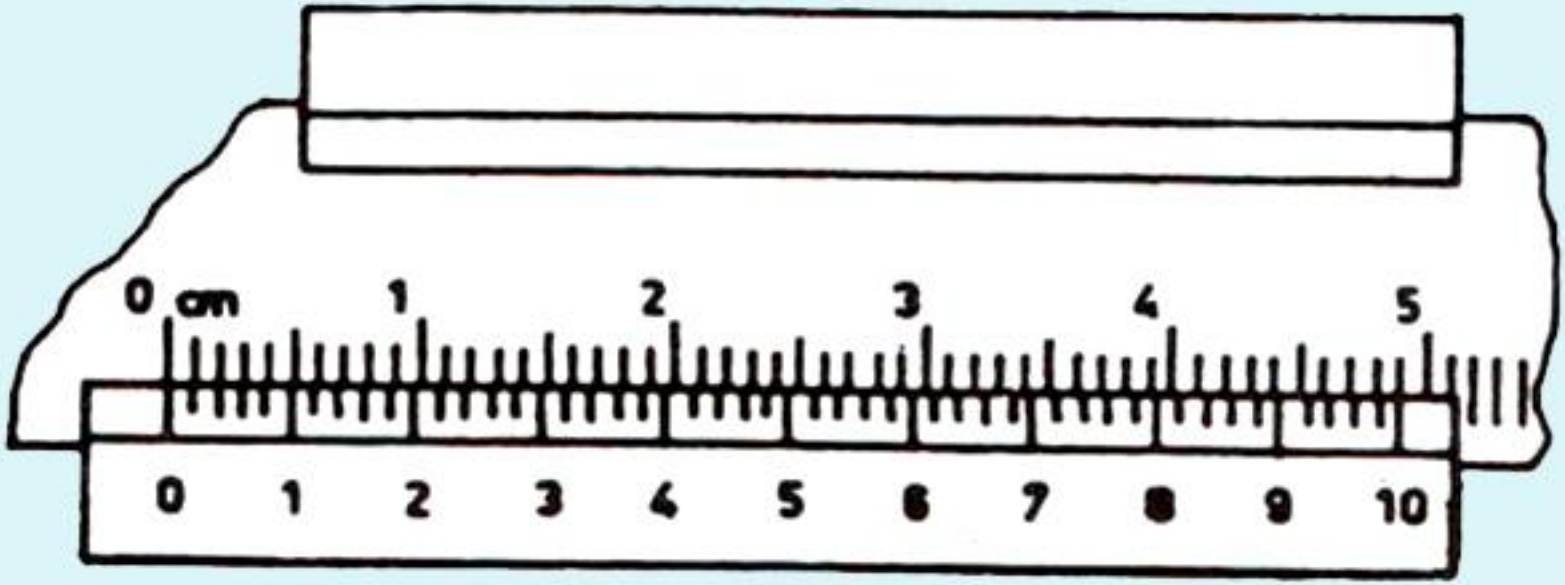


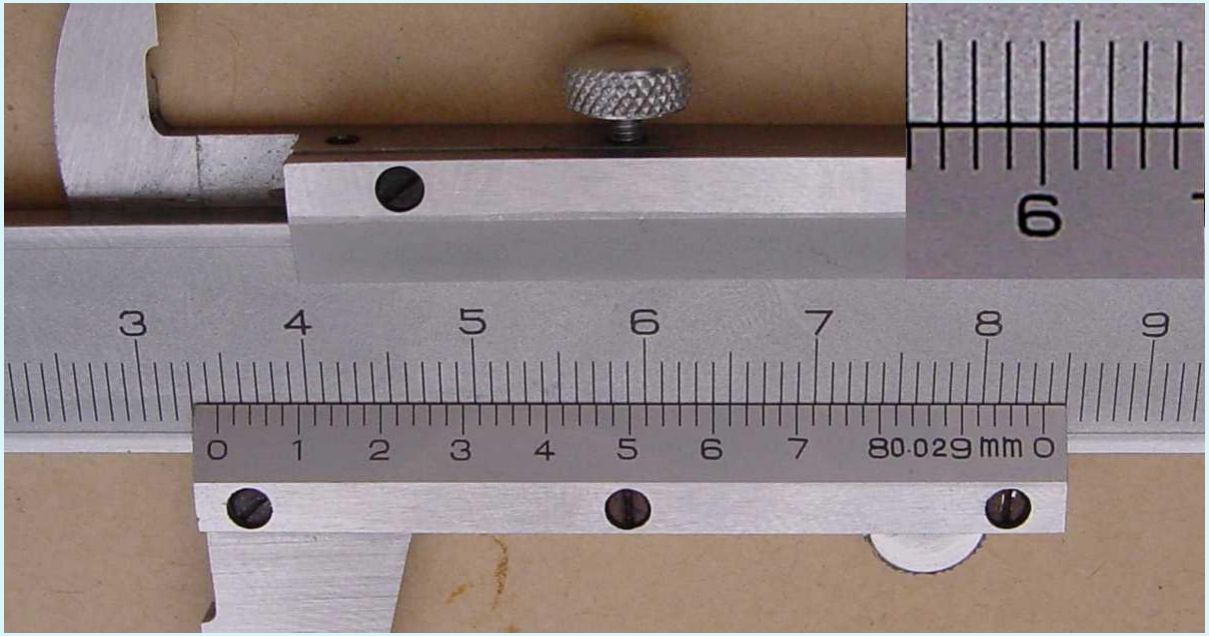


A =0.5

- ٢ -

مدى قياس القدمة



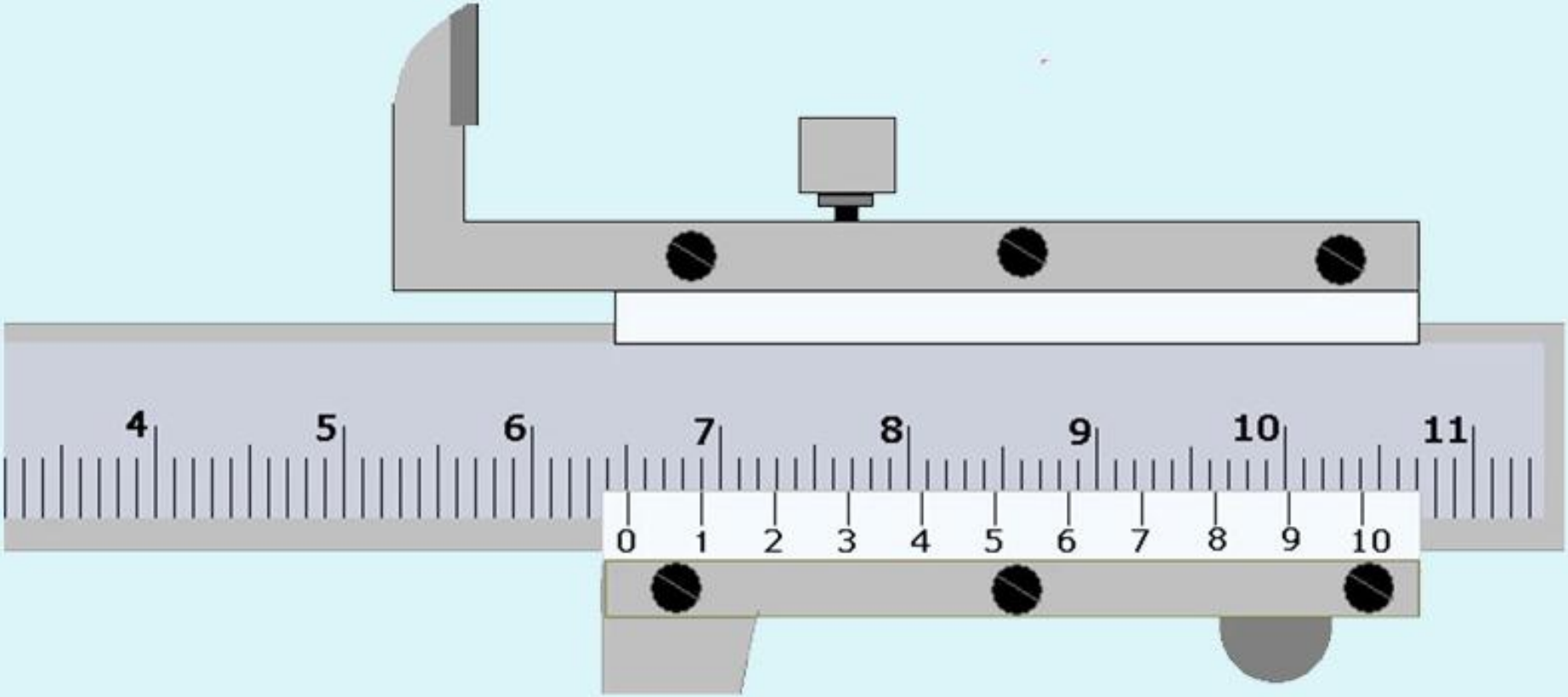


دقة الجهاز = ...

قيمة القياس = ...

مدى القياس = ...

طول ساق القدمة = 200 mm

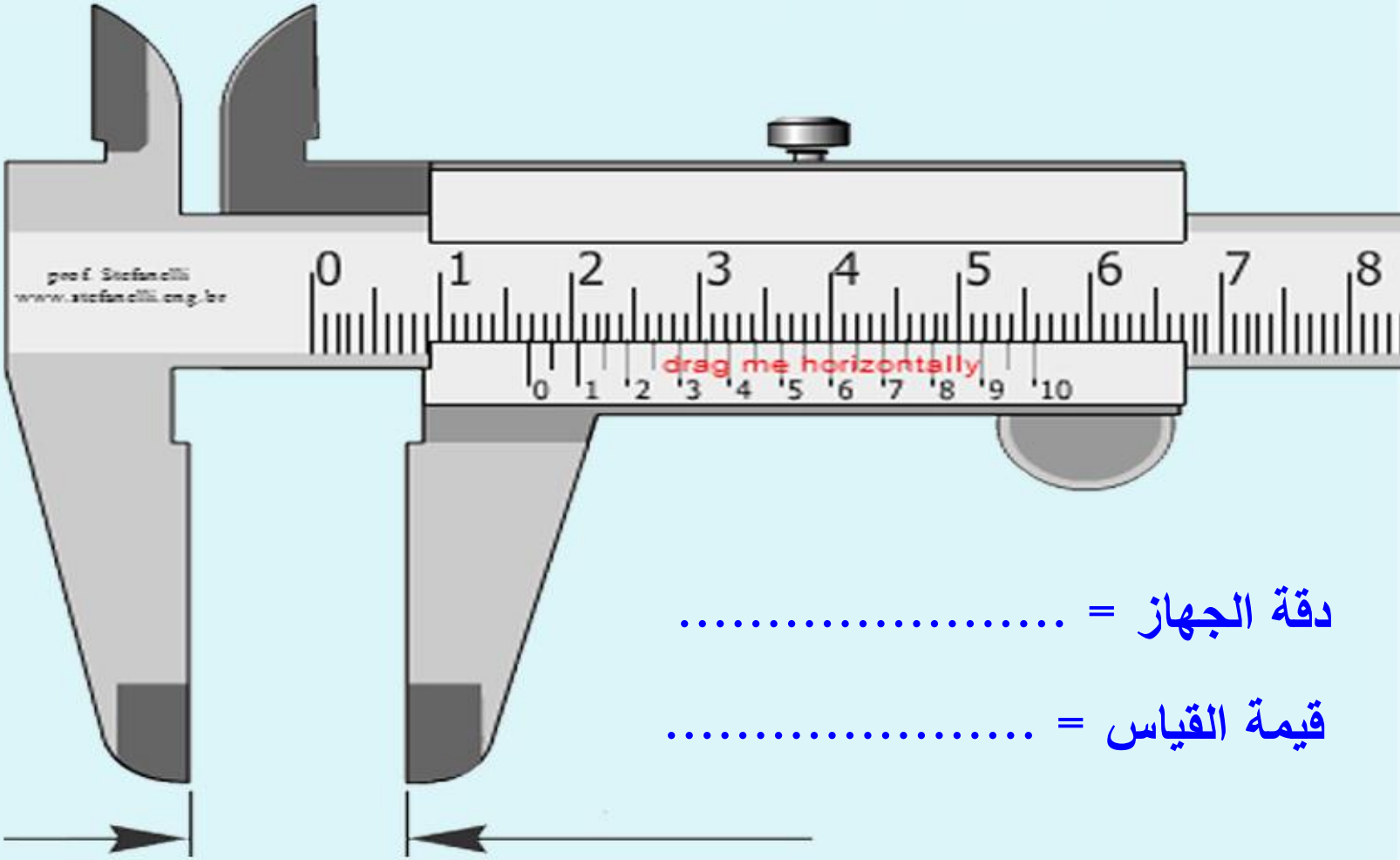


دقة الجهاز = ...

قيمة القياس = ...

مدى القياس = ...

طول ساق القدمة = 180 mm



دقة الجهاز = ...

قيمة القياس = ...

مدى القياس = ...

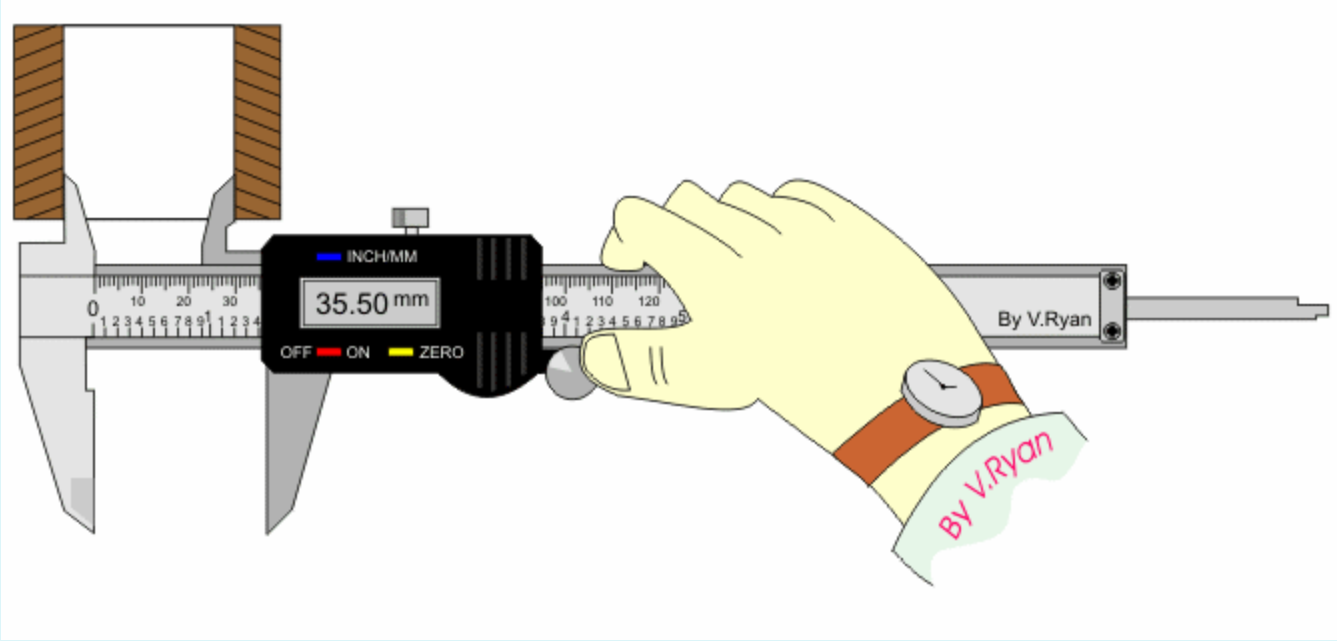
طول ساق القدمة = 170 mm

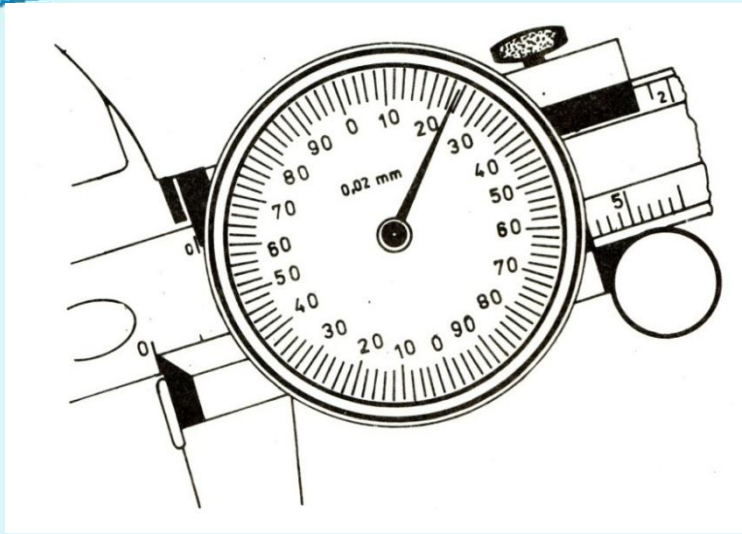
أنواع القدمات :

أ - القدمة ذات الورنية (Vernier Caliper)

ب - القدمة الألكترونية أو الرقمية (Digital Caliper)

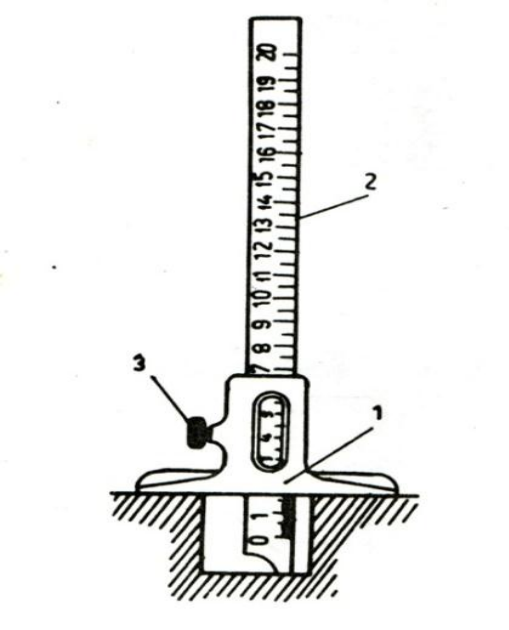
يتميز هذا النوع بسهولة استعماله و لكنه حساس و قد تتأثر دقته بالحرارة, الرطوبة و المواد الكيماوية.





ج - القدمة ذات الساعة (Dial Caliper)

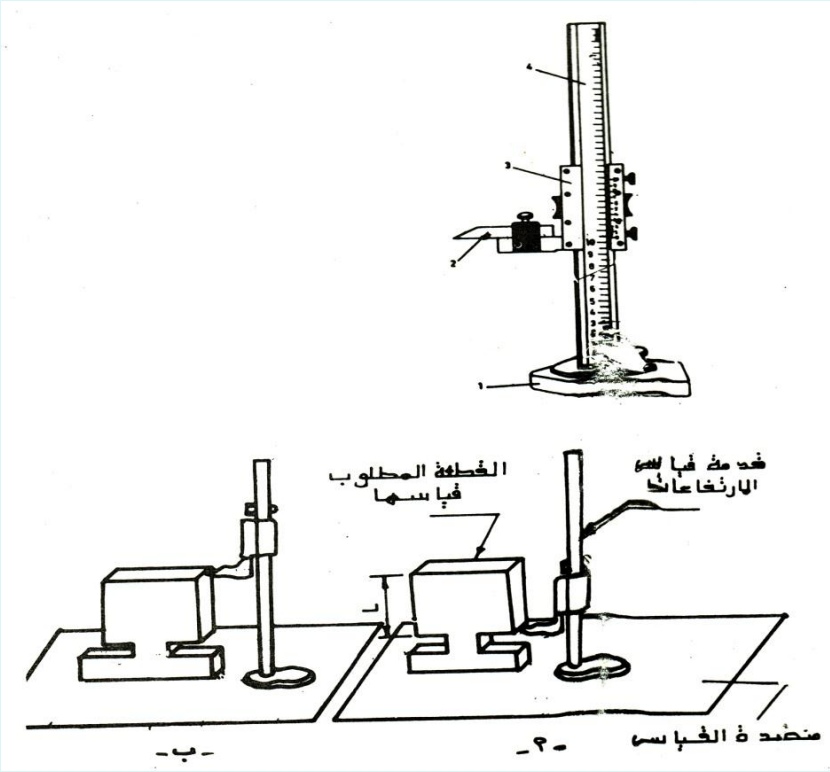
د - قدمة قياس الأعماق (Depth Caliper)



يستخدم هذا النوع من القدمات لقياس أعماق المجاري الطولية و أطوال الثقوب و التجاويف المختلفة. تتكون هذه القدمة من مسطرة للقياس الرئيسي و قنطرة موجودة عليها ورنية القياس. و هي على ثلاثة أنواع: ذات الورنية, الإلكترونية, ذات الساعة .

هـ -قدمة قياس الإرتفاع (Height Caliper)

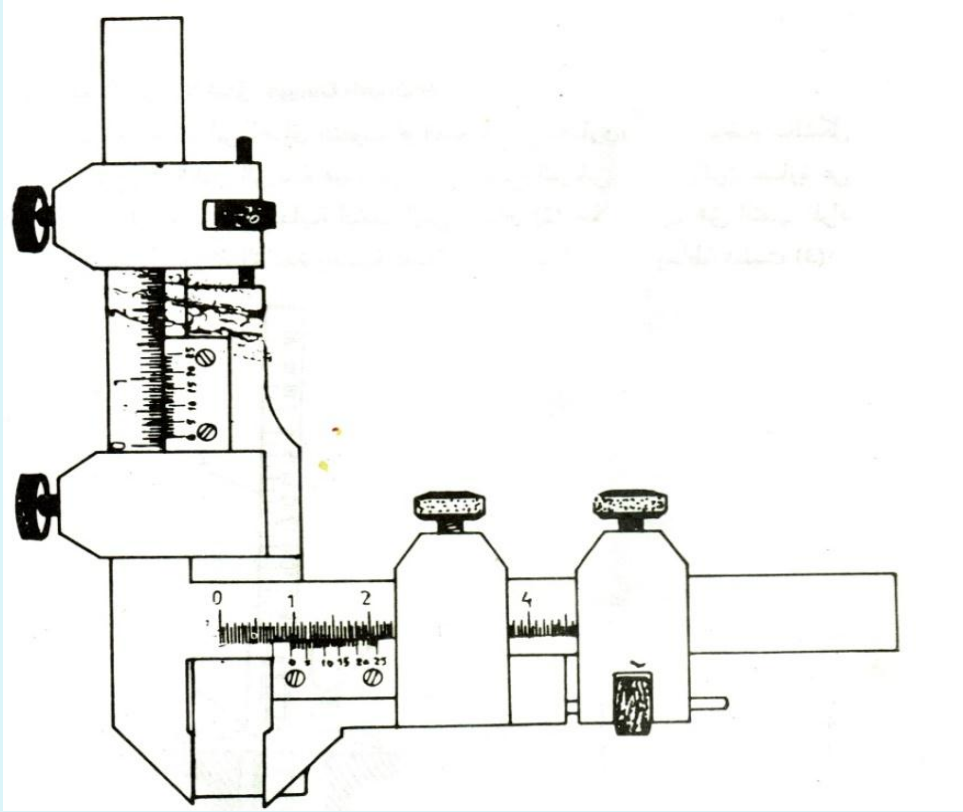
تستعمل هذه القدمة لقياس ارتفاع الشغلات و في إنجاز العلامات عليها (أي عملية الشنكرة) و منه يمكن تسمية هذا الجهاز بالشنكار. وتثبت هذه القدمة على سطح مستوي يسمى بزهرة القياس . أما طريقة أستخدامها لقياس الأرتفاعات فيمكن توضيحها بالمثال التالي حيث عند قياس الأرتفاع (L) الموضح بالشكل يتم وضع رأس الفك المتحرك عند بداية الأرتفاع وتأخذ القراءة عند هذا الوضع ولنفترض أن القراءة كانت (12.25) ثم يحرك الفك الى الأعلى حتى يتطابق رأس الفك مع نهاية الطول المراد قياسه وتؤخذ القراءة عند هذا الموضع ولتكن مثلا (67.15) ولمعرفة مقدار الأرتفاع أو الطول من خلال الفرق بين القراءتين .



$$L = 67.15 - 12.25 = 55.10 \text{ mm}$$

و- قدمة قياس أسنان التروس

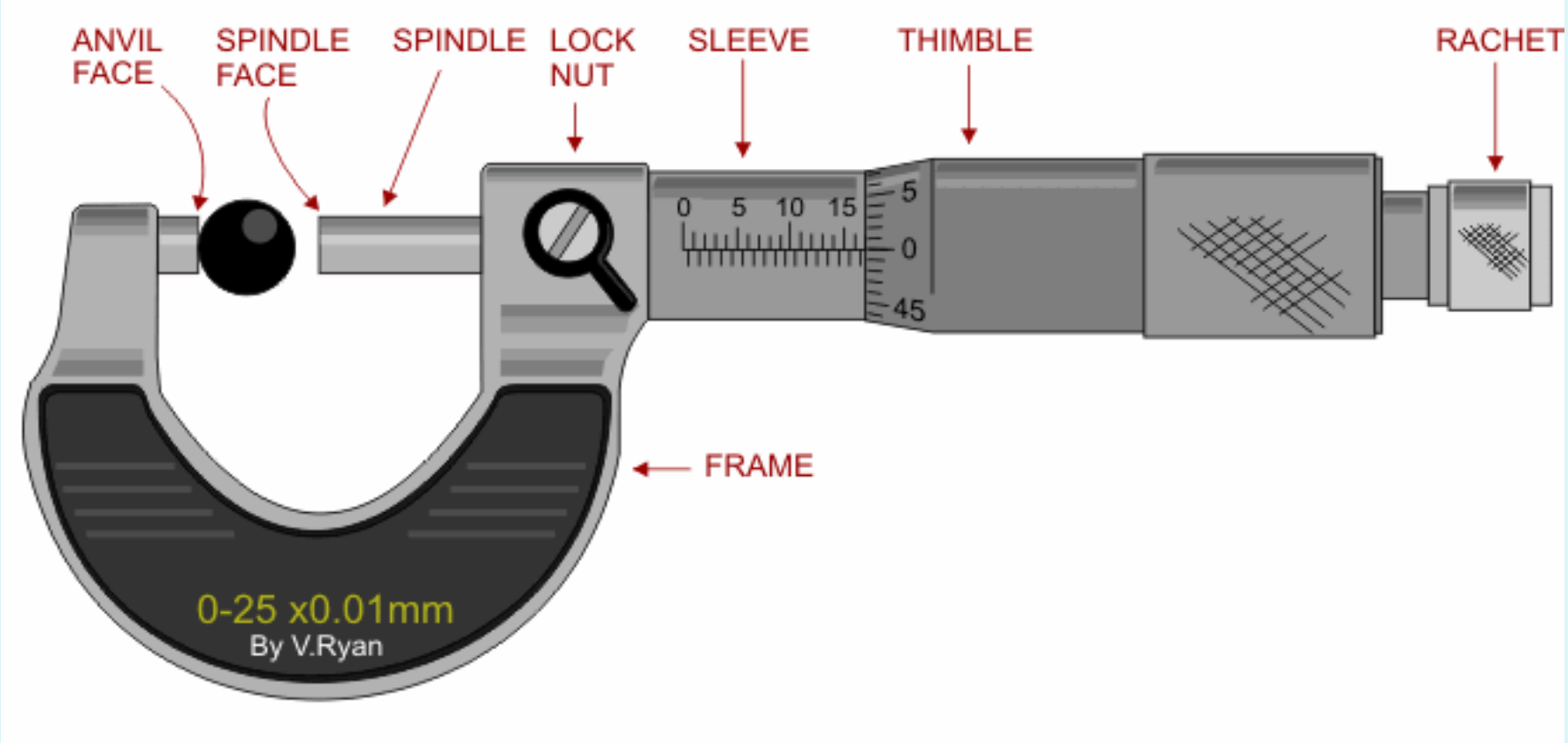
وهذه القدمة عبارة عن قدمتين متعامدتين أحداهما رأسيه والأخرى أفقيه . وتستخدم هذه القدمة لقياس سمك أسنان التروس عند عمق معين ، حيث يثبت العمق المطلوب قياس سمك سن الترس عنده من خلال القدمة الرأسية ثم يحرك الجزء المنزلق بالقدمة الأفقية حتى يكون فكا القدمة بتماس مع سطحي السن وتؤخذ القراءة .



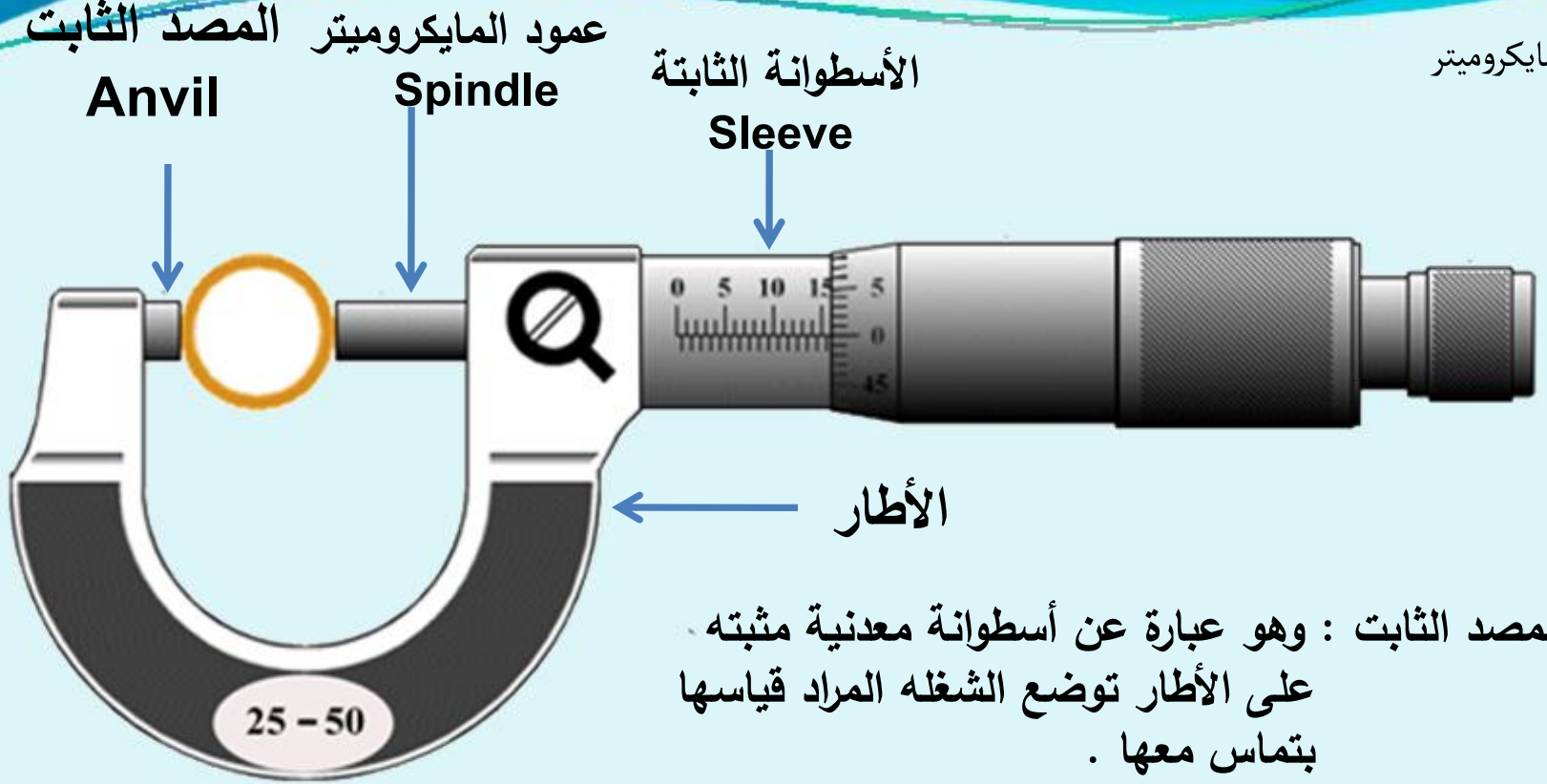
المايكروميتر (Micrometer)

الميكرومتر هو أحد أدق أجهزة قياس الأبعاد المتوفرة في ورش 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.
وزيادة على دقته يتميز جهاز الميكرومتر باستخداماته المتعددة في قياس الأبعاد و سهولة استخدامه. مبدأ عمل جهاز الميكرومتر مبني على الحركة الدورانية للولب. كما ويعتبر من أكثر أدوات القياس أستخداما وذلك للأسباب التالية : ـ

1- **صغر حجمه وسهولة قراءة تدريجاته .**
2- **مدى القياس فيه يغطي معظم مجالات القياس .**
3- **رخص ثمنه نسبيا .**


ANVIL FACE
SPINDLE FACE
SPINDLE
LOCK NUT
SLEEVE
THIMBLE
RACHET
0 5 10 15
5
0
45
FRAME
0-25 x0.01mm
By V.Ryan

• أجزاء المايكروميتر

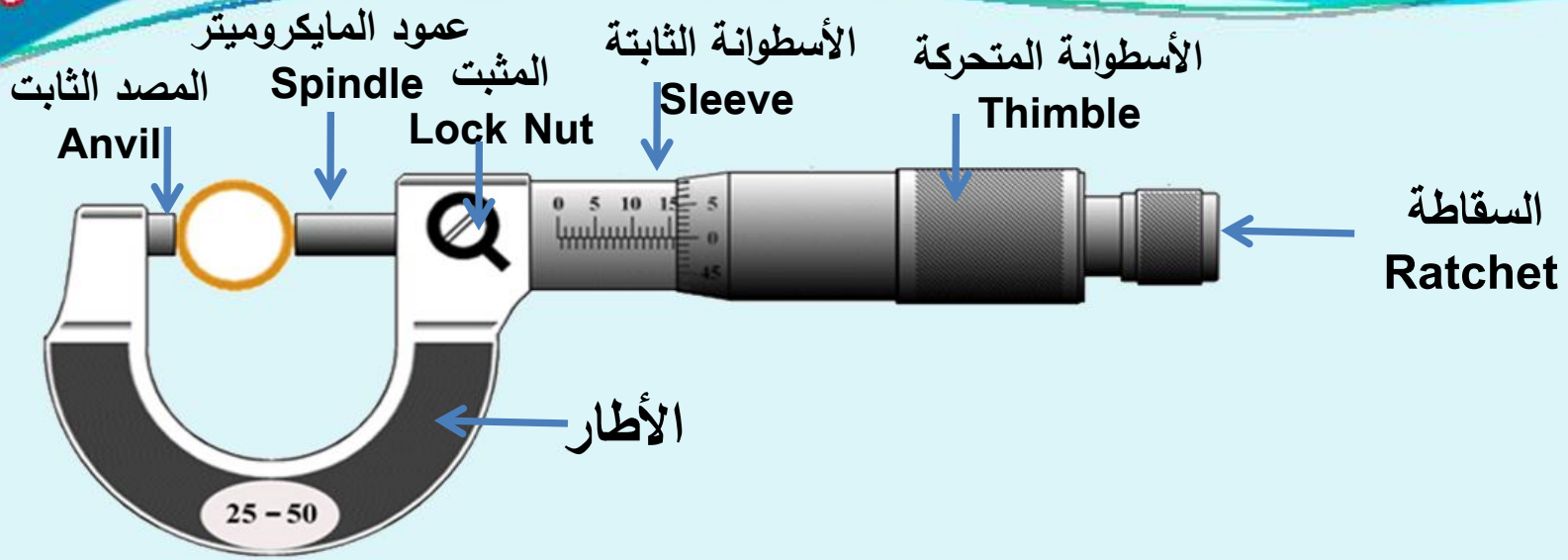


1- المصد الثابت : وهو عبارة عن أسطوانة معدنية مثبته على الأطار توضع الشغله المراد قياسها بتماس معها .

2- الأطار : جسم معدني يربط المصد الثابت الى أجزاء المايكروميتر الأخرى ويثبت عليه مدى القياس .

3- عمود المايكروميتر : وهو عبارة عن عمود أسطواني متحرك بأتجاه المصد الثابت (أو بالعكس) لتحديد بعد الجزء المطلوب قياسه .

4- الأسطوانة الثابتة : هي أسطوانة يثبت عليها التدريج الرئيسي للمايكروميتر وتكون ثابتة . وفي بعض المايكروميترات توجد تدريجات أخرى على الأسطوانة الثابتة موازية للخط الأفقي للحصول على دقة أفضل



5- الأسطوانة المتحركة : هي عبارة عن أسطوانة تتحرك دورانيا وافقيا (مثل حركة الصامولة بالنسبة للولب) وتكون هذه الأسطوانة ذات سن داخلي خطوته تساوي (0.5) ملم بالحالة الأعتيادية ، ومن الخارج فيها جزء مشطوف ومرسوم عليه التدريج الثانوي(التدرج المحيطي) حيث يقسم محيط المايكروميتر الى عدد من التدريجات المتساوية .

6- السقاطة : وهي ذلك الجزء الذي بدورانه يحدد حركة عمود المايكروميتر الدقيقة ، وبعد أن يضغط الأخير على القطعة المراد قياسها وهي بتماس مع المصد الثابت .

7- المثبت : الغرض منه تثبيت حركة عمود المايكروميتر عند أخذ القراءة .

فكرة عمل المايكروميتر

أن فكرة القياس بالمايكروميتر مبنية على أساس العلاقة بين الحركة الدائرية للولب وحركته المحورية بالنسبة للصامولة الثابتة . ويعتمد مقدار الحركة المحورية على مقدار الخطوة لسن اللولب . فأذا كانت خطوة السن = P ملم ، وعدد التدريجات المحورية على الأسطوانة المتحركة = n ، فأن دوران الأسطوانة المتحركة دورة كاملة يعني تقدمها محوريا مسافة = X = $\mathbf{p = \frac{1 \times p}{1} = \frac{1 \times p}{n}}$ ملم .

حيث تمثل (X) المسافة المحورية التي تتحركها الأسطوانة عند دورانها بمقدار تدريجة واحدة فقط . وهذه تمثل دقة المايكروميتر .

$$\text{الدقة} = \frac{\text{الخطوة}}{\text{عدد التدريجات}} \quad \text{ملم} .$$

فأذا كانت خطوة السن للميكروميتر هي (0.5 ملم) والأسطوانة المتحركة مدرجة الى (50 تدريجة) فأن الدقة تساوي

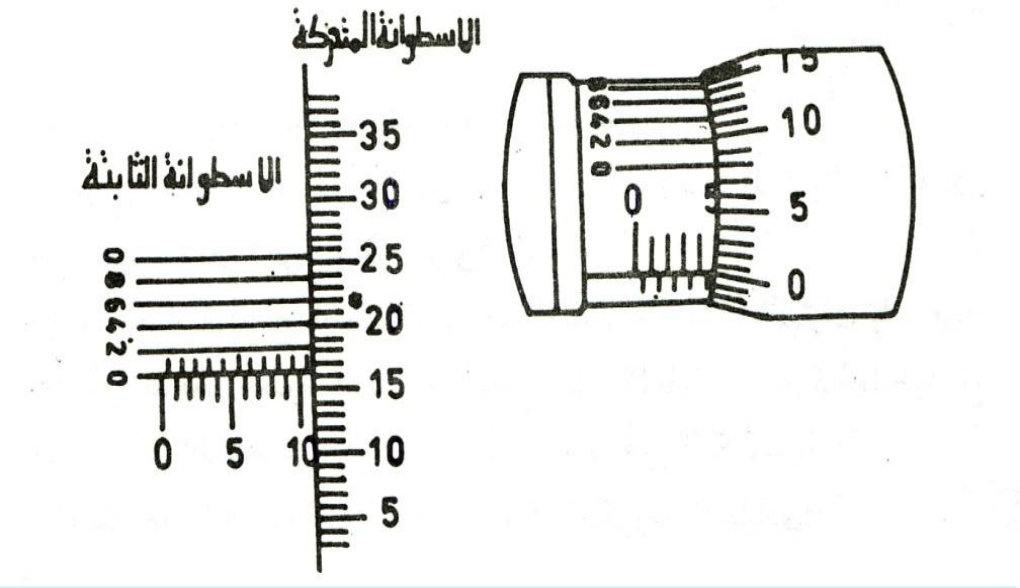
$$\text{الدقة} = \frac{\text{الخطوة}}{\text{عدد التدريجات}} = \frac{0.5}{50} = 0.01 \quad \text{ملم} .$$

أما بالنسبة للمايكروميترات التي تزيد دقتها عن (0.01) ملم فيتم فيها رسم عدد من الخطوط الأفقية على سطح الأسطوانة الثابتة وكما موضح بالشكل التالي ويكون هذا التدرج عبارة عن تدرج ورنية ، ويمكن حساب الدقة فيه كما في طريقة الورنية .

$$x = A - B$$

$$B = \frac{\text{طول مقياس الورنية}}{\text{عدد التدريجات}}$$

$$B = \frac{9 \times 0.01}{5} = 0.018\ mm$$



$A =$ دقة الفيرنية $\times$ التدريجة بين خطوخط من خطوط الفيرنية

$$A = 2 \times 0.01 = 0.02\ mm$$

$$x = 0.02 - 0.018 = 0.002\ mm$$

- الطريقة الصحيحة للقياس بالمايكروميتر الخارجي:

الشكل أعلاه يوضح الطريقة الصحيحة لاستعمال مايكروميتر القياس الخارجي. نقوم بمسك المايكروميتر باليد اليمنى حيث يكون الإطار في راحة اليد و الخنصر داخل الإطار. يستخدم الإبهام و السبابة لتدوير الجلبة قصد تحديد مقاس الشغلة التي نمسكها باليد اليسرى.

الطريقة الصحيحة لقراءة قياس المايكروميتر:

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

1 – قراءة القياس الرئيسي :

يكون نظرنا على حافة جلبة القياس و نقرأ قيمة التدرج المسجل على أسطوانة التدرج الطولي بالمليمتر و نسجل قيمة A.

لاحظ وجود (أو عدمه) أي تدرج (0.5) مم على اسطوانة التدرج الطولي بعد قيمة A : في حالة وجود هـــــــذا 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 جلبة القياس و الخط الرئيسي على أسطوانة التدرج الطولي . نضرب قيمة التدرج المسجل على الجلبة بدقة الجهاز و تكون النتيجة هي قيمة القراءة على جلبة القياس و نرمز لها ب C.

3 - نتيجة القياس على المايكروميتر

هي حاصل جمع (A + B + C)

A = 7.00 mm

B = 0 mm

C = 38 x 0.01 = 0.38 mm

قياس الميكرومتر = A + B + C

= 7.0 + 0 + 0.38 = 7.38 mm

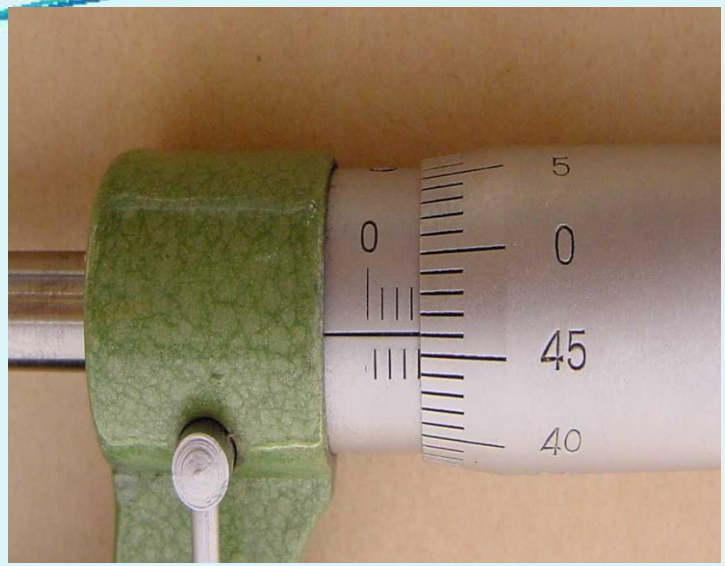
A = 7.00 mm

B = 0.5 mm

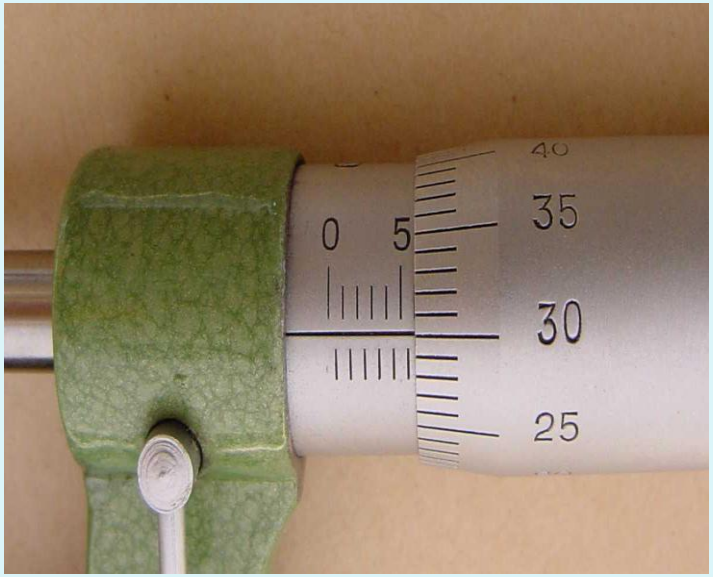
C = 22 x 0.01 = 0.22 mm

قياس الميكرومتر = A + B + C

= 7.00 + 0.50 + 0.22 = 7.72 mm



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



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

سعات القياس بالمايكروميتر

مع أن المايكروميتر يتميز بسهولة أستخدامه وقراءته ، وعلو درجة القياس فيه ألا أن نطاق القياس به محدود ، الأمر الذي يستلزم أستخدام مجموعة كبيرة من المايكروميترات كل منها يغطي جزء معين من مجال القياسيات التي تجري بأستخدام المايكروميتر .
أن سعات المايكروميترات المستخدمة هي كالآتي : ـ

1- سعات القياس من صفر الى 200ملم بمجال قياس قدره (25) ملم .
أي (..... , 75 – 50 , 50 – 25 , 25 – 0).

2- سعات القياس من 200 الى 1000 ملم بمجال قياس قدره (100) ملم .
أي (..... , 500 – 400 , 400 – 300 , 300 – 200) .

•أنواع واستخدامات المايكروميتر

تختلف أنواع المايكروميترات حسب الغرض الذي تستخدم لأجله ، وتقسم على هذا الأساس الى الأنواع الآتية : ـ

1- الميكرومتر الخارجي (External Micrometer)

2- ميكرومتر القياس الداخلي (Internal Micrometer)

يستخدم هذا النوع من الميكرومترات لقياس الأقطار الداخلية, الثقوب و التجاويف على الشغلات. هذا النوع مزود بأعمدة تطويل يمكن استخدامها لزيادة مجال القياس. تتم قراءة القياس على الميكرومتر الداخلي بنفس الطريقة للميكرومتر الخارجي يضاف إلى النتيجة قيمة الطول الصفري للميكرومتر (طول العمود المضاف)

3- ميكرومتر قياس الأعماق (Depth Micrometer)

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

4- المايكروميترات الخاصة

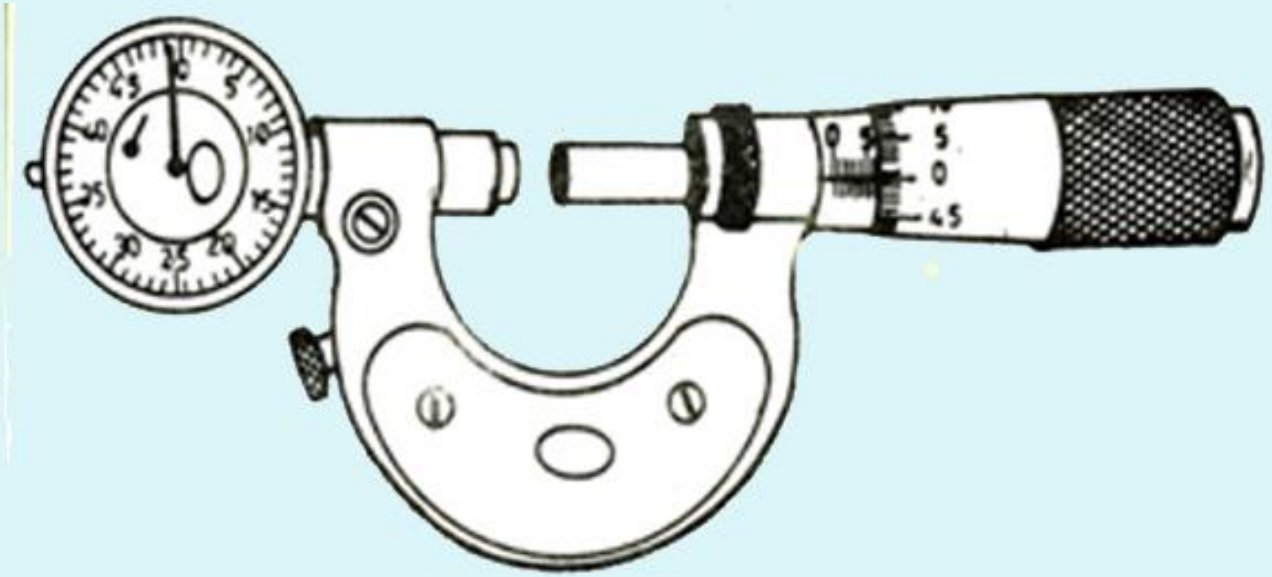
وهي مايكروميترات تستخدم بقياسات خاصة ومحددة ويكون أستخدام كل مايكروميتر منها للقياس المخصص له فقط . وهذه المايكرميترات لا تختلف من حيث فكرة أستخدامها للقياس عن المايكروميترات الأعتيادية ومنها : ـ

أ- مايكروميتر ذو الثلاث نقاط

وهو مايكروميتر تكون أطراف القياس فيه عبارة عن ثلاث نقاط (أو بروزات) تتحرك بأتجاه متعامد مع محور المايكروميتر وتكون حركة أطراف القياس بواسطة وصلة مخروطية الشكل ملولبة مثبته مع الأسطوانة المتحركة للمايكروميتر ومتعامدة مع أتجاه حركة أطراف القياس . ويستخدم هذا النوع من المايكروميترات في قياس الأقطار الداخلية للأشكال الأسطوانية ويصنع بمجموعات مختلفة السعات تغطى مدى (من 0 الى 200 ملم)

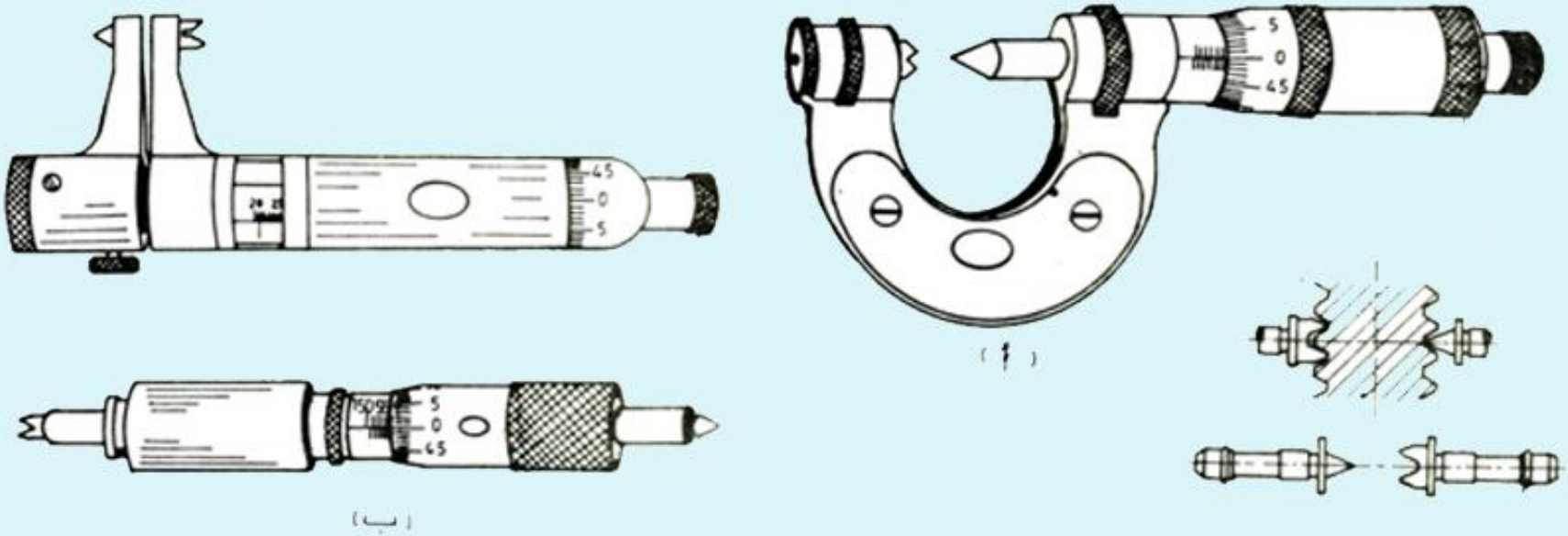
ب- المايكروميتر ذو القرص المدرج

وهـــو مايكروميتر أعتيادي يركب فيه قرص مدرج عند طرف المصد الثابت. وكما هـــــــو معلوم بأن تحديد ضغط التلامس في المايكروميتر الأعتيادي يتم بأستخدام السقاطة ، أما في هذا النوع فلا وجود للسقاطة ويتم التحكم بالضغط من خلال القرص المدرج . حيث يتأثر هذا القرص بضغط التلامس الواقع على مواضع القياس ، فيتحرك مؤشر القرص حتى ينطبق على خط الصفر وعندها تؤخذ قراءة المايكروميتر . أما أذا كان المؤشر في الجانب الموجب أو السالب فهذا يعني أن ضغط التلامس أعلى أو أقل من الحد الأعتيادي .



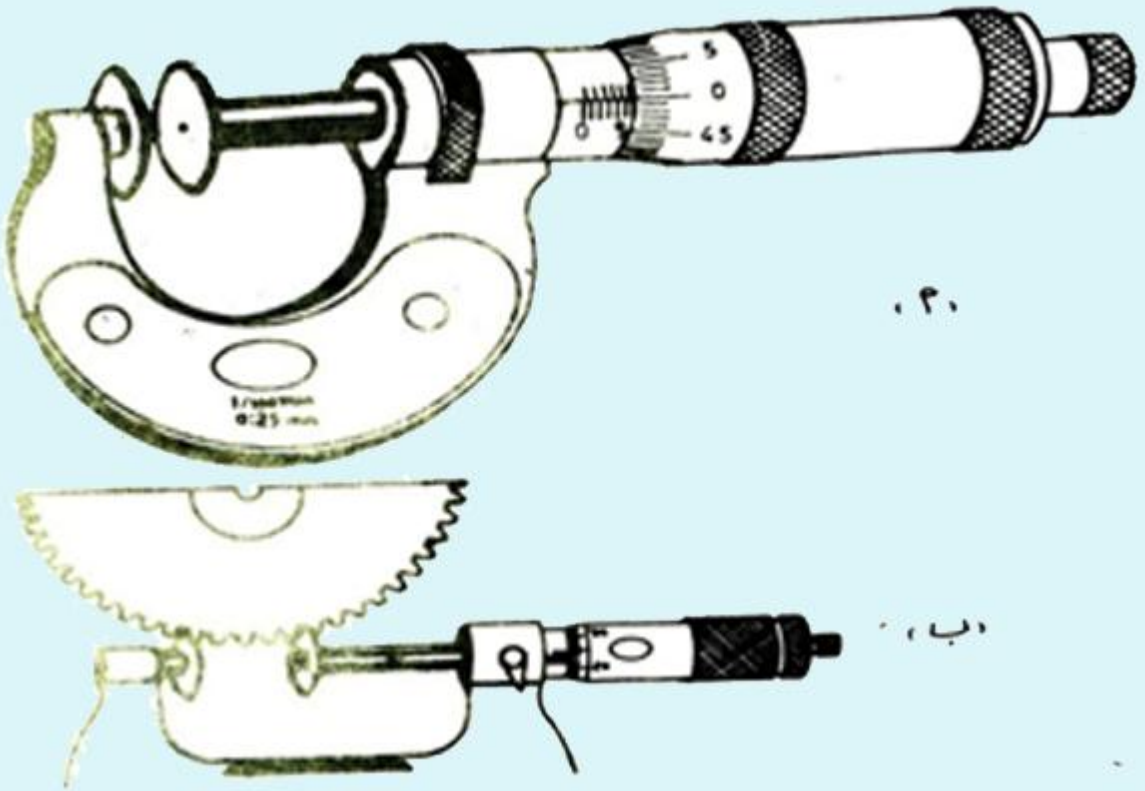
ج- مايكروميترات قياس أسنان اللوالب

وهي المايكروميترات التي تستخدم لقياس أقطار اللوالب الخارجية والداخلية ، حيث تركب معها فكوك خاصة مخروطية الشكل وذات زوايا تتلائم مع زوايا اسنان اللولب



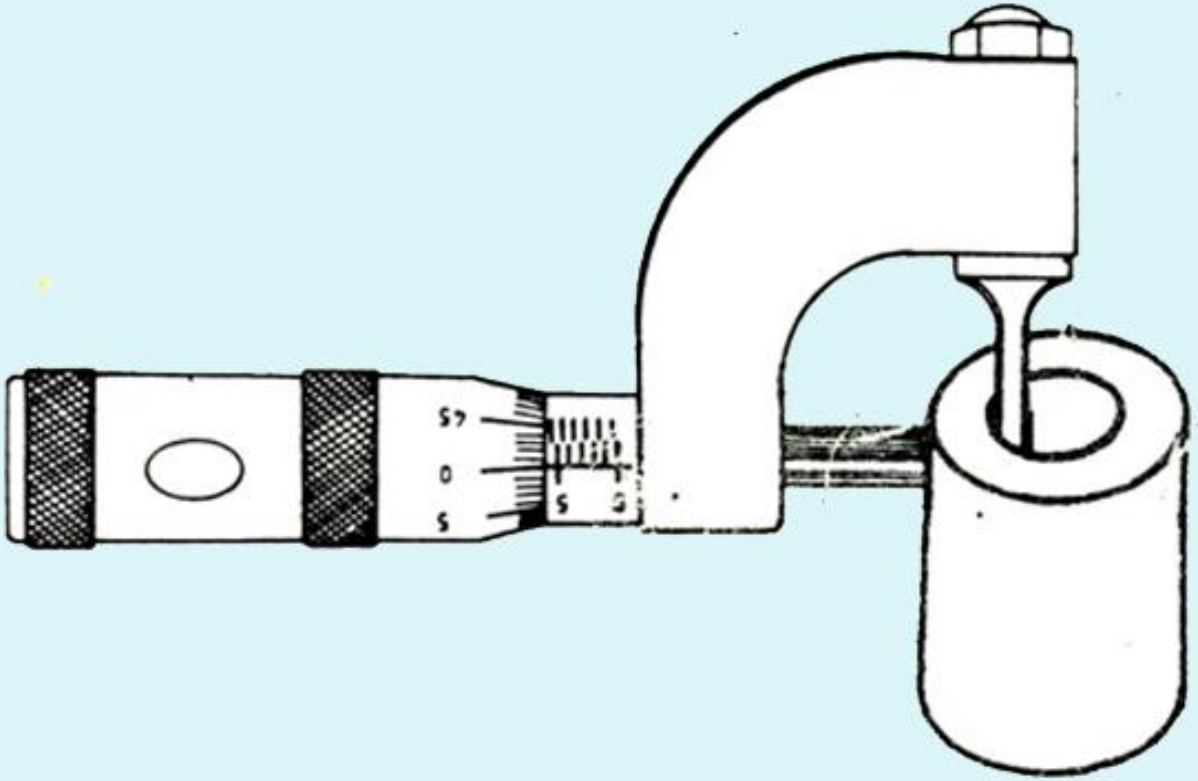
د- مايكروميتر قياس أسنان التروس

ويستخدم هذا النوع لقياس سمك أسنان التروس وخطوة السن



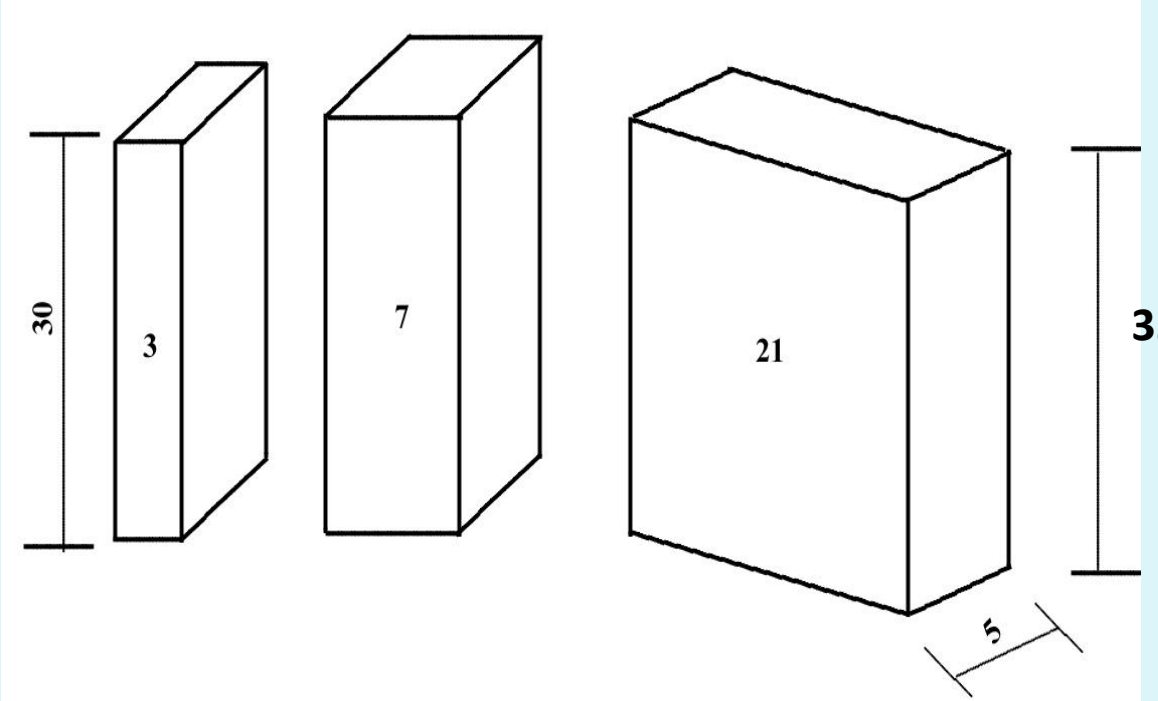
هـ- مايكروميتر قياس سمك الأنابيب

يستخدم هذا النوع لقياس سمك جدران الأنابيب وفيها يكون المصد الثابت على شكل أسطوانة أو كرة حتى تكون حافته متطابقة تماما مع جدار الأنبوب الداخلي



قوالب القياس

وتصنع عادتا" من الصلب السبائكي المصلد (Alloy Steel) المقاوم للبلى وتعامل معاملة حرارية خاصة للتخلص من الأجهادات الداخلية منها ، وذلك لتفادي تغير الأبعاد . تستخدم قوالب القياس في مراجعة ومعايرة أجهزة القياس الأخرى ، وكذلك تستخدم كأدوات قياس مباشرة في عمليات القياس المختلفة ولقالب القياس سطحان متوازيان وتتميزان عـــــن الأســطح الأخرى بالأستواء العالي ودرجة النعومة وتسميان بـ (سطحي القياس)



حيث تكون المسافة العمودية بينهما ممثلة لطول قالب القياس وهو البعد المستخدم للقياس أما الأبعاد الأخرى (غير المستخدمة بالقياس) فتكون ثابتة وكالآتي : ـ

9 × 30 ملم (للقوالب التي يكون طولها أقل من 10 ملم) .

9 × 35 ملم (للقوالب التي يكون طولها أكثر من 10 ملم) .

وتصنع قوالب القياس عادة بأربع رتب للدقة وهي : ـ

أ- المرتبة الصفرية (0) القوالب الأمامية Master Gauge Blocks
وتكون درجة الدقة فيها كالآتي : ـ

$$\text{ملم} = +(0.0001 + \frac{\text{طول القالب}}{500000})+$$

وتستخدم قوالب هذه المجموعة أساسا لمعايرة قوالب المعايرة الأساسية (المراجع) وتحفظ في مركز التقييس والسيطرة النوعية التابع للدولة .

ب- المرتبة الأولى (I) قوالب المعايرة الأساسية Reference Gauge Blocks

وتكون درجة الدقة فيها كالآتي : -

$$\text{ملم} \left(\frac{\text{طول القالب}}{200000} + 0.0002 \right) + =$$

وتستخدم هذه القوالب في تدقيق صلاحية قوالب التفتيش وتحفظ في مركز التقييس والسيطرة النوعية التابع للدولة .

ج- المرتبة الثانية (II) قوالب التفتيش Inspection Gauge Blocks

وتكون درجة الدقة فيها كالآتي : -

$$\text{ملم} \left(\frac{\text{طول القالب}}{100000} + 0.0002 \right) + =$$

وتستخدم هذه القوالب في تدقيق قوالب التشغيل وتحفظ في مركز التقييس والسيطرة النوعية .

د- المرتبة الثانية (III) قوالب التشغيل Working Gauge Blocks

وتكون درجة الدقة فيها كالآتي : ـ

$$\text{ملم} = +0.001) + \left(\frac{\text{طول القالب}}{50000}\right)$$

وتستخدم هذه القوالب لعمليات القياس المباشر للمشغولات في ورش الأنتاج .

تصنع قوالب القياس على شكل مجموعات (Sets) تشتمل على أعداد متباينة من القوالب ذات الأطوال المختلفة والتي يمكن بالتركيب المتلاصق لعـــــدد منها تكوين البعد المطلوب . ويختلف عدد القوالب في المجموعة بحيث تحتوي على (41 ـ 47 ـ 82 ـ 88 ـ 92 ـ 103 ـ 145) قالبا . ويبين الجدول رقم (1) قوالب القياس بالمجموعة ذات الـ 88 قالبا

أطوال قوالب القياس (ملم)	الخطـوة (ملم)	عـدد القوالب
1.0005		1
من 1.001 الى 1.009	0.001	9
من 1.01 الى 1.49	0.01	49
من 0.5 الى 9.5	0.5	19
من 10 الى 100	10	10
المجموع		88

مثال

رتب القوالب لتكوين البعد (37.936 ملم) بأستخدام قوالب القياس بالمجموعة ذات الـ 88 قالبا .

تجميع القوالب

القالب الأول	1.006	ملم
القالب الثاني	1.43	ملم
القالب الثالث	5.50	ملم
القالب الرابع	30.00	ملم
المجـــموع	37.936	ملم

مثال

رتب القوالب لتكوين البعد (72.225 ملم) بأستخدام قوالب القياس بالمجموعة ذات الـ 88 قالبا .

القالب الأول	1.005	ملم
القالب الثاني	1.22	ملم
القالب الثالث	70.00	ملم
المجـــموع	72.225	ملم

من الأمور التي يجب مراعاتها عند أستخدام قوالب القياس هي : ـ

1- يجب أن لا تترك قوالب القياس ملتصقة مغ بعضها مدة زمنية طويلة حتى لا تلتحم جزيئات القالبين الملتصقين .

2- يجب تنظيف القوالب من طبعات البصمات بعد الأستخدام وذلك بأستخدام مناديل خاصة .

3- عدم تداول القوالب باليد لمدة طويلة من الزمن وعليه يجب تركها فترة زمنيه طويلة بين قياس وآخر

أجهزة المقارنة

أن قوالب القياس وبعض الملحقات البسيطة يمكن أستخدامها للحصول على قياسات مباشرة للأبعاد ، وغالبا ما نحتاج الى بعض المعدات لمقارنة أبعاد بعض الأشكال المطلوب قياسها مع طول تركيب معين من قوالب القياس يقارب طول البعد المطلوب ، ومثل هذه المعدات تسمى بأجهزة المقارنة وذلك أنها لا تعطي القياس المحدد للبعد المطلوب قياسه بشكل مباشر كما في حالة القدمة أو المايكروميتر بل تقارن هذا البعد مع أبعاد أخرى معروفة قيمها ، ويتحدد بواسطتها مقدار الأنحراف بين هذه الأبعاد .

أنواع أجهزة المقارنة :

تقسم أجهزة المقارنة الى ثلاثة أنواع تختلف من حيث الوسيلة المستخدمة لتحديد الفارق بالبعد بين طول تركيب قوالب القياس وطول البعد المطلوب قياسه ، وهذه الأنواع هي : -

أ- أجهزة المقارنة الميكانيكية (ساعات القياس Dial Gauge)

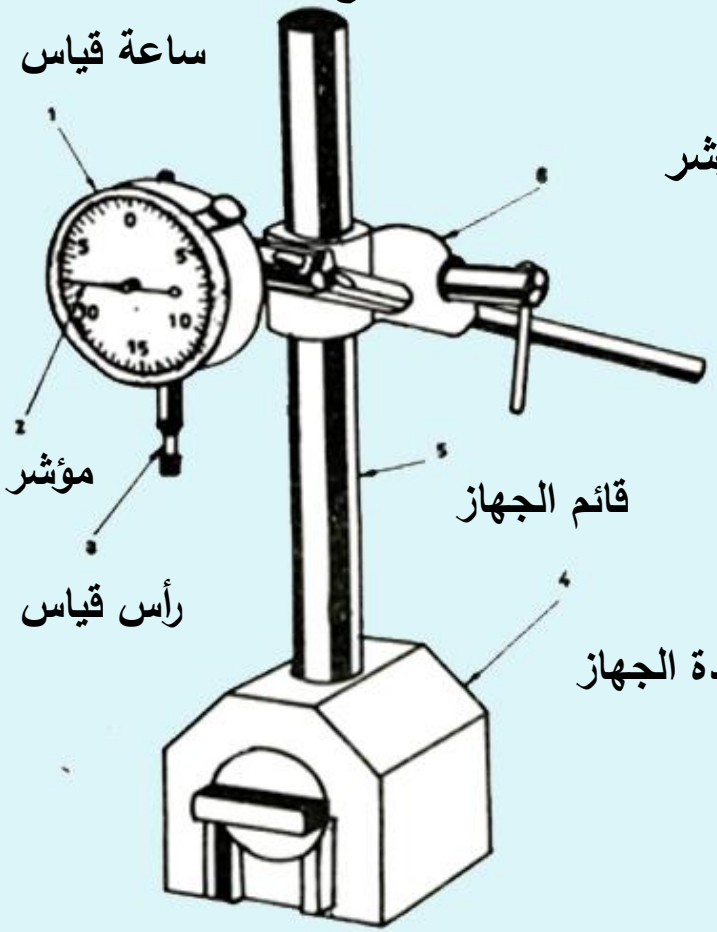
1-مبين ذو قرص مدرج (ساعة قياس) ترسم عليه تدريجات ذات دقة عالية تبعا لنوع الجهاز .

2- مؤشر يحدد الفارق بالقراءات بالاتجاه الموجب أو السالب .

3- رأس قياس يمس الشغلة المطلوب قياس بعدها ويتصل بالمؤشر بواسطة توصيلات ميكانيكية تنتقل من خلالها حركة الكباس العمودية الى المؤشر .

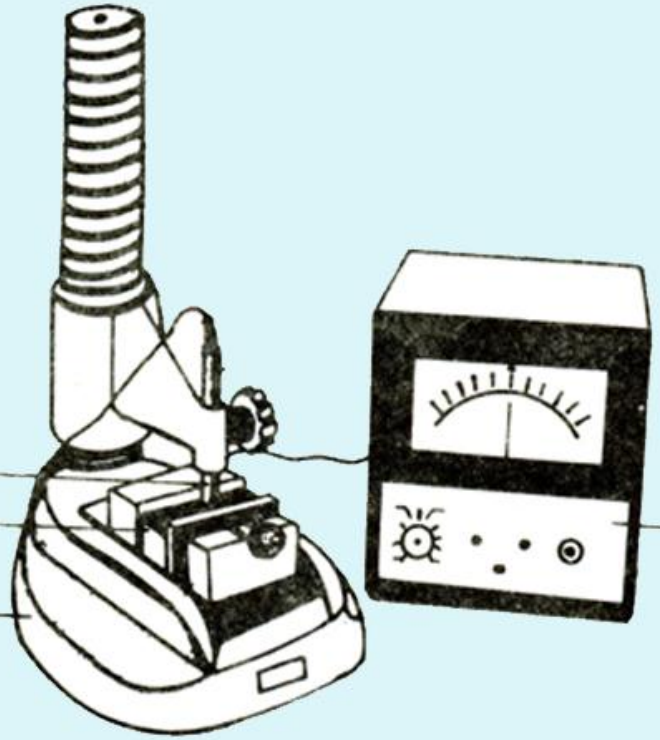
4- قاعدة الجهاز وهي عبارة عن ملزمة (منكنة) لربط وتثبيت قائم الجهاز . ويمكن تغيير موضع أرتفاع القاعدة كي تلائم أبعاد المشغولات المطلوب قياسها .

5- قائم الجهاز والذي يثبت على قاعدة الجهاز ويثبت عليه القرص المدرج .



ب- أجهزة المقارنة الألكترونية

لاتختلف هذه الأجهزة عن أجهزة المقارنة الميكانيكية من حيث الفكرة أو طريقة الأستخدام سوى أنها تلحق بها وحدة قياس الكترونية لتحدي القراءة وكما موضح بالشكل أدناه والذي يوضح التركيب الأساسي لواحدة من هذه الأجهزة ، والذي يتكون من (1) قاعدة الجهاز ، (2) منضدة الجهاز ، (3) رأس القياس الحساس والذي يعطي أشارات الى وحدة القياس الألكترونية ، (4) وحدة قياس الكترونية ملحقة بجهاز المقارنة ومدرجة بتدريجات على جانبي خط الصفر يقرأ من خلالها الفرق بالأبعاد المقاسة .



ج- أجهزة المقارنة الضوئية

هذه الأجهزة توضح الفرق بالأبعاد من خلال تكبير طول التدريجات باستخدام الأشعة الضوئية لمقارنة الأبعاد المقاسة وتكون هذه الأجهزة ذات دقة عالية .

طريقة استخدام أجهزة المقارنة بالقياس

لغرض مقارنة وتحديد طول شغله معينة باستخدام أجهزة المقارنة المختلفة تتبع الخطوات التالية : ـ

1- يجمع عدد معين من قوالب القياس مع بعضها على منضدة القياس بحيث يكون طولها الكلي مقاربا لطول البعد المطلوب قياسه .

2- يصفر جهاز المقارنة المستخدم بعد تثبيت رأس القياس بتماس مع القوالب .

3- ترفع قوالب القياس ويوضع بدلها الجزء المطلوب قياسه وتؤخذ القراءة التي يؤشرها الجهاز (بسبب أرتفاع أو أنخفاض رأس القياس عن الموضع السابق) .

4- يضاف مقدار الفرق المستحصل من القراءة السابقة الى الطول الكلي لقوالب القياس ليمثل الناتج القياس الحقيقي لبعد الجزء المطلوب قياسه .

أن أهمية أستخدام أجهزة المقارنة بأختلاف أنواعها تكمن في الحصول على نتائج ذات دقة عالية يعتمد عليها عند القياس وذلك يعود للأسباب التالية : ـ

1- دقة هذه الأجهزة من حيث قيمة التدريجات .

2- السيطرة على مقدار الضغط (بين رأس القياس والشغلة) المستخدم أثناء أجراء عملية القياس حيث لا يعتمد الضغط هنا على تقديرات الشخص القائم بالقياس

3- يمكن أستخدام هذه الأجهزة لمقارنة تدريجات المقياس المستخدم أضافة لمقارنة أبعاد المشغولات المطلوب قياس أبعادها .

قياس الزوايا والأشكال الجانبية

تستخدم أجهزة وأدوات خاصة عند قياس الزوايا للأشكال ، غير تلك الأجهزة والأدوات المستخدمة للقياسات الطولية .

وحدات قياس الزوايا

أ- الدرجات (Degrees) : ـ ويرمز لها (°) والدرجة عبارة عن زاوية مقدارها ($\frac{1}{360}$) من الدائرة (لذا في الدائرة 360 درجة) .

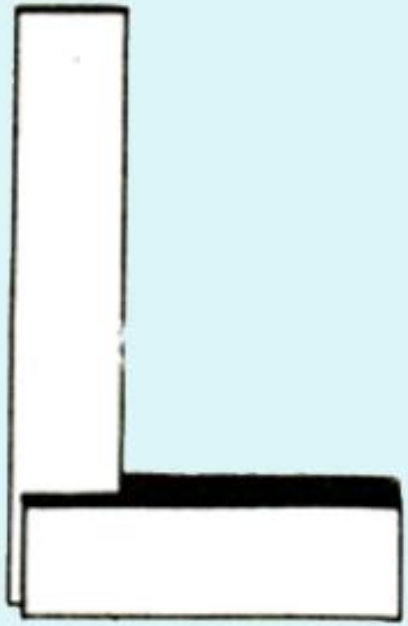
ب- الدقائق (Minutes) :ويرمز لها (´) والدقيقة هي ($\frac{1}{60}$) من الدرجة (في الدرجة 60 دقيقة)

ج- الثواني (Seconds) : ويرمز لها (") والثانية هي ($\frac{1}{60}$) من الدقيقة (في الدقيقة 60 ثانية)

أجهزة وأدوات قياس الزوايا

1- الزاوية القائمة

تعتبر أبسط أدوات القياس المستخدمة بهذا المجال وذلك لأن أكثر قيم الزوايا أنتشارا في بعض المنتجات هي 90° ، وأداة الزاوية القائمة هي أحد أنواع قدود القياس التي سيتم شرحها لاحقا . وتتكون من عارضتين أو ضلعين مثبتين مع بعضهما بحيث يكون أحداهما أطول من الثاني ومقدار الزاوية بينهما يساوي 90° درجة وكما موضح بالشكل التالي . وعند أستخدام الزاوية القائمة في مراجعة زاوية ما يجب مراعاة تطابق الزاوية المطلوب قياسها مع أداة الزاوية القائمة تماما . ولضمان قياس مضبوط للزاوية يراعى عدم نفاذ الضوء بين أضلع أداة الزاوية القائمة وأسطح الزاوية المطلوب قياسها كون في حالة نفاذ الضوء من أي جزء أو سطح من الأسطح هذا يعني أن الزاوية بين السطحين المطلوب قياس الزاوية القائمة بينهما هي أكبر أو أصغر من 90° وكما موضح ذلك بالشكل التالي حيث يوضح الطريقة الصحيحة للقياس .



الزاوية أصغر من 90°
الزاوية أكبر من 90°
الزاوية تساوي 90°

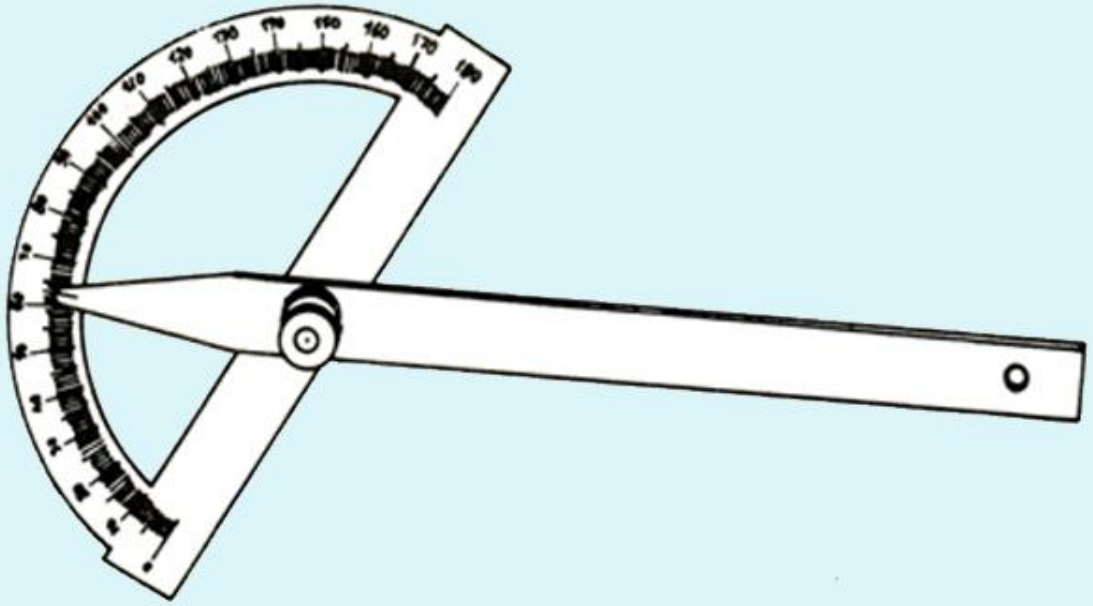
(أ)

خطأ
صحيح

(ب)

2- المنقلة البسيطة Protractor

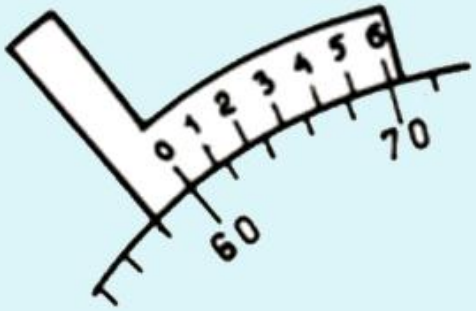
وهـــي عبارة عن منقلة قياس أعتيادية ذات دقة (1 درجة) تركب على مسطرة بحيث يمكن تحريكها لوضع الزاوية المطلوب قياسها مع حافة المسطرة وكما موضح بالشكل التالي . تقسم تدريجات هذه المنقلة (من 0 الى 180 درجة) وفي بعض الأنواع تكون مدرجة (من 0 الى 90 درجة) في كلا الأتجاهين . تستخدم هذه المنقلة لقياس مقدار الزوايا بالدرجات أو لتأشير أو رسم أي زاوية بعد تثبيت وضع المنقلة مع حافة المسطرة على الزاوية المطلوب قياسها .



3- المنقلة المحورية (ذات الورنية) Bevel Protractor

يمكن تطبيق فكرة الورنية (المستخدمة في القدمة) على قياس الزوايا وكما موضح بالشكل التالي لمنقلة بسيطة ذات ورنية . أن دقة قياس المنقلة في هـــــــــذه الحالة تكون أفضل من دقة المنقلة البسيطة (بدون الورنية) ويمكن توضيح كيفية تحديد الدقة فيها كالآتي : ـ

$$X = A - B$$



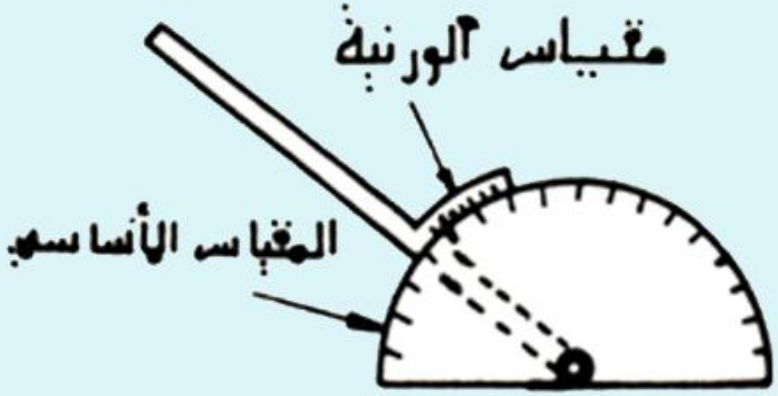
حيث أن : ـ

X = الدقة (درجة)

A = مقدار تدريجة واحدة أو أكثر على المقياس الأساسي (درجة) = 2° .

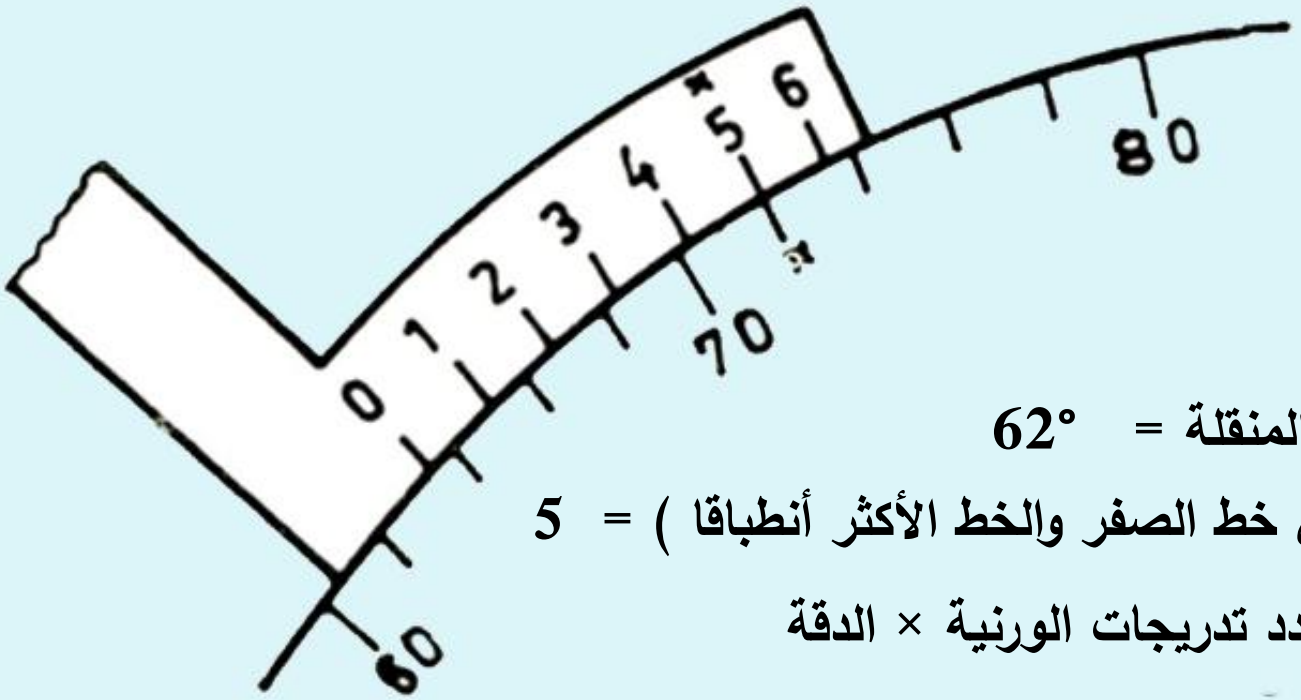
B = مقدار تدريجة واحدة على مقياس الورنية

$$\frac{10}{6} = \frac{\text{طول مقياس الورنية (بالدرجات)}}{\text{عدد التدريجات}} =$$



$$X = 2 - \frac{10}{6} = \frac{1^{\circ}}{3} = \frac{60'}{3} = 20'$$

مثال : ما مقدار قيمة الزاوية المبينة بالشكل التالي على المنقلة المحورية



القراءة ´40 °63

عدد الدرجات على مقياس المنقلة = °62

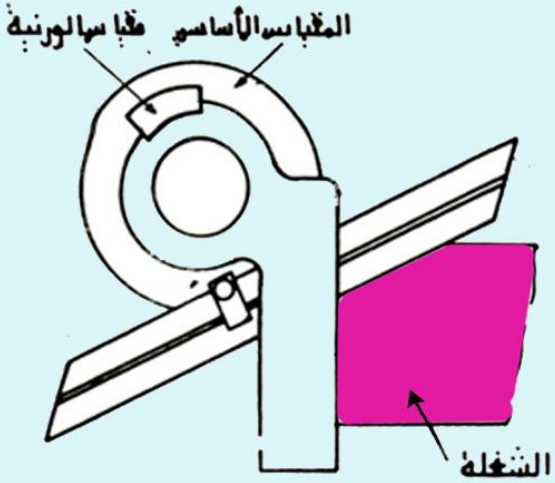
عدد تدريجات الورنية (بين خط الصفر والخط الأكثر أنطباقا) = 5

قيمة هذه التدريجات = عدد تدريجات الورنية × الدقة

= 5× ´20 = ´100 = ´40 °1

القراءة النهائية لقيمة الزاوية = °62 + ´40 °1 = ´40 °63

أن جهاز المنقلة ذات الورنية المستخدم عمليا بالقياس هو كما بالشكل التالي



حيث يدرج المقياس الأساسي (من 0 الى 90) في كلا الجانبين للمنقلة وبتدريجات تساوي (1°) ويقسم مقياس الورنية بحيث أن مسافة (12) قسما تساوي (23°) على المقياس الأساسي وكما موضح بالشكل التالي والذي هو يمثل أمثلة لقراءة المنقلة المحورية .

القراءة = 20 °

القراءة = 20° 15´

القراءة = 40° 5´

والدقة في هذه الحالة هي : ـ

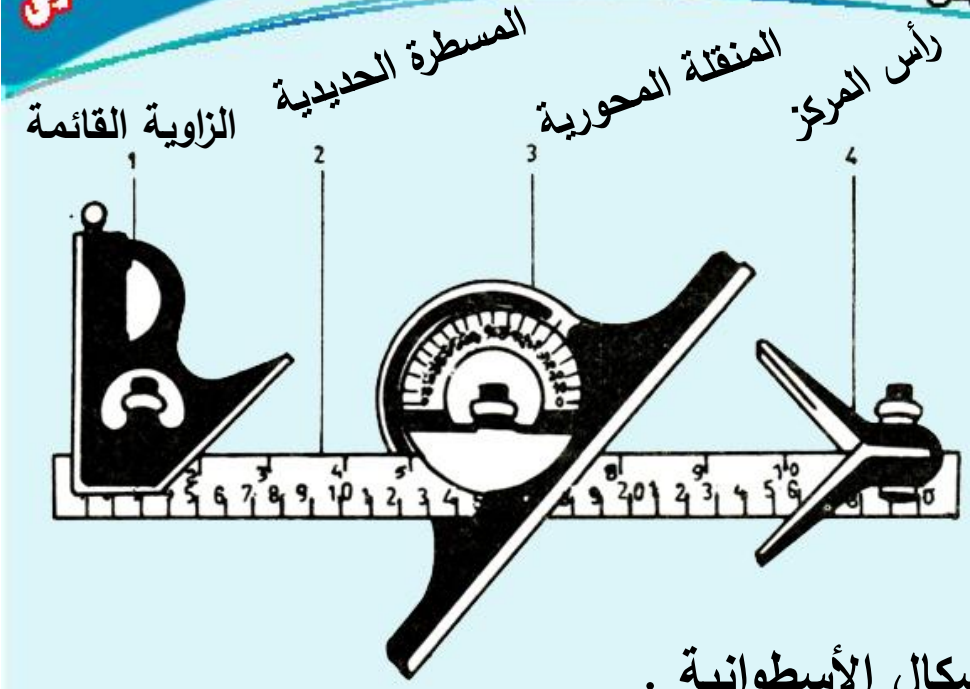
$$X = A - B$$

$$A = 2°$$

$$B = \frac{23°}{12}$$

$$X = 2 - \frac{23°}{12} = \frac{1°}{12} = \frac{60}{12} = 5'$$

4- المنقلة المجمعة **Combination Set**



أ- الزاوية القائمة والتي يكون أحد جوانبها عموديا على المسطرة والجانب الآخر مائل بزاوية (45°) .

ب- المسطرة الحديدية والتي تثبت عليها الأجزاء الأخرى .

ج- المنقلة المحورية ذات الورنية .

د- رأس المركز حيث يستخدم لتحديد مراكز الأشكال الأسطوانية .

ومن خلال أستخدام الأجزاء المذكورة في أعلاه والمكونة للمنقلة المجمعة مع المسطرة المثبتة عليها يمكن الأستفادة منها للأغراض التالية : ـ

أ- مسطرة للقياس أو حافة مستقيمة .

ب- زاوية قائمة .

ج- منقلة لقياس الزوايا .

د- لتحديد مراكز الأشكال الأسطوانية .

5- قوالب قياس الزوايا Slip Gauges

وهي عبارة عن قوالب قياس خاصة بقياس الزوايا حيث لا تكون سطوح القياس فيها متوازية وأنما تميل مـــــع بعضها بزاوية حسب القالب . وتتكون مجموعة القوالب القياســـــــــــية عادة من (13) قالب وتكون كالآتي : ــ

مجموعة الدرجات	1	3	9	27	41	90
مجموعة الدقائق	1	3	9	27		
مجموعة الثواني	3	9	27			

وبأستخدام هذه القوالب يمكن من تجميع أي زاوية (من "3 وحتى °90) .

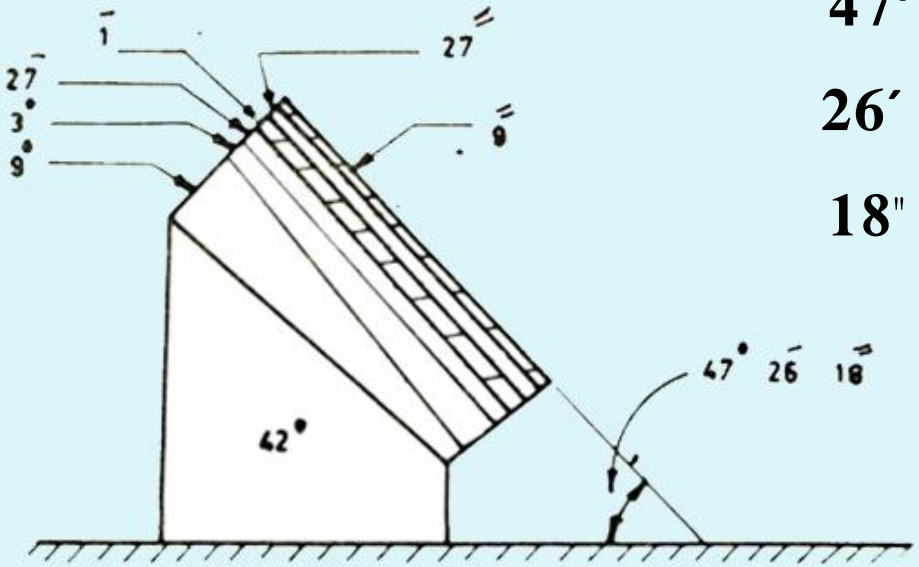
مثال

كون الزاوية المطلوب قياسها والتي مقدارها "18 ´26 °47 بأستخدام قوالب قياس الزوايا .

بالنسبة للدرجات = 41° + 9°– 3° = 47°

بالنسبة للدقائق = 27´ – 1´ = 26´

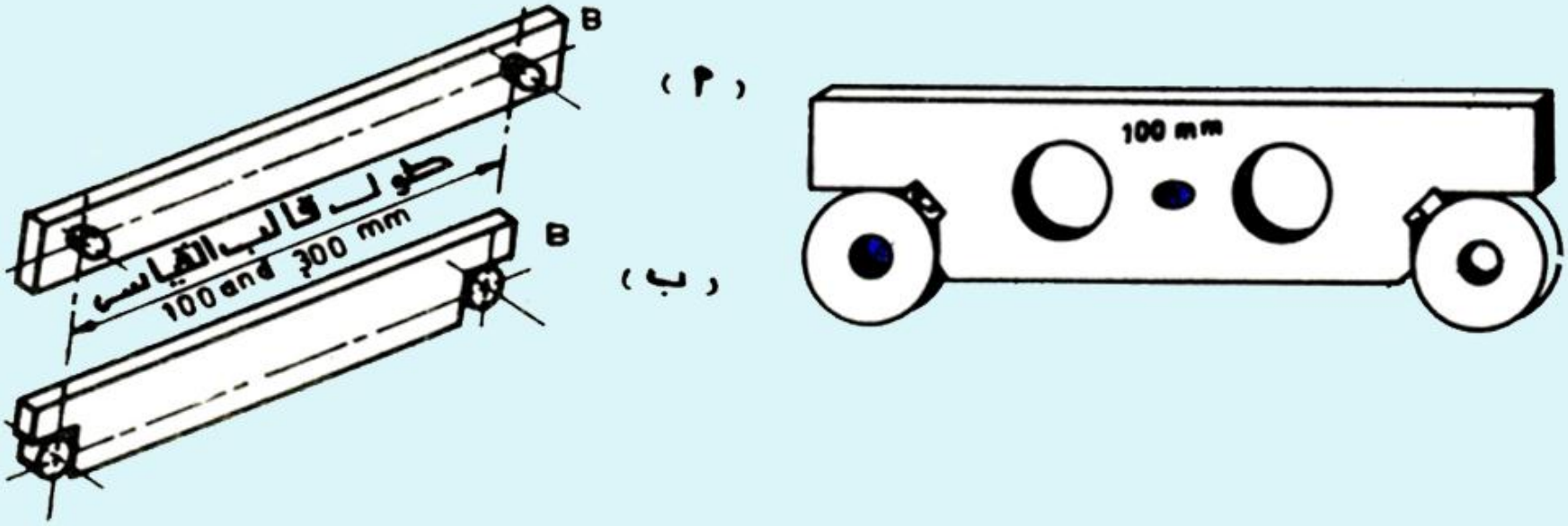
بالنسبة للثواني = 27" – 9" = 18"



ويلاحظ من المثال أعلاه أن قوالب قياس الزوايا يمكن أن تأخذ الأشارة السالبة (أي تطرح عند وضعها بالشكل المعكوس) وهذا ما يميزها عن قوالب القياس الطولية .

6- عمود الجيب Sin Bar

وهـــو عبارة عن عمود معدني من الصلب المصلد وعلى شكل متوازي مستطيلات كما موضح بالشكل التالي . ويستخدم لقياس زاوية ميل الجسم أو لوضع الجسم بزاوية ميل مطلوبة ويوجد نوعان شائعان الأستخدام من عمود الجيب ، النوع الأول يحتوي على نتوءان بارزان في نهايتيه بحيث تكون المسافة بين محوريهما مساوية لطول العمود وارتفاعهما (12ملم) من السطح وكما موضح بالشكل (أ) . النوع الثاني تستند فيه نهايتيه على درفيلين صغيرين بحيث المسافة بين محوريهما تمثل طول العمود وكما موضح بالشكل (ب) .



(أ)

(ب)

وفي كلا النوعين يجب مراعاة الأمور التالية : ـ

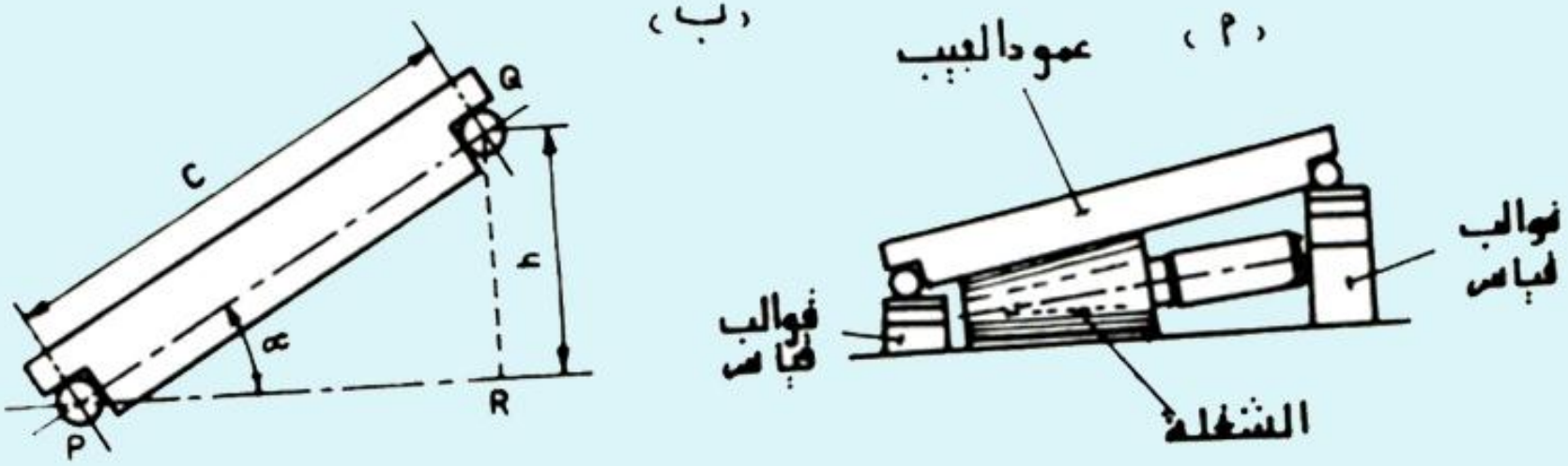
أ- يجب أن يكون كلا من النتوئين أو الدرفيلين ذات قطر واحد .

ب- يجب أن تكون المسافة بين محوري النتوئين أو الدرفيلين مضبوطة بدرجة ذات دقة عالية . وعادة ما يكون الطول لعمود الجيب في كل الأنواع (100 – 200 – 250 – 300) ملم .

ج- يجب أن يكون الخط الواصل بين محوري النتوئين أو الدرفيلين موازي تماما لسطح عمود الجيب المستخدم

طريقة أستخدام عمود الجيب بالقياس

عند قياس زاوية ميل جسم ما بأستخدام عمود الجيب يثبت سطح العمود الأسفل على السطح المطلوب قياس زاوية ميله وكما موضح بالشكل رقم(أ).ويتحديد مقدار أرتفاع محوري الدرفيلين (P , O) وكما موضح بالشكل رقم (ب) عن سطح منضدة القياس أو أي سطح قياس آخر ، وبأيجاد الفرق بين أرتفاعهما والذي يمثل قيمة (h) وكذلك بمعرفتنا بطول عمود الجيب والذي يمثل قيمة (C) يمكننا من أيجاد زاوية ميل العمود (α) والمساوية لزاوية ميل السطح المطلوب قياس ميله وكالآتي : ـ



$$\frac{QR}{PQ} = \frac{h}{C} = \sin \alpha$$

وعند أستخدام عمود الجيب لوضع ســـــــطح بزاوية ميل معينة فأن الفرق بأرتفاع الدرفيلين والذي يمثل المسافة (h) سيكون كالتالي : ـ

$h = C \sin \alpha$

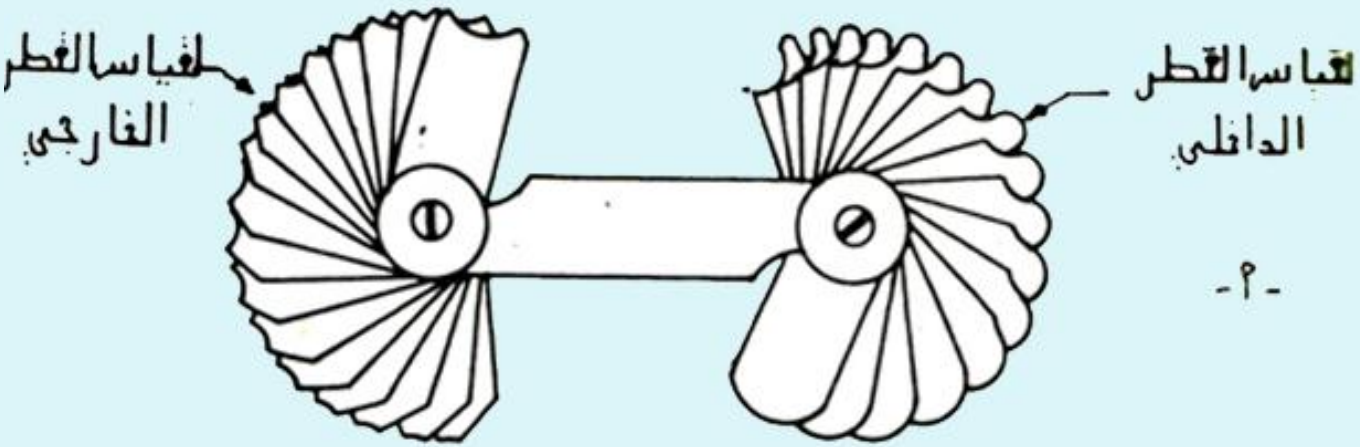
وتقل دقة القياس بأستخدام عمود الجيب كلما كبرت زاوية الميل لذلك يفضل أستخدام عمود الجيب للزوايا الصغيرة .

7- الضبعات (قدود القياس)

وهي أدوات قياس ذات أشكال محددة وثابتة (طبعات) تستخدم في القياس أو في التحقق من المقاس أو الهيأة أو المظهر الجانبي لشكل معين . وتوجد أنواع عديدة من قدود القياس تستخدم للقياسات المختلفة ومنها

أ- قدود قياس نصف القطر

وتتكون من مجموعة رقائق من الصلب السبائكي ومشكلة أطرافها بأشكال مستديرة أو محدبة (Convex) أو مقعرة (Concave) وكما موضح ذلك بالشكل رقم (أ) . تستخدم هذه القدود لقياس أنصاف أقطار المنحنيات المستيرة الداخلية والخارجية ويوضح الشكل (ب) طريقة الأستخدام لهذه القدود بالتحقق من صحة قياسات أنصاف أقطار المشغولات .

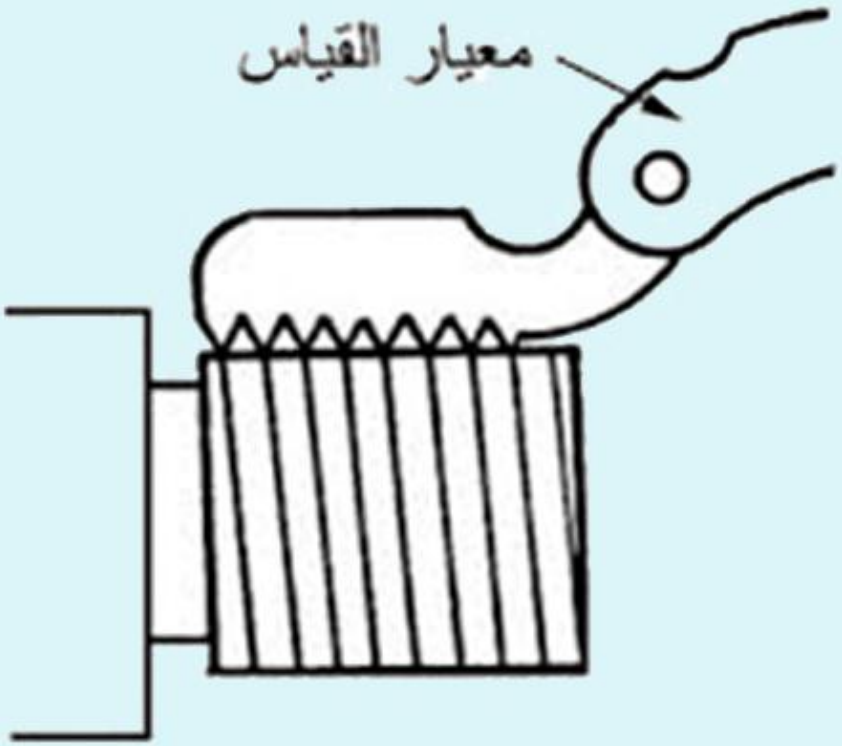

قياس القطر الخارجي
قياس القطر الداخلي
- أ -

- ب -
نصف القطر أكبر
نصف القطر أصغر
القياس صحيح

ب- قدود قياس سن اللولب

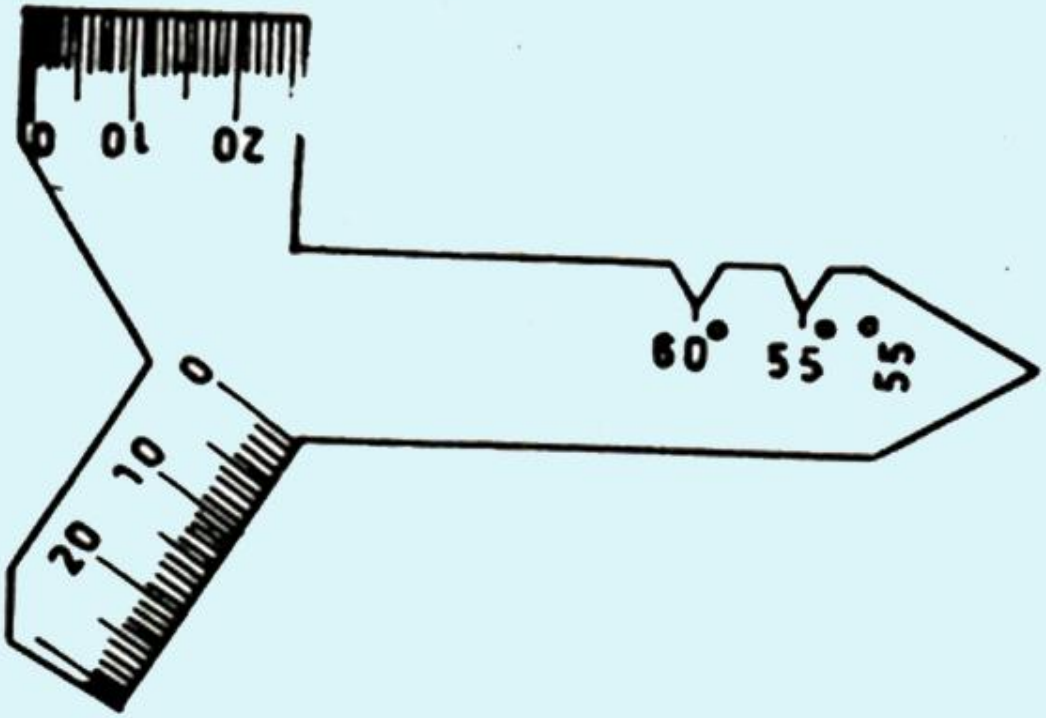
وهي عبارة عن شرائح من الصلب السبائكي يتم تشكيلها لتلائم قياس خطوات أسنان اللوالب المختلفة وكما موضح ذلك بالشكل التالي.

ويوضح الشكل التالي طريقة أستخدام هذه القدود حيث يجب تطابق أسنان الشريحة للقدود مع أسنان اللولب المطلوب قياسه وملاحظة عدم نفاذ الضوء من بينهما .



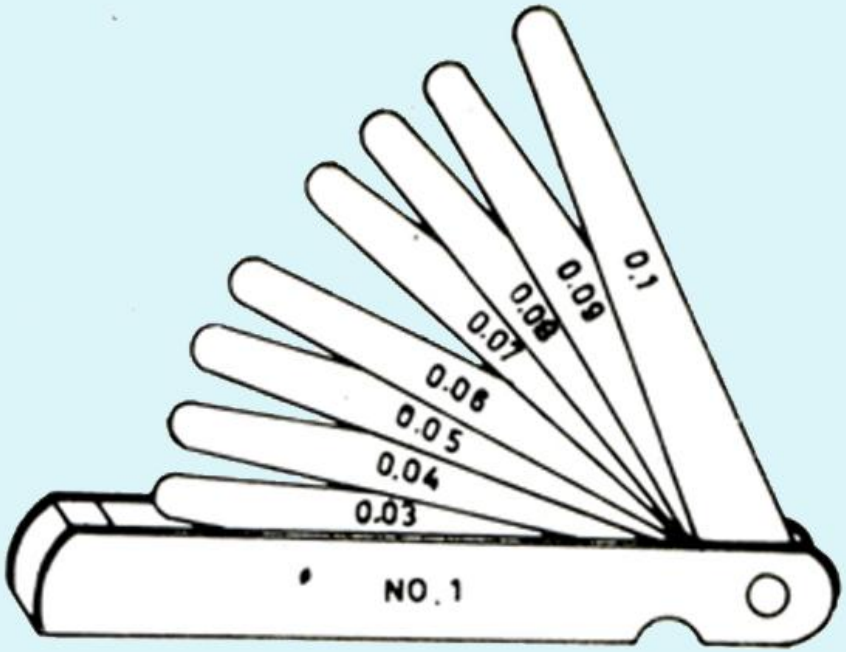
ج- قدود قياس الزوايا

وهي أشكال ذات قيم ثابتة للزوايا مثل الزاوية القائمة وزاوية سن اللولب وكذلك زوايا الشكل السداسي وزاوية رأس المثقاب (البريمة) والشكل التالي يمثل واحد من هذه القدود .

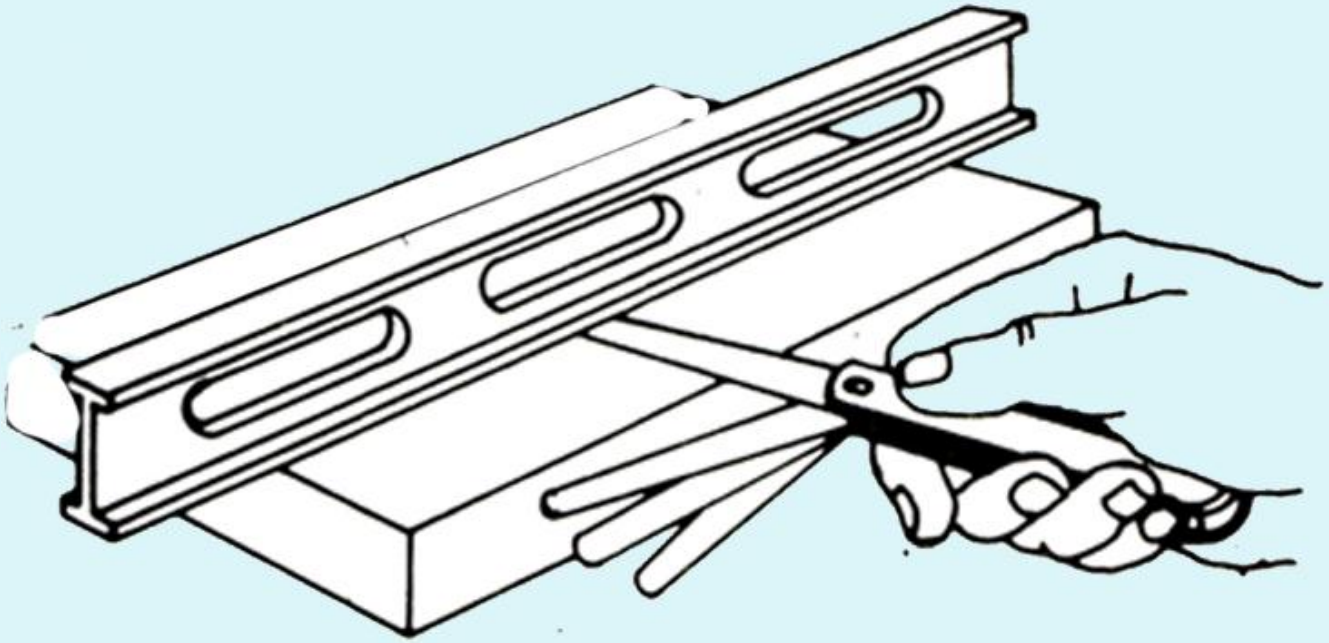


د- قدود قياس السمك

وتسمى أيضا بقدود التحسس (Feelers Gauges) وهـــــي عبارة عن مجموعة من الصفائح المصنوعة من الصلب السبائكي وتكون على شكل مجموعة ، يختلف سمكها عن بعضها البعض حيث تتدرج بالسمك مـــــــن (0.03) ملم وحتى (0.1) ملم بزيادة مقـــدارها (0.01) ملم لكل واحدة منها وكما موضح بالشكل التالي .



يتم أختيار سمك الصفيحة وفقا لقيمة الخلوص بين السطحين المختبرين ويكون مقدار سمك الخلوص هو سمك أكبر صفيحة قياس تدخل بين السطحين دون الضغط عليها وكما موضح بالشكل التالي حيث يمكن تحسس ذلك وتحديد الصفيحة ذات السمك المناسب لسمك الخلوص



جهاز الأسقاط الضوئي Optical Contour Projector

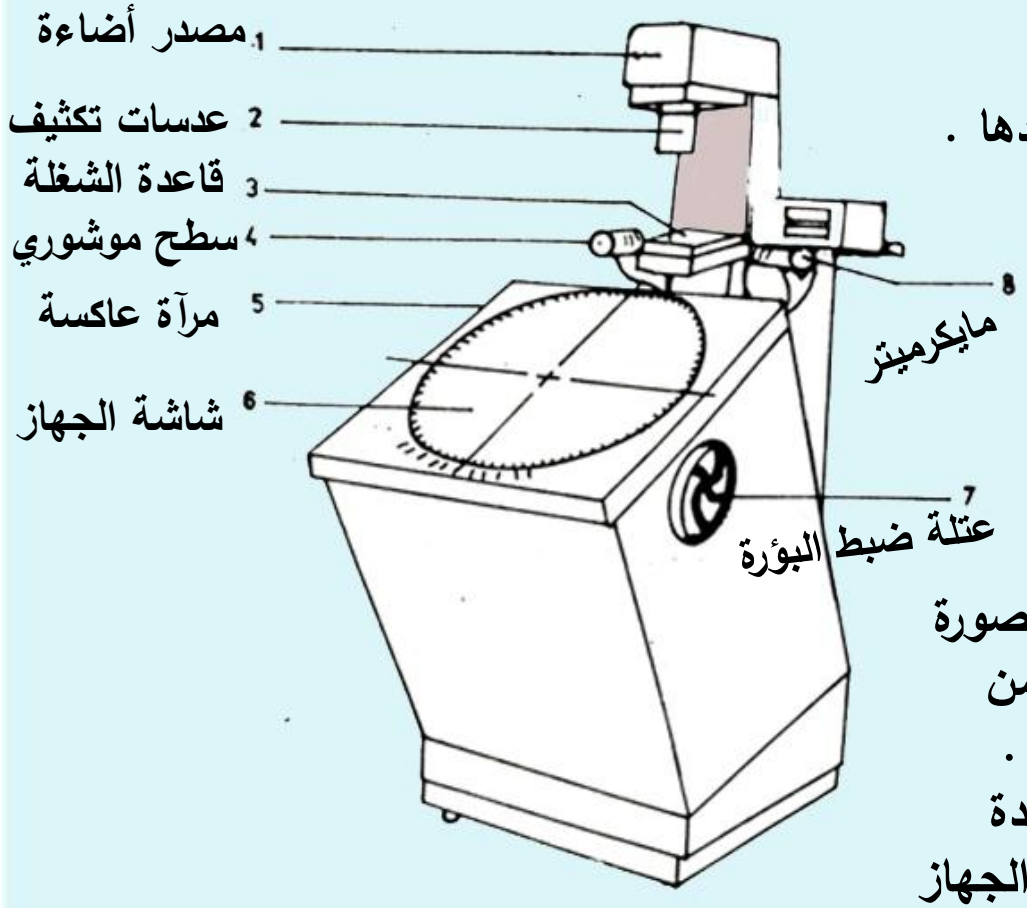
أن عمل هذا الجهاز يعتمد على تكبير صورة الجسم المطلوب أجراء القياسات لأبعاده بأستخدام أشعة الضوء المسقطة . حيث يمكن قياس الأبعاد والمظهر الجانبي وذلك عن طريق التكبير بعدد معروف من المرات وأسقاط الصورة المكبرة على شاشة الجهاز لأجراء القياسات عليها . أن قوة التكبير التي تستخدم في هذه الأجهزة والتي تعتمد على نوع العدسات المستخدمة تتراوح بين (10 الى 50) مرة وقد تصل الـــــى (100) مرة في بعض الحالات .

مكونات الجهاز

يوضح الشكل التالي أجزاء جهاز الأسقاط الضوئي وتركيبه ومبدأ عمله . حيث يتكون جهاز الأسقاط الضوئي من الأجزاء التالية : ـ

1- مصدر أضاءة : وهي مصابيح خاصة تكون مصدرا للضوء المطلوب .

2- عدسات تكثيف : حيث يمر الضوء المنبعث من مصدر الأضاءة عبرها ليسقط على الجسم المطلوب تكبير صورته .



3- قاعدة الشغلة : وهو الموضع التي تثبت عليه المشغولات المطلوب قياس أبعادها .

4- سطح موشوري : حيث يمر عليه الضوء المكثف بالعدسات بعد مروره بالجسم المطلوب قياس أبعاده

5- مرآة عاكسة : وتوضع داخل جهاز الأسقاط الضوئي حيث يمر بها الضوء بعد أن يتم حرف مساره من قبل السطح الموشوري .

6- شاشة الجهاز : وهي الجزء الذي تظهر عليها صورة الجسم المطلوب قياس أبعاده بعد تكبيرها لعدد من المرات تبعا لقوة التكبير المستخدمة في الجهاز .

7- عتلة ضبط البؤرة : وتستخدم لرفع وخفض قاعدة الشغلة لزيادة وضوح الرؤية على شاشة الجهاز

8- مايكرميتر عدد أثنان : ويستخدمان لتحريك قاعدة الشغلة بأتجاهين متعامدين لتغيير موضع الجسم المطلوب قياس أبعاده .

أستخدامات جهاز الأسقاط الضوئي : ـ

يمكن أستخدام أجهزة الأسقاط الضوئي في الأمور الآتية : ـ

1- مراجعة القياسات وتحديدها وتوضيح المظهر الجانبي للأجزاء الدقيقة مثل عدد القطع وأسنان اللوالب أو أسنان التروس وكذلك قياس أنصاف أقطار الأقواس الصغيرة .

2- أجراء القياسات الطولية المختلفة (قياس الأبعاد الخارجية والداخلية والأقطار وقياس عناصر السن)

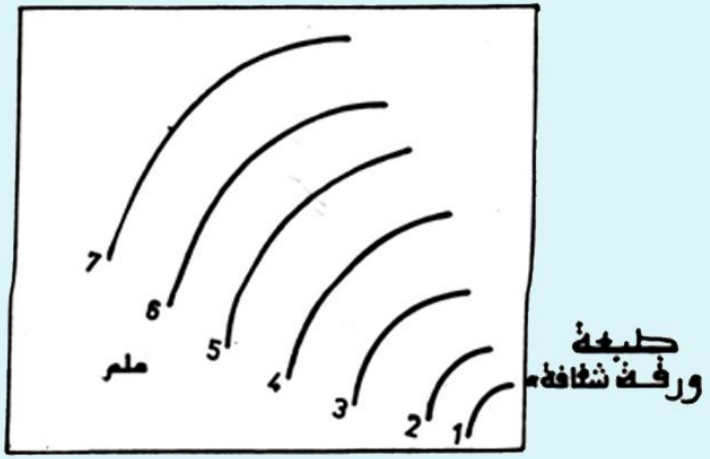
3- قياس الزوايا .

طريقة أستخدام جهاز الأسقاط الضوئي : -

عند أستخدام هذا الجهاز بكل أنواع القياسات التي يستخدم فيها حيث يثبت الجسم المطلوب قياس أبعاده على قاعدة الشغلة ثم يشغل الجهاز فتظهر صورة الجسم على شاشة الجهاز مكبرة بعدد معروف من المرات وحسب قوة التكبير المستخدمة .

1- مقارنة القياسات والمظهر الجانبي : -

في هذه الحالة تجرى المقارنة بين صورة الجسم المسقطة صورته على شاشة الجهاز وطبعة دقيقة (قالب معد مسبقا) مكبرة بنفس عدد مرات التكبير للصورة المسقطة بحيث تكون هذه الطبعة هي الأساس للمقارنة . ففي حالة قياس نصف قطر قوس صغير مثلا ، تتم المقارنة مع طبعة مكبرة (ورقة ويفضل أن تكون شفافة مرسوم عليها مجموعة من الأقواس ذات أنصاف أقطار مختلفة وكما موضح بالشكل التالي ويتم معرفة نصف قطر القوس المطلوب من خلال تحديد القوس الأكثر أنطباقا من الطبعة مع صورة القوس المسقطة على شاشة الجهاز .



ب– القياسات الطولية : ـ

لغرض قياس البعد المطلوب وليكن الطول المبين بالأشكال (أ ، ب ، ج) تتبع الخطوات التالية :

1- تسقيط صورة الجسم المطلوب قياس طوله على شاشة الجهاز (أ) .

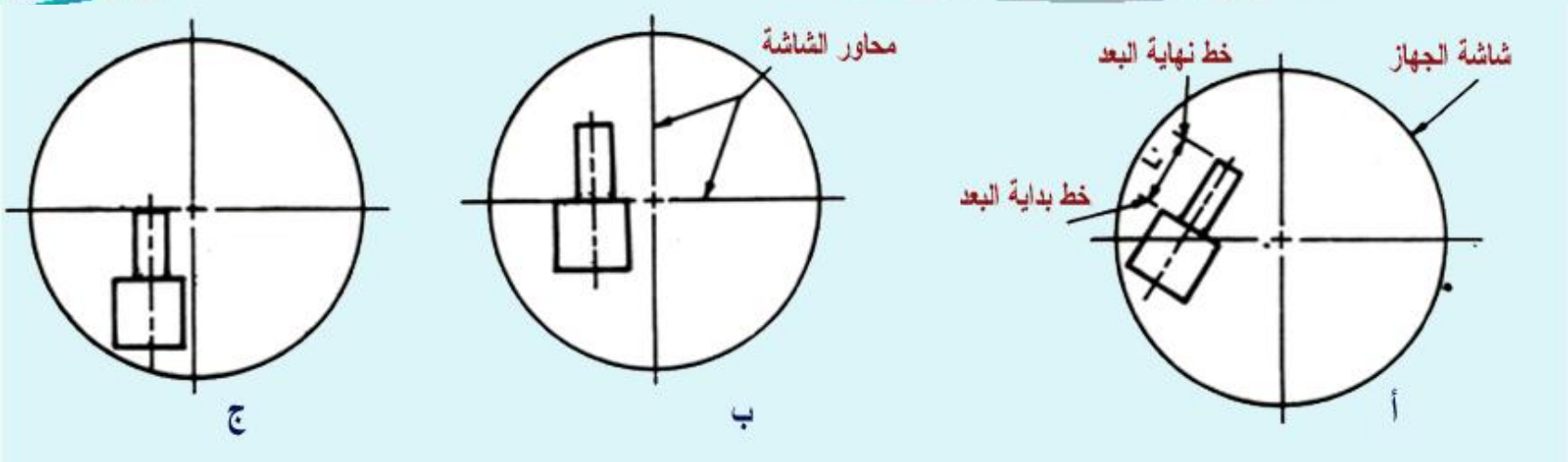
2- تعديل موضع الصورة بحيث يكون خط بداية البعد منطبقا على أحد المحاور المتعامدة والمرسومة على شاشة الجهاز ويتم ذلك بتدوير شاشة الجهاز وتحريك الجسم بواسطة المايكرومترات المثبتة مع القاعدة .

3- أخذ قراءة المايكروميتر عند هذا الوضع (ب) ولتكن (R_1) ملم .

4- تحريك صورة الجسم (بواسطة نفس المايكروميتر السابق) حتى ينطبق خط نهاية البعد مع المحور نفسه (ج) وأخذ القراءة عند هذه الحالة ولتكن (R_2) ملم .

5- يحسب مقدار البعد (L) من الفرق الجبري بين القراءتين .

$$L = R_2 - R_1$$



ج- قياس الزوايا : -

توضح الأشكال (أ – ب – ج) التالية أستخدام جهاز الأسقاط الضوئي لقياس زاوية جسم ولأجراء هذا القياس تتبع الخطوات التالية : -

1- تسقيط صورة الجسم المطلوب قياس زاويته على شاشة الجهاز (أ) .

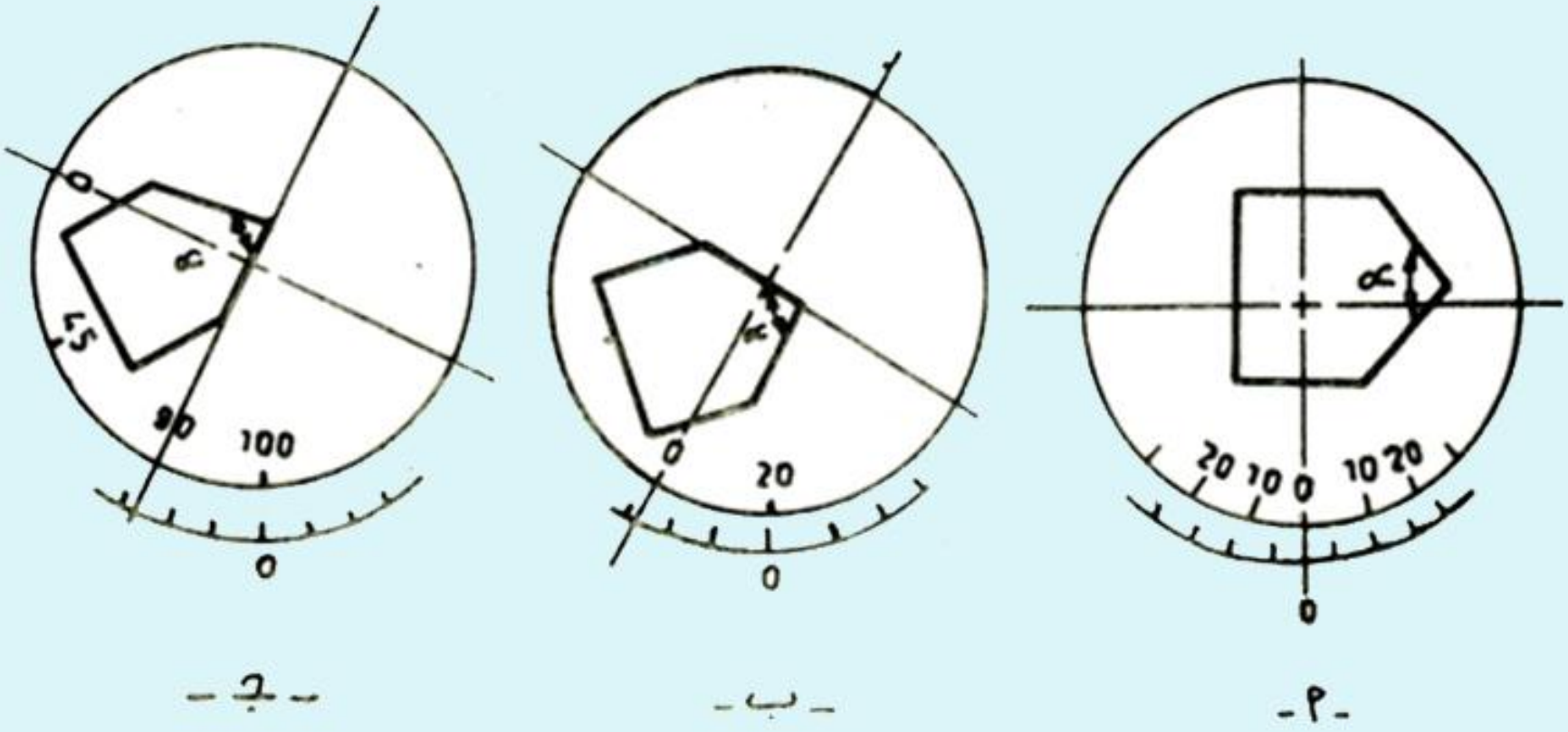
2- تعديل موضع الصورة المسقطة بحيث ينطبق أحد أضلاع الزاوية (α) المطلوب قياسها على أحد المحاور المرسومة على شاشة الجهاز (ب) .

3- تؤخذ قراءة الزاوية عند هذه الحالة ولتكن (D_1) درجة .

4- يغير موضع صورة بالنسبة للمحاور حتى ينطبق الضلع الثاني للزاوية على نفس المحور السابق (ج) وتؤخذ القراءة عند هذه الحالة ولتكن (D_2) درجة .

5- يحسب مقدار قيمة الزاوية من الفرق الجبري بين القراءتين وكالتالي :-

$$\alpha = D_2 - D_1$$



د- قياس أسنان اللوالب

يستخدم جهاز الأسقاط الضوئي لقياس عناصر سن اللولب والتي يوضحها الشكل التالي وهي : -

1- القطر الخارجي للسن : وهو المسافة المحصورة بين قمتي سنين متقابلين أو هو عبارة عن قطر أسطوانة وهمية يمس سطحها قمم الأسنان ، ويمثل القطر الخارجي للشغلة التي يقطع عليها السن .

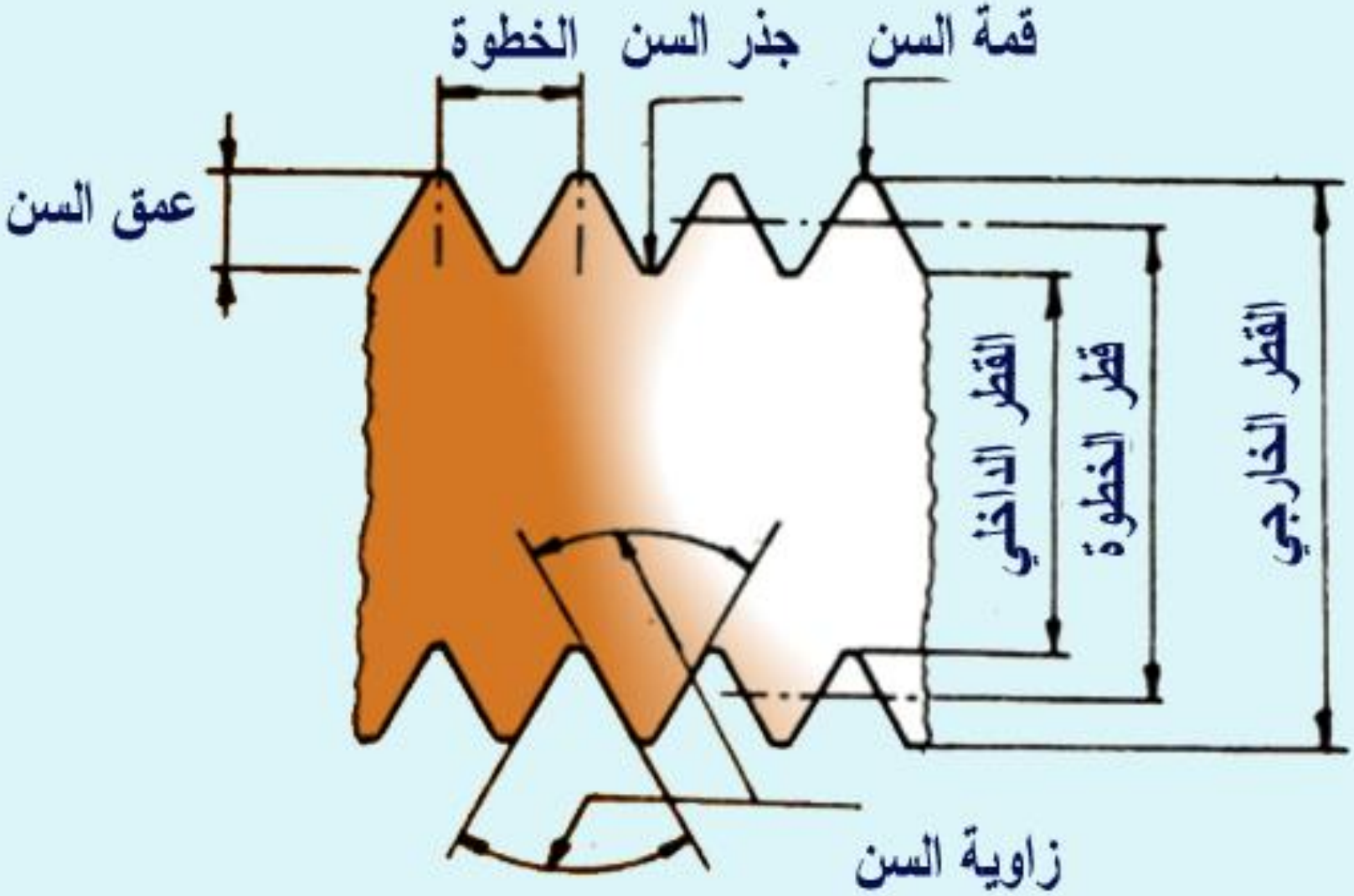
2- القطر الداخلي للسن : وهو المسافة المحصورة بين جذري سنين متقابلين أو هو عبارة عن قطر أسطوانة وهمية يمس سطحها قاع الأسنان .22

القطر الداخلي للسن = القطر الخارجي للسن - 2× عمق السن .

3- قطر الخطوة : وهو عبارة عن قطر وهمي يمثل المسافة المحصورة بين سنين متقابلين عند المنطقة التي يتساوى فيها سمك السن مع الفراغ بين سنين متجاورين أو هو عبارة عن قطر أسطوانه وهمية تقطع أسنان اللولب عند خط الخطوة الذي يكون عنده سمك السن مساوي لعرض الفراغ بين سنين متجاورين .

4- الخطوة : وهي المسافة المحصورة بين قمتي سنين متجاورين .

5- زاوية السن : وهي الزاوية المحصورة بين سطحي سنين متجاورين .


الخطوة
جذر السن
قمة السن
عمق السن
القطر الداخلي
قطر الخطوة
القطر الخارجي
زاوية السن

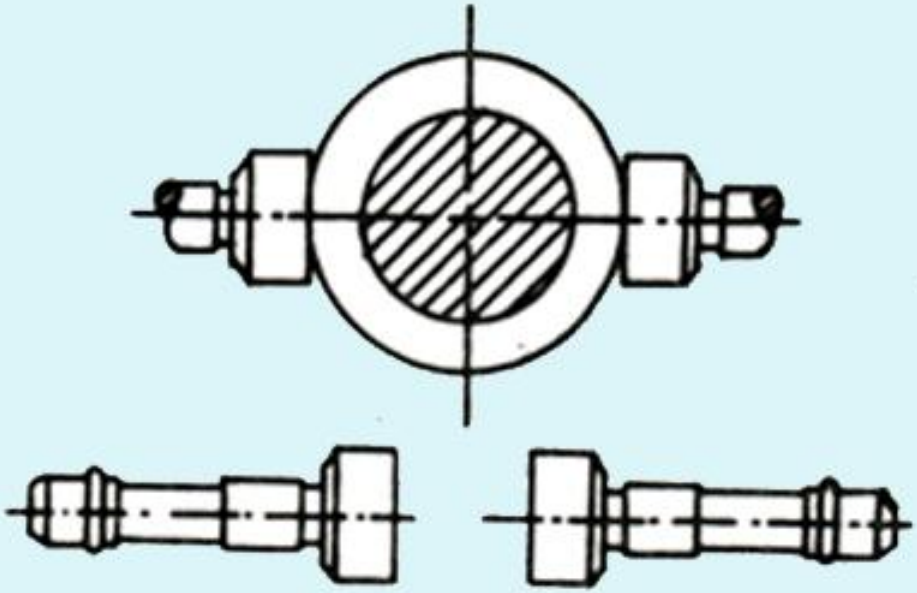
وتتم عملية قياس عناصر السن كالآتي : ـ

1- قياس القطر الخارجي : ـ

يمكن قياس القطر الخارجي لسن اللولب بالطرق التالية : ـ

أ- بأستخدام المايكروميتر :

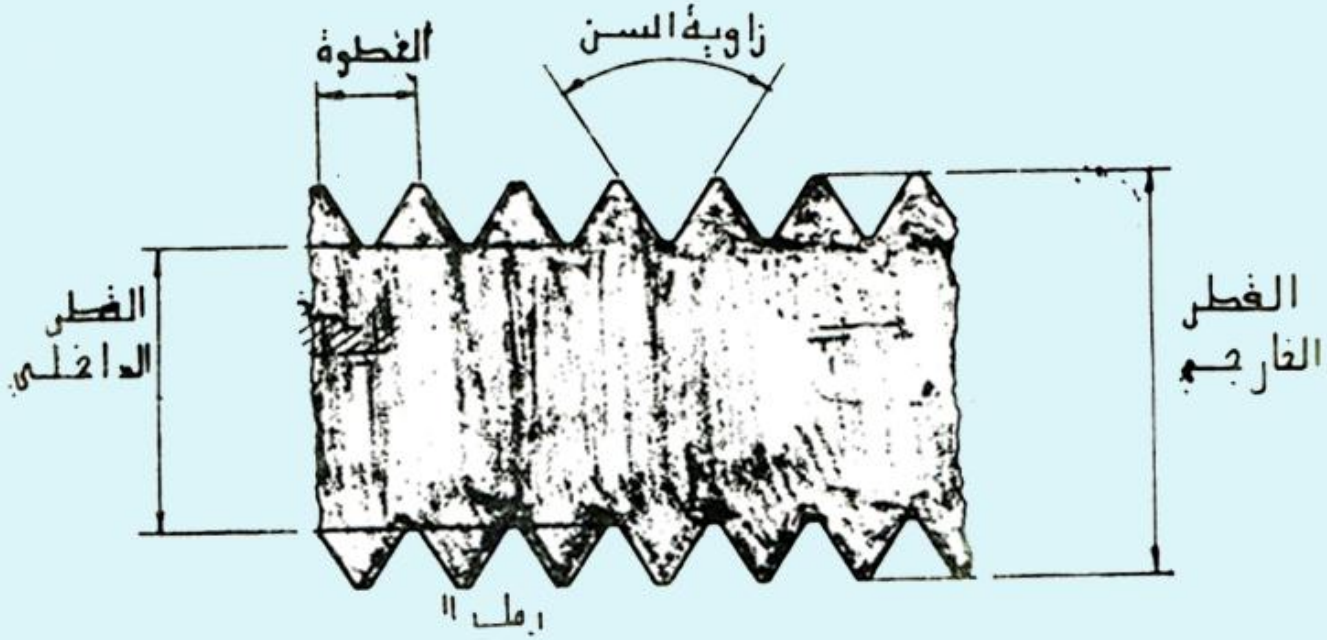
حيث يستخدم المايكروميتر الأعتيادي أو مايكروميتر قياس أسنان اللولب مع أستخدام فكوك أسطوانية الشكل ذات قطر كبير وكما موضح بالشكل التالي .



ب- بأستخدام جهاز الأسقاط الضوئي :

تتم عملية القياس كما يلي : ـ

1- القطر الخارجي للسن من الصورة المسقطة للسن على شاشة الجهاز وتتمثل بالمسافة المحصورة بين الخطين المماسين لقمتي سنين متقابلين وكما موضح بالشكل التالي:

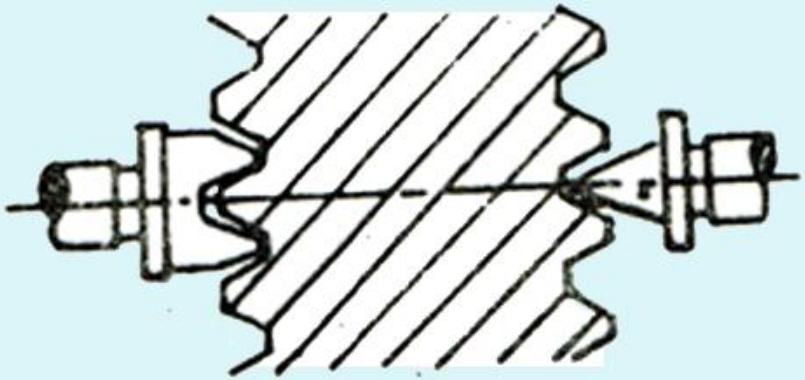


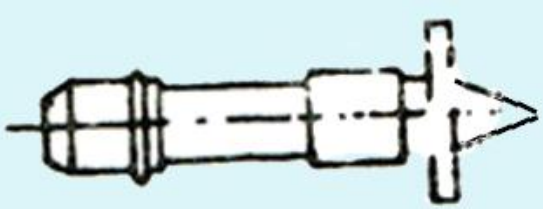
2- قياس القطر الداخلي : -

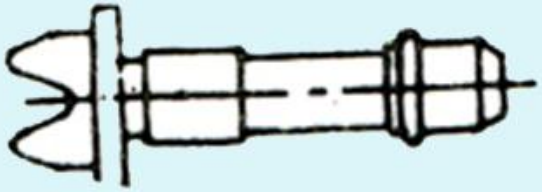
يتم قياس القطر الداخلي للسن بالطرق التالية : -

أ- بأستخدام مايكروميتر قياس أسنان اللوالب

حيث يستخدم هذا الميكروميتر مع فكوك مخروطية الشكل ، بحيث تكون زاوية رأس المخروط فيها أصغر من زاوية السن حتى يتم التماس مع جذر السن وكما موضح بالشكل التالي :







ب- بأستخدام جهاز الأسقاط الضوئي : ـ

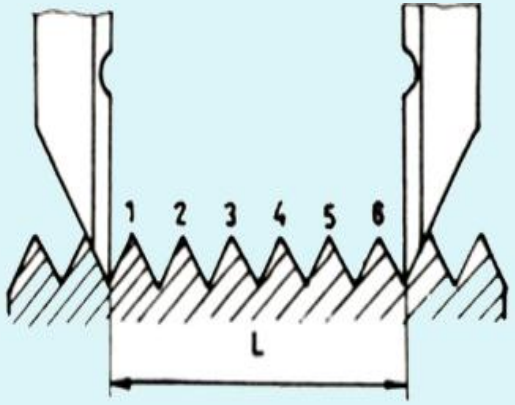
حيث تقاس المسافة المحصورة بين الخطين المماســـين لجذري سنين متقابلين

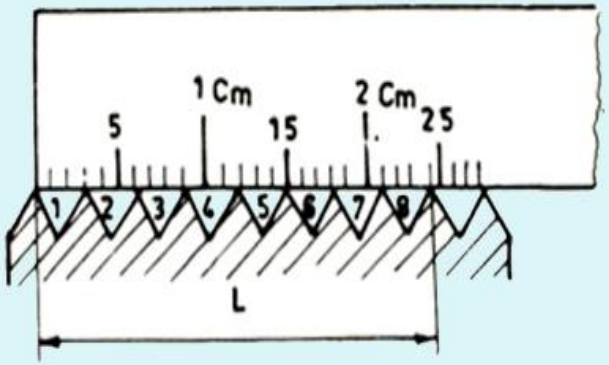
3- قياس الخطوة :

ويتم ذلك بأستخدام الطرق التالية : ـ

أ- بأستخدام المسطرة أو القدمة :

حيث يمكن قياس المسافة المحصورة بين قمتي سنين متجاورين بواسطة المسطرة أو القدمة ذات الورنية والتي تمثل الخطوة . ولزيادة في الدقة يتم قياس عدد معين من خطوات الأسنان وكما موضح بالشكل التالي ثم يحسب معدل طول كل خطوة وكالتالي : ـ





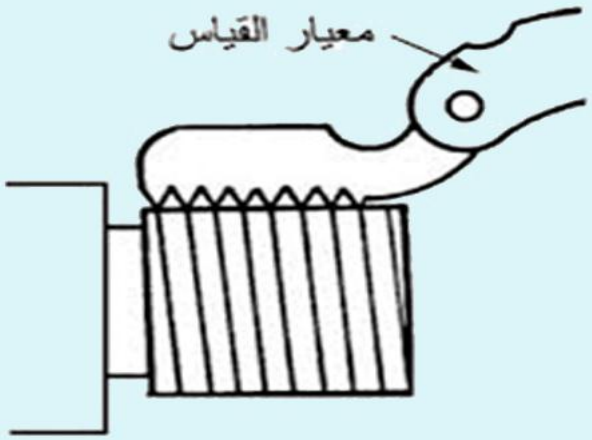
$$\text{الخطوة} = \frac{\text{طول عدد من الأسنان}}{\text{عدد الأسنان}} \ (\text{ملم})$$

ب- إستخدام قدمة ذات ورنيـــة

أ- إستخدام مسطرة القياس

ب- بأستخدام قدود قياس سن اللولب :

حيث تستخدم مجموعات من هذه القدود والتي تكون على شكل مجموعة من الصفائح المسننة والتي لكل منها خطوة تختلف عن الصفائح الأخرى . ويتم تحديد خطوة السن من خلال تحديد أي من الصفائح التي بالمجموعة أكثر أنطباقا مع السن المطلوب قياس خطوته وكما موضح بالشكل التالي :



ج- بأستخدام جهاز الأسقاط الضوئي :

حيث يتم قياس المسافة المحصورة بين قمتي سنين متجاورين لتمثل خطوة السن . كما ويستخدم جهاز الأسقاط الضوئي في قياس زاوية سن اللولب وبنفس طريقة قياس الزوايا المذكورة سابقا .

النجـــارة

أن علـم النجـارة يعنـي التعامـل مـع الأخشـاب لغـرض الحصـول منـها علـى أشـكال مفيـدة وحسب غرض أستخدامها . هذا التعامل يعنـي فهم طبيعـة الأخشـاب منـذ تكوينـها وأنواعها ومميـزات كـل نـوع والعيـوب التـي يمكـن أن تكـون فيهـا ، كـــــــــذلك العـدد والمكـائن المستخدمة في تشغيلها .

أن كل هذا يمثل أعمال النجارة العامة ، أما فيما يخص نجـارة النماذج فهو نوع من النجارة المتخصصة والتي تعنى بدراسة النماذج الخشبية التي تستخدم في عمليات سباكة المعادن (أثناء عملية المقالبة) ، وتمييز نوع الأخشاب المستخدمة وتهيئتها والحسابات الخاصة بعمل هذه النماذج .

مصادر الأخشاب وأستخداماتها

تعد الأخشاب من الخامات المهمة بسبب أنتشار ووفرة مصادرها الطبيعية وسهولة تشغيلها ورخص تكاليفها نسبيا . تغطي غابات الأشجار بحدود (30) مليون كيلومتر مربع من مساحة الكرة الأرضية وتضم ما يقارب الخمسة ألاف فصيلة من فصائل الأشجار المختلفة . وتستخدم أخشاب الأشجار في صناعة البناء والتعدين والمواصلات وصنع الأثاث والورق والصناعات الكيماوية كما وتستخدم لأغراض التدفئة .

أنواع الأخشاب وأستخداماتها : -

1- خشب الصنوبر (الجام) **Ebony Wood**

توجد عدة أنواع من هذا الصنف من الأخشاب أهمها الصنوبر الأسكتلندي والصنوبر الأبيض أو الأصفر . ويكون لونه أما أبيض مائل للصفرة أو قهوائي فاتح . وهو من الأخشاب اللينة والخفيفة الوزن ذات المسام المغلقه ، وله قابلية تحمل قوية وكذلك سهل التشغيل بالأضافة أنه قليل الأنكماش نسبيا وخالي من المواد الراتنجية . يستخدم هذا النوع من الأخشاب في مختلف الأعمال النجارية كالأثاث والأبواب وكذلك النماذج الخشبية .

2- خشب الصاج Teak Wood

يعد هذا النوع من الأخشاب بأنه له القابلية على تحمل تقلبات الجو من حرارة وبرودة ، كذلك هو مقاوم للحشرات وذلك لوجود المواد الدهنية الموجوده فيه ، أضافة يعتبر ذو قوة جيدة والعمل به سهل نسبيا ويكون لونه عادة قوائيا مائل للصفرة أو غامقا . يستخدم خشب الجام في صناعة الأثاث والتغليف .

3- خشب البلوط Oak Wood

يعد هذا النوع من الأخشاب الصلبة الجيدة وذو مسام مفتوحة وألونه جذابة وذلك لظهور جيوب الأشعة النخاعية ولونه عادة قهوائي فاتح مائلا للصفرة . يستخدم خشب البلوط في صناعة الأثاث وفي وسائط النقل .

4- خشب الجوز Walnut Wood

تختلف أنواعه من ناحية اللون أو الوزن أو أستقامة الألياف تبعا لمصادرها ، تكون مسامه مفتوحة لا تظهر فيه الأشعة النخاعية ، يجف بسهولة ، قليل الأعوجاج ويلون بسهولة . يستخدم هذا الخشب في صناعة الكراس والمقابض ووسائل النقل .

5- خشب المهوكني Mahogany Wood

يعد هذا النوع من أجود الأخشاب الصلبة بحيث تكون أليافه مستقيمة ذات لون جذاب ولونه قهوائي غامق أو ذهبي فاتح وتوجد فيه ألوان أخرى حسب مصادره . يستخدم هذا النوع من الأخشاب في صناعة الأثاث والبواخر والقاطرات والطائرات وأعمال البناء .

6- خشب الزان Beech Wood

يمتلك هذا النوع قابلية مطاطية وتكون أليافه متماسكة حيث تظهر فيه الأشعة النخاعية ولونه قهوائي فاتح مائل للبياض . يستخدم في صناعة الكراسي والقوالب .

7- خشب الجاوي

وهو من الأخشاب التي تتوفر بكثرة في الطبيعة ويتميز بلونه القهوائي الغامق المائل للحمرة ومن مساوئه تأثره بشكل كبير بالرطوبة ودرجة الحرارة . يستخدم في صناعة الأثاث الرخيص وأعمال البناء .

8- خشب الباسوود (الزيزفون) Sycamore Wood

يمتاز هذا النوع من الأخشاب بمرونته بحيث يعتبر من ألين الأخشاب الصلبة . يستخدم في صناعة النماذج بصفة عامة .

العدد اليدوية وأستخداماتها :

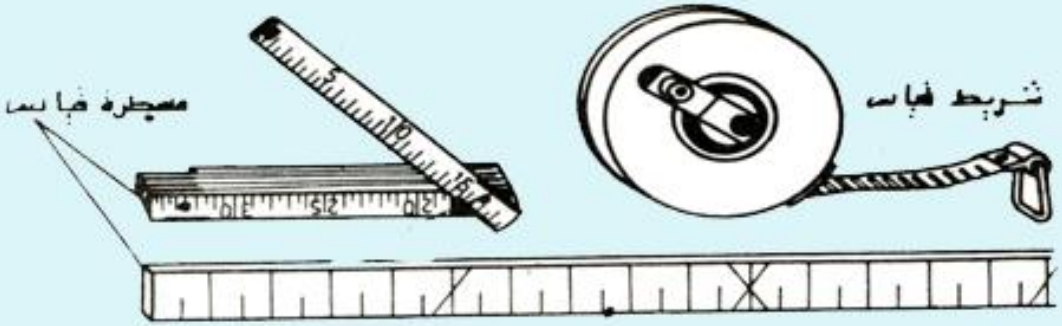
تستخدم العدد اليدوية بأعمال تشغيل الخشب المختلفة ، وأما في صناعة النماذج الخشبية فيكون ضروريا لغرض الحصول على جميع التفاصيل وبالدقة المطلوبة . ومن هذه العدد ما يأتـي : ـ

1- أدوات القياس

أ- أدوات قياس الأطوال : وتستخدم هنا المسطرة وشريط القياس لقياس الأطوال القصيرة والطويلة .

ب- أدوات قياس الزوايا : ومنها الزاوية القائمة والزاوية المتحركة والزاوية المائلة ، حيث تستخدم لرسم وقياس الزوايا

ج- أدوات الضبط الرأسي والأفقي وضبط المحاذات : حيث تستخدم أدوات مثل ميزان الخيط (الشاقول) والقبان لضبط وتحديد الخطوط العمودية وضبط المستوى الأفقي والمحاذات

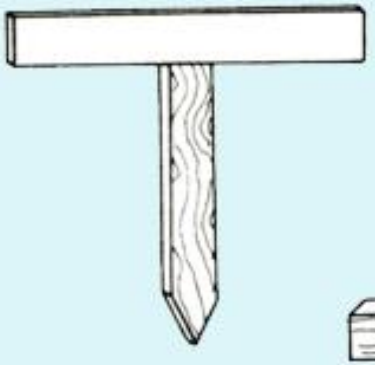


زاوية قائمة

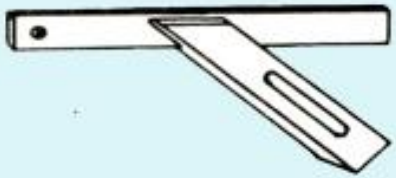
زاوية منفرجة

شاخص

لوحة تصويب



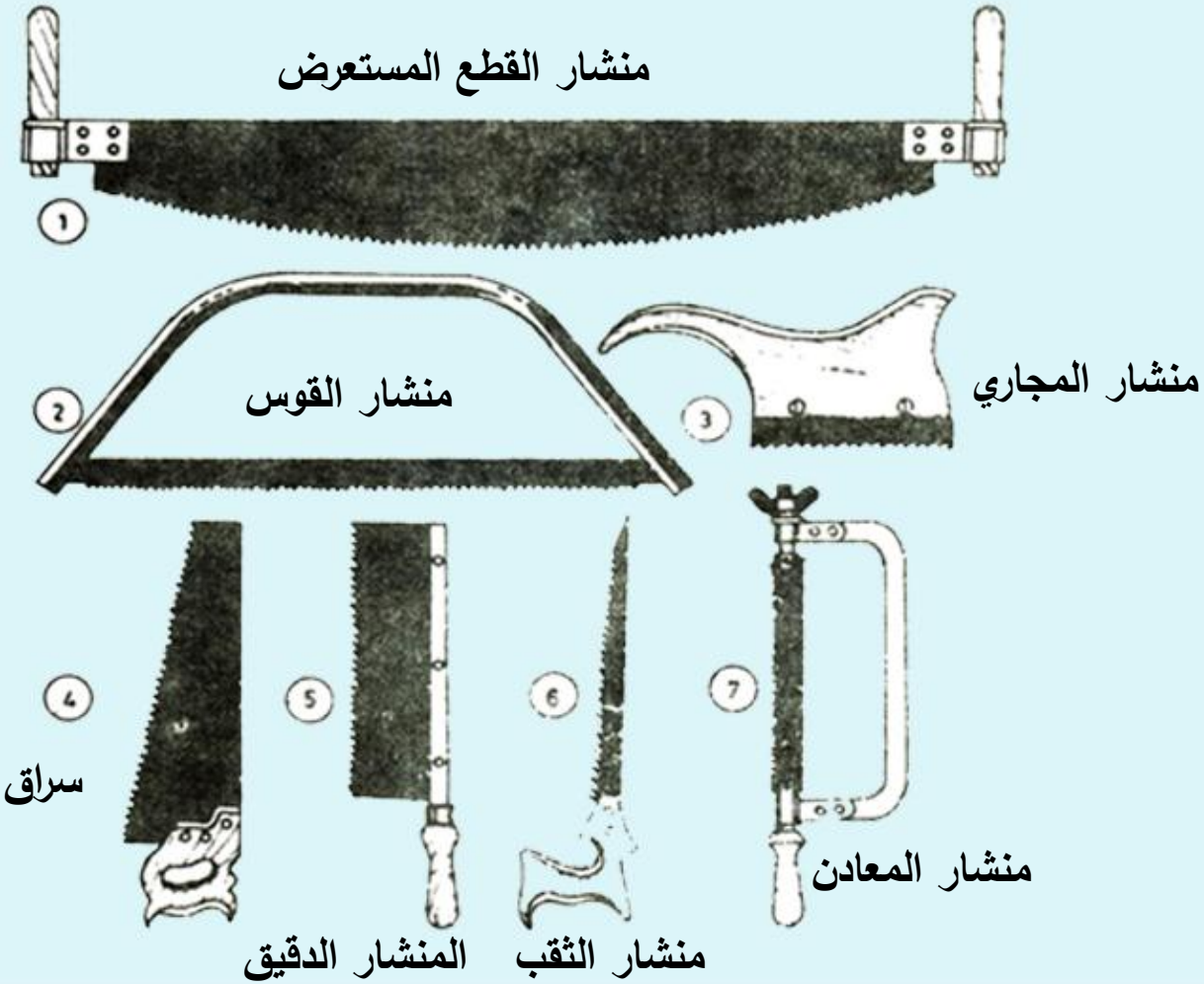
زاوية مائلة



ميزان

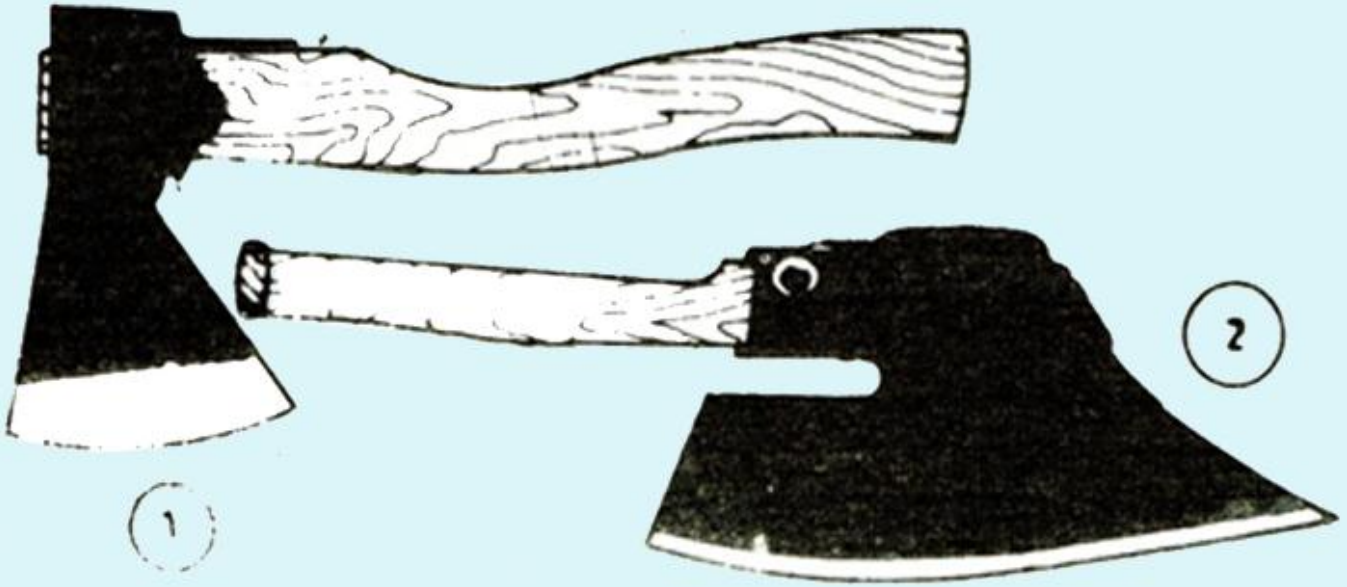
2- أدوات نشر الأخشاب وعدده

وهـي المناشير اليدوية المستخدمة في قطع الأخشاب ونشرها . وتوجد أنواع مختلفة تبعا لشكلها وأستخداماتها وأشكال الأسنان فيها وكما موضح بالشكل التالي .



3- عدد نحت الأخشاب (البلطة)

يوضح الشكل التالي العدد المستخدمة في قطع الخشب الخام وفلقه ونحته للشكل المطلوب تشغيله

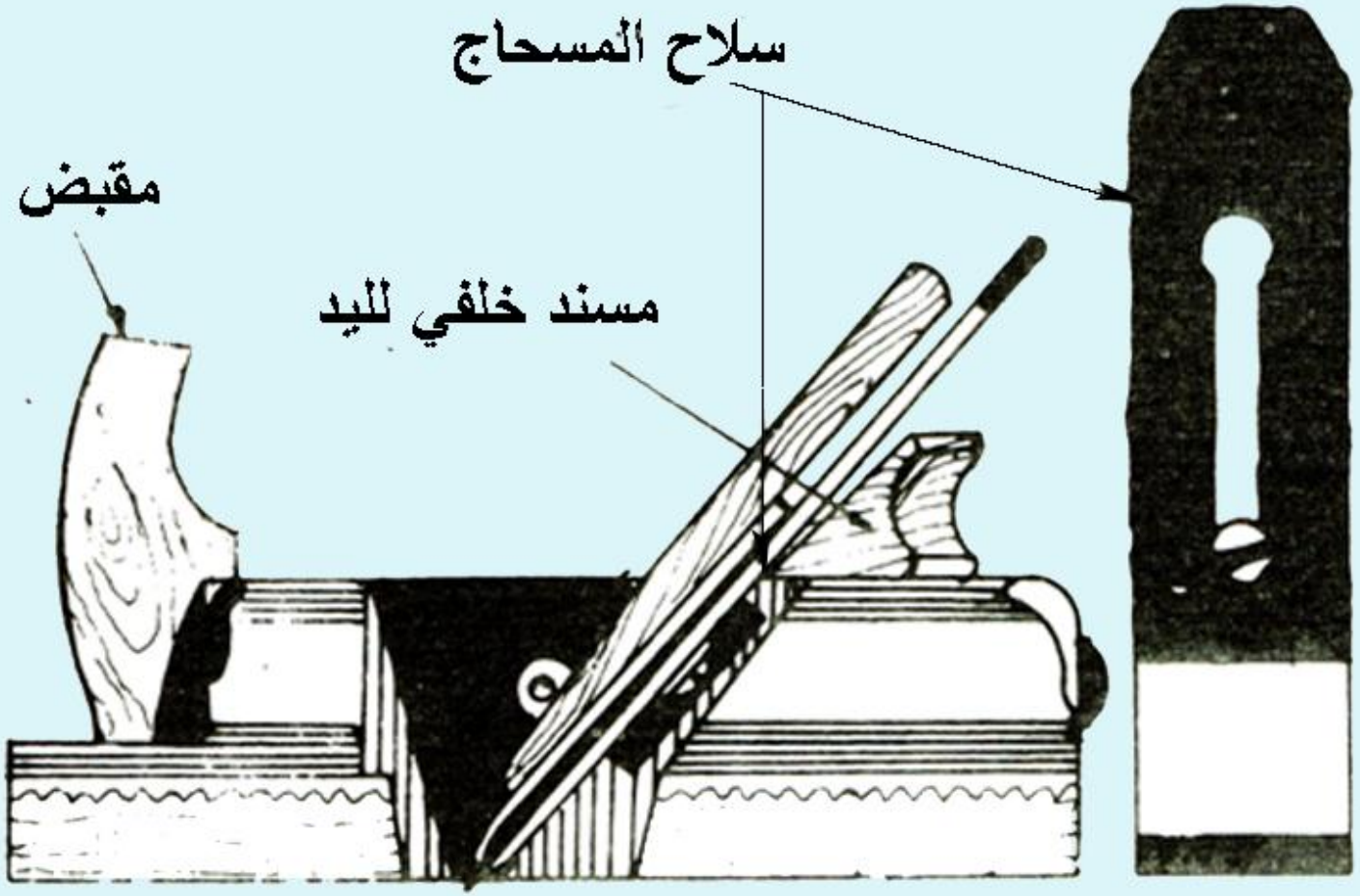


1 ـ بلطة ذات حد محدب.

2 ـ بلطة ذات حد عريض.

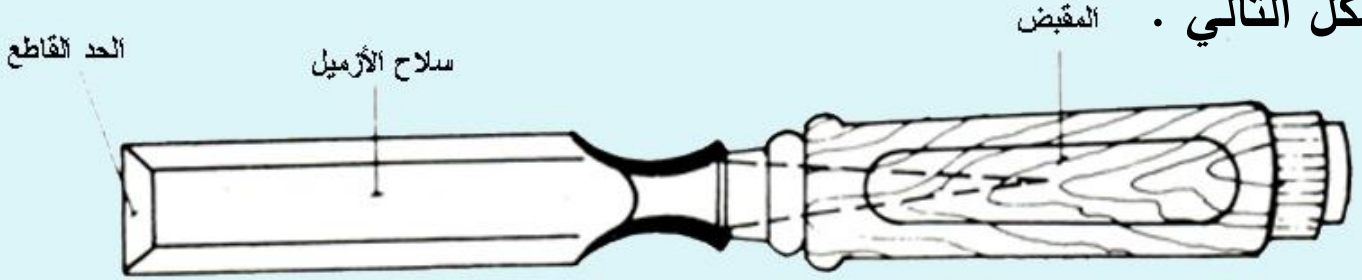
4- عدد سحج الأخشاب (التسوية)

يستخدم المسحاج (الفأرة أو الرندة) في تمهيد وتسوية وتنعيم أسطح الألواح الخشبية المختلفة والشكل التالي يوضح أجزاء المسحاج .



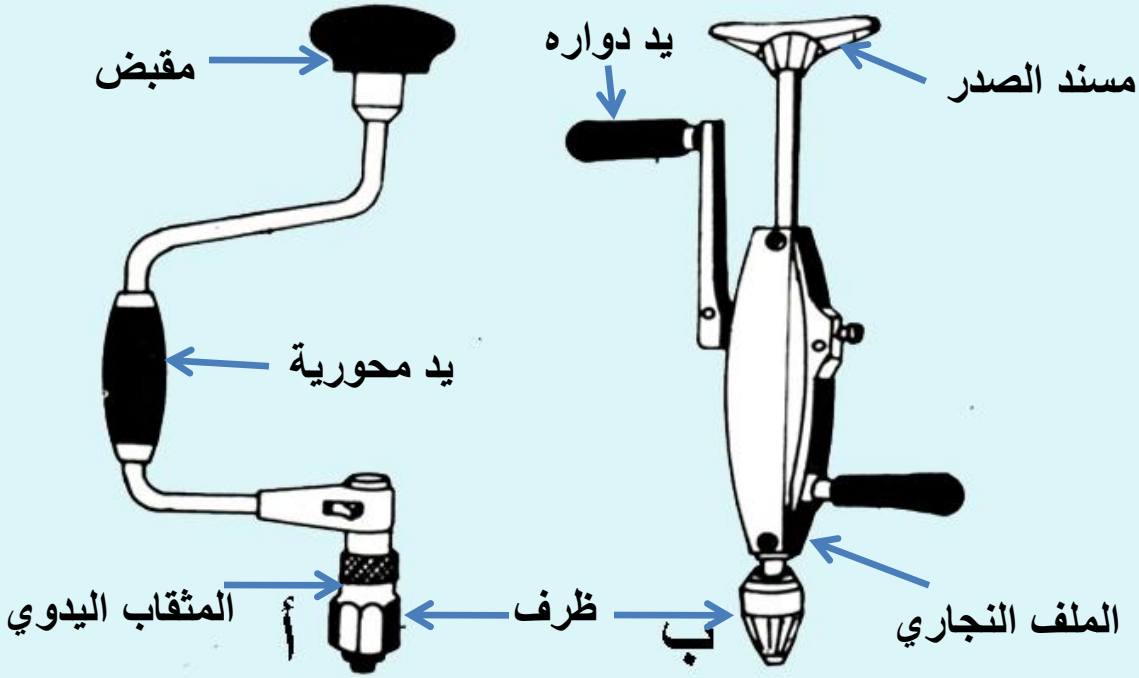
5- عدد النقر (الأزميل)

تستخدم هذه العدة في نحت الأخشاب ونقرها لغرض لعمل المجاري وألسن التعشيقات المختلفة وكما هو موضح بالشكل التالي .



6- المثاقب

يستخدم المثقاب اليدوي والملف النجاري لعمل الثقوب المطلوبة في المشغولات وكما موضح بالشكل التالي .



المكائن النجارية

تستخدم في ورش النجارة العديد من الماكينات المختلفة لغرض قطع وتجهيز الأخشاب ، ومن أهم هذه الماكينات هي : ـ

1- ماكنة المنشار الشريطي Band Saw

حيث تستخدم هذه الماكنة لقطع الأخشاب طوليا وعرضيا وكذلك على شكل منحنيات بالإضافة للخطوط المستقيمة وكما موضحه بالشكل التالي .

مزايا الماكنة

من أهم مزايا هذه الماكنة هو كالآتي : ـ

أ- السرعة العالية بأنجاز المشغولات .

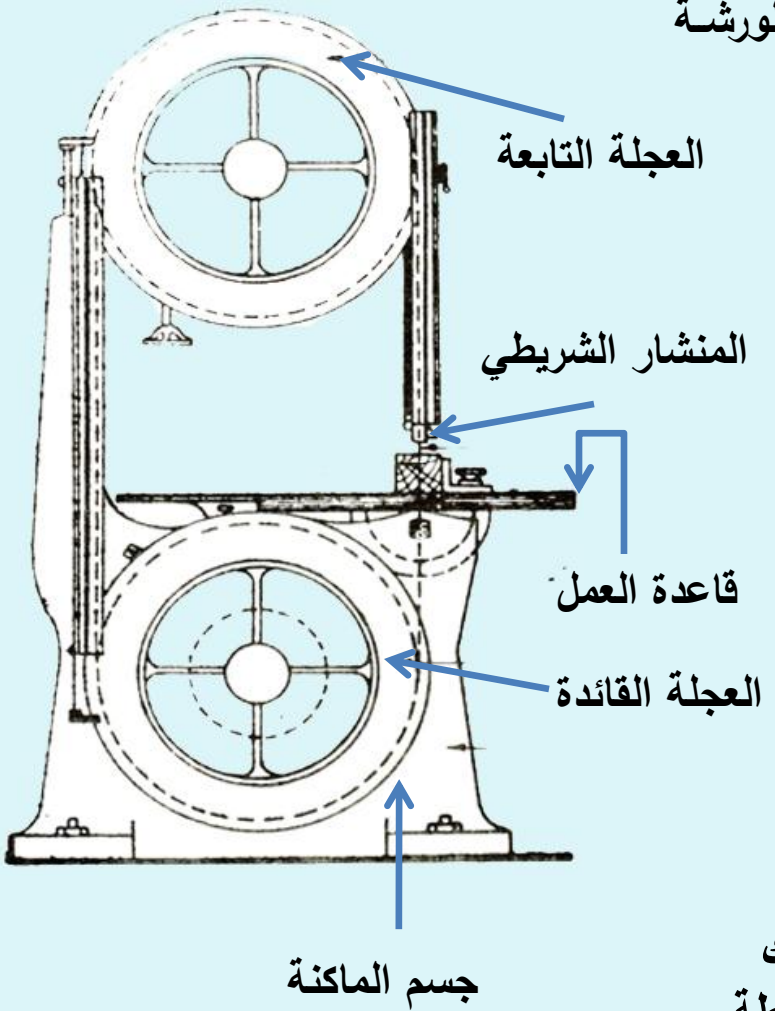
ب- الحصول على نهايات مستوية ذات قطع قائم الزاوية .

ج- يمكن أستخدامها في قطع الأخشاب بأبعاد مختلفة وبشكل طولي أو عرضي بالنسبة للألياف .

د- تستخدم للقطع بخطوط مستقيمة أو منحنية بأقواس ويعتمد ذلك على مقدار عرض المنشار المستخدم

أجزاء الماكنة

وتتكون الماكنة من الأجزاء التالية : ـ



أ- جسم الماكنة : يصنع من حديد الزهر يثبت على أرضية الورشة وتركب عليه بقية أجزاء الماكنة

ب- العجلة القائدة : وتصنع من الصلب الكاربوني ويغطى محيطها الخارجي بطبقة من المطاط وذلك لمنع أنزلاق المنشار عليها.

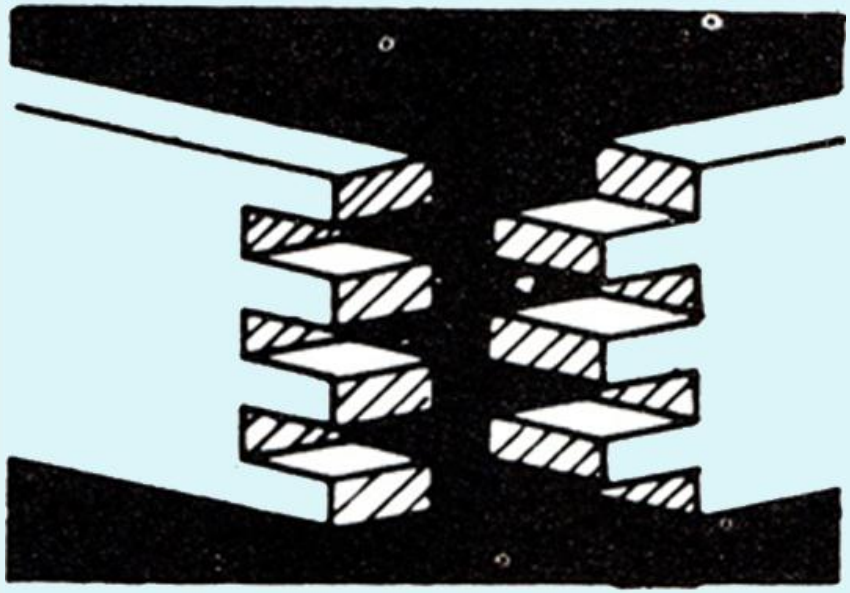
ج- العجلة التابعة : وهي مماثلة للعجلة القائدة تنقل أليها الحركة عبر المنشار الشريطي الثبت على العجلة القائدة الذي يحيط بالعجلتين .

د- المنشار الشريطي : وهو سلاح الماكنة المستخدم في عملية قطع الأخشاب ويربط حول محيط العجلتين حيث ينقل الحركة بينهما . ويصنع من الصلب السبائكي الناشف بأسنان مختلفة المقاسات .

هـ- منضدة أو قاعدة العمل : وتستخدم لتثبيت المشغولات المطلوب قطعها عليها . كما وتحتوي الماكنة على محرك كهربائي تنتقل منه الحركة الدورانية للعجلة القائدة بواسطة سيور أو تروس .

2- ماكنة النشر الدائريـــة Circular Saw

تستخدم هذه الماكنة لنشر جذوع الأشجار الى ألواح أو لنشر ألواح الخشب ذات المقاسات الصغيرة المناسبة وتقطيعها الى أولح مستقيمة . تكون هذه الماكنة أما أفقية أو عمودية حسب وضع المنشار



مزايا الماكنة :

تتميز هذه الماكنة بالأمور التاليـة : ـ

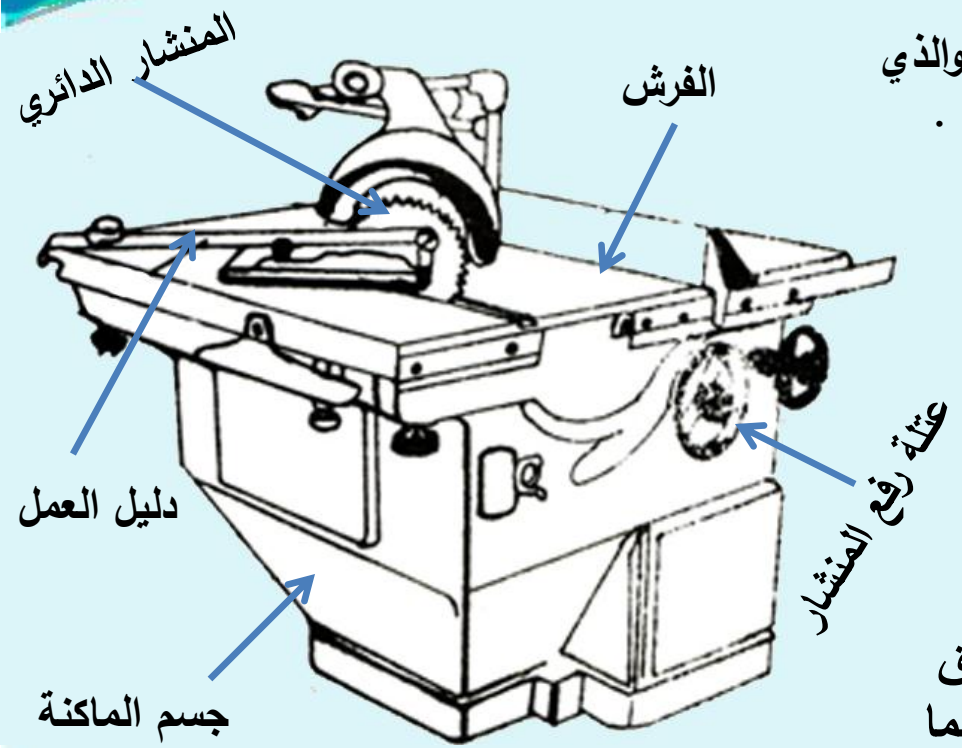
أ- شق جذوع الأشجار الضخمه الى ألواح ذات قياسات مختلفة .

ب- شق الأشجار ذات الصلادة العالية .

ج- أمكانية قطع الألواح بالزوايا المطلوبة أو بأي ميلان مطلوب وذلك عن طريق أستخدام عتلة الدليل

د- أمكانية عمل الألسن للرؤوس والقوائم لغرض تركيبها مع بعضها وكما موضح بالشكل التالي .

أجـزاء الماكنـة :



أ- جسم الماكنة : يصنع الهيكل للماكنة من حديد الزهر والذي يحمل جميع أجزاء الماكنة ويثبت على أرضية الورشة .

ب- المنشار الدائري : وهو عبارة عن قرص دائري الشكل يتراوح قطره بين (15 ـ 30 سم) ذي سمك بين (1 ـ 3 ملم) يدور بواسطة محرك كهربائي بسرعة تصل الى (3000 دورة / دقيقة) . ويرتفع جزء من هذا المنشار عن سطح الماكنة (الفرش) ويعتمد ذلك على سمك القطع المطلوب .

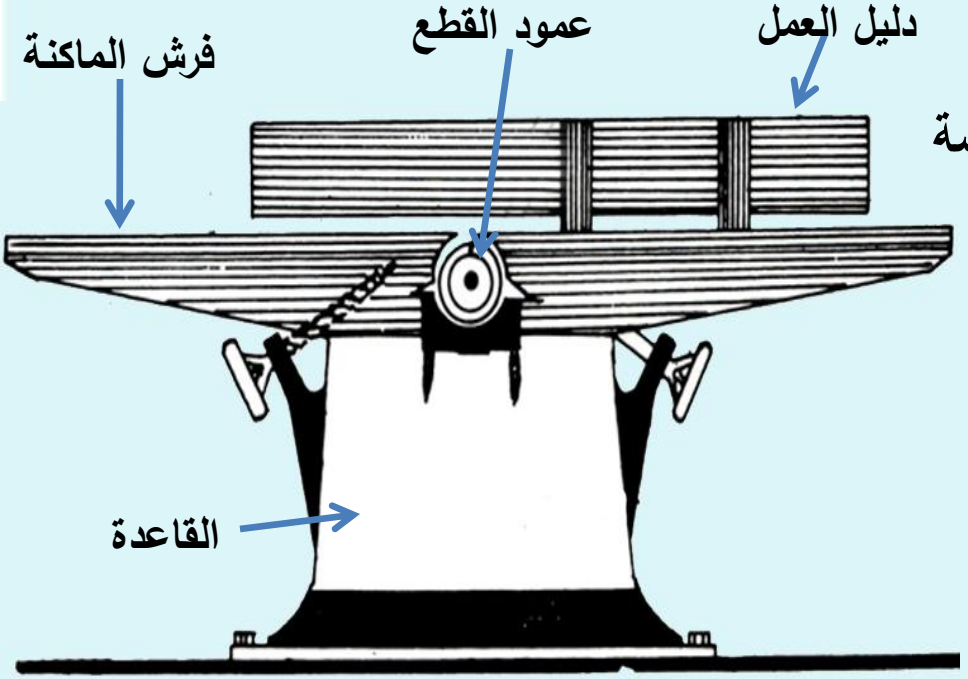
ج- الفرش : وهـــو سطح مستوي يحتوي على شق بمنتصفه يمر من خلاله المنشار الدائري . كما وتوضع عليه قطع الخشب المطلوب تشغيلها .

د- دليل العمل : وهي عتلة مثبتة على سطح الماكنة يمكن من وضعها بزاوية معينة مع أتجاه القطع وحسب الحاجة ، يستخدم لأسناد القطعه المشغلة لقطعها بالزاوية المطلوبة حيث يمكن تحريكه بواسطة ذراع خاص .

هـ- عتلة رفع المنشار : وهي عبارة عن عجلة تستخدم لرفع وخفض بروز المنشار عن سطح الماكنة كذلك لرفع وخفض المحرك الكهربائي الخاص بالماكنة .

3- ماكنة التســـــوية Planing and Jointing Machine

تستخدم هذه الماكنة في مسح وأستعدال الأسطح وأعدادها للتشغيل على ماكنة الثخانة (السمك)



أجـزاء الماكنة :

أ-القاعدة : وتصنع من حديد الزهر وتحمل جميع أجزاء الماكنة الأخرى وتثبت على أرضية الورشة

ب- عمود القطع : وهو الجزء المهم بالماكنة والذي تتم عمليات القطع بواسطته . وهو عبارة عن أسطوانة من الصلب مثبت على كراسي تحميل في نهايتيه كي تسمح بالحركة الدورانية له بحرية ، حيث تصل سرعة دورانه الـــى 3600 (دورة/ دقيقة) والتي تنتقل أليه من محرك كهربائي مثبت داخل الماكنة ، ويمكن تحديد مستوى عمود القطع بالنسبة لسطح الماكنة وذلك أعتمادا على سمك القطع المطلوب ، وتثبت على عمود القطع مجموعة من سكاكين القطع والتي يتراوح عددها (3 ـ 6) .

ج- فرش الماكنة : وهو سطح مستوي يحتوي على فتحة خاصة لظهور عمود القطع ، كذلك يثبت عليه عتلة الدليل للعمل .

د- دليل العمل : وهو عبارة عن عتلة يمكن تحريكها ، تسند عليه قطع الخشب المطلوب قطعها .

مزايـا الماكنـة :

تمتاز هذه الماكنة بالأمور التالية : ـ

أ- تعطي سطوحا مستوية تماما بغض النظر عن أبعادها .

ب- تستخدم لقطع الأخشاب اللينة والصلبة .

ج- لا يتطلب أستخدامها لأي مجهود أو مهارات عالية من قبل العاملين عليها سوى اليقظة والحذر .

4- ماكنــة الثخانــة (الســمك) Thickness Machine

تستخدم هذه الماكنة لمسح وتنظيف أسطح المشغولات وضبط سمكها .

مزايـا الماكنـة :

أ- تمتاز بأنتاجيتها السريعة حيث تصل سرعات عمود الدوران بحدود (4000 ــ 5000 دورة/دقيقة)

ب- تضبط سمك الخشب المشغل فيها بدرجة عالية الدقة كما وأنها تنتج أسطحا مصقولة وناعمة

ج- لا تحتاج لأي مجهود أو مهارة عالية من قبل العاملين عليها وذلك لسهولة حركة الخشب على الدرافيل التي تحتويها .

د- يمكن تشغيل أكثر من قطعة واحدة بوقت واحد وذلك راجع لعرض فرش الماكنة ومساحة الأخشاب المشغلة عليها .

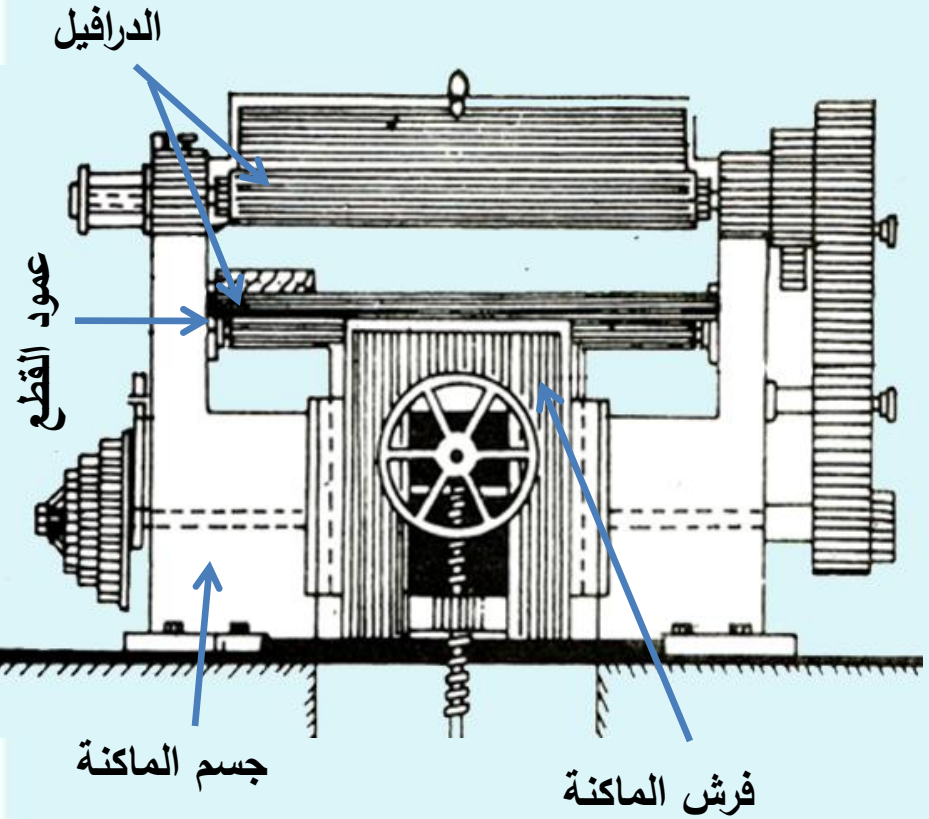
هـ- يمكن عمل السلبات بأسطح المشغولات وبأي نسبة مطلوبة .

أجـزاء الماكنـة :

أ- جسم الماكنة : وهو على شكل متوازي مستطيلات ويصنع من حديد الزهر، يحمل جميع أجزاء الماكنة ويثبت على أرضية الورشة .

ب- عمود القطع : وهو عبارة عن أسطوانة تثبت عليها سكاكين القطع . يدور بأتجاه الحد القاطع للسكاكين حيث تنتقل الحركة الدورانية أليه من محرك كهربائي عبر مجموعة من التروس . يثبت على عمود القطع غطاء لمنع تطاير بقايا الخشب

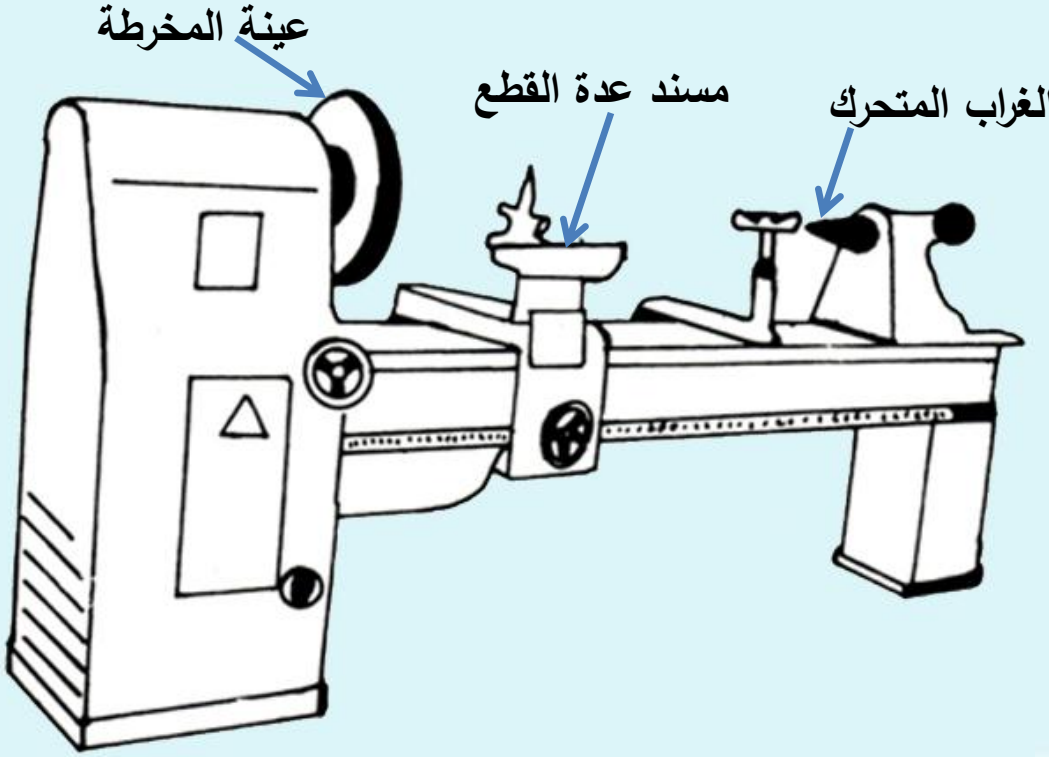
ج- الدرافيل : وهي عبارة عن أربع أسطوانات معدنية أثنان منها مثبتان أعلى الماكنة حيث يركب بينهما عمود القطع . يصنع أحد الدرفيلين العلويين بشكل مضلع كي يسحب الأخشاب المطلوب تسويتها بأتجاه القطع أما الثاني فهو ناعم ومصقول ، يتحرك هذان الدرفيلان ببطء تبعا لصلابة ونوع الخشب المشغل . أما الدرفيلان الآخران فهما مثبتان بالأسفل وتكون حركتهما سائبة .



د- فرش الماكنة : ويمثل منضدة العمل ويصنع من حديد الزهر بحيث يكون سطحه العلوي مصقول جدا ، يتحرك الى الأعلى والأسفل لغرض تحديد المسافة أو السمك المطلوب أن تقطع به الأخشاب

5- ماكنة المخرطة النجارية Wood Lathe Machine

وهي أحدى المكائن النجارية المهمة التي تحويها ورش النجارة حيث يتم عمل المشغولات الأسطوانية فيها وذلك عن طريق تثبيت قطعة الخشب المطلوب تشغيلها بعينة المخرطة من جهة وتسند بذنبة الغراب المتحرك من الجهة الأخرى . وتدور الشغلة دورانيا نتيجة لحركة العينة المستمدة حركتها من محرك كهربائي داخل الماكنة . تتم عملية القطع في هذه الماكنة من خلال التماس المباشر بين أداة القطع وسطح الشغلة أثناء عملية الدوران . والشكل التالي يوضح مكونات هذه الماكنة .



نجـــــارة النماذج

يوصف النموذج بأنه مثال يصنع به أو يختم عليه قالب رملي . حيث يصب فيه منصهر المعدن ويترك ليبرد . أي أن النموذج عبارة عن جسم يمكن بواسطته عمل تجويف عكسي له بالرمل داخل صناديق المقالبة . بحيث لو تم صب المعدن المنصهر في هذا التجويف لأنتج لنا شكلا مماثلا للنموذج الخشبي . قد يصنع النموذج من جزء واحد أو أكثر وذلك تبعا لما تتطلبه طريقة المقالبة من حيث أمكانية تخليص النموذج من الرمل دون أحداث ضرر داخل التجويف لتشكيل الجزء المطلوب عمله .

١- مواد النماذج :

تعد الأخشاب من أهم المواد التي تدخل في صناعة النماذج وذلك لرخص ثمنها ولسهولة تشكيلها قياسا بالمواد الأخرى التي تدخل في هذه الصناعة . ومن أفضل الأخشاب التي تستخدم لصناعة النماذج هي التي تتوفر فيها الشروط التالية : ـ

أ- أن تكون ذات ألياف مندمجة ومنتظمة ومستقيمة وتكون مقطوعة من الأشجار الناضجة .

ب- أن تكون سهلة التشغيل .

ج- أن تكون خالية من العقد ومن باقي العيوب الأخرى التي تصيب الأخشاب .

أن أختيار المواد التي تصنع منها النماذج يعتمد بالدرجة الأساس على عدد المسبوكات المطلوب عملها ، بحيث كلما أزداد العدد المطلوب وتكرر أستخدام النموذج تأثرت دقة أبعاده وأنتظامها بسبب أمتصاصه للماء وأحتكاكه بالرمل .

ويتم أختيار المادة المصنع منها النموذج حسب الآتي : ـ

عــدد المسبوكات	المواد المستخدمة في صنع النموذج
من 1 ـ 90	خشب لين مثل الصنوبر
من 100 ـ 400	خشب صلب مثل المهوكني والصاج
من 500 فأكثر	نماذج معدنية

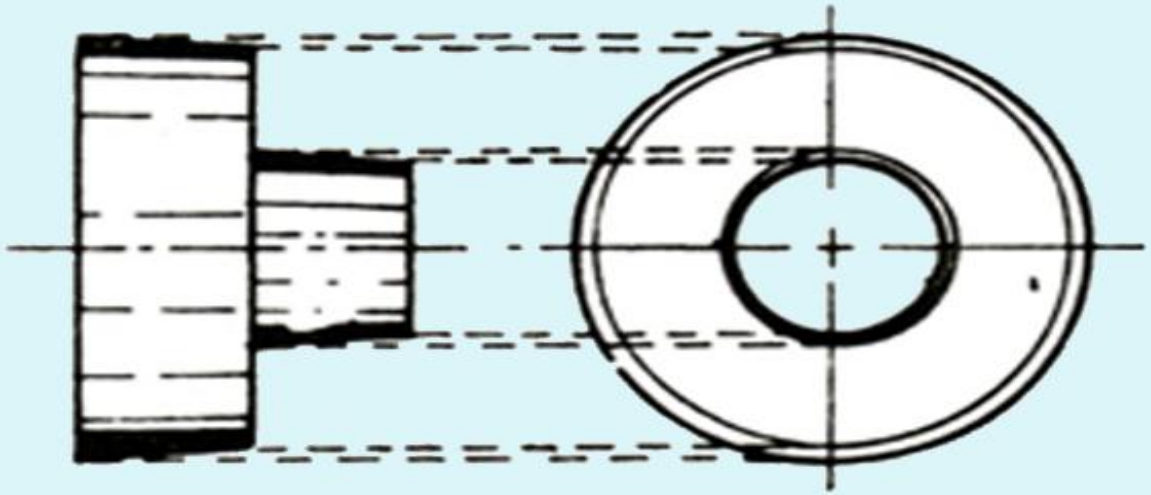
كذلك تستخدم مواد أخرى في صناعة النماذج ولبعض الحالات الخاصة ومنها الجبس والأسمنت واللدائن والشمع وغيرها .

2- أنــواع النماذج :

تستخدم أنواع مختلفة من النماذج من حيث تطابق شكلها مع شكل المسبوكات بحيث يمكن تقسيم النماذج تبعا لما يتطلبه عمل المسبوكات الى الأنواع التالية : ــ

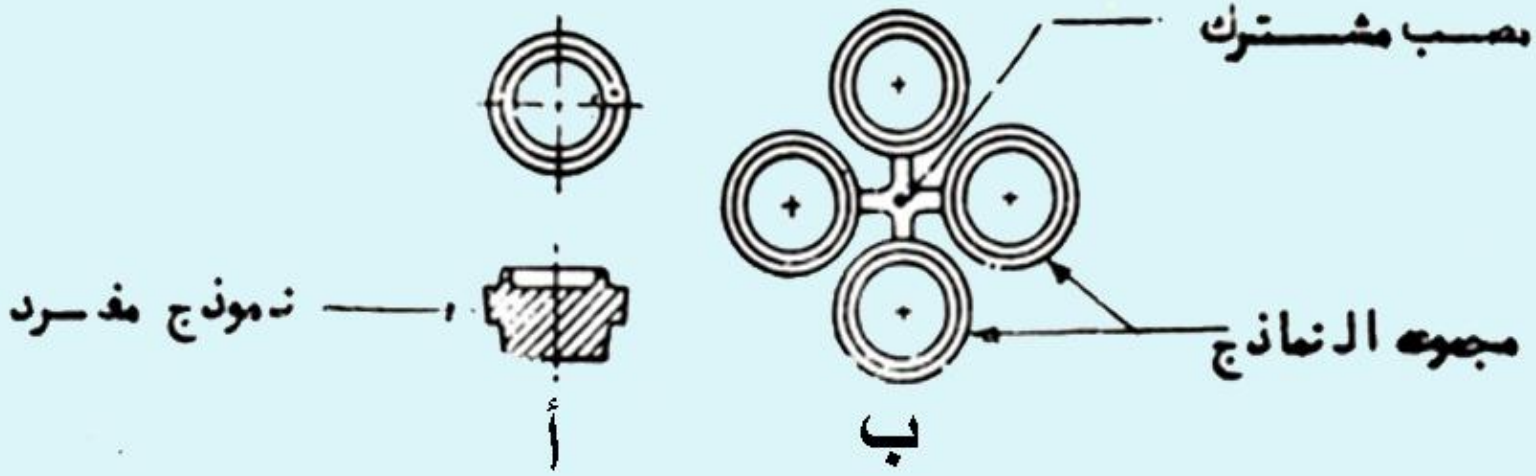
أ- النماذج المفردة (المنفصلة) :

وهـــــي عبارة عن نسخ مفردة للمصبوب مشابهة تماما من حيث الشكل والتفاصيل التي يحتويها المصبوب الناتج وكما يوضحها الشكل التالي . تصنع هذه النماذج غالبا من الخشب أو المعدن أو الجبس أو اللدائن أو الشمع أو مواد أخرى . أن أستخدام هذا النوع من النماذج قليل وذلك بسبب زيادة العمل اليدوي أثناء المقالبة ، حيث يتم تشكيل السطح الفاصل وحفر المصبات للمعدن في الرمل يدويا" ، أضافة الى ذلك فأن النموذج يرفع يدويا" بعد دقه وتحريكه لفصله عن الرمل مما قد يسبب تغيرا" في أبعاد المصبوب لذلك تكون عملية المقالبة في هذه الحالة بطيئة وباهظة التكاليف .



ب- النماذج ذات المصب :

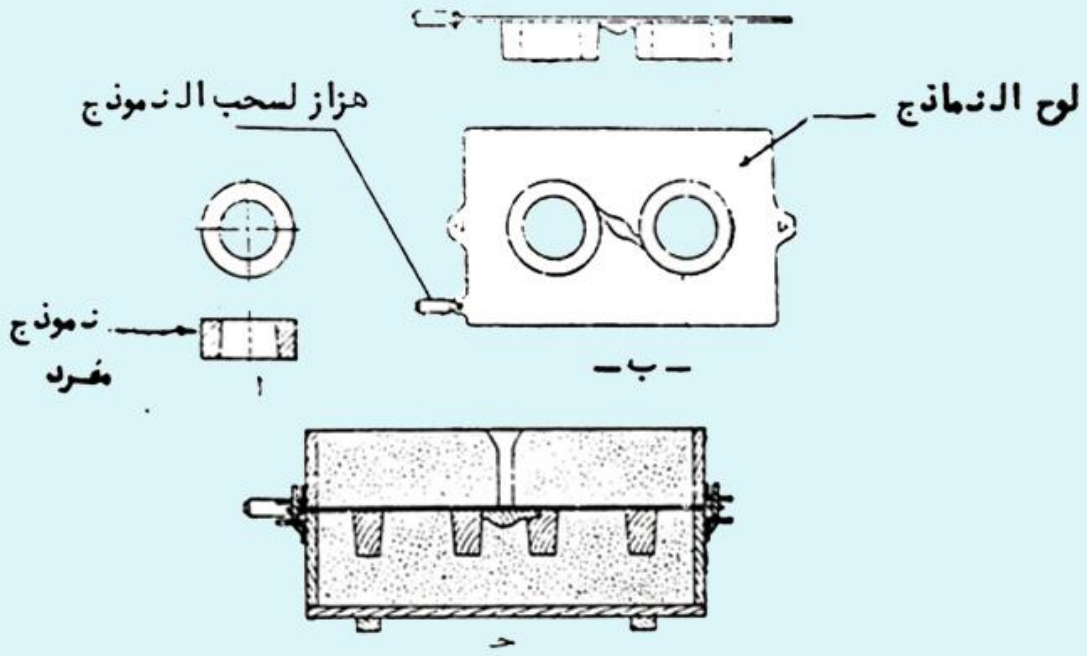
يعد هذا النوع من النماذج تحسينا" للنماذج المنفصلة التي بدون مصب حيث تكون المصبات فيها جزء من النموذج ولا يتم عملها يدويا" وبذلك تزداد سرعة العمل ودقة المقالبة وذلك لقلة العمل اليدوي وكما موضح بالشكل التالي ، كما أنها تساعد في حالة مقالبة مجموعة من النماذج على تثبيت هذه النماذج في الموضع المناسب فيما بينها . من مساوئ هذه النماذج أنها سهلة الأنكسار عند تجميعها لذا يجب مناولتها بكل دقة وعناية .



ج- النماذج ذات اللوح :

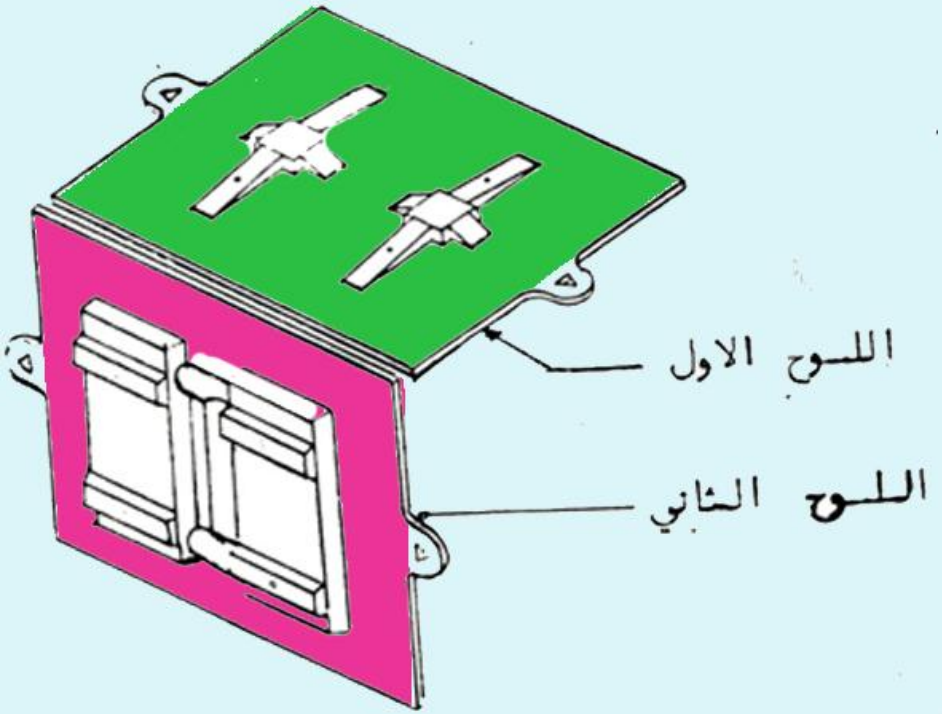
يستخدم هذا النوع من النماذج في حالة أنتاج كميات كبيرة من المصبوبات الصغيرة الحجم ، خصوصا" في عمليات المقالبة بالماكنات . حيث يثبت فيها النصفان العلوي والسفلي للنموذج على الوجهين المتقابلين للوجه من الخشب أو المعدن الخفيف حيث تمثل هذه اللوحة الخط الفاصل للنموذج ، وفي هذه الحالة يتم صب اللوحة والنموذج في قطعة واحدة داخل قالب من الرمل أو الجبس . تتضمن هذه النماذج مصبات المعدن والتي تكون متصلة باللوحة وكما يوضحها الشكل التالي .

أن الدقة الناتجة من خلال أستخدام هذا النوع من النماذج تكون أفضل خصوصا" بالمقالبة الميكانيكية وعند أستخدام الهزازات الكهربائية أو التي تعمل بالهواء المضغوط والمتصلة باللوحة عند سحبها من القالب وبالتالي تقليل والتقليل من تحريك للنموذج لغرض أخراجه من القالب . يثبت نصفا النموذج وكذلك المصبات على اللوحة بواسطة اللوالب أو المسامير حيث يتم التأكيد على مقابلة نصفي النموذج لبعضهما بشكل تام وعدم ترحيلهما عن بعض وذلك بأن يتم جمع نصفي النموذج وعمل ثقب بهما ثم يثبت جزء منهما على اللوحة أمام ثقب الجزء الأول والذي يستخدم كدليل لتثبيت الجزء الآخر أمامه .



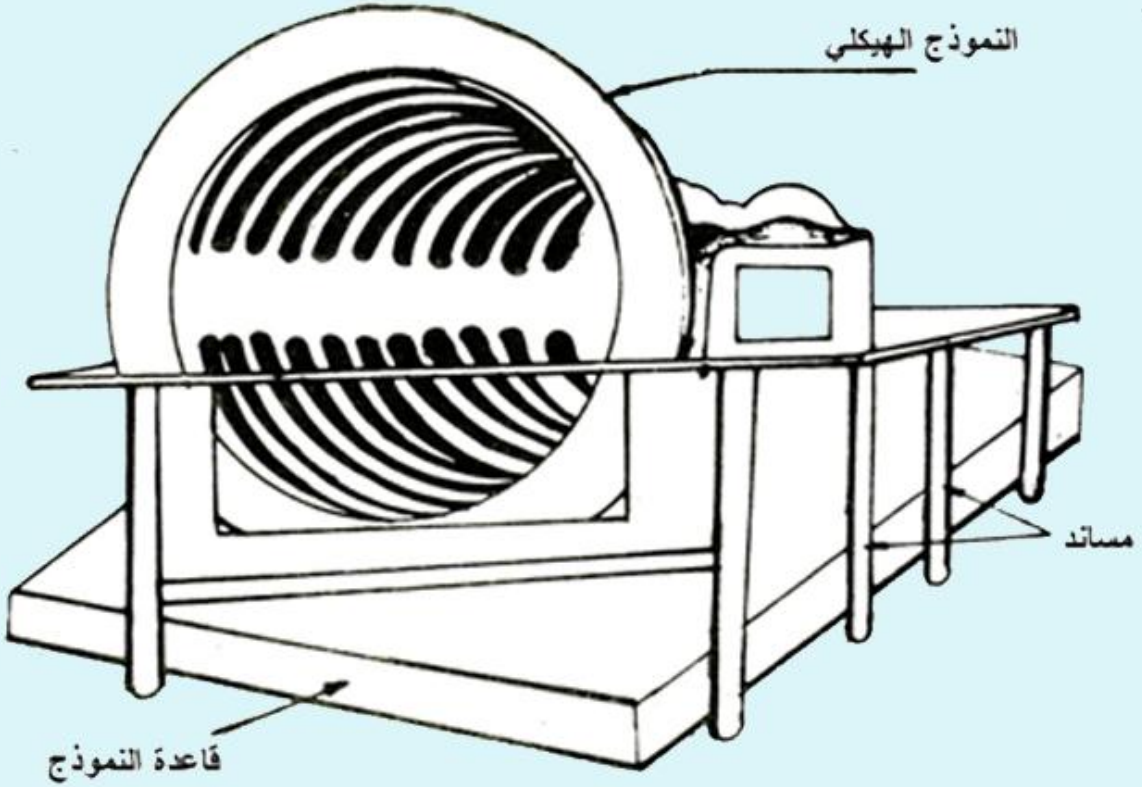
د- النماذج ذات النصفين :

وفي هذا النموذج يثبت كل من الجزئين العلوي والسفلي للنموذج على لوحة منفصلة وليس على لوحة واحدة كما في النماذج ذات اللوح . يستخدم هذا النوع من النماذج في حالة المقالبة الميكانيكية للمصبوبات المتوسطة والكبيرة الحجم والتي يصعب تداولها عند أستخدام نماذج أخرى بسبب وزنها . تحتاج النماذج ذات النصفين الى دقة عالية في ضبط نصفي القالب حيث يتم أستخدام مسامير كدلائل كي يتطابق الجزء العلوي والسفلي للمصبوب في الوضع الصحيح بعد صبه وعدم ترحيل أحدهما عن الآخر . الشكل التالي يوضح النموذج ذو النصفين .



هـ- النماذج الخاصة :

فـــي الأحوال التي تكون فيها الأنواع المذكورة من النماذج غير ملائمة للأستخدام يتم حينها أستخدام أنـــواع خاصة تلائـــم العمل المحدد ومنها النماذج الهيكلية والتي يوضحها الشكل التالي . تستخدم هذه النماذج مع المصبوبات الكبيرة الحجم وفيها يتم عمل الجزء الأكبر من القالب يدويا" وقد تستخدم الطبعات عندما يكون القالب متماثلا" .

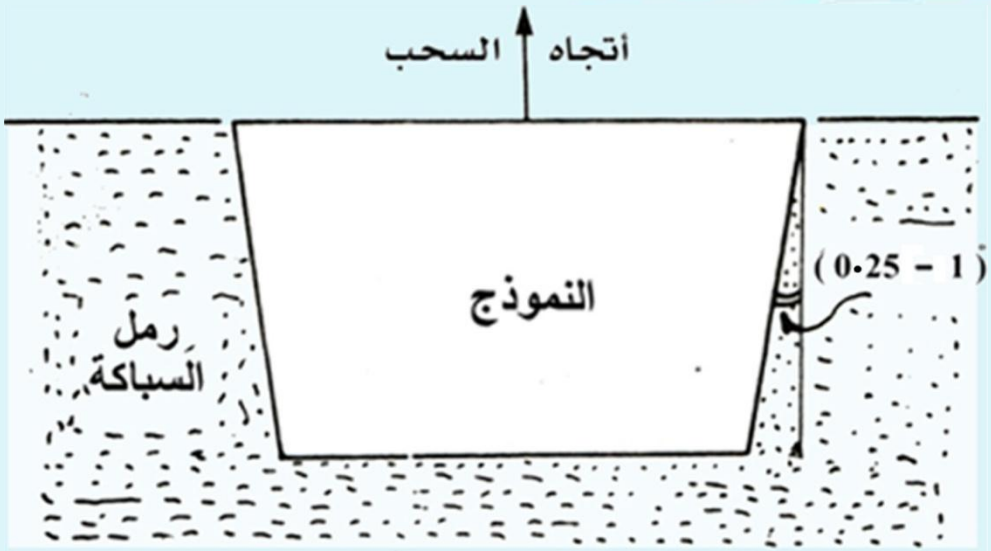


3- السماحات في تصنيع النماذج

يتـــم تصنـيع النموذج بعد تحديد المادة التي يصنع منها والأبعاد المطلوبة له . وكي نحصل على مسبوك بأبعاد صحيحة يجب مراعاة خواص المعدن من حيث انكماشه بعد صبه وكذلك بعض الاعتبارات المتعلقة بعملية مقالبة النموذج وأجراء التشغيل على المسبوك . لذلك فأن أهم السماحات لأبعاد النموذج هي : ـ

أ- سلبية النموذج (الاستدقاق)

السلبة هي الميل أو الأستدقاق الذي يصنع في سطوح النموذج الرأسية لتسهيل عملية سحبه من القالب بأقل ما يمكن من تلف لهيأة الرمل والناتج من الأحتكاك الحاصل بين سطح النموذج وحبيبات الرمل التي هي بتماس معه عند أخراج النموذج من القالب بعد أجراء عملية المقالبة وقد يؤدي ذلك الى فشل عملية المقالبة . وللتخلص من هذه المشكلة يتم صنع الأسطح للنموذج والموازية لأتجاه السحب مائلة مع بعضها بزاوية صغيرة (0.25 ـ 1) درجة وكما موضحة بالشكل التالي . حيث أن هذه السلبة تساعد على تهيئة خلوص بين النموذج وجدار رمل القالب ويزداد هذا الخلوص كلما سحب النموذج أكثر . يتم أحتساب فروقات الأبعاد المنتجة عن أعتبار السلبية حيث تضاف هذه الفروقات الى أطوال الأبعاد المحددة لأنتاج المسبوك .



ب- سماحات التقلص

يجب الأخذ بنظر الأعتبار التقلص أو الأنكماش الذي يحدث بالمعدن المنصهر بعد صبه ، حيث يحدث تقلص بحجم المعدن خلال تحوله من الحالة السائلة (المنصهر) الى الحالة الصلبة (الأنجماد) ، كما ويحدث التقلص أيضا عند تبريد المعدن من درجة حرارة التجمد الى درجة حرارة الغرفة ، لذلك عند صناعة النموذج يجب مراعاة مقادير التقلص بالمعدن لغرض أضافتها الى أبعاد النموذج لتعويض الأنكماش الحاصل . يعتمد مقدار الأنكماش على نوع المعدن المستخدم وكذلك على درجة حرارة التجمد وسرعته وعلى تركيب السبيكة المعدنية في حالة السبائك .

وتستخدم عادة في صناعة النماذج قيمة التقلص الكلي الذي يمثل المقدار النهائي للتقلص الحاصل بحجم المسبوك والذي يعوض بالنموذج على أساس الطول . فمثلا" يتقلص المسبوك الذي يستخدم فيه معدن من حديد الزهر والذي طوله (500 ملم) عند تجمده بمقدار (5 ملم) أي أن مقدار تقلص حديد الزهر (1 %) لذلك يجب أن يكون طول النموذج في هذه الحالة (505ملم) لتعويض مقدار التقلص .

تستخدم مسطرة الأنكماش في تصنيع النماذج وهي مسطرة خاصة ترسم عليها التدريجات بقيم أكبر من القيم الاعتيادية بمقدار التقلص بالمعدن المحدد وذلك للتخلص من من أجراء الحسابات لفرق بالأبعاد الواجب أضافتها للنموذج بسبب التقلص . كما أن الإضافات لتعوض التقلص في المسبوكات الكبيرة تكون بنسبة أقل مما في المسبوكات الصغيرة وذلك بسبب كون المعدن في المسبوكات الكبيرة يضغط على جدران القالب بسبب وزنه قبل تجمده وأنكماشه ويزيد بذلك من أتساع فراغ القالب . في حالة النماذج المعدنية يجب حساب مقدار التقلص الذي يحصل بمعدن المسبوك وكذلك التقلص الذي يحصل بمعدن النموذج المعدني وأضافتها الى أطوال النموذج الخشبي .

يوضح الجدول التالي مقادير التقلص في بعض المعادن الشائعة الأستخدام وكما يلي: ـ

ت	المعـــــدن	نسبة التقلص
1-	حديد الزهر	1 %
2-	الصلب	2 %
3-	الألمنيوم	1.8 %
4-	المغنسيوم	1.8 %
5-	النحاس الأصفر	1.4 %

ج- سماحات التشغيل (الأنهاء)

يجب الأخذ بنظر الأعتبار عند صناعة النموذج أن تضاف زيادة لأبعاده وذلك لتعويض ما يتم أزالته من معدن من سطح المسبوك بعمليات التشغيل النهائية على المسبوك أو التنظيف والتي تجرى على المسبوكات بعد أنتهاء عملية الصب . ويعتمد مقدار هـــذه الأضافات على (دقة المنتج المطلوبة ، نوع المعدن ، طريقة التشغيل ، طريقة السباكة) .

كما ويؤخذ بنظر الأعتبار أحتمالية أعوجاج بعض الأسطح بسبب أختلاف السمك وسرعة التبريد . الجدول التالي يبين مقدار الأضافات على أبعاد النموذج لتعويض عمليات التشغيل على المسبوك أو التنظيف وكما يلي : ـ

ت	المعـــــدن	نسبة سماح التشغيل
1-	حديد الزهر	5 ـ 3
2-	الصلب	8 ـ 4
3-	الألمنيوم	6 ـ 3
4-	النحاس / البرونز	4 ـ 2

4- ألوان النماذج

يتم بعد الأنتهاء من صناعة النماذج الخشبية طلاؤها بألوان مختلفة وذلك لغرض تمييز الأجزاء وتعريف العاملين بورش السباكة بها لأخذ الأحتياطات اللازمة عند تشغيلها ، مما يتطلب وضع النموذج بحيث تكون الأسطح خالية تقريبا من الشوائب ، كذلك توضيح الأسطح التي لا تحتاج الى تشغيل وهذ يتطلب أن يكون السطح الناتج من عملية السباكة ذا دقة ونعومة جيدة . كما ويتم بواسطة الألوان وضع العلامات الدالة على وضع اللباب وغيرها . لقد تم الأتفاق على ألوان محددة لطلاء الأجزاء والتي تدل على حالتها والألوان هي كما يلي : ـ

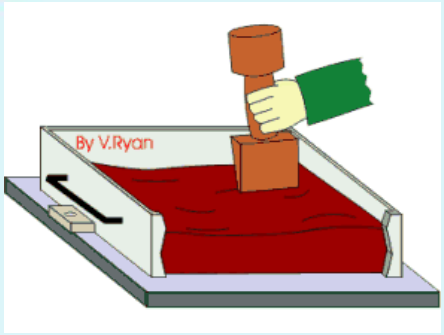
أ- الأسود : لطلاء الأجزاء والأسطح التي لا تحتاج الى عمليات تشغيل بعد السباكة .

ب- الأحمر : لطلاء الأجزاء والأسطح التي تحتاج الى عمليات تشغيل بعد السباكة .

ج- الأصفر : تطلى به ركائز اللباب (الدلاليك) والركائز المنفصلة .

د- خطوط حمراء على أرضية صفراء : تستخدم لمقاعد أجزاء النموذج المنفصلة .

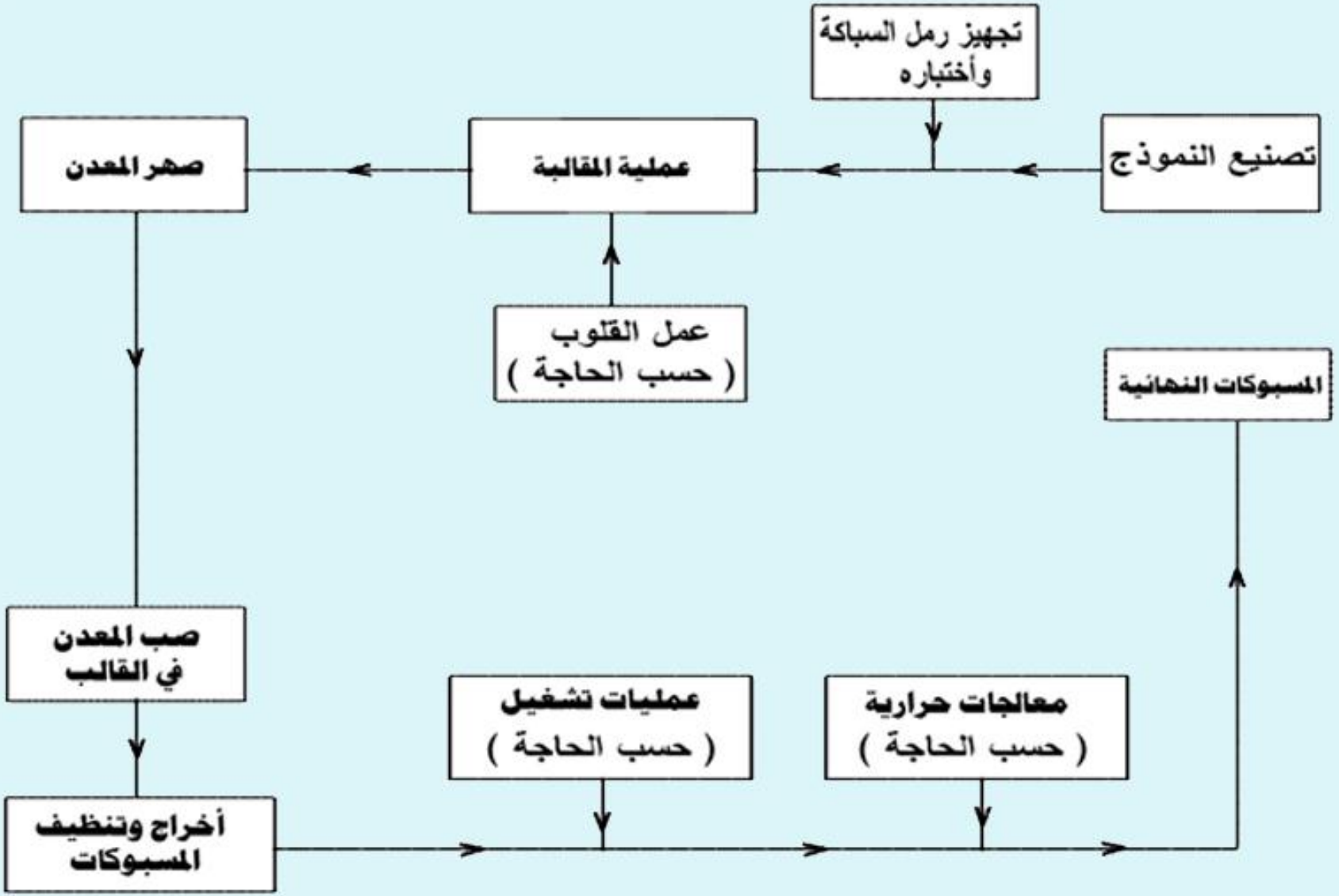
هـ- خطوط سوداء على أرضية صفراء : تستخدم لأجزاء تقوية النموذج .



السباكة

1- عملية السباكة

هي أحدى عمليات تصنيع المعادن المهمة والأساسية التي تعنى بتشكيل المعادن وهي في حالة السيولة (Liquidity) ، أي صهر المعادن وصبها في قالب (Mould) له فجوة (Cavity) أو فراغ يشبه شكل وحجم المسبوك المطلوب أنتاجه . يتم عمل هذا الفراغ بعملية المقالبة لرمال السباكه بأستخدام نموذج (Pattern) من الخشب أو المعدن . قد توجد بعض الأختلافات في المراحل التي يمر بها المسبوك لغاية أنتاجه ، وعليه يمكن أعتماد المراحل الأساسية التي تمر بها المسبوكات والمحددة بالمخطط التالي : ـ


تجهيز رمل السباكة وأختباره
تصنيع النموذج
عملية المقالبة
صهر المعدن
عمل القلوب (حسب الحاجة)
المسبوكات النهائية
صب المعدن في القالب
عمليات تشغيل (حسب الحاجة)
معالجات حرارية (حسب الحاجة)
أخراج وتنظيف المسبوكات

2- أنواع طرق السباكة :

يمكن تقسيم طرق السباكة المستخدمة الى ما يلـــــي : ـ

أـ سباكة الصبات Ingot Casting

فـــي هذه الطريقة يتم أنتاج صبات المعادن والسبائك بعد صب المعدن المنصهر في قوالب بسيطة ذات أشكال وأحجام مقاربة للمنتج النهائي ويتم تشكيلها فيما بعد للحصول على المسبوك النهائي بالشكل والأبعاد المطلوبة .

ب- السباكة الرمليـــــة Sand Casting

في هذه الطريقة يتم عمل تجويف في قالب رملي ومن ثم يصب المعدن المنصهر فيه ليأخذ شكل المسبوك المطلوب أنتاجه بعد تجمده . تحتاج المسبوكات المنتجة بهذه الطريقة لعمليات تشغيل وتنظيف لأسطحها للحصول على الدقة والشكل النهائي المطلوب .

ج- السباكة بواسطة القوالب المعدنية Die Casting

في هذه الطريقة يكون القالب مصنوعا" من المعدن لذلك تكون المنتجات ذات دقة عالية ولا تحتاج الى عمليات تشغيل أضافية .

3- مزايا عمليات السباكة : .

تمتاز عمليات السباكة عن باقي عمليات تشكيل المعادن الأخرى بما يلـــــي : ـ

أ- يمكن الحصول بعمليات السباكة على منتجات ذات أشكال معقدة .

ب- تكون المسبوكات المنتجة متشابهة الى حد كبير .

ج- أستخدام السباكة الرملية عادة لتصنيع القطع الكبيرة الحجم والتي لا يمكن تصنيعها بالطرق الأخرى أو تكون كلفة أنتاجها عالية جدا" .

د- تستخدم السباكة للمعادن والسبائك التي يصعب تشكيلها بطرق أخرى .

4- السباكة الرملية

أ- رمال السباكة :

تعد رمال السباكة العنصر الرئيسي في عملية السباكة الرملية ويتم الحصول عليها من المصادر الطبيعية (أحواض الأنهار وشواطئها) أو يتم تجهيزها لتتوفر فيها الشروط الضرورية لعملية السباكة .

ب- خواص رمال السباكة :

يجب أن تكون رمال السباكة مناسبة لعمل القوالب وأنتاج مصبوبات خالية من العيوب ،لذلك يجب أن تتوفر فيها الخواص التالية : ـ

1- قوة التماسك والأحتفاظ بالشكل :

أي يجب أن يكون للرمل الأخضر بعد خلطه بالماء قوة التماسك والمتانة المناسبة لعمل القالب عندما يكبس للحصول على الشكل المطلوب والأحتفاظ به .

2- متانة الرمل الجاف عند درجات الحرارة العالية :

يجب أن تتوفر في الرمل المستخدم المتانة الكافية لمقاومة النحر (الحفر) والناتج من تيار منصهر المعدن المصبوب والذي يكون بدرجات حرارة عالية مسببا لتبخر الماء الموجود بالرمل الملاصق للمعدن وبسرعة كبيرة ، كما يجب أن تتوفر في هذا الرمل المقاومة للضغط الناتج من وزن المعدن المصبوب ، كذلك يجب أن يتمتع الرمل باستقرار حراري وعدم التمدد بسرعة نتيجة لدرجات الحرارة العالية التي يمر بها منصهر المعدن .

3- درجة أنصها عالية :

يجب أن يتمتع الرمل المستخدم بدرجات انصهار عالية (أعلى من درجة أنصار المعدن المصبوب) حتى لا ينصهر عند صب المعدن مما يؤثر على جودة سطح المصبوب ونعومته

4- النفاذيـــــــــة :

عند صب المعدن المنصهر وبدرجات الحرارة العالية ، يتولد مقدار كبير من بخار الماء (من الرمل) والغازات الأخرى (نتيجة احتراق) الرمل ، لذلك يجب أن يكون الرمل المستخدم ذو نفاذية (مسامية) تسمح بخروج الأبخرة والغازات الى خارج القالب، لتفادي أحتواء المعدن المصبوب عليها وبالتالي أنتاج مسبوك يحتوي على تجاويف غازية .

5- القابلية على الانهيار وأعاده الاستخدام :

يجب أن يكون بالإمكان تكسير القالب الرملي بعد الانتهاء من عملية الصب واخراج المسبوك منه وعدم تصلب الرمل المستخدم ، كذلك أمكانية أعادة استخدام الرمل مرة أخرى بعد ضبط نسبة المواد الرابطة فيه ومكوناته الأخرى .

ج- مكونـات رمل السباكة :

يتكون رمل السباكة الأخضر من المكونات الثلاثة الرئيسية الآتية أضافة الى عدد من المواد الأخرى التي تكسب الرمل خواص معينة عند أضافتها .

1- رمل السليكا (S_1O_2)

يشكل رمل السليكا النسبة العظمى من مكونات رمل السباكة حيث تصل نسبته الى (50 ـ 90) % وتختلف حبيبات الرمل فيما بينها في الأمور التالية : ـ

أ- شكل الحبيبات وحجمها .

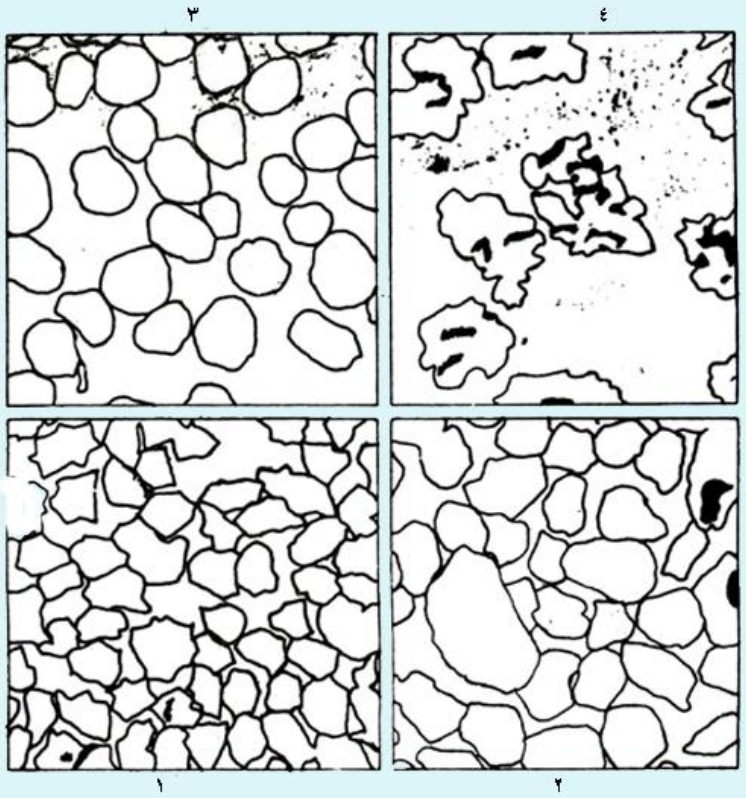
ب- التركيب الكيميائي لها .

ج- قوة الاحتمال والاستقرار الحراري .

وتوجد أربعة أنواع من حبيبات الرمل اعتمادا" على شكلها وكما يوضحه الشكل التالي وهي : ـ

1- حبيبات الرمل الزاوي 2- شبه الزاوي 3- المدور 4- المركب .

يكون أقل تلامس موجود بين الحبيبات في حالة الحبيبات المدورة ، أي عدم تداخلها لذلك تكون نفاذيتها جيدة وقابليتها لتحمل درجات الحرارة عالية . بينما تحتاج قوالب حبيبات الرمل الزاوي الى مادة رابطة أكثر ورطوبة أعلى ، أما حبيبات الرمل المركبة فهي تتكون من أرتباط مجموعة من الحبيبات مع بعضها بحيث لا تنفصل عند مرورها بالمناخل .



2- المواد الرابطة :

تستخدم المواد الرابطة مع حبيبات الرمل بوجود الماء لغرض الحصول على قوة التماسك والتشكيل لرمل السباكة ، وتصل نسبة المواد الرابطة بالرمل المعد للسباكة لغاية (50%) . والمواد الرابطة هي عبارة عـــن أنواع من الطين الذي يتكون من مجموعة متناهية بالصغر من دقائق متبلورة تســـمى بـ (فلزات الطين) ، وتكون هذه الدقائق على شكل قشور ذات قطر صغير جدا" (حوالي 2 مايكرون) وقد يحتوي الطين على الكثير من الدقائق الصغيرة الأخرى الزائدة (غير القشور) وتكون محببة الشكل ولا تشترك بعملية الربط . أن فلزات الطين التي تتكون منها القشور تمتلك خواص تتوقف على التركيب والبنية مثل (الترابط ، التعجين ، مقاومة الحرارة والقابلية على الأنتفاخ والأنكماش) .

يوجد أنواع مختلفة من فلزات الطين تختلف من حيث تركيبها الكيميائي والجزيئي أو في خواصها مثل (المنتموريللونايت ، الكارولينايت ، الصالوايت والأيلليت) .

3- المـــــاء :

عندما يضاف الماء الى الطين فانه يخترق الخليط ويكون غشاء يغلف كل قشرة بمفردها ، ويلاحظ ان جزيئات الماء التي لاتكون في حالة الميوعة وانما تقيد النموذج المعين (جاسيء) بسبب تاثير الطين الفلزي وعندما يضاف مزيد من الماء يزداد سمك الغشاء المغلف للقشرة لدرجة يفقد فيها الجساءة (بسبب ضعف تاثير الطين الفلزي بالطبقة العليا لغشاء الماء)، وتبدا بذلك الحالة الطبيعية للماء (الميوعة)بالظهور، فتقل قوة الربط للطين .ان قوة الربط بالطين تظهر عند اضافة الماء بنسبة من (1.5ـ 8) تقريبا وتنشا هذه القوة عند ذلك الرمل ودفع حبيباته بقوة خلال الطين مع الماء والذي يغلف حبات الرمل ويحشرها بين الحبات الاخرى .ان التحكم في النسبة المئوية للماء الموجود في الرمل ، يعد من الامور المهمة جدا ، ويفضل ان يكون الماء المستخدم نظيفا ليقل تاثيره على فلزات الطين المستخدمة .

4- المواد الاخرى المضافة :

قد تحتوي رمال السباكة على مواد اخرى غير المكونات الرئيسية الثلاث، حيث تضاف هذه المواد لغرض تحسين بعض خواص رمال السباكة ، ومن هذه المواد : دقيق الغلال ، ومسحوق الزفت ، والفحم المطحون ، وزيت الوقود ، ودقيق الخشب الدكسترين...

5- خلط الرمل والأجهزة المستخدمة :

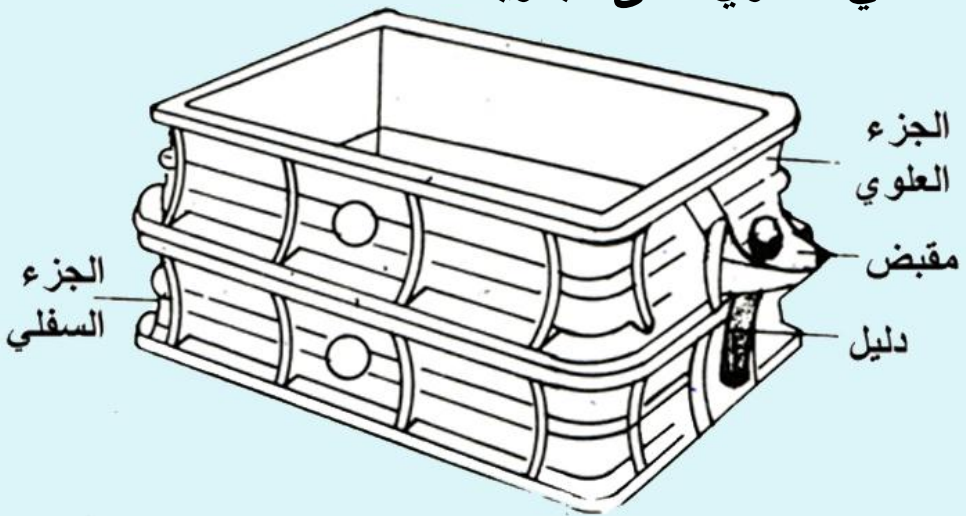
يتم خلط مكونات الرمل الاساسية المذكورة وفق النسب المحددة لكل منها واعتمادا على جملة امور تتعلق بالمعدن المراد صهره وتفصيلات القالب المطلوب تشكيله . ويتم خلط الرمل باستخدام خلاطات الرمل التي تكون بانواع مختلفة ,ويوضح الشكل التالي نموذجا" لهذه الخلاطات . حيث تكون هذه الماكنة عبارة عن وعاء اسطواني يحتوي على عمودين رأساه مثبت عليها مجموعة من الريش المعدنية التي تجور لتحرك وتخلط الرمل الموجود داخل الوعاء . يتم وضع عناصر من اعلى الوعاء وكذلك جميع الاضافات الاخرى التي تستخدم مع الرمل .

وبعد اتمام خلط الرمل يسحب من الفتحة الخاصة الموجودة من اسفل الوعاء . ويكون الرمل بعد الخلط جاهزا لاجراء المقالبة ،وتجرى مجموعة من الاختبارات عليه قبل ذلك .

6- مقالبة الرمل

أ- المواد المستخدمة في تجهيز القوالب الرملية :

تستخدم صناديق المقالبة عند تجهيز القوالب من الرمل – وصناديق المقالبة والتي يوضحها الشكل التالي هي عبارة عن صناديق معدنية او خشبية خفيفة الوزن يتكون كل منها من جزئين (جزء علوي وجزء سفلي) ، وفي بعض الحالات يتكون صندوق المقالبة من ثلاثة اجزاء .لهذه الصناديق مقابض لرفعها ، ودليل لتثبيت الجزأين مع بعضهما بتطابق تام . كذلك تستخدم لتجهيز القوالب ، اضافة الى صناديق المقالبة : النماذج الخشبية او المعدنية وبعض العدد اليدوية كالمدكات المختلفة والسقالات وغيرها .ويستخدم لوح المقالبة لغرض وضع صندوق المقالبة عليه عند اجراء خطوات المقالبة . وقد تستخدم اللباب (القلوب) المصنوعة من الرمل في حالة المسبوكات التي تحتوي على تجاويف.



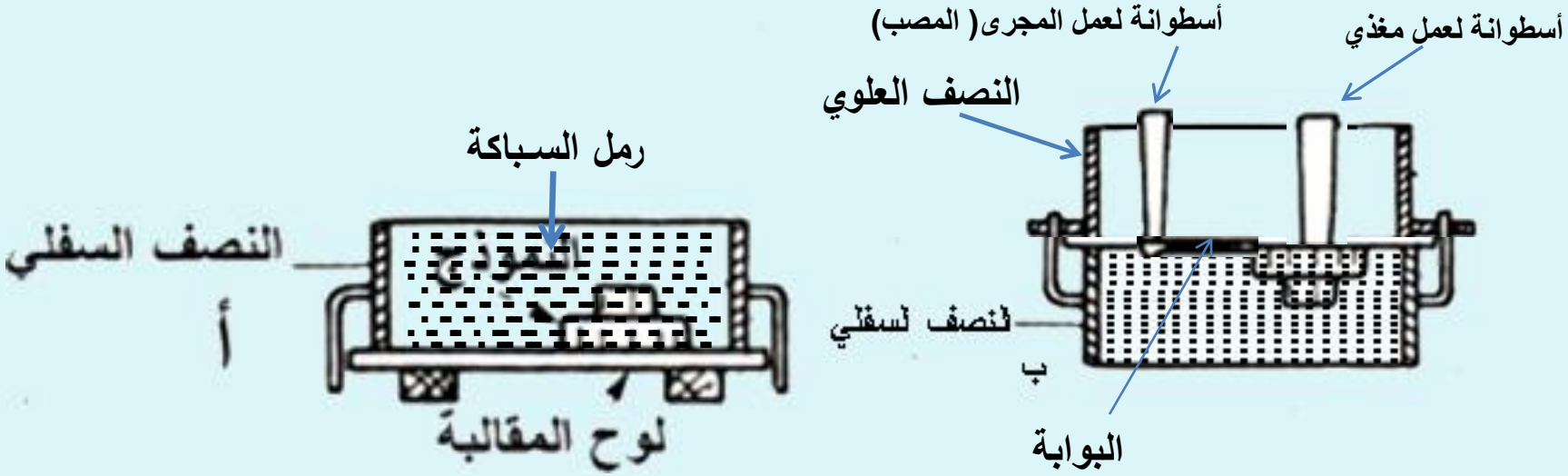
ب- عملية تجهيز القوالب المختلفة :

يتم عمل القوالب المختلفة (الرملية والسمنتية والطفلية وغيرها) وفق خطوات تتبع عند المقالبة اليدوية باستخدام المواد والمعدات الخاصة لهذه العملية، وكذلك يمكن ان تتم باستخدام الماكنات.

والمقالبة تعني عملية تشكيل فراغ ضمن القالب برمل السباكة ، يشابه من حيث الشكل والتفاصيل المسبوك المطلوب انتاجه وذلك باستخدام النموذج.

تجهيز القوالب الرملية :

يتم تجهيز القوالب الرملية وعملها وفق الخطوات الاتية والموضحة بالشكل التالي : ـ



أ- يوضع النموذج المستخدم على لوح المقالبة ضمن لوح المقالبة ضمن النصف السفلي لصندوق المقالبة.

ب- تنخل كمية من رمل المواجهة فوق النموذج وذلك للحصول على اسطح ناعمة ونظيفة للمسبوك.

- يكمل مل ء الصندوق برمل السباكة ويدك باستخدام المدكات اليدوية وبمقدار يكفي لجعل الرمل متماسكا ويتحمل المناولة ، ومقاومة نحر المعدن السائل اثناء جريانه .
يسوي الرمل بالسطح العلوي للصندوق.

ج- يقلب جزء الصندوق رأسا على عقب ، ويرش قليل من رمل الفصل على سطح القالب لمنع التصاق الرمل من نصفي القالب اثناء دك النصف العلوي.

د- يوضع النصف العلوي في مكانه فوق النصف السفلي ويثبتان مع بعضهما مثبتات خاصة وتوضع قصبان(اسطوانية الشكل) من الخشب ، لغرض عمل مجرى لصب المعدن المنصهر وتوصيله الى تجويف القالب ، وكذلك لعمل مغذ (مزود) للمعدن والذي يمتلىء بالمعدن المنصهر (الفائض) لملء تجويف المسبوك عند نقصان المعدن بعد الانكماش .

هـ- يملأ النص العلوي برمل السباكة ويدك ويسوي سطحه ، وبعد ذلك تسحب الاسطوانات المستخدمة لعمل المصب والمغذي.

و- يرفع النصف العلوي من القالب ويتم اخراج النموذج من النصف السفلي وتنظيف بقايا الرمل واصلاح بعض الاجزاء المتضررة بالقالب ، واكمال عمل ممرات المعدن وحسب طبيعة النموذج.

ز- في حالة النماذج التي تحتاج الى وضع لباب(قلوب) يتم وضعها بعد أتمام المقالبة . في موضعها المحدد ، ويتم كذلك تجفيف القالب ليكون جاهزا" لعملية الصب . يوضح الشكل التالي نموذجا خشبيا يتكون من جزئين ويحتوي على تجاويف ومطلوب اجراء عملية المقالبة برمال السباكة لانتاج المسبوك المطلوب .

وتتم عملية المقالبة حسب الخطوات الآتية : ـ

1- يوضع الجزء الاول من النموذج على لوح المقالبة ضمن النصف السفلي لصندوق المقالبة وكما هو موضح بالشكل (a) .

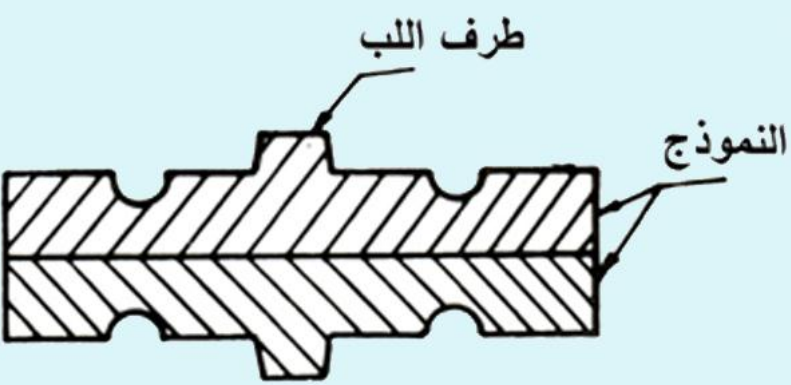
2- يملأ الصندوق برمل السباكة بعد وضع كمية من رمل المواجهة على النموذج ويدك الرمل ويسوى سطحه العلوي بعد عمل ممرات خاصة للتهوية (للتنفيس) ، وكما هو موضح بالشكل (b) .

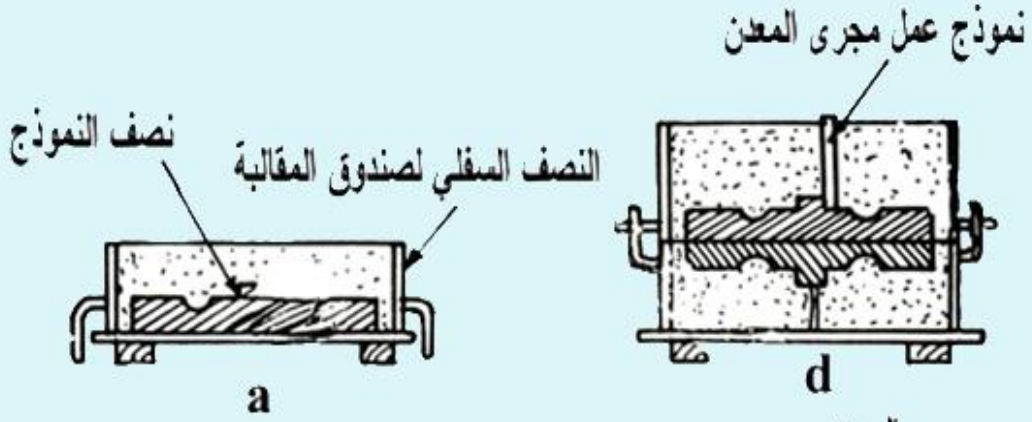
3- يقلب جزء صندوق المقالبة المستخدم على عقب ،ويثبت النصف الاخر لصندوق والمقالبة فوق النصف الاول بالمثبتات الخاصة وكما هو موضح بالشكل (c).

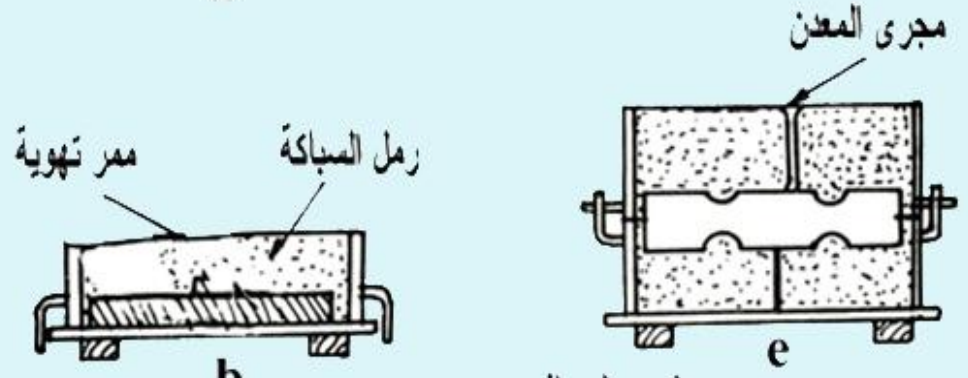
4- يثبت الجزء الثاني للنموذج على النصف الاول بشكل متطابق تمامًا وذلك بوساطة دلائل خاصة تستخدم لغرض تطابق الجزأين وكما موضح بالشكل (d) يملأ الصندوق برمل السباكة ويدك ويسوى سطحه ،وبعد وضع نموذج خاص بعمل مجرى المعدن .

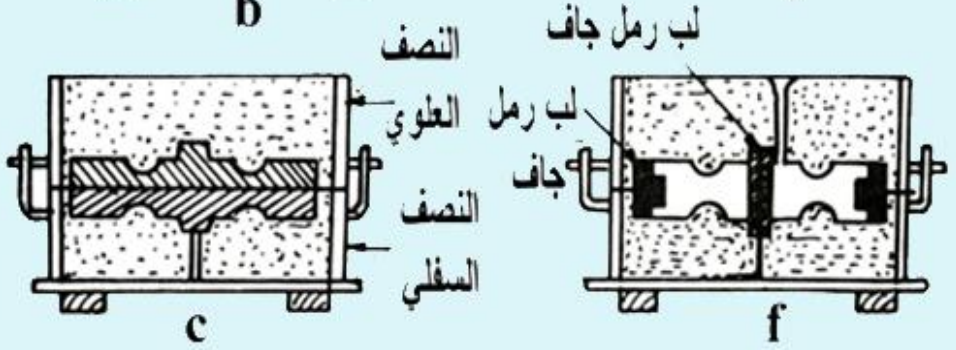
5- يسحب عمل نموذج مجرى المعدن ،ثم يفتح جزءًا من صندوق المقالبة ويسحب نصف النموذج من القالب كما بالشكل(e) .

6- يتم وضع اللباب بمواضعها المحددة في وسط الفراغ وفي الاطراف حيث يثبت اللب في الفراغات التي تحدد موضعه بالضبط والتي تم عملها بوساطة اطراف القلب المعمول مع النموذج ،وكما هو موضح بالشكل (f) وبذلك يكون القالب الرملي جاهزًا لصب المعدن المنصهر وكذلك قد يتم استخدام صندوق المقالبة فيكون من ثلاثة اجزاء عند استخدام نفس النموذج الموضح بالشكل التالي .


طرف اللب
النموذج


نموذج عمل مجرى المعدن
نصف النموذج
النصف السفلي لصندوق المقالبة
a
d

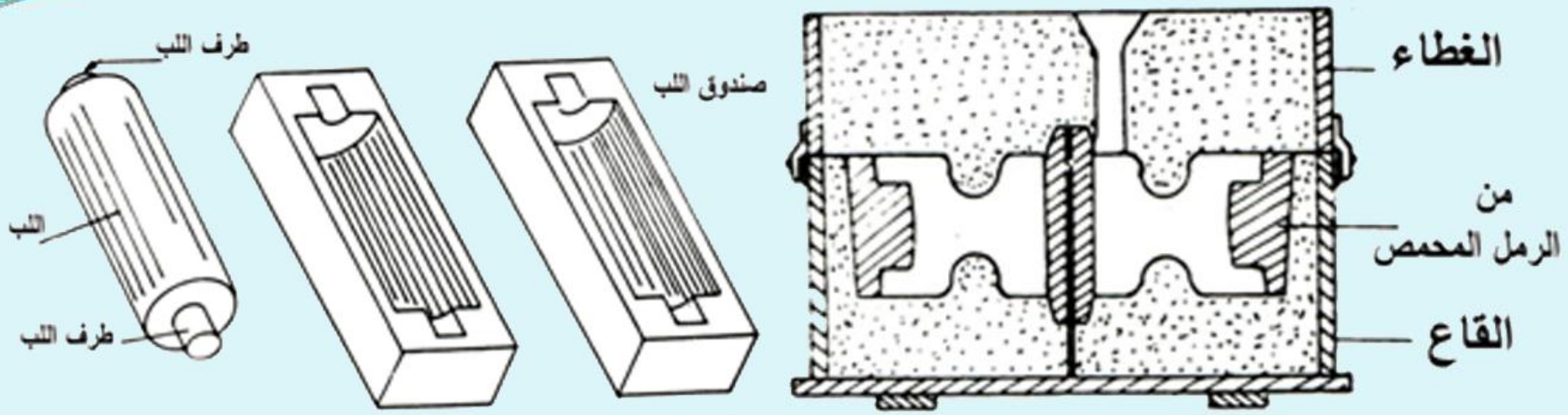

مجرى المعدن
رمل السباكة
ممر تهوية
b
e


لب رمل جاف
النصف العلوي
لب رمل جاف
النصف السفلي
c
f

7- اللباب (القلوب)

وهي عبارة عن اجسام يتم عملها من الرمل لغرض استخدامها بشكل فراغات والتجاويف داخل المسبوكات يجب ان تكون مقاومة اللباب كبيرة حتى تتحمل مسكها وتناولها ووضعها داخل القالب ، وتقاوم سريان وضغط المعدن المنصهر .

تقسم اللباب حسب نوعية الرمل المستخدم الى لباب الرمل الاخضر ذو المقاومة المنخفضة نسبيا ، ولباب الرمل الجاف ذو المقاومة العالية. وكذلك تقسم اعتمادًا على وضعها داخل القالب الى افقية ورأسية وناتئة وتصنع اللباب داخل صناديق خاصة تسمى صناديق اللباب وهذه الصناديق مصنوعة من الخشب والمعدن ويحفر فيها شكل اللباب المطلوب ، يتكون الصندوق من جزء واحد او اكثر بحيث يمكن اخراج اللباب منه بعد تحضيرها ، وكما يبينها الشكل التالي :



أ- رمل اللبـــــاب

يستخدم لصنع اللباب خليط من الرمل والمواد الرابطة المناسبة وقليل من الماء حتى يمكن مقابلتها بسهولة . ان المواد الرابطة المستعملة تعطي متانة عالية وعادة تكون من زيت الكتان والحبوب والراتنجات واللدائن المتصلدة بالحرارة Thermosetting Plastic .

ب- تجفيف اللباب

يتم تجفيف اللباب للاسباب الاتية-:

1- للتخلص من الرطوبة التي يتسبب عنها حدوث الفجوات الهوائية (البخبخة) بمعدن المسبوكة .

2- تماسك اجزاء اللب مما يساعدها على تحمل ضغط المعدن المنصهر عند الصب .

3- احتراق بعض المواد الداخلة في تركيب الرمل فتزداد مسامات الرمل .

يتم تجفيف اللباب باستخدام اللهب المباشر او بوساطة الافران الثابتة (الاعتيادية) او الافران المتنقلة – والتي هي عبارة عن سلة مصنوعة من الاسلاك يوضع داخلها الفحم المشتعل ليشع الحرارة الى سطح اللباب لتجفيفها. كذلك تستخدم الافران الخاصة بتجفيف اللباب الصغيرة والتي تحتوي على مجموعة من الرفوف الشبكية تساعد على حماية اللباب من الكسر اثناء التجفيف .

8- صهر المعدن

تصهر المعادن لغرض صبها بفراغ القالب وأنتاج المسبوك وتعتمد طريقة الصهر الأمور التالية : ـ

أ- درجة الحرارة اللازمة لصهر المعدن أو السبيكة .

ب- كلفة عملية الصهر (أي كلفة تشغيل الفرن المستخدم) .

ج- كمية المعدن المنصهر المطلوب لكل صبة .

وتستخدم في عمليات صهر المعادن الأفران المختلفة من حيث السعة وطريقة الحصول على الحرارة . ويمكن تقسيم أفران صهر المعادن الى أربع مجموعات رئيسية وذلك أعتمادا" على درجة التماس بين كل من الشحنة والوقود ونواتج الأحتراق وهي كالتالـــي : ـ

أـ الأفران التي تكون فيها الشحنة بتماس تام مع الوقود ونواتج الأحتراق :

وهـي تمتاز بكفاءة حرارية عالية جدا" وذلك بسبب أنتقال الحرارة المباشر من الوقود الى المعدن المطلوب صهره ، كما أن الفاقد في الحرارة يكون قليل وذلك بسبب الأستفادة من حرارة نواتج الأحتراق . يمكن أستمرار هذه الأفران لفترات طويلة ألا أن المعدن المنصر الناتج قد يحتوي على الشوائب وذلك بسبب تماس الوقود ونواتج الأحتراق مع المعدن ومن أمثلتها فرن الدست .

ب- الأفران التي تكون فيها الشحنة معزولة عن الوقود لكنها بتماس مع نواتج الأحتراق :

في هذه المجموعة من الأفران تكون الكفاءة الحرارية أقل من المجموعة الأولى وذلك بسبب الفقد الحراري الحاصل نتيجة لكبر سطح الفرن أو بسبب نواتج الأحتراق . يكون المنصهر الناتج في هذه المجموعة أكثر نقاءا" كما ويمكن أستخدامها لصهر كميات كبيرة من المعدن ومن أمثلتها الفرن العاكس .

ج- الأفران التي تكون فيها الشحنة معزولة عن كل من الوقود ونواتج الأحتراق :

وهي الأفران التي تستخدم الفحم أو النفط أو الغاز وقودا" لها ، حيث يمكن الحصول من خلالها على معدن منصهر ذو نقاوة عالية ، ألا أن كفائتها الحرارية واطئة وكمية المعدن المنصهر فيها قليل ومن أمثلتها فرن البوادق .

د- الأفران الكهربائية :

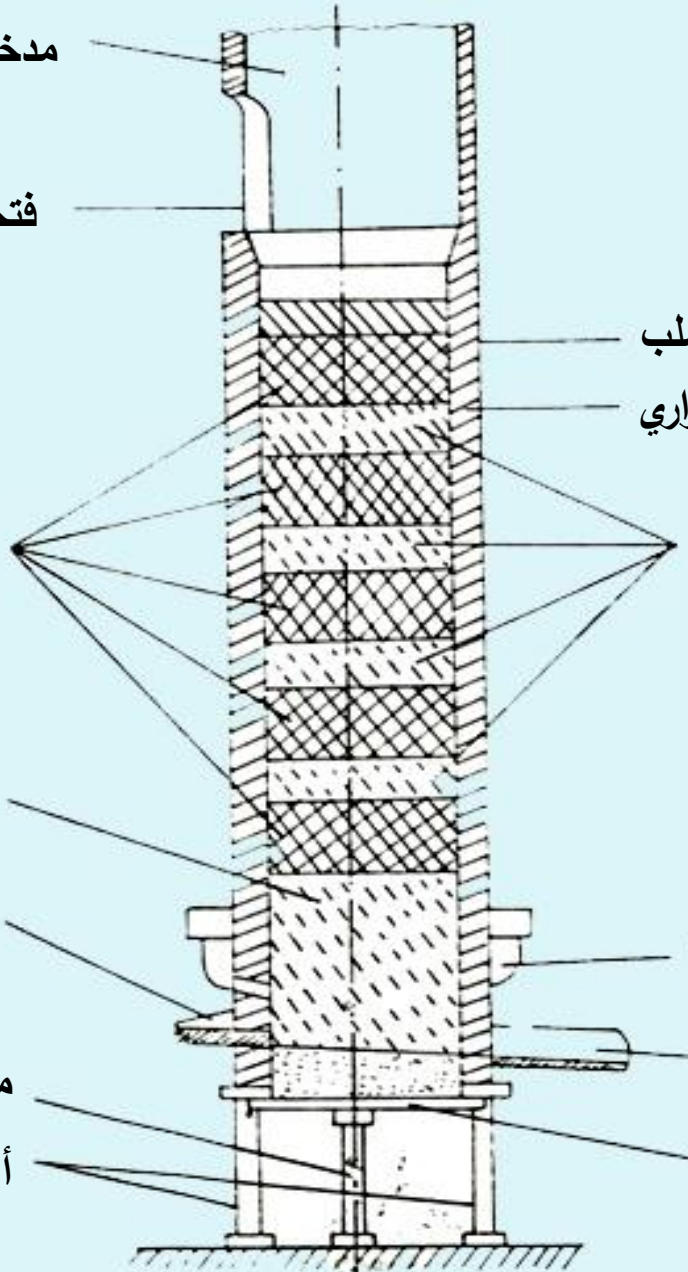
تمتاز هذه الأفران بأمكانية السيطرة على درجة الحرارة وكذلك نقاوة المعدن المنصهر وأمكانية صهر المعادن الرخيصة والسكراب ألا أن كلفة تشغيلها عالية ومن أمثلتها فرن القوس الكهربائي المباشر

امثلة على انواع الافران

كما ذكر سابقا بأن هناك عدة أفران متنوعة تستخدم لصهر المعادن ومنها :-

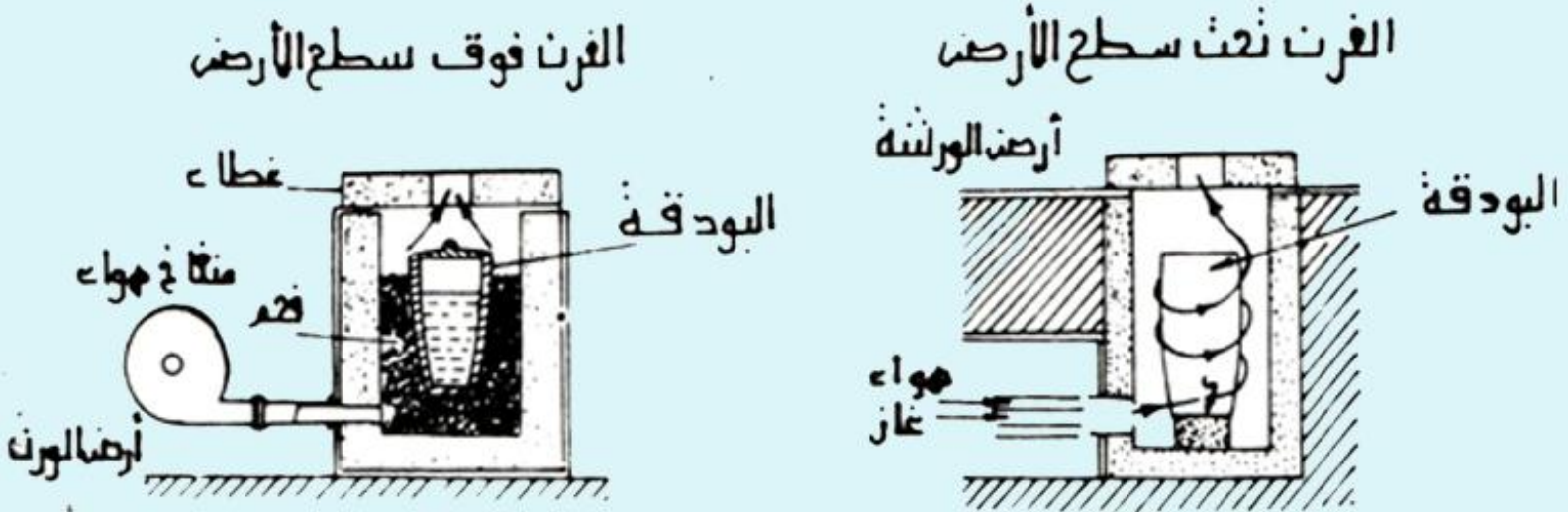
أ- فرن الدست Cupola Furnace

وهو من الأفران التي لا يمكن الأستغناء عنها في المسابك وستخدم لصهر حديد الزهر بالدرجة الأساس . وكما موضح بالشكل التالي فأنه عبارة عن أسطوانة رأسية من الصلب (13) ترتكز على أعمدة أرجل (7) ومبطنة بالطابوق الحراري (12) يوجد به عدة فتحات أهمها فتحة صب المعدن (3) وفتحة الخبث (5) وفتحات دخول الهواء (10) وفتحة الشحن (2) يحتوي الفرن على قاعدة (8) يمكن تحريكها وتكون ذات سطح مائل بأتجاه فتحة صب المعدن وترتكز هذه القاعدة على مسند متحرك (6) وفي أعلى الفرن مدخنه (1) لخروج نواتج الأحتراق .


مدخنه
فتحة الشحن
أسطوانة رأسية من الصلب
الطابوق الحراري
فتحة صب المعدن
فتحة الخبث
فتحات دخول الهواء
مسند متحرك
أعمدة أرجل
قاعدة

ب- فرن البوادق Crucible Furnace

يستخدم هذا الفرن عادة لصهر المعادن الغير حديدية ، ويستخدم الغاز أو الزيت أو الفحم وقودا" . وقد تكون هذه الأفران ثابتة أو متحركة وغالبا ما تكون داخل حفرة تحت سطح الأرض وكما موضح بالشكل التالي . تستخدم البودقة في هذا الفرن والتي هي عبارة عن وعاء يستخدم للصهر ذي أحجام مختلفة حسب سعة الفرن ، وتصنع البودقة من الكرافيت ، وعادة تستخدم ملاقط خاصة لرفع البودقة بعد صهر المعدن لغرض أجراء عملية الصب . يغذى الفرن بالغاز أو النفط (مذرى) بواسطة أستخدام منفاخ هواء حيث يدخل الوقود بتماس مع البودقة حيث يشتعل ويتصاعد الى الأعلى حولها . يستخدم مشعل واحد أو أكثر مع الفرن ويتوقف ذلك على مقاس الفرن ودرجة الحرارة المطلوبة للصهر . في هذه الأفران يتم شحن الفرن قبل البدء بعملية الصهر .



عيوب فرن البوادق: ــ

أ- في حالة سبك كميات كبيرة من المعدن، فان الامر يتطلب تعدد الشحنات ،ومرات التشغيل ،وذلك لتعذر سبك الكمية المطلوبة في بودقة واحدة .

ب-الكفاءة الحرارية للفرن ليست عالية بسبب تسخين غير مباشر للمعدن ،وفقد الحرارة وتشبعها وتعذر استخدامها كلها لصهر المعدن ،لذلك فان الوقت وكمية الوقود اللازمة للصهر تكون اكبر .

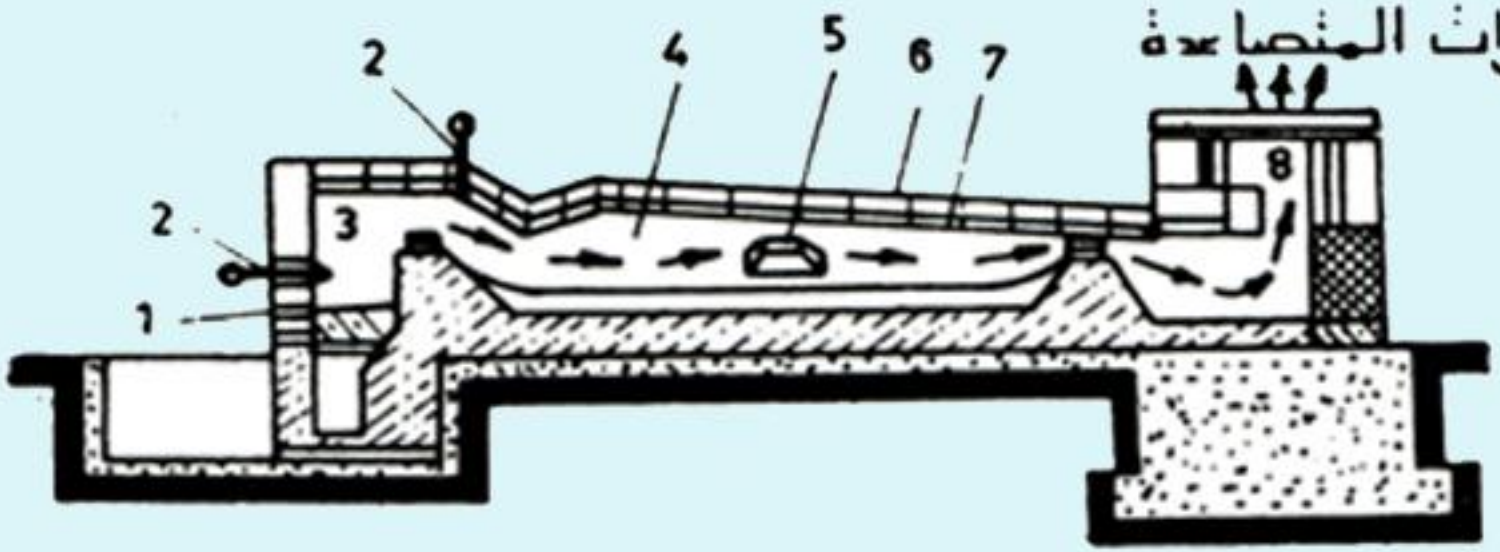
ج-ارتفاع ثمن البوادق واستهلاكهاعند الاستخدام يزيد من كلفة عملية الصهر .

د-عدم امكانية التحكم لتحديد درجة الحرارة وسرعة الصهر بهذه الافران .

ج- الفرن العاكس Reverberatory Furnace

يستخدم هذا الفرن لصهر المعادن الحديدية والغير حديدية ، كما أنه يستخدم لصهر كميات كبيرة من المعدن . يستخدم الفحم أو الغاز أو النفط كوقود لهذا الفرن ، حيث يتم صهر المعدن عن طريق حرق الوقود المستخدم وأمرار الغازات الساخنة (الناتجة من الأحتراق) على المعدن المراد صهره ، ونتيجة لمرور هذه الغازات الساخنة بتماس مع الشحنة (المعدن) فأن درجة حرارة المعدن تأخذ بالأرتفاع حتى ينصهر ، ويصاعد على ذلك سطح الفرن العلوي الذي يقوم بعكس الشعلة بأتجاه المعدن . تلحق بالفرن العاكس أنظمة خاصة تستخدم المبادلات الحرارية لغرض الأستفادة من حرارة الغازات الخارجة لغرض أمرار الهواء المستخدم في الأشتعال على هذه المبادلات ورفع درجة حرارته وذلك لزيادة الكفاءة الحرارية . والشكل التالي يوضح أجزاء الفرن .

الغازات المتصاعدة



1 ـ منفذ ضخ الهواء.

2 ـ مشاعل.

3 ـ غرفة الاحتراق.

4 ـ منطقة الصهر.

5 ـ فتحة الشحن

6 ـ جدار الفرن.

7 ـ بطانة الفرن.

8 ـ المدخنة.

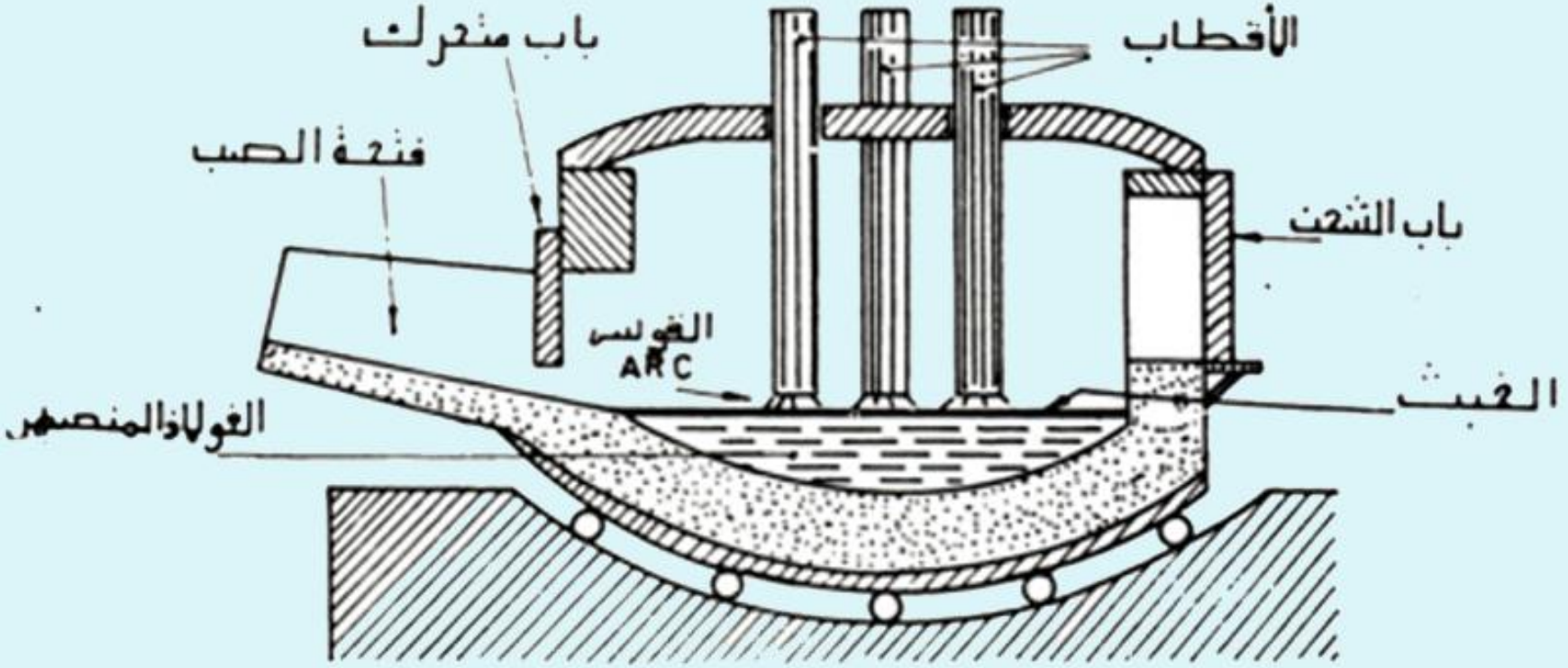
د- فرن القوس الكهربائي المباشر :

يوضح الشكل التالي شكل هذا الفرن وأجزاءه ، حيث يتكون جسم الفرن من غلاف اسطواني من الصلب الثقيل بقاع كروي او مسطح ، ويكون سطح الفرن على شكل قبة، يمكن رفعه عند الشحن ، وترفع الاقطاب الكبيرة المصنوعة من الكربون التي تمر خلال السقف اتوماتيكيا، وتخفض لتحدد طول القوس الذي يكون بينه وبين الشحنة مباشرة والاقطاب الكربونية يكون عددها ثلاثة او اربعة ، مربوطة على التوالي، يمر التيار الكهربائي من خلالها الى الشحنة عبر فراغ القوس ، وترفع هذه الاقطاب عند التحضير للصهر حيث توضع الشحنة المنقولة بوساطة حامل خاص في الفرن بعد رفع سقفه ، ثم يعاد وضع السقف في مكانه وتخفض الاقطاب ويمرر التيار.

تصهر الاقطاب المعدن في طريقها حتى القاع تقريبا ، حيث يبدا المعدن المنصهر بالتجمع ، يمكن امالة هذا الفرن في كلا الاتجاهين لغرض صب المعدن المنصهر.

ان كفاءة الفرن الحرارية عالية جدا ، وتتوفر الحرارة بسرعة وبالحد المطلوب ، حيث يمكن التحكم بدرجة الحرارة المطلوبة بدرجة عالية الدقة، وتعد هذه الظروف مثالية للتحكم الدقيق في تركيب المعدن .

يستخدم هذا الفرن للصهر ، ولتنقية المعدن ، او للصهر والتنقية، او لمجرد الاحتفاظ بالمعدن عند درجة ثابتة لتناسب الصب .

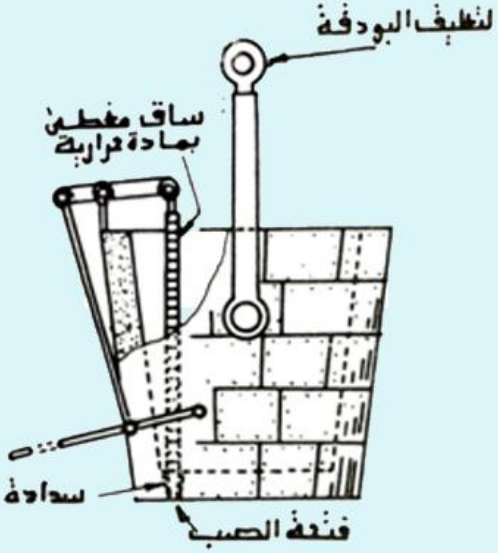

باب متحرك
الأقطاب
فتحة الصب
باب الشحن
القوس
ARC
الغبث
الفولاذ المنصهر

10- صب المسبوكات

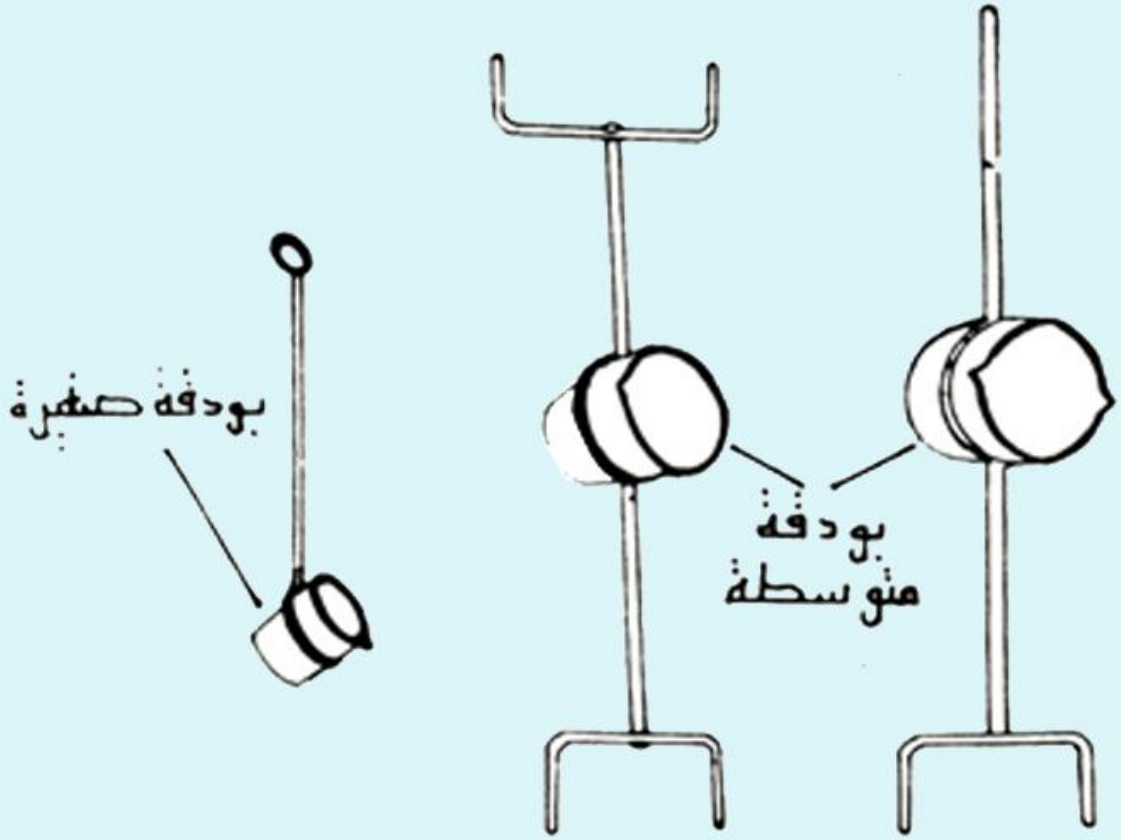
وهي عملية دخول المعدن المنصهر الى القالب وتجمده وهي أحد العوامل التي تعتمد عليها جودة المسبوك .وتتم بثلاث مراحل هي كالآتي : ـ

صب المعدن

وهي عملية نقل المعدن من الفرن بعد صهره لغاية صبه بالقالب . ان عملية صب المعدن تاخذ بالاعتبار خواص المعدن السائل والاحتفاظ به عند درجات حرارة معينة .
ويتم اعادة نقل المعدن المنصهر من الافران بوساطة بوادق الصب وهي عبارة عن وعاء مصنوع من الفولاذ ومبطنة بالطابوق الحراري لمقاومة حرارة المعدن المنصهر.
ان بوادق الصب ذات احجام مختلفة ، فمنها الكبيرة الحجم ذات السعات الكبيرة والتي يتم نقلها داخل المسبك بوساطة روافع كما في الشكل التالي .



وفي هذه البوادق تكون فتحة صب المعدن في اسفلها ، ويتم فتحها وغلقها بوساطة سدادة مناسبة لها ساق مغطى بمادة مقاومة للحرارة يمر خلال المعدن ويسيطر عليه بوساطة عتلات خاصة وتوجد بوادق ذات احجام متوسطة تحمل بوساطة شخصين او ذات احجام صغيرة يستخدمها شخص واحد . والشكل التالي يوضح نماذج لهذه البوادق .



خواص عملية الصب : ـ

1- يتم صب المعدن المنصهر من البوادق الى حوض الصب بالقالب بكمية مناسبة تمنع الانسياب المضطرب للمعدن من جهة ، وتكفي لملء القالب والمغذى من جهة اخرى .

2- عدم صب المعدن ببطء وبقطرات قليلة داخل القالب يجعلها تبرد بسرعة وتتصلب ولا تندمج مع باقي المعدن المنصهر ، وتبقى على شكل فصوص .

3- الصب السريع سيؤدي الى نحر جدران القالب الرملي .

4- الصب بتيار مستمر من المعدن ، حيث تتكون طبقة من الاكاسيد على سطح الجزء المصبوب من المعدن في القالب ، وعند صب المعدن اضافي بعد ذلك يتكون بينهما سطح التحام .

5- صب المعدن بدرجة الحرارة القليلة تؤدي الى تجمد المعدن قبل امتلاء القالب تماما ، ويسبب نقصا في معدن المسبوك، وقد يتكون جدار من المعدن في داخل البودقة فتصبح غير صالحة للاستعمال الابعد ازالته .

6- اذا كانت درجة الحرارة عالية جدا فان ذلك يؤدي الى تخلل المعدن للرمل وصهره ، وكذلك امتصاص كمية كبيرة من الغازات ويجعل المعدن مكونا من حبيبات كبيرة الحجم .

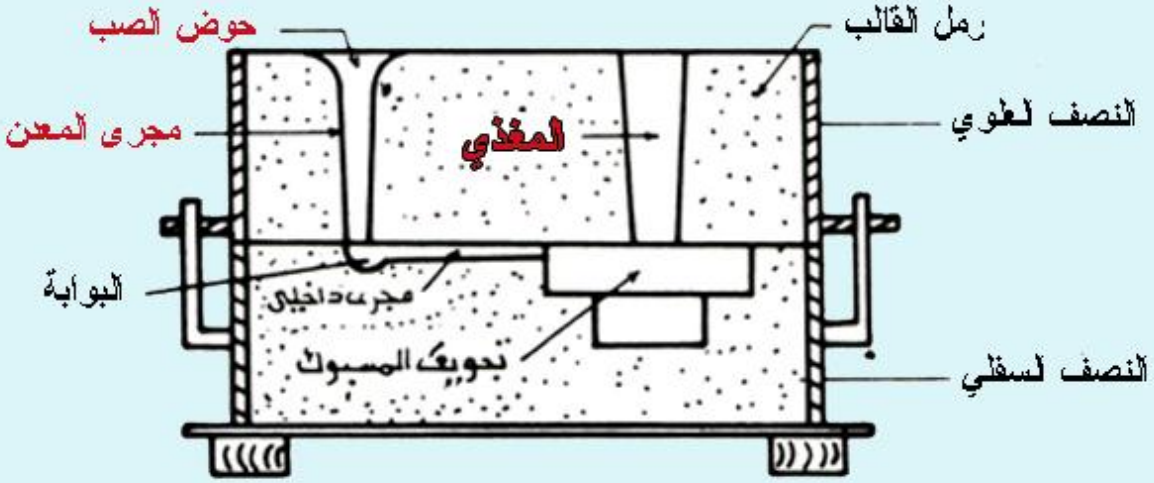
أ- تغذية المعدن :

يعد الاختيار الصحيح لموقع مجرى المعدن من الامور المهمة في عملية التغذية وهي عملية امتلاء القالب بالمعدن دون حدوث الانسياب المضطرب له، ومنع دخول الخبث وحبيبات الرمل السائبة الى تجويف القالب .موضع المصب (مجرى المعدن) .

1- يوضع المصب على السطح الفاصل بين نصفي القالب لسهولة عمله اليدوي .

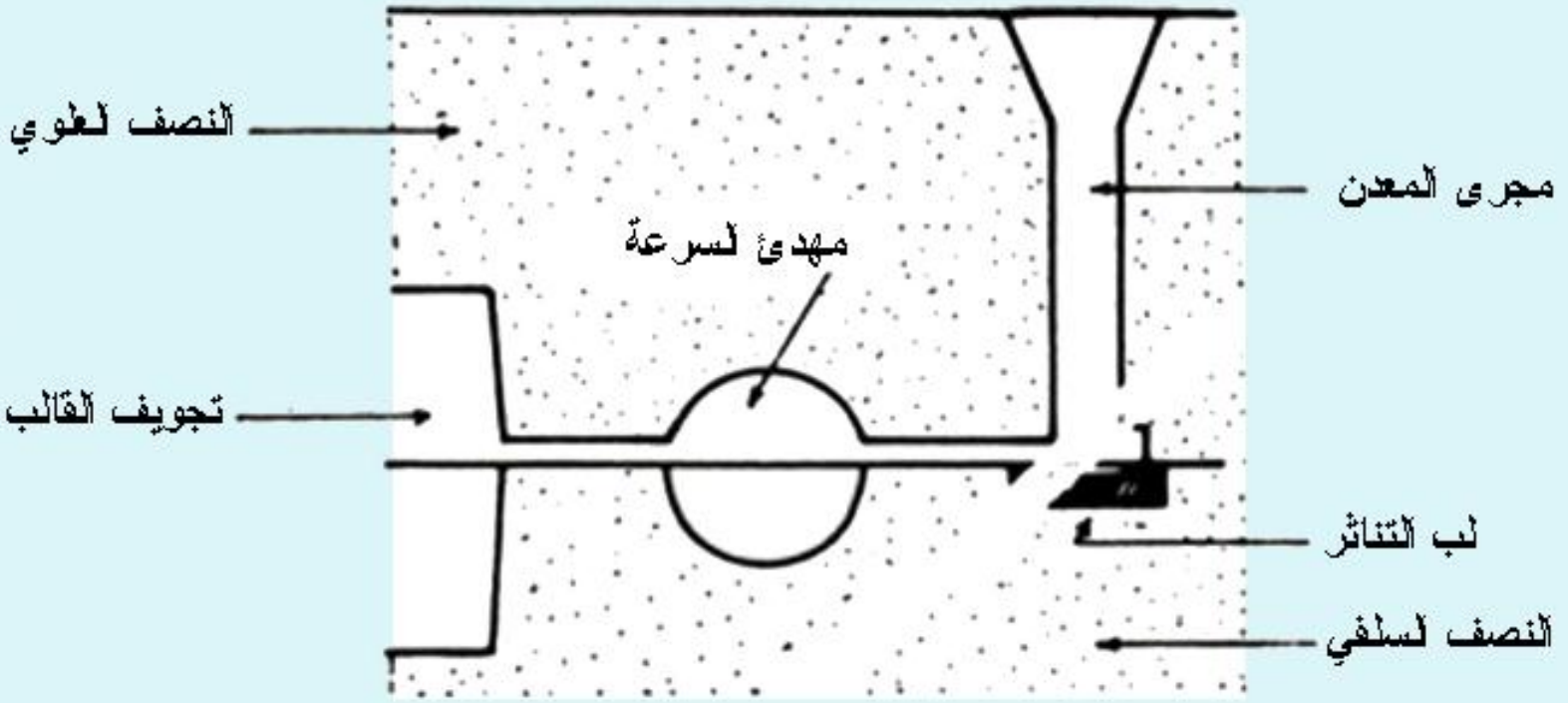
2- ويوضع في الجزء العلوي ليساعد بتغذية المعدن أثناء التجمد المعدن .

3- او يوضع في النصف السفلي من القالب لكي يتجمع فيه الرمل السائب وعدم دخولها تجويف القالب . اما المغذي(المزودة) فهو يمتلىء بالمعدن المنصهر عند الصب ثم يغذي تجويف القالب بالمعدن عند الانكماش كما هو موضح بالشكل التالي .



يوضع في بعض الاحيان تحت المصب لب التناثر(الارتطام) وهو عبارة عن لب من الرمل الجاف المكان الذي يحدث فيه نحر برمل القالب الاعتيادي ، وذلك للتقليل قدر الامكان من حدوث وتسرب الرمل الى تجويف القالب.

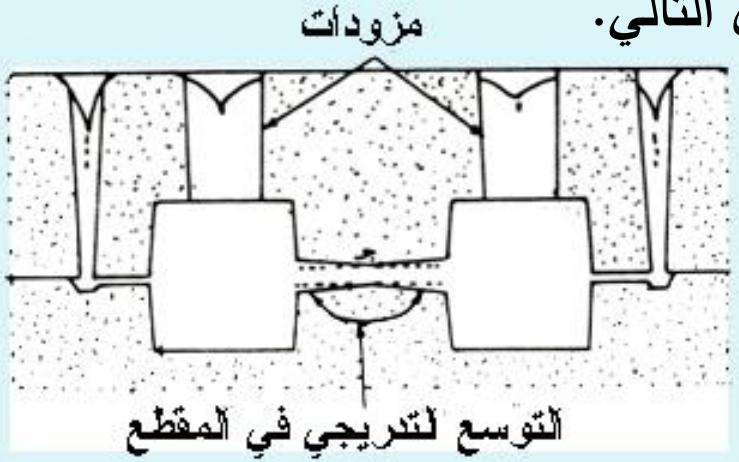
كما يتم عمل تجويف (على شكل انتفاخ) بمجرى المعدن وقبل وصوله الى تجويف القالب يسمى مهديء السرعة ويعمل كذلك على عزل بعض الشوائب والخبث وحبات الرمل السائبة ومنعها من دخول التجويف القالب .وكما هو موضح بالشكل التالي .



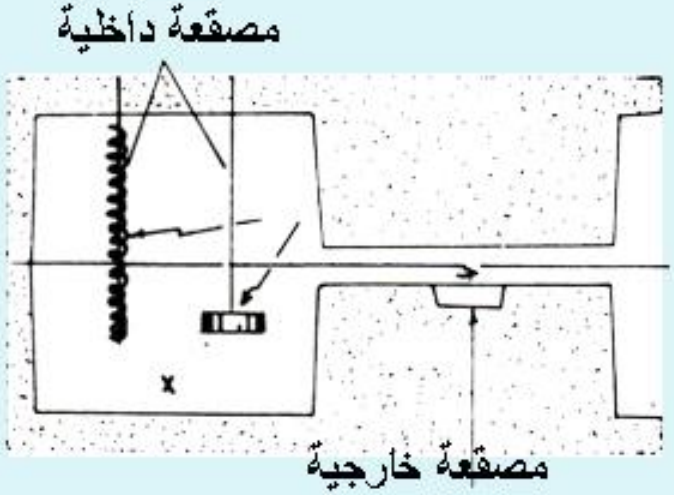
ب- تجمد المعدن

يتقلص المعدن عند تجمده ، وينشا بسبب هذا التقلص، واعتمادا على تصميم القالب فجوات تقلص او مسامية تقلص داخل المسبوك كما هو موضح بالشكل، وهذا يحدث بسبب كون تجمد المعدن يبدا من السطح المسبوك الى داخله .تتم معالجة هذا العيب بعمل المزودات المتصلة بتجويف المسبوك التي ينتهي عندها التصلب فتصبح فجوات التقلص فيها وليس في المسبوك نفسه ، وكذلك تجنب التوسع المفاجىء بمقاطع المسبوك ليكون التوسع تدريجيا لغرض التحكم باتجاه تجمد المعدن بحيث يبدا من المركز النقطة ج في ويتجه نحو الداخل بالاضافة الى التجمد الذي يحدث من سطح التجويف المماس للرمل نحو الداخل.

كما تستخدم المصقعات لتعيين المكان الذي يبدا عنده التجمد وتكون في نفس المعدن المنصهر كما في الشكل التالي.



أ- أستخدام مزودات المعدن



ب- أستخدام المصقعات

11- تنظيف المسبوكات

بعد اتمام عملية صب المعدن المنصهر بالقالب الرملي ، وتجمد المسبوكات تماما يتم اخراجها من القوالب بتكسير قالب الرمل، حيث يتم ذلك يدويا او باستخدام مكائن هزازة تقوم بتكسير قالب الرمل ونقل الرمل الى مواقع الاستخدام من جديد . بعد استخراج المسبوكات يباشر بتنظيفها ، وعملية تنظيف المسبوكات تتضمن الامور الاتية :-

أ- تكسير واخراج رمل اللباب (القلوب) في حالة استخدامه .

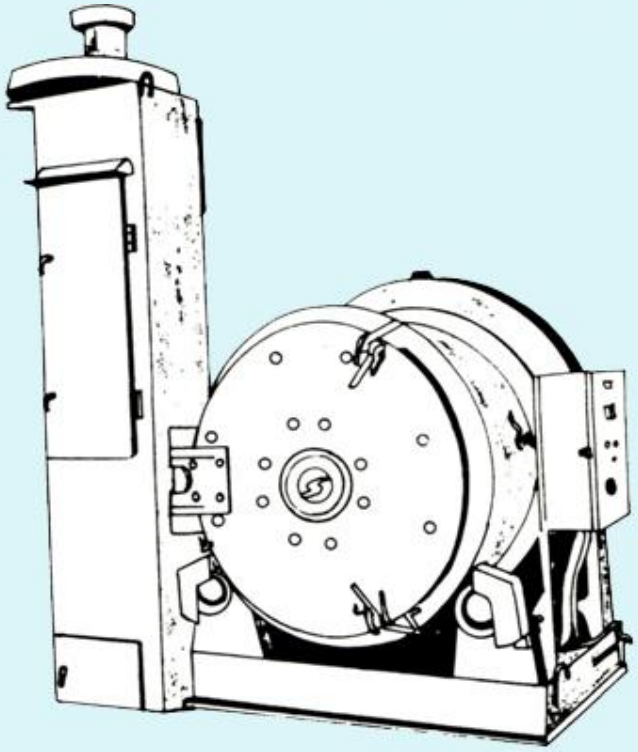
ب- ازالة مصبات المعدن والمغذيات وجميع الزوائد المعدنية المتصلة بالمسبوك .

ويتم ذلك باستخدام مطرقة مناسبة الوزن ، او استعمال المناشير او الاجنات اليدوية او التي تعمل بالهواء او بالكهرباء كذلك قد يستعمل الغاز بقطع هذه الزوائد لازالتها من مسبوكات الصلب او المعادن الحديدية .

ج- تنظيف الاسطح من الرمال المحترقة والملصقة بها اثناء عمليات صب المعدن، ويتم ذلك بطرق مختلفة منها

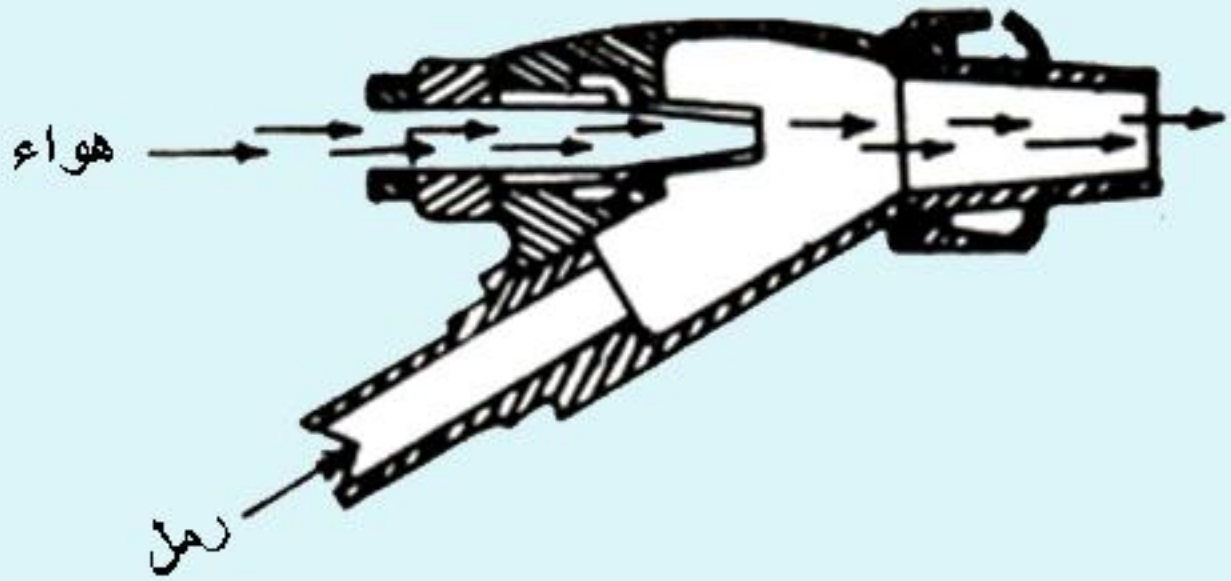
1- التنظيف باستخدام بعض العدد اليدوية المناسبة لهذا الغرض، كالفرش السلكية.

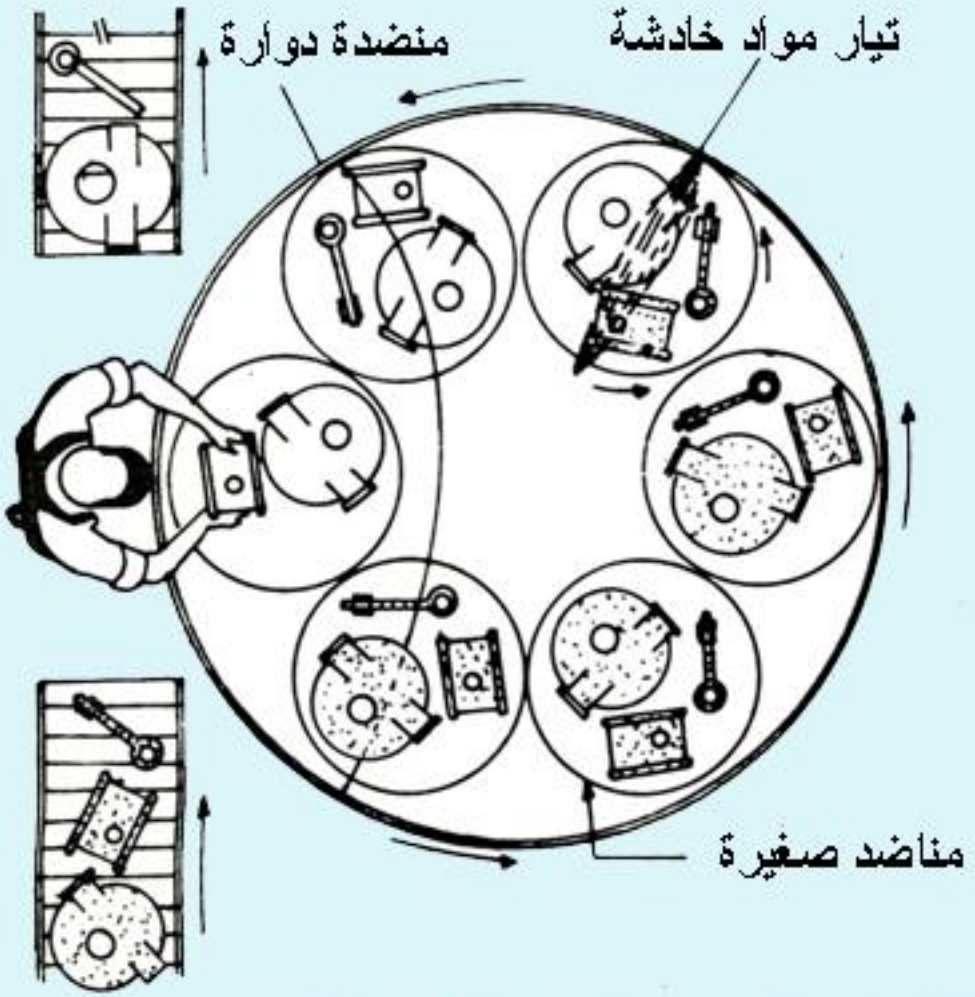
2- استخدام براميل التقليب والتي هي عبارة عن براميل اسطوانية الشكل مصنوعة من الصلب تدور بشكل افقي حول محورها ، كما في الشكل التالي . توضع المسبوكات المراد تنظيفها في داخل البراميل ويضاف اليها مسبوكات صغيرة غير هشة ، وقطع صغيرة من الحديد تساعد على التنظيف والتلميع وتدور هذه البراميل بمعدل (25 ـ 50) دورة في الدقيقة ولمدة معينة حسب نوع المسبوكات المراد تنظيفها ، ويتم في بعض انواعها قذف المسبوكات بكرات معدنية ضغيرة الحجم بقطر(1 ملم)تقريبا، اثناء التقليب وبسرعة عالية تساعد على تنظيف المسبوكات.



3- الرش بالرمل وبالاجزاء المعدنية المجروشة :حيث يستخدم تيار هوائي ذو سرعة يحمل معه حبات الرمل والقطع المعدنية المجروشة لتقذف على المسبوكات المراد تنظيفها وذلك من خلال مسدسات رش خاصة كما في الشكل التالي .ويتم وضع المسبوكات على دواليب ومناضد خاصة تدور اثناء توجيه تيار الرمل عليها لغرض التمكن من تنظيف كل اجزاء المسبوك كما في الشكل التالي .

مسدس رش الرمل





تنظيف المسبوكات بالرمل المرشوش

الأسبوع الثاني عشر

12- عمليات التشغيل على المسبوكات

بعد اتمام عمليات تنظيف المسبوكات قد تجرى عمليات تشغيل لبعض الاجزاء بالمسبوكات ، كالتجليخ والتلميع والصقل والطلاء ، وذلك لاعطائها مظهرا مناسبا .
وقد تجرى عمليات تشغيل اضافية لبعض الاسطح لغرض الحصول على دقة عالية بانتاجها ، كذلك قد تتم بعض عمليات المعالجات الحرارية للمسبوكات لاعطائها مواصفات ميكانيكية خاصة وحسب نوع استخدامها .

13- فحص المسبوكات

يتم فحص المسبوكات اثناء تنظيفها وبعده لتحديد المسبوكات الفاشلة (المحتوية على عيوب) منها ، وذلك اعتمادا على نوع الاستخدام الذي يحدد مواصفاتها المطلوبة .
وقد تحدد بعض عيوب المسبوكات من مظهرها الخارجي بحيث يمكن تحديدها بالنظر ، الا ان بعضها يكون داخل المسبوك ويحتاج الى طرق اخرى ليتم كشفه .

وبشكل عام تقسم عمليات فحص المسبوكات الى نوعين رئيسن هما: ـ

أ- الفحوص التدميرية (الاتلافية)

حيث يتم فيها اخذ قطاعات من المسبوكات بمواقع مختلفة واجراء الفحوصات عليها لتحليل مادتها كيميائيا او لاجراء اختبارات على خواصها الميكانيكية .ويتوقف نجاح هذه الطريقة على اختيار المواقع الاكثر احتمالا لوجود العيوب فيها.

ب- الفحوص غير التدميرية (غير الاتلافية)

وفيها يتم فحص كل المسبوكات او عينات منها دون اتلافها ، وتتم بطرق عديدة منها : ـ

1- الفحص البصري

وفيه يتم تحديد العيوب الظاهرة بالنظر ، كالشقوق والتمزقات والفجوات الغازية والانتفاخات وغيرها ، وهو ابسط الطرق ويكون كافيا في بعض المسبوكات.

2- الفحص لمطابقة الأبعاد

ويتم فيه فحص دقة ابعاد المسبوكات والتاكد من كونها ضمن السماحات المحددة لانتاجها ، ويتم ذلك باستخدام ادوات القياس المختلفة المناسبة للقياس .

3- الفحص بالصوت والطرق

وهو فحص بسيط ، يتم بتعليق المسبوك بخطاف ويطرق بمطرقة، ومن خلال مقارنة الصوت الصادر من المسبوك مع الصوت الصادر من مسبوك سليم، يمكن معرفة وجود العيوب فيه ، وقد تستخدم سماعات خاصة لهذا الغرض.

4- الفحص بالذبذبات فوق الصوتية

يتم هذا الفحص باستخدام الموجات الصوتية ذات التردد العالي ، حيث تنقل من مصدرها خلال مقطع المسبوك وتنعكس ثانية الى المصدر بعد فترة مناسبة من الزمن .وفي حالة وجود عيوب بالمسبوك تنعكس هذه الموجات من سطح العيب وتعود ثانية بوقت اقصر وهذا يمكن تحديده باستخدام جهاز خاص بهذا الفحص .

5- الفحص بالضغط

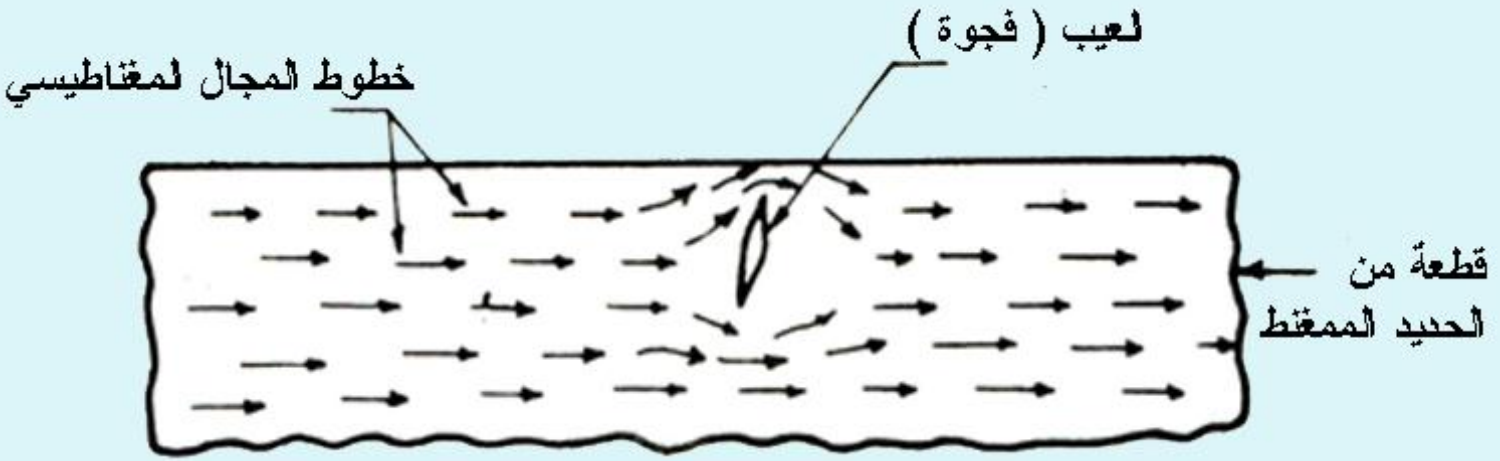
يستخدم هذا الفحص لتحديد مواضع التسرب في المسبوك ، ومقاومة المسبوك للانفجار تحت تاثير الضغط . يستخدم الماء او الزيت المضغوط للحصول على ضغط اكبر من ضغط الاستخدام للمسبوك

6- الفحص بالمواد النافذة

يستخدم هذا الفحص لاكتشاف الشقوق الدقيقة بالاسطح والتي لايمكن تحديدها بالعين المجردة .
حيث يوضع على السطح زيت نفاذ ويترك حتى ينفذ الزيت بالشقوق (في حالة وجودها) ، بعدها يزال الزيت ويدهن السطح بدهان او مسحوق ابيض اللون . وعندما ينز الزيت النفاذ للخارج يمتصه الدهان ، ويتغير لونه بحيث يصبح الشق بسطح المسبوك واضحا للعين .

7- الفحص بالدقائق المغناطيسية

يستخدم هذا الفحص للكشف عن العيوب التي تقع تحت السطح بقليل للمسبوكات الحديدية المغناطيسية، حيث يتم مغنطة المسبوك ونثر برادة الحديد على سطحه فتصطف الدقائق باتجاه خطوط المجال المغناطيسي وبشكل منتظم، اما في حالة وجود عيب بالمسبوك (شقوق او فجوات) فانه يعمل على تجمع برادة الحديد حول مكان العيب بتركيز اكثر ، وذلك بسبب كون العيب (عدم الاستمرار بالمسبوك) يجعل خطوط المجال المغناطيسي تاخذ مجالا ملتويا ، فيزداد تركيزها حول حدود العيب وكما هو موضح بالشكل التالي .



8- الفحص بالأشعة

تستخدم الاشعة ذات الموجات القصيرة جدا (كأشعة اكس او اشعة كاما) في فحص المسبوكات واكتشاف العيوب بداخلها .ان لهذه الاشعة امكانية اختراق المعادن والمرور عبر المسبوكات المطلوب فحصها وتسلم الاشعة المارة وتسجيلها على فيلم فوتوغرافي فيه تسجل كثافة الاشعة المارة حيث تظهر العيوب بشكل مناطق معتمة وكذلك تتحدد امكانها .

20- عيوب المسبوكات

تنشأ العيوب بالمسبوكات نتيجة اسباب عديدة تتعلق بطريقة صهر وصب المعادن وتصميم النموذج وطريقة المقالبة وكذلك ما يتعلق برمل السباكة واللباب ، خواصهما ونسب المكونات وغيرها من الامور. ونتيجة لهذه الاسباب فان نسبة معينة من المسبوكات المنتجة تكون ذات عيوب ، قد يمكن استخدام المسبوك مع وجودها ، او قد تؤدي الى رفض المسبوك .

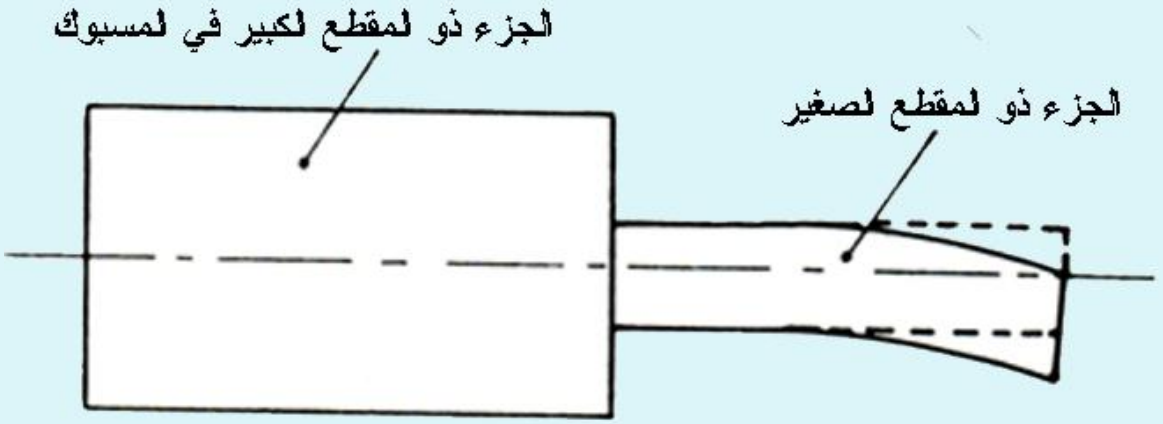
ومن هذه العيوب الاتي : ـ

أ- الزوائد المعدنية :

تحدث بالمسبوكات عند سطح انفصال القالب، وعند دلائل القلوب، وذلك بسبب وجود خلوص بين نصفي القالب وهي عبارة عن معدن متجمد وملتصق بالمسبوك ولا يشكل جزء منه، ويمكن ازالته من المسبوك باستخدام المطرقة او عدد اخرى .

ب- أعوجاج المسبوكات :

يحدث هذا العيب نتيجة الفرق بسرعة التبريد بين جدران المسبوك غير المتساوية بالسمك، كما هو موضح بالشكل التالي ولتلافي هذا العيب يجب تحسين تصميم المسبوك .



ج- الفجوات الغازية (البخبخة) :

تحدث بسبب الغازات والابخرة المتكونة في القالب عند صب المعدن المنصهر ، حيث تبقى داخل المسبوك على شكل فجوات .ان قلة نفاذية رمال السباكة للغازات ورداءة انواع الرمل ، وسوء تهوية اللباب، وزيادة نسبة الرطوبة بالرمل ، وصب معدن لم يتخلص من الغازات التي فيه ، كلها اسباب تؤدي الى تكون الغازات والابخرة والى ظهور هذه الفجوات .

د- الفصوص :

وهي عبارة عن نقط المعدن غير الملتحمة تماما مع المسبوك ، وتظهر عندما يبدا صب المعدن بشكل نقط تتجمد بسرعة قبل صب المعدن .

هـ- الأنغلاقات الباردة :

وهي على شكل انخفاض اخدودي ينتج بسبب عدم التداخل التام بين تيارات المعدن الداخلة من جهات مختلفة ، وذلك بسبب عدم سيولة المعدن بالدرجة الكافية (انخفاض درجة حرارة الصلب عند الصب) ، وكذلك الخطأ بتصميم المصبات ومجاري المعدن، كذلك يسبب انقطاع تيار المعدن عند الصب .

و- نقص المعدن بجزء من المسبوك :

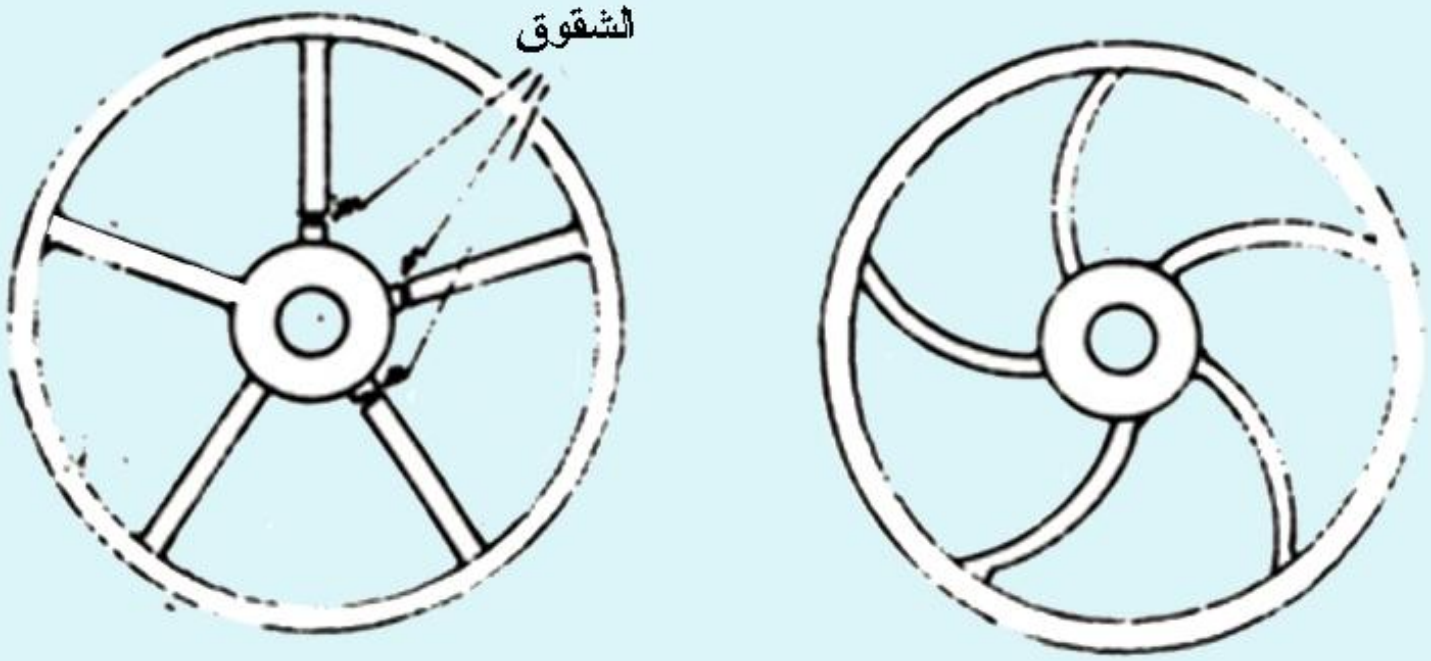
ويحدث بسبب عدم سيولة المعدن بالدرجة الكافية او تجمع غازات تمنع ملء القالب بالمعدن ، او بسبب تسرب المعدن عند سطح الانفصال

ز- فصوص الخبث :

عبارة عن حبيبات الخبث والاكاسيد التي تترل مع المعدن المنصهر اثناء الصب وتصبح جزء من المسبوك .وقد تحدث بسبب تجمع حبيبات رمل السباكة اثناء عملية الصب ، ويمكن منع تكوينها بتنظيف المعدن من الخبث وتحسين نظام الصب .

ح- التمزق الساخن :

عبارة عن شقوق تتكون نتيجة لظهور الاجهادات اثناء تقلص المعدن بعد انتهاء عملية التجمد مباشرة ، حيث تختلف مقادير هذه الاجهادات في المقاطع المختلفة، وسبب ظهورها اخطاء بالتصميم وكما يتضح بالشكل التالي ، حيث يتجمد الاطار الخارجي والمساند العرضية قبل الجزء المركزي مما يؤدي الى ظهور الاجهادات ويحدث التمزق بالمواقع الموضحة بالشكل .

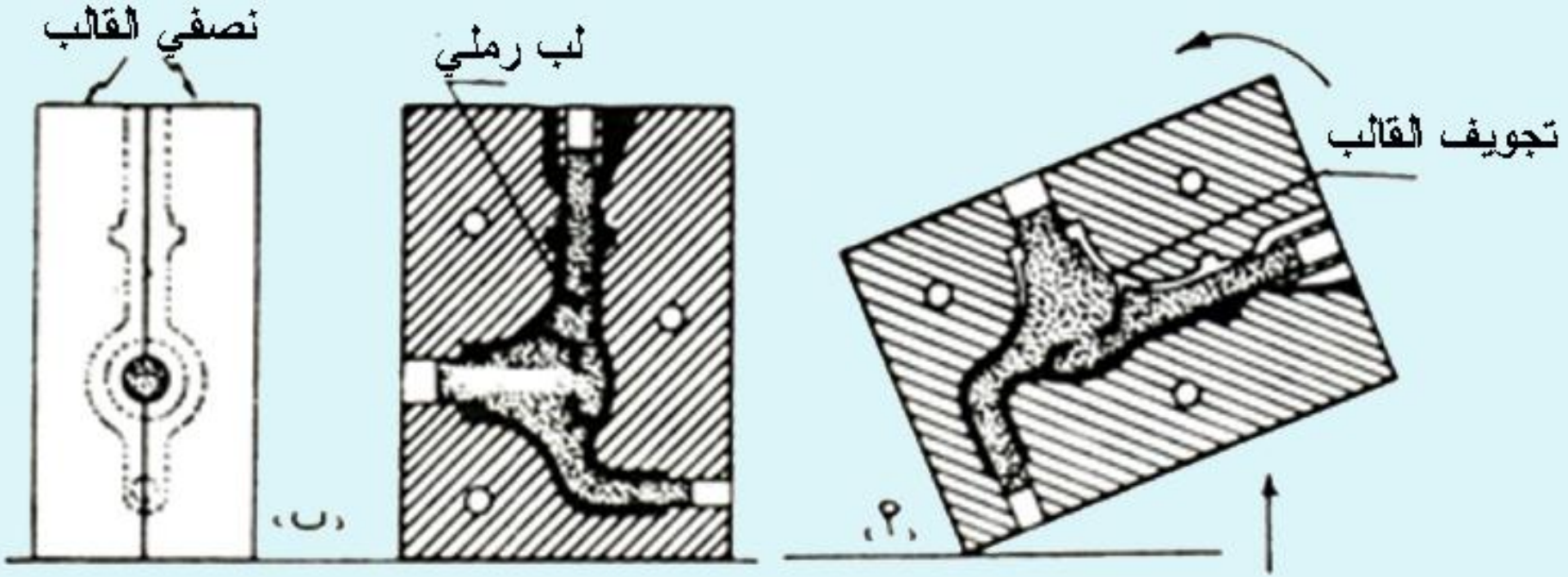


15- السباكة بالقوالب المعدنية

وهي طريقة السباكة التي فيها دفع المعدن المنصهر الى داخل فجوة القالب المعدني المتكون من جزأين او اكثر .تستخدم اللباب (Cores) الرملية او المعدنية لتشكل الفراغات في المسبوكات . تتميز هذه الطريقة بالحصول على اسطح للمسبوكات ذات نعومة ودقة عالية، وتكون كلفة انتاج القوالب المعدنية عالية ، ولكن كلفة انتاج المسبوكات تكون قليلة في حالة انتاج عدد كبير. ويتم فيها دفع المعدن الى تجويف القالب اما بالتثاقل او بالضغط .

أ–السباكة بالتثاقل:

حيث يتم صب المعدن المنصهر(بدون استخدام الضغط) في تجويف القالب كما يتضح بالشكل التالي . وتسبك بهذه الطريقة سبائك الالمنيوم بكثرة بسبب سهولة سبكها وخفة وزنها وخواصها الملائمة.كذلك يسبك الحديد الزهر بالقوالب المعدنية بالتثاقل ، وتستخدم القوالب الرملية الجافة او المعدنية مع ترتيبه تمكن من اخراجها من المسبوك .ان سمك جدران المسبوكات الممكن انتاجها بهذه الطريقة محدد حيث لا يقل (2.5 ملم) .


نصفي القالب
لب رملي
تجويف القالب
(ب)
(أ)

ب–السباكة بالضغط (الاسطمبات)

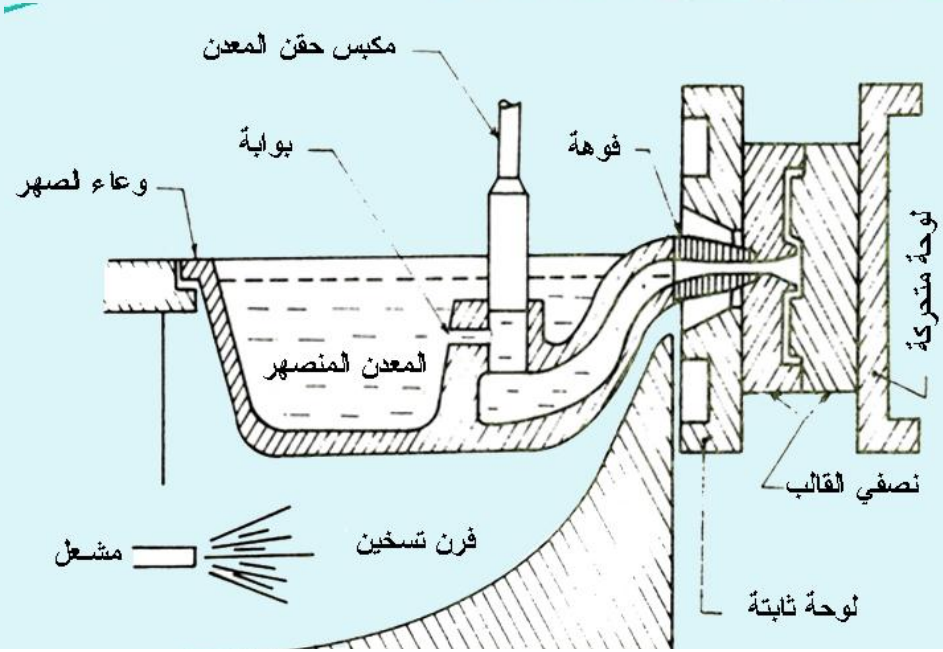
وفيها يدفع المعدن الى تجويف القالب باستخدام ضغط خارجي عليه، وتتميز بامكانية انتاج مسبوكات ذات سمك قليل وباقل اجهادات داخلية بالمعدن، وتكون الاسطح المنتجة ذات دقة وجودة عاليتين ، الا انها تستخدم لانتاج بعض المعادن غير الحديدية فقط، وللمسبوكات الصغيرة .

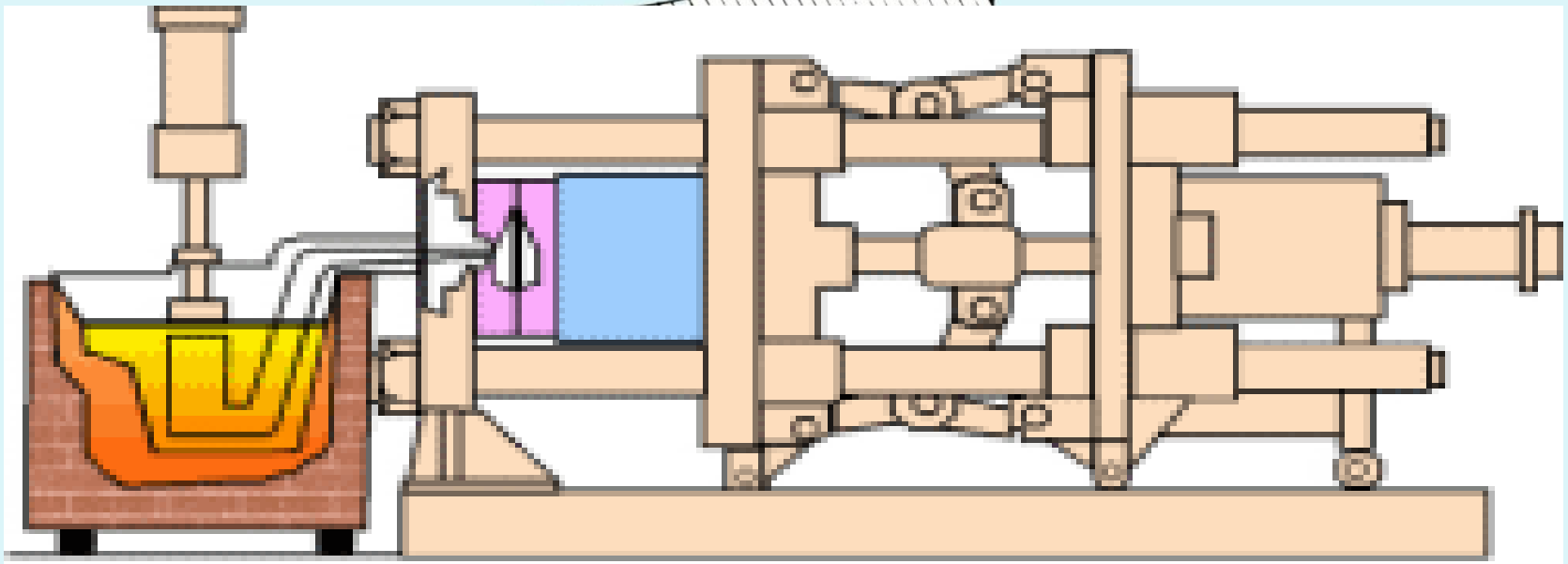
ماكنات السباكة بالضغط

تستخدم انواع مختلفة من الماكنات التي فيها نقل المعدن المنصهر، وحقنه تحت ضغط مسلط بوساطة المكابس او الهواء ، ويبقى المعدن تحت الضغط حتى يتجمد ، واهم انواع الماكنات ما ياتي : -

أ- ماكنة السباكة ذات الغرفة الساخنة

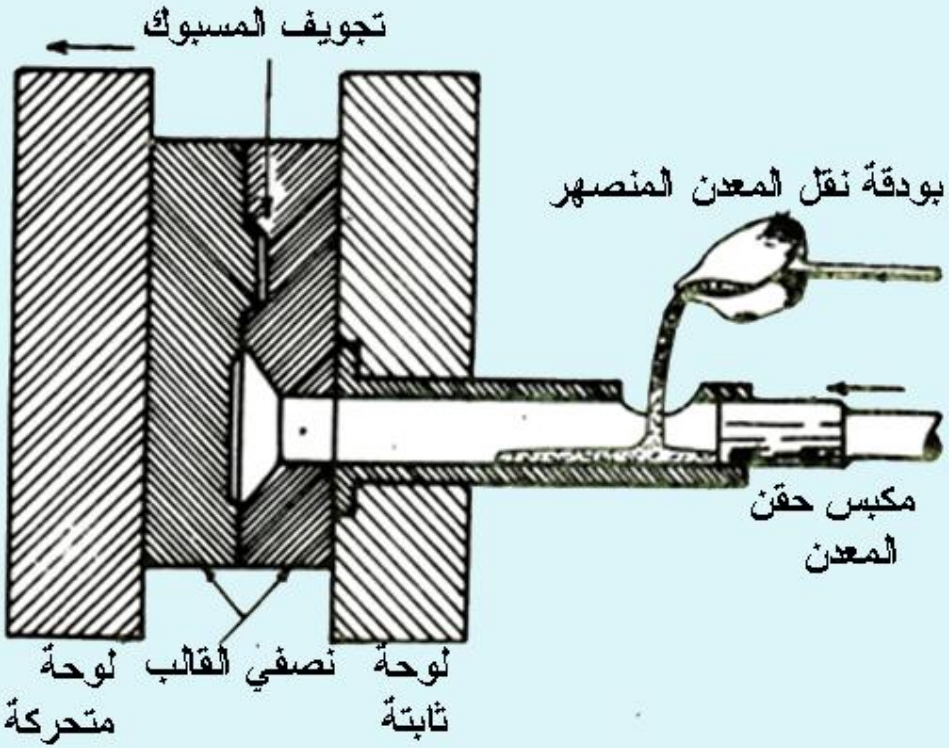
وفيها تكون اسطوانة الضغط مغمورة في حوض المعدن المنصهر والذي يدخل اليها عبر فتحات تفتح عند صعود المكبس ليتم ملأها بالمعدن وعند نزول المكبس فانه يسلط ضغطا على المعدن المنصهر ويدفعه ليملأ تجاويف القالب، كما في الشكل التالي .
يكون الضغط المسلط على المعدن بحدود 100 كغم|سم ^{2}، وهي تستخدم للسبائك ذات درجات الانصهار المنخفضة كسبائك الزنك (Zinc) والرصاص (Lead) والقصدير (Tin) .

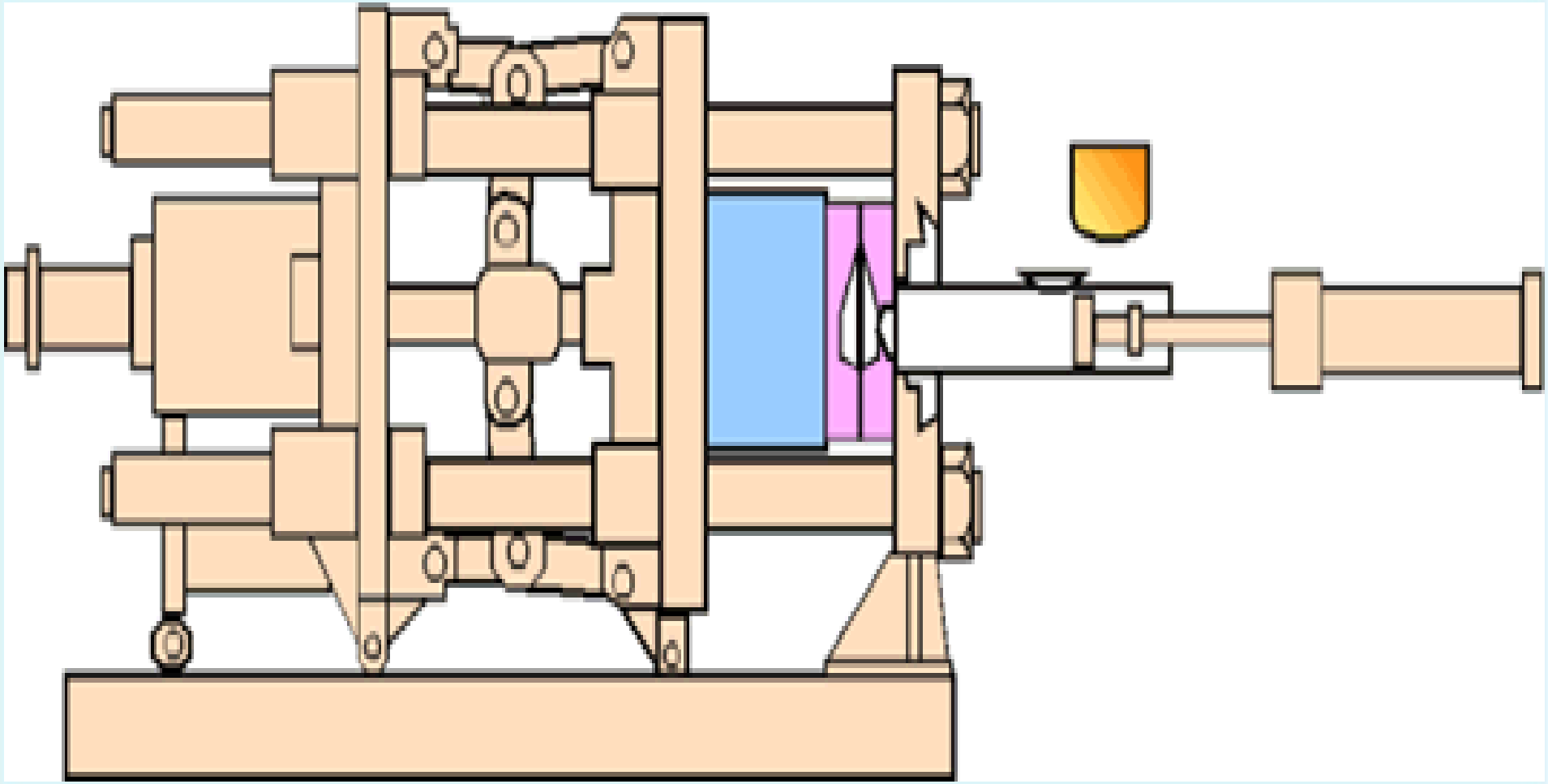

مكبس حقن المعدن
بوابة
فوهة
وعاء لصهر
لوحة متحركة
المعدن المنصهر
نصفي القالب
فرن تسخين
مشعل
لوحة ثابتة



ب- ماكنة السباكة ذات الغرفة الباردة

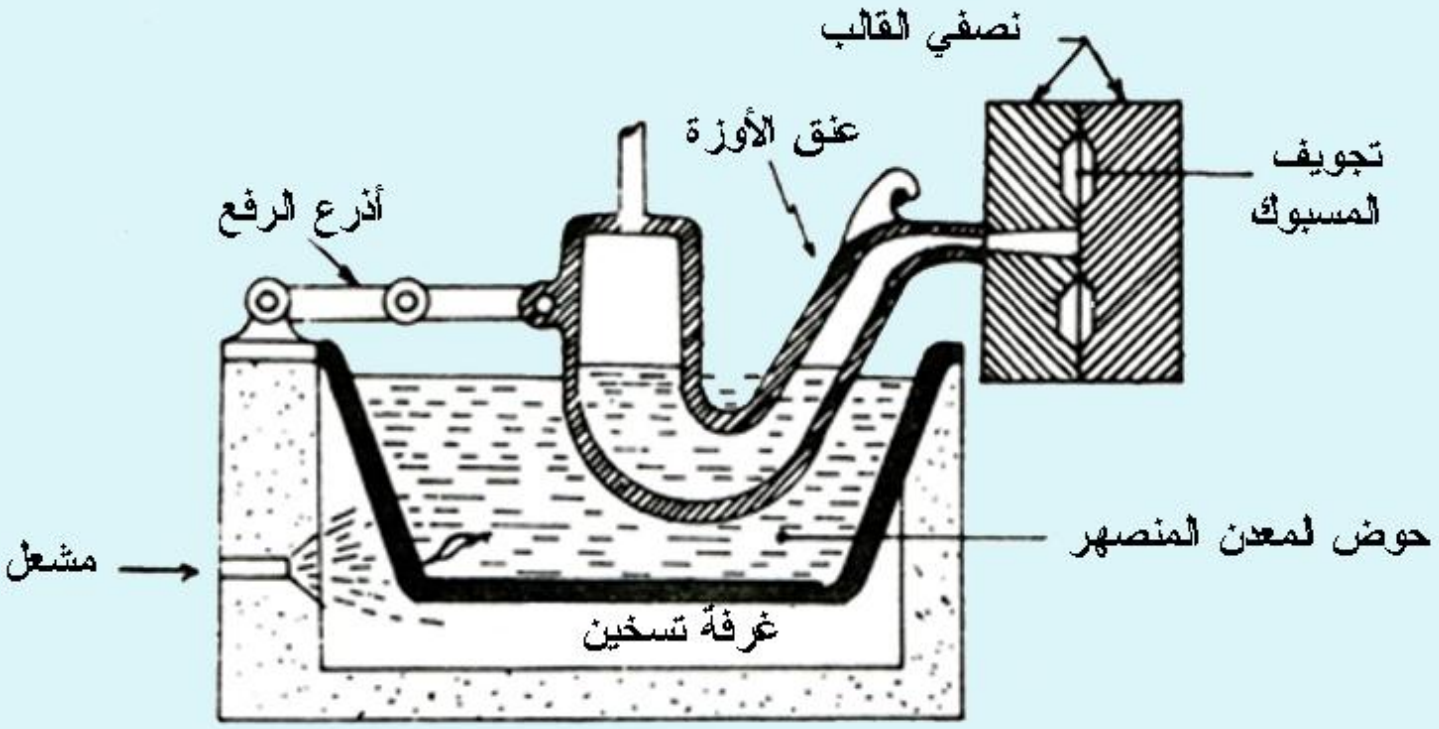
في هذا النوع من المكائن يتم نقل كمية محددة من المعدن من وعاء الصهر الى اسطوانة الضغط بغرفة خاصة وكما موضح بالشكل التالي . يتم تسليط ضغط عالي يصل الى (1000)كغم|سم^2 لكبس عجينة المعدن الى داخل القالب ، وتسبك بهذه الطريقة السبائك ذات درجات الانصهار المرتفعة نسبيا كسبائك الالمنيوم وسبائك النحاس .





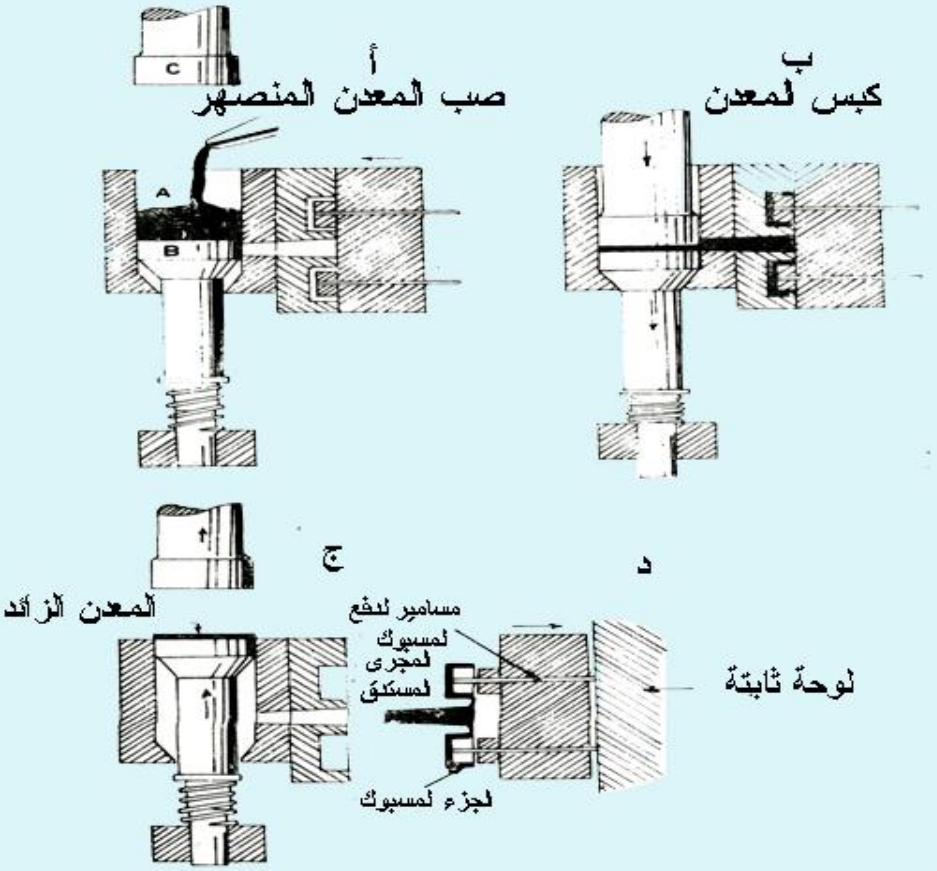
ج- ماكنة عنق الاوزة

وفيها يتم غمر الغرفة الخاصة بنقل المعدن المنصهر (عنق الاوزة) داخل حوض المعدن المنصهر ، وعند امتلاءها ترفع الى اعلى لتثبت مع فوهة القالب ، ويتم دفع المعدن المنصهر بواسطة الهواء المضغوط الى داخل القالب وكما موضح بالشكل التالي .



د- ماكنة بولاك

وفيها يتم صب المعدن في اسطوانة الضغط (A) الموضحة بالشكل التالي فيتحرك المكبسان (C,B) الى اسفل ليتم ملأ تجويف القالب بالمعدن المضغوط .بعدها يرتفع المكبسان فيتم قص المعدن الزائد بواسطة المكبس (B) ، حيث يتم فصله عن المجرى المستدق ليقذف خارجا بواسطة نوابض خاصة تستعمل هذه الماكنة في انتاج مسبوكات احجام كبيرة نسبيا .



16- السباكة بالطرد المركزي

تعتمد هذه الطريقة على مبدا القوة الطاردة المركزية التي تنشا نتيجة دوران القالب بسرعة عالية فيندفع المعدن المنصهر بعيدا عن مركز الدوران .تنتج بهذه الطريقة المسبوكات المجوفة التي تكون تجاويفها اسطوانية الشكل .

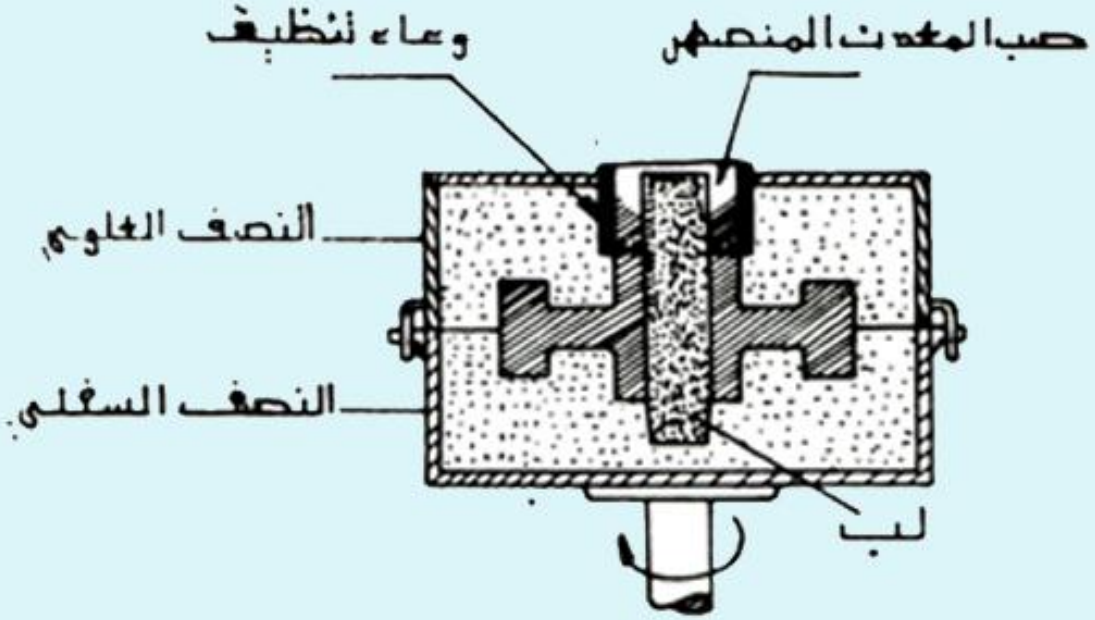
وتوجد ثلاث طرق تستخدم هذه الفكرة وهي : ـ

أـ سباكة الطرد المركزي الحقيقي :

تستخدم هذه الطريقة بانتاج المسبوكات الاسطوانية المجوفة بدون استخدام اللباب والتي يمكن ان يكون شكل السطح الخارجي فيها غير اسطواني (سداسي المقطع او رباعي) ، بينما دائما يكون شكل التجويف الداخلي اسطوانيًا . ويجب ان يدور القالب بسرعة عالية تمكن المعدن من الاندفاع من المركز الى محيط القالب ليتشكل ويظل حتى يتم تجمده وتكون القوة المتولدة بحدود (75 ـ 100) مرة بقدر قوة الجاذبية ، حيث يجب ان لاتقل سرعة دوران القالب عن الحد الذي يوفر هذه القوة حتى لاينزلق المعدن عن جدار القالب ويكون ثنيات معدنية على سطح المسبوكات الناتجة . كذلك في حالة السرعة العالية فان الضغط العالي للسائل سوف يمزق القشرة الرقيقة المتجمدة وتظهر فيها شقوق طويلة . من مميزات هذه الطريقة هو عدم استخدام المصبات والمغذيات فيها مما يجعل نسبة الاستفادة من المعدن المنصهر كاملة جدا وبدون تلف .ان القالب المستخدم في هذه طريقة يكون محور دورانه اما افقيا" او راسيا" .

ب- سباكة شبه الطرد المركزي

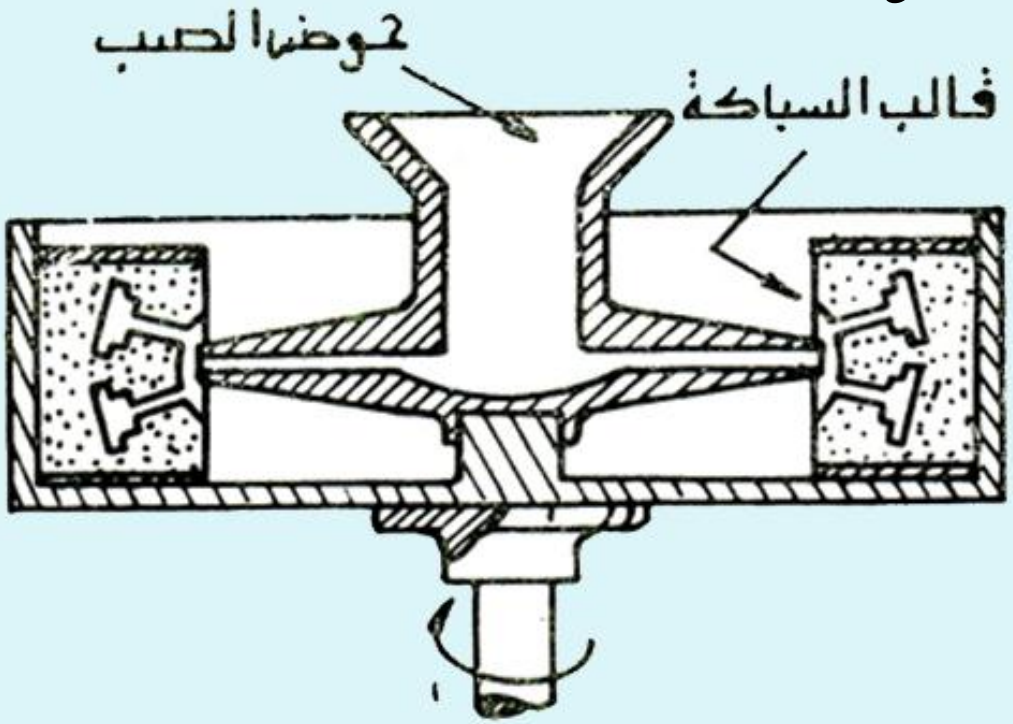
تستخدم هذه الطريقة في أنتاج الاشكال المتامثلة بالنسبة لمحورها المركزي ، وكما تتضح بالشكل التالي وفيها يستخدم قالب رملي اعتيادي وكذلك لباب من الرمل الجاف في حابسة التجاويف او الثقوب . يصب المعدن المنصهر في مجرى المعدن المركزي اثناء دوران القالب حول المحور الراسي ليقذف نحو السطح الخارجي(بعيدا عن المركز) بتاثير قوة الطرد المركزي .تكون سرعة الدوران المستخدمة في هذه الطريقة اقل ، حتى لايتسرب المعدن المنصهر من خلال خط الفصل بالقالب بسبب دفعة بقوة عالية .



ج- سباكة التطريد المركزي :

وفي هذه الطريقة تحيط مجموعة من القوالب بحوض مركزي ،وتدار المجموعة كلها بسرعة عالية حول محور الحوض ثم يصب المعدن المنصهر فيه حيث يقذف الى تجاويف القوالب عبر مجاري المعدن تحت تاثير قوة الطرد المركزي ، وكما بالشكل التالي .

وتشبه هذه الطريقة في مبدئها وعملها طريقة شبه الطرد المركزي ، ولا يشترط فيها ان يكون شكل المسبوك متماثلا ، او مركزها هو نفس محور الدوران . وتستخدم هذه الطريقة للحصول على مسبوكات كثيفة ، وذي اشكال معقدة .



17السباكة الدقيقة

وتسمى السباكة بطريقة الاكساء ،حيث يتم فيها اكساء او تغليف النموذج المصنوع من الشمع او الزئبق أو البلاستك بمادة حرارية للحصول على قالب السباكة .

تصنع بهذه الطريقة الأجزاء الصغيرة ، التي يتطلب انتاجها دقة عالية ، كذلك يمكن بواساطتها عمل جدران ذات سمك (0.5ملم)بتفاوت (+ 0.005 ملم) ولهذا سميت بالسباكة الدقيقة

وتستخدم النماذج مرة واحدة في هذه الطريقة ، لذلك يتم عمل نموذج عند كل عملية صب وتصنع هذه النماذج باستخدام قالب معدني ، مما يجعلها غالية التكاليف .

تستخدم طريقة السباكة الدقيقة لانتاج ريش التوربينات واجزاء السيارات وماكنات الخياطة والالات الكاتبة والماكنات الحاسبة وغيرها من الاجزاء الدقيقة .

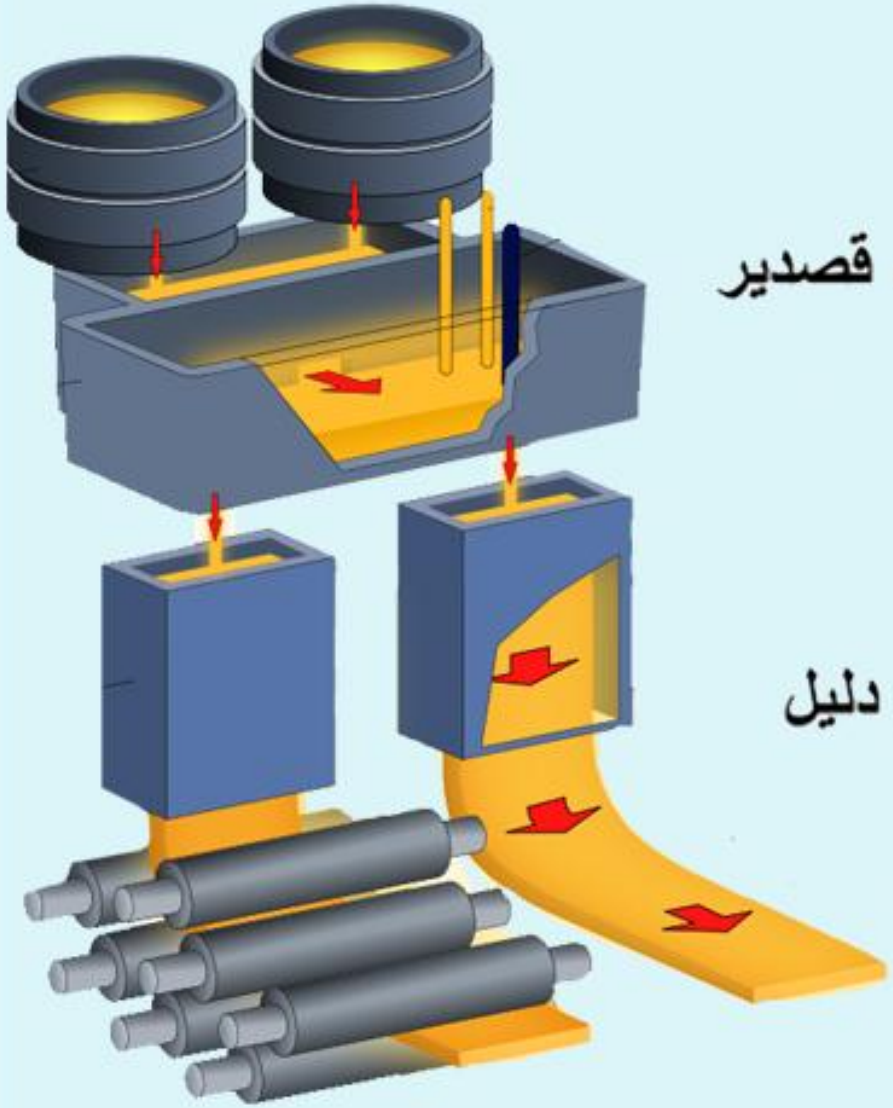
ان الطريقة التي يستخدم فيها الشمع تسمى بطريقة الشمع المفقود وكما موضحة وفق الخطوات الاتية : ـ

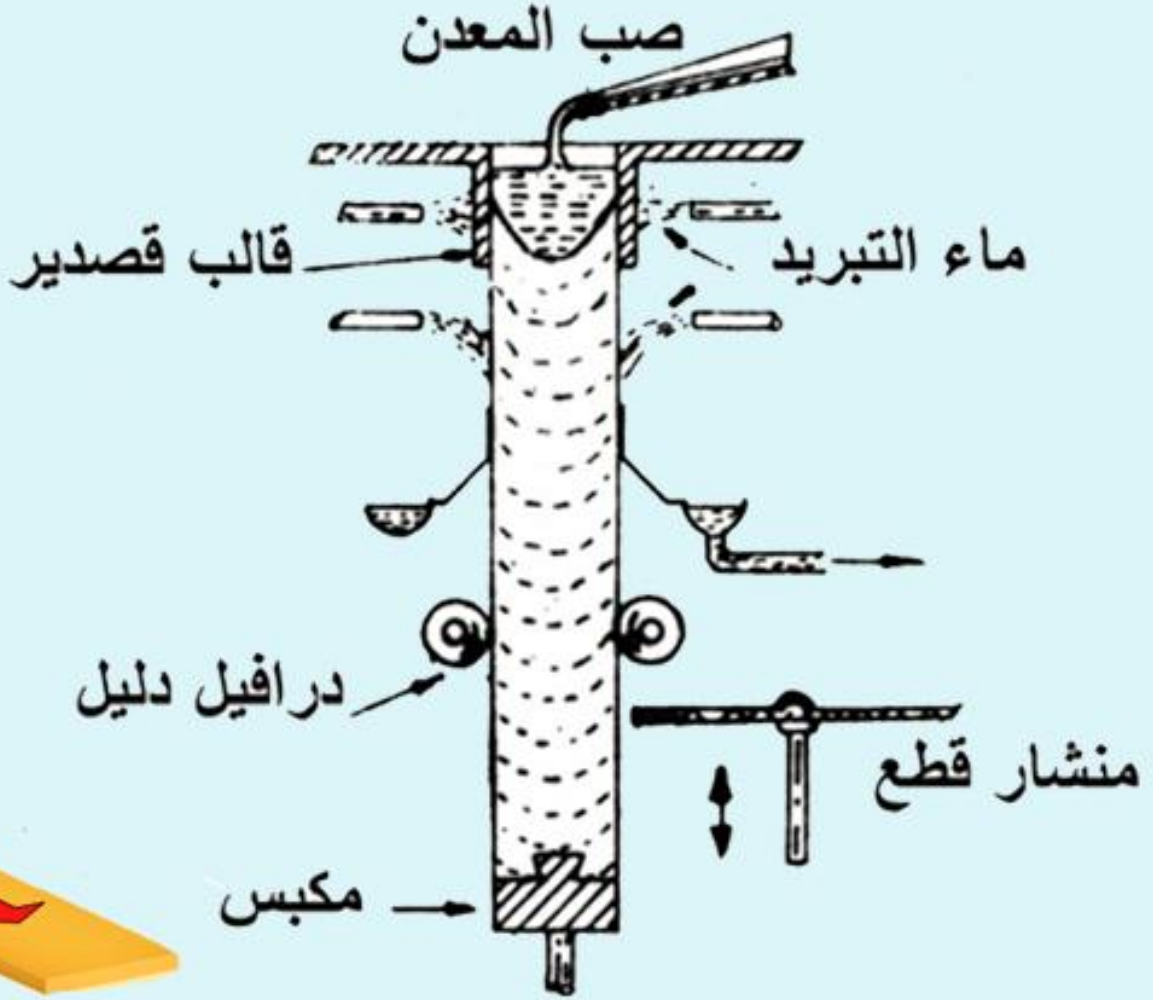
عملية السباكة الدقيقة

18- السباكة المستمرة

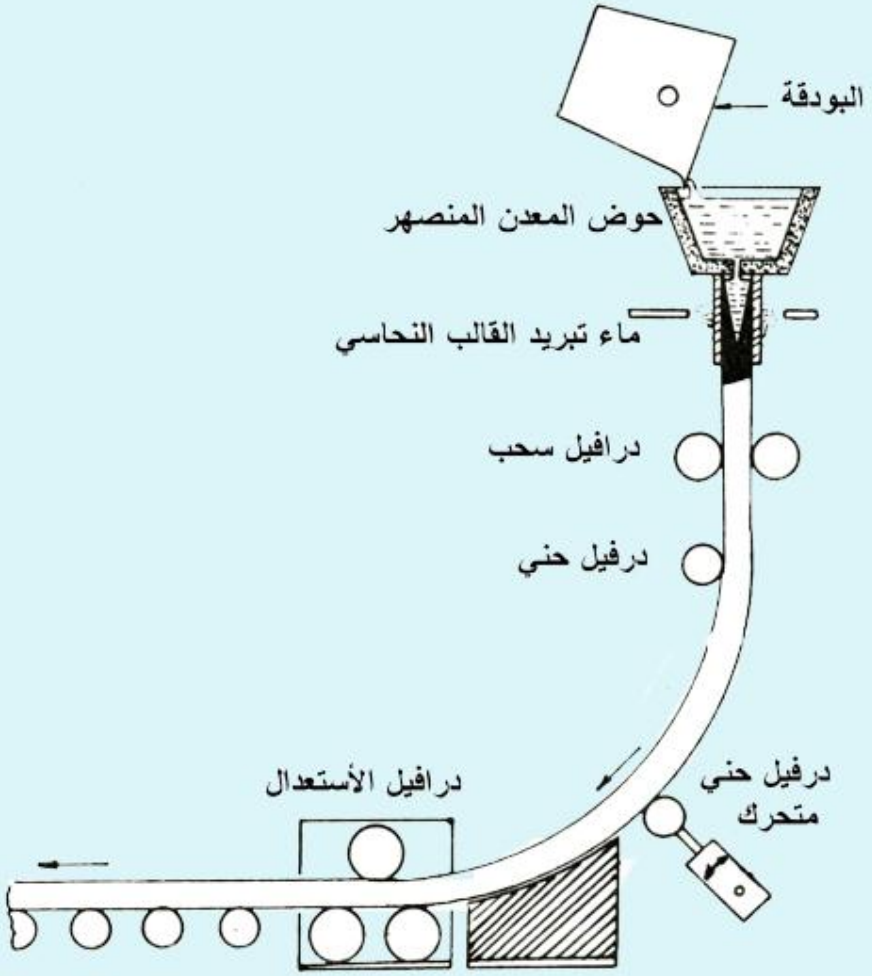
وهي طريقة السباكة التي يصب فيها المعدن المنصهر بشكل مستمر في قالب معدني لانتاج صبات ذات اشكال مربعة او دائرية ، وتجري لها عمليات تشكيل للحصول على الاشكال المطلوبة وتستخدم هذه الطريقة لصب الفولاذ والالمنيوم والخارصين وغيرها .

ويوضح الشكل التالي صب لسبائك الالمنيوم بهذه الطريقة ، حيث تتم عملية صب المعدن المنصهر في القالب في الحالة التي يكون فيها المكبس الى الاعلى ليكون قاعدة القالب ، وبسبب تبريد القالب بالماء يتجمد المعدن بسرعة على جدران القالب والمكبس ، والذي يسحب ببطء الى الاسفل ساحبًا معه الجزء المتجمد .




صب المعدن
قالب قصدير
ماء التبريد
درافيل دليل
منشار قطع
مكبس

يستمر صب المعدن وتجمده ونزوله بمعدل واحد ، وتستمر عملية تبريد الصبة الناتجة اثناء نزولها ليكتمل تجمد المعدن .وقد يتم تقطيع المصبوب حسب الاطوال المطلوبة باستخدام المنشار . وقد تستخدم درافيل لحني واستعدال المصبوب الناتج ،واجراء عمليات تشكيل مباشرة وكما موضح بالشكل التالي .



تتميز طريقة السباكة المستمرة بما يأتي: ــ

أ- ذات انتاجية عالية .

ب- درجة حرارة الصب منخفضة بسبب قصر مسافة صب المعدن المنصهر مما يجعل كلفة الصب قليلة .

ج- قلة وجود الفجوات الغازية بالمسبوكات .

د- تقليل حجم الفجوة المخروطية الناتجة عن الصب والتي تظهر بسبب نظام تجمد المعدن وتقلصه، حيث يجب قطع الجزء المخروطي من الصبة وبالتالي خسارة كمية كبيرة من المعدن المصبوب .

19- السباكة القشرية

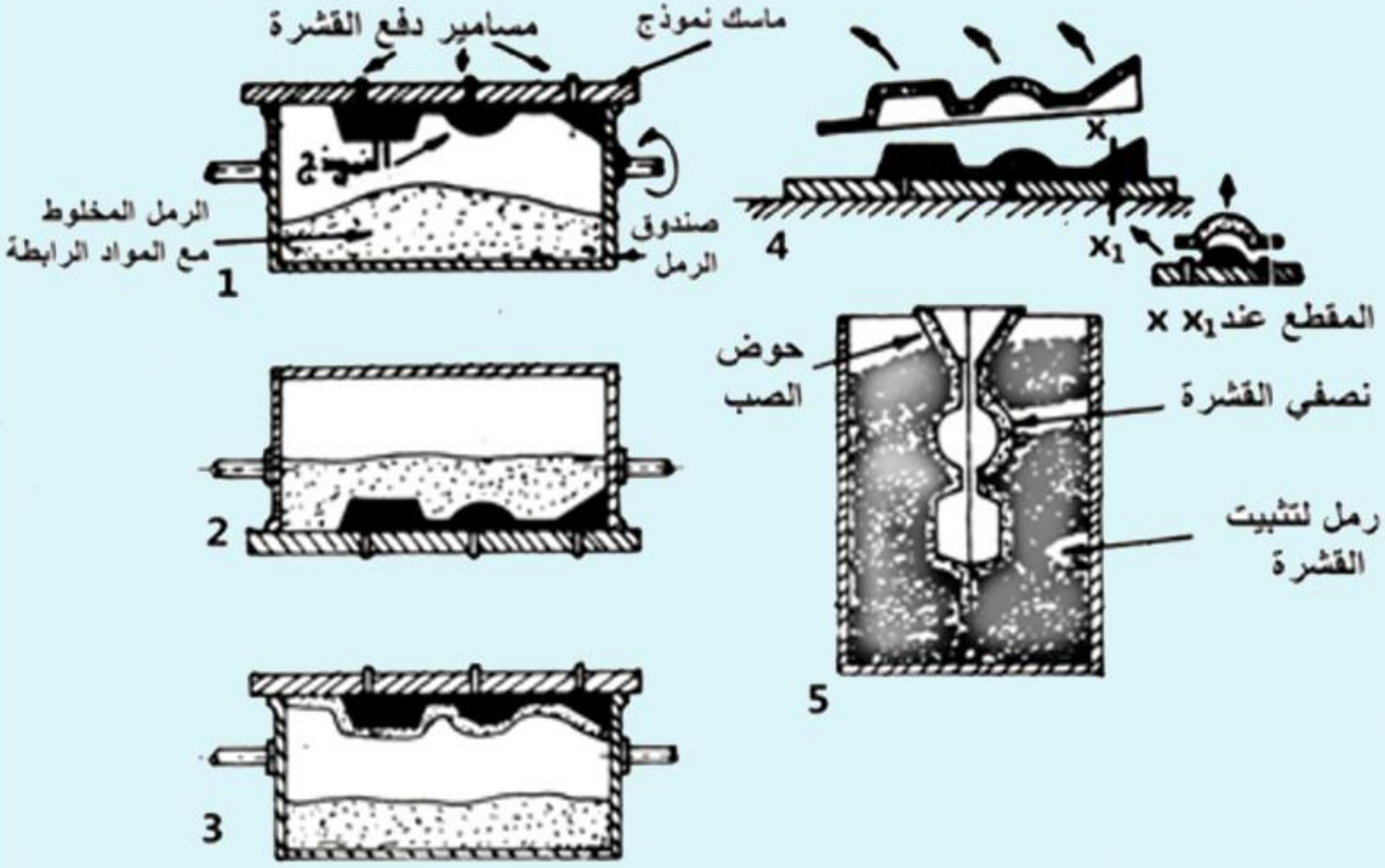
في هذه الطريقة يستخدم رمل دقيق الحبيبات مخلوط مع الراتنجات بنسبة (5%) وزنا بوصفه مادة رابطة والتي تتصلب عند تسخينها لتشكل مع الرمل قشرة تحيط بالنموذج تكون القالب المطلوب.

يتم عمل هذه القشرة باستخدام ماكنة السباكة القشرية وفيها يكون نصفي النموذج مثبتين على لوح معدني مصنوع من الصلب .

تتم العملية حسب الخطوات الاتية: ـ

أ- يسخن النموذج الى درجة حرارة (200 ــ 250م°) ثم يرش بالسليكون لتسهيل نزع القشرة المتكونة من على لوح النموذج ، ثم يثبت النموذج فوق صندوق يحتوي على مزيج الرمل والراتنج ، وكما موضح بالشكل التالي .

ب- يقلب الصندوق فيتم غمر النموذج بخليط الرمل والراتنج ، وبسبب حرارة النموذج المسخن ينصهر الراتنج ويكّون خلال ثوان معدودة مع الرمل قشرة تتصلب حول النموذج ، يتراوح سمكها (4 ـ 12 ملم) وحسب فترة التسخين .


مسامير دفع القشرة
ماسك نموذج
النموذج
الرمل المخلوط
مع المواد الرابطة
صندوق
الرمل
1
2
3
4
x
x1
المقطع عند x x1
حوض
الصب
نصفي القشرة
رمل لتثبيت
القشرة
5

ج- يعاد الصندوق الى وضعه الاصلي ليسقط منه الرمل غير المتصلب.

د- يرفع لوح النموذج والقشرة الملتصقة به، ويتم تسخينها لمدة دقيقتين، وبدرجة حرارة تتوقف على نوع الراتنج المستخدم ، بعدها تنزع قشرة الرمل من على لوح النموذج بوساطة نوابض خاصة، وتقطع القشرة ليتم لصق جزئيها (نصفي النموذج) باستخدام مادة لاصقة او ماسكات خاصة لتكوين القالب المطلوب .

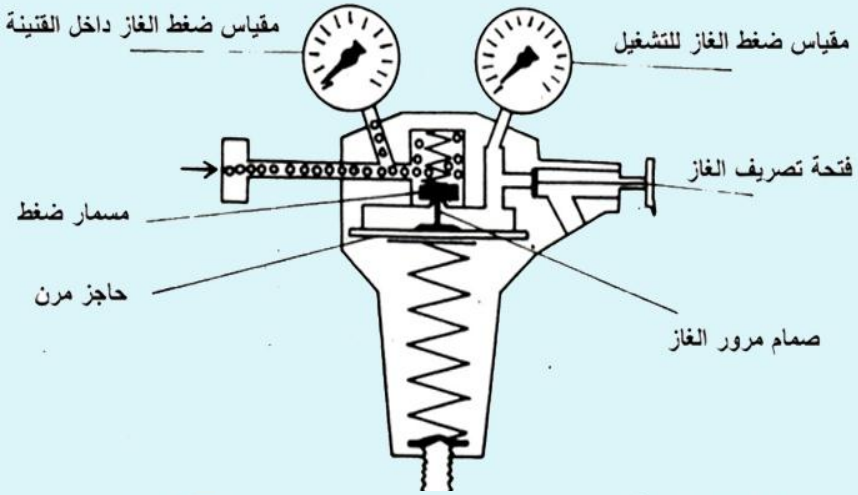
هـ- يتم صب المعدن مباشرة بالقشرة المشكلة في حالة المسبوكات الصغيرة، اما في المسبوكات الكبير فانه يتم احاطه القشرة برمل تقوية ضمن صندوق ، واجراء عملية الصب . ان القوالب المشكلة بهذه الطريقة يمكن تجميعها وخزنها بسبب عدم امتصاصها للماء، وهي تستخدم لمرة واحدة فقط الا انها بسيطة ولا تحتاج الى صناديق مقالبة ، وتحتاج الى كمية رمل قليلة ، اما نعومة الاسطح المنتجة ودقتها ، وامكانية صب مسبوكات رقيقة فيها يجعلها طريقة اقتصادية في بعض المسبوكات. ان هذه الطريقة تستخدم لكافة المعادن كالحديد الزهر والصلب وسبائكه وسبائك النحاس .

الأســـــبوع الخامس عشر

4- الأدوات المستخدمة في لحام الأوكسي أستيلين :

تمتاز هذه الأدوات بكونها بسيطة ولا تحتاج الى عمليات صيانة معقدة ، كذلك ذات كلف قليلة نسبيا" . وتشمل هذه الأدوات ما يلي : ـ

أ- منظمات ضغط الغاز



تستخدم هذه المنظمات لخفض ضغط الغاز الموجود في القنينة الى الضغط المناسب للتشغيل ، حيث يمكنها على سبيل المثال من خفض ضغط الأوكسجين الموجود داخل القنينة وليكن (150 كغم/سم2) الى ضغط التشغيل وليكن (2.5 كغم/سم2) . والشكل التالي يوضح فكرة عمل منظم ضغط الغاز .

ب- مشعل اللحام

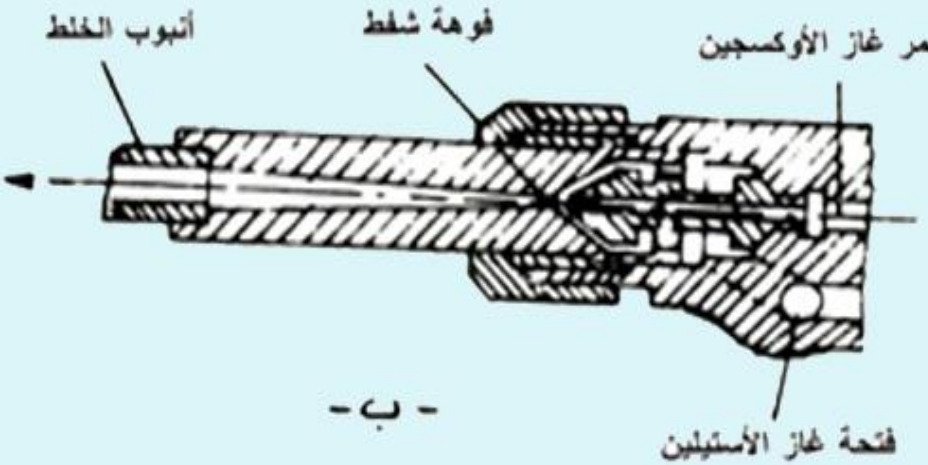
يغذى مشعل اللحام بغازي الأوكسجين والأستيلين بشكل منفصل ، ثم يتم خلطهما في داخل المشعل والشكل التالي يوضح مكونات مشعل اللحام . وتتم عملية خلط الغازين بأحدى الطريقتين التاليتين : ـ

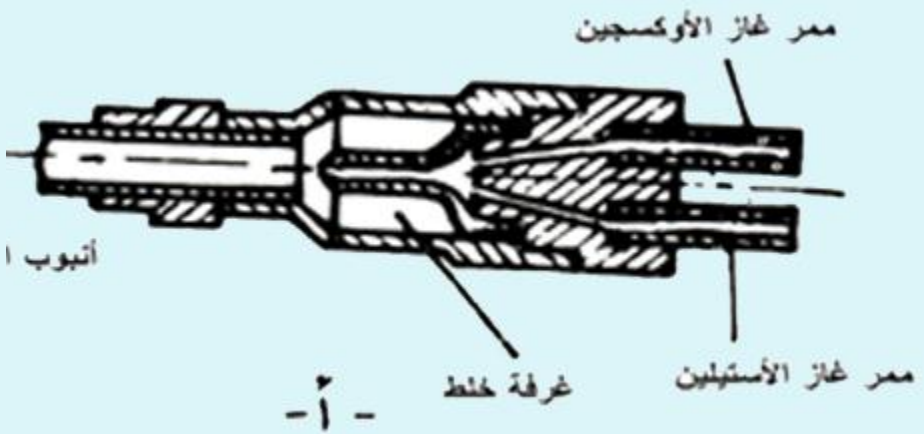
1- بأستخدام مشعل الضغطين المتساويين

والذي فيه يكون ضغط غازي اللحام (الأوكسجين والأستيلين) الداخل للمشعل متساويين حيث يتم الخلط في موقعين للحصول على تجانس أكثر وكما موضح بالشكل التالي (أ) .

2- بأستخدام مشعل الحقن (الضغوط غير المتساوية)

ويستخدم في حالة سحب غاز الأوكسجين بضغط مرتفع عن ضغط غاز الأستيلين ، حيث يتم سحب غاز الأستيلين عن طريق الشفط الذي يحدث نتيجة تدفق غاز الأوكسجين بسرعة . والشكل التالي (ب) يوضح مكونات هذا النوع .



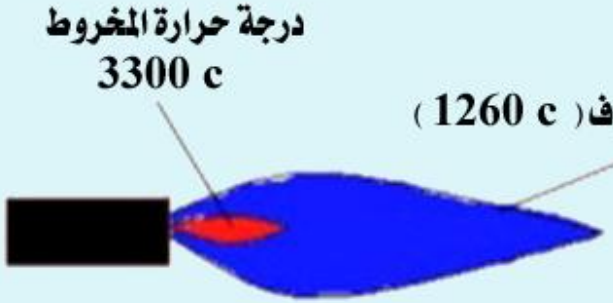


5- أنواع اللهب

يحترق غاز الأستيلين بعد خلطه مع غاز الأوكسجين بنسبة معينة للحصول على لهب ذي درجة حرارة عالية . وتحدد نسبة خلط الغازين المستخدمة نوع اللهب الناتج وكما يلي : ـ

أ- اللهب المتعادل

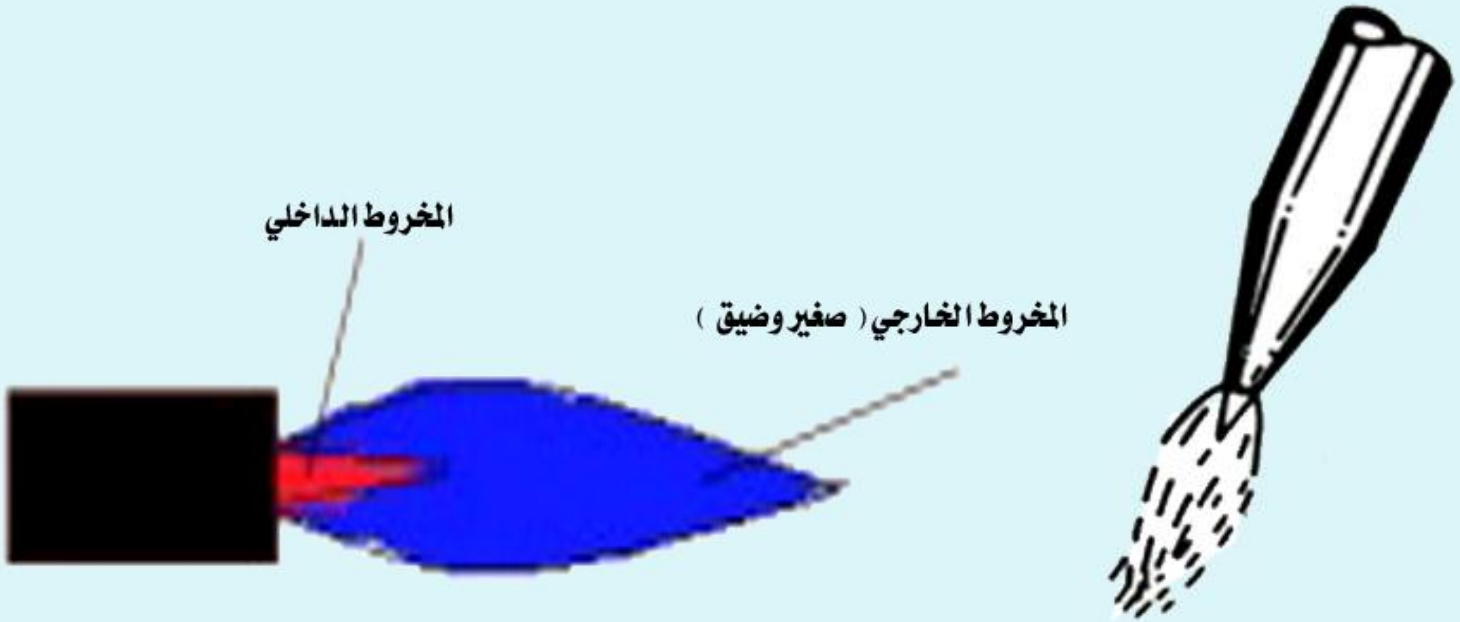
في هذا النوع تكون نسبة حجم غاز الأوكسجين المخلوط هي (من 1.04 الى 1.14) الى حجم واحد من غاز الأستيلين . ويتميز هذا اللهب بشكل مخروط أبيض مركزي مع غلاف قهوائي محمر وكما موضح بالشكل التالي (أ) . ويستخدم في لحام الصلب الكاربوني ومعظم السبائك الغير حديدية . ولا ينتج عنه أي أكسدة للمعاد الملحومة أو أي تفاعل كيميائي في معدن اللحام المنصهر .



أ

ب- اللهب المؤكسد

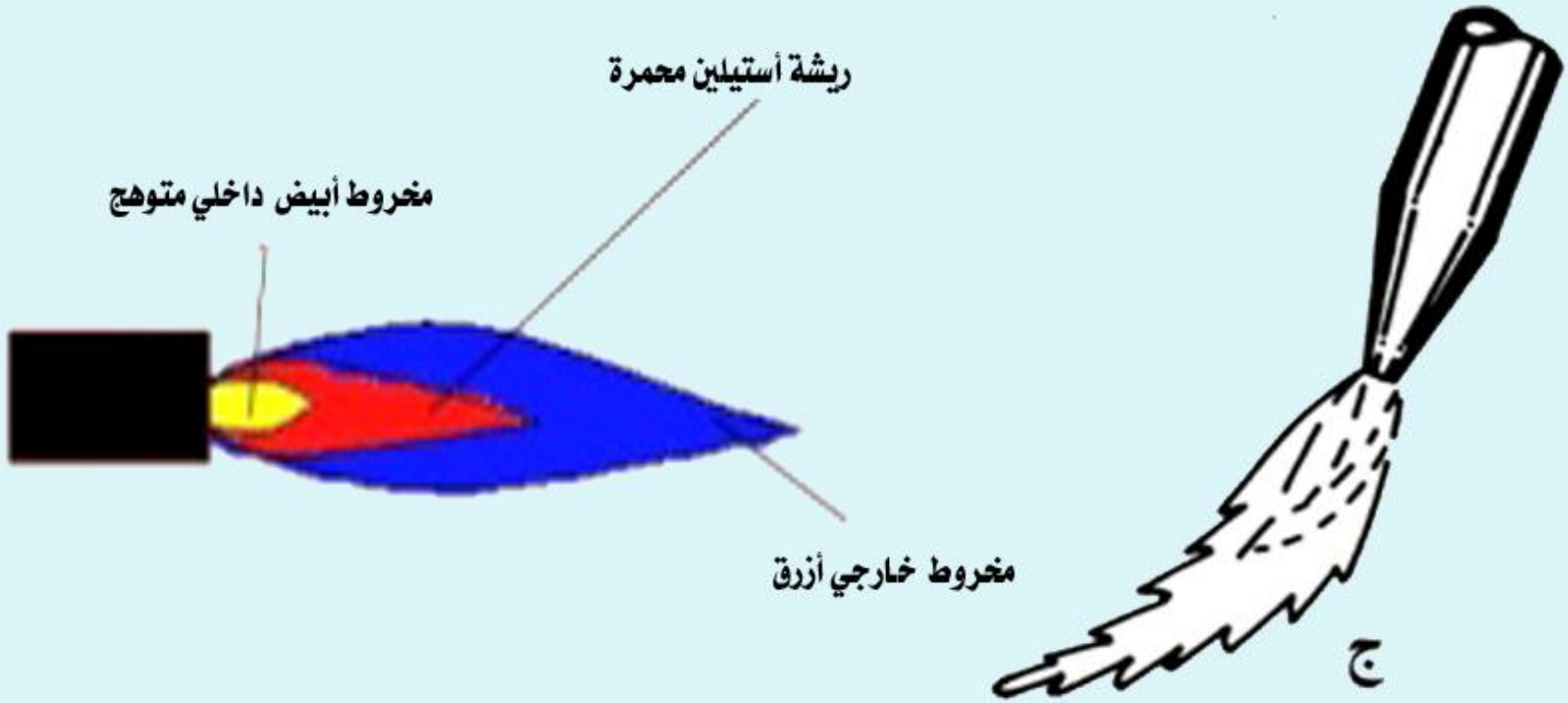
في هذا اللهب تكون نسبة حجم غاز الأوكسجين كبيرة ، بحيث يكون اللهب قصيرا" وكذلك المخروط المركزي . لكنه أكثر أستدقاقا" من اللهب المتعادل وكما موضح بالشكل التالي. تكون وصلة اللحام المنتجة به هشة لأحتوائها على عدد كبير من المسام الغازية . يستخدم هذا النوع في لحام النحاس والبرونز والفضة وذلك لأن ظروف اللهب المؤكسد سوف تمنع ذوبان الهيدروجين في المعدن المنصهر ، كون الهيدروجين هو السبب في ظهور هذه المسام الغازية



ب

ج- اللهب المختزل

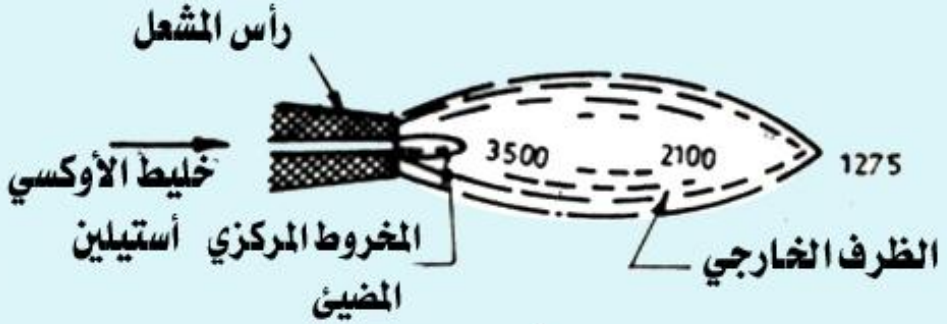
وفيه تكون نسبة حجم غاز الأوكسجين الى الأستيلين قليلة مما في اللهب المتعادل وكما موضح بالشكل التالي حيث يمتاز هذا اللهب بمخروط أبيض متوهج محاط بمنطقة بيضاء تشبه شكل الريشة ومحاط بغلاف محمر . يستخدم هذا النوع في لحام الألمنيوم ومعظم الصلب السبائكي .



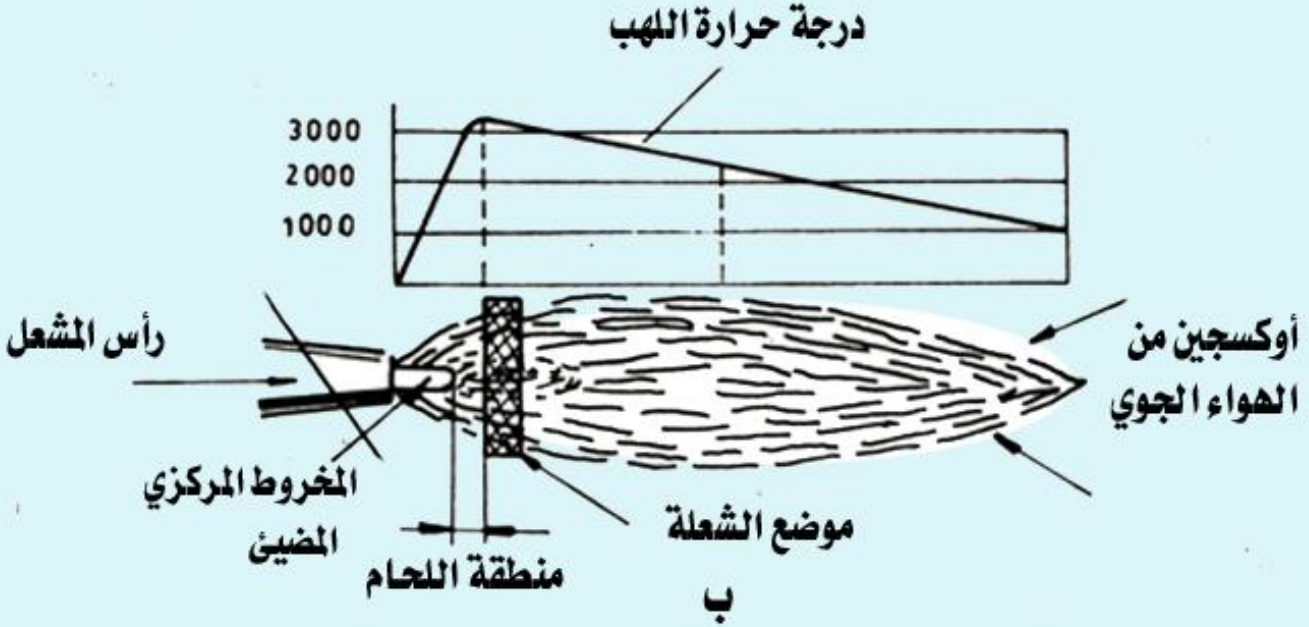
ويبين الجدول رقم (4) نسب الخلط ودرجات الحرارة الناتجة من هذه النسب .

ت	نـــــوع اللهب	نسبة الأوكسجين الى الأستيلين	متوسط درجة الحرارة
1	متعادل	1.04 ـ 1.14	3250
2	مؤكسد	1.14 ـ 1.17	3500
3	مختزل	0.85 ـ 0.95	3150

ويبين الشكل التالي مناطق اللهب المتعادل وتوزيع درجات الحرارة فيها .



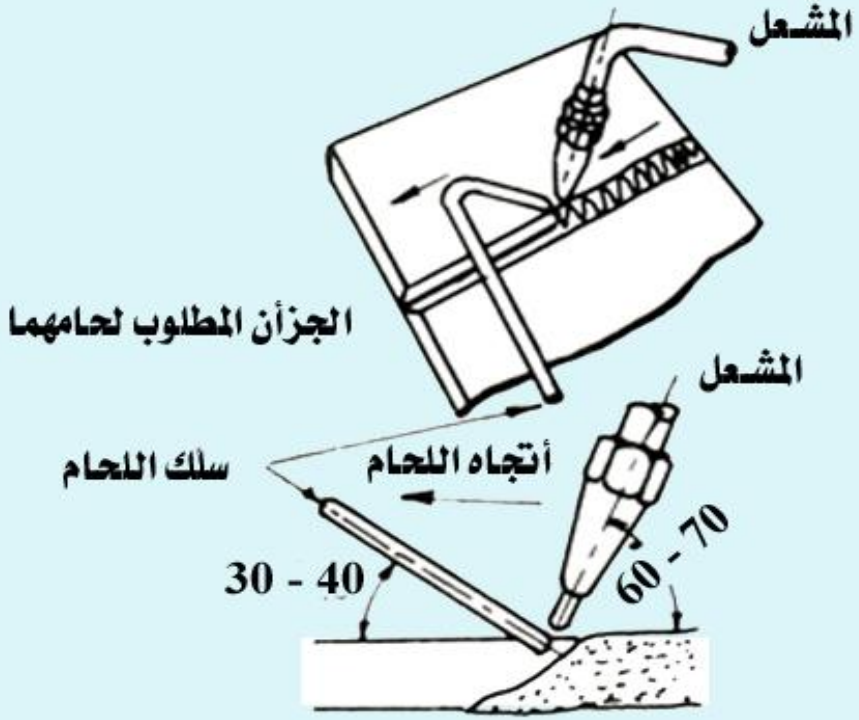
أ



ب

6- اللحام اليساري واللحام اليميني

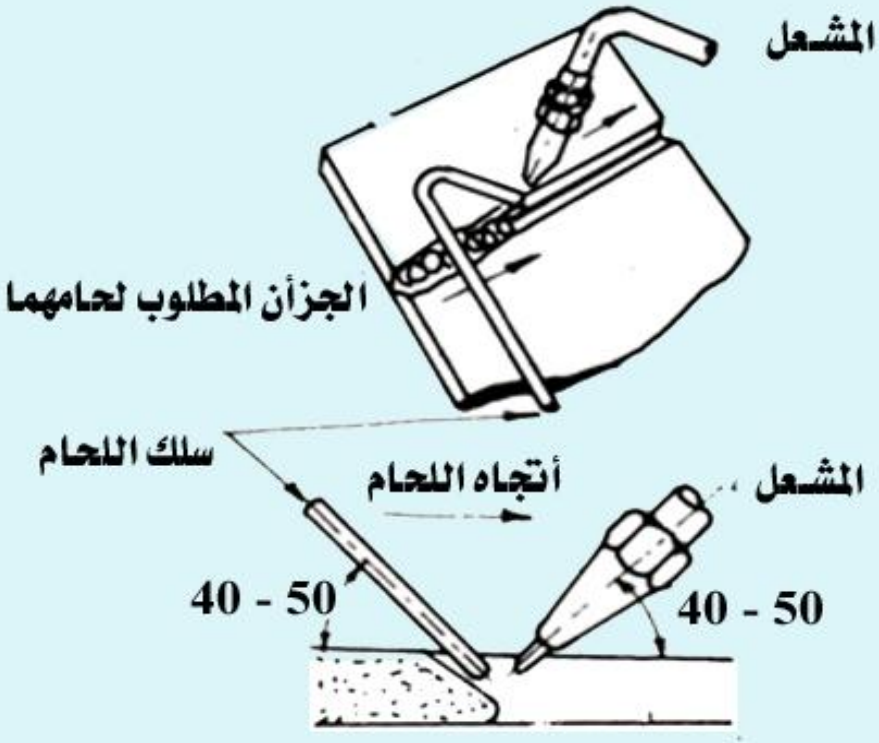
يقصد باللحام اليساري اللحام الذي تتقدم فيه عملية اللحام من اليمين الى اليسار ويسبق فيه سلك اللحام المشعل ، كما موضح في الشكل التالي .



اللحـام اليسـاري

حيث لا يتحدد اللحام من اتجاه تقدم عملية اللحام فقط وانما بالدرجة الاساسية من موقع سلك اللحام بالنسبة لمشعل اللهب والمنطقة الملحومة .

اما اللحام اليميني فهو الذي تتقدم فيه عملية اللحام من اليسار الى اليمين ويسبق في مشعل اللهب سلك اللحام .



اللحام اليميني

ويتميز هذان اللحامان عن بعضهما بالامور الاتية:

أ- يكون التسخين في منطقة اللحام في اللحام اليميني لمدة اطول نسبيا بسبب التسخين المسبق لمنطقة اللحام من قبل مشعل اللهب ، لانه يتقدم عملية اللحام .

ب- تبريد منطقة اللحام في اللحام اليميني يكون اسرع ، لان مشعل اللهب ابعد نسبيا عن منطقة اللحام مما في اللحام اليساري .

ج- يستخدم اللحام اليميني في لحام الواح الصلب ذات السمك الكبير (اكثر من 6 ملم) بسبب امكانية نفاذ اللحام وجودته لتوفير حرارة اكبر .

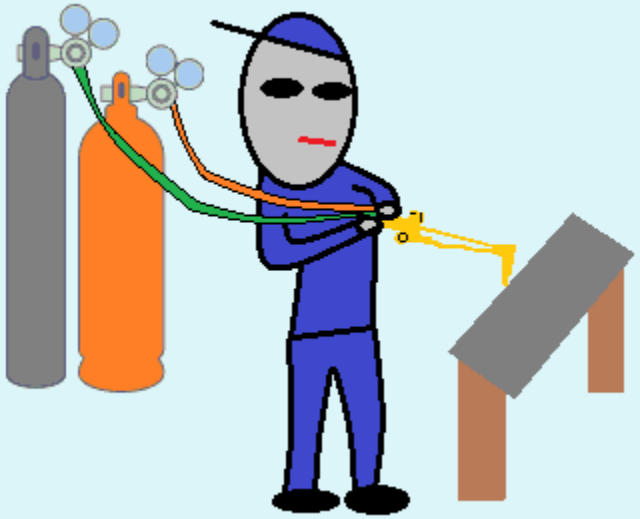
اما اللحام اليساري فيستخدم في لحام حديد الزهر والمعادن غير الحديدية والواح الصلب التي سمكها اقل من (6) ملم .

قسم التقنيات الميكانيكية

عمليات التصنيع

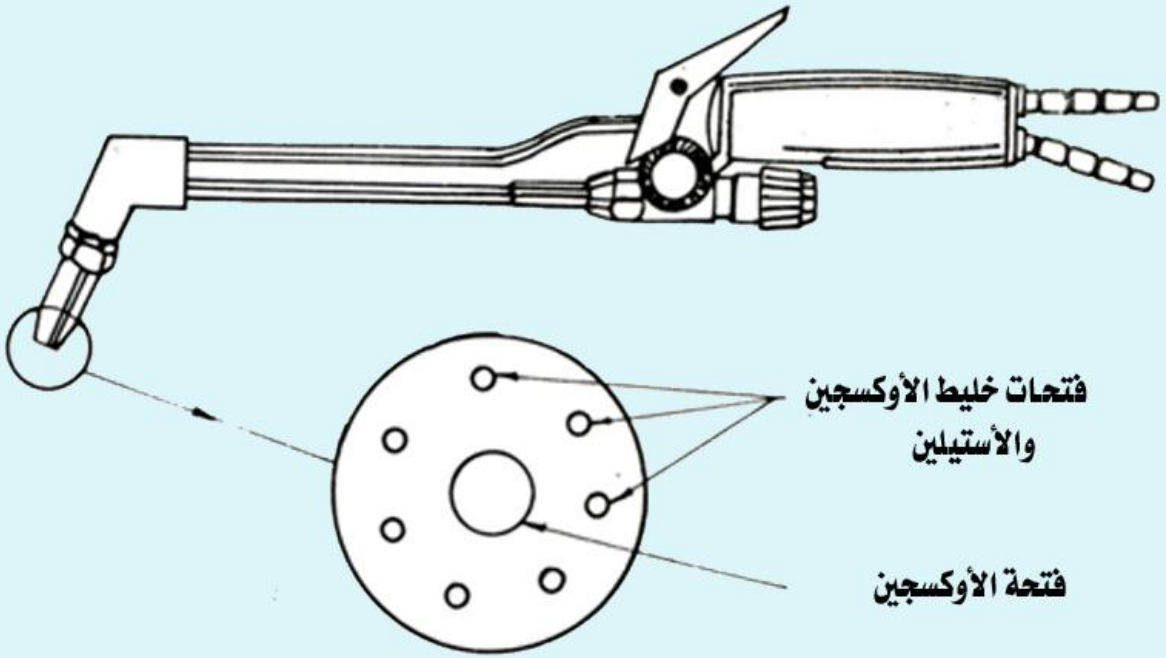
اللحـــام

الأسبوع السادس عشر



7- القــطع بالأوكسي أستيلين

يعد القطع بالاوكسي استيلين من عمليات الانتاج المهمة يتم باستخدام معدات اللحام نفسها مع مشعل القطع .يحتوي مشعل القطع المستخدم على عــدة ثقوب صغيرة تحيط بثقب مركزي كبير وكما موضح بالشكل التالي .



يخرج من الثقب المركزي غاز الاوكسجين ، فـــي حين يمر من خلال الثقوب الصغيرة خليط الاوكسجين والاستيلين ، وتكون كل من هذه الفتحات اشبه بمشعل لحام .

تتم عملية القطع بتسخين الجزء المراد قطعه الى درجة حرارة التاكسد السريع ، ويكون ميل الحديد للاكســـــدة فيها عالية جـــدا (دون الوصول الى درجة حرارة الانصهار) ، عندها يفتـــــح تيار الاوكسجين المضغوط (من الثقب المركزي) فتتم اكسدة المنطقة المسخنة بسرعة عالية ويتكون من اوكسيد الحديد الذي يكون ارتباطه بمعدن القطعة ضعيفا ، فيندفع مـــــــع تيار الاوكسجين المضغوط على شكل شرر لتمم عملية القطع . ولا يجوز ان تصل درجة تسخين الحديد الى درجة الانصهار لان ذلك يجعل القطع غير نظيف ويحتاج الى عمليات تشغيل اخرى

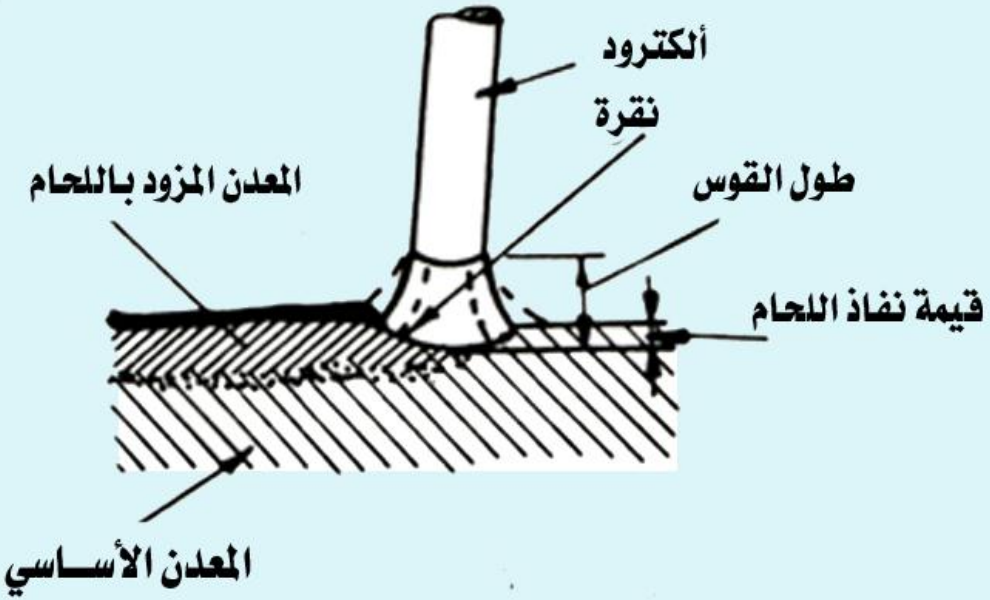
ان درجة التاكسد تعتمد قيمتها على نسبة الكربون في سبيكة الحديد فهي تـــــــكون بحدود (1150 درجة مئوية) في حالة الحديد القليل الكربون وتزداد بزيادته .

أن القطع الناتج يكون نظيف جدا" وقد لا يحتاج الى عمليات تشغيل أضافية . وتســـــــتخدم في عمليات القطع بالاوكسي استيلين أنـــــواع عديدة من مشاعل القطع أضافة للنوع السابق ذي الفتحة المركزية للاوكسجن والفتحات المحيطة بها لخلط الاوكسجين والاستيلين .

فهناك المشاعل ذات الفتحة الحلقية (وهي فوهات على شكل حلقة) تحيط بالفتحة المركزية ، او المشاعل ذات الفتحتين فقط والتي تكون احداهما لخليط الغازين الذي يستخدم بالتسخين المسبق لموقع القطع ، والفتحة الاخرى للاوكسجين ، ويتميز النوع الاخير من مشاعل القطع باستخدامه القطع باتجاه واحد فقط ويكون استهلاكه للغازات اقل ، وكذلك فعند استخدامه لا تسخن مناطق التي لايراد قطعها ثم عدم تأثرها بالحرارة .

اللحام بالقوس الكهربائي Electric Arc- Welding

وهي احدى طرق اللحام بالصهر وفيها يتم صهر منطقة اللحام نتيجة الحرارة العالية والمتولدة من القوس الكهربائي الذي يحدث بين قطب اللحام (الالكترود (Electrode))والشعلة (Work piece) الجاري لحامها كما يتضح بالشكل التالي .



تصل درجة الحرارة في القوس الكهربائي الى حوالي (5500 درجة مئوية) وتتكون في حوض المعدن المنصهر على سطح القطعة الجاري لحامها حفرة بسبب ضغط تيار غازات القوس تسمى نقرة أو بركة اللحام وكما موضح بالشكل أعلاه .

أ- تيار اللحام Welding Current

في عملية اللحام بالقوس الكهربائي يستخدم التيار المتناوب [Alternating Current (A.C)] والتيار المستمر [(D.C) Direct Current] والتيار المستمر يكون ذا اتجاه تيار ثابت (سالب أو موجب) كما في التيار الناتج من البطارية (D.C) . اما التيار المتناوب(المترد (A.C)) ففيه يتغير اتجاه التيار الكهربائي باستمرار بين السالب والموجب لذلك ففي حالة استخدام التيار المستمر في اللحام فانه يتم تحديد القطب (السالب أو الموجب) الذي يوصل بالشغلة والذي يوصل بالاكترود ويكون ذلك بطريقتين : -

1- طريقة القطبية المباشرة Straight Polarity

وفيها تربط الشغلة الى القطب الموجب والالكترود الى القطب السالب ، وهي الحالة الاكثر استخداما ، وفيها تكون الحرارة المتولدة بالقطعة اكبر حيث ان كمية الحرارة على القطب الموجب تكون اكبر (بحدود ثلثي كمية الحرارة الكلية المتولدة) .

ان هذا النوع من الربط يساعد على توفير الحرارة اللازمة لصهر القطعة كونها ذات حجم اكبر من الالكترود .

2- طريقة القطبية المعكوسة Reverse Polarity

وفيها يربط الالكترود الى القطب الموجب ، وتستخدم هذه الطريقة في حالة استخدام انواع خاصة من الالكترودات التي تحتاج الى حرارة عالية لتنصهر، او عند لحام الواح رقيقة من الصلب .

ب- الاقطاب المستخدمة :

تستخدم الالكترودات (الاقطاب) لغرض توصيل التيار الكهربائي خلال دائرة اللحام .ولتشكيل القوس الكهربائي ، وفي حالة استخدام الكترودات معدنية فانها تستخدم معدنا" مالئا" (Filler Metal) ايضا" .

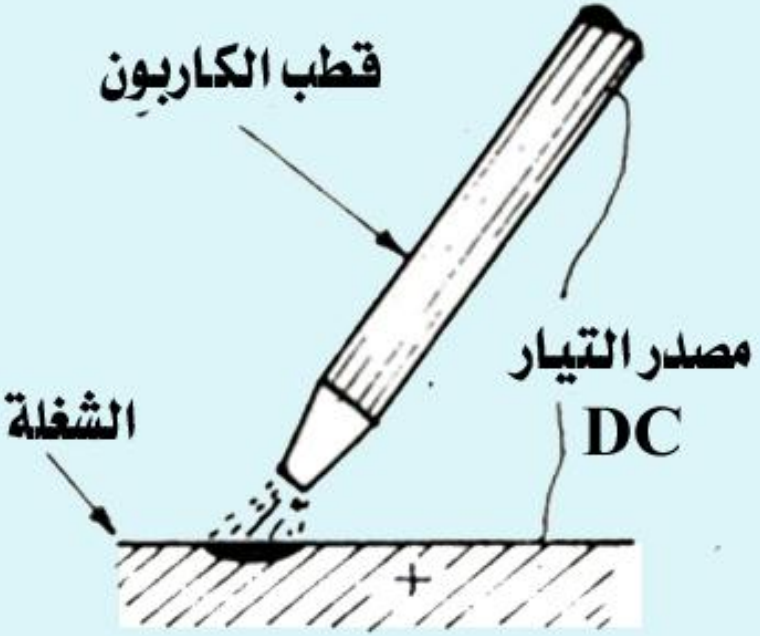
وهناك نوعان من الاقطاب هما : -

1- الاقطاب الكربونية Carbon Electrodes

وهي الأقطاب التي لا تنصهر عند اجراء عملية اللحام ويحدث القوس الكهربائي باستخدام الاقطاب الكربونية بطريقتين : -

أ- الطريقة المباشرة :

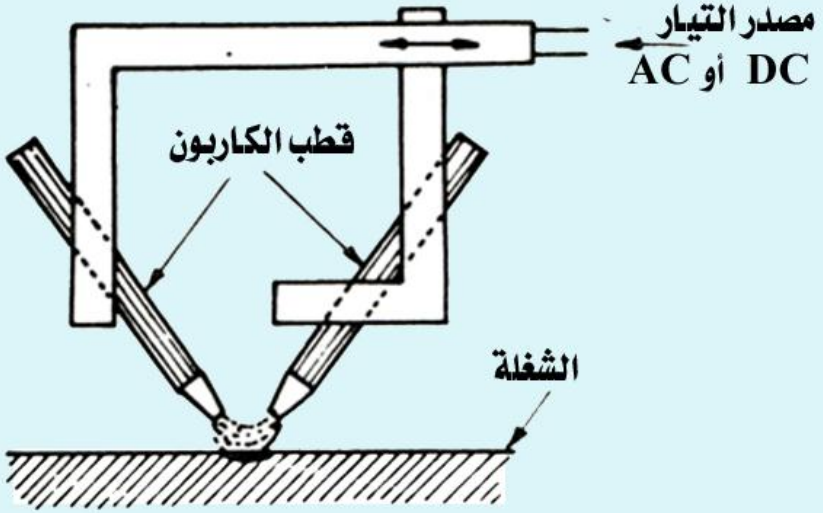
وفيها يستخدم قطب كاربوني واحد يحدث القوس الكهربائي بينه وبين الشغلة المطلوب لحامها كما في الشكل التالي ويلاحظ ان القوس الكهربائي ينشأ بسهولة في هذه الطريقة لان القطب الكربوني لا يلتصق بمعدن الشغلة ، وهي طريقة قديمة لاتستخدم في الوقت الحاضر .



الطريقة المباشرة

ب- الطريقة غير المباشرة :

في هذه الطريقة يتم توليد القوس الكهربائي بين القطبين من الكربون يثبتان برأس اللحام المتنقل حيث يتم تقريبها من الشغلة المراد لحامها فيتم انصهارها عن طريق الحرارة المتولدة في القوس الكهربائي بين القطبين وكما موضح في الشكل التالي .



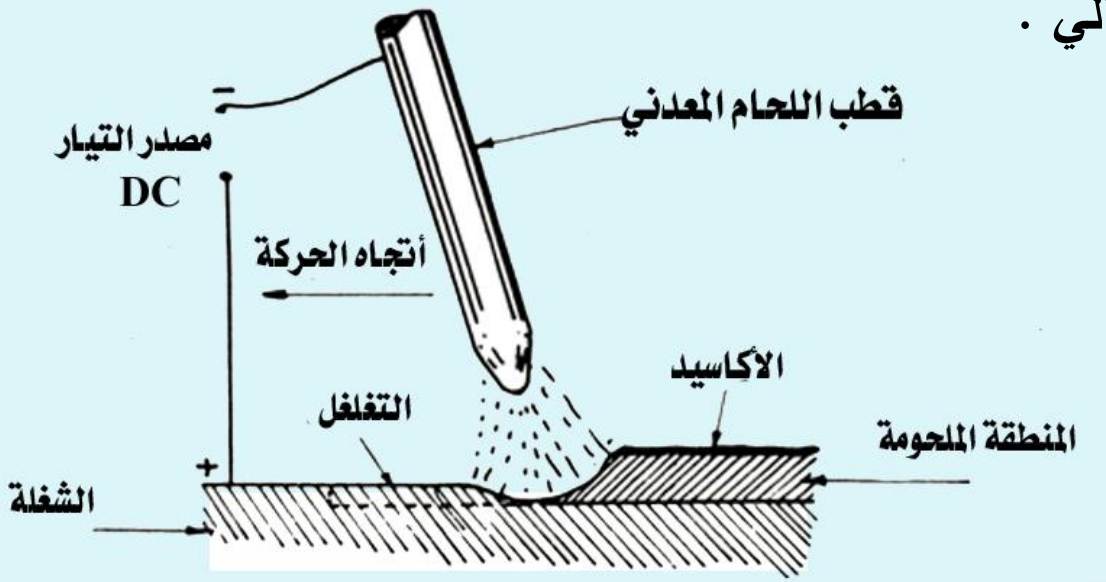
الطريقة غير المباشرة

في كلتا الطريقتين يستخدم سلك معدني (مادة مالئة) لغرض ملء وصلة اللحام .
ان طريقة اللحام باستخدام الاقطاب الكربونية تستخدم بشكل محدود جدا .

2- الاقطاب المعدنية Metal Electrodes

وهي اقطاب معدنية تؤدي عند استخدامها وظيفتين ، حيث تقوم بامرار التيار الكهربائي اللازم (بوصفه جزءا من دائرة اللحام الكهربائية) ، وكذلك فهي تنصهر بفعل حرارة القوس الكهربائي وتترسب في منطقة اللحام بوصفه مادة مالئة ، لذلك فاستخدام هذا الاقطاب يعوض استخدام اسلاك اللحام (المادة المالئة) .

ان طريقة استخدام الاقطاب المعدنية هي الطريقة الاكثر شيوعا ويستخدم فيها التيار المستمر او المتناوب ، حيث يمر التيار الكهربائي خلال القطب المعدني الى القطعة المطلوب لحامها ويتكون القوس الكهربائي في الفراغ بينهما ونتيجة للحرارة المتكونة في منطقة اللحام تنصهر الشغلة وكذلك نهاية قطب اللحام ليتجمع المعدن المنصهر في بركة اللحام ويترسب مكونا الجزء الملحوم وكما يتضح بالشكل التالي .



ج- أنواع أقطاب اللحام المعدنية

تختلف اقطاب اللحام المعدنية من حيث التغليف المستخدم فيها، ويوجد ثلاثة انواع هي : -

1- الاقطاب الغازية : هي الاقطاب المعدنية التي تستخدم دون تغليف وتكون نادرة الاستخدام .

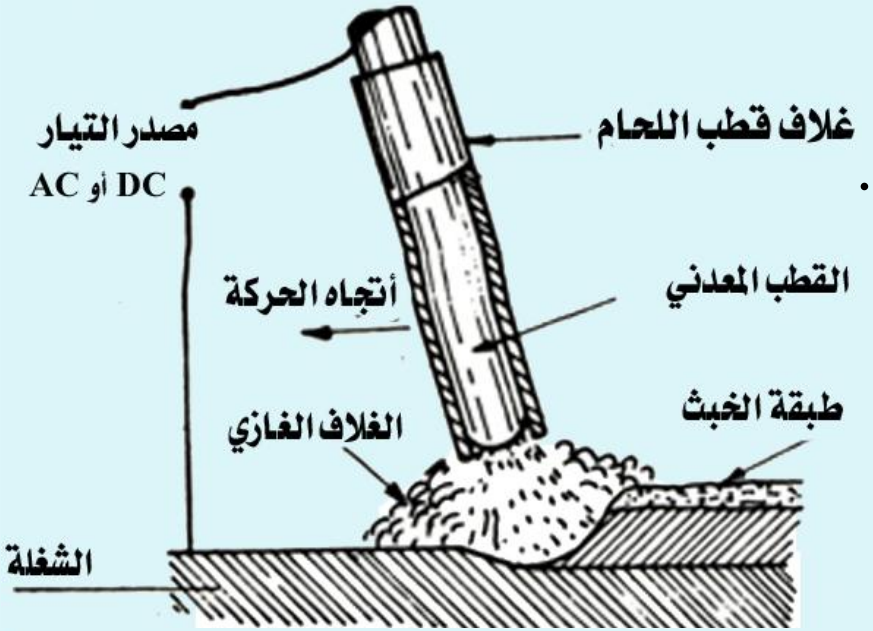
2- الاقطاب ذات التغطية الرقيقة : وفيها يكون سمك مساعد الصهر المستخدم بتغليف الاقطاب قليلا .ويوفر هذا الغطاء استقرار اشتعال القوس الكهربائي ، اضافة الى حماية منطقة اللحام من التأكسد . تستخدم الاقطاب ذات التغطية الرقيقة في لحام الاجزاء التي لاتتعرض الى اجهادات كبيرة .

3- الاقطاب ذات التغطية السميكة : وفيها تغلف اقطاب اللحام بطبقة سميكة من المادة المساعدة للصهر. ان اغلب عمليات اللحام بالقوس الكهربائي تستخدم هذا النوع من الاقطاب الذي يعمل على تكوين غطاء غازي حول القوس الكهربائي يمنع الاكسدة، وكذلك فهذا الغطاء يقوم بتكوين طبقة من الخبث فوق الجزء الملحوم .

اما في حالة التيار المتناوب فتستخدم المحولات ، والتي تقوم بتحويل جهد وشدة التيار المتناوب (A.C)بالحدود الملائمة لعملية اللحام .

د- تغليف أقطاب اللحام المعدنية

لغرض حماية منطقة اللحام والمناطق الاخرى من تأثيرات عملية اللحام فانه يتم تغليف (Coating) او اكساء الاقطاب المعدنية بمواد خاصة من مساعدات الصهر والتي هي عبارة عن مسحوق من مواد حبيبية تغلف كل قطب اللحام ، كما هو موضح بالشكل التالي .



فوائد تغليف الاقطاب المعدنية تتلخص بالاتي : ـ

1- زيادة ثبات اشتغال القوس الكهربائي واستقراره .

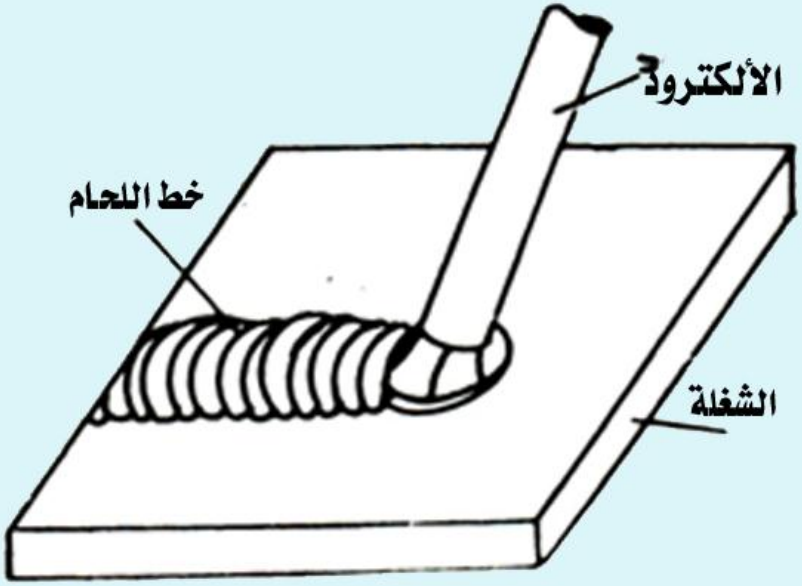
2- تكوين سحابة واقية من الغازات تحمي معدن اللحام المنصهر من الاكسدة بتاثير اوكسجين الجو ، كذلك فان قشرة الخبث المتكونة بعد اللحام تبطيء سرعة تبريد منطقة اللحام .

3- تقليل تناثر قطرات اللحام المنصهرة .

4- اضافة عناصر سبيكة الى وصلة اللحام مما يحسن الخواص الميكانيكية للوصلة .

هـ- حركة الألكترودات

عند اللحام بأستخدام الألكترودات المعدنية فأنه يـــجب تحريك الألكترود بأتجاهات مختلفة بنفس الوقت وذلك لغرض الحفاظ على استمرار اشتعال القوس الكهربائي وتكوين خط اللحام بالمواصفات الصحيحة وكما هو موضح بالشكل التالي .



حيث يجب تحريك الألكترود بأتجاه محوره أي دفعه نحو الشغلة الجاري لحامها لغرض تعويض الجزء المنصهر من الالكترود ان اشتعال القوس الكهربائي و استمرار اللحام بسبب انصهار طرف الالكترود و ازدياد طول القوس الكهربائي مما يسبب انقطاع القوس ، لذلك يجب تحريك الألكترود نحو الشغلة للحفاظ على طول ثابت للقوس الكهربائي.

ان سرعة الحركة بهذا الاتجاه تعتمد على سرعة أنصهار الالكترود ، و يحدد ذلك بخبرة عامل اللحام ، و ذلك انه اذا كانت سرعة الحركة بهذا الاتجاه كبيرة فان ذلك يؤدي الى تقليل المسافة بين طرف الالكترود و القطعة ، ثم اختفاء القوس الكهربائي و التحام الالكترود بالمعدن الملحوم عند تلامسه معه نتيجة لانخفاض درجة الحرارة .

اما اذا كانت سرعة الالكترود قليلة فان ذلك يسبب زيادة طول القوس ثم انقطاعه . كذلك و لغرض الاستمرار باكمال خط اللحام الى نهايته يتم تحريك الالكترود باتجاه خط اللحام – أي بالاتجاه الذي تم فيه اللحام .

ان سرعة حركة الالكترود بهذا الأتجاه تعتمد على توفير الظروف الكافية و الملائمة لأتمام عملية الصهر الالكترود ومنطقة اللحام بالحد المطلوب لأنتاج وصلة لحام جيدة ، و يعتمد هذا على مقدار التيار الكهربائي و قطر الالكترود المستخدم و نوع الوصلة و امور أخرى

ان السرعة العالية تسبب عدم نفاذ اللحام و صغر مقطع وصلة اللحام بسبب عدم اكتمال الصهر اما السرعة البطيئة فتؤدي الى كبر مقطع وصلة اللحام و زيادة الكلفة الاقتصادية كذلك تقليل انتاجية اللحام ، واتساع المنطقة المتأثرة بالتسخين نتيجة حرارة اللحام .

قسم التقنيات الميكانيكية

عمليات التصنيع

اللحـــام

الأسبوع السابع عشر

و- طرق عزل الأقطاب ومنطقة اللحام

أن الغاية من عزل الأقطاب ومنطقة اللحام هي حماية الجزء الملحوم من تأثيرات الأوكسجين الموجود بالهواء الجوي . حيث يقوم الأوكسجين بمهاجمة المعدن الملحوم وأكسدته عند درجات الحرارة العالية المتكونة أثناء عملية اللحام ، مما يجعل مواصفات وصلة اللحام غير جيدة .

تتم حماية منطقة اللحام بعزلها عن الأوكسجين بمختلف الطرق والتي منها ما يلي : -

1- **تغليف أقطاب اللحام بمساعدات الصهر (Fluxes) وهذه تساعد على تكوين سحابة من الغازات الواقية حول منطقة اللحام تحميها من تأثيرات الأوكسجين .**

2- **غمر منطقة القوس الكهربائي بمسحوق مساعد الصهر كما في لحام القوس المغمور مما يجعل منطقة اللحام معزولة .**

3- **أستخدام الغازات الخاملة (غاز الآركون أو الهليوم) لحماية منطقة اللحام . حيث تقوم هذه الغازات بتغليف بركة اللحام وبذلك تقيها من تأثيرات الأوكسجين الجوي .**

ز- بنيان منطقة اللحام

نتيجة لحدوث القوس الكهربائي أثناء عملية اللحام ترتفع درجة الحرارة بشكل كبير مما يؤدي الى أنصهار معدن الشغلة المطلوب لحامها في منطقة اللحام وكذلك معدن الألكترود ، وتتكون وصلة اللحام من تبلور هذا المعدن المنصهر .

يحدث التبلور نتيجة لأنخفاض درجة الحرارة في منطقة اللحام كنتيجة لتحرك القوس الكهربائي لمنطقة أخرى وكذلك تسرب الحرارة للمناطق المجاورة لبركة اللحام .

أن أنتقال الحرارة للمناطق المجاورة لبركة اللحام (الأجزاء غير الملحومة) تسبب في أرتفاع درجة حرارتها بمقادير مختلفة تبعا لقربها وبعدها عن منطقة اللحام .

هذا الأرتفاع بدرجة حرارة هذه المناطق يؤدي الى حدوث متغيرات مهمة في بنية المعدن وعليه يمكن فرز مناطق مختلفة حسب درجة حرارتها وكما موضح بالشـــكل التالي .

وهــي كالتالي : ـ

أ- منطقة الأنصهار غير الكامل ، وفيها تنمو الحبيبات نموا كبيرا" بسبب التسخين العالي .

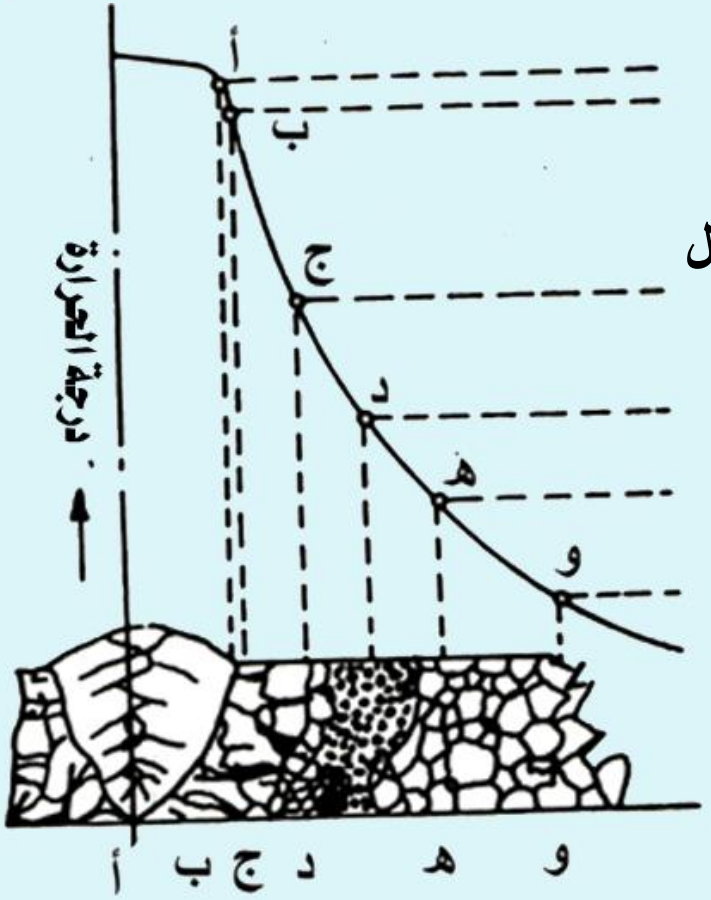
ب- منطقة تجاوز حد التسخين والتي يكون فيها التسخين أقل ونمو حبيباتها أقل .

ج- منطقة المراجعة ذات الحبيبات الصغيرة .

د- منطقة التحول الطوري غير الكامل .

هـ- منطقة أعادة التبلور التي تستعيد فيها البلورات أشكالها الكروية بعد عملية الدرفلة .

و- منطقة التقصف البارد .



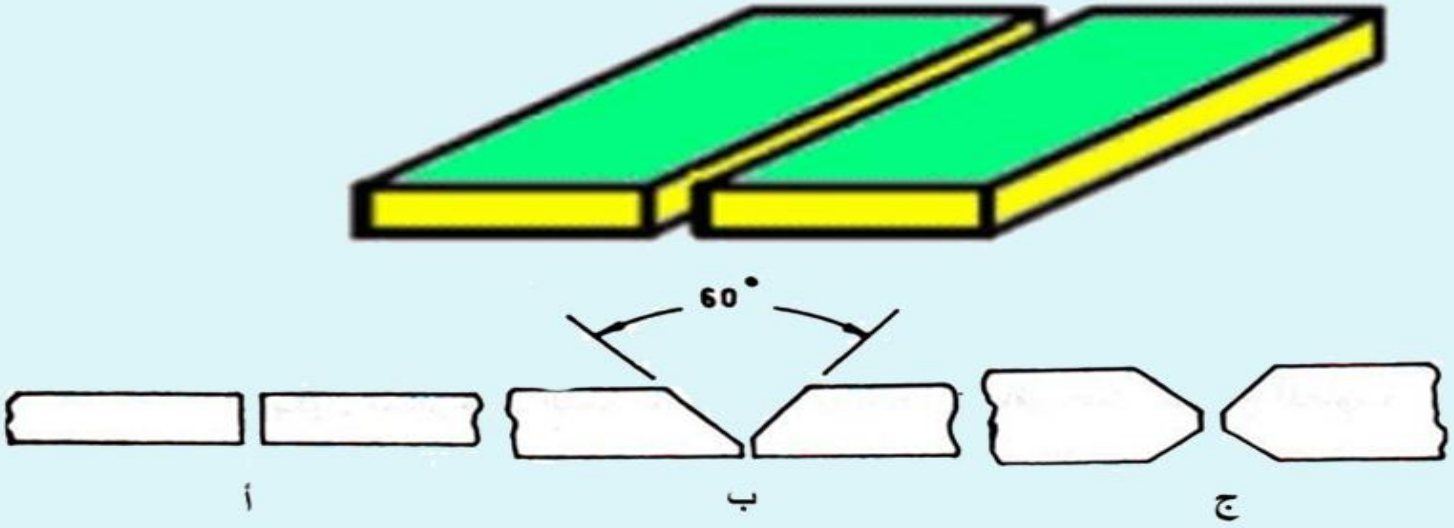
ح- أنـواع وصلات اللحـــام

تعتمد انواع وصلات اللحام او التوصيلات الملحومة في اشكالها على طريقة وضع الاجزاء الملحومة بالنسبة لبعضها وهناك عدة انواع لوصلات اللحام هي : ـ

1- التوصيل التناكبي Butt Joint

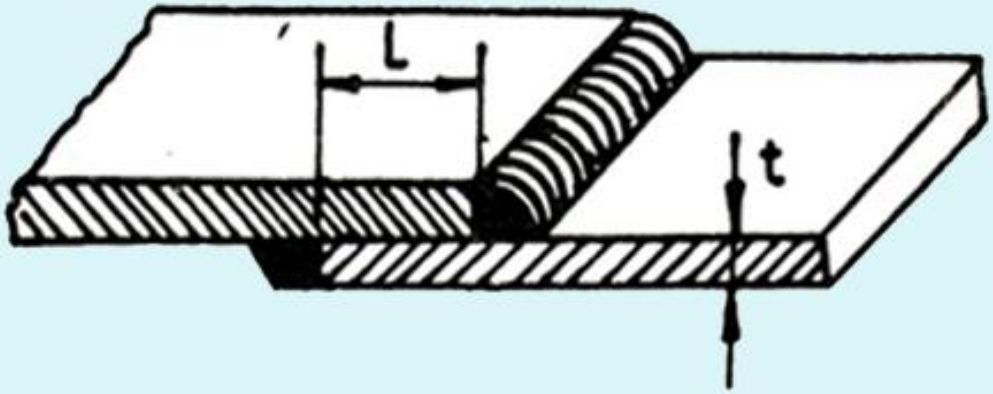
وتعد هذه التوصيلات من الاشكال الرئيسية لتوصيلات اللحام ، وفيها يوضع طرفا الجزاين الملحومين احدهما مقابل الاخر بحيث يكون سطحا الجزاين الملحومين سطحا واحدا .

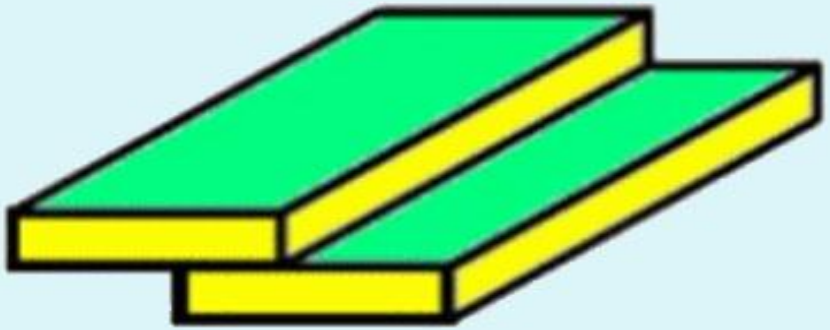
واعتمادا على سمك الاجزاء الملحومة فانه يتم تجهيز اطرافها بحيث يتم تصاهرهما بشكل تام والحصول على وصلات لحام متينة وكما موضح بالشكل بالتالي .



2- التوصيل التراكبي Lap Joint

في هذا النوع من التوصيلات يغطي سطحا الجزأين الملحومين احدهما الاخر بشكل جزئي ولبعد معين يسمى الشفة ، وكما هو موضح بالشكل التالي .

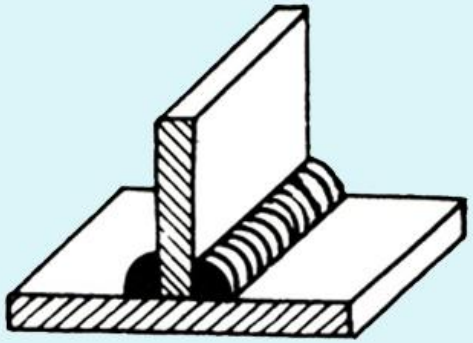




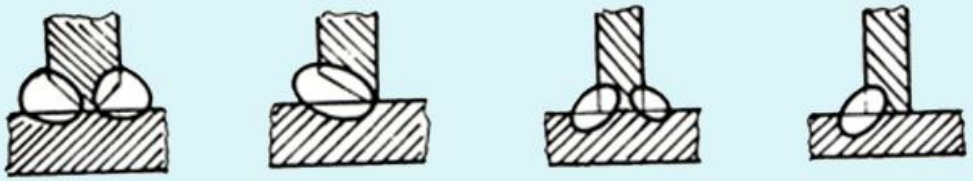
ويكون مقدار طول الشفة (L) مساويا" الى (3 ـ 5) اضعاف سمك الصفائح المطلوب لحامها (t) .ويتم لحام طرف واحد من الشفة او لحام كلا الطرفين (أي عمل وصلتي لحام) ولاتتطلب هذه التوصيلات تجهيز اطراف الاجزاء الملحومة كما في اللحام التناكبي ، لذلك فهي اسهل لكنها تستهلك كمية اكبر من معدن اللحام ولاتتحمل اجهادات القص مقارنة بالانواع الأخرى من الوصلات لذلك لايفضل استخدامها .

3- التوصيل على شكل حرف (T)

في هذا النوع يتم لحام طرف احد الجزأين المراد لحامها بسطح الجزء الآخر ، وكما هو موضح بالشكل التالي .



وفي هذه الوصلات قد يتم اللحام من جهة واحدة او من الجهتين وفي بعض الاحيان يتم تجهيز طرف الجزء القائم من جهة واحدة او من جهتين حسب سمك الاجزاء الملحومة ،وكما هو موضح بالشكل التالي . ويستخدم هذا النوع من اللحام في لحام الأنشاءات الهندسية الخاصة في بناء الماكينات وغيرها .



أ ب ج د

أ ـ اللحام من جهة واحدة.

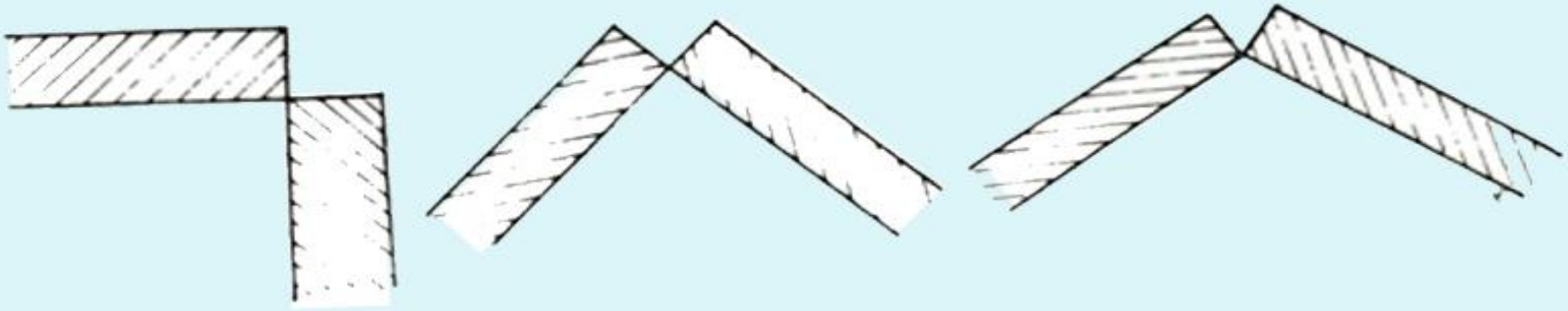
ب ـ اللحام من الجهتين.

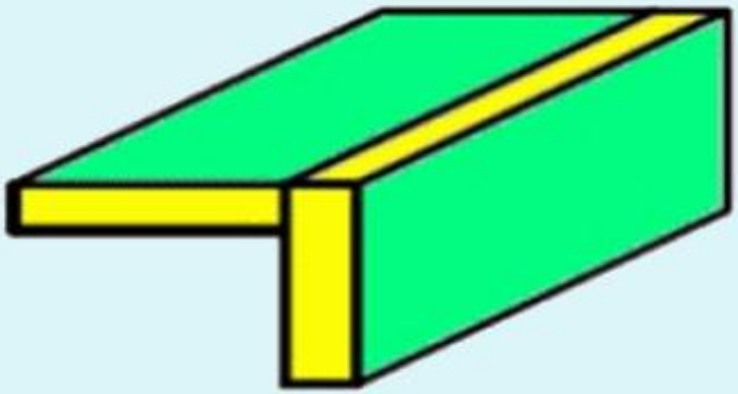
جـ ـ التجهيز (الشطف) من جهة واحدة.

د ـ التجهيز (الشطف) من الجهتين.

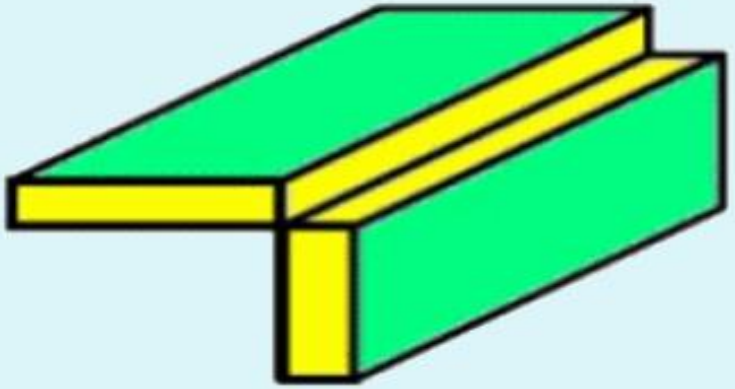
4- التوصيل الزاوي

وفيه يتم وصل الجزئين المراد لحامهما عند طرفيهما بحيث يكونان بينهما زاوية معينة ، كما يتضح في الشكل التالي . وقد يتم اللحام دون تجهيز اطراف الاجزاء الملحومة، او قد يتم تجهيزها وحسب سمك الاجزاء المستخدمة .



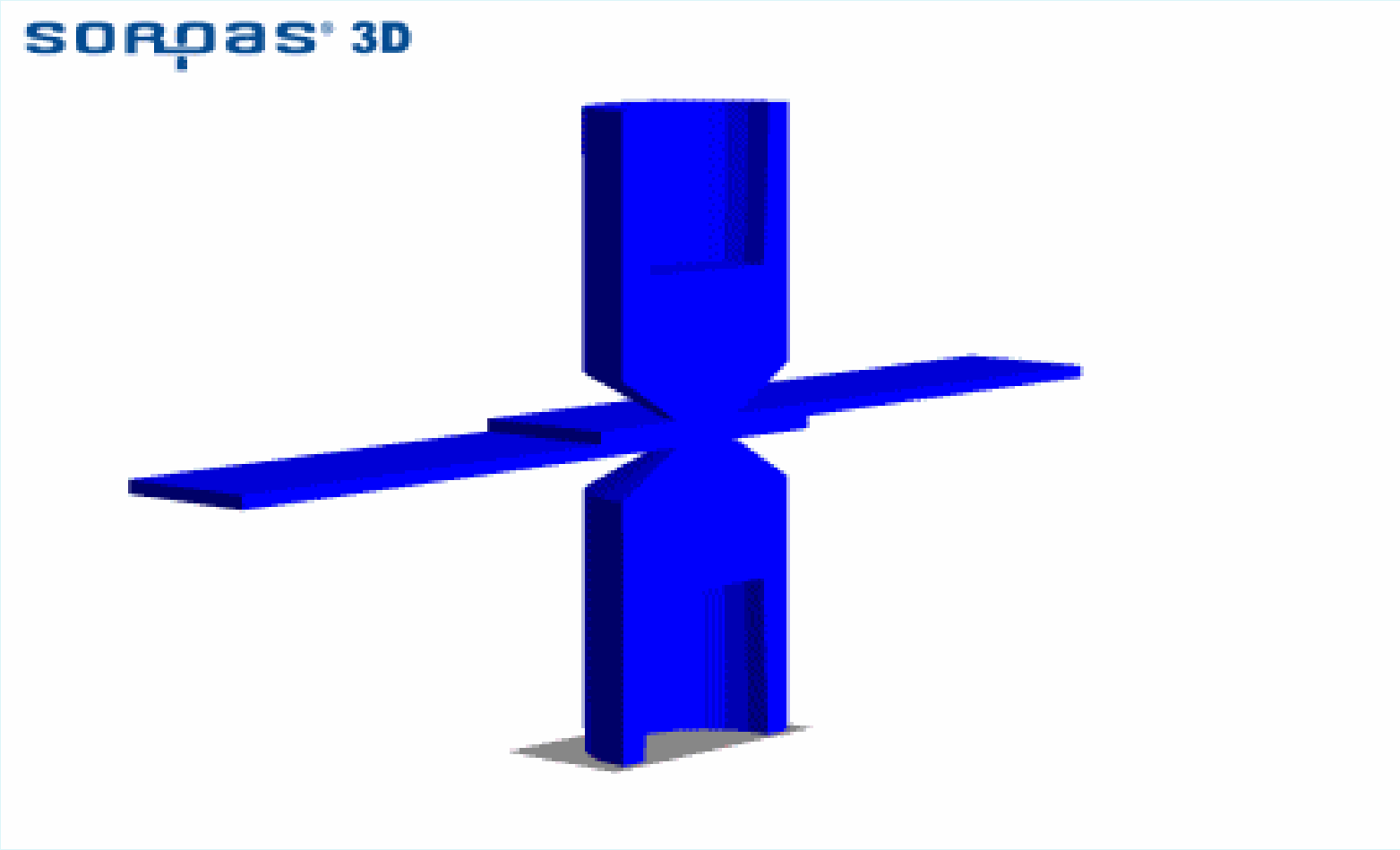


وصلة لحام داخلية



وصلة لحام خارجية

5- لحام المقاومة الكهربائية



يعد هذا اللحام من أنواع لحام الضغط بأستخدام الطاقة الحرارية .والطاقة الحرارية فيه مصدرها التيار الكهربائي ، حيث يمرر تيار كهربائي قوي خلال الجزأين المراد لحامهما ليسبب تسخينا مركزا في مكان مرور التيار، وتكمل عملية اللحام بالضغط على الجزأن بوساطة قطبي اللحام .
ان وصلة اللحام تحصل في المكان ذي المقاومة الكهربائية الاكبر لمرور التيار الكهربائي في منطقة التلامس بين القطعتين المراد لحامهما . حيث يعتمد مقدار الحرارة المتولدة على شدة التيار الكهربائي وزمن مروره وتبعا للمعادلة التالية : ـ

$$H = k\, I^2\, Rt$$

حيث أن :

H = كمية الحرارة المتولدة (جول)

I = التيار الكهربائي (أمبير)

R = المقاومة الكهربائية (أوم)

t = الزمن (ثانية)

K = ثابت

تكون خطوات عملية اللحام كالاتي : ـ

1- وضع الشغلة (القطعتين) بين قطبي اللحام .

2- تضغط القطعتان بوساطة القطبين ، ليكون مرور التيار في المنطقة المحصورة بين الاقطاب فقط

3- يدخل التيار المطلوب ،ويستمر خلال الزمن المحدد فقط .

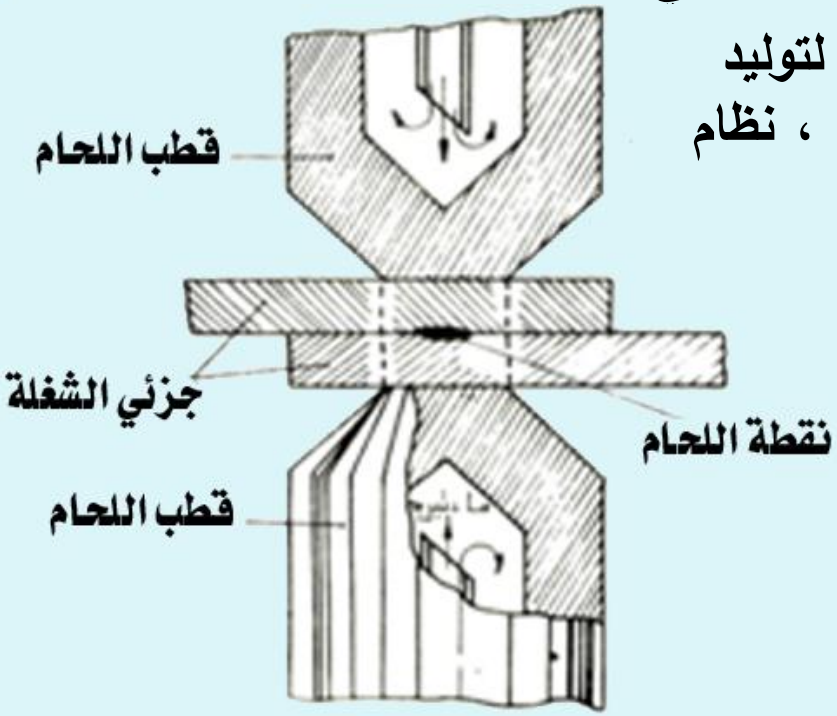
4- يقطع التيار، ويستمر الضغط لمدة قليلة حتى تبرد الوصلة،لمنع تكون الشقوق والمسامية وكذلك للحصول على خواص ميكانيكية جيدة لمعدن الوصلة .

يعد لحام المقاومة الكهربائية انتاجيا ومناسبا للحام الالواح الرقيقة من المعادن والتي يصعب لحامها بطرق الانصهار .

وتشمل عملية اللحام بالمقاومة الكهربائية انواعا" عديدة اهمها لحام النقطة ولحام الخط .

أ- لحام النقطة **Spot Welding**

في هذه الطريقة يمر التيار الكهربائي بين القطبين اسطوانيين خلال الجزاين المراد لحامهما مع تسليط ضغط بوساطة القطبين ، وكما هو موضح بالشكل التالي .



وماكنة اللحام المستخدمة تشتمل على نظام ميكانيكي لتوليد الضغط اللازم على الاقطاب ، دائرةالمحول الكهربائي ، نظام توقيت للتحكم بزمن مرور التيار .

واقطاب اللحام يجب ان تكون مادتها ذات خواص ميكانيكية عالية ، وتوصيل كهربائي عال ايضًا حيث يصل مقدار تيار اللحام الى حوالي (77.5 امبير/ ملم2) ، مقدار الضغط المسلط بحدود (100.75نيوتن/ملم2) .

ونتيجة لمرور التيار الكهربائي بين قطبي اللحام خلال قطعتي الشغلة وبسبب كون المقاومة للتيار في سطحي تلامس القطعتين هي أكبر ما يمكن لذلك تتولد حرارة عالية في تلك النقطة بين القطبين تؤدي مباشرة الى تكوين نقطة اللحام التي تربط القطعتين المطلوب لحامهما .

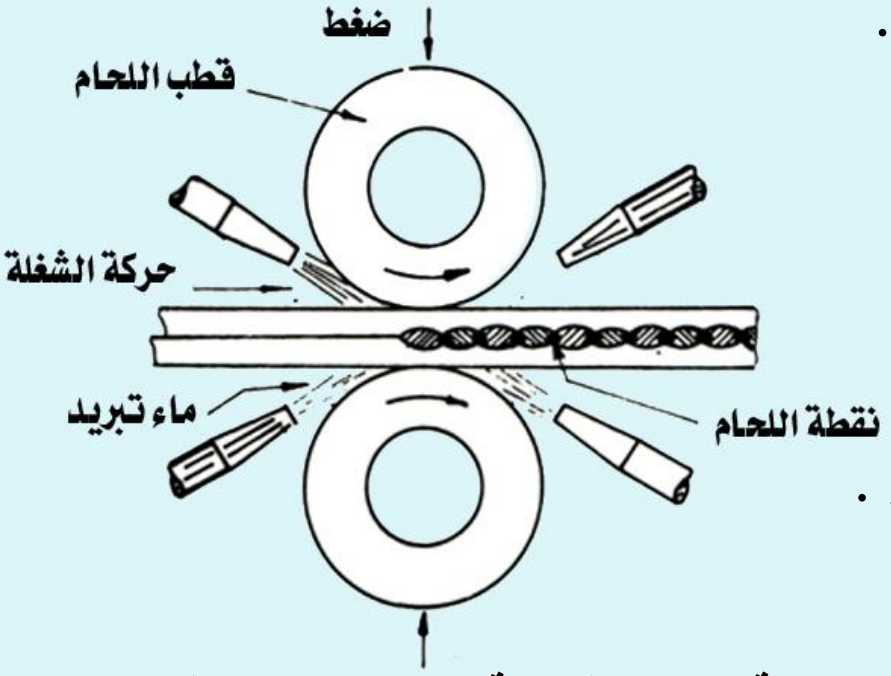
قسم التقنيات الميكانيكية

عمليات التصنيع

اللحـــام

ب- لحام الخط **Seam Welding**

وهو احد انواع لحام المقاومة الكهربائية ومشابه في المبدأ مع لحام النقطة ، الا ان اقطاب اللحام المستخدمة في هذه الطريقة تكون على شكل عجلات او اقراص مستديرة وليست اسطوانية الشكل وكما هو موضح بالشكل التالي .



وهذه العجلات تولد الضغط اللازم كذلك تمرر التيار الكهربائي بينها وهي تدور ببطء اثناء حركة الشغلة.

وينظم مرور التيار الكهربائي بوساطة مؤقت خاص يعمل على امراره خلال فترات متناوبة تسبب عمل نقط لحام مستمرة تكون خطأ متصلا .

وتقل كمية الحرارة المتولدة بين الاقطاب كلما زادت سرعة اللحام (سرعة دوران العجلات) .

ويستخدم في هذا اللحام ماء للتبريد قبل الالكترودات وبعدها للتقليل من انحناء الاجزاء الملحومة ويستخدم لحام الخط في العديد من الاعمال ، وهو يتميز بنظافة الشكل وجودة الوصلات وكذلك توفير الخامات وقلة الكلفة .

ج- اللحام الوميضي

يتم هذا اللحام عن طريق وضع الجزئين المراد لحامهما على استقامة واحدة في وضع متقابل و يمرر تيار كهربائي بينهما مع تسليط الضغط عليهما حتى يتم اللحام .

يستحسن ان تكون مساحة التلامس بين الجزئين صغيرة جدا (تصل الى حوالي 0.05 متر مربع) حتى يكفي التيار الكهربائي لتوليد الحرارة اللازمة للحام .

يجري اللحام الوميضي باسلوبين استنادا الى مقدار التلامس بين السطحين المراد لحامهما .

فاذا كان التلامس بين السطحين خفيفا يحدث وميض عند مرور التيار بينهما مولدة حرارة عالية نتيجة المقاومة العالية ضد التيار . حيث يقطع التيار الكهربائي و يسلط لضغط حتى يتم تكوين الوصلة . و يسمى هذا النوع باللحام الوميضي التناكبي .

اما أذا كان التلامس قويا مع وجود الضغط من البداية فان هذا يسـمى بلحام التناكب (التقابل) .

6- لحام الغازات الواقية Gas Shield Arc – Welding

وهو احد انواع لحامات القوس الكهربائي الذي تتم فيه حماية منطقة اللحام من تأثيرات الاوكسجين وعملية اللحام تتم بواسطة استخدام غازات خاملة او غازات لاتتفاعل مع الاجزاء الجاري لحامها اثناء عملية اللحام .

وتكون هذه الغازات عند استخدامها ستارا" (غلافا) واقيا لمنطقة اللحام . ان الغازات الاكثر استخداما لهذا النوع من اللحام هي غاز الاركون وغاز الهليوم، وكذلك يستخدم غاز ثاني اوكسيد الكاربون لرخص ثمنه .

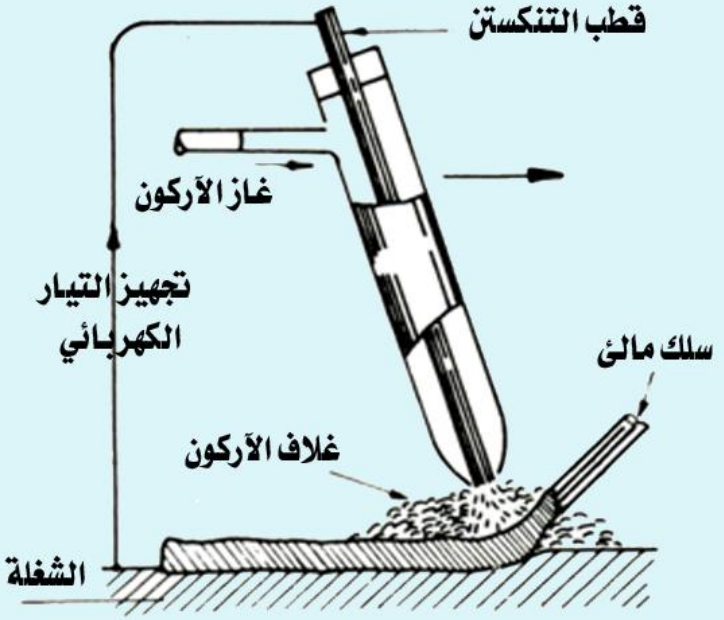
أ- لحام الآركون Argon Welding

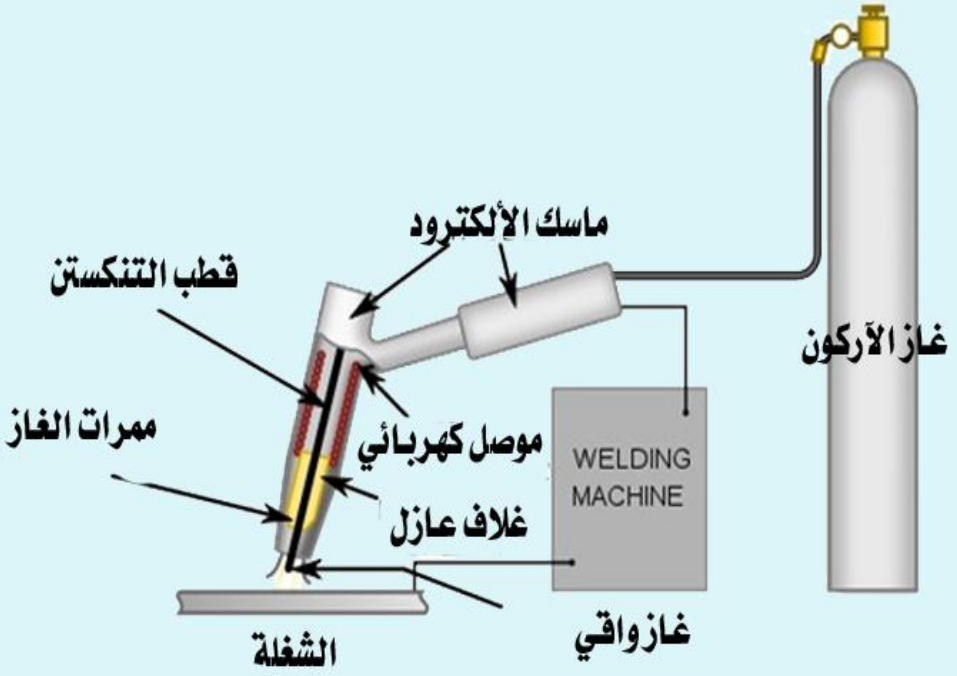
يستخدم غاز الاركون بكثرة غازا واقيا ، ويتولد القوس الكهربائي في هذا اللحام بين الشغلة والالكترود الذي يكون اما من التنكستن او الالكترود المعدني ، وكالتالي : ـ

1- طريقة التنكستن – الغاز الخامل (TIG) Tungsten Inert Gas Welding

حيث يكون قطب اللحام المستخدم من التنكستن الذي لاينصهر اثناء اللحام ، وكذلك يستخدم سلك لحام ينصهر(مادة مالئة) .

ويحاط قطب التنكستن بفوهة لتوصيل غاز الاركون المستخدم غازا واقيا الى منطقة اللحام وكما هو موضح بالشكل التالي .

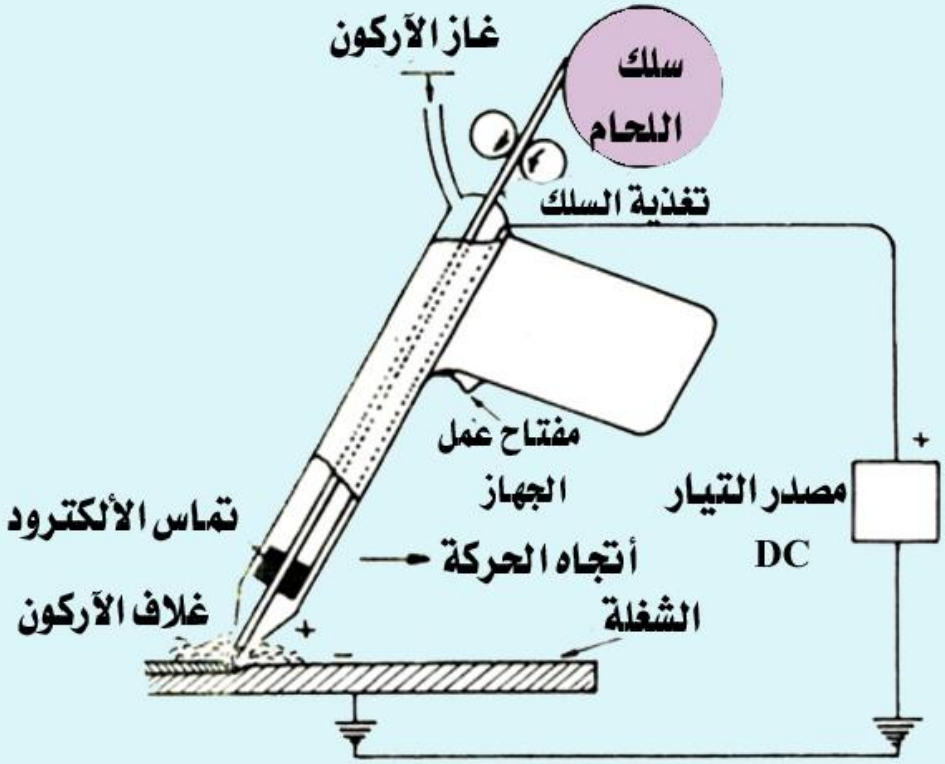




يستخدم التيار المتناوب أو التيار المستمر مع هذا اللحام وبمدى (0.5 الى 750 امبير) وحسب سمك الالواح الملحومة.تستخدم هذه الطريقة في صناعة الطائرات والمفاعلات الذرية وصناعة الاجهزة الدقيقة ، وهي خاصة بلحام الالمنيوم والمغنسيوم .

2- طريقة اللحام المعدني– الغاز الخامل Metallic Inert Gas Welding

حيث يكون الالكترود المستخدم بهذه الطريقة عبارة عن سلك معدني ينصهر عند اللحام ليكون هو المادة المالئة . ويغذي السلك اثناء اللحام القوس الكهربائي الذي يكون مغلفا بغاز الاركون، وكما هو موضح بالشكل التالي .



ويستخدم التيار المستمر في هذه الطريقة ويوصل الالكترود مع القطب الموجب (طريقة الربط المعكوس) ، ممايؤدي الى صهر الالكترود بسبب كمية الحرارة العالية فيه .

الاسلاك المعدنية ((الالكترودات)) المستخدمة ذات اقطار تتراوح بين 0.75 (الى 2.25 ملم) وتستخدم هذه الطريقة في لحام المواد الغير الحديدية ،ويكون اللحام المنتج نظيفًا ويحدد مكان اللحام بسهولة ، ولذلك فهذه الطريقة تستخدم بكثرة في صناعة السيارات والسفن والطائرات وصناعة الاجهزة الكهربائية وصناعة الخزانات والانابيب .

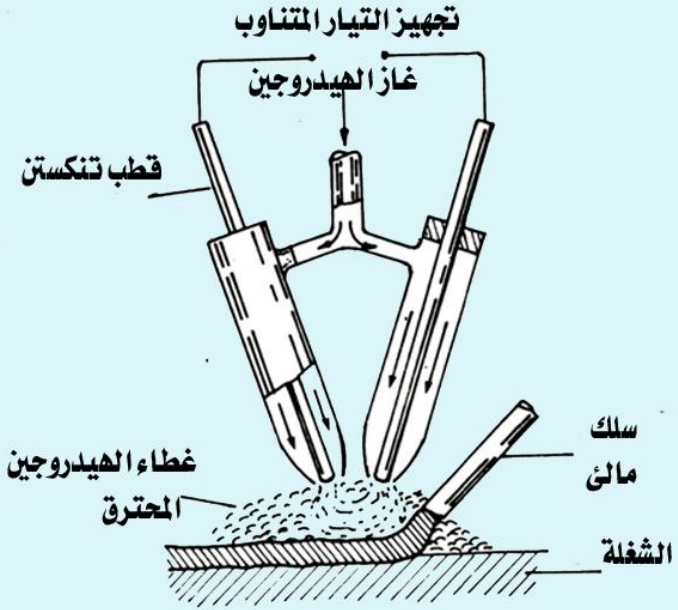
ب- لحام ثاني اوكسيد الكربون CO_2 Welding

يستخدم غاز ثاني اوكسيد الكربون غازا" واقيا" بدلا من غاز الاركون بسبب رخص ثمنه وتعد هذه الطريقة تطويرا لطريقة اللحام المعدني– الغاز الخامل (MIG) ، وتستخدم في لحام الصلب اللين (Mild Steel) والصلب السبائكي المنخفض . وتحتوي مادة الالكترود المستخدم على عناصر مزيلة للاوكسجين (منغيز وسليكون والمنيوم) .

لحام الهيدروجين الذري

وهي احدى طرق لحام القوس الكهربائي يتولد فيها هذا القوس بين القطبين من التنكستن محفوظين داخل مشعلين يدخل الى كل منهما تيار غاز الهيدروجين ، وكما هو موضح بالشكل التالي .

مولد غاز الهايدروجين

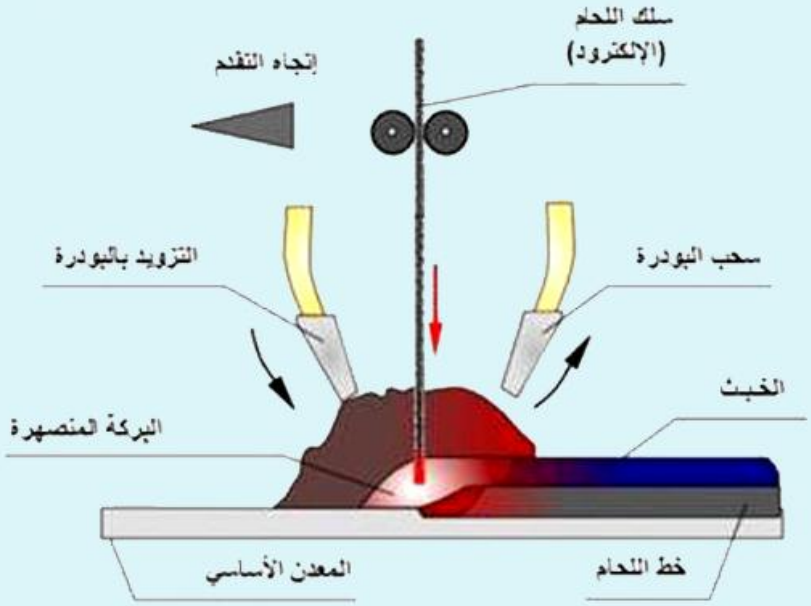


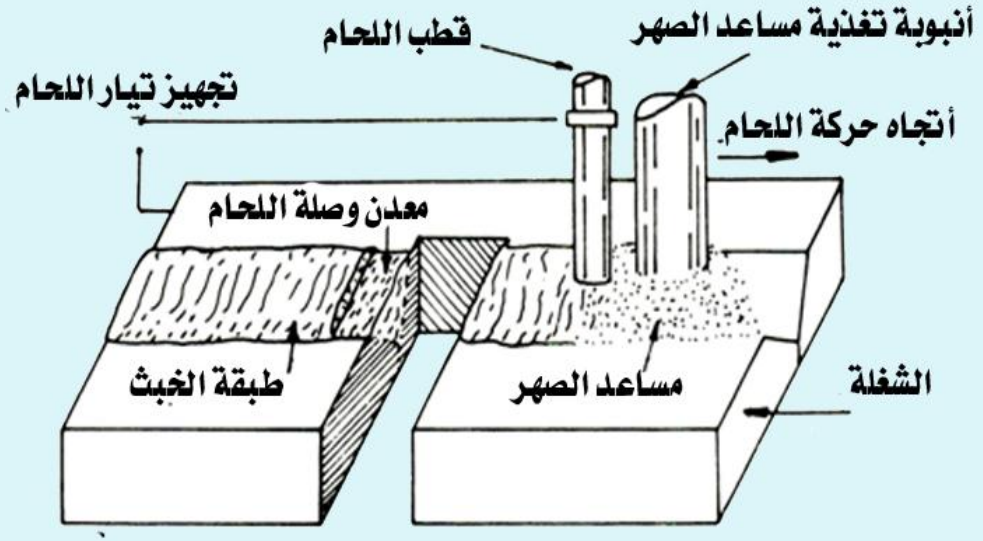
يتم اللحام بهذه الطريقة وذلك بتأين بعض جزيئات غاز الهيدروجين (H_2) عند مروره في منطقة القوس الكهربائي (عند طرفي قطبي التنكستن) وتحويلها الى ايونات الهيدروجين الموجبة (H+) وتعود هذه الايونات لتتحد ثانية عند اقترابها من سطح الشغلة لتبعث حرارة عالية في منطقة وصلة اللحام .اضافة الى ان جزيئات الهيدروجين المتكونة تحترق عند سطح الشغلة لتعطي كمية اخرى من الطاقة وترفع درجة الحرارة . وكذلك تقوم هذه الجزيئات بحماية سطح الشغلة من التأكسد بتكوينها غطاء (غلاف)حوله اثناء اجراء عملية اللحام وبعدها .

تحتاج هذه الطريقة الى جهد كهربائي عال يكفي لتآين جزيئات الهيدروجين ويستخدم فيها سلك مالئ (ينصهر) . تستخدم هذه الطريقة في لحام المواد الحديدية او في لحام سبائك الالمنيوم .

لحام القوس المغمور

وهي احدى طرق لحام القوس الكهربائي التي تستخدم قطبا معدنيا ، ويحدث فيها القوس الكهربائي وهو مغمور بشكل كامل بمساعدة الصهر .ويوضح الشكل التالي طريقة اجراء هذا اللحام ، حيث يستخدم قطب لحام غير مغلف (عار)يغذى بطريقة اتوماتيكية ، ومتناسبة مع سرعة الحركة وانتاج اللحام .





وتملأ الانبوبة المجاورة بمسحوق مساعد الصهر الذي يملأ منطقة اللحام قبل البدء .وعند امرار التيار الكهربائي يحدث القوس وهو مغطى بمساعد الصهر مؤديا الى صهر القطب المعدني وكذلك مساعد الصهر الذي يكون طبقة عازلة تحمي منطقة اللحام من الاكسدة . وتزال بسهولة بعد اتمام عملية اللحام .

يكون اللحام المنتج بهذه الطريقة ذا سطح جيد وقليل التأكسد، والسطح المجاور لوصلة اللحام نظيفا من تطاير قطرات المعدن اثناء اللحام .يمكن استخدام هذه الطريقة في لحام الالواح السميكة (بعد تجهيز حافاتها) بخط لحام واحد بسبب الامكانية العالية لنفاد اللحام المنتج بهذه الطريقة . ولا تحتاج الالواح الدقيقة الملحومة بهذه الطريقة الى تجهيز لمكان وصلة اللحام .

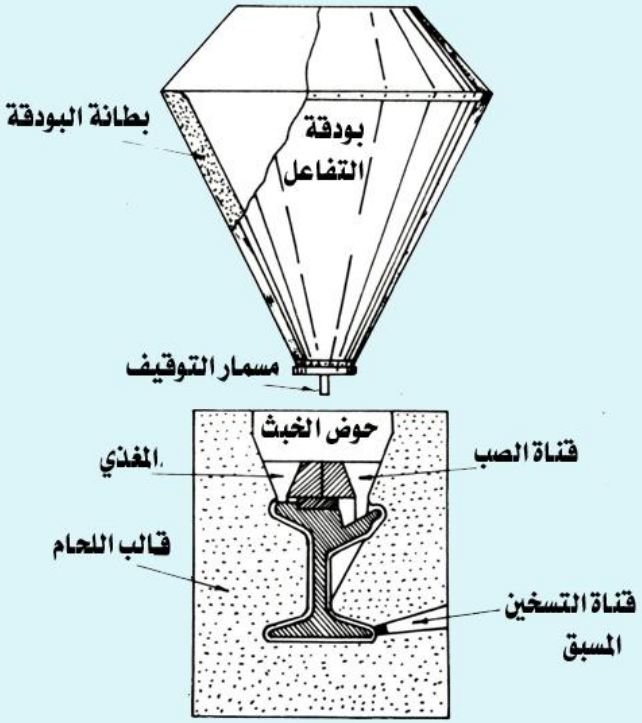
تستخدم هذه الطريقة في لحام الصلب الكربوني المنخفض ، والمتوسط ، والصلب السبائكي ، وكذلك في لحام النحاس والالمنيوم .

لحـام الثرميت

ان الحرارة اللازمة للصهر في هذا اللحام تكون ناتجة من التفاعل الكيمياوي بين الالمنيوم واوكسيد الحديد وكالتالي :

$$8AL + 3Fe_3O_4 \longrightarrow 9Fe + 4AL_2O_3 + Heat$$

حيث يخلط مسحوق الالمنيوم مع مجروش اوكسيد الحديد (Fe_3O_4) بنسبة (3:1) وزنا في بودقة او وعاء مبطن بمادة حرارية وكما هو موضح بالشكل التالي .



يسخن جزء من هذا الخليط حتى درجة حرارة (1150) درجة مئوية ليبدأ التفاعل ويستمر ذاتيا .وتكون درجة الحرارة التي يمكن الحصول عليها فعليا من هذا التفاعل بحدود (2500) درجة مئوية ، وهذه الدرجة الحرارية تكفي لصهر الصلب ونزوله من اسفل البودقة الى القالب الرملي الذي يتم تجهيزه مسبقا .

يستعمل اللحام الثرميتي في لحام المقاطع السميكة كاطراف قضبان السكك الحديدية وابدان القاطرات والهياكل البحرية .

يمتاز هذا اللحام بنوعية وخواص ميكانيكية جيدة جدا ويعود ذلك الى نقاء معدن الثرميت .

قسم التقنيات الميكانيكية

عمليات التصنيع

اللحـــام

الأسبوع التاسع عشر

الأنـواع الحديثة من اللحام

من أهم أنواع اللحام وطرقه الحديثة ما يأتي : ـ

1- اللحـــام بأشعة الليزر

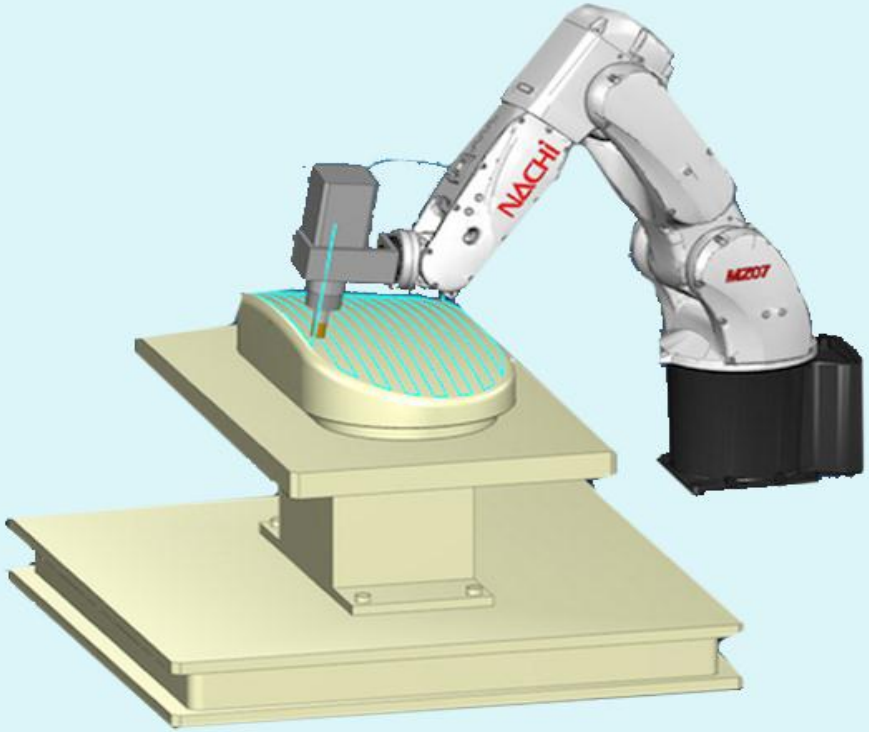
يعتبر الليزر من افضل انواع اللحام لما يتميز به من امكانية الحصول على نقط لحام تبدا من 2 مم ويتميز بالدقة و صغر نقط اللحام و السرعة و صغر مدى التشوية فى سطح المعدن كما يتميز بالقدرة الحصول على مدى واسع للطاقة المتولدة منه كما ان له قدرة على لحام العديد من الخامات كالصلب السبائكي و الصلب الكربونى و التيتانيوم و الالومنيوم ويمكنه لحام الخامات المختلفة .

ولا يقتصر اللحام بالليزر على المعادن فقط ولكن يمكنه غلق وختم اطراف الزجاج وختم الزجاج مع المعدن ويمكن استخدامه فى لحام اللدائن كما ان اللحام بالليزر يمكن ان يقدم بعض العمليات الاضافية كالقطع للالواح ذات السمك الصغير)صاج السيارات مثلا (وثقب المشغولات و الكتابة و وضع الاختام التسلسلية على المعادن (كما فى شاسية السيارات) .

ومن المعروف عن اجهزة اللحام انها اما تقدم لحام نقطة او الشريط (الدرز)Seam Welding ولكن اجهزة اللحام باليزر يمكن ان تقدم الشكلين حيث يكون الشعاع بصورة متقطعة للحام النقطة او يكون بصورة متصلة مع لحام الشريط .

وعلى الرغم من ان الليزر ظهر منذ 20 سنة تقريبا الا انة لم يستخدم الا بعد حين وذلك لعدم الالمام الكامل بقدرات الليزر وارتفاع تكلفته وحاجتة لظروف عمل واجراءات وقائية حازمة كما ان ماكينات الليزر يعيبها كبر حجمها مما يفرض عند استخدامها ان تكون داخل حيز منفصل كبير .

ولقد قدر عدد الماكينات المستخدمة فى اللحام و القطع و الثقب بـ2000 ماكينة حتى الان ومن المتوقع ان يصل هذا العددالى30000 ماكينة في الـ 15 سنة المقبلة . والأشكال التالية تمثل قسم من مكائن اللحام .


NACHI
MZ07

VISION

اللحام بالليزر:

تنتج بتسليط شعاع الليزر على المعادن حيث يمتص سطح المعدن شعاع الضوء و تحويله الى طاقة حرارية و هكذا تتولد الطاقة الحرارية التى تعمل على صهر المعدن .

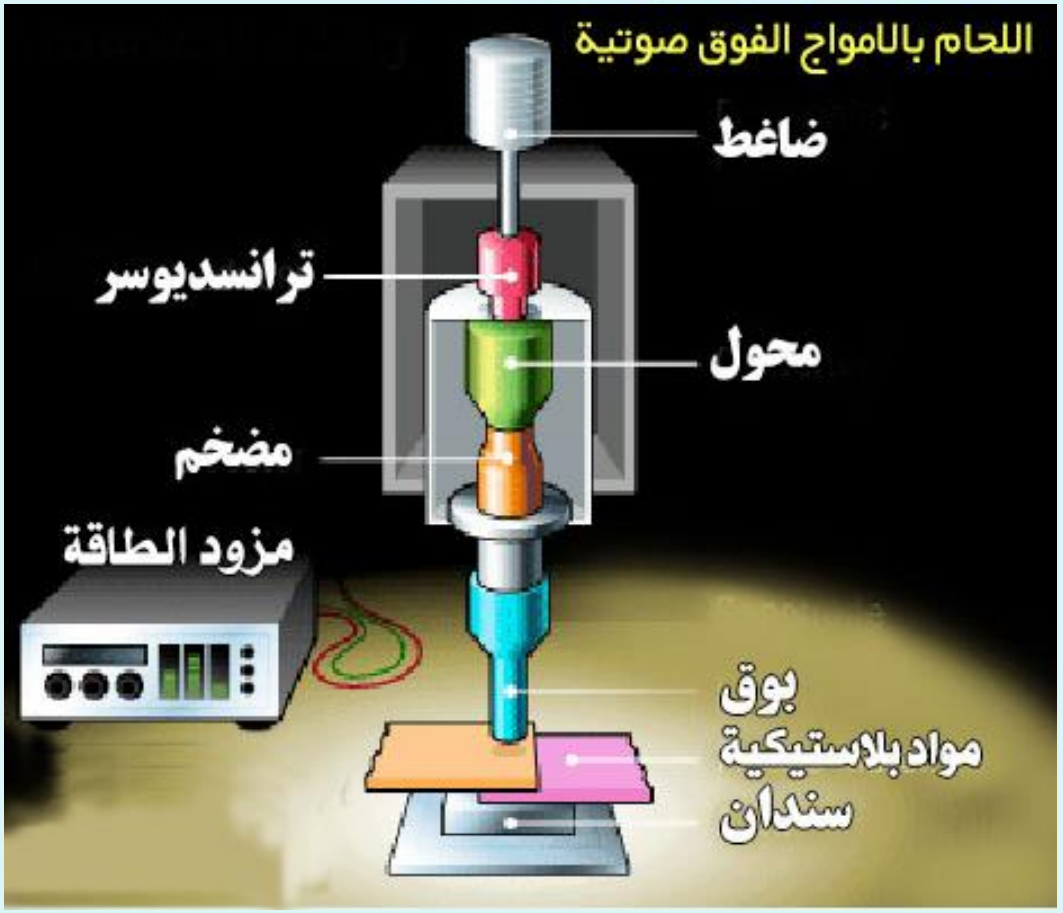
ويستخدم الليزر فى صورتين اما الشعاع المرئى او الاشعة تحت الحمراء من الطيف الكهرو المغناطيسى وهذا الشعاع يمكن نقله من المصدرالى المعدن باى وسيلة بصرية تعمل على توجيه و تركيز الشعاع فى نقط صغيرة جدا ولان الليزر يتميز عن الضوء العادى بتماسكه وامكانية ارساله لمسافات بعيدة دون فقد يذكر من كفائتة او طاقته لذلك هو يعتبر الافضل فى عمليات لحام المناطق الصغيرة عن الطرق لتقليدية للحام .

ولكن يعيبه عدم كفاءة تحويل الطاقة الكهربية الى طاقة ضوئية لانتاج الليزر وذلك لان افضل انواع الليزر لا تقدم الا 15,5% من الطاقة الماخوذة من المصدر الكهربائى و الباقى فاقد .

2- اللحام بالموجات فوق الصوتية

في هذا اللحام يتم احداث طاقة اهتزازية عالية التردد عند منطقة اللحام في مستوى مواز لسطح الوصلة، فينتج عن هذه الاهتزازات تكسير طبقة الاكاسيد بين سطحي الالتحام وانزلاق السطحين مع بعضهما مما يتسبب في حدوث تغلغل وتداخل جزيئات السطحين المراد لحامهما ، وتشكيل وصلة لحام قوية ونظيفة .

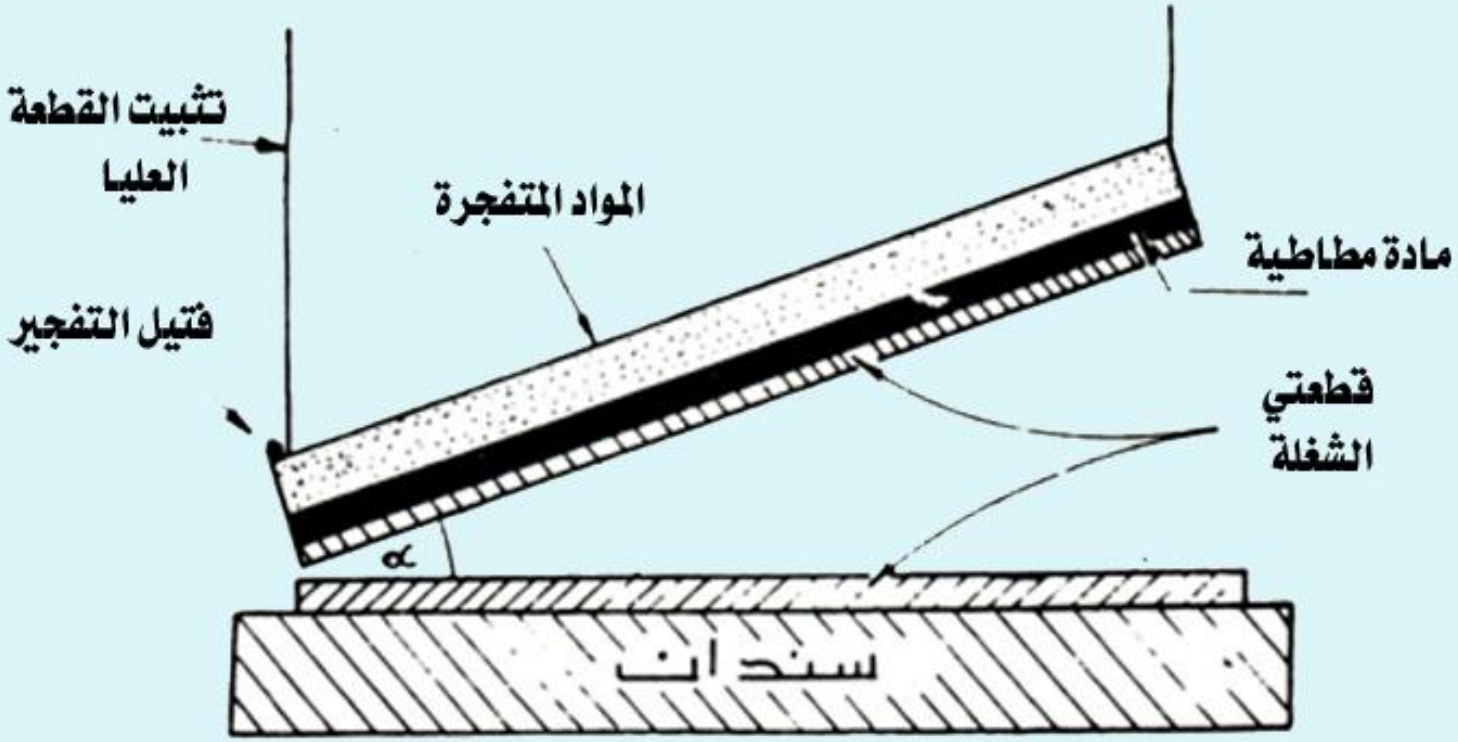
ان طاقة الاهتزاز العالية التردد يمكن الحصول عليها باستخدام الجهاز الموضح بالشكل التالي ، والذي فيه يستخدم مصدر تردد عال للحصول على التردد العالي الذي يتم نقله وتحويله بوساطة جهاز ناقل ومحول للطاقة الى رأس مجس متذبذب ليعطي الحركة التذبذبية الموازية لسطح اللحام .



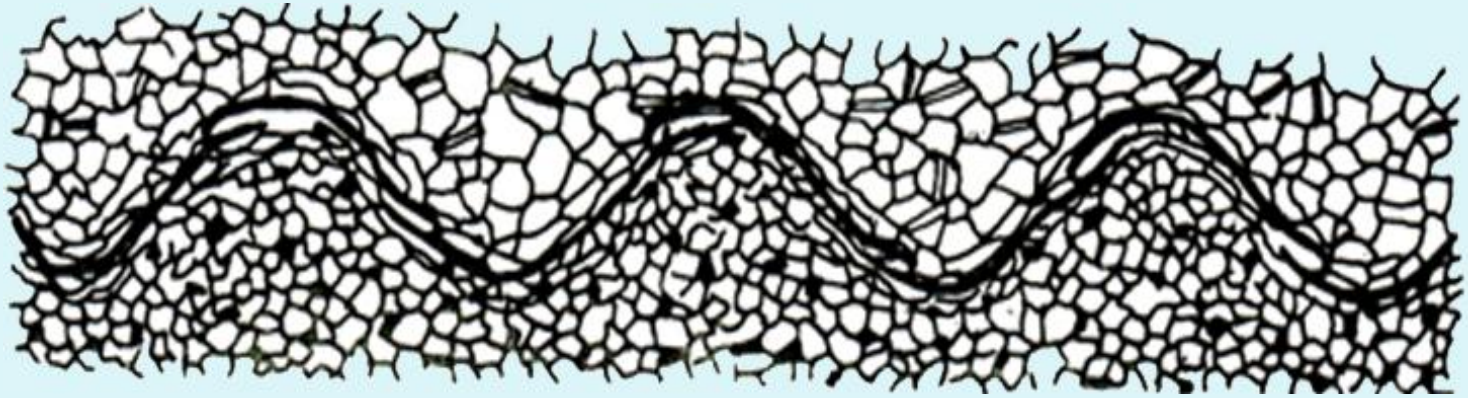
يثبت ويضغط جزءا الشغلة بين ذراع الضغط والسندان ليشكلا وصلة تراكبية عند اجراء اللحام .
وفي هذا اللحام لا تستخدم حرارة خارجية (لحام على البارد) ، ولكن درجة حرارة الوصلة ترفع قليلا عند اللحام .

3- لحـــام الأنفجـار

يحدث هذا اللحام بين سطحي القطعتين المراد لحامهما بوساطة اصطدام احدى القطعتين بالاخرى بسرعة عالية جدا ناتجة عن دفع مواد متفجرة لها.حيث توضع القطعة الاولى على سندان ، والقطعة الثانية تميل عن الاولى بزاوية صغيرة(α)، وكما موضح بالشكل التالي .



وتلف القطعة العليا بمواد من المطاط او البلاستيك لحمايتها من تاثيرات المواد المتفجرة التي عليها وعند التفجير الذي يبدا باشعال الفتيل ، تندفع القطعة العليا وتصطدم بالاولى بسرعة عالية تصل الى (30 ـ 150) متراثانية ، مما يجعل جزء المادة المحصورة في منطقة التصادم يتصرف وكأنه مادة مائعة ذات لزوجة منخفضة مسببا تشابكا ميكانيكيا اضافة الى اتصال المعدن بين السطحين وكما هو موضح بالشكل التالي .



قسم التقنيات الميكانيكية

عمليات التصنيع

اللحـــام

الأسبوع العشرون

لحـام القوس الكهربائي والأحتياطات اللازم توفرها

تصاحب عمليات اللحام الكهربائي المختلفة مخاطر عديدة تواجه الأشخاص العاملين في هذا المجال وكذلك على الأثاث المتواجد في منطقة العمل والقريب من موقع اللحام ، لذا من المهم تطبيق شروط السلامة والأمن الصناعي وأتباع التعليمات الواجبة في هذا المجال .

ويمكن تحديد أهم المخاطر المحتملة بعمليات اللحام وكما يلي : ـ

1- أشعاع قوس اللحام

يشع قوس اللحام الكهربائي أشعة ضوئية مرئية أضافة الى الأشعة الحمراء والأشعة فوق البنفسجية والتي تزيد بحوالي (10 000) مرة عن الضوء الذي تستطيع أن تتحمله العين المجردة .

لذا فأن الأشعة تسبب ألتهابات مؤلمة أضافة لما تسببه من تأثير على جلد الأنسان . وعليه يجب على العاملين في هذا المجال أرتداء خوذة خاصة باللحام وكما موضحة بالشكل التالي .

ولا يسمح بالنظر مباشرة الى أشعاع القوس مطلقا" ، كذلك يجب أرتداء الكفوف لحماية الجلد .

ب- التيار الكهربائي

عند اللحام بالأجهزة التي تستخدم التيار الكهربائي فأن الخطر على الشخص القائم بالعمل من التيار المستخدم يكون موجودا" في حالات معينة . كون حدوث أي خلل في أجهزة ومكائن اللحام (الملفات الأبتدائية ، المحولات) قد يتسبب بأنتقال الجهد الكهربائي (الفولتية) والمجهز من المصدر الرئيسي الى ماسك الألكترود مباشرة أو الى جسم ماكنة اللحام أو الى الأجزاء المطلوب لحامها وهذا قد يسبب الصعقة الكهربائية .

ج- الحـــروق

من خلال أجراء عمليات اللحام فأنه قد تتساقط قطرات المعدن المنصهر أو تطاير الشرر على ملابس الشخص القائم بالعمل أو جسمه مسببة بذلك الحروق ، لذا يجب الأنتباه وأرتداء الملابس الخاصة بالعمل والموضحة بالشكل التالي .

عيـوب اللحـام

يمكن تقسيم العيوب التي تحصل في وصلات اللحـام الى نوعين وهما : ـ

أ- العيوب الخارجية

وهـــي التي تكون ظاهرة على وصلة اللحام ، ويمكن تحديدها بالنظر ومنها ما يلي : ـ

1- عدم أنتظام عرض خط اللحام وأرتفاعه .

2- عدم تطابق وصلة اللحام للمقاييس المطلوبة .

3- ظهور الحزوز أو النقر غير المسدودة على سطح وصلة اللحام وعند أطرافها .

4- ظهور المسامات والتشققات على سطح الوصلة .

5- وجود الشوائب (من بقايا الخبث) على سطح وصلة اللحام .

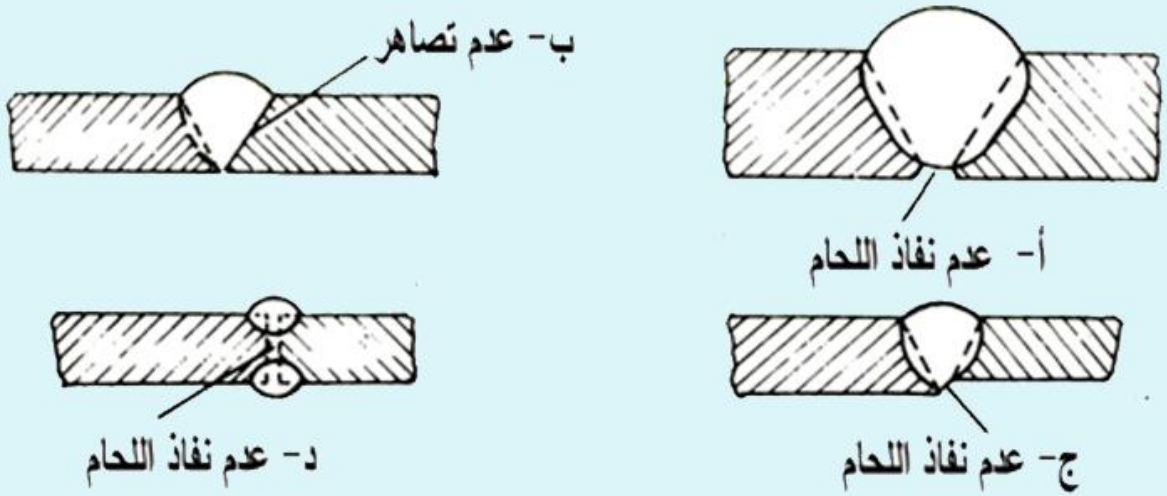
6- عدم التماثل في أوجه وصلة اللحام ، وذلك بسبب أنسياب المعدن على القطعة الأفقية من الشغلة .

ب- العيوب الداخلـــية

وهـي العيوب التي تحدث داخل وصلة اللحام ، ويتم الكشف عنها بأختبارات وفحوصات خاصة ومنها ما يلـــــــي : ـ

1- عدم نفاذ (أختراق) اللحـــام

أي عدم نفاذ اللحام في وصلة اللحام لغاية جذر الوصلة وكما موضح بالشكل التالي .



ويعتبر هذا العيب من أخطر العيوب في عمليات اللحام كونه يؤدي الى أنخفاض شديد بمتانة وصلات اللحام وينشأ هذا العيب للأسباب التاليـة : ـ

أ- نقص مقدار تيار اللحام عن المقدار اللازم .

ب- السرعة العالية لحركة الألكترود مما لا يتيح الأنصهار التام للأطراف الملحومة .

ج- عدم تجهيز أطراف ومنطقة اللحام بالطريقة الصحيحة .

د- عدم تنظيف أطراف الأجزاء الملحومة ومنطقة اللحام بشكل جيد .

2- وجود المسام الداخلية في معدن وصلة اللحام

وتحصل نتيجة لعدم تمكن الغازات المذابة في المعدن المنصهر من الخروج منه قبل تجمد سطح الوصلة ، وتبقى على شكل فقاعات مكونة المسام . ونتيجة لتجمع هذا الفقاعات في منطقة اللحام فأنها تعطيها شكلا" أسفنجيا" وتقلل من متانتها وخواصها الميكانيكية .

3- الشقوق الداخلية في الوصلة والمعدن الأساس

وتحصل نتيجة للأجهادات الداخلية أثناء التسخين والتبريد غير المنتظمين ، وقد تنشأ نتيجة زيادة الكبريت والفسفور في معدن الشغلة . قد تكون الشقوق طولية أو عرضية .

4- عدم تصاهر طبقات اللحام

يحدث هذا عند عدم أستخدام تيار كافي وكذلك لعدم نظافة وصلة اللحام .

5- وجود الخبث والشوائب ضمن وصلة اللحام

وهو أحتواء وصلة اللحام على الخبث الناتج من عملية اللحام أو بعض الأكاسيد والشوائب الأخرى والتي تؤدي الى ضعف وصلة اللحام .

أختبارات اللحام

لغرض كشف وتحديد العيوب بوصلات اللحام المختلفة ، تستخدم العديد من الأختبارات ومنها ما يلـــي : -

أ- الأختبارات الخارجية

وهي الأختبارات التي تجرى لتحديد بعض العيوب الخارجية (الظاهرة) بوصلات اللحام ومنها : -

1- فحص العرض والأرتفاع لخط اللحام من حيث شكل وتناسق اللحام .

2- مطابقة وصلة اللحام مع المقاييس المحددة لها بأستخدام محددات قياس خاصة .

3- الكشف عن الحزوز والنقر في وصلة اللحام وأطرافها .

4- الكشف عن المسامات والتشققات على سطح وصلة اللحام وكذلك الشوائب وبقايا الخبث .

ب- أختبارات أحكام وصلات اللحام

وهـي الأختبارات التي تجرى على وصلات اللحام لغرض التأكد من عدم نفاذ السوائل والغازات من خلالها . تتم هذه الأختبارات بأستخدام الكيروسين كمادة نفاذة تترشح خلال العيوب لتظهر عند أسطح الأجزاء المختبرة أضافة الى أستخدام ضغط الماء أو الهواء .

ج- أختبارات المتانة الميكانيكية

تجرى هذه الأختبارات على عينة يتم تحضيرها من نفس المنتج أو على عينات مماثلة للمنتج تماما من حيث ظروف اللحام . والأختبارت التي تجرى على وصلة اللحام هي أختبار الشد وأختبار الثني وأختبار الصدمة .

د- أختبارات تحديد العيوب الداخلية

وهـي الأختبارات التي تجرى للكشف عن العيوب الداخلية المحتملة في وصلات اللحام . وهذه الأختبارات قد تتلف وصلة اللحام عند أجرائها أو قد تتم هذه الأختبارات دون تأثر وصلة اللحام وذلك بأستخدام أحد الطرق التاليـة : ـ

1- أستخدام الأشعة السينية أو أشعة كاما

حيث يتم الحصول على صورة كاملة للجسم تظهر فيها المواد الكثيفة أكثر أضاءة أما العيوب الداخلية (الشقوق أو الفجوات) فتظهر داكنة وبذلك يمكن تحديد شكلها وموقعها بدقة .

2- أستخدام الذبذبات فوق الصوتية

حيث تمرر ذبذبات ذات تردد عالي يزيد على (50 000 ذبذبة/ ثانية) خلال معدن وصلة اللحام لتنعكس عند أصطدامها بأحد العيوب الداخلية وتستقبل من قبل جهاز خاص يحدد العيوب الموجودة .

3- أستخدام الطريقة المغناطيسية

وتعتمد هذه الطريقة على فكرة أن التدفقات المغناطسية تكون أكبر عند أماكن العيوب الداخلية في وصلة اللحام بعد مغنطتها .

رموز اللحام

لغرض وصف وتحديد نوع وصلة اللحام المطلوب أستخدامها وكذلك بعض الأشتراطات الأخرى التي تحدد من قبل المصمم ، لهذا يتم أستخدام رموز خاصة متفق عليها لهذا الغرض والجدول التالي يوضح أهم هذه الرموز .

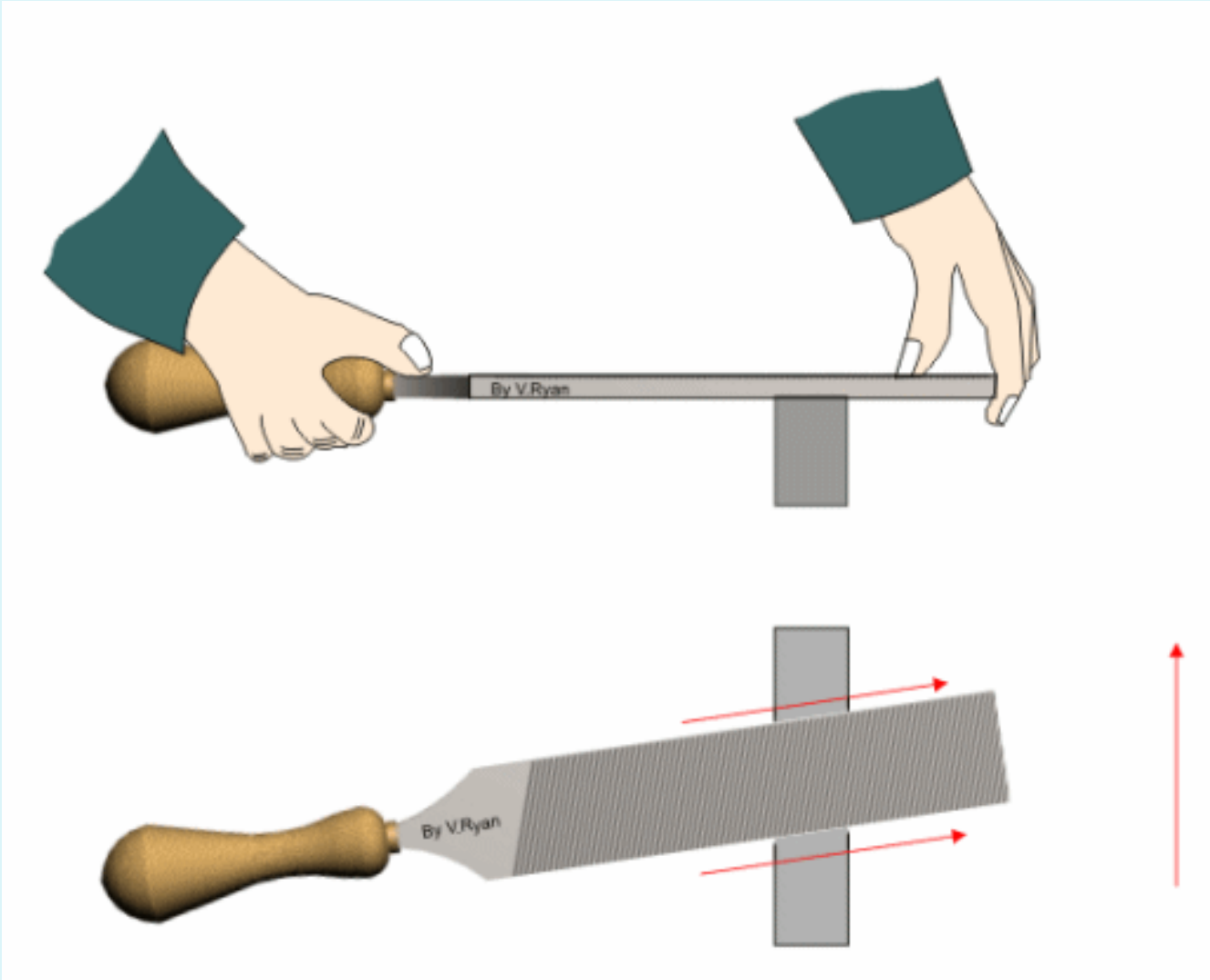
نوع اللحام		الرمز	شكل الوصلة
لحام الزاوي CORNER JOINTS	Closed Corner Weld	◺	
	Flanged Edge Weld	⌊⌐	
	Square Corner Weld	‖	
	One - Side Bevel Corner Weld	◸	
	Tow - Side Bevel Corner Weld	K	
لحام المقاومة الكهربائية Electric Resistance Joints	Spot Weld	○	
	Seam Weld	⊕	

	نوع اللحام	الرمز	شكل الوصلة
الوصلات التناكبية	J - Weld		
	Double J - Weld		
الوصلات التراكبية LAP JOINTS	One - Side Lap Weld		
	Two Side Lap Weld		
	One - Side Spot Lap Weld		
اللحام على شكل T TEE JOINTS	One- Side Tee Weld		
	Tow - Side Tee Weld		
	One - Side Bevel Weld		
	Tow - Side Bevel Weld		

	نوع اللحام	الرمز	شكل الوصلة
الوصلات التناكبية BUTT JOINTS	Square Butt Weld	||	
	Vee - Weld	V	
	Double Vee - Weld	X	
	Y - Weld	Y	
	Double Y - Weld	X	
	U - Weld	Y	
	Double U - Weld	X	
	Single Bevel Weld	V	
	Double Bevel Weld	K	

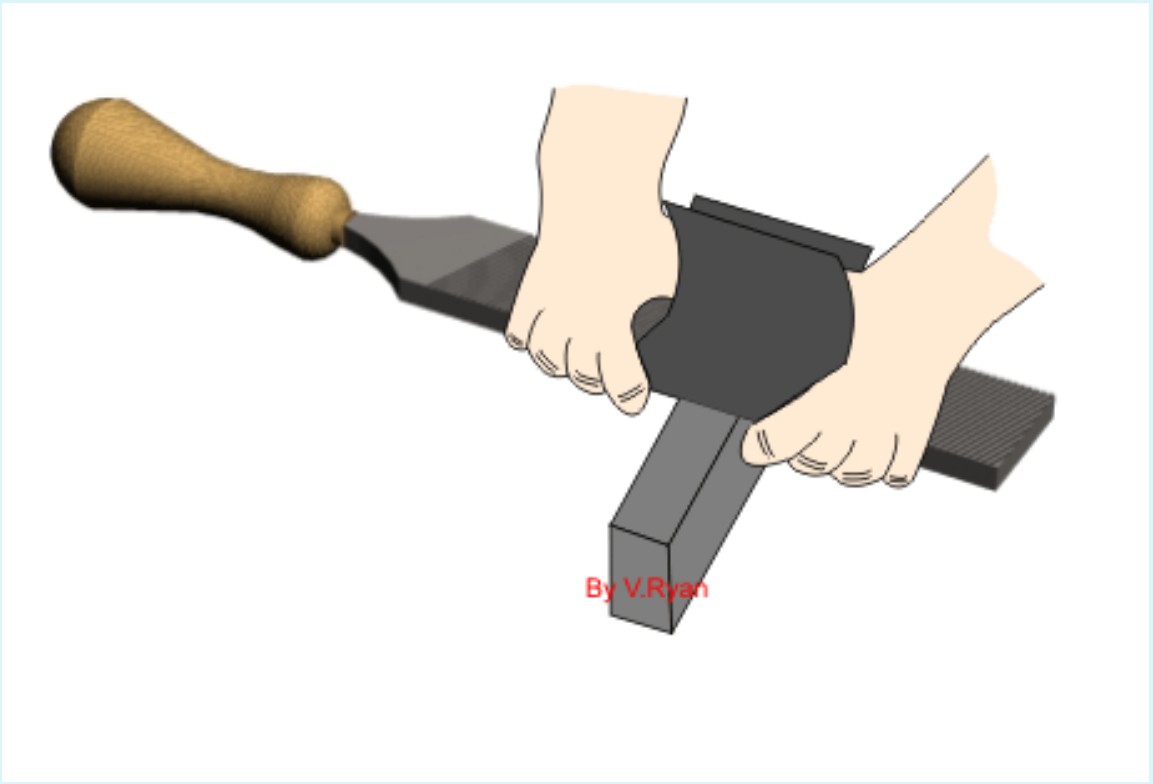
الأســبوع الواحد والعشرون

البـرادة

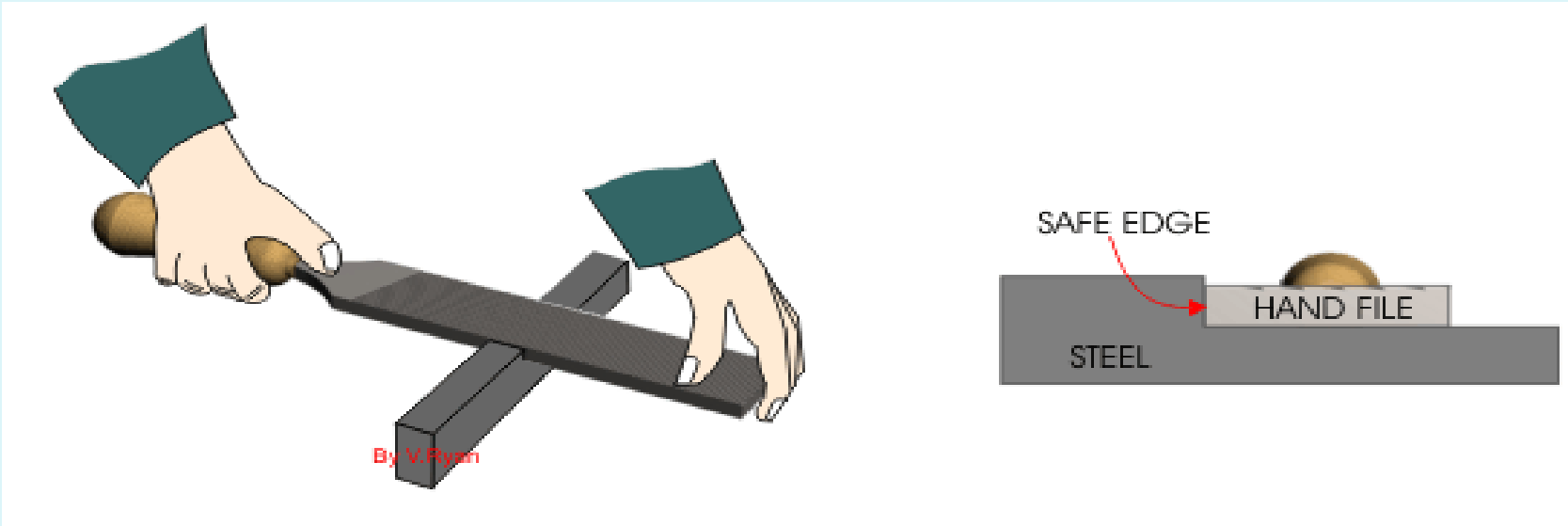


تعد البرادة من العمليات اليدوية القديمة التي مارسها الأنسان ، وقد أخذت بالتطور شأنها شأن بقية عمليات التصنيع الأخرى ، وعملية البرادة هي عبارة عن أزالة أجزاء من الشغلة المطلوب تشغيلها وتكون هذه الأجزاء على شكل رايش صغير .

تستخدم أثناء عملية البرادة أداة تسمى بالمبرد وهو عبارة عن أداة قطع يحتوي على أسنان تشبه الأجنات في تركيبها مرتبه بنظام خاص تساعد على تسوية السطح المشغل .



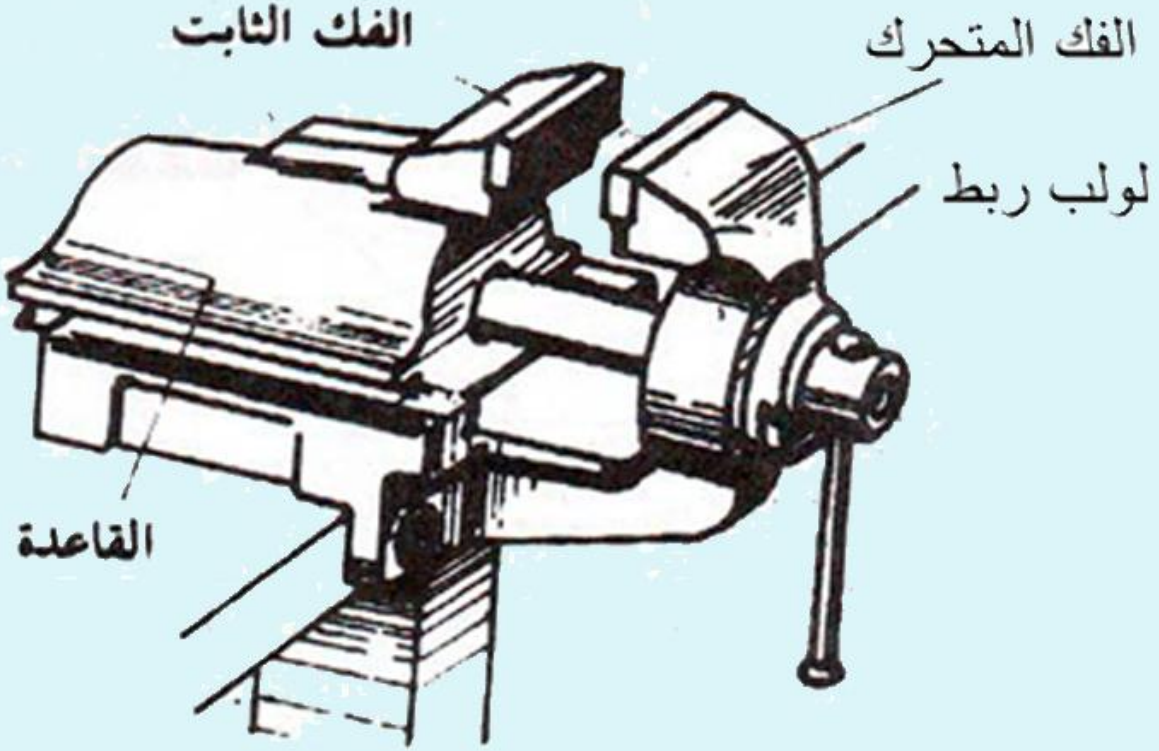
تتم عملية البرادة من خلال تحريك المبرد حركة خطية ترددية حيث يكون الضغط عليه عند الدفع للأمام (مشوار القطع) ثم سحبه الى الوراء دون ضغط (مشوار الرجوع) ، وتتجمع البرادة (الرايش) في الفراغات بين الحدود القاطعة للأسنان , ومن ثم تأخذ طريقها الى حافات الشغلة وبتكرار العملية هـــذه يزال قسم من معدن الشغلة ويطلق على هذه الحركة بحركة التغذية وكما موضحة بالشكل التالي .



تستخدم عملية البرادة للحصول على أسطح مستوية أو متوازية أو مائلة وكذلك تستخدم لتشكيل الأجسام المنتظمة وغير المنتظمة ، كذلك للحصول على أبعاد وقياسات دقيقة .

الملزمة (المنكنة)

تصنـــع الملزمة من حديد الزهر أو الصلب المسبوك ويتحدد مقاسها بعرض فكيها الذي يتراوح (من 50 ـ 200 ملم) . والفكان أحدهما ثابت والآخر متحرك وكلا الفكين يصنع من الصلب المقسى وهما متوازيان وسطحاهما الملاصقان للشغلة خشنان كي يكون التثبيت ومسك الشغلة جيد وكما موضح بالشكل التالي ، وبالأضافة لهذه الملزمة فأنه توجد ملازم يدوية صغيرة .



عند تثبيت المشغولات التي تكون من مواد طرية أو التي تم تشطيب سطوحها التي تلامس فكي الملزمة يراعى أستخدام رقائق من مادة طرية مثل النحاس أو الألمنيوم أو الصلب الطري توضع بين سطحي الفكين والشغلة وذلك لحماية الشغلة وتفادي الخدوش التي تحصل للأحصل وأيضا لتحسين التثبيت .

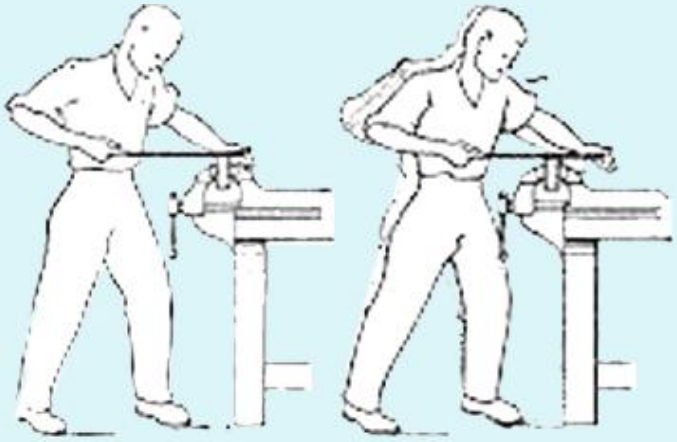
كما يجب مراعاة أرتفاع تثبيت الملزمة على منضدة العمل لتقليل الجهد المبذول من قبل الشخص بالعمل وبالتالي الحصول على جودة عالية وزيادة بالأنتاج .

منضدة البرادة وتنظيم أدوات البرادة

توضع العدد والأدوات التي تستخدم فقط على المنضدة ، ويجب مراعاة وضعها على الجهة اليمنى للملزمة بحيث لا تخرج نهايتها من المنضدة ، وتوضع أدوات القياس في نهاية العدة على الجهة اليسرى للملزمة لوضع القطع المراد برادتها و تشكيلها ، و يقسم درج المنضدة الى قسمين الاعلى لادوات القياس و الاسفل للعدة فقط .

الطريقة الصحيحة للبرادة

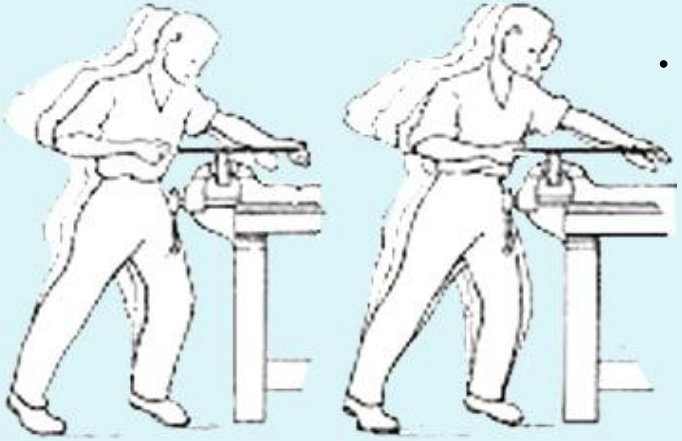
أ- يجب ان يستند ثقل الجسم على القدم الايسر ، و الساق اليمنى تبقى مستقية والأقدام ثابتة



ب- يكون البرد على طول المبرد

ج- حركة البرادة تتم بحركة الاذرع والجسم .

د- لتحريك المبرد بصورة مستقيمة يجب الضغط على طرفي المبرد بصورة متساوية



هـ- سرعة البرد تتراوح (45ـ 55)مشوارا في الدقيقة .

أساليب البرادة

أ- البرادة الطولية :

وفيها يدفع المبرد في الاتجاه الطولي له او مائلا في اتجاه الشغلة و تكون اكثرية المبارد مصممة بهذه الطريقة ، حيث تكون القطع او مشوار الامامي .

ب- البرادة العرضية :

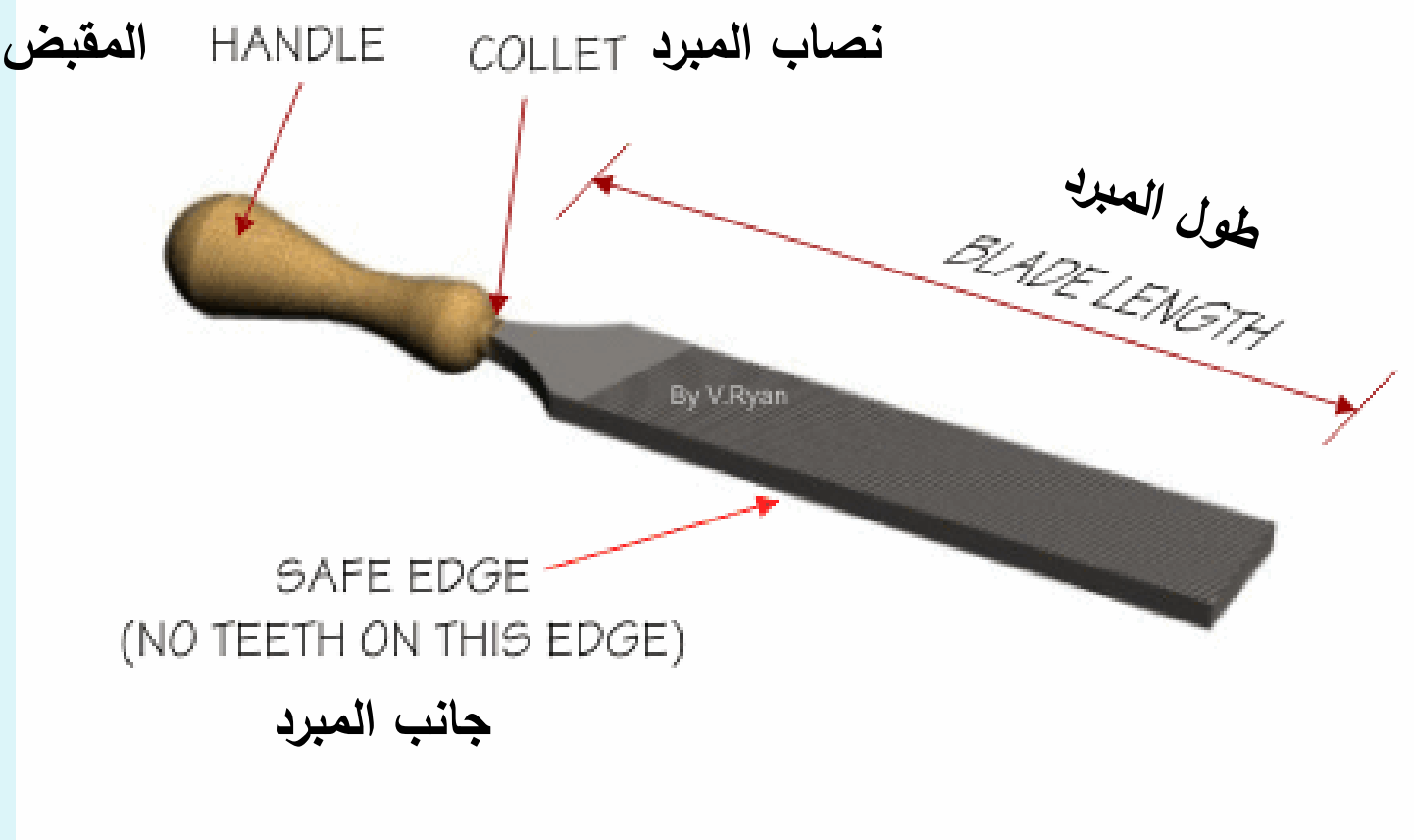
وفيها يمســـــك المبرد بطرفية على الشغلة بصورة عرضية وينتج من ذلك نعومة أكثر من البرادة الطولية وخصوصا اذا اختير مبرد مناسب للشغلة .

ج- البرادة المائلة :

يسحب المبرد بصورة جانبية للحصول على كمية متساوية من الرايش .عند التأكد من تساوي السطح نبرد في أتجـــاه معاكس في ظهر ظل البرادة بصورة متقاطعة والجهة التي لم يظهر فيها الظل تكون غير متساوية .

المبـارد

تصنع المبارد بأشكال وأنواع كثيرة ومقاسات مختلفة لتناسب عملية التشغيل المطلوبة من حيث شكل السطح المراد برده ودرجة صلادته ودرجة النعومة المطلوبة ويبين الشكل التالي اجزاء المبرد . وتتخذ مواصفات المبرد كالآتي : ـ



أ- طول المبرد :

والمقصود طول الجزء الذي به الأسنان ، وتنتج المبارد بأطوال مختلفة تتراوح (من 80 ـ 450) ملم اما النصاب فهو الجزء الذي يثبت به المقبض الخشبي .

ب- شكل المقطع :

من ناحية الشكل يوجد المبرد المستوي والمستدير ونصف المستدير والمربع والمثلث ومبرد السكينة وكما موضح بالشكل التالي .

وعليه تكون البرادة باتجاه العرض ، وذلك بضغط المبرد من الجهتين بصورة متساوية كي نحصل علـــى برادة ناعمة .

ويستخدم المبرد المستوي في تسوية الأسطح المستوية وفـــــي الأعمال العامة مثل أزالة النتوءات من طرف الشغلة

يستخدم المبرد المستدير والنصف المستدير في برد الأسطح الأسطوانية والداخلية والمنحنية بحيث يكون نصف قطره أقل من نصف قطر الفتحه أو الأسطح المطلوب برادتها .

المبرد المربع فيستخدم في برادة الأركان المتعامدة

المبرد المثلث فـــــي برادة الأسطح التي تكون زاويتها (60) ومبرد السكينة لبرادة الاسطح التي تكون زاويتها اقل من (60)

وتوجد مبارد اخرى خاصة وهـــي مبارد صغيرة يتراوح طولـها بين (50 ـ 100) ملم وشكل مقطعها هو نفس شكل مقاطع المبارد العادية وتمسك من النصاب أثناء اســـــتخدامها و النصاب مستدير الشكل و سطحه محبب لاحكام مسك المبرد وتستخدم في أعمال البرادة الدقيقة مثل صناعــة القوالب و صناعة الساعات و الجواهر .

الأســـــبوع الثاني والعشرون

أسنان المبرد

تقسم اسنان المبرد الى اربعة انواع وهــي كالتالي : ـ

أ- اسنان مفردة القطع .

ب- اسنان مزدوجة القطع .

ج- اسنان محببة .

د- اسنان منحنية

هـ- اسنان ابرية .

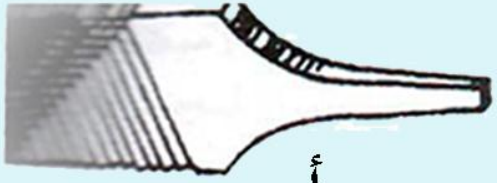
أ ـ أسنان مفردة القطع :

ولها مجموعة واحدة من الأسنان (الحزوز) متوازية على سطح المبرد في اتجاه العرض و تميل بزاوية (60 ـ 80) وهذه الأسنان المفردة القطع مشكلة بالطرق على جسم المبرد بالأجنة كما موضح بالشكل التالي .

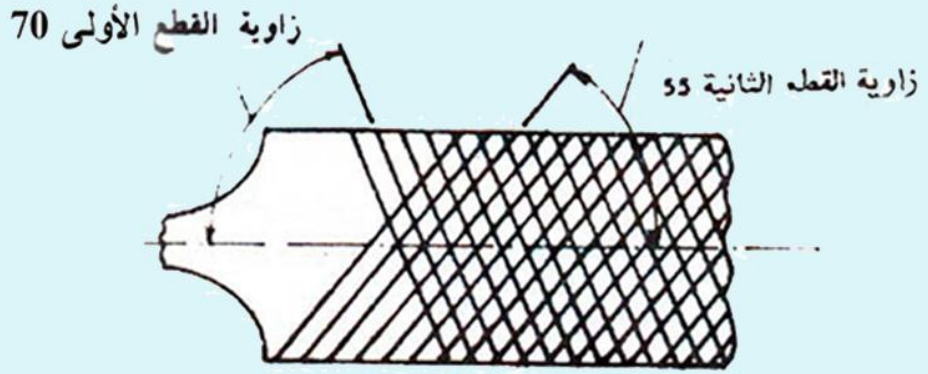
وتستخدم الاسنان المبينة في الشكل في عمليات برادة المواد الرخوة كالرصاص والقصدير ..... الخ ، بينما تستخدم مبارد مختلفة الاسنان في قطع المواد الصلدة كالصلب . اما سبب ميل الاسنان فهو لكي يتمكن الرايش من الأنزلاق الى جانب المبرد ، أما أذا كانت الأسنان عمودية على محور المبرد فان الرايش يتجمع في الفراغات بينها فتصعب عملية البرادة .

ب ــ اسنان مزدوجة القطع :

وهي كما في الشكل (أ) لها مجموعتان متوازيتان من الاسنان (الحزوز) المتقاطعة فيما بينها لذا فهي تشكل أكبر عدد لحدود القطع التي يمكنها من برادة المواد الصلبة كالصلب وغيرها ، وتميل أحدى المجموعتين بزاوية (55 درجة) مع محور المبرد وتميل الأخرى بزاوية (70 درجة) الامر الذي يجعل الاسنان مرتبة خلف بعضها بنظام خاص بحيث يمكن لكل واحدة من الاسنان ازالة جزء من المعدن الذي لم يزل بواسطة الاسنان السابقة وكما موضح فـــي الشكل (ب) .



أ



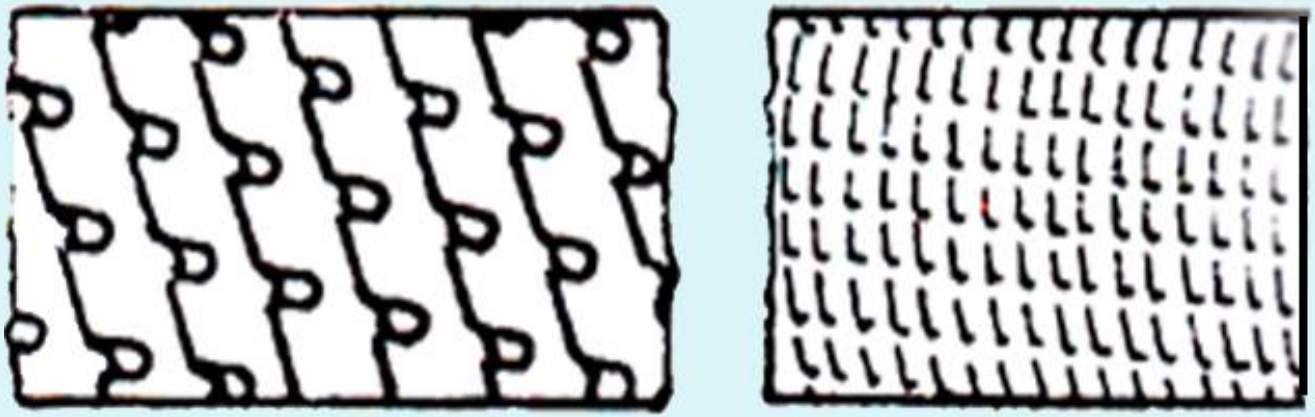
ب

ج -اسنان محببة :

وهذه المبارد توجد على صفيحتها اسنان على شكل نتوؤات حادة الحواف ، تســـــتخدم في برادة مواد العمل اللين مثل الخشب و الجلد ، كما في الشكل التالي . تصنف المبارد خشنه أذا كان عدد الأسنان يتراوح (3 ـ 4 سن) في السنتمتر المربع الواحد أما الناعمة فيكون عدد الأسنان بالسنتمتر المربع (90) سنا" .

د ــ اسنان منحنية :

وهي اسنان مشكلة بالتفريز تمثل الاولى شكل أسنان مائلة مزودة بثقوب لكسر الرايش و تصلح لقطع المعادن والمواد الرخوة اللينة .. اما الاسنان الموضحة في الشكل التالي فان لها شكلا مقوسا (جزء من قوس دائري) ، و هي مزودة بثقوب لكسر الرايش و تستعمل لبرادة المواد الاكثر صلادة كالورق الصلد و المواد المضغوطة .



ب أ

العناية بالمبارد

ان عمر الحدود القاطعة لاسنان المبرد تكون قصيرة جدا اذا تم أختيارها أو أستخدامها بصوره سيئة أو عدم العناية بها

يعجز المبرد عن القطع و تقل كفاءته عند تآكل قمم الاسنان فيه و يظهر هذا التآكل للعين المجردة حيث ينعكس الضـــوء على سطح وجه المبرد فتظهر الاسنان المتآكلة لامعة ، كذلك يعجز المبرد عـــــن القطع ان امتلأت الفراغات الواقعة بين اسنانه بالرايش او بالمواد الغريبة

لاينشأ تلف المبرد من سوء الأستخدام فحســـب انما قد يرجع سبب التلف الى تعرض قمم ، اسنان المبرد للكسر ، او للتأكسد نتيجة الاهمال في الحفاظ عليه

وفيما يلي بعض الاعتبارات الواجب مراعاتها للمحافظه علـــــى جودة المبرد : ـ

اولا :العناية بالمبرد عند استخدامه

أ- تستخدم المبارد الجديدة في تسوية سطوح المعادن الرخوة نسبيا السهلة القطع كالألمنيوم والنحاس الأحمر والاصفر والصلب اللين .

ب- تستخدم المبارد الجديدة في تشغيل السطوح العريضة الواسعة ، وتستخدم المبارد القديمة في تشغيل السطوح الضيقة .

ج- يجب ان لا تستخدم المبارد الجديدة في تشغيل اسطح المصبوبات التي لم تنظف جيدا حتى لا تتـــــــــــعرض للتآكل السريع نتيجة احتكاكها بحبيبات الرمل التي قد تكون عالقة باسطح المصبوبات

د- تستخدم المبارد – بعد تشغيلها لمدة مناسبة في برادة المعادن الرخوة – في تسوية سطوح المعادن الصلدة كالصلب المقسى و حديد الزهر المقسى وبذلك يمكن الأستفادة من حدود الأسنان وهي مرهفة في تشغيل المعادن الرخوة ، و بعد تآكلها قليلا في برادة المعادن الصلدة

هـ- يجب تنظيف المبارد من الرايش او المواد الغريبة العالقة بها ، المحشورة بين الأسنان بأستخدام سلك رفيع من معدن لين او قطعة من الصفيح . كما يمكن منع ألتصاق الرايش والمواد الغريبة وتعلقها بالمبرد بواسطة دهانه – قبل الاستعمال – بطبقة رقيقة من الزيت ، و يستعمل زيت النفط او البارفين قبل برادة الالمنيوم لمنع تعلق الرايش باسنان المبرد اثناء تشغبله . ,بمجرد انتهاء استعمال المبرد يجب تنظيف أسنانه بفرشة سلكية خاصة ثم تغطيته بطبقة رقيقة من الزيت لحمايته من الصدأ .

ثانيا : العناية بالمبرد عند تخزينه :

أ- يجب أن لا تكدس المبارد في صناديق أو أوعية دون ترتيب حتى لا تتعرض أسنانها للكسر كما يجب حفظها مغلقة و وضعها مرتبة برفق في اماكن مناسبة

ب- يجب ان لا تعرض المبارد للسقوط ، كما يجب ان لا يطرق بها او عليها ، حفظا لسلامة اسنانها

ج- يجب تنظيف المبارد قبل تخزينها ، و تغطيتها بطبقة رقيقة من الزيت ، و عند التخزين لفترات طويل في أماكن بارده أو في الملح او في طين خاص (clay)واذا يتسير لفها بالورق المناسب .

عدد الأسنان في وحدة الطول

ان عدد اسنان المبرد في وحدة الطول هو الذي يحدد درجة نعومة المبرد فتوجد مبارد خشنة أسنانها متباعدة (الخطوة كبيرة) و تسمح بازالة كمية كبيرة من المعدن بسرعة ولا تعطي سطوحا" ناعمة وتستخدم مع المواد الطرية ، اما المبارد التي اسنانها متقاربة و صغيرة فتستخدم في الحصول على أسطح ناعمة .

أنتاج المبارد

المبارد عادة تصنع من الصلب الكاربوني غير المسبوك حيث تكون نسبة الكاربون حوالي 1.25 % تطرق القطعة على الساخن الى شكل المبرد التقريبي ثم تخمر لخفض الصلادة ولمجانسة القوام (النصاب) وتشغل بالتفريز والتجليخ بعد ذلك تشغل أسنان المبرد بواسطة أجنات تتحرك حركة ترددية سريعة لتحدث طرقات متعاقبة في المبرد الخام الذي يتحرك طوليا .

كما أنه من الممكن قطع الاسنان ايضا بواسطة التفريز او التجليخ ثم تصلد المبارد بعد قطعها وذلك بتسخينها في حمام رصاص مصهور الى درجة حرارة عالية (لمنع التاكسد) ثم تغمر في محلول التبريد بسرعة .

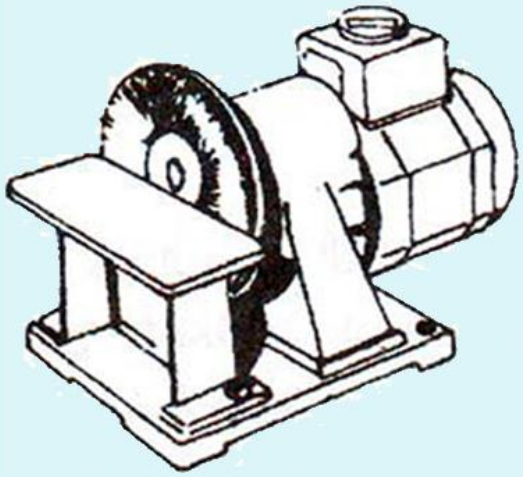
ولتنظيف المبارد يسلط عليها تيار رملي ثم يعاد تسخين النصاب لتليينه ثم تجري اختبارات عليها قبل تزييتها لحمايتها من الصدأ .

البرادة الآليـة

تجري عملية البرادة الآلية بواسطة مكائن البرادة و هي كثيرة ومتعددة الأنواع وذلك حسب متطلبات العمل ومنها ماكنة البرادة بالقرص الدوار ، و ماكنة البرادة الترددية ، و ماكنة البرادة ذات الشريط

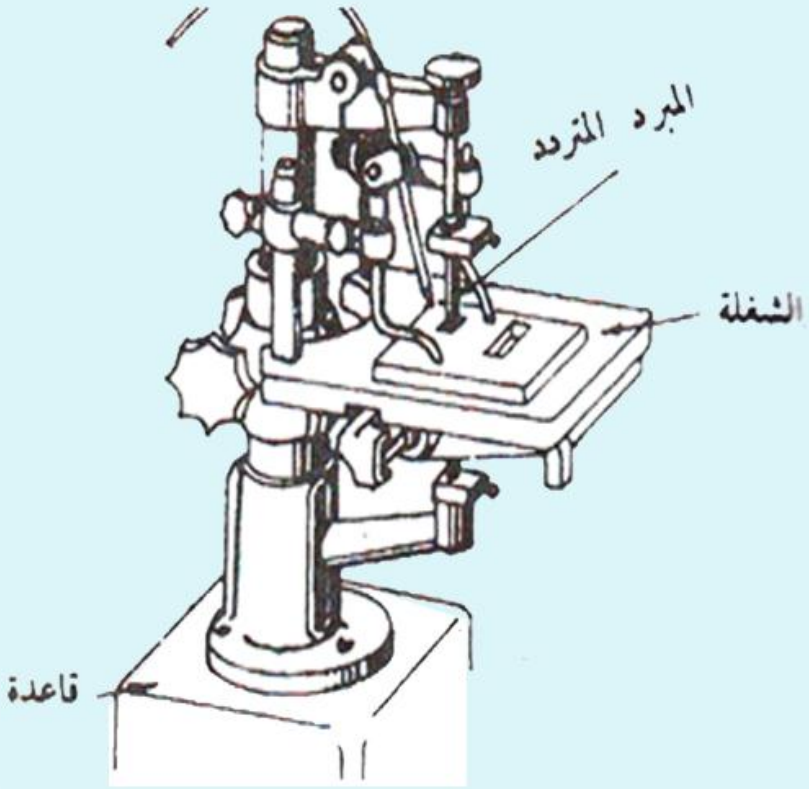
1- ماكنة البرادة بالقرص الدوار:

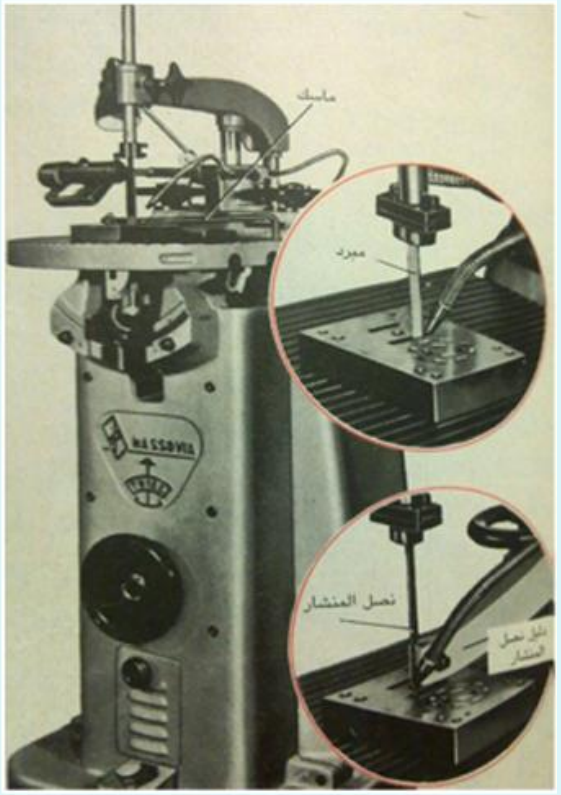
وتستخدم ماكنة البرادة بالقرص الدوار في اغلب الاحيان في تشغيل السطوح الخارجية ، و يمكن فيها استخدام اقراص برادة متعددة الانواع ، و تتراوح ســـــرعة الدوران لهذا النـــــوع مـــــن الماكينات بين (100 ـ 300) دورة في الدقيقة . ويبين الشكل التالي نماذج من هذه الأقراص المستخدمة في مكائن البرادة والتي أقطارها تتراوح بين (50 ــ 300) ملم ومن الممكن استخدام هذه الاقراص على المخرطة .



2- مكائن البرادة الترددية :

تستخدم هذه المكائن في تشغيل السطوح الداخلية و الخارجية على السواء و بخاصة في تشغيل العدد و القوالب و غيرها من وسائل الأنتاج ، و يتراوح عدد الاشواط الفعالة في هذا النوع من المكائن (50 ـ 350) شوط فعالا (أي عملية القطع) في الدقيقة و يبين الشكل التالي ماكنة برادة ترددية ، كما يبين الشكل نماذج من المبارد المستخدمة في مكائن البرادة الترددية .





3- ماكنة البرادة ذات الشريط :

تستخدم ماكنة البرادة ذات الشريط ، سلسلة من المبارد تقوم بنفس المهام المنوطة بماكنة البرادة الترديية ألا أنها تفوقها في سرعة القطع و يمكن ضبط ســـرعة القطع في هذه الماكنة الى حوالي (10) أمتار في الدقيقة حتى (100) متر في الدقيقة .

وتثبت للمبارد المستخدمة في مكائن البرادة الشريطية على سلسلة حاملة وهذه السلسلة تدور حول دائرتين مثبتتين اعلى و اسفل الماكنة و يصل طول قطعة المبرد المثبت في السلسلة الى حوالي 80 ملم .

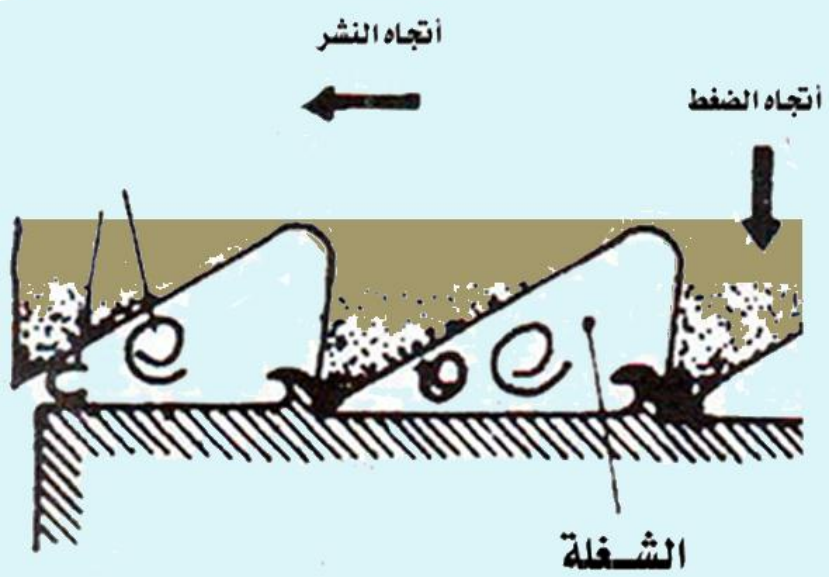
4- المبارد الـــدوارة

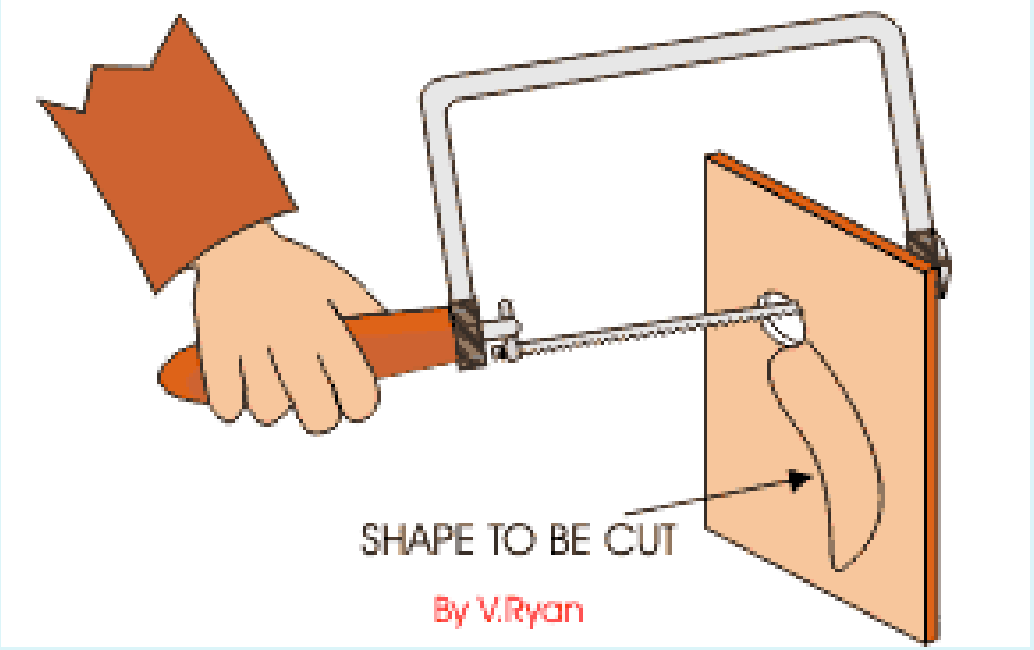
تركب هذه المبارد في العدد اليدوية التي تدار بالكهرباء أو بالهواء المضغوط وتنتهي هذه المبارد بعمود اسطواني مستقيم يجري تثبيته في العدة التي تبعث في الحركة الدورانية ، ويتراوح طول المبرد بين (15 ـ 30) ملم ويمكن لاسنانه ان تتخذ اشكالا متعددة الشكل و يستعمل هذا النوع من المبارد في تشغيل القوالب و تشطيب بعض المنتجات ذات – الاسطح المعقدة . هذا و يمكن استخدام هذه المبارد الدوارة في المخارط والمثاقب بجانب العدد الخاصة بها . تتخذ رؤوس المبارد اشكالا عدة منها الاسطواني و المخروطي ة الكروي و البيضوي و المقعر و غيرها .

الأســـبوع الثالث والعشرون

عملية النِشر

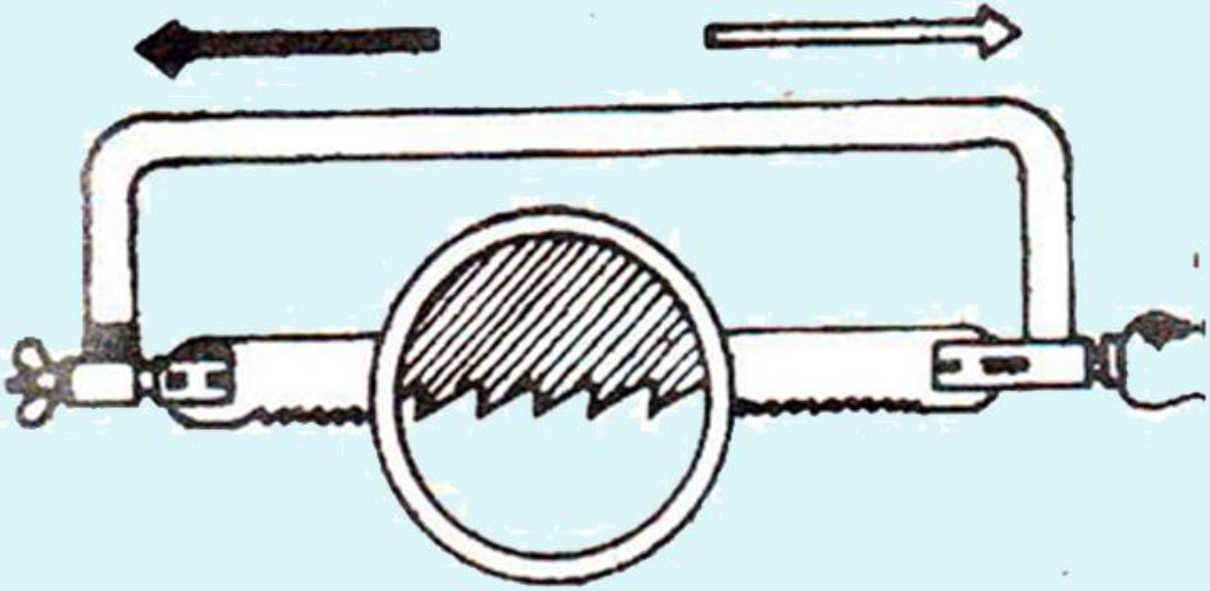
وهي عملية فصل الاجزاء عن بعضها بازالة المعدن من الحيز الضيق الذي يجري فيه المنشار ، وتعتمد عملية النشر اليدوي على القوة العضلية للعامل مع مراعاة قيادة سلاح المنشار في مستوى ثابت والضغط على السلاح اثناء الحركة الامامية له وكما في الشكل التالي .





حيث تقوم اسنان المنشار بازالة المعدن على هيئة رايش (او شظايا صغيرة) . ويزال الضغط في مشوار الرجوع بدون رفع المنشار وتصدر حركة المنشار من الذراعين وتساعدها حركة مناسبة من الجسم وهذا يتطلب وضعا وبعدا صحيحين للجسم من الشغلة .

وتتم عملية النشر بطريقتين ، اما بطريقة يدوية كاستخدام المناشير اليدوية ، او بطريقة آلية . ويستخدم النشر في قطع الاعمدة والقضبان وعمل مجاري وفتحات بالشغلة ، وكذلك لفصل الاجزاء الزائدة ، بعد تحديد مكان النشر بالتخطيط ، ويوضح الشكل التالي امثلة لعملية النشر .



ويستخدم المنشار اليدوي في عملية النشر اليدوية والذي يتعدد بانواعه وذلك تبعا لاستخداماته .ويتكون المنشار اليدوي من هيكل (اطار) يركب سلاح المنشار بين نهايته . وتوضع اسنان سلاح المنشار الى الامام وتثبت بعروتين ثم تربط بواسطة اللولب . ويوجد نوعان من المناشير هما : ـ

أ ـمنشار الضبط الذي يستعمل لسلاح مختلف القياسات

ب ـالمنشار الثابت

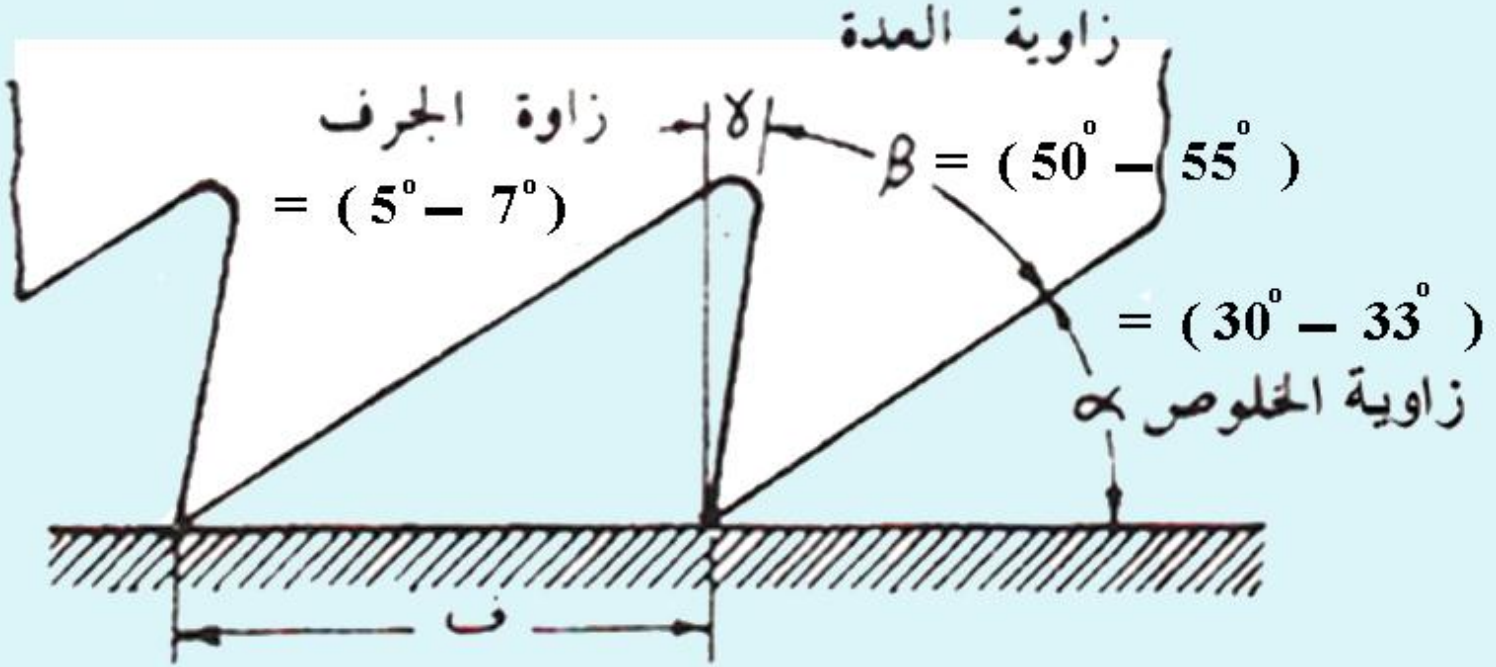
ويختار نوع سلاح المنشار على حسب المادة التي تنشر وكذلك على حسب نوع القطع وجودته ، ويتراوح طول سلاح المنشار بين (300 ـ 450) ملم والعرض بين (16 ـ 25) ملم والسمك (0.8) ملم تقريبا .

ويصنع سلاح المنشار من الصلب الكربوني ومن سبائك الصلب ومن صلب السرعات العالية (مع التنكستن او المولبيديوم) والاخيرة افضل من اسلحة المناشير المصنوعة من الصلب الكربوني ولكنها اطول عمرا .

ويلاحظ ان سلاح المنشار يمكن ان يكون كله مقسى ومخمرا وهذا يجعله هشا ويسهل كسره عند سوء الاستخدام ، ولكنه اكثر كفاءة ، او تكون الاسنان وحدها مقساة ومخمرة ويكون ظهر السلاح طريا وهذه تقلل من احتمال كسره . ويستخدم النوع الاول في نشر النحاس الاصفر وصلب العدة وحديد الزهر والمقاطع الكبيرة من الصلب الطري أما النوع الثاني فستخدم في قطع المواسير والنحاس والالمنيوم .

زوايا القطع لسلاح المنشار اليدوي

يلاحظ في الشكل التالي زوايا القطع لسلاح المنشار اليدوي وفيه زاوية الخلوص وزاوية العدة وزاوية الجرف. يتوقف أختيار قيمة هذه الزاويا على نوع المادة المقطوعة , وكذلك جودة القطع تحتوي أسنان سلاح المنشار الأعتيادي على زاوية الخلوص (α) وزاوية العدة (القطع) (β) وزاوية الجرف (γ) وتتراوح قيم هذه الزوايا كما يلـــــي : ـ



عدد الأسنان بوحدة الطول

تتباين اسلحة المناشير اليدوية من حيث عدد الأسنان بكل وحدة طولية وتعتمد على خطوة السن لسلاح المنشار (أي المسافة المحصورة بين سنين متجاورين) وقد يتحتم في بعض الاحيان أستخدام الاسلحة ذات الاسنان الخشنة(خطوة كبيرة) لقطع المعادن الرخوة ، وذلك عندما تكون المشغولات على هيئة الواح رقيقة او انابيب رفيعة الجدران ، بينما تســـــتخدم الأسنان الدقيقة (خطوة صغيرة) لقطع المعادن الصلدة .

طريقة أستخدام المنشار اليدوي

يمسك المقبض باليد اليمنى وراس اطار المنشار باليد اليسرى ويكون المشوار على طول السلاح بحيث يتم القطع عند الدفـــــــع .

ويجب عدم الضغط عند رجوع المنشار ورفعه قليلا" الى الأعلى ولا يجوز الضغط عليه يقوة كبيرة لان ذلك يتســـــبب في كسر الأسنان أو كسر السلاح نفسه خاصة أذا كانت القطعة المطلوب قطعها سميكة ووصل ظهر اطار المنشار لها فيجب وضع الاطار بصورة افقية وتكملة النشر .

يتكون المنشار ألقوس من قوس المنشار (الاطار) Farm ونصـــل المنشار .ويصنع نصل المنشار عادة من صلب السرعات العاليةٌ ,بســـمك يتراوح من (0.6 – 1 mm) مسننا من حد واحد او من حدينٌ .

و يثبت النصل بينٌ طرف أطار المنشار ويتم تثبيته بواسطة صامولة مجنحة .ويجب ان تتـــجه قمم اسنان المنشار الى الامام في اتجاه الدفع .

ولا يجوز استخدام الزيتٌ عند النشر اليدوي ,حيثٌ الأنصال المتسخة رديئةٌ القطع وتعمل على تراكم البرادة في فجوات الاسنان .

ويجب استخدام نصل المنشار على امتداد طوله حتى يستهلك بشكل متسق ,وان يكون معدل النشر على وجه التقريبٌ 60 شوطا مزدوجا في الدقيقةٌ .

تثنى اسنان المنشار واحدة الى اليمينٌ والتاليةٌ الى اليسار وهكذا على طول نصل المنشار. وذلك لكي يكون عرض القطع أوسع من سمك النصل حتى لا ينحشر النصل اثناء القطع , ولا يحتك جسمه بجوانب الشغلة فلا ترتفع درجة الحرارة كثيرًا اثناء النشر .

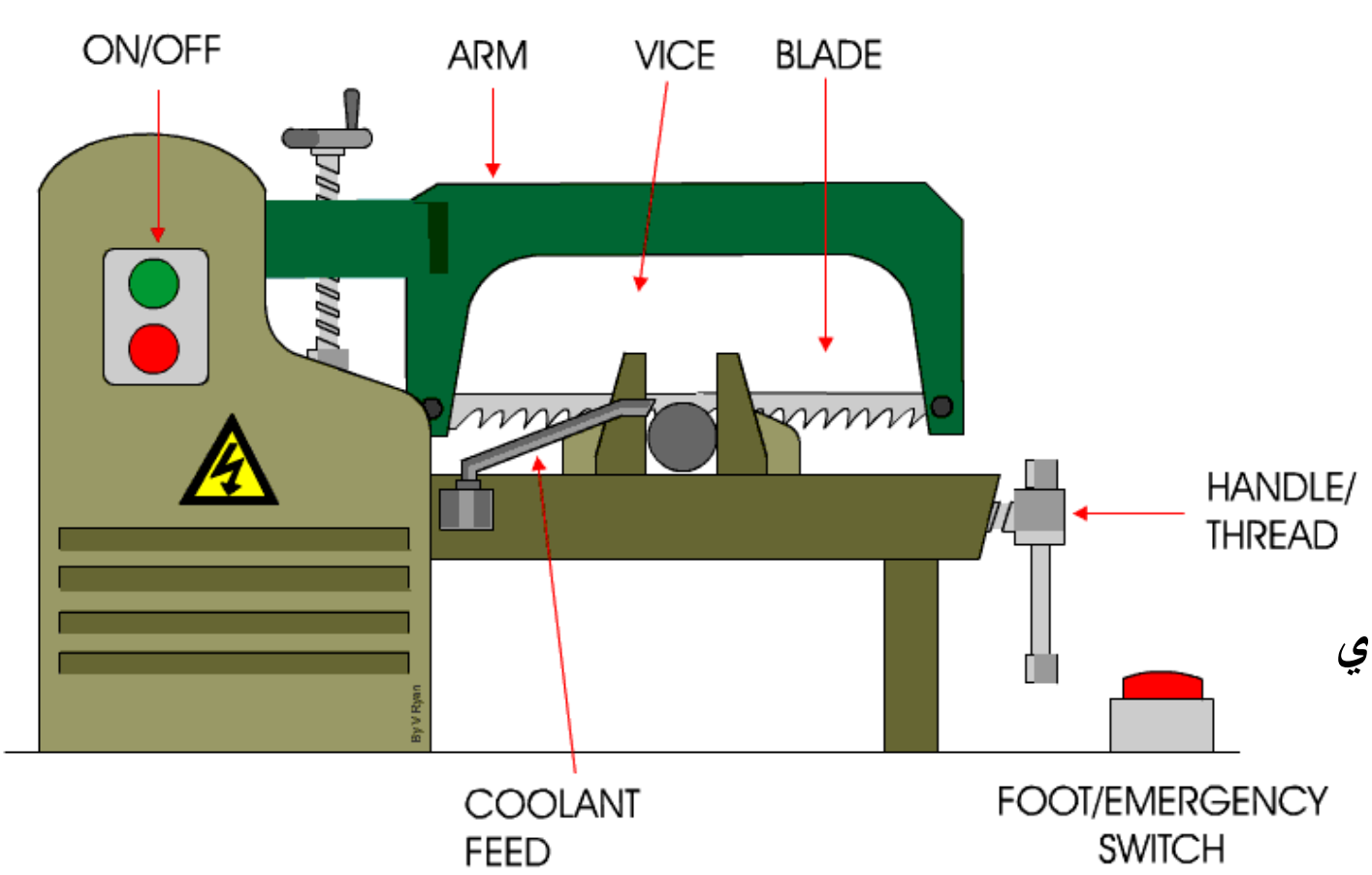
ويمكن تسهيلُ بدء عمليةُ النشر بؤحداث خدش باستخدام مبرد مثلث (Triangle file) ، ثم يبُدأ النشر بعد ذلك بزاويةُ ميلُ صغيرُة ,وبقوة ضئيلُة ويجُب الاحتياُط اثناء نشر الجدار الداخل للماسورة بتقليلُ سرعة النشر وتسليطُ قوة صغيرُة ,حتى لا تنثن الاسنان وتنكسر . والشكل التالي يبين شكل المنشار اليدوي .

كذلك تتم عملية النشر بطريقة آلية بأســـــتخدام مكائن النشر المختلفة وتشمل مكائن النشر الترددية ومكائن النشر بالشريط ومكائن النشر بالقرص المستدير .

ومن الضروري أستخدام وسائل الوقاية والسلامة المهنية لتامين سلامة الأشخاص العاملين عند استخدام مكائن النشر المختلفة .

أنواع مكائن النشر

ماكنة منشار شريطي



ماكنة منشار ترددي

ماكنة النشر القرصية

وتكون مقاسات النشر في المجالات الاتية :

أ ـ للاقراص ذات الاسنان الدقيقة (1)

قطر القرص (20 ـ 315) ملم .

سمك القرص (0.2 ـ 6) ملم

ب ـ للاقراص ذات الاسنان الخشنة (2)

قطر القرص (50 ـ 315) ملم .

سمك القرص (0.5 ـ 6) ملم

ج ـ الاقراص ذات القطع المسننة (3)

قطر القرص (250 ـ 3000) ملم .

سمك القرص (28 ـ 30) ملم

وتستخدم هذه الاقراص الاخيرة في نشر القطع الكبيرة على البارد وتتخذ أسنان أسلحة المناشير القرصية عدة اشكال نبين بعضا منها وتتخذ قيم زوايا القطع (β) والخطوة حسب نوع المادة المطلوب قطعها وقدرة القطع ثلاثة أنواع وهـــي : -

1- الأسنان المستقيمة .

2- الاسنان المقوسة .

3- الاسنان المقوسة ذات الطرف المجلخ

ونبين فيما يلي زوايا الجرف ومجال الاستخدام لهذه الانواع الثلاثة :

زاويـــة الجرف		مجـــال الأستخدام
للأسنان المستقيمة (أ)	للأسنان المقوسة (ب) أو (ج)	
5 درجة	15 درجة	نشر الصلب الكاربوني وحديد الزهر الرخو والمعادن غير الحديدية
6 درجة	8 درجة	نشر المواد الصلدة بوجه خاص
10 درجة	25 درجة	نشر المواد الرخوة والمطيلية بوجه خاص

حيث أن سلاح المنشار المستخدم لقطع المعادن تكون مقاساته عند نشر القطع الصغيرة والمتوسطة على الشكل التالي : ـ

طول السلاح (300 ـ 700) ملم

عرض السلاح (20 ـ 60) ملم

سمك السلاح (0.8 ـ 2.5) ملم

خطوة السن (1.8 ـ 4) ملم

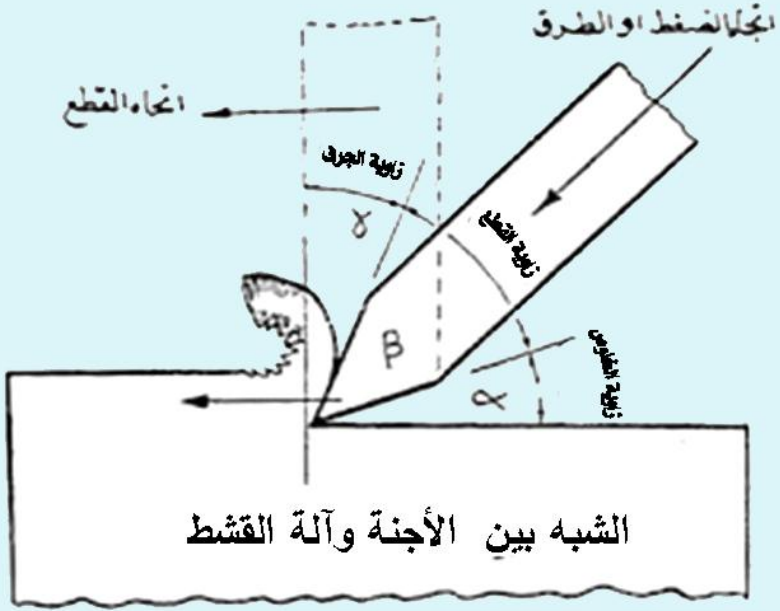
الأســـــبوع الرابع والعشرون

عملية التأجين

يعتبر القطع بالاجنة من العمليات اليدوية المألوفة ، وهي عملية تشغيل يزال فيها المعدن باستخدام الاجنة (قلم فصل) .

وهي عدة مشكلة على هيئة خابور حاد الطرف يقوم بعملية القطع بتسليط قوة عليه ، ويتم ذلك باستعمال القوة العضلية بمطرقة يدوية ، أو باستخدام مطرقة تسليط آلية

وتستخدم عمليات القطع بالاجنة اما لفصل الاجزاء عن بعضها كقطع الصفيح وكما موضح بالشكل التالي أو لازالة جزء من الجسم الجاري تشغيله وتنظيف المسبوكات .

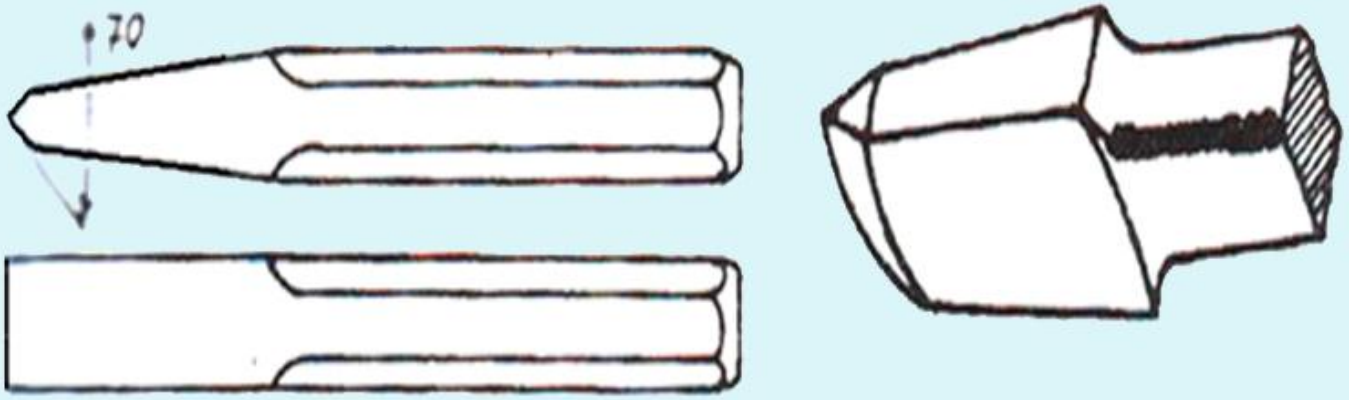


وتقتصر عملية القطع بالاجنة على المشغولات التي لا تتطلب دقة كبيرة كعمليات الازالة والتهذيب والاستقراب .

أنواع أقلام التأجين وزواياها

تصنع الاجنة على اختلاف انواعها من الصلب العالي الكربون (أي نسبة الكربون مرتفعة ويعرف بصلب العدة)، وذلك بطرقها وتشكيلها على الساخن ثم يشغل حد القطع بالبرادة ويعامل حراريا ليكون صلدا ويشطب بالتجليخ .

ويجب أن تمال الأجنة ميلا مناسبا" بالنسبة للشغلة وأن تكون زاوية الخلوص (α) بمقدار بحيث تؤدي الى سمك منتظم للرايش ، اذ انه عندما تمال الاجنة ميلا خفيفا" على سطح الشغلة تنزلق عليه الى الأعلى ، أما أذا كان الميل كبيرا" فستتوغل العدة داخل الشغلة لذا يجب أختيار الزوايا الصحيحة في عملية القطع بالاجنة ، حيث أن زوايا أقلام الأجنة المعتادة تتراوح بين (30 ـ 80) درجة وكما موضح بالشكل التالي .



وفيما يلي جدول لزوايا اقلام التاجين ودرجات الحرارة المرتفعة: ـ

المعدن المقطوع	زاوية الأجنة	درجة حرارة المراجعة	الملاحظـــــات
صلب مسبوك	65 ـ 70	230 درجة مئوية	تختلف زاوية الخلوص التي يقدرها موضع وميل الأجنة حسب المعدن بين (3 ـ 10) درجة
حديد الزهر	60	230درجة مئوية	
حديد أو صلب طري	55 ـ 50	240 درجة مئوية	
نحاس أصفر	50	280 درجة مئوية	
نحاس أحمر	45	280درجة مئوية	
ألمنيوم	30	280 درجة مئوية	

وتكون زوايا القطع بصورة عامة كالاتي : ـ

(α) زاوية الخلوص = 10 درجة

(γ) زاوية الجرف = 20 درجة

(β) زاوية العدة = 60 درجة

(α +β) زاوية القطع = 70 درجة

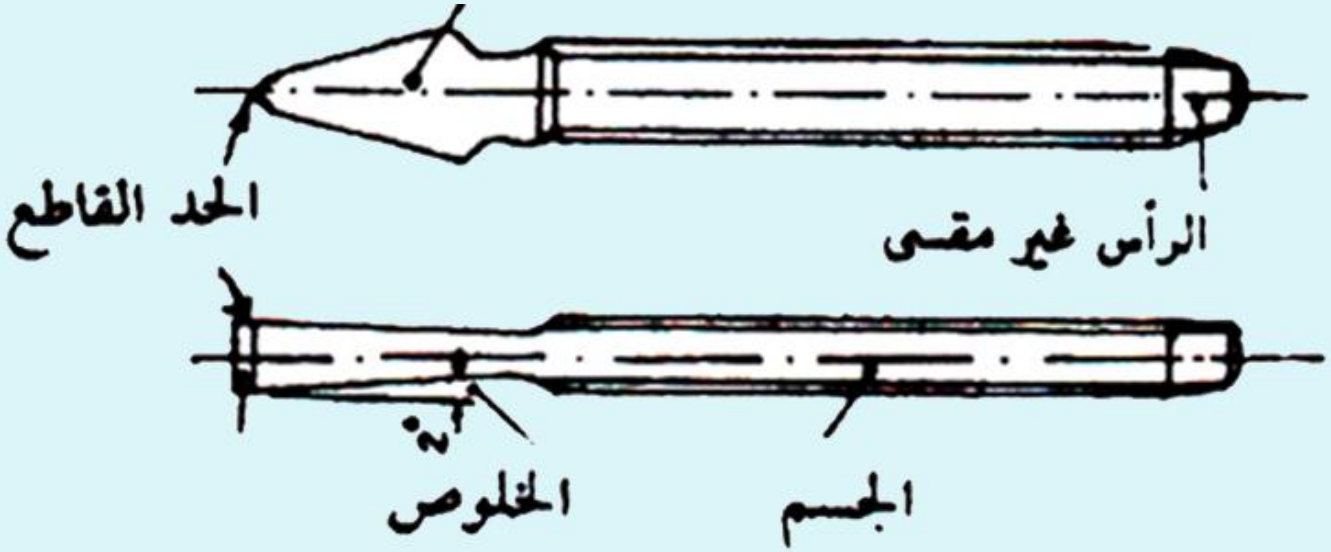
هذا ويمكن تقسيم الانواع للاجنات من حيث الشكل الى خمسة انواع رئيسية هي: ـ

أ–الاجنة المستوية (العريضة) :

وهي أجنة ذات حد قاطع عريض ويستحسن أن يكون منحنيا خاصة عند طرفيه وذلك لتجنب غوص الحد القاطع في المعدن أثناء عملية القطع أو خدشه ، وتستخدم الأجنه العريضة في تشغيل السطوح المستوية ، وللإغراض العامة ، وكما موضح بالشكل التالي .

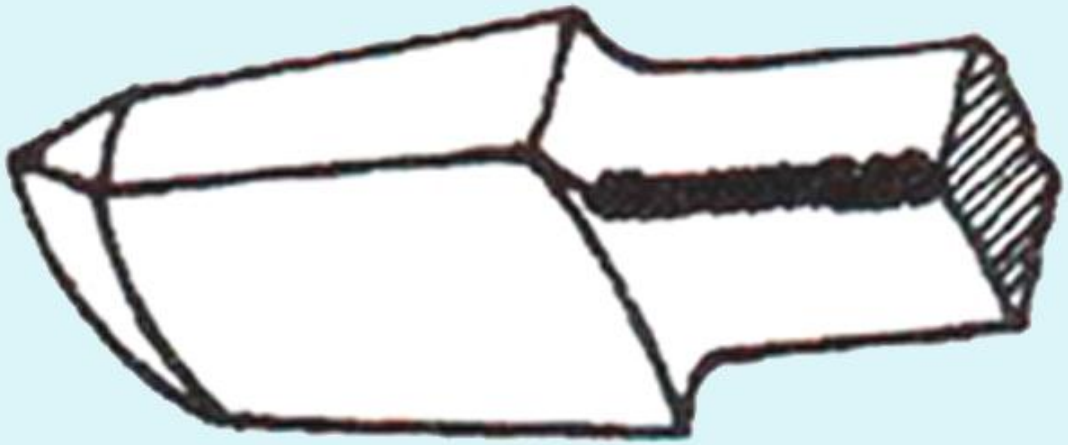
ب –الاجنة الضيقة:

وتستخدم هذه الاجنة في فتح الشقوق (المجاري) الضيقة العرض ، الكبيرة العمق الى حد ما ويقل عرض الحد القاطع للأجنة تدريجيا تاركا" خلوصا" حتى لا تنحشر الأجنة في الشق أثناء عملية القطع ، ويتراوح الحد القاطع عادة بين (3 ـ 13) ملم والشكل التالي يبين نوع الأجنة وأستخداماتها .



ج-الاجنة المربعة:

وتستخدم في تشغيل اركان الزوايا الداخلية بالتسوية ، وكذلك في قطع المجاري والقنوات ذات الأركان والمجاري ذات السطوح على الشكل حرف (٧) وكما موضح في الشكل التالي .



د –الاجنة المدورة الطرف :

وتستخدم لقطع المجاري (مجـاري زيت الأنزلاق) وتعرف هذه الأجنة بقلم الظفر والشـــكل التالي يبين هذا النوع .

ه –اجنة التحديد والقص:

تستعمل هذه الانواع من الاجنة في تحديد المواضع للقطع ولها حد قاطع مستقيم ، ومن الممكن صنع الأجنات بأشكال خاصة لتفي قطع معين وتصمم حدود القطع فيها لتتناسب مـــــع الشكل المطلوب .

علما" أن زاوية العدة للغالبية العظمى من الاجنات تبلغ (60) درجة ، وذلك عند قطع المعادن الحديدية ويتوقف سمك وحجم الاجنة على شكل ونوع الشغلة ، وقد يصل سمك طرف الاجنة العريضة عند قطع بعض المعادن غير الحديدية كالألمنيوم والزنك والرصاص الى حوالي (1.5) ملم .

أ –اجنة مستوية

ب – اجنة بحد مقوس

ج –اجنة بحد نصف مستدير

د –اجنة قص

هـ –اجنة ضيقة

و –اجنة ثقوب (مجاري الزيت)

ولا تقتصر الاجنات على تلك المستخدمة في قطع المعادن والتي تم ذكرها وأنما هناك أجنات التي تعمل بالهواء المضغوط .

التأجـين

الأســـبوع الخامس والعسرون

الثقب

هو عمل تجويف اسطواني باقطار مختلفة في المشغولات ويتم ذلك باســتخدام ماكنات الثقب التي يركب بها المثقاب (البريمة) .

وهي من أقدم عمليات التشغيل للمواد . فكثيرٌ من المواد كالخشب والمعادن واللدائن ,تثقب بواسطة عدة خاصة ذات اشكال مناسبة.

وتستخدم المثاقب أساسا لتشغيل الثقوب او التجاويف الاسطوانيةٌ وغالبا ما تستخدم عمليات التثقيبٌ لأعداد عملياٌت البرشمة والربط بالمساميرٌ ولإعداد الاسنان الداخليةٌ والعملياٌت المشابهة .

ماكينات التثقيب

تعتبر ماكينات التثقيب احدى الالات المهمة في الورش الميكانيكية ، حيث انه لا يمكن الاستغناء عن عمليات التثقيب في اية عملية من عمليات الانتاج الميكانيكية .

أنــواع ماكينات التثقيب

تقسم ماكنات التثقيب الى الانواع الرئيسة التالية : ـ

1- **المثقب اليدوي(المتنقل) .**
2- **المثقب العمودي البسيط**
3- **المثقب المنضدي الحساس**
4- **مثقب الرف**
5- **المثقب المتعدد المثاقب**

ان وظيفة جميع هذه الأنـواع من ماكينات التثقيب هو اعطاء المثقاب (البريمة) حركة دورانية وتغذية الى اسفلها لتمكنه من التغلغل داخل المعدن وعمل التجويف .

المثقب اليدوي

يستخدم للمشغولات الكبيرة الحجم والتي يصعب نقلها الى الورش وهي تكون على انواع متعددة منها التي تعمل بالطريقة الكهربائية ومنها الهوائية التي تعمل بالهواء المضغوط واخرى يدوية . وكما موضح بالشكل التالي .

المثقب العمودي البسيط

يستخدم للمشغولات المتوسطة الحجم نسبيا ، وتتم التغذية فيها عادة بطريقة اتوماتيكية او بطريقة يدوية وتكون ذات سرع مختلفة .

حيث يثُبت رأس الماكنة على قائم من حديدٌ الزهر, لتمُكن من أدّارة الرأس حول القائم في أغلب التصميمًات ويدُور عمود الثقب داخل الرأس بواسطة بكرة مدرجة .

ويمُكن تحريكٌ عمود الثقب رأسياٌ للأعلى او الأسفل بواسطة ذراع تدار يدُوياٌ .

يدُوياٌ . وتتصل البكرة المثبتة على عمود الثقب بالبكرة المثبتة على المحرك الكهربائي بواسطة سيوُر وفي الغالب تستخدم لهذا الغرض بكرات ذات ثلاث درجات مما يتُيحٌ الحصول على ثلاث سرع مختلفة , يتُم تغييرها بنقل السيوُر على مختلف درجات البكرة .

الثقب

وتتم حركة القطع عن طريقٌ إدارة عمود الثقب , بينُما التغذية عن طريقٌ خفض عمود الثقب او رفع منضدة الماكنة . ويبين الشكل التالي نموذجا للمثقب العمودي البسيط .

المثقب المنضدي الحساس

يستخدم للشغلات الخفيفة وذات الاقطار الصغيرة لغاية القطر 12 ملم . ان هذا النوع من المثاقب شُبه المثقب العمودي البسيطٌ في التصميمٌ بوجه عام باستثناء ان ماكنات التثقيبٌ المنضديةٌ الحديثٌة لاتدار بسيوٌر .

يضٌم رأس الماكنة مجموعة أزواج من التروس يمكن تعشيقٌها بأوضاع مختلفة بواسطة اذرع تحريكٌ مناسبة , وهكذا يمٌكن تحقيقٌ مدى واسع من السرعات(قد تصل الى 30 سرعة) .
والشكل التالي نموذجا للمثقب المنضدي .

وقد لاتفي القدرة اليدّوية بما يستّلزم من انجاز حركة التغذية اذا أريدّ تشغيل ثقوب ذات اقطار كبيرة لذا تزود ماكنات التثقيبّ العموديةّ بتروس تغذية يمّكن تعشيقّها اذا اقتضى الامر .

توجد طريقّتان لتغذية عمود الثقب , الاولى يدّوياّ مع عدم تعشيقّ تروس التغذية ، والثانيةّ ألياّ بواسطة عمود التغذية .

ولهذا الغرض ثبّيت ترس على عمود الثقب , لينّقل الحركة الى صندوق التغذية , الذي يحّتوي على مجموعة من أزواج التروس يتّم تعشيقّها طبقا لسرعة التغذية المطلوبة . وتقوم هذه التروس في حالة تعشيقّها بتدويرّ زوج من التروس المخروطيةّ ,تديرّ بدورها ترسا دودياّ تتصل عجلته بجريدّة مسننه تتصل بجلبه عمود الثقب مما يؤدي في النهاية الى حركة العمود الى الأسفل ,وتعتمد سرعة هذه الحركة على السرعة المختارة لصندوق التغذية وعمود الثقب . وتوقف حركة التغذية أوتوماتيكّياّ قبل خروج المثقب من الثقب مباشرة لتلافي ارتطامه بمنضدة الماكنة .

مثقب الدف

يستخدم عادة للشغلات الكبيرة والمعقدة والصعبة التحريك والتدوير ، وللشغلات ذات الارتفاع الذي يزيد عن ارتفاع المسافة بين المسند والذراع .

ويكّون هذا المثقب متعدد الاستخدامات و يتّميزّ بعربة التثقيبّ القابلة للضبط قطرياًّ على الذراع النصف قطري , الذي يسّتطيعّ الدوران حول قائم مجوف ,وتتيحّ إمكانياًّت الضبط المتعددة في هذه الماكنة انجاز عدة ثقوب على الماكنة دفعة واحدة .

ولمثاقيبّ الدف مجال كبيرّ لسرعة الدوران , ولهذا تصلح لانجاز الثقوب بأقطار كبيرّة وصغيرّة . والشكل التالي يوضح نموذجا" لهذا المثقب .

الثـقب

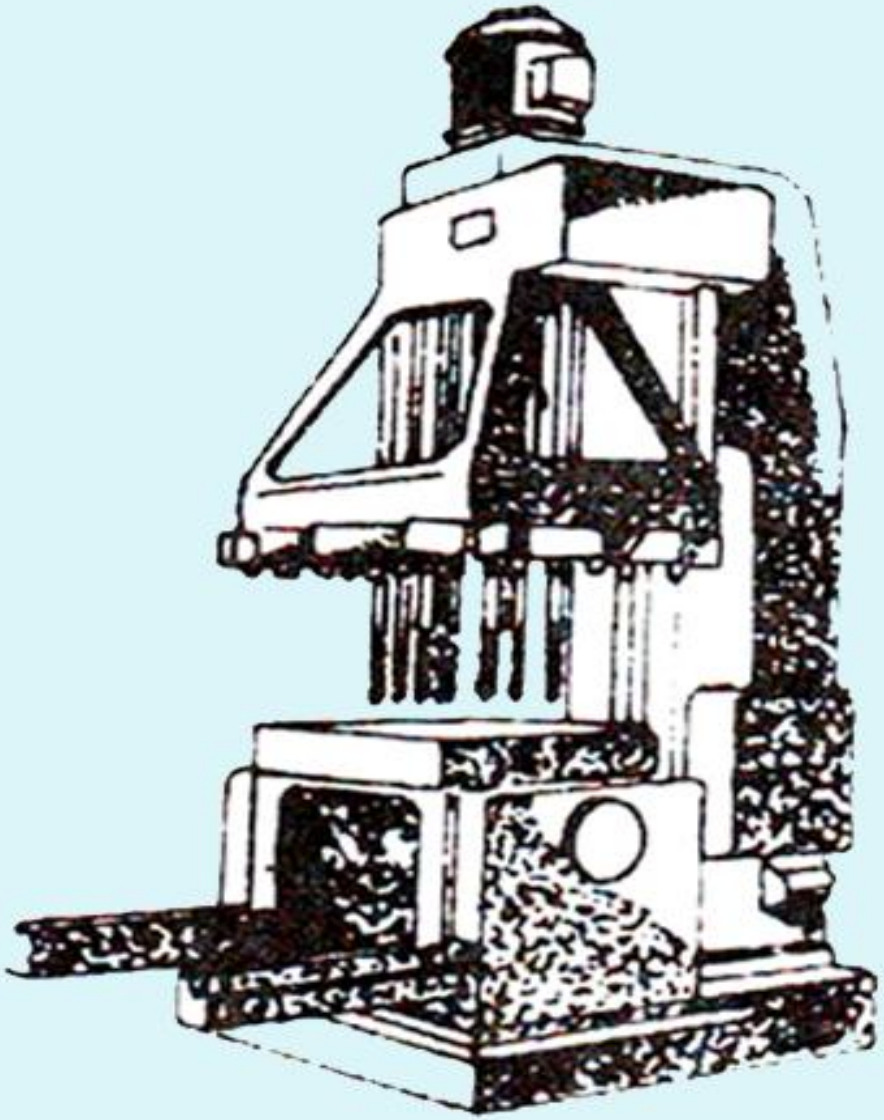
المثقب المتعدد المحاور (الجماعي)

يستخدم هذا المثقب في الانتاج الكمي حيث يصل عدد محاوره الى ثمانية ، وبذلك يمكن القيام بعدة عمليات متتابعة على الشغلة بدون تبديل العدة أو سرعة القطع أو التغذية أما مسند الشغلة فيتحرك الى الاعلى والاسفل فقط .

يتيح هذا المثقب استخدام مجموعة من اعمدة الدوران فـي نفس الوقت , يمُكن ضبطها بدقة في حدود مساحة منضدة (table)الماكنة لثقب عدد مناظر مـــــــن الثقوب موزعة بأي شكل

وعلاوة على الثقب تتـــيحُ الماكنة اجراء عملياُت التجويـــف والتخويشُ والبرغلة واللولبة , ويتم التحكم برأس الماكنة كهربائياً , ويزُيدُ من كفاءة الماكنة مقدرتها على توفيرُ التغذية السريعُة والمتقطعة , كما يمُكن اســـــــتخدام لوحة بأعمدة دوران ثابتة بدلا من الأعمدة المتصلة بوصلات انضباطيةٌ جامعة الحركة , ويتُيسّر الحصول على الماكنة سواء بواسطة تروس توزيعٌ على مرحلة واحدة او على عدة مراحل . ويوضح الشكل التالي نموذجا" لهذه الماكنة .

الثـقب



عدد التثقيب (المثاقب) Tools Drilling

المثقب الألتوائي (البريمة) Twist Drill

وهو اداة القطع التي تقوم بعملية الثقب او التجويـــف في المعدن وتصنع من الصلب السبائكي أو صلب السرعات العالية وتكون ذات صلادة عالية لتتمكن من التغلغل داخل المعدن وثقبه . واهم ما تتميزٌ به هذه المثاقب هو قنواتها الملتويةٌ . وتصمم هـــذه القنوات بحيثٌ يسٌهل خروج الرايشٌ من القطعة المشغلة .

تصنع المثاقب الملتويةٌ بزواياٌ لولب مختلفة تٌم اختياٌرها طبقا لنوع المعدن المراد ثقبه , ان زاويـــةٌ الخلوص وزاويةٌ الجرف في المثقب الملتوي تتحددان طبقا لزوايا اللولب , ولما كان قطـــع الخامات الطريةٌ كالسبائك الخفيفٌة تٌطلب زاوية جرف كبيرٌة , بينٌما تٌطلب قطع الخامات الصلدة والقصيفٌة زاويةٌ جرف صغيرة لذا ينبغي حينما يراد تشغيل عدد كبيرٌ مـــــن قطع العمل ان يخٌتار مثقب بزاويةٌ لولب مناســـبة .

الثقب

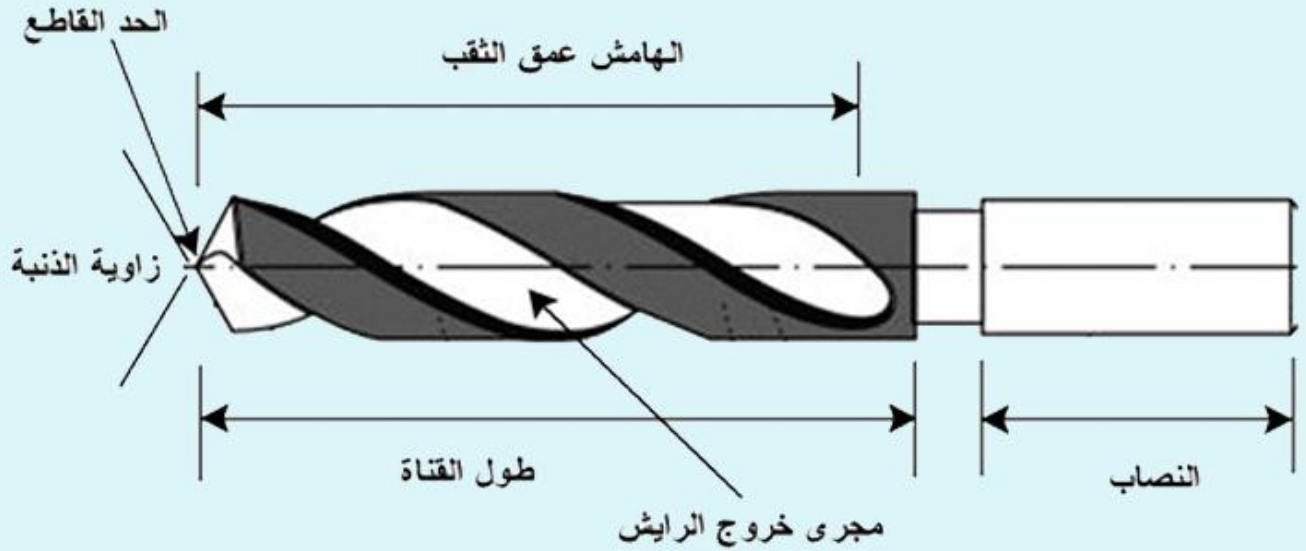
يقّع عصب المثقب في مركز مقطعه وبينٌ القناتينٌ , وعند سن المثقب ينُشأ عند طرف الذنبة حد يســـــُمى حد الذنبة

كلما ازداد العمق الذي يخُترقه المثقب في الخامة سيتُبع ذلك ازدياٌد الاحتكاك بجوانب الثقب ,مما يوٌلد قدرا كبيرًا من الحرارة ,ويستُنفد قدرا كبيرًا من الطاقة , لـــــذا يتُرك هامش صغير على القطر الخارج للمثقب لتقليلٌ الاحتكاك , وتحقيقًا لنفس الغرض تجلخ المثاقب التي يزُيدٌ طولها عن (100 mm) بسلبية خلفيةٌ مما يصغر قليلًا قطر بدن الثقب بالقرب مـن النصاب .

و يتُرتب على ذلك صغر قطر المثقب عن البعد الاسمي الأصلي نتيجٌة لتـــــآكله , لذلك يجٌب ان يتُم قياس قطر المثقب على الهوامش عند الذنبة قبل استخدامه في القطع

أجزاء مثقب الألتواء

يوضح الشكل التالي أجزاء ومكونات مثقب الألتواء (البريمة) .

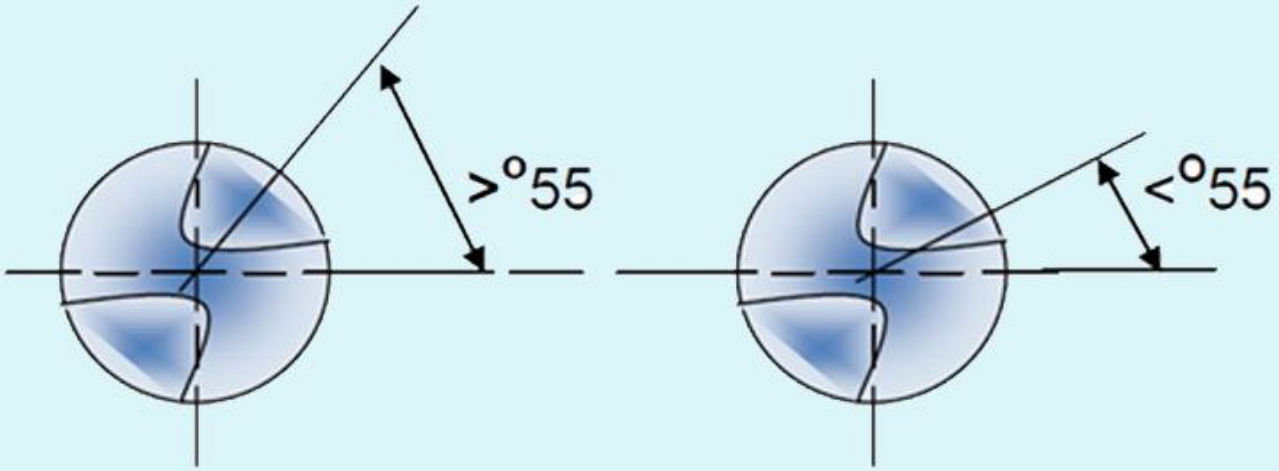


تباع المثاقب الملتويةٌ (البرايم) وقد تم تشكيل زواياها (مسنونة) ولكن بعد الأســـتخدام أثناء التشغيل سوف تتثلم حدود القطع بها مما يستلزم إعادة تشكيلها (حدها أو سنها) .

تسن المثاقب التي لا تزيدُ أقطارها عن (10mm) يدُوياً , اما المثاقب التي يتتجاوز القطر المذكـــور فيجُب سنها بواسطة ماكنة سن العدة وبعد إتمام سن المثقب سواء كان يدويا أو بماكنة ســـــــن العدة (Grinding) تقاس زاويـــــــةُ الذنبة بواسطة منقلة انضباطيةٌ خاصة تسمى منقلة سن المثقب الملتوي .

وبالإضافة الى التحقق من زاويةُ الذنبة يجُب ايضًا فحص الذنبة للتحقق من موضع حد الذنبة إذ يدُل موضعها على مقدار زاويةُ الخلوص ويستُخلص من نتائج الخبرة العمليةُ ان زاويةُ الخلوص يـجُب ان تساوي (6°) فاذا كانت زاوية الخلوص التي تم تشكيلُها بإزالة جزء من الخامة خلف الحد القاطـع مساويةٌ بالفعل للدرجة المطلوبة فأن زاويةُ حد الذنبة تساوي في هذه الحالة (55°) ، اما اذا قلت عن هذه الدرجة فسوف يتُبع ذلك صغر زاويةُ الخلوص وصغر خلوص الكعب وبالتالي كبر زاويـــــةُ القطع مما يتُرتب عليةُ عصر المثقب للخامة بدلا من ثقبها وانحرافة عن محوره بالاضافة الـــى تليينه تحت تأثيرُ الحرارة الزائدة المتولدة من الاحتكاك .

يبين الشكل التالي زاوية حد الذنبة اذا كانت أصغر او اكبر من اللازم:



ويؤدي استخدام مثاقب (برايم) مشكلة بشكل خاطئ الى إنتاج ثقوب رديئة, لذا يجب مراعاة القواعد التالية:

أ – يجب ان تطابق زاوية الذنبة الزاوية الصحيحة المنصوص عليها .
ب– ينبغي ان يحصر حد الذنبة وحدا القطع زاوية مقدارها (55°)

ج – يجب ان كون حدا القطع مستقيمين كما يجب ان يحصر مع المحور الطولي للمثقب زاويتين متساويتين بالاضافة الى تساوي هذين الحدين في الطول

ويحُكم اختيارُ سرعة دوران عمود الثقب الى القاعدة العامة التي تنص على ان المعادن الطريةُ كالألمنيوُم وسبائكه يجُب ان تشغل بسرعة عاليةٌ , بينُما ينبغي تشغيل المعادن الصلدة كالصلب بسرعات قطع منخفضة .

كما تتحكم الخامة المصنوع منها المثقب في تحديدُ سرعة الدوران إذ لا ينبغي تشغيل المثاقب المصنوعة من صلب العدة الكاربوني (Plain tool steel) على نفس السرعات العاليةُ التي تشتغل عندها المثاقب المصنوعة من صلب السرعات العالي (HSS) .

ويفُضل عند استخدام مثاقب بأقطار كبيرُة , ان يسُبق ذلك عمل ثقب صغير بحيثُ يتجاوز بقليلُ حد الذنبة في المثقب الكبيرُ مما يعُفينُا من محاولة ترفيعُ حد الذنبة .

تتراوح المقاسات التجاريةُ المتوفرة لأقطار المثاقب الملتويةُ بينُ (0.3 – 100 mm) .

أنـــواع المثاقب

1- المثاقب المستقيمة : وهي مثاقب غير شائعة الاستخدام ولكن لها استخدامات محدودة وخاصة مثل تثقيب المعادن اللينة كالبراص والنحاس .

2- المثاقب الحلزونية : وهي من الأنواع الشائعة الأستخدام في المعامل والورش وتصنع من صلب السرعات العالية الكاربوني وفي بعض الاحيان تستخدم اللقم الكاربيدية وكما موضح بالشكل التالي .

3- مثاقب المركز : وتستخدم لعمل مراكز في الشغلات لتثبيتها في مكائن التشغيل كما في الخراطة . وكما مبينة بالشكل التالي .

4- البريمة ذات الحدين : وتكون القيادة بواسطة الفراغ الدائري بمحور حدي القطع الأفقين ، ولذا تثقب الشغلة في البداية بقدر قطر الفراغ .

5- البريمة المركزية : وتكون القيادة بها بواسطة نتوء ذي حادة مركزية ، بين حادتي القطع الافقين وبهذا يحصل الثقب على قاعدة مستوية .

6- برايم الثقب العميق : تستخدم في الثقوب الطويلة التي لا يمكن ثقبها بالبرايم الأعتياديـــة ، ولاستخدام هذه البرايم يجب اولا الثقب ببريمة اعتيادية ولمسافة ثلاثـــة اضعاف قطر الثقب ، ومن ثم تستخدم هـذه البرايـم ، تشكل هذه البرايم بحافة قطع حادة ، وزاويـة خلوص مـــن (6 ـ 10 درجة) وكلما كبر القطر تستخدم زاوية خلوص ومقدار تغذية اصغر ، ويكـــــــون الجزء الاسطواني للبريمة عادة مسلوبا قليلا . ولا يتـــــجاوز الفرق بين قطري البداية والنهاية حوالي (0.01) سم .

7- البريمة الانبوبية : وهي مشابهة للبريمة اللولبية لكن توجد فيها الثقوب لغرض توصيل سوائل القطع الى حافة القطع وكما موضح بالشكل التالي . وتستخدم هذه البرايم للمعادن ذات الصلادة الكبيرة حيث تتولد نتيجة الثقب حرارة عالية تؤدي الى حدوث اضرار بالريمة .

ملزمة (منكنة) ماكنة التثقيب Drilling machine vise

لما كان دوران المثقب يؤدي الى محاولة تدويرٌ قطعة العمل , لذا كان من الضروري ربط قطعة العمل ربطا محكما لدرجة تكفي لمقاومة جذب المثقب لها . كما يجُب توجيهٌ عنايةٌ خاصة لربط الألواح وقطع العمل الاخرى التي لها اسطح تلامس صغيرة ,إذ ان قطع العمل التي لا يتم ربطها بأحكام قد تصبح في كثيرٌ من الاحيانٌ مصدر للحوادث والتي قد تتزايدٌ ايضًا بازدياد قطر المثقب .

ويتٌم ربط قطـــــع العمل الصغيرة على ملازم (مناكن) غير مثبتة على الماكنة مـــع مراعاة ان يكٌون وزن الملزمة كبيرًا بالقدر الكافي لمقاومة جذب المثقب . بينٌما تستخدم مساميرٌ الربط لتثبيتٌ قطع العمـــل الكبيرٌة , وتصنع رؤوس هذه المساميرٌ بشكل يتٌفق مع مقطع الربط بمنضدة (table) الماكنة , كما يـــجب ان تثبت مسامير الربط اقرب ما يمكن الى الشغلة لضمان توفير قوة ربط مناسبة . وكما موضح بالشكل التالي .

الثـقب

مرابط عدة التثقيبٌ في الماكنة

تستخدم مرابط لربط المثقب في عمود الدوران ويشُترط في مربط العدة ان يضُمن انطباق محورها الطولي تماما على المحور الطولي لعمود الثقب . كما يجُب ان يتيح في نفس الوقت سرعة وسهولة فـــي تغيير المثقب و يستخدم عادة ظرف (Chuck) بفكينٌ او ثلاثة فكوك لربط المثاقـب ذات الاقطار الصغيرة .

يوُضع النصاب المسلوب للظرف في التجويف المسلوب في ظرف عمود الثقب فيتُماسك الســـطحان المخروطيان الداخلي والخارجي بشدة نتيجُة لقوة التلامس الكبيرُة المؤثرة عليهُما , كما يتيحُ ذلك التمركز الدقيقٌ لحركة دوران الظرف والمثقب مع حركة عمود الثقب , ويراعى تزويدٌ المثاقب التي تثبت بواســطة الظروف بنصاب عدل .

الثـقب

اما عند ماكنات التثقيبٌ الكبيرٌة فتربط بواسطة النصاب المسلوب والجلب المسلوبة , لذا تـــزود المثاقب (Drill) ذات الاقطار الكبيرٌة بنصاب مسلوب , كما تستخدم جلبة مسلوبة وسيطٌة لربط المثاقـب بأمان في تجويف عمود الثقب .وكما موضح بالشكل التالي ظرف التثبيت والمفتاح .

البرغلـــة

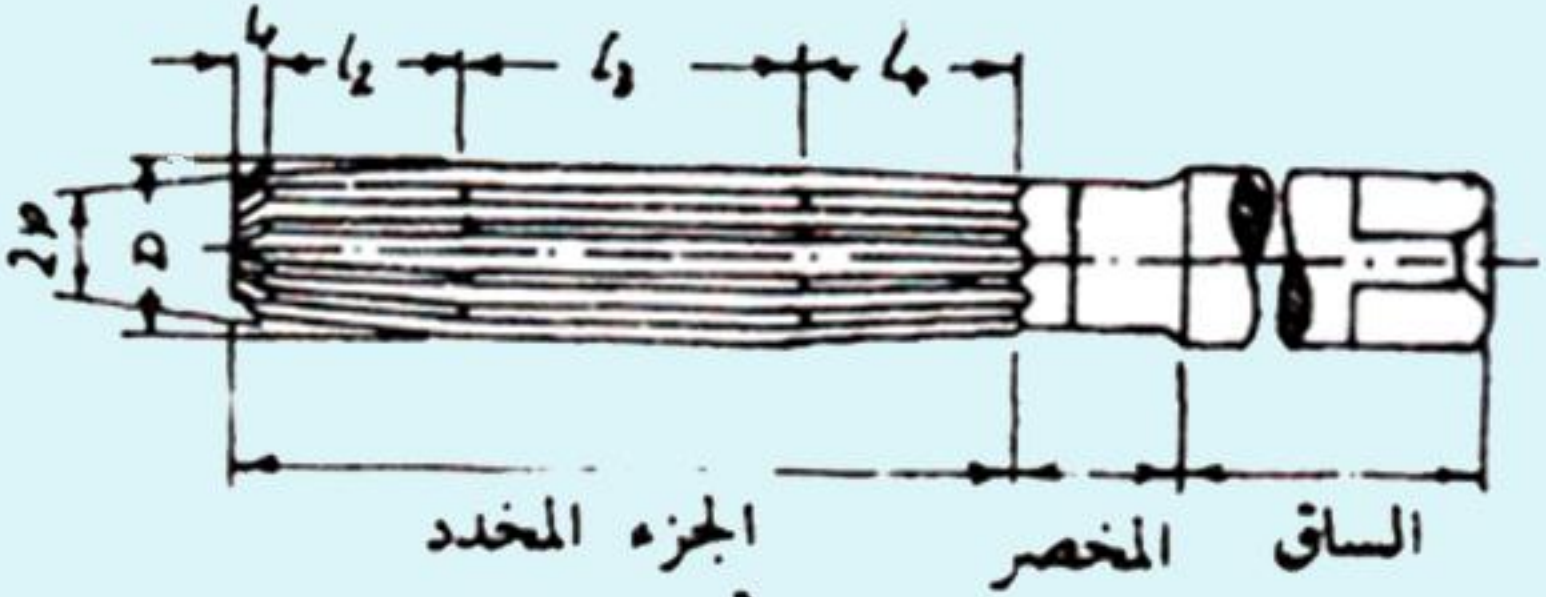
هي عملية توسيع وتنعيم الثقوب للحصول على أبعاد مضبوطة وأسطح عالية الجودة لأنه من المستحيل الحصول على ثقب بدقة بالأبعاد وجودة بالسطح المنتج بواسطة المثقب الأعتيادي لذلك عند الحاجة الى دقة و نوعية جيدة للثقب فيستخدم البرغل

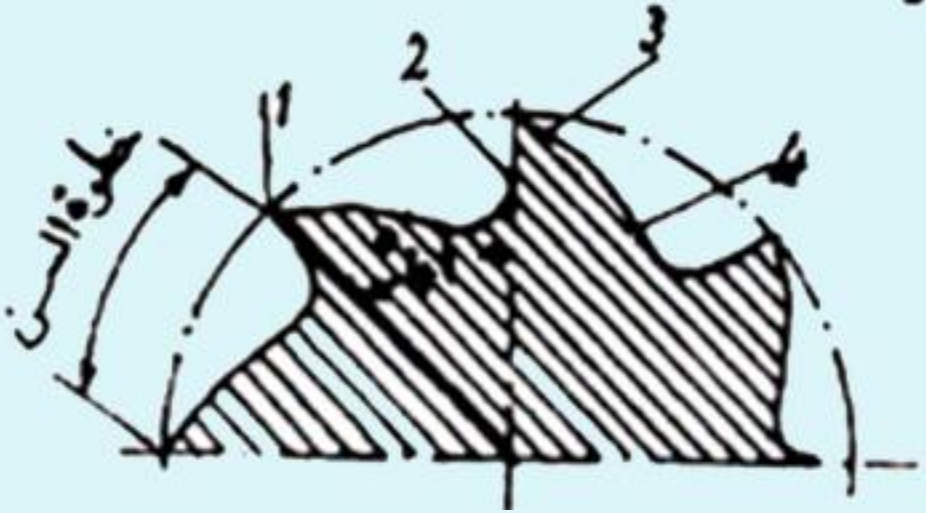
حيث أن لا يستخدم البرغل لأنتاج ثقوب جيدة مثل المثقب وأنما يستخدم بعد عملية الثقب وكذلك لا يقوم بتصحيح أي خطأ قد يحدث في عملية الثقب بالمثقب كموقع أو أتجاه وذلك لأن البرغل يقوم باتباع الثقب المنتج مسبقا وأي خطأ موجود بالثقب يبقى حتى بعد اسخدام البرغل

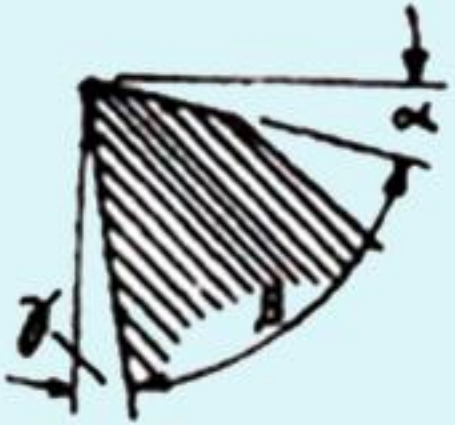
البرغـــل : ــ

البرغل عبارة عن جسم اسطواني وكما موضح بالشكل التالي ويتكون من ثلاث مناطق رئيسية هي : ـ

الثقب







الجزء المخدد : يشمل على الحد المائل بداية الميلان و جزء القياس والجزء المائل الخلفي
الجزء القاطع الرئيسي يكون في بداية الميلان و يحتوي على اسنان (16 ـ 18)
وكل سن له حافة قطع رئيسية (1) ووجه (2) حيز التصريف (3) وسطح مخدد (4) وفائدة الوجه هي أنزلاق الرايش بعد تقطيعه عليه وحيز التصريف لتقليل الاحتكاك .
والحد المائل يصنع زاوية (β) مع محور البرغل وهذه الزاوية تؤثر على القوة المحورية للبرغلة . الزاوية الكبيرة تحتاج الى قوة كبيرة والعكس بالعكس .

و لأسنان البرغل ثلاث زوايا-:

1- زاوية الجرف (γ)

2- زاوية الخلوص (α)

3- زاوية القطع (β)

اما جزء القياس فان فائدته توجيه البرغل و تنعيم الثقب . أما الجزء المائل الخلفي فيأتي بعد جزء القياس وهناك فرق بين أكبر وأصغر قطر (0.01 ـ 0.08) ملم وفائدته لتقليل الاحتكاك بين البرغل و سطح الثقب .

ويكون البرغل اما اسطوانيا او مخروطيا تبعا للثقب . و البراغل الاعتيادية مقلمة بواسطة كربيد ملصق لزيادة الأنتاجية .

انواع البراغل –: البراغل المتوفرة هي : ـ

1- البرغل اليدوي .

2- البرغل الآلي .

3- برغل التظريف .

4- البرغل المخروطي .

5- برغل ثقوب اتساعي .

6- برغل ثقوب عائم

الثـقب