الحقيبة التعليمية

لمادة

عمليات التصنيع / المرحلة الأولى

قسم تقنيات الميكانيك

اعداد: م.م ايناس علي هاشم

المعهد التقني النجف

الاسبوع الأول

القياس

الاختبار القبلي

1- الهدف الأساسي من عملية القياس في الهندسة والإنتاج؟

2- اذكر النظامين الأساسيين المستخدمين في قياس الأطوال، وأيهما المعتمد عالمياً

3- ماذا يُقصد بـ "الخطأ في القياس"

4- اذكر عاملَين من العوامل المتعلقة بالشخص القائم بالقياس والتي قد تسبب خطأً في القراءة.

5- ما الفرق الأساسي بين أجهزة القياس ذات التدريج والأجهزة التي بدون تدريج؟

وحدات القياس Measuring Units:

تقوم عملية القياس أساسا على إجراء مقارنة بين أبعاد المنتجات وعدد من وحدات القياس، وهذه الوحدات لا بد ان تكون ذات قيم ثابتة ومحددة، والأحدث تباين وانحراف في القياسات التي تجرى باستعمال القياسات المتباينة المصدر وأجهزتها.

وتختلف وحدات القياس المستخدمة في النظام الانكليزي English system عن الوحدات المستخدمة في النظام الفرنسي (المتري) Metric system، الذي أصبح النظام المتبع عالميا. يعتمد النظام الفرنسي على وحدة المتر Meter لقياس الأطوال، والتي حددت دوليات عام 1983 كونها تساوي طول المسافة التي يقطعها الضوء في الفراغ خلال مدة قدرها (1 \ 299792458) من الثانية.

وعن المتر حددت وحدات طولية اكبر واقل منه اعتمادا على النظام العشري، بحيث تكون النسبة بينهما أساسها الرقم 10 مرفوعا إلى أس معين يحدد اسم ومقدار وحدة القياس، ومثال ذلك السنتمتر Centimeter يساوي وحدات المتر $\times 10^{-2}$ ، والكيلومتر kilometer يساوي وحدة المتر $\times 10^{3}$ ، ويبين الجدول (1-1) وحدات الطول في النظام المتري وتسمياتها.

ان اكثر الوحدات الطولية الشائعة الاستخدام في مجال هندسة الإنتاج هي المتر والسنتمتر والمليمتر، وهذه الوحدة الأخيرة تساوي جزء من الألف من المتر.

جدول رقم (1-1):- وحدات الطول في النظام المتري وتسمياتها

القيمة النسبية	المقطع السابق لاسم الوحدة (المتر)		التمثيل الرياضي
1000 000 000 000	Tera	تيرا	10^{12}
1 000 000 000	Giga	كيكا	10^{9}
1 000 000	Mega	ميكا	10^{6}
1 000	Kilo	كيلو	10^{3}
1 00	Hekto	هكتو	10^{2}
10	Deka	ديكا	10^{1}
1	-	-	10^{0}
0·1	Deci	ديسي	10^{-1}
0·01	Centi	سنتي	10^{-2}
0·001	Milli	ملي	10^{-3}
0·000 0001	Micro	ميكرو	10^{-6}
0·000 000 0001	Nano	نانو	10^{-9}
0·000 000 000 0001	Piko	بيكو	10^{-12}

اما الوحدات الأخرى المستخدمة في النظام المتري، فهي كما في الجدول رقم (1-2) وقد حددت العلاقة بين وحدات الطول في النظام المتري والنظام الانكليزي على أساس ان :

1 متر × 0.914 = 1 ياردة

1 بوصة = 2.54 سنتمتر = 25.4 مليمتر

جدول رقم (2-1) بعض الوحدات المستخدمة في النظام المتري

القياس	الوحدة المستخدمة	الرمز
الطول	المتر	M
الكتلة	كيلو غرام	Kg
القوة	نيوتن	N
درجة الحرارة	درجة مئوية	C°
الزمن	ثانية	Sec

<u>الخطأ في القياس، وأسبابه:</u>

لا يمكن ان تكون أي 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 من الأسباب التالية:

1- أداة القياس:

ان بعض الأخطاء الحاصلة بقياس الأبعاد يكون سببها أداة القياس نفسها كالآتي:

1- دقة أداة القياس: عند استخدام أداة قياس ذات دقة قليلة فإنها تعطي قيمة ذات دقة اقل مما لو استخدمت أداة قياس أخرى.

2- بليان wear أجزاء أداة القياس: بسبب الاستخدام وتحرك الأجزاء فان البليان الذي يحصل يسبب أخطاء عند القياس.

3- الخطأ في مركزية محاور دوران أجزاء القياس او ارتكاز أجزائها يسبب ظهور الخطأ عند القياس.

4- الخطأ الصفري: وهو عبارة عن مقدار القراءة بأداة او جهاز القياس بالوقت الذي يجب ان تكون مقدار القراءة مساويا للصفر.

لذلك يجب الأخذ بالاعتبار هذا الخطأ، او تصفير الجهاز قبل استخدامه وذلك بضبط مؤشر الجهاز على الصفر.

2- عملية القياس:

تنتج بعض الأخطاء بالقياس من الخطأ في أجزاء عملية القياس مع كون أداة القياس المستخدمة ملائمة، وهذه الأخطاء تحصل كالآتي:

أ-الوضع الخطأ للأداة عند إجراء القياس: حيث ان الانحراف عن خط القياس الصحيح (الذي يجب ان يكون متطابقا او موازيا لخط البعد المراد قياسه) ولو بمقدار قليل، ينتج عنه خطا بالقياس.

ب- كذلك فان عدم تطابق فكوك القياس مع حدود البعد المقيس يؤدي الى خطأ بالقياس.

3- الشخص القائم بالقياس:

قد تستخدم أداة قياس ملائمة وطريقة قياس صحيحة ومع ذلك تحصل بعض الأخطاء في القياس، لأسباب تتعلق بالشخص الذي يقوم بعملية القياس، وبالأمور الآتية:

أ-مهارة الشخص وخبرته، ومعرفته بأداة القياس وطريقة استخدامها الصحيحة.

ب- اختياره لأداة القياس الملائمة وطريقة القياس الصحيحة والمناسبة للقياس.

ج- قوة النظر التي تؤثر على قراءة الأبعاد، كذلك حصول الخطأ بسبب تعب العامل وتكرار القراءات بكثرة.

طرق القياس:

لكي تجري عملية القياس بالشكل الصحيح، وبأقل حد من الأخطاء، يجب توفر الأمور التالية:

أ- أداة قياس ملائمة لإجراء القياس.

ب- طريقة قياس مناسبة (مثلا طريقة مناسبة البعد المنتج مع البعد المطلوب باستخدام قدوة القياس).

ج- مهارة الشخص القائم بالقياس ومعرفته.

وتختلف طرق القياس المتبعة اعتمادا على شكل الجسم المطلوب قياسه وحجمه وكذلك على درجة الدقة Accuracy المطلوب قياس الأبعاد بحدودها، ومن هذه الطرق:

1- طريقة القياس باستخدام أجهزة القياس البسيطة (الأجهزة الناقلة). كالفرجال caliper الخارجي والداخلي.

2- طريقة القياس باستخدام الأدوات والأجهزة المدرجة. كالمسطرة Rule والمنقلة Protractor لإعطاء القيم المباشرة للأبعاد.

3- طريقة القياس باستخدام الأجهزة المدرجة ذات الدقة العالية: كالقدمة ذات الورنية Vernier والميكرومتر Micrometer، للحصول على قراءات ذات دقة أفضل للأبعاد. كذلك الاستعانة بوسائل مختلفة لتكبير أقسام التدريج، كاستخدام العدسات المكبرة Magnifying Lenes او استخدام ترتيبات ميكانيكية كما في جهاز البيان ذي القرص المدرج Dial Indicator.

4- طريقة القياس المعتمدة على حركة الأشعة الضوئية وإسقاطها. كما في جهاز الإسقاط الضوئي Optical Contour Projector او على خاصية التداخل الضوئي كالبلورات الضوئية Optical Flats.

5- طريقة القياس المعتمدة على فرق الضغوط للهواء المضغوط Compressed Air لقياس انحراف الأبعاد.

6- طرق القياس باستخدام قدوة القياس Standard Gauges ذات الأشكال والأبعاد المحددة لقياس صحة او مقياس المنتج او خطئه، او استخدام محددات القياس Gauge Limits لتحديد كون أبعاد المنتج ضمن الحدود limits المقبولة.

دقة القياس Measuring Accuracy:

تختلف أجهزة القياس من حيث دقة القياس الممكن الحصول عليها باستخدامها، ولذلك توصف هذه الأجهزة على أساس دقتها.

<u>دقة جهاز القياس:</u>

يحدد مقدارها بقيمة وحدة التدريج على جهاز القياس نفسه (وهي الطول المكافئ لقسم واحد من التدريج)، او هي اقل قيمة او مقدار من الوحدات يمكن لجهاز القياس ان يعطيه بشكل مضبوط. ويمكن توضح دقة أدوات وأجهزة القياس الآتية وكيفية تحديدها.

أجهزة القياس: يمكن تقسيم أجهزة القياس بشكل عام الى نوعين أساسيين:

أ- أجهزة القياس ذات التدريج: وهي أجهزة تستعمل لتعيين القيم المختلفة الأبعاد بعدد معين من وحدات القياس، وذلك من خلال عدد التدريجات المكافئة للطول على جهاز القياس مباشرة ومن أمثلتها: مسطرة القياس والقدمة ذات الورنية، والميكروميتر ... وكما سيتم شرحها.

ب- أجهزة القياس بدون تدريج:
وهي الاجهزة التي تقارن طول البعد المطلوب مع بعد آخر محدد، او لاختيار الانحراف Deviation في الأبعاد او في الأشكال ومن أمثلتها: قدوة القياس، محددات القياس، التي سيتم شرحها.

المسطرة Ruler:

وهي أداة قياس تصنع من المعدن او الخشب او مواد أخرى وتكون بأطوال وتدريجات مختلفة، بوحدات مترية او انكليزية. اما دقتها فتكون 1 ملم او 0.5 ملم .

الاختبار البعدي

1- كيف تم تعريف وحدة "المتر" دولياً عام 1983؟

2- اكتب المعادلة الرياضية المستخدمة لحساب **الخطأ في القياس**.

3- ما هو "الخطأ الصفري" في أداة القياس، وكيف يمكن تصحيحه قبل البدء بالعمل

4- اذكر مثالين على **أجهزة القياس المدرجة ذات الدقة العالية**.

5- كم تبلغ القيمة المترية المباشرة لكل من: (البوصة الواحدة) بالمليمتر، ودقة (مسطرة القياس المترية

الأسبوع الثانـي
القدمة ذات المنزلقة

الاختبار القبلي

1- ما الهدف الأساسي من استخدام القدمة ذات الورنية بدلاً من المسطرة الاعتيادية؟

2- ما المكونان الأساسيان اللذان تتكون منهما أي قدمة ذات ورنية

3- اذكر استخدامين أساسيين من الاستخدامات المختلفة للقدمة ذات الورنية في الورش

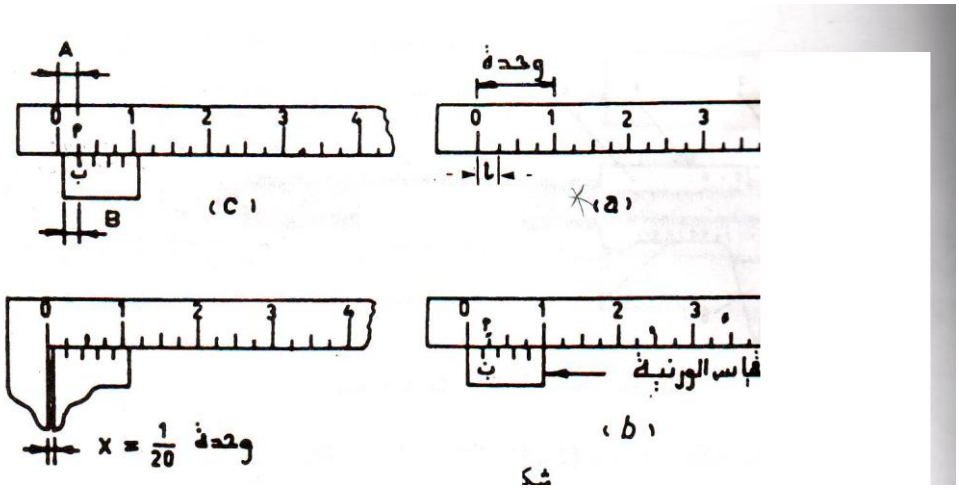
4- ماذا نسمى المقياس المنزلق الصغير الموجود على الإطار المتحرك للق

5- كيف يتم قياس عمق ثقب أو مجرى باستخدام القدمة الاعتيادية

القدمة ذات المنزلقة :

ان المسطرة لا يمكن الحصول بواسطتها على قراءات عالية الدقة، ولاجل الحصول على دقة أعلى بالقياس تستخدم القدمة ذات الورنية. ويمكن توضيح فكرة الورنية بالمثال الآتي:

مسطرة قياس مدرجة الى وحدات وربع الوحدات وكما هو موضح. لذلك فان هذه المسطرة مكن بواسطتها القياس بدقة = 1\4 وحدة. ويمكن وضع مقياس اخر طوله (وحدة واحدة) مقسم الى 5 أقسام متساوية ينزلق على المسطرة، ويسمى هذا المقياس –مقياس الورنية، اما المسطرة فتسمى المقياس الأساسي، كما في الشكل ولو تحرك مقياس الورنية هذا حتى تصبح التدريجات أ، ب الموضحة بالشكل على نفس الخط بالضبط، فان المسافة التي يتحركها مقياس الورنية (X) ستكون مساوية للفرق بالطول بين الجزء الأول على المقياس الاساسي (A) والجزء الأول على مقياس الورنية (B) كما في الشكل



وهذه المسافة تمثل دقة الورنية (كونها اصغر قياس مضبوط يمكن لهذه الأداة ان تقيسها). أي ان :

حيث ان

$$X = A - B$$

$$B = L / n$$

$$X = A - L / n$$

طول تدريجة واحدة (L) او مضاعفاتها على المقياس الأساسي = A

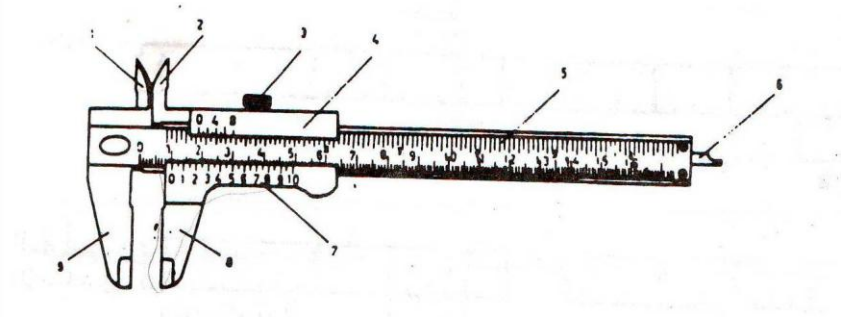
بحيث تكون A اكبر من B دائما.

ان الدقة الموضحة بالشكل

وهذه الدقة (1\20 من الوحدة = 0.05 من الوحدة) هي أفضل بكثير من دقة المسطرة بمفردها (1\4 وحدة) والتي استخدمت مقياسا أساسيا. وبتركيب فكوك القيا لهذه الأداة نحصل على أداة تسمى القدمة ذات الورنية.

يوضح الشكل قدمة ذات ورنية وهي عبارة عن مسطرة قياس (5)، مثبت عليها فكان ثابتان (9.1) وفكان متحركان (8.2) يكونان كتلة واحدة مع الإطار (4)، ويتحركان معه على المقياس الأساسي. ويثبت الإطار بواسطة مسمار ربط (3)، وللإطار عارضة (7) مرسوم عليها تدريجات الورنية. ويثبت مع الورنية ذراع قياس العمق (6).

وتبعا لتقسيمات الورنية، يمكن قياس أبعاد الأجزاء باستخدام القدمة بدقة تساوي (0.1، 0.05، 0.02) ملم كما يأتي:



القدمة ذات الورنية

أ- القدمة ذات الدقة 0.1 ملم: في هذا النوع يدرج المقياس الأساسي الى تدريجات طول كل منها (1 ملم)، ويكون الطول الكلي لمقياس الورنية هو (9 ملم) مقسمة الى (10) أقسام متساوية كما في الشكل (1-4- أ).

وفي هذه الحالة تكون دقة القدمة (X)

A = 1ملم N=10 L=9mm 1

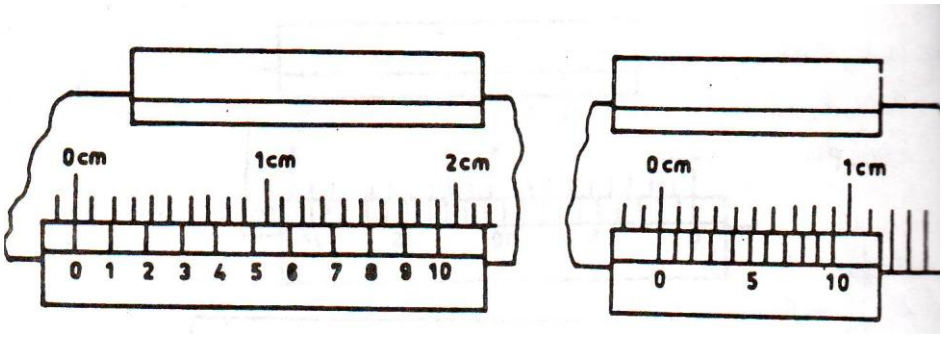
X = 1- 0.9 = 0.1 mm

وقد يكون التقسيم لهذا النوع من الدقة كما في حالة (الورنية الكبيرة) التي فيها يكون الطول الكلي لمقياس الورنية يساوي (19 ملم) مقسما الى (10) أقسام متساوية كما في شكل (1-4- ب)، والدقة في هذه الحالة:

X = A – B

A= 2ملم B = 19/10 = 1.9 ملم

Xملم = 2 – 1.9 = 0.1

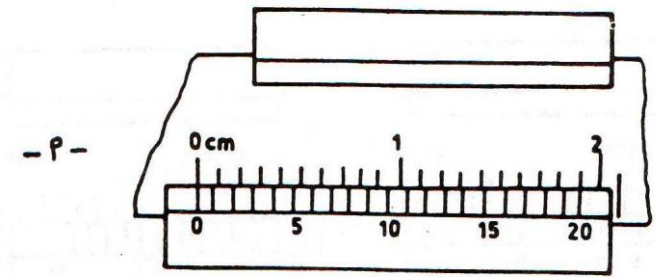


تدريجات القدمة ذات دقة 0.1 ملم

ب- القدمة ذات دقة 0.05 ملم: يكون فيها القياس الأساسي مدرجا الى (1 ملم) والطول الكلي لمقياس الورنية هو (19 ملم) مقسما الى (20) قسما متساويا كما في الشكل (1-5- أ).

1 =Aملم B = 19/20 ملم

Xملم = 1 – 19/20 = 1/20 = 0.05

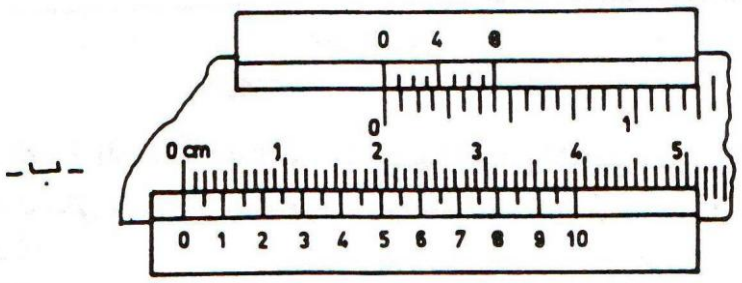


او يكون المقياس الأساسي مدرجا الى (1 ملم) ويكون الطول الكلي لمقياس الورنية هو (39 ملم) مقسما الى (20) قسما متساويا، كما في الشكل وفي هذه الحالة تكون الدقة (X):

X = A – B

2 =Aملم B = 39/20

Xملم = 1 – 39/20 = 1/20 = 0.05



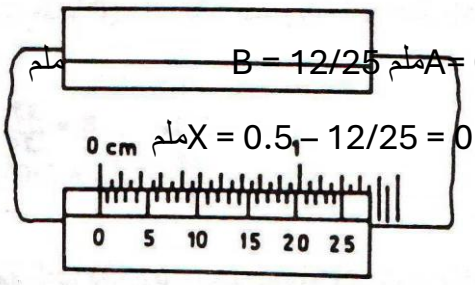
ج- القدمة ذات دقة 0.02 ملم: وفي هذا النوع كذلك يوجد نوعان من التقسيمات وهما:

1- مقياس ال 25 قسما: في هذا النوع يدرج المقياس الأساسي الى (0.5 ملم) ويكون الطول الكلي لمقياس الورنية هو (12 ملم) مقسما الى (25) قسما متساويا، . والدقة (X) في هذه الحالة:

X = A – B

A = 0.5 ملم B = 12/25 ملم

X = 0.5 – 12/25 = 0.02 ملم

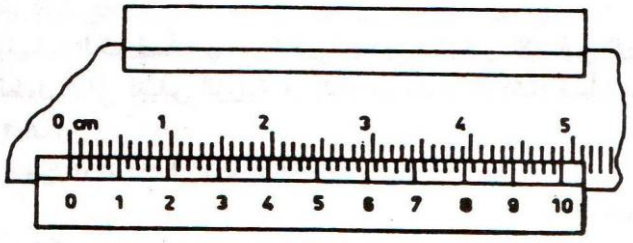


-ب-

2- مقياس ال 50 قسما: يقسم المقياس الأساسي في هذا النوع الى (1 ملم) ويكون الطول $X = A_B$ الكلي لمقياس الورنية هو (49 ملم) مقسما الى (50) قسما متساويا، كما في الشكل (1-6- ب). والدقة (X):

$$X = A_B$$

$$A = 1$$
$$B = 49/50$$
$$X = 1_49/50$$



شكل (1 - 6)
تدريجات القدمة ذات دقة (0.02 ملم)

وقد يلحق بالقدمة ذات الورنية مبين ذو قرص مدرج Dial Gauge يعطي القراءة المباشرة وبدقة حسب تدريجاته

حساب دقة القدمة ذات الورنية بطريقة أخرى:

يمكن ايجاد علاقة مبسطة يمكن بوساطتها حساب دقة القدمة ذات الورنية وتستخدم هذه العلاقة في حالة تحقيق الشرط الآتي: $x = l * n - 1$

حيث ان: L = طول مقياس الورنية

I = طول تدريجة واحدة على المقياس الأساس (ملم)

A = I او مضاعفاته.

n = عدد تدريجات مقياس الورنية.

وفي هذه الحالة تكون دقة القدمة (X):

$$X = A - B$$

$$X = (L + 1) - (L / N)$$

$$X = L / N$$

أي ان الدقة (X) تساوي حاصل قسمة طول تدريجة واحدة من تدريجات المقياس الأساسي على عدد تدريجات مقياس الورنية.

مثال رقم (1):

قدمة طول مقياس الورنية فيها = 9 ملم، وعدد تدريجات هذا المقياس 10 تدريجة، طول التدريجة بالمقياس الأساسي = 1 ملم، فكم دقة هذه القدمة؟

مثال رقم (2):

ما مقدار دقة القدمة التي فيها طول مقياس الورنية = 39 ملم وعدد تدريجات المقياس = 20 تدريجة؟

$$X = \frac{I}{n} = \frac{1}{20} = 0.05 \text{ ملم}$$

<u>كيفية حساب الطول بوساطة القدمة ذات الورنية:</u>

تعتمد قيمة القراءة التي نحصل عليها باستخدام القدمة ذات الورنية على دقتها. وفي جميع الحالات تطبق الخطوات الآتية للحصول على القراءة:

5- نحسب عدد السنتمترات والمليمترات الصحيحة من ارقم على المسطرة (المقياس الأساسي) المقابل لخط الصفر على مقياس الورنية. وفي حالة كون المقياس الأساسي أيضا عندما يكون ضمن القراءة (أي خلف خط الصفر الموجود على الورنية).

6- يحدد اكثر خطوط مقياس الورنية انطباقا مع الخطوط المقابلة على المقياس الأساسي.

7- تحسب عدد التدريجات الموجودة بين خط الصفر والخط الاكثر انطباقا على مقياس الورنية وتضرب × دقة الورنية المستخدمة، وتضاف الى القراءة الأولى.

مثال:

ما مقدار قراءة القدمة ذات الورنية (دقة 0.02 ملم) والموضحة بالشكل (1-8)؟

للحصول على القراءة تستخدم الخطوات السابقة وكالاتي:

1- عدد السنتمترات الصحيحة = 3 سم = 30 ملم

2- عدد المليمترات الصحيحة = 1 ملم

3- عدد تدريجات الورنية (بين خط الصفر والخط الاكثر انطباقا) = 18 تدريجة.

18 × 0.02 = 0.36 ملم

القراءة الكلية = المجموع = 31.36 ملم

ملاحظة: القراءة المحصلة من أي قدمة ولجميع التقسيمات تكون مساوية لاحد مضاعفات دقتها.

مدى قياس القدمة Measuring Range:

مدى القياس يعني مجموعة الأطوال التي يمكن للقدمة ان تقيسها، وهذا يعتمد على طول ساق القدمة وطول الورنية فيها. حيث لا يمكن الحصول على قراءة باستخدام القدمة مساوية للطول الكلي لساق القدمة نفسها بسبب تحديد الحركة الدورانية. لذلك فان مدى القياس بالقدمة يمكن تحديده بالشكل الآتي:

مدى القياس = طول ساق القدمة – طول مقياس الورنية

مثال:

قدمة طول الساق المدرج فيها = 150 ملم، طول مقياس الورنية = 9 ملم مقسم الى 10 أقسام.
ما مقدار دقتها؟ ومدى القياس فيها؟

X = A – B

$$X = 1 - \frac{9}{10} = 0.1 \text{ ملم}$$

مدى القياس = طول ساق القدمة – طول مقياس الورنية

= 150 – 9

= 141 ملم

<u>أنواع القدمات:</u>

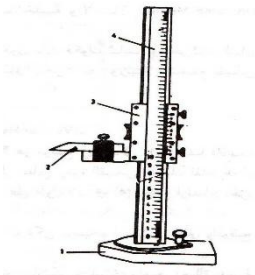
القدمات ذات انواع مختلفة، وتقسم حسب استخداماتها الى الأنواع الآتية:

<u>1-قدمة قياس الابعاد الخارجية والداخلية والاعماق:</u>

وهي قدمة القياس الاعتيادية، التي تكون ذات فكوك ثابتة ومتحركة، اثنان منها لقياس الابعاد الداخلية،وفيها ساق يتحرك مع الورنية يستخدم بقياس الأعماق وكما موضح في الشكل

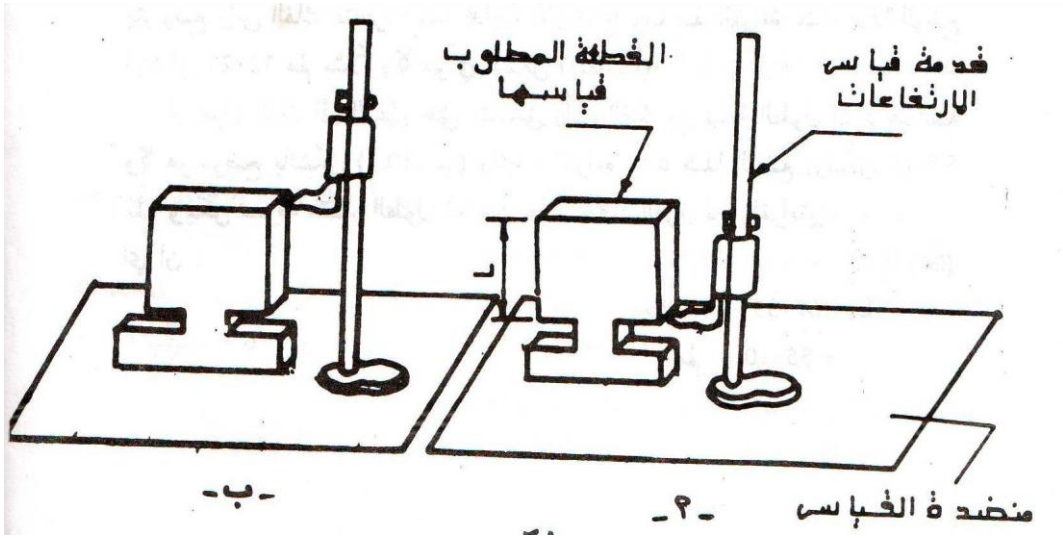
<u>2- قدمة قياس الارتفاعات:</u>

هي عبارة عن قدمة قياس عدية كما موضح في الشكل لها قاعدة خاصة (1) تمكن من استخدام القدمة على سطح زهرة القياس. الفك المتحرك او المنزلق (2) يتحرك مع مقياس الورنية (3) على طول الساق (4) ليؤشر ارتفاع الجزء المراد قياس ارتفاعه. اما طريقة استخدامه بقياس الارتفاعات يمكن توضيحها بالمثال الاتي والموضح بالشكل .



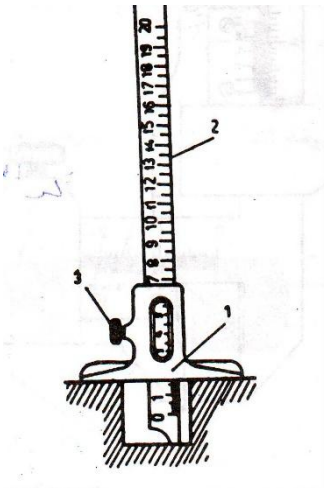
عند قياس الارتفاع (L) الموضح بالشكل باستخدام هذه القدمة يتم وضع راس الفك المتحرك عند بداية الارتفاع وتؤخذ القراءة عند هذا الوضع (ولتكن 12.25 ملم مثلا) وكما هو في الشكل . ثم يحرك الفك الى الأعلى حتى يتطابق رأس الفك مع نهاية الطول المراد قياسه وكما هو موضح بالشكل وتؤخذ القراءة عند هذا الوضع (ولتكن 67.15 ملم) ويمكن معرفة مقدار الطول (L) من خلال إيجاد الفرق بين القراءتين. أي ان:

L=67.35-12.25=55.12MM



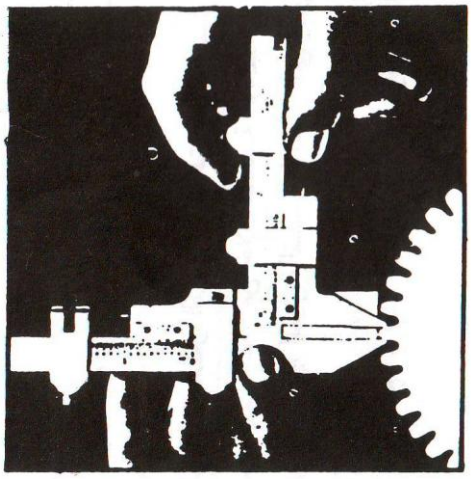
3- قدمة قياس الأعماق:

تستخدم لقياس أعماق الثقوب او الفتحات او المجاري، كما موضح بالشكل حيث تكون الورنية فيها مرتبطة بسطح القياس اذي يكون عبارة عن قاعدة (1) تثبت على بداية الثقب ليس الساق (2) خلال طول عمق الثقب المراد قياسه وتثبت حركة القاعدة بالنسبة للساق عند اخذ القراءات بواسطة المثبت (3).



4-قدمة قياس أسنان التروس:

وهذه القدمة عبارة عن قدمتين متعامدتين، إحداهما راسية والأخرى افقية، وكما هو موضح بالشكل. وتستخدم هذه القدمة لقياس سمك أسنان التروس عند عمق معين، حيث يثبت العمق المطلوب قياس سمك سن الترس عنده من خلال القدمة الراسية ثم توضع بشكل عمودي على قيمة السن، ويحرك الجزء المنزلق بالقدمة الأفقية حتى يكون فكا القدمة بتماس مع سطحي السن. وتؤخذ القراءة عند هذا الوضع مع القدمة الأفقية.



الاختبار البعدي

1- حسب دقة قدمة ذات ورنية إذا كان طول تدريجه المقياس الأساسي يساوي (1 ملم)، وطول مقياس الورنية (39 ملم) ومقسم إلى (20) قسماً متساوياً.

2- اكتب القانون المستخدم لحساب مدى القياس للقدمة ذات الو

3- الورنية ذات ورنية دقتها (0.02 ملم)، إذا كان عدد المليمترات الصحيحة على المقياس الأساسي هو (31 ملم)، والخط رقم (18) في الورنية هو الأكثر انطباقاً، فما هي القراءة الكلية؟

4- اذكر أربعة أنواع مختلفة للمقدمات حسَب استخداماتها المحددة في المحاضرة.

5- توضح المحاضرة استخدام قدمة قياس أسنان التروس، كيف تتكون هذه القدمة وما الغرض المباشر من استخدامها؟

الأسبوع الثالث

الميكرومتر

الاختبار القبلي

- اذكر سببين من الأسباب التي تجعل الميكرومتر من أكثر أدوات القياس الدقيق استخداماً في الهندسة والإنتاج.

- ما الفكرة الأساسية التي تعتمد عليها عملية القياس والملازة داخل الميكرومتر؟

- ما وظيفة السقاطة في الميكرومتر وماذا يعني سماع صوت الانزلاق الصادر منها قبل القراءة؟

- ما هو الجزء في الميكرومتر الذي يُرسم عليه التدريج الرئيسي الطولي بالمليمترات وأنصاف المليمترات؟

- اذكر فائدة استخدام المثبت في جهاز الميكرومتر أثناء إجراء عملية القياس.

الميكرومتر

وهو من أجهزة القياس ذات التدريج، يستخدم في القياسات التي تتطلب دقة تصل الى 0.0001 ملم. والميكروكترات من اكثر أدوات القياس الدقيق استعمالا للأسباب التالية:

صغر حجمها وسهولة قراءة تدريجاتها.

مدى القياس فيها يغطي مع ضم مجالات القياس.

رخص ثمنها نسبيا.

أجزاء الميكرومتر:

المصد الثابت Anvil: وهو عبارة عن اسطوانة معدنية مثبتة على الإطار توضع القطعة المراد قياسها بتم

اس معها.

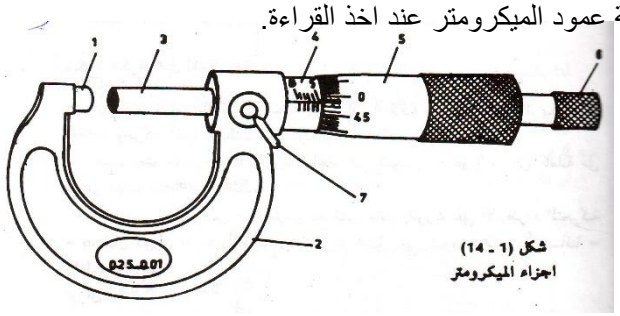
الإطار Frame: جسم معدني يربط المصد الثابت الى أجزاء الميكرومتر الأخرى.

عمود الميكرومتر Spindle: وهو عبارة عن عمود اسطواني متحرك باتجاه المصد الثابت (او بالعكس) لتحديد بعد الجزالاسطوانة الثابتة Sleeve: اسطوانة يرسم عليها التدريج الرئيس للميكرومتر، وتكون ثابتة. وفي بعض الميكرومترات توجد تدريجات اخرى على الاسطوانة الثابتة موازية للخط الأفقي للحصول على دقة أفضل.

1- الاسطوانة المتحركة Thimble: عبارة عن اسطوانة تتحرك دورانيا وفقيا (مثل حركة الصامولة Nut بالنسبة الى اللولب Screw).

2- السقاطة Ratchet: وهي ذلك الجزء الذي بدورانه يحدد حركة عمود الميكرومتر الدقيقة ، وبعد ان يضغط الأخير على القطعة المراد قياسها وهي بتماس مع المصد الثابت يسمع صوت قافل السقاطة، ويكون هذا مؤشرا للبدء بالقراءة الصحيحة.

3- المثبت Fixture: الغرض منه تثبيت حركة عمود الميكرومتر عند اخذ القراءة.



شكل (1 - 14)
اجزاء الميكرومتر

فكرة عمل الميكرومتر:

ان فكرة القياس بالميكرومتر مبنية على أساس العلاقة بين الحركة الدائرية للولب Screw وحركته المحورية بالنسبة للصامولة Nut ثابتة. حيث يعتمد مقدار الحركة المحورية (باتجاه محور اللولب عند دورانه دورة كاملة على مقدار خطوة Pitch سن اللولب).

فإذا كانت خطوة السن = P ملم، وعدد التدريجات المحورية على الاسطوانة المتحركة = n ، فان دوران الاسطوانة المتحركة دورة كاملة يعني تقدما محوريا مسافة = خطوة = P ملم. أي ان:

مقدار الحركة الدورانية مقدار الحركة المحورية

1 دورة (n تدريجة) 1 خطوة (P ملم)

1 تدريجة X

$$X = \frac{1 * P}{n} = \frac{P}{n} \text{ ملم/ تدريجة}$$

(X) تمثل المسافة المحورية (بالمليمتر) التي تتحركها الاسطوانة المتحركة عند دورانها بمقدار (1 تدريجة) فقط. وهذه مثل دقة الميكرومتر.

$$\text{الدقة} = \frac{\text{الخطوة (ملم)}}{\text{عدد التدريجات}}$$

مثال:

ميكرومتر خطوة السن فيه (0.5 ملم)، الاسطوانة المتحركة مدرجة الى (50 تدريجة). كم دقته؟

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

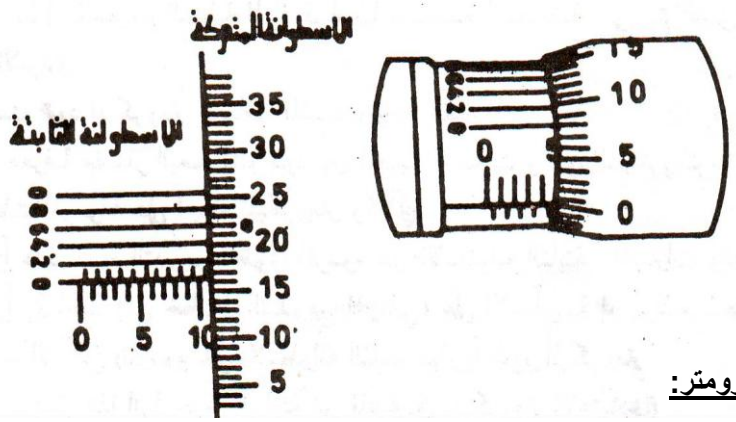
أما بالنسبة للميكرومترات ذات الدقة العليا من (0.01 ملم) ، يتم فيها رسم عدد من الخطوط الأفقية على سطح الاسطوانة الثابتة.

ويكون التدريج المضاف عبارة عن تدريج ورنية Verniar، ويمكن حساب الدقة فيه كما في طريقة الورنية. ان دقة الميكرومتر يمكن معرفتها وكالاتي:

X = A - B

A = 2 * 0.01 = 0.02 ملم

$$X = 0.02 - \frac{0.09}{5} = \frac{0.01}{5} = 0.002 \text{ ملم}$$



قراءة الميكرومتر:

عند قراءة بعد شغلة معينة باستخدام الميكرومتر، توضع الشغلة بين المصد الثابت وعمود الميكرومتر، وبدوران الاسطوانة المتحركة يتحرك عمود الميكرومتر مقتربا من المصد الثابت، وقبل تماسه مع الشغلة المراد قياسها تستخدم السقاطة حتى يتم التماس ويسمع صوت الانزلاق. يثبت عمود الميكرومتر بوساطة المثبت وتؤخذ القراءة.

يتم معرفة مقدار البعد الموجود بين المصد الثابت وعمود الميكرومتر من خلال التدريجات المرسوم على أجزاء الميكرومتر وكالاتي:

1- تقرأ عدد اقسام التدريج الطولي المرسوم على الاسطوانة الثابتة (بالمليمترات وانصافها).

2- يقرا رقم الخط (من خطوط التدريج المحيطي) على الاسطوانة المتحركة المنطبق مع الخط الاساس (المرسوم على الاسطوانة الثابتة موازيا لمحور الميكرومتر) ويمثل هذا الرقم جزء من المئة من المليمتر في الميكرومتر الاعتيادي.

3- في حالة كون الميكرومتر مرسوما على الاسطوانة الثابتة فيه، خطوط اضافية للخط الاساسي، يتم قراءتها بطريقة الورنية، وتضاف للقراءة.

مثال رقم (1):

ما مقدار قراءة الميكرومتر ذي الدقة (0.01 ملم) الموضح بالشكل ؟

القراءة من التدريج الطولي: عدد المليمترات = 3 ملم

أنصاف المليمترات = 0.5 ملم

المجموع = 3.5 ملم

القراءة من التدريج المحيطي: رقم الخط المنطبق = 23

القراءة = 0.23 ملم

القراءة النهائية = 3.73 ملم

مثال رقم (2):

ما مقدار قراءة الميكرومتر الموضح بالشكل (1-15) ؟ والذي دقته (0.002 ملم)

القراءة من التدريج الطولي: عدد المليمترات = 10 ملم

عدد أنصاف المليمترات = 0.5 ملم

القراءة من التدريج المحيطي:

اقرب تدريج لخط اساسي: 16 ، القراءة 0.16 ملم

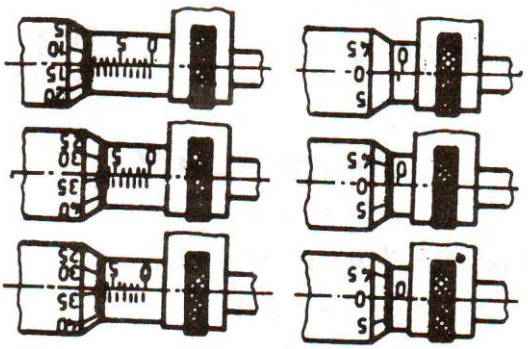
القراءة من تدريج الورنية: اقرب تدريج لخط الاساسي: 3

القراءة = 3 × الدقة = 3 × 0.002 = 0.006 ملم

القراءة النهائية = مجموع القراءات = 10.666 ملم

مثال رقم (3):

وضح كيفية الحصول على القراءات للميكرومترات الموضحة بالشكل ؟



أمثلة لقراءات مختلفة بالميكرومترات

سعات القياس بالميكرومترات:

مع ان الميكرومتر يتميز بسهولة استعماله وقراءته، وعلو درجة القياس فيه الا ان نطاق القياس به محدد، الامر الذي يستلزم استعمال مجموعة كبيرة من الميكرومترات، كل منها يغطي جزء معين من مجال القياسات التي تجري باستعمال الميكرومتر.

ان سعات الميكرومترات المستخدمة هي كالاتي:

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

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

أنواع الميكرومترات:

تختلف انواع الميكرومترات حسب الغرض الذي تستخدم لاجله، وتقسم على هذا الاساس الى الانواع الاتية:

1- **ميكرومترات القياس الخارج**: وهي الميكرومترات الاعتيادية التي تستخدم لقياس الابعاد الخارجية،

2- **ميكرومترات القياس الداخلي**: وهي الميكرومترات التي تستخدم في عمليات قياس أقطار الثقوب، او عرض المجاري، او أي بعد داخلي. وتختلف عن الميكرومترات الخارجية بشكل الإطار .

حيث يتكون هذا الميكرومتر من ثلاثة أجزاء هي:

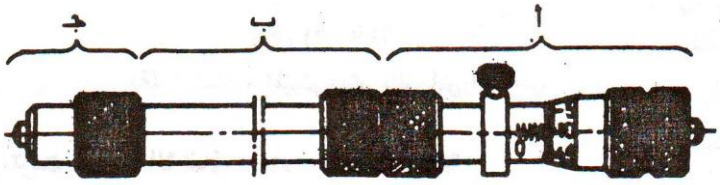
أ- رأس الميكرومتر، وهو اهم الأجزاء، وعليه ترسم تدريجات الميكرومتر.

ب- ساق قابلة للتبادل، حيث يستخدم الساق ذو الطول المناسب لطول القياس.

ج- طرف القياس.

وعند استخدام ميكرومتر القياس الداخلي لقياس القطرالداخلي لاسطوانة مثلا، فانه يتم وضع الميكرومتر ليتلامس مع جوانب الاسطوانة المراد قياسها. وبأكبر قياس كما هو موضح بالشكل (1-19).

وعند دوران الاسطوانة المتحركة يزيد طول الميكرومتر إلى ان يساوي طوله قطر الاسطوانة الداخلي، او عرض المجرى المستخدم لقياسه. اما حساب مقدار الطول في الميكرومتر، فيكون بنفس الطبيعة المستخدمة بالميكرومتر الاعتيادي مع الأخذ بالاعتبار الطول الأساسي للميكرومتر، وكذلك إضافة قيمة القراءة الى طول الساق المستخدمة (القابلة للتبادل).

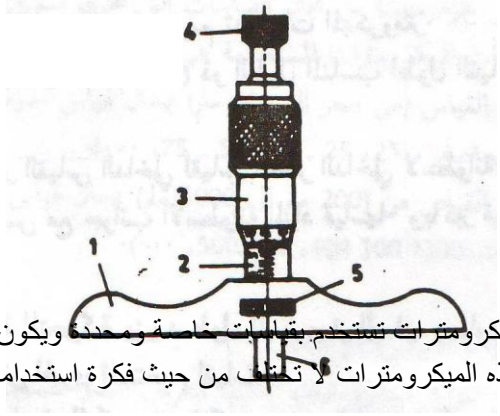


شكل (1 -
ميكرومتر القياس الداخلي

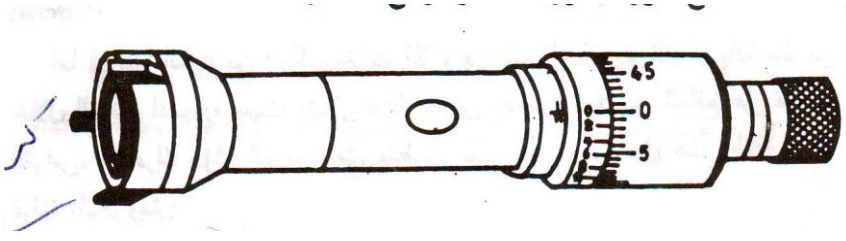
3- **ميكرومترات قياس الاعماق**: وهي الميكرومترات التي تستخدم بعمليات القياس اعماق الثقوب او أعماق المجاري او ارتفاعات البروزات وغيرها. ويتكون ميكرومتر قياس الأعماق الموضح بالشكل (1-20) من الأجزاء الآتية:

قاعدة (1) ذات سطح مستوي مثبتة مع الاسطوانة الثابتة (2) التي يتحرك بداخلها عمود الميكرومتر (6) الى أعلى او الى أسفل على سطح القياس. وكذلك من الاسطوانة المتحركة (3) والسقاطة (4) والمثبت (5).

اما طريقة القياس باستخدام هذا الميكرومتر فتكون بتثبيت سطح القياس على سطح المجرى المراد قياس عمقه، وتدار الاسطوانة المتحركة لينزل عمود الميكرومتر الى ان يمس سطح المجرى الاسفل. وتؤخذ القراءة من التدريجات كما في الميكرومتر الاعتيادي.



4- **الميكرومترات الخاصة**: وهي ميكرومترات تستخدم بقياسات خاصة ومحددة ويكون استخدام كل ميكرومتر منها للقياس المخصص له فقط. ان هذه الميكرومترات لا تختلف من حيث فكرة استخدامها للقياس عن الميكرومترات الاعتيادية. ومن أمثلتها:



ا-ميكرومتر ذو ثلاث نقاط: وهو ميكرومتر تكون أطراف القياس فيه عبارة عن ثلاث نقاط او (بروزات) تتحرك باتجاه متعامد مع محور الميكرومترات

تكون حركة أطراف القياس بوساطة وصلة مخروطية الشكل، ملولبة، مثبتة مع الاسطوانة المتحركة للميكرومتر، ومتعامدة مع اتجاه حركة اطراف القياس.

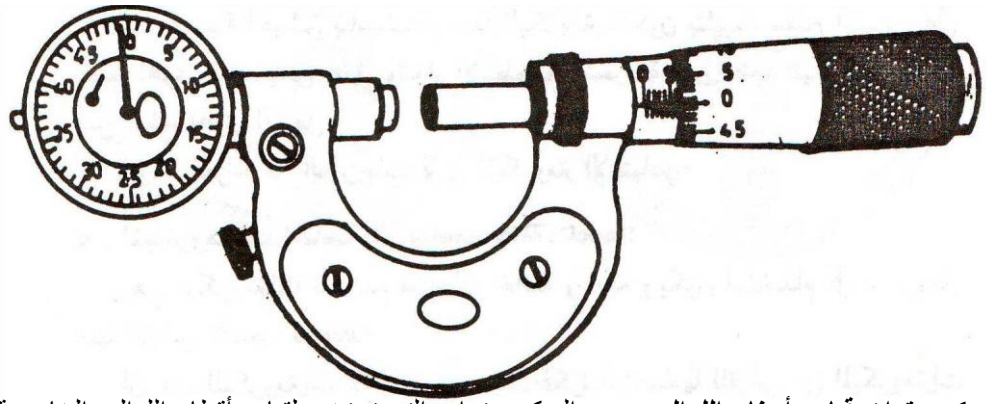
ويستخدم هذا النوع من الميكرومترات في قياس الأقطار الداخلية للأشكال الاسطوانية ويصنع بمجموعات متدرجة السعات تغطي بقياساتها الأقطار من (0) ملم لغاية (200) ملم.

ب-الميكرومتر ذو القرص المدرج: وهو ميكرومتر اعتيادي يركب فيه قرص مدمج عند طرف المصد الثابت .

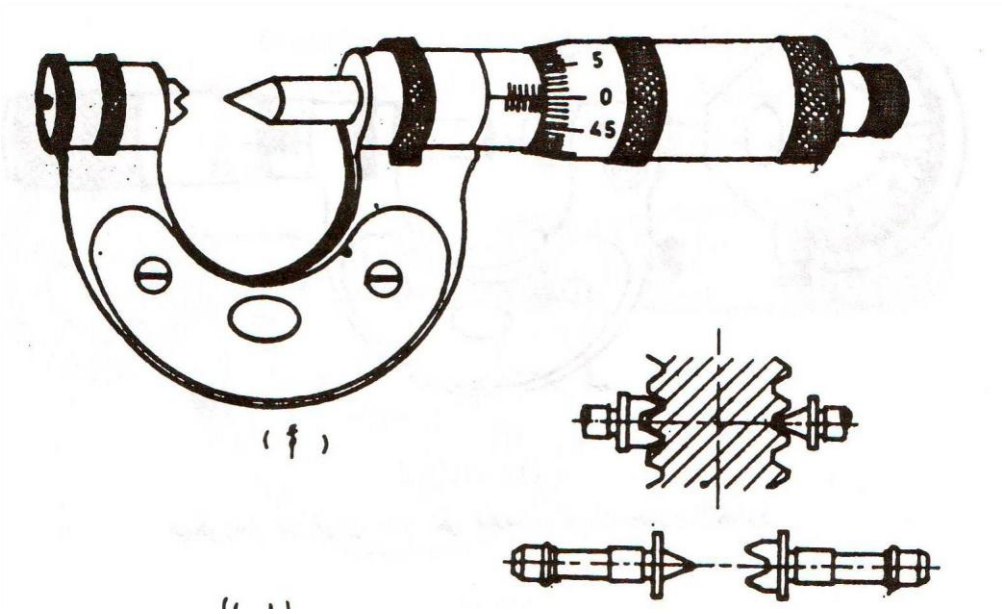
ان تحديد ضغط التلامس في الميكرومتر الاعتيادي يتم باستخدام السقاطة. اما في هذا النوع من الميكرومترات فلا وجود للسقاطة ويتم التحكم بالضغط من خلال القرص المدرج، حيث يتأثر هذا القرص بضغط التلامس الواقع على مواضع القياس، فيتحرك مؤشر القرص حتى ينطبق على خط الصفر، وفي هذه الحالة تؤخذ قراءة الميكرومتر.

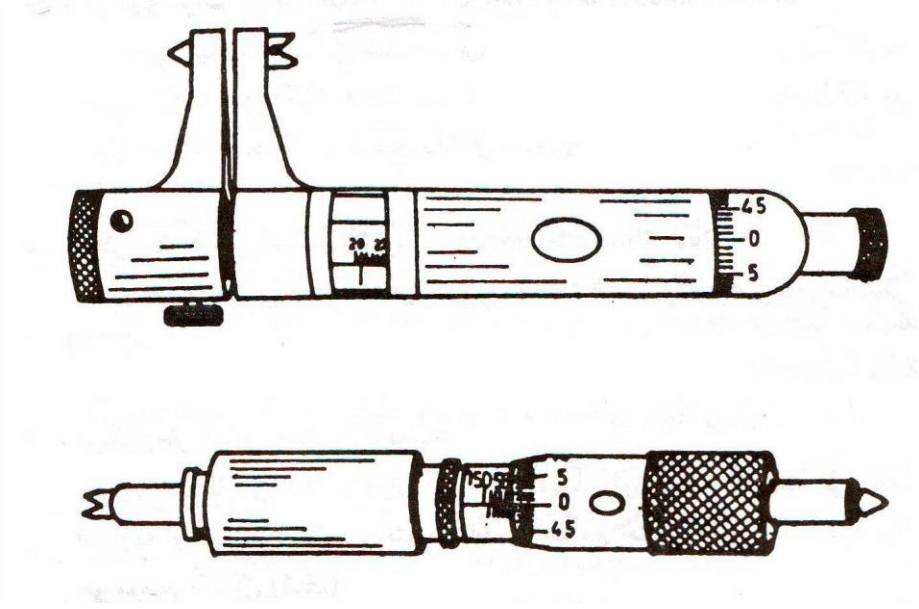
اما عندما يكون المؤشر في الجانب الموجب او الجانب السالب فهذا يعني ان ضغط التلامس أعلى او اقل من الحد الاعتيادي.

كذلك قد يستخدم القرص المدرج للحصول على قراءة ذات دقة عالية تصل الى (0.001) ملم ويمكن استخدام الميكرومتر ذو القرص الذي يحتوي على علامتين تكونان بمثابة محدد قياس Limit Gauge بعد ضبط علامتي المقياس على حدود التجاوز المسموح به.

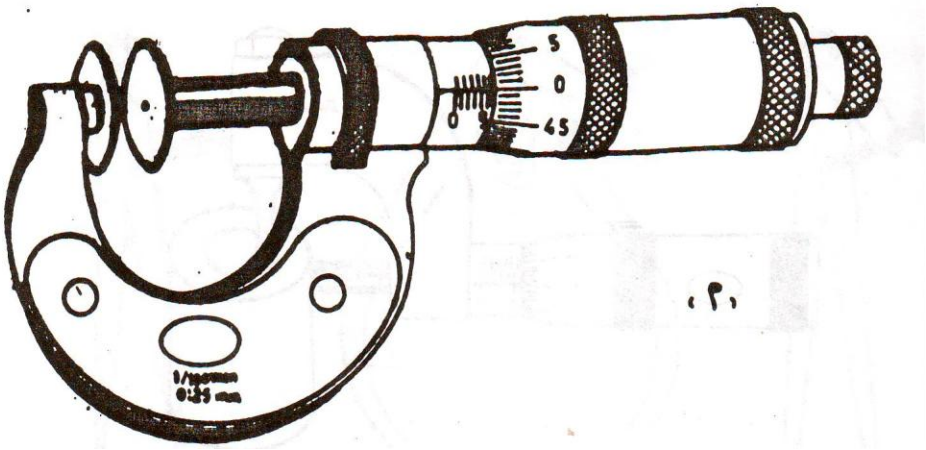


ج- ميكرومترات قياس أسنان اللوالب: وهي الميكرومترات التي تستخدم لقياس أقطار اللوالب الخارجية والداخلية، حيث تركب معها فكوك Jaws خاصة، مخروطية الشكل ذات زوايا متلائمة مع زوايا سن اللولب



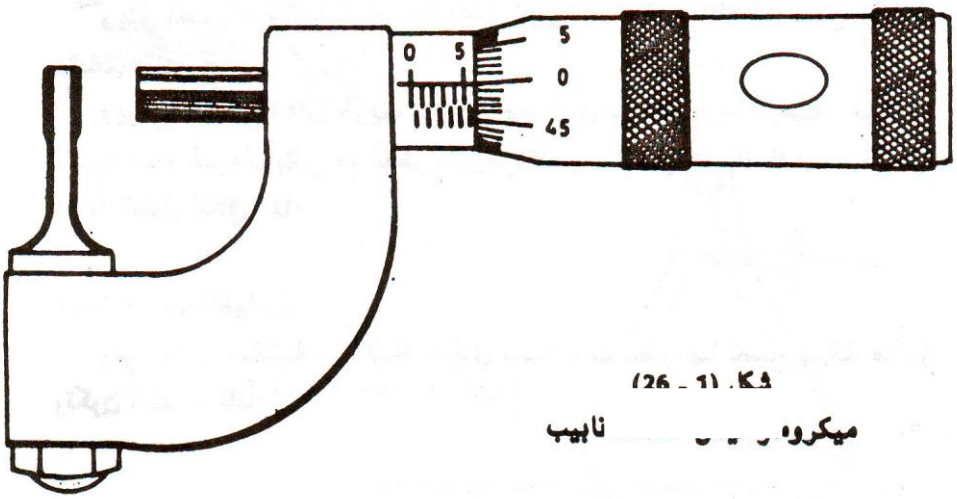


د-ميكرومتر قياس أسنان التروس: يستخدم لقياس سمك اسنان التروس وخطوة السن،



ه-ميكرومتر قياس سمك الأنابيب: يستخدم لقياس سمك جدران الأنابيب وفيها يكون المصد الثابت على شكل اسطوانة او كرة حتى تكون حافته متطابقة تمتما مع جدار الأنبوب الداخلي، وكما موضح بالشكل (1-26).

ويعطي هذا الميكرومتر قراءة تمثل سمك الأنبوب عندما يكون طرفا الميكرومتر (المصد الثابت ونهاية المتحركة) بتماس مع الجزء المذكور.



(26 - 1) شكل

ميكرومتر قياس سمك أنابيب

الاختبار البعدي

- أحسب دقة ميكرومتر إذا كانت خطوة السن فيه تساوي نصف مليمتر والاسطوانة المتحركة مقسمة إلى خمسين تدريجة.
- يتكون ميكرومتر القياس الداخلي من ثلاثة أجزاء رئيسية، اذكر هذه الأجزاء بالتفصيل.
- ما فائدة تغيير المصد الثابت ليكون على شكل كرة أو اسطوانة في ميكرومتر قياس سمك الأنابيب؟
- ما الفائدة العقلية والعملية من استخدام الميكرومتر ذي القرص المدرج بدلاً من السقاطة الاعتيادية لضبط التلامس؟
- وضح كيف يتم قياس الأقطار الداخلية للأشكال الاسطوانية باستخدام الميكرومتر ذي الثلاث نقاط.

الأسبوع الرابع والخامس
قوالب القياس والزوايا

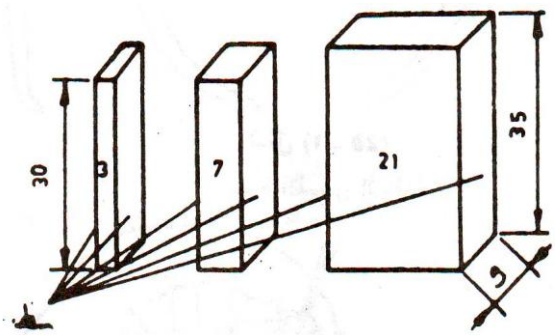
الاختبار القبلي

- ما هي المادة الأساسية التي تُصنع منها قوالب القياس ولماذا تُعامل معاملة حرارية خاصة؟
- اذكر الميزة الأساسية التي تتميز بها قوالب قياس الزوايا وتختلف بها عن قوالب القياس الطولية عند التجميع.
- ما هي المرتبة التي تُعرف بـ (القوالب الأمامية) في قوالب القياس وما هي الغاية من استخدامها؟
- اذكر الأجزاء الأربعة الرئيسية التي تتكون منها المنقلة المجمعة.
- ما هي أجزاء قدوة قياس السمك، وما الاسم الآخر الذي تُعرف به في الورش؟
- اذكر وحدات قياس الزوايا الثلاث وما هي العلاقة بين كل وحدة وأخرى؟

قوالب القياس:

وهي قوالب معدنية على هيئة متوازي مستطيلات سطوحها تصنع بدقة عالية وتكون مستوية تماما. وتصنع هذه القوالب من الصلب السبائكي Alloy Steel المصلد لمقاومة البلى Wear، وتعامل معاملة حرارية خاصة لإطلاق الاجهادات الداخلية منها، وذلك لتفادي تغير الأبعاد.

تستخدم قوالب القياس في مراجعة ومعايرة أجهزة القياس الأخرى، وكذلك تستخدم أدوات قياس مباشرة في عمليات القياس المختلفة. ولقالب القياس سطحان متوازيان تتميزان على الأسطح الأخرى بالاستواء العالي ودرجة النعومة، تسميان (سطحي القياس)



تكون المسافة العمودية بينهما ممثلة لطول قالب القياس، وهو البعد المستخدم بالقياس. اما الأبعاد الأخرى (غير المستخدمة بالقياس) فتكون ثابتة، وكالاتي:

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

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

وتنتج قوالب القياس عادة بأربع رتب Grades للدقة هي:

1- المرتبة الصفرية (0) القوالب الأمامية Master-Grade Gauge Blocks: وتكون درجة الدقة Degree of Accuracy فيها:

$$\text{(ملم)} = \pm (0.0001 + \frac{\text{طول القالب}}{50000})$$

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

2- المرتبة الأولى (I) قوالب المعايرة الأساسية Referance Gauge Blockes: وتكون درجة الدقة فيها:

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

وتستخدم هذه القوالب في تدقيق صلاحية قوالب القياس في المصانع او المختبرات وتحفظ في مركز التقييس والسيطرة النوعية التابع للدولة.

3- المرتبة الثانية (II) قوالب التفتيشInspection Gauge Blocks : درجة الدقة في هذه القوالب:

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

وتستخدم هذه القوالب لعمليات القياس النهائية للمشغولات.

4- المرتبة الثانية (III) قوالب التشغيل Working Gauge Blocks: تكون درجة الدقة فيها:

$$\text{(ملم)} = + (0.001 + \frac{\text{طول القالب}}{5000})$$

وتستخدم بعمليات القياس المبشر للمشغولات بورش الانتاج.

تصنع قوالب القياس على شكل مجموعات sets تشتمل كل منها على أعداد متباينة من القوالب ذات الأطوال المختلفة والتي يمكن بالتراكب المتلاصق لعدد منه تكوين الأبعاد المطلوبة كما في الشكل (1-31). يختلف عدد القوالب في المجموعة حسب المنتج، فمن المجموعات ما يحتوي على (41 – 47 – 82 – 88 – 92 – 103 - 145) قالبات وغيرها.

وتستخدم قوالب المجموعات لتكوين الأبعاد وكما هو موضح بالأمثلة الآتية:

مثال رقم (1):

لغرض تكوين البعد (37.936 ملم) باستخدام قوالب المجموعة المذكورة (88 قالبا)، تم ذلك باستخدام القوالب التالية. وكما موضح بالشكل (1-32).

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

مثال رقم (2):

إذا أريد تكوين البعد (72.225 ملم) من قوالب المجموعة (88 قالبا) يمكن ذلك باستخدام القوالب الآتية:

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

ومن الأمور الواجب مراعاتها عند استخدام قوالب القياس ما يأتي:

1- يجب ان لا تترك قوالب القياس ملتصقة مع بعضها مدة طويلة، حتى لا تلتحم جزيئات القالبين الملتصقين.

2- يجب تنظيف القوالب من طبعات البصمات بع الاستعمال، وذلك باستخدام مناديل خاصة.

3- عدم تناول القوالب باليد مدة طويلة من الزمن، لذا ننرك عند استعماله في القياس لمدة طويلة بين قياس وآخر.

قياس الزوايا والأشكال الجانبية

تستخدم أجهزة وأدوات خاصة عند قياس زوايا Angles الأشكال، غير الأجهزة والأدوات المستخدمة بالقياس الطولي.

ان وحدات Unites قياس الزوايا هي:

1- الدرجات Degrees (º): والدرجة عبارة عن زاوية يساوي مقدارها (1\360) من الدائرة، (في الدائرة 360 درجة)

2- الدقائق Minutes ('): الدقيقة هي (1\60) من الدرجة (في الدرجة 60 دقيقة).

3- الثواني Seconds ("): الثانية هي (1\60) من الدرجة (في الدقيقة 60 ثانية).

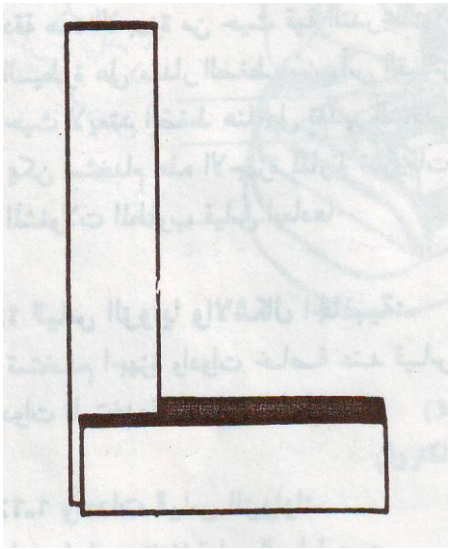
أي ان 1 º = 60' = 3600"

<u>أجهزة وأدوات قياس الزوايا:</u>

1- الزوايا القائمة Square:

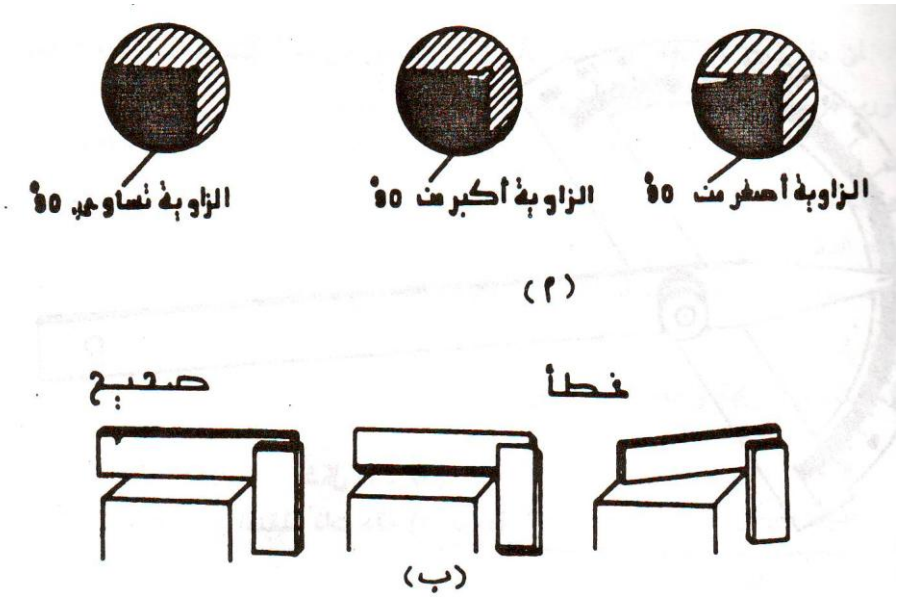
ان ابسط الأدوات المستعملة بهذا المجال هي الزوايا القائمة وذلك لان أكثر قيم الزوايا انتشارا هي º 90، والزاوية القائمة هي احد أنواع قدوة القياس والتي سيتم شرحها.وتتكون من عارضتين او ضلعين مثبتين مع بعضهما، يكون احدهما أطول من الآخر ومقدار الزاوية بينهما = 90

كما يتضح بالشكل



وعند استخدام الزوايا القائمة في مراجعة زاوية ما، يجب تطابق الزاوية المراد قياسها مع الزاوية القائمة تماما، ويكون مقدار الزاوية صحيحا (أي 90º) في حالة التطابق التام وعدم نفاذ الضوء بين أضلع

الزاوية القائمة وأسطح الزاوية المراد قياسها اما في حالة نفاذ الضوء من أي جزء فان الزاوية تكون قيمتها اكبر او اقل من 90º كما هو في شكل.

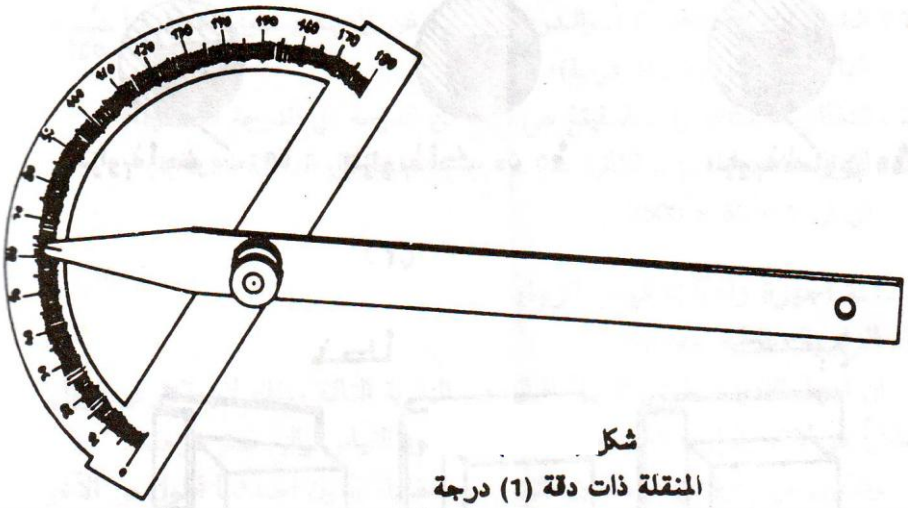


الطريقة الصحيحة والطريقة غير الصحيحة عند استخدام الزوايا القائمة بالقياس.

2- المنقلة البسيطة Protractor:

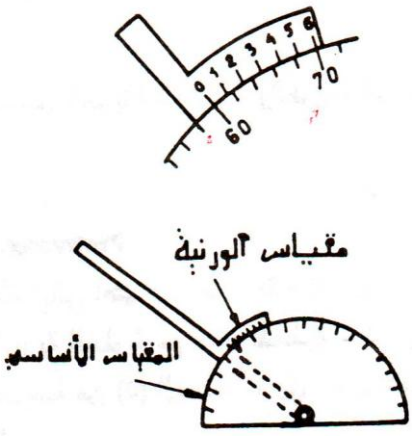
وهي عبارة عن منقلة قياس اعتيادية ذات دقة (1 درجة) مربوطة على مسطرة، ويمكن تحريكها لتصنع الزاوية المطلوبة مع حافة المسطرة كما في الشكل (1-37). تكون هذه المنقلة مدرجة من (0º) الى (180º) ، وفي بعض الأنواع تكون مدرجة من (0º) الى (90º) في كلا الاتجاهات.

تستخدم هذه المنقلة لقياس مقدار الزوايا بالدرجات او لتأشير او رسم أي زاوية بعد تثبيت وضع المنقلة مع حافة المسطرة على الزاوية المطلوبة.



شكل
المنقلة ذات دقة (1) درجة

3- **المنقلة المحورية (ذات الورنية) Bevel Protractor:** يمكن تطبيق فكرة الورنية (المستخدمة في القدمة) على قياس الزوايا، ويوضح الشكل منقلة بسيطة ذات ورنية.



ان دقة قياس المنقلة في هذه الحالة تكون أفضل من دقة المنقلة البسيطة (بدون الورنية)، ويمكن توضيح كيفية تحديد الدقة فيها كالآتي:

حيث ان: X = الدقة (درجة)

A = مقدار تدريجة واحدة او أكثر على المقياس الأساسي (درجة)

$= 2^{o}$

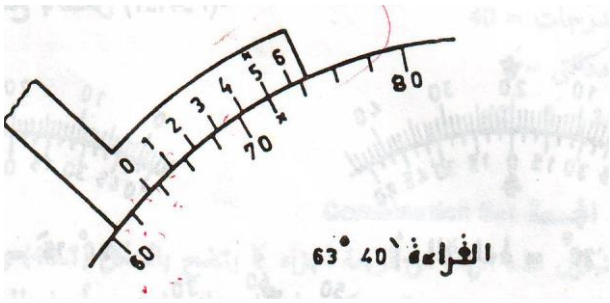
B = مقدار تدريجة واحدة على مقياس الورنية.

طول مقياس الورنية (بالدرجات) 10

عدد التدريجات 6

$$X = 2 - \frac{10}{6} = \frac{1^{o}}{3} = 20$$

والمثال الآتي يوضح قراءة مقدار الزاوية بمثل هذه المنقلة والموضحة بالشكل



مثال للقراءة بالمنقلة المحورية

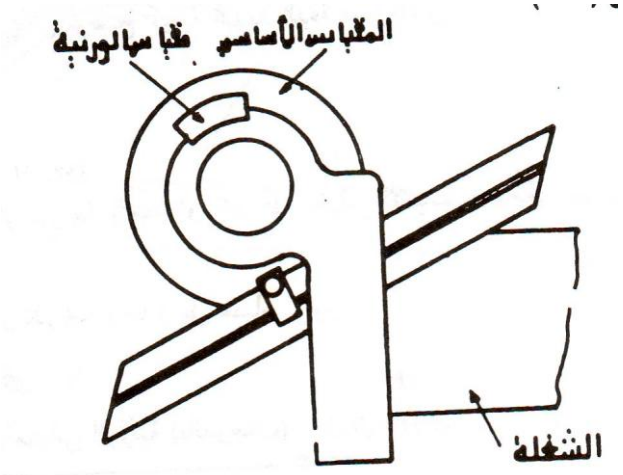
عدد الدرجات = 62º

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

قيمة هذه التدريجات = 5 * 100º = 20º

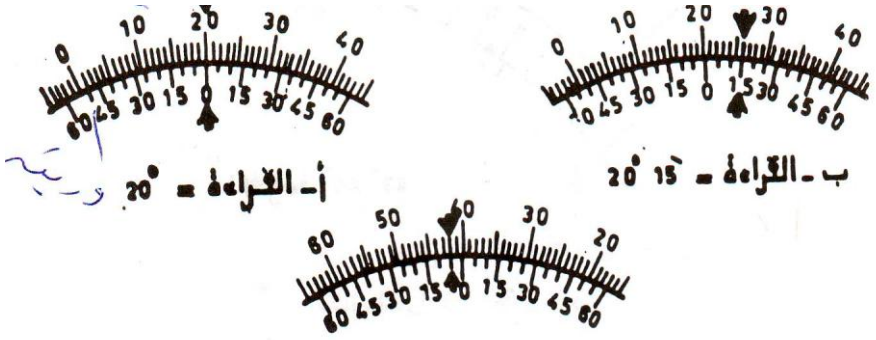
القراءة النهائية = المجموع = '40 63º

ان جهاز المنقلة (ذات الورنية) المستخدم عمليا بالقياس والمبني على الفكرة الموضحة هو كما في الشكل (1-40).



جهاز المنقلة المحورية

حيث يدرج المقياس الأساسي من (0º) الى (90º) في كل جانب، وبتدريجات تساوي (1º)، ويقسم مقياس الورنية بحيث ان مسافة (12) قسما تساوي (23º) على المقياس الأساسي، كما يتضح بالشكل



أمثلة لقراءة المنقلة المحورية

والدقة في هذه الحالة تساوي:

$$X = A - B$$

$$B = 2^{o}$$

$$B = \frac{23^{o}}{12}$$

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

مثال:

ما مقدار قراءة المناقل المحورية الموضحة ؟

أ- عدد الدرجات = 20º

عدد الدقائق = ' 0

القراءة = 20º

ب- عدد الدرجات = 20º

عدد الدقائق = ' 15

القراءة = ' 15 20º

ج- عدد الدرجات = 40º

عدد الدقائق = ' 5

القراءة = ' 5 40º

4- المنقلة المجمعة Combination Set:

حيث تتكون هذه الأداة من أربعة أجزاء كما يتضح بالشكل :

1- الزاوية القائمة Square: والتي يكون احد جوانبها عموديا على المسطرة، والجانب الآخر مائل بزاوية (45º) .

2- المسطرة الحديدية Steel Pule: والتي تثبت عليها الأجزاء الأخرى.

3- المنقلة المحورية (ذات الورنية).

4- رأس المركز Center Head: حيث يستخدم لتحديد مراكز الأشكال الاسطوانية.

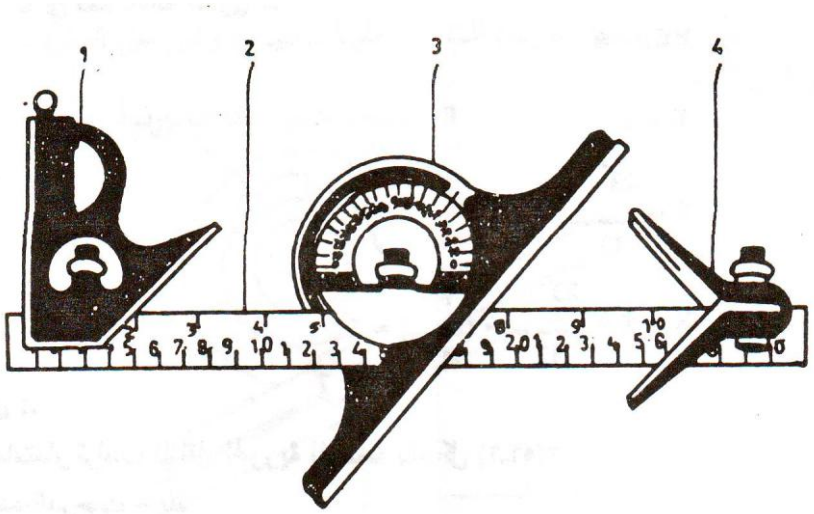
ومن خلال استخدام الأجزاء المذكورة المكونة للمنقلة المجمعة مع المسطرة المثبتة عليها، ويمكن استخدام هذه الأداة لأغراض عديدة منها:

أ- استخدامه مسطرة للقياس او حافة مستقيمة.

ب- تستخدم زاوية قائمة.

ج- منقلة لقياس الزوايا.

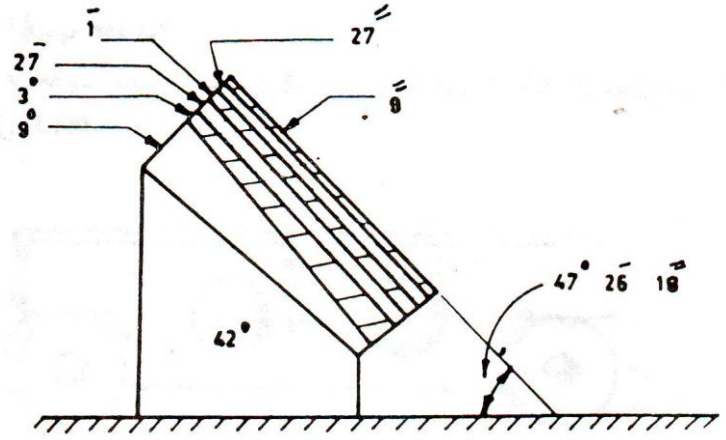
د- لتحديد مراكز الأشكال الاسطوانية.



المنقلة المجمعة

5- قوالب قياس الزوايا Slip Gauges:

وهي عبارة عن قوالب قياس خاصة بقياس الزوايا، حيث لا تكون سطوح القياس فيها متوازية وإنما تميل مع بعضها بزاوية حسب القالب. تتكون مجموع القوالب القياسية عادة من (13) قالب، وقياساتها كالآتي:



قوالب قياس الزوايا

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

وباستخدام هذه القوالب يمكن تجميع أي زاوية من ('3) وحتى (º90).

مثال:

لغرض تكوين الزاوية "18 '26 º47 باستخدام قوالب قياس الزوايا يتم ذلك وكما يتضح بالشكل حيث يوضح الشكل مجموعة القوالب بعد تجميعها ولصقها لتكوين الزاوية المطلوبة وكالاتي:

بالنسبة للدرجات = º 47 = º3 - º9 + º41

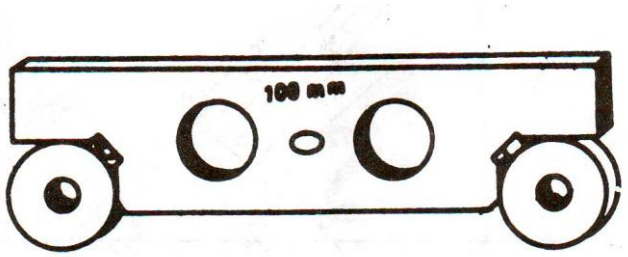
بالنسبة للدقائق = '27 – '1 = '26

بالنسبة للثواني = "27 – "9 = "18

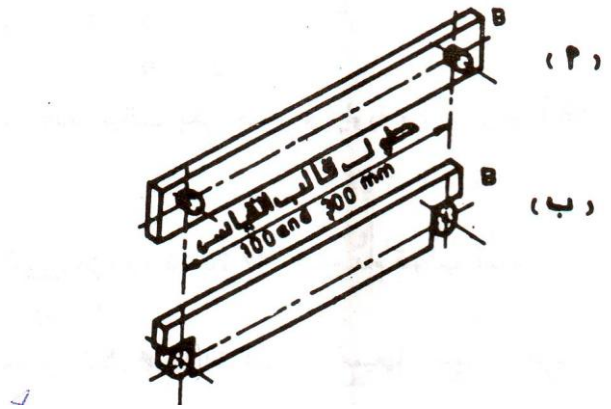
ويلاحظ من المثال المذكور ان قوالب قياس الزوايا يمكن ان تأخذ الإشارة السالبة (أي تطرح عند وضعها بالشكل المعكوس)، وهذا ما يميزها عن قوالب القياس الطولية التي تجمع دائما.

6- عمود الجيب Sin Bar:

عبارة عن قضيب معدني يصنع من الصلب بدرجة صلادة عالية ذي مقطع مستطيل كما في الشكل.



عمود الجيب



انواع عمود الجيب

يستخدم هذا العمود لقياس زوايا ميل الجسم، او لوضع الجسم بزاوية الميل المطلوبة ويوجد نوعان شائعان من عمود الجيب.

النوع الأول الشكل(ا) له نتوءان بارزان Plugs في نهايته، تكون المسافة بين محوريهما مساوية لطول العمود، وارتفاع كل منها (12 ملم) من السطح.

النوع الثاني شكل (ب): تسند نهايتاه على درفلين Rollers صغيرين بن المسافة بين محوريهما تمثل طول العمود. وفي كلا النوعين يجب مراعاة الأمور التالية

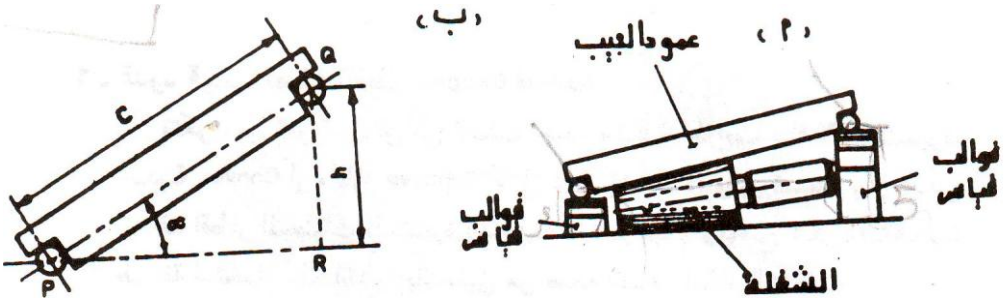
1- يجب ان يكون كلا النتوئين او الدرفلين ذات قطر واحد.

2- يجب ان تكون المسافة بين محوري النتوئين او الدرفلين (والتي تمثل طول العمود) مضبوطة بدرجة ذات دقة عالية. وعمود الجيب عادة يأخذ الأطوال التالية (100 – 200 – 250 – 300) ملم.

3- الخط (AB) الواصل بين محوري النتوئين او الدرفلين، يجب ان يكون موازيا تماما الى سطح العمود المستخدم بالقياس (وعادة يكون السطح الأسفل).

طريقة استخدام عمود الجيب بالقياس:

عند قياس زاوية ميل سطح باستخدام عمود الجيب، يثبت سطح القياس بالعمود على السطح المراد قياس زاوية ميله كما يتضح بالشكل



استخدام عمود الجيب بالقياس

وبتحديد مقدار ارتفاع محوري الدرفلين (.P.Q) شكل (ب)، عن سطح منضدة القياس او أي سطح قياس آخر، وإيجاد الفرق بين ارتفاعيهما (h) ومعرفة طول عمود الجيب المستخدم (C) يمكن إيجاد زاوية ميل العمود (α) المساوية لزاوية ميل السطح المراد قياسه وكالاتي:

$$\frac{QR}{PQ} = \frac{h}{C} = \text{Sin}\alpha$$

وعند استخدام عمود الجيب لوضع سطح جسم بزاوية ميل معينة، فان الفرق بارتفاع الدرفلين (h) سيكون:

$$h = C \text{ Sin } \alpha$$

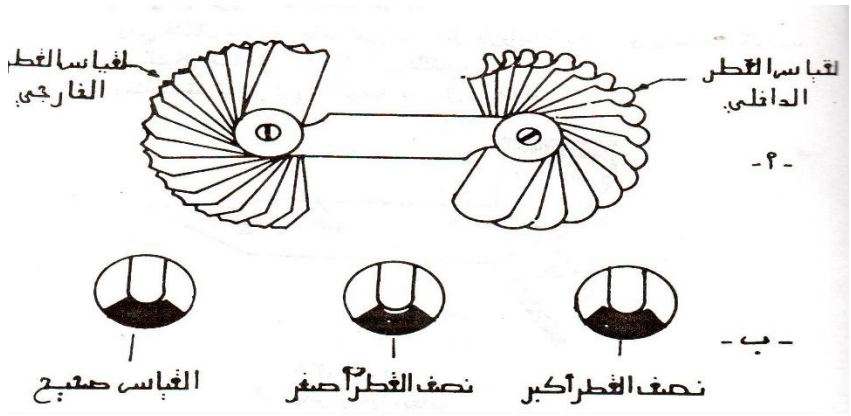
وتقل الدقة بالقياس عند استخدام عمود الجيب كلما كانت زاوية الميل كبيرة، لذلك يفضل استخدام عمود الجيب للزوايا الصغيرة.

الضبعات (قدوة القياس) Standard Gauges:

وهي أدوات قياس ذات أشكال محددة وثابتة (طبعات) تستعمل في القياس او في التحقق من المقاس او الهيئة او المظهر الجانبي لشكل معين. توجد انواع عديدة من الضبعات تستخدم في القياسات المختلفة ومنها:

1- قدوة قياس نصف القطر Radius Gauge:

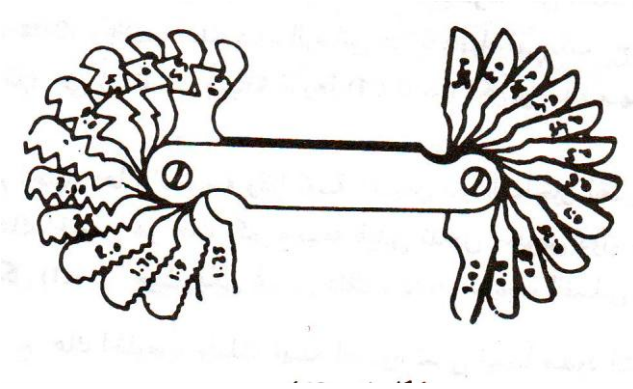
تتكون من مجموعة رقائق من الصلب الجيد، مشكلة أطرافها بأشكال مستديرة، محدبة Convex او مقعرة Concave كما في الشكل (أ) والتي تستخدم في قياس أنصاف أقطار المنحنيات المستديرة الداخلية والخارجية، ويوضح الشكل (ب) طريقة استخدام هذه القدوة بالتحقيق من صحة أنصاف أقطار الشغلات.



قدوة قياس نصف القطر وطريقة استخدامها

2- قدوة قياس سن اللولب Screw Pitch Gauge:

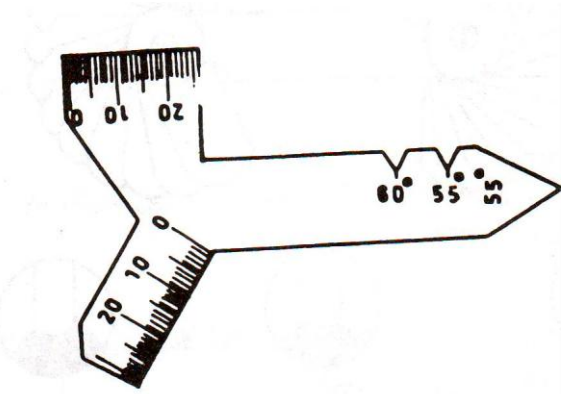
هي قدوة قياس يتم تشكيل أسنان اللولب فيها وبخطوات Pitches سن مختلفة، كما في الشكل.



قدوة قياس سن اللولب

3- قدوة قياس الزوايا Angle Gauge::

وهي أشكال ذات قيم ثابتة للزوايا، مثل الزوايا القائمة، وزوايا سن اللولب، وزوايا الشكل السداسي، وزوايا رأس المثقاب. ومثالها: قدوة قياس الزوايا الموضحة بالشكل .

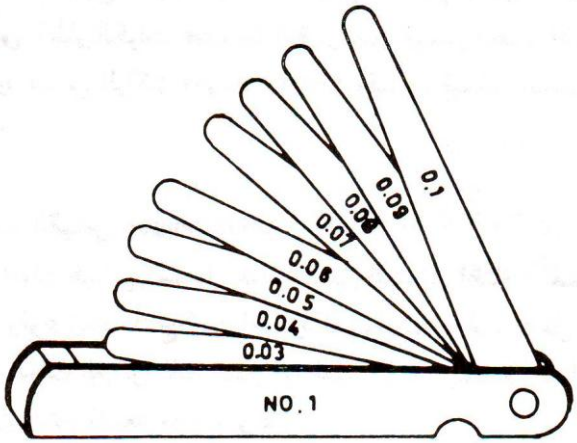


قدوة قياس الزوايا

4- قدوة قياس السمك Thickness Gauge:

عبارة عن مجموعة من الرقائق او الصفائح المصنوعة من الصلب تجمع بشكل مجموعات Sets ، ويختلف سمك هذه الرقائق عن بعضها، فهي تتدرج بالسمك من (0.03 ملم) حتى (0.1 ملم) بزيادة قدرها (0.01 ملم) لكل واحدة منها كما في الشكل.

ويتم اختيار سمك الصفيحة وفقا لقيمة الخلوص بين السطحين المختبرين، ويكون مقدار سمك الخلوص هو سمك اكبر صفيحة قياس تدخل الخلوص دون ضغط عليها كما في الشكل (1-51)، حيث يمكن تحسس ذلك وتجديد صفيحة القياس ذات السمك المناسب مع سمك الخلوص، ولذلك فهذه القدوة تسمى أيضا قدوة التحسس Feeler Gauge.



قدوة قياس السمك

وهناك أنواع أخرى من قدوة القياس تستخدم لبعض الأغراض الخاصة كقدوة قياس أقطار الكرات ، وقدوة قياس أقطار الأسلاك ، وقدوة قياس المراكز وقدوة قياس اللحام

الاختبار البعدي

- اذكر الأمور الثلاثة الواجب مراعاتها عند استخدام قوالب القياس للحفاظ عليها من التلف والتحام الجزيئات.
- كيف يتم التأكد من صحة الزاوية القائمة تسعين درجة باستخدام طريقة نفاذ الضوء؟
- وضح طريقة استخدام عمود الجيب لقياس زاوية ميل سطح ما، واذكر قانون حساب الزاوية ومتى تقل دقة القياس به.
- قارن بين المنقلة البسيطة والمنقلة المحورية (ذات الورنية) من حيث التركيب ودقة القياس.
- اذكر أربعة أنواع من الضبعات (قدوة القياس) موضحاً الاستخدام الأساسي لكل نوع منها

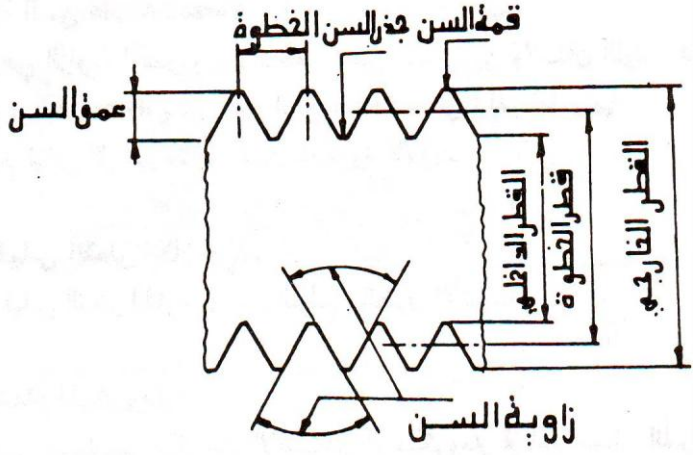
الأسبوع السادس

قياس اسنان اللوالب (القلاووظات)

الاختبار القبلي

- اذكر العناصر الخمسة الأساسية التي تقاس بها أسنان اللوالب.
- عرف قطر الخطوة لسن اللولب وما هي الحالة التي يتساوى عندها سمك السن مع عرض الفراغ؟
- كيف يتم قياس القطر الخارجي لسن اللولب باستخدام المايكرو متر الاعتيادي وما هي أشكال الفكوك المستعملة فيه؟
- اذكر طرق قياس خطوة السن الثلاث المذكورة في النص.
- ما هي الفكرة الأساسية لعمل أجهزة المقارنة وما الفرق بينها وبين أدوات القياس المباشرة كالميكرومتر والقدمة؟
- ما هي الأجزاء الأساسية المكونة لجهاز المقارنة الميكانيكي أو ما يعرف بساعة القياس؟

قوالب اسنان اللولب : تقاس اسنان اللوالب من خلال العناصر الخمسة الاتية :



1-القطر الخارجي (الكبير):

وهز قطر اسطوانة وهمية يمس سطحها قسم الاسنان ، او هو قطر الشغلة التي يقطع عليها السن ، ويكون اكبر قطر بالسن .

2-القطر الداخلي (الصغير):

وهو قطر اسطوانة وهمية يمس سطحها قاع الاسنان ، ويكون اصغر بالسن ، ويقل عن القطر الخارجي بمقدار ضعف عمق السن .

3-قطر الخطوة :

وهو قطر اسطوانة وهمية تقطع انان اللولب عند خط الخطوة الذي يكون عند سمك سن اللولب يساوي عرض الفراغ كل سنين .

4-الخطوة:

وهي مسافة بين نقطتين متناظرة على سنين متجاورين .

5- زاوية السن :وهي الزاوية المحصروة بين سطحي سنين متجاورين لاسنان اللولب قمة وقاع وجذر يكون عمق السن مساويا للمسافة بينها .

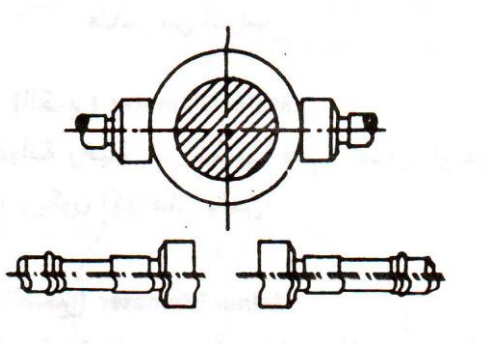
يتم قياس كل من عناصر السن المذكروة كالاتي :

1-قياس القطر الخارجي :

يمكن قياس القطر الخارجي لسن اللولب بالطرق الاتية :

ا-باستخدام المايكرومتر:

حيث يستخدم المايكرومتر الاعتيادي او المايكرو متر قياس اسنان اللوالب ، مع استخدام فكوك اسطوانة الشكل ذات قطر كبيروكما يتضح ذلك بالشكل



ب-باستخدام جهاز الاسقاط الضوئي :

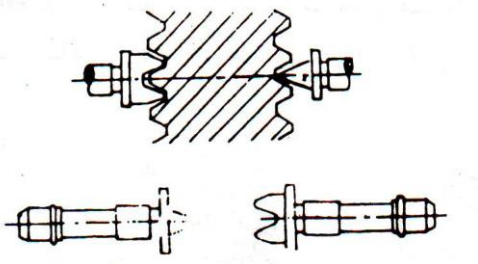
حيث يتم القياس من صورة السن المسقطة على شاشة الجهاز للمسفة بين الخطين المماسين لنهايات السن من الطرفين والتي تمثل القطر الخارجي للسن وكما يتضح ذلك بالشكل

2-قياس القطر الداخلي :

يتم قياس القطر الداخلي للسن بالطرق الاتية :

ا-باستخدام ميكرو متر قياس اسنان اللوالب :

حيث يستخدم مع فكوك مخروطية الشكل ، تكون زاوية رأس المخروط فيها اصغر من زاوية السن حيث يتم التماس مع جذر السن ، وكما يتضح بالشكل



ب-باستخدام جهاز الاسقاط الضوئي :

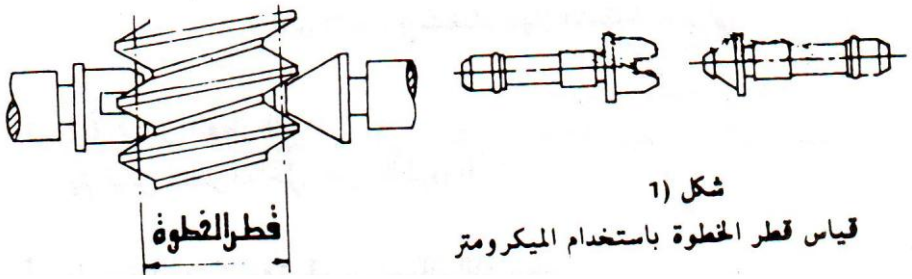
حيث تقاس المسافة بين الخطين المتماسين مع نقاط جذر السن في الجانبين والتي تمثل القطر الداخلي للسن وكما يتضح بالشكل

3-قياس قطر الخطوة :

يتم قياس قطر الخطوة للسن بالطرق الاتية :

ا-باستخدام ميكرومتر قياس اسنان اللولب :

حيث تسيخدم فكوك مخروطية الشكل مع الميكرومتر وكما يتضح بالشكل

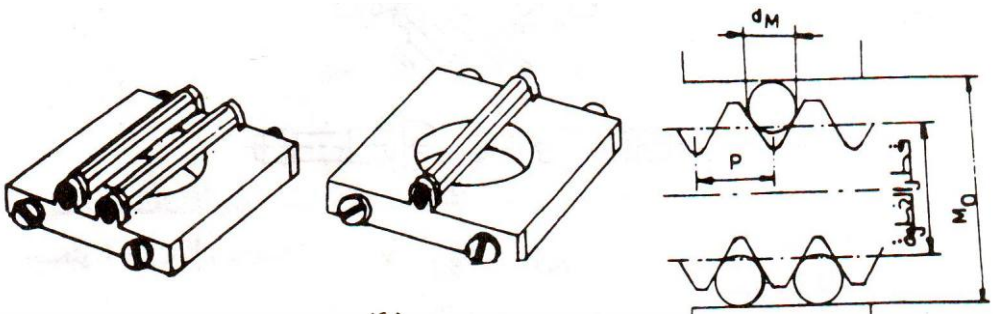


شكل (1
قياس قطر الخطوة باستخدام الميكرومتر

ب-**باستخدام طريقةالاسلاك الثلاثة:**

حيث يمكن قياس قطر الخطوة ذبدقة افضل بهذه الطريقة. يتم القياس باستخدام الميكرومتر قياس اسنان اللوالب مع فكوك خاصة مثبت عليها اسلاك ذات اقطار معروفة ، حيث يثبت سلك واحد على احد الفكين ، ويثبت الفك الثاني سلكان كما هو موضح بالشكل

وتعتمد دقة النتائج التي نحصل عليها باستخدام هذه الطريقة على الاختيار الصحيح لقطر السلك (DM) حيث يتم اعتمادا على خطوة سن اللولب .(p) المراد قياسه ، ووفق جداول خاصة .

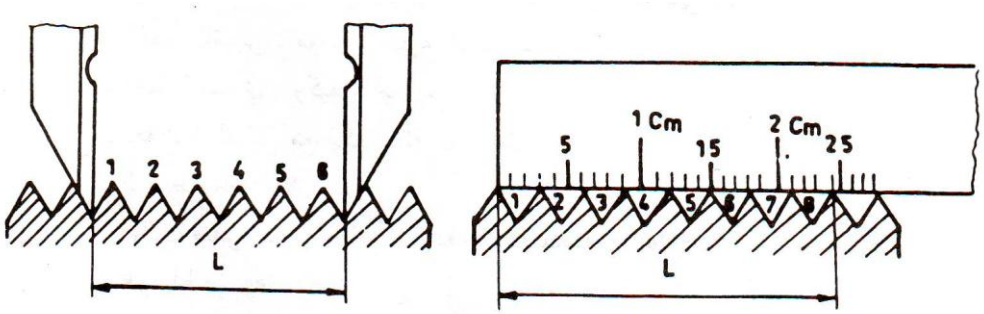


4-قياس خطوة السن:-

ا-باستخدام المسطرة او القدمة :

حيث يمكن قياس المسافة بين قمتي السنين متجاورين بواسطة المسطرة (اوبواسطة القدمة ذات الورنية) لمعرفة طول خطوة السن .

ولاجل الدقة الافضل يتم قياس طول عدد معين من خطوات كما هو موضح بالشكل ثم يحسب معدل طول كل كل خطوة كالاتي :



ب- إستخدام قدمة ذات ورنيه أ- إستخدام مسطرة القياس

ب-باستخدام قدود قياس سن اللولب :

حيث يستخدم مجموعات من هذه القدود (الضبعات) والتي تكون على شكل مجموعة من الصفائح المسننة لكل منها خطوة تختلف عن الصفائح الاخرى وكما هو موضح بالشكل

ويتم تحديد –خطوة السن من خلال تحديد أي الصفائح اكثر تطباقا مع السن المطلوب قياس خطوته .

ج-باستخدام جهاز الاسقاط الضوئي :

حيث يتم قياس المسافة بين قمتين لسنين متجاورين لتمثيل خطوة السن ،وكما هو موضح بالشكل

ويستخدم جهاز الاسقاط الضوئي كذلك بقياس زاوية سن اللولب وحسب الطريقة التي يستخدم فيها الجهاز عن قياس الزوايا .

أجهزة المقارنة

ان قوالب القياس وبعض الملحقات البسيطة، يمكن استعمالها للحصول على قياسات مباشرة للأبعاد، وغالبا ما نحتاج الى بحض المعدات لمقارنة أبعاد بعض الأشكال المطلوب قياسها مع طول تركيب معين من قوالب القياس يقارب طول البعد المطلوب، ومثل هذه المعدات تسمى المقارنات Comparators وذلك إنها لا تعطي مباشرة القياس المحدد للبعد المطلوب قياسه، كما في حالة القدمة او الميكرومتر، بل تقارن هذا البعد مع أبعاد أخرى معروفة قيمها، ويتحدد بوساطتها مقدار الانحراف بين هذه الأبعاد.

أنواع أجهزة المقارنة:

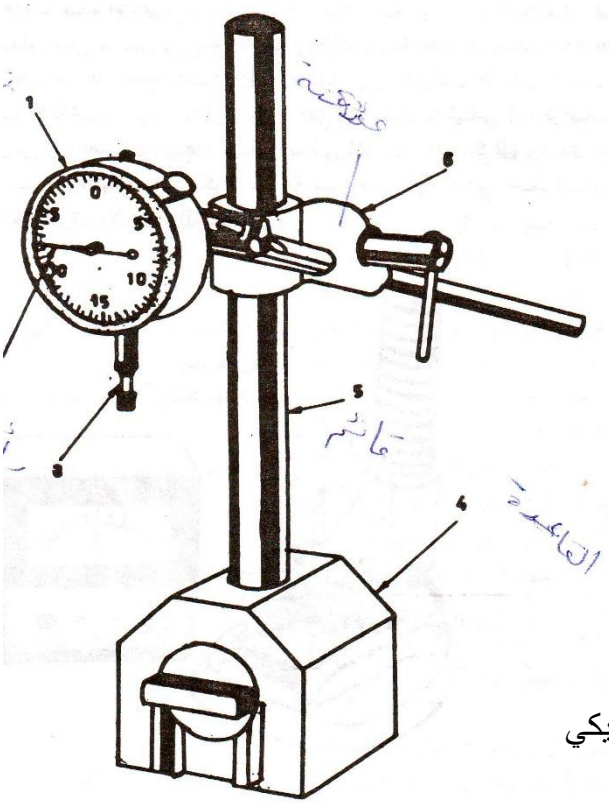
أجهزة المقارنة على ثلاثة انواع تختلف من حيث الوسيلة المستخدمة لتحديد الفارق بالبعد بين طول تركيب قوالب القياس وطول البعد المراد قياسه، وهذه الأنواع هي:

1-أجهزة المقارنة الميكانيكية (ساعات القياس):

يوضح الشكل احد هذه الأجهزة والتي تتكون من الأجزاء التالية:

مبين ذو قرص مدرج (1) Dial ترسم عليه تدريجات ذات دقة حسب نوع الجهاز وفيه مؤشر (2) Indicating Hand يحدد الفارق بالقراءات بالاتجاه الموجب او السالب، ورأس القياس (3) Plunger يمس الشغلة ويتصل بالمؤشر بوساطة توصيلات ميكانيكية تنتقل خلالها حركة الكباس العمودية الى المؤشر.

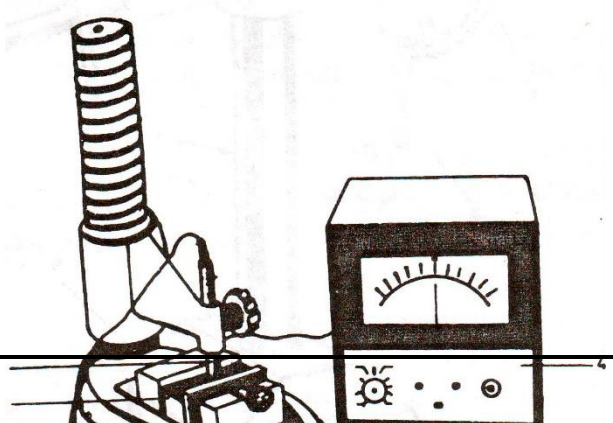
يثبت المبين بوساطة منكنة (6) Device خاصة تربط على قائم الجهاز (5) حيث يمكن غيير موضع ارتفاع المنكنة لتلائم أبعاد الشغلة، والقائم يثبت على قاعدة الجهاز.



جهاز المقارنة الميكانيكي

2- أجهزة المقارنة الالكترونية:

لا تختلف هذه الأجهزة عن المقارنات الميكانيكية من حيث الفكرة او طريقة الاستخدام، لكن ملحق بها وحدة قياس الكترونية Electronic Gauging Probe لتحديد القراءة، كما يتضح بالشكل (1-34) الذي يبين التركيب الأساسي لأحد هذه المقارنات الالكترونية، وهو يتكون من قاعدة (1) ومنضدة قياس (2) فوقها، تحمل راس قياس (3) Gauging Head حساس يعطي إشارات Signals إلى وحدة القياس الالكترونية (4) الملحقة والتي تكون مدرجة بتدريجات على جانبي خط الصفر، يقرأ من خلالها الفرق بالأبعاد- المقيسة.



جهاز المقارنة الالكتروني

3- أجهزة المقارنة الضوئية:

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

طريقة استخدام أجهزة المقارنة بالقياس:

لغرض مقارنة وتحديد طول شغلة معينة باستخدام أجهزة المقارنة، تتبع الخطوات الآتية:

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

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

3- ترفع قوالب القياس ويوضع بدلها الجزء المراد قياسه وتؤخذ القراءة التي يؤشرها الجهاز (بسبب ارتفاع او انخفاض رأس القياس عن الموضع السابق).

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

ان أهمية استخدام أجهزة المقارنة باختلاف أنواعها هو الحصول على نتائج ذات دقة عالية يعتمد عليها عند قياس أبعاد الأجزاء، وهذا بسبب:

1- دقة هذه الأجهزة من حيث قيمة التدريجات.

2- السيطرة على مقدار الضغط (بين رأس القياس والشغلة) المستخدم أثناء القياسات حيث لا يعتمد الضغط هنا على تقدير الشخص القائم بالقياس.

3- يمكن استخدام هذه الأجهزة لمقارنة تدريجات المقياس المستخدم إضافة لمقارنة أبعاد المشغولات المطلوب قياس أبعادها.

الاختبار البعدي

- اشرح كيفية قياس قطر الخطوة لسن اللولب باستخدام طريقة الأسلاك الثلاثة وما الذي يحدد الاختيار الصحيح لقطر السلك؟
- بين كيف يختلف شكل فكوك الميكرومتر عند قياس القطر الخارجي عنه عند قياس القطر الداخلي لسن اللولب.
- وضح خطوات قياس وتحديد طول شغلة معينة باستخدام أجهزة المقارنة وقوالب القياس ابتداءً من تجميع القوالب وحتى استخراج القياس الحقيقي.
- قارن بين أجهزة المقارنة الميكانيكية وأجهزة المقارنة الإلكترونية والضوئية من حيث التركيب ووسيلة تحديد الفارق.
- اذكر الأسباب الثلاثة التي تجعل أجهزة المقارنة تعطي نتائج ذات دقة عالية جداً ويمكن الاعتماد عليها.

الأسبوع السابع:-

جهاز الإسقاط الضوئي

الاختبار القبلي

- ما الفكرة الأساسية التي يعتمد عليها عمل جهاز الإسقاط الضوئي في قياس أبعاد المشغولات؟
- ما هي حدود قوة التكبير المستعملة في أجهزة الإسقاط الضوئي وفقاً لنوع العدسات المستخدمة؟
- اذكر ووصف الأجزاء المكونة لمسار الضوء داخل الجهاز بدءاً من مصدر الإضاءة وحتى وصول الصورة للشاشة.
- ما هي وظيفة الميكرومترات المثبتة على قاعدة الشغلة في جهاز الإسقاط الضوئي؟
- اذكر ثلاثاً من الاستخدامات الأساسية لجهاز الإسقاط الضوئي في مجال القياسات الهندسية

جهاز الاسقاط الضوئي : إن عمل هذا الجهاز يعتمد على مبدأ تكبير صورة الجسم المراد اجراء القياسات لابعاده باستخدام أجهزة الضوء المسقطة .

حيث يمكن قياس البعاد (dimensions) والمضهر الجانبي وذلك بتكبير صورة الجسم بعدد معروف من المرات واسقاط الصورة المكبرة (magnified image) على شاشة (screen) الجهاز لاجراء القياسات عليها .

ان قوة التكبير التي تستخدم في هذه الاجهزة والتي تعتمد على نوع العدسات المستخدة تتراوح بين (10الى50) مرة وقد تصل الى(100)في بعض الحالات.

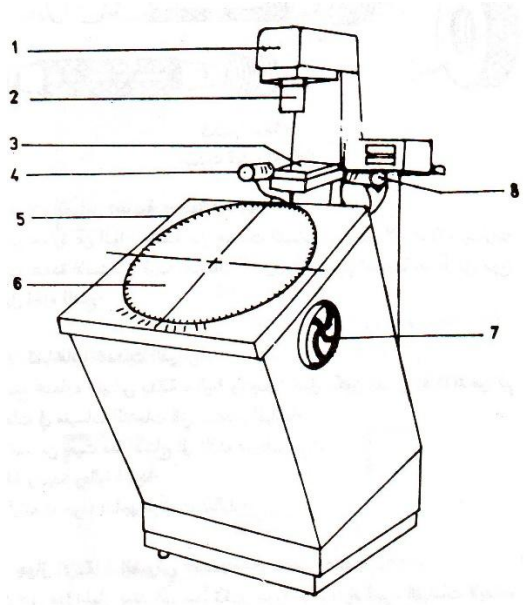
مكونات الجهاز :

يبين الشكل اجزاء حهاز الاسقاط الضوئي وتركبيه ومبدأ عمله .

حيث يمر الضوء (Light) المنبعث من مصدر الاضاءة (1) عبر عدسات التكثيف (condenser Lens) (2)، ليسقط على الجسم المراد تكبير صورته والموضوع على قاعدة الشغلة (work piece stage)(3).

ثم يمر الضوء عبر العدسات (lens) (5)، ليسقط على سطح موشوري (roof prism) فينحرف ليسقط على مراة (mirror) داخل الجهاز ، تقوم بعكس اشعة الضوء الساقطة لتسقيطها على شاشة الجهاز (screen) (6) وهي مكبرة بعدد مرات قوة التكبير المستخدمة وتستخدم الميكروميترات (8،4) لتحريك القاعدة باتجاهين متعامدين ليتم تغيير موضع الجسم .

وكذلك يتم رفع القاعدة وحفضها بواسطة عتلة ضبط البؤرة (focusing wheel)(7) .



مكونات جهاز الأسقاط الضوئي

استخدامات جهاز اسقاط الضوئي :

يمكن استخدام أجهزة الإسقاط الضوئي في الأمور الآتية :

أ_مرجعة القياسات وتحديدها والمظهر الجانبي للأجزاء الدقيقة ، كعدد القطع (cutting tools) وأسنان اللولب او أسنان التروس ، وكذلك قياس إنصاف أقطار الأقواس الصغيرة .

ب_ أجزاء القياسات الطولية المختلفة قياس الإبعاد الخارجية _والإبعاد الداخلية _والقطار_قياس عناصر السن) .

ج_قياس الزوايا .

طريقة استخدام جهاز الاسقاط الضوئي :

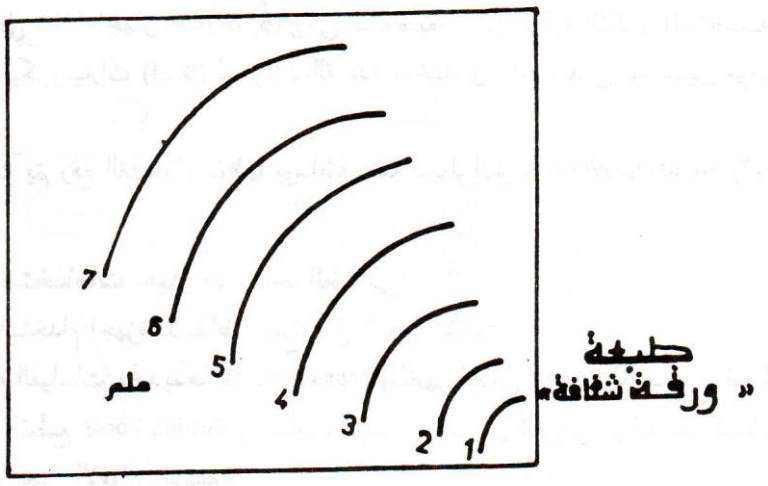
عند استخدام هذا الجهاز بكل انوع القياسات التي يستخدم فيها ، يثبت الجسم المراد قياس ابعاده على القاعدة الخاصة بذلك ويشغل الجهاز ، فتضهر صورة الجسم على شاشة الجهاز مكبرة بعدد معروف من المرات وحسب قوة التكبير المستخدة .

مقارنة القياسات والمضهر الجانبي :

في هذه الحالة تجرة المقارنة بين صورة المسقطة على شاشة الجهاز وطبعة دقيقة مكبرة بنفس عدد مرات التكبير للصورة المسقطة بحيث تكون هذه الطبعة هي الاساس المقارنة .

ففي حالة نصف قطر قوس صغير مثلا ، تتم المقارنة مع طبعة مكبرة (ورقة) مرسوم عليه مجموعة من الاقواس ذات انصاف اقطار مختلفة كم في الشكل .

ويتم معرفة نصف قطر القوس المطلوب قياسه من خلال تحديد القوس الاكثر انطباقا من الطبعة مع صورة القوس المسقطة على شاشة الجهاز .



القياسات الطولية :

في هذه الحالة ، تجرى الخطوات الاتية عند قياس البعد المطلوب وليكن الطول(L)

أ_ تسقيط صورة الجسم المطلوب قياس الطول (L) فيه على شاشة الجهاز .

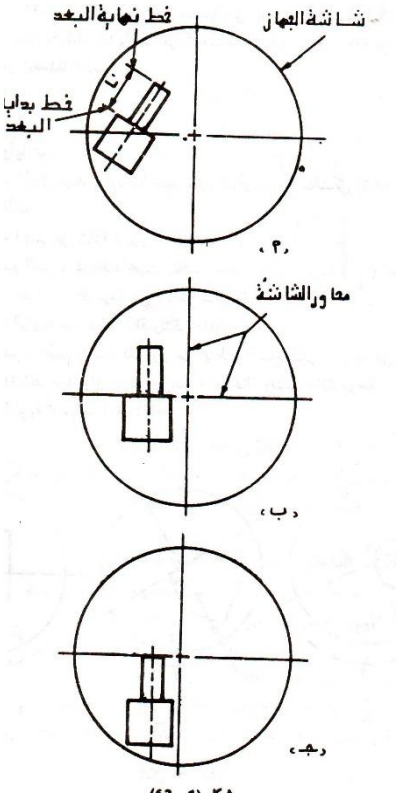
ب_ تعديل موضع صورة الجسم بحيث يكون خط بداية البعد منطبقا على احد المحاور المتعامدة المرسومة على شاشة الجهاز ، ويتم ذلك بتدوير شاشة الجهاز وتحريك الحسم بواسطة الميكروميترات المثبتة على القاعدة .

ج_ اخذ قراءة اليكرومتر عند هذا الموضع ولتكن (R1)ملم .

د_ تحريك صورة الجسم(بواسطة الميكرومتر نفسه) حتلى ينطبق خط نهاية البعد مع المحور نفسه ، واخذ القراءة عند هذه الحالة ، ولتكن (R2) ملم .

ه_ يكون مقدار البعد المطلوب(L) المطلوب قياسه .

ملم(L=R2-R1)



قياس الزوايا:

عند استخدام الجهاز لقياس الزواي بجسم معين نتبع الخطوات الاتية :

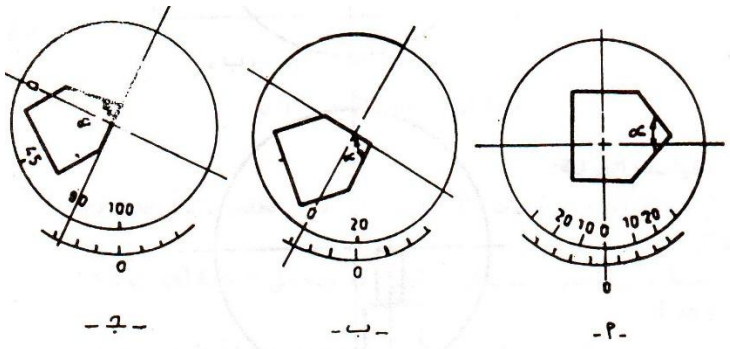
أ- تسقيط صورة الجسم على شاشة الجهاز .

ب- تعديا موضع الصورة المسقطة بحيث ينطبق احد اضلاع الزاوية ( ) المطلوب على احد المحاور المرسومة على الشاشة .

ج- تؤخذ قراءة الزاوية عند هذه الحالة ولتكن (D1) درجة .

د- تغير موضع صورة الجسم حتى ينطبق الضلع الثاني للزاوية على المحور نفسه وتؤخذ القراءة عند هذه الحالة (D2) درجة

ه-مقدار قيمة الزاوية =درجة D2-D1=



الاختبار البعدي

•وضح طريقة قياس ومقارنة المظهر الجانبي لنصف قطر قوس صغير باستخدام جهاز الإسقاط الضوئي والطبعة المكبرة.

•اشرح بالخطوات التفصيلية كيفية إجراء القياسات الطولية لقطعة ما باستخدام شاشة الجهاز وقراءات الميكرومتر.

•بين خطوات قياس زاوية معينة لجسم ما بواسطة جهاز الإسقاط الضوئي وكيف يتم استخراج القيمة النهائية للزاوية.

•ما هي فائدة عتلة ضبط البؤرة في جهاز الإسقاط الضوئي ومتى يتم استخدامها أثناء عملية القياس؟

•قارن بين طريقة قياس الأبعاد الطولية وطريقة قياس الزوايا على شاشة جهاز الإسقاط الضوئي من حيث المحاور والقراءات المأخوذة.

الأسبوع الثامن: البرادة

الاختبار القبلي

- ما المقصود بعملية البرادة وما اسم الرايش الصغير الناتج عنها؟
- وضح الفرق بين مشوار القطع ومشوار الرجوع من حيث حركة المبرد واتجاه الضغط.
- ما هي المادة الأساسية التي تُصنع منها الملزمة وما الشروط الواجب مراعاتها عند تثبيت مشغولات ذات معدن طري بين فكيها؟
- ما العوامل الأساسية التي تُتخذ كمواصفات لقياس وتحديد المبرد؟
- قارن بين الأسطح التي يُستخدم في برادتها المبرد المستوي والمبرد المثلث ومبرد السكينة.
- ما هي أنواع أشكال أسنان المبرد الخمسة المذكورة في النص؟
- اذكر أربعة أنواع من مكائن البرادة الآلية والمبارد المستخدمة معها

البرادة :

من العمليات اليدوية القديمة المهمة و التي مارسها الانسان ، و قد اخذت في التطور شانها شان بقية العمليات الاخرى ، و عملية البرادة عبارة عن ازالة اجزاء من الشغلة المراد بردها و تكون هذه الاجزاء على شكل رايش صغير يعرف بالبراد .

و يستخدم المبرد في عملية البرادة و هو عبارة عن آلة للقطع ، يحتوي على اسنان تشبه الاجنات في تركيبها ، مرتبة بنظام خاص يساعد على سوية السطح .

تجري عملية البرادة اليدوية بتحريك المبرد حركة خطية ترددية و يكون الضغط عليه عند الدفع للامام (مشوار القطع) ثم سحبه الاى الوراء دون ضغط (مشوار الرجوع) ، و تتجمع البرادة في الفراغات بين الحدود القاطعة للاسنان ، ومن ثم تأخذ طريقها الى حافات الشغلة و بتكرار العملية هذه يزال قسم من معدن الـ ، على هذه الحركة حركة التغذية . كما في الشكل

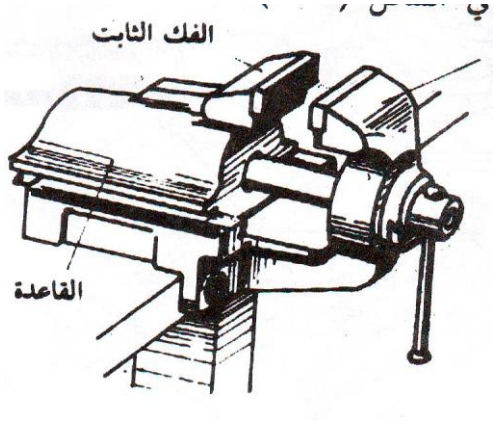
شكل (6 - 2)
عملية القطع

تستخدم عملية البرادة للحصول على اسطح ممستوية او متوازية و مائلة و كذلك تستعمل لتشكيل الاجسام المنتظمة و غير المنتظمة ، وفي الحصول على ابعاد و قياسات دقيقة و لجميع الاجزاء ، و البرادة ضرورية في الوحدات الانتاجية الصغيرة الخاصة بالصيانة هذا بالاضافة الى استعمالاتها في عمل القوالب ، و يوضح الشكل امثلة لقوالب صنعت بعملية البرادة .

و تتم عملية البرادة اما بطرق يدوية بالاستعانة بملازم او بملازم تثبت عادة على مناضد خاصة كما في الشكل و اما بطريقة آلية باستخدام مكائن البرادة الخاصة و يوضح الشكل طريقة مسك المبرد .

الملزمة :

تصنع الملزمة (المنجلة) من الحديد الزر او الصلب المسبوك و يتحدد مقاسها بعرض فكيها الذي يتراوح من 200_50 ملم . و الفكان احدهما ثابت و الاخر متحرك و كلا الفكين يصنع من الصلب المقسى و هما متوازيان و سطحاهما الملاصقان للشغلة خشنان ليكون التثبيت جيدا . كما في الشكل .



بالاضافة الى هذه الملزمة (المنجلة) فانه توجد مناجل يدوية صغيرة عندما يلزم مسكها باليد و ايضا توجد مناجل الالآت و التي يمكن ربطها على منضدة الآت التشغيل . كما في الشكل .

عند تثبيت المشغولات التي تكون من معدن طري او التي تم تشطيب سطوحها التي تلامس سطحي فكي المنجلة تستخدم رقائق من مادة طرية مثل النحاس او الالمنيوم او الصلب الطري توضع بين سطحي الفكين و سطحي الشغلة لحماية – الشغلة من الخدش و ايضا لتحسين التثبيت .

و عند تثبيت النجلة على حافة المنضدة يراعى ان يكون حدها الاعلى مرتفعا عن ارتفاع كوع العامل بمقدار 8_5 سم و اذا كانت المنجلة مرتفعة عن ذلك فيجب ان يقف العامل على قواعد خشبية توضع ارض المعمل اما اذا كانت منخفضة فيمكن وضع قطعة خشبية متينة تحتها . و بصورة عامة فان وضع يد و ذراع و جسم العامل اثناء العمل و كذلك ارتفاع مكان العمل له تأثير كبير على جودة و سرعة و الاداء ، حيث يؤدي الوضع غير المناسب اثناء العمل الى بذل مجهود اكبر من اللازم مما يؤدي الى التعب المبكر و بالتالي الى تقليل الانتاج و الجودة .

تحتاج عملية البرادة الى منضدة تحتوي على ملزمة و درج لحفظ الادوات كما في الشكل .

منضدة البرادة و تنظيم ادوات البرادة :

توضع العدد و الادوات التي تستعمل فقط على المنضدة . و يجب وضعها في الجهة اليمنى للملزمة بحيث لا تخرج نهاياتها من المنضدة ، و توضع ادوات القياس في نهخاية العدة من الجهة اليسرى من الملزمة لوضع القطع المراد برادتها و تشكيلها ، و يقسم درج المنضدة الى قسمين الاعلى لادوات القياس و الاسفل للعدة فقط .

الطريقة الصحيحة للبرادة :

1.يجي ان يستند ثقل الجسم على القدم الايسر ، و الساق اليمنى تبقى مستقية و الاقدام ثابتة .

2.يكون البرد على طول المبرد .

3.حركة البرادة تتم بحركة الاذرع و الجسم .

4.لتحريك المبرد بصورة مستقيمة يجب الضغط على على طرفي المبرد بصورة متساوية .

5.سرعة البرد تتراوح 55_45 مشوارا في الدقيقة .

اساليب البرادة :

أ.البرادة الطولية :

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

ب.البرادة العرضية :

و بها يمسك المبرد بطرفيه على الشغلة بصورة عرضية و ينتج من ذلك نعومة اكثر من البرادة الطولية و خصوصا اذا اختير مبرد مناسب للشغلة .

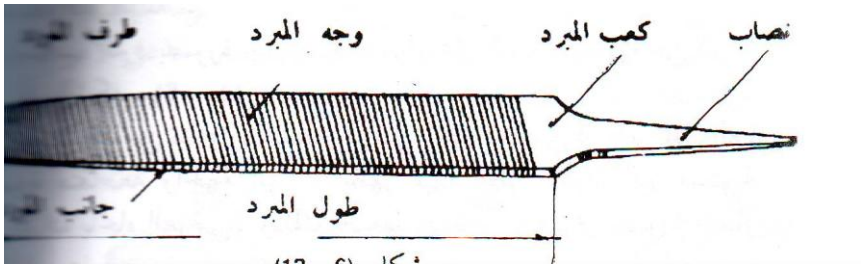
ج.البرادة المائلة :

يسحب المبرد بصورة جانبية للحصول على كمية متساوية من الرايش كما في الشكل .

عند التأكد من تساوي السطح نبرد في اتجاه معاكس في ظهر ظل البرادة بصورة متقاطعة و الجهة التي لم يظهر فيها الظل تكون غير متساوية .

المبارد:-

تصنع المبارد بأشكال وأنواع كثيرة ومقاسات مختلفة لتناسب عملية التشغيل المطلوبة منحيث شكل السطح المراد برده ودرجة صلادته ودرجة النعومة المطلوبة ويبين الشكل اجزاء المبرد.

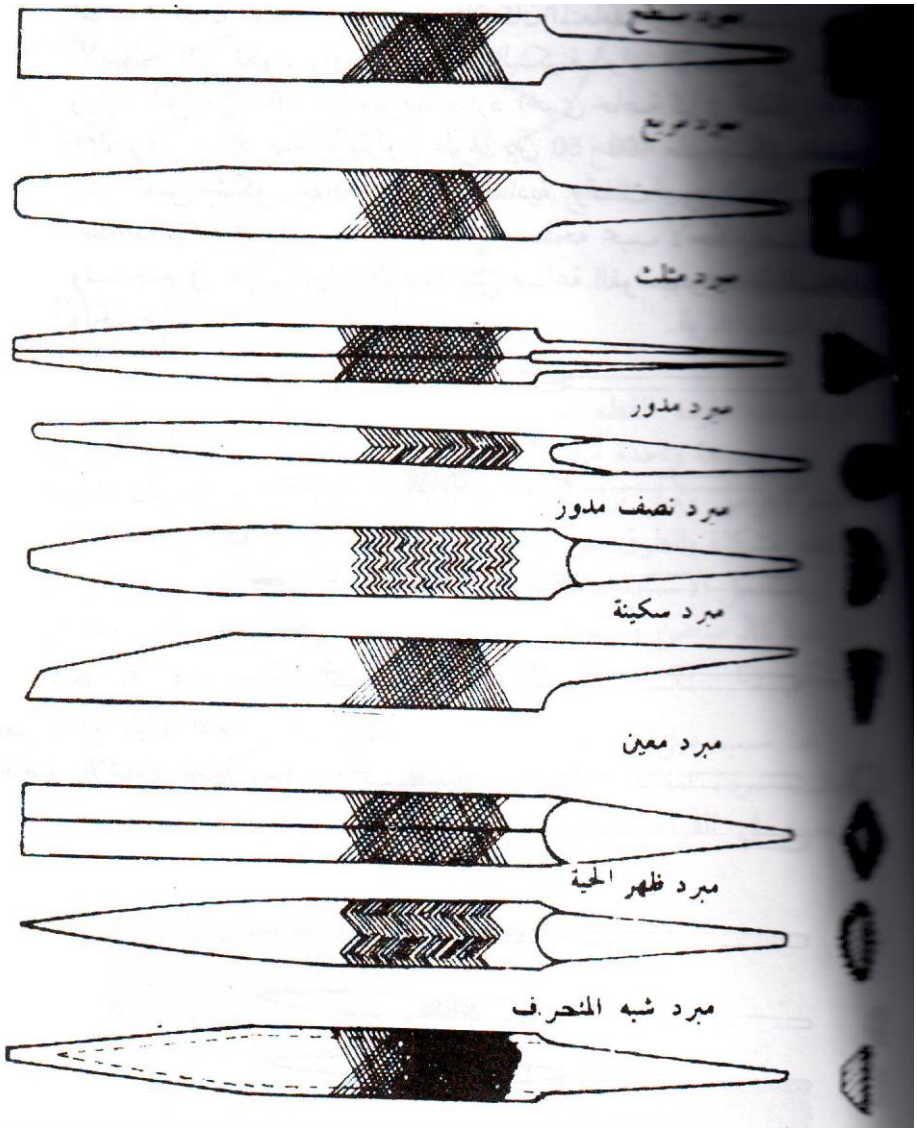


وتتخذ مواصفات المبرد كالآتي :

1-طول المبرد:والمقصود طول الجزء الذي به الأسنان .وتنتج المبارد بأطوال مختلفة تتراوح من (80-450)ملم اما النصاب فهو جزءالذي يثبت به المقبض الخشبي .

2-شكل المقطع :

من ناحية الشكل يوجد المبرد المستوي والستدير ونصف المستديروالمربع والمثلث ومبرد السكينة:



البرادة باتجاه العرض ، وذلك بضغط المبرد من الجهتين بصورة متساوية نحصل على برادة ناعمة .

و يستخدم المبرد المستوي في تسوية الاسطح المستوية و في الاعمال العامة مثل ازالة النتوؤات من طرف الشغلة بالمبرد اما المبرد المستديرو النصف المستدير فيستخدم في برد الاسطح الاسطوانية و الداخلية و المنحنية بحيث يكون نصف قطره اقل من نصف قطر الفتحة او الاسطح المراد برادتها . اما المبرد المربع فيستخدم في برادة الاركان المتعامدة و المبرد المثلث في برادة الاسطح التي تكون زاوية 60 و مبرد السكينة لبرادة الاسطح التي تكون زاواياه اقل من 60 ،كما و توجد مبارد اخرى خاصة . و هي مبارد صغيرة يتراوح طولها بين 100_50 ملم و شكل مقطعها و هو نفس شكل مقاطع المبارد العادية و تمسك من النصاب اثناء استخدامها و النصاب مستدير الشكل و سطحه محبب لاحكام مسك المبرد و تستخدم في اعمال البرادة الدقيقة مثل صناعة القوالب و صناعة الساعات و الجواهر .

اسنان المبرد :

تقسم اسنان المبرد الى اربعة انواع :

1.اسنان مفردة القطع.

2.اسنان مزدوجة القطع .

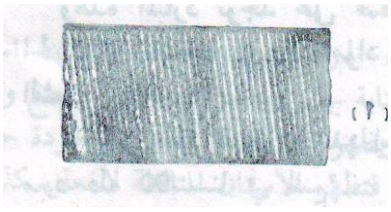
3.اسنان محببة .

4.اسنان منحنية .

5.اسنان ابرية .

1.اسنان مفردة القطع :

و لها مجموعة واحدة من الاسنان
(الحزوز) متوازية على سطح المبرد في اتجاه العرض و تميل بزاوية 80_60 و هذه الاسنان المفردة القطع مشكلة بالطرق على جسم المبرد بالاجنة كما في الشكل .



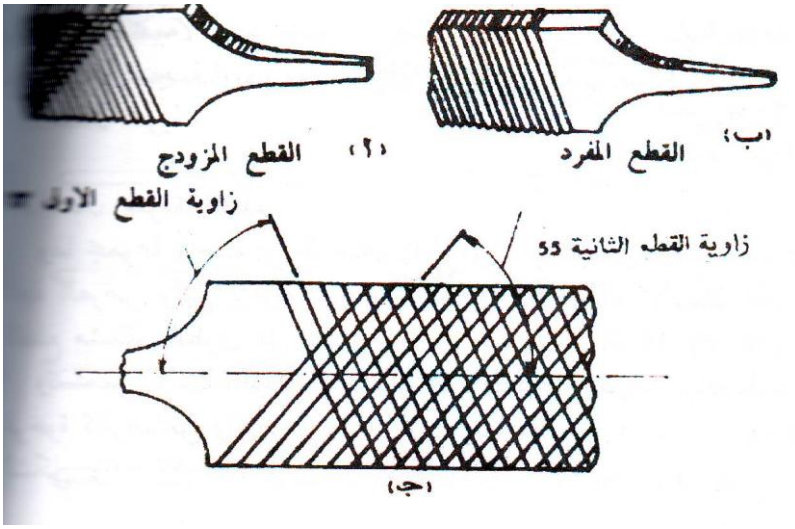
وتستعمل الاسنان المبينة في الشكل في عمليات برادة المواد الرخوة كالرصاص والقصدير .....الخ ، بينما تستعمل الاسنان المبينة في الشكل في القطع المواد الصلدة كالصلب .

اما سبب ميل الاسنان فهو لكي يتمكن الرايش من الانزلاق الى جانب المبرد ، اما اذا كانت الاسنان عمودية على محور المبرد فان الرايش يتجمع في الفراغات بينها فتصعب عملية البرادة .

2.اسنان مزدوجة القطع :

وهي كما في الشكل لها مجموعتان متوازيتان من الاسنان (الحزوز)

تقاطعت فيما بينها ونتيجة لتقاطع الاسنان ينتج عدد اكبر من حدود القطع يمكنها من برادة المواد الصلبة كالصلب والنحاس وتميل احدى المجموعتين بزاوية 55درجة مع محور المبرد وتميل الاخرى70درجة ، والامر الذي يجعل الاسنان مرتبة خلف بعضها بنظام خاص بحيث يمكن كل واحدة من الاسنان ازالة جزء من المعدن الذي لم يزل بواسطة الاسنان السابقة كما في الشكل .



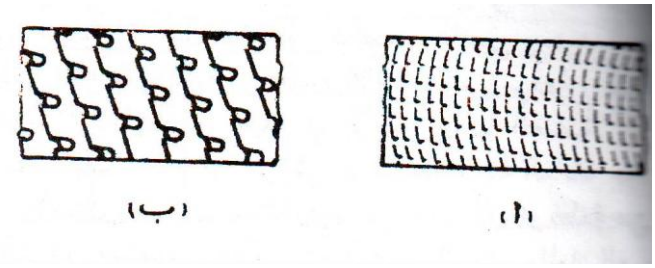
3.اسنان محببة :

و هذه المبارد توجد على صفيحتها اسنان على شكل نتوؤات حادة الحواف ، تستخدم في برادة مواد العمل اللينة مثل الخشب و الجلد ، كما في الشكل

و اخشن مبرد محبب له عدة اسنان 4_3 اسنان في السنتمتر المربع ، اما انعم مبرد فله 90 سنا في السنتمتر المربع .

4.اسنان منحنية :

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



العناية بالمبارد :

ان عمر الحدود القاطعة لاسنان المبرد تكون قصيرة جدا ان اسئ اختيارها ، او استعمالها او قصر في العناية بها ، و يعجز المبرد عن القطع و تقل كفائته عند تآكل قمم الاسنان فيه و يظهر هذا التآكل للعين المجردة حيث ينعكس الضوء على سطح وجه المبرد فتظهر الاسنان المتآكلة لامعة ، كذلك يعجز المبرد عن القطع ان امتلأت الفراغات الواقعة بين اسنانه بالرايش او بالمواد الغريبة ، و لاينشأ تلف المبرد من سوء الاستعمال فحسب ، و انما قد يرجع سبب التلف الى تعرض قمم ، اسنان المبرد للكسر ، او للتأكسد نتيجة الاهمال في الحفاظ عليه ، و فيما يلي بعض الاعتبارات الواجب مراعاتها للمحافظه على جودة المبرد :

اولا: العناية بالمبرد عند استعماله :

أ. تستعمل المبارد الجديدة في تسوية سطوح المعادن الرخوة نسبيا السهلة القطع ، كالالمنيوم و النحاس الحمر و الاصفر و الحديد و الصلب اللين .

ب. تستعمل المبارد الجديدة في تشغيل السطوح العريضة الواسعة ، و المبارد القديمة في تشغيل السطوح الضيقة .

ج. يجب ان لا تستعمل المبارد الجديدة في تشغيل اسطح المصبوبات التي تنضف جيدا حتى لاتتعرض الاسنان للتآكل السريع نتيجة احتكاكها بحبيبات الرمل التي قد تكون عالقة باسطح المصبوبات .

د. تستعمل المبارد – بعد تشغيلها لمدة مناسبة في برادة المعادن الرخوة – في تسوية سطوح المعادن الصلدة ، كالصلب المقسى و حديد الزهر المقسى ، و بذلك يمكن الاستفادة من حدود الاسنان و هي مرهفة في تشغيل المعادن الرخوة ، و بعد تآكلها قليلا في برادة المعادن الصلدة .

ه. يجب تنظيف المبارد من الرايش او المواد الغريبة العالقة بها ، المحشورة بين الاسنان باستعمال سلك رفيع من معدن لين او قطعة من الصفيح ، و ذلك قبل استعمالها ، ويمكن منع التصاق الرايش و المواد الغريبة و تعلقها بالمبرد بواسطة دهانه - قبل الاستعمال – بطبقة رقيقة من الزيت ، و يستعمل زيت النفط او البارفين قبل برادة الامنيوم لمنع تعلق الرايش باسنان المبرد اثناء تشغيله .

و. بمجرد انتهاء استعمال المبرد يجب تنظيف اسنانه بفرشه خاصة من السلك ، ثم تغطيته بطبقة رقيقة من الزيت لحمايته من الصدأ .

ثانيا : العناية بالمبرد عند تخزينه :

أ. يجب ان لاتكدس المبارد في صناديق او اوعية دون ترتيب ، حتى لا تتعرض اسنانها 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 طويلة تحفظ في البارد في الملح او الطفل (clay) اذا يتسير لفها بالورق المناسب .

عدد الاسنان في وحدة الطول :

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

انتاج المبارد :

المبارد عادة تصنع من الصلب الكاربوني غير المسبوك ، نسبة الكاربون حوالي 1.25 % تطرق القطعة على الساخن الى شكل المبرد التقريبي ثم تخمر القطعة لخفض الصلادة و لمجانسة القوام (النصاب) بالتفريز و التجليخ ، بعد ذلك تقطع الاسنان بواسطة اجنات تتحرك حركة ترددية سريعة لتحدث طرقات متعاقبة فب المبرد الخام الذي يتحرك طوليا .

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

و لتنظيف المبارد يسلط عليها تيار رملي ثم يعاد تسخين النصاب لتلينه ثم تجري – اختبارات عليها قبل تزييتها لحمايتها من الصدأ .

البرادة الآلية :

تجري عملية البرادة الآلية بواسطة مكائن البرادة و هي كثيرة متعددة الانواع و ذلك حسب متطلبات العمل ، منها ماكنة برادة بالقرص الدوار ، و ماكنة البرادة الترددية ، و ماكنة البرادة ذات الشريط .

ماكنة البرادة بالقرص الدوار :

و تستعمل ماكنة البرادة بالقرص الدوار في اغلب الاحيان في تشغيل السطوح الخارجية ، و يمكن فيها استعمال اقراص برادة متعددة الانقاع ، و تتراوح سرعة الدوران لهذا النوع من الماكنات بين (300_100 لفة في الدقيقة .

و يبين الشكل نماذج من الاقراص المستعملة في مكائن البرادة بالقرص بين 300_50 ملم ومن الممكن استعمال هذه الاقراص على المخرطة .

مكائن البرادة الترددية :

تستعمل في تشغيل السطوح الداخلية و الخارجية على السواء و بخاصة في تشغيل العدد و القوالب و غيرها من وسائل الانتاج ، و يتراوح عدد الاشواط الفعالة في هذا النوع من المكائن (50_350) شوط فعالا (أي عملية القطع) في الدقيقة و يبين الشكل ماكنة برادة ترددية ، كما يبين الشكل نماذج من المبارد المستعملة في مكائن البرادة الترددية .

ماكنة البرادة ذات الشريط :

تستخدم ماكنة البرادة ذات الشريط ، سلسلة من المبارد تقوم بنفس المهام المنوطة بماكنة الباردة الترددية الا انها تفوقها في سرعة القطع و يمكن ضبط سرعة القطع في هذه الماكنة في المجال من حوالي 10 امتار في الدقيقة حتى 100 متر في الدقيقة .

و يبين الشكل امثلة من المبارد المستعملة في مكائن البرادة الشريطية حيث تثبت هذه على سلسلة حاملة كمافي الشكل و هذه السلسلة تدور حول دائرتين مثبتتين اعلى و اسفل الماكنة و يصل طول قطعة الممبرد المثبته في السلسلة الى حوالي 80 ملم .

المبارد الدوارة :

تركب هذه المبارد في العدد اليدويوة التي تدار بالكهرباء او بالهواء المضغوط و تنتتهي هذه المبارد بعمود اسطواني مستقيم يجري تثبيته في العدة التي تبعث في الحركة الدورانية ، و يتراوح طول المبرد بين 30_15 ملم و يمكن 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 و المثاقب بجانب العدد المدارة بالقدرة . ة تتخذ رؤوس المبارد المبارد اشكالا عدة منها الاسطواني و المخروطي ة الكروي و البيضوي و المقعر و غيرها .

رموز السطح :

هناك رموز تستخد لتحديد نعومة و جودة تشغيل السطوح حيث توضع علامات خاصة تشير الى نعومة و جودة السطح و هذه الرموز و حسب المواصفات الدولية ISO 1302 لعام 1978 . كما يلي :

1. الرمز الاساسي :

يتكون منمن ضلعين مختلفي الطول الطول يميلان بزاوية 60 على السطح المطلوب . لوحدة لا يعني شيء بل يضاف اليه بعض العلامات وكما سيأتي ذكره :

2. رمز التشغيل :

اذا كان تشغيل السطح بازالة معدن فيضاف خط افقي للرمز الاساسي .

3. رمز منع التشغيل :

اذا كان لا يجوز تشغيل السطح بازالة معدن تضاف دائرة للرمز الاساسي . وكما يمكن استخدامه للشغلات المطلوب الابقاء على سطحها الناتج من عملية تصنيع سابقة مهما كان نوعها .

4. رمز بيان مواصفات خاصة :

اذا اريد اضافة بعض المواصفا الخاصة للسطح يضاف خط افقي للضلع الطويل في الرمز الاساس .

بيانات مضافة للرموز المستخدمة :

1. تضاف الارقام المميزة لخشونة السطوح للرموز السابقة كما يلي :

خشونة السطح بمقدار (a) يمكن الحصول عليه باي طريقة تصنيع .

خشونة السطح بمقدار (a) يجب الحصول عليها بقطع المعدن .

خشونة السطح بمقدار (a) يجب الحصول عليها بدون قطع المعدن .

و قد يذكرتحديد اعلى و ادنى قيمة للخشونة فتكتب على الرمز كما يلي :

1. a يعني الحد الاعلى للخشونة

2. a يعني الحد الادنى للخشونة

و لغرض تفادي سوء الفهم الذي قد يحصل من استعمال الارقام المجردة للخشونة حيث يمكن ان تكون بالمكرومتر او المكرو انج تستعمل الرموز من من N1 الى N12 المبينة في الجدول .

المبارد عادة تصنع من الصلب الكاربوني غير المسبوك ، نسبة الكاربون حوالي 1.25 % تطرق القطعة على الساخن الى شكل المبرد التقريبي ثم تخمر القطعة لخفض الصلادة و لمجانسة القوام (النصاب) بالتفريز و التجليخ ، بعد ذلك تقطع الاسنان بواسطة اجنات تتحرك حركة ترددية سريعة لتحدث طرقات متعاقبة فب المبرد الخام الذي يتحرك طوليا .

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

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

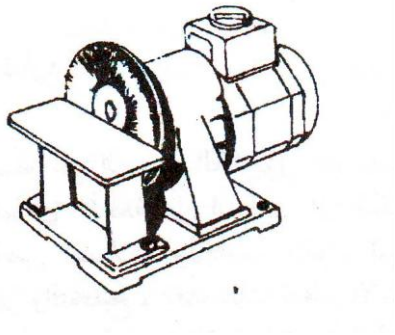
البرادة الآلية :

تجري عملية البرادة الآلية بواسطة مكائن البرادة و هي كثيرة متعددة الانواع و ذلك حسب متطلبات العمل ، منها ماكنة برادة بالقرص الدوار ، و ماكنة البرادة الترددية ، و ماكنة البرادة ذات الشريط .

ماكنة البرادة بالقرص الدوار :

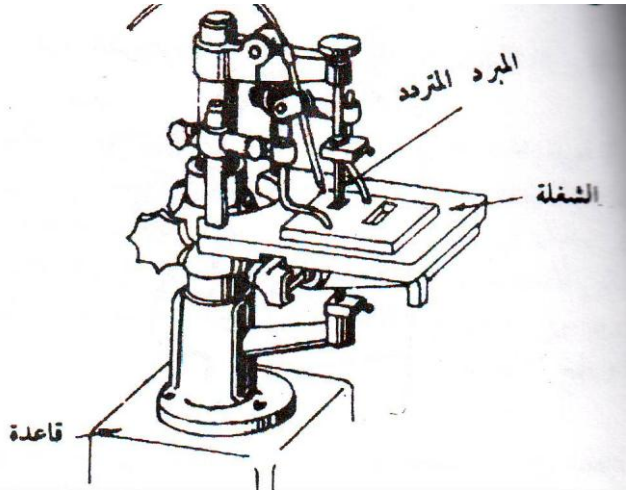
و تستعمل ماكنة البرادة بالقرص الدوار في اغلب الاحيان في تشغيل السطوح الخارجية ، و يمكن فيها استعمال اقراص برادة متعددة الانقاع ، و تتراوح سرعة الدوران لهذا النوع من الماكنات بين (300_100 لفة في الدقيقة .

نماذج من الاقراص المستعملة في مكائن البرادة بالقرص بين 300_50 ملم ومن الممكن استعمال هذه الاقراص على المخرطة .



مكائن البرادة الترددية :

تستعمل في تشغيل السطوح الداخلية و الخارجية على السواء و بخاصة في تشغيل العدد و القوالب و غيرها من وسائل الانتاج ، و يتراوح عدد الاشواط الفعالة في هذا النوع من المكائن (50_350) شوط فعالا (أي عملية القطع) في الدقيقة و يبين الشكل ماكنة برادة ترددية ، كما يبين الشكل نماذج من المبارد المستعملة في مكائن البرادة الترددية .



ماكنة البرادة ذات الشريط :

تستخدم ماكنة البرادة ذات الشريط ، سلسلة من المبارد تقوم بنفس المهام المنوطة بماكنة الباردة الترددية الا انها تفوقها في سرعة القطع و يمكن ضبط سرعة القطع في هذه الماكنة في المجال من حوالي 10 امتار في الدقيقة حتى 100 متر في الدقيقة .

و يبين الشكل امثلة من المبارد المستعملة في مكائن البرادة الشريطية حيث تثبت هذه على سلسلة حاملة كمافي الشكل و هذه السلسلة تدور حول دائرتين مثبتتين اعلى و اسفل الماكنة و يصل طول قطعة الممبرد المثبته في السلسلة الى حوالي 80 ملم .

المبارد الدوارة :

تركب هذه المبارد في العدد اليدويوة التي تدار بالكهرباء او بالهواء المضغوط و تنتتهي هذه المبارد بعمود اسطواني مستقيم يجري تثبيته في العدة التي تبعث في الحركة الدورانية ، و يتراوح طول المبرد بين 30_15 ملم و يمكن 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 و المثاقب بجانب العدد المدارة بالقدرة . ة تتخذ رؤوس المبارد المبارد اشكالا عدة منها الاسطواني و المخروطي ة الكروي و البيضوي و المقعر و غيرها .

الاختبار البعدي

•علل سبب ميل الأسنان مفردة القطع بزاوية معينة على سطح المبرد بدلاً من كونها عمودية.

•اشرح بالتفصيل طريقة العناية بالمبارد عند الاستعمال وعند التخزين للحفاظ على سلامة أسنانها من الكسر والتآكل والصدأ.

•وضح خطوات ومراحل تصنيع وإنتاج المبارد بدءاً من صلب الكربون غير المسبوك وحتى اختبارها وتزييتها.

•قارن بين البرادة الطولية والبرادة العرضية والبرادة المائلة من حيث حركة المبرد ونعومة السطح الناتج.

•اشرح كيفية الاستدلال على عدم تساوي السطح باستخدام طريقة ظل البرادة والمبرد المعاكس.

•وضح دلالات الرموز الأساسية الخاصة بنعومة وجودة تشغيل السطوح وفق المواصفات الدولية عند إضافة الخط الأفقي أو الدائرة للرمز الأساسي.

الأسبوع التاسع

النشر

اختبار القبلي

•ما المقصود بعملية النشر وما الفرق بين مشوار القطع ومشوار الرجوع عند استخدام المنشار اليدوي؟

•اذكر المادتين الأساسيتين اللتين يُصنع منهما سلاح المنشار وما الميزة التي تفضل صلب السرعات العالية؟

•ما هي زوايا القطع الثلاث المكونة لسلاح المنشار اليدوي وما هي القيم التقديرية لها؟

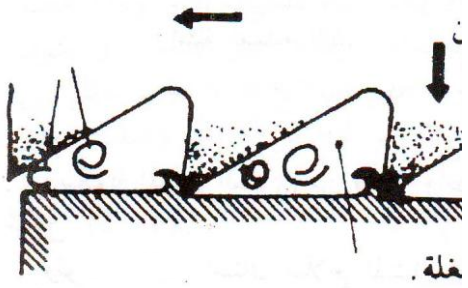
•ما هو التأثير الناتج عن ميل الأجنة بميل خفيف جداً أو بميل كبير على سطح الشغلة؟

•اذكر خمسة أنواع رئيسية للأجنات من حيث الشكل والاستخدام.

•ما هي المادة الأساسية التي تُصنع منها الأجنات وما هي خطوات المعاملة الحرارية وتشكيل حد القطع فيها؟

عملية النشر :

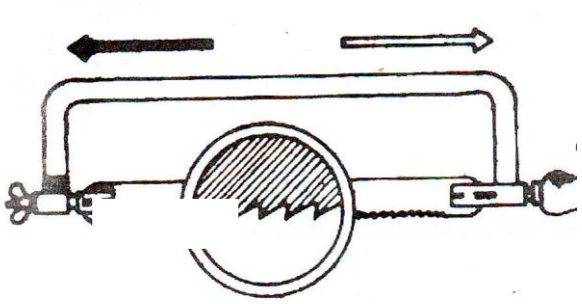
وهي عملية فصل الاجزاء عن بعضها بازالة المعدن من الحيز الضيق الذي يجري فيه المنشار ، وتعتمد عملية النشر اليدوي على القوة العضلية للعامل مع مراعاة قيادة سلاح تلمنشار في مستوى ثابت والضغط على السلاح اثناء الحركة الامامية له كما في الشكل



حيث تقوم اسنان المنشار بازالة المعدن على هيئة رايش (او شظايا صغيرة).

ويزال الضغط في مشوار الرجوع بدون رفع المنشار وتصدر حركة المشار من الذراعي ويساعدها حركة مناسبة من الجسم وهذا يتطلب وضعا وبعدا صحيحين للجسم من الشغلة .وتتم عملية النشر بطريقتين ، اما بطريقة يدوية كاستعمال المناشر اليدوية ، او بطريقة اليةويستخدم النشر في قطع الاعمدة والقضبان وعمل مجار وفتحات بالشغلة ، وكذلك لفصلالاجزاءالزائدة ، بعد تحديد مكان النشر بالتخطيط ، ويوضح الشكل امثلة

لعملية النشر .



ويستخدم المنشار اليدوي في عملية النشر اليدوية والذي يتعدد بانواعه وذلك تبعا لاستعمالاته .

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 :

أ-منشار الضبط الذي يستعمل لسلاح مختلف القياسات .

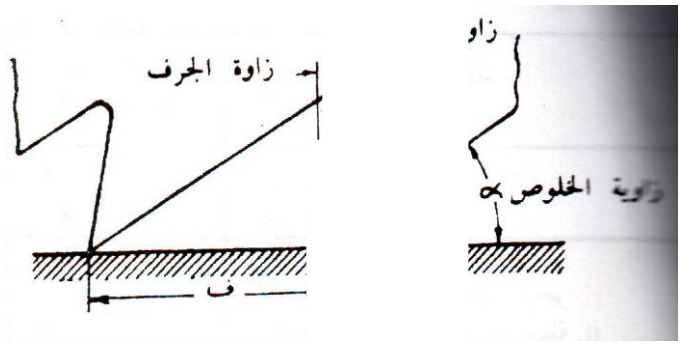
ب-الثابت ، ويختار نوع سلاح المنشار على حسب المادة التي تنشر وكذلك على حسب نوع القطع وجودته، ويتراوح طول سلاح المنشاربين 300 و450 ملم والعرض بين (16-25)ملم والسمك 0,8 ملم تقريبا .

ويصنع سلاح المنشار من الصلب الكربوني ومن سبائك الصلب ومن صلب السرعات العالية (مع التنكستن او المولبيديوم) والاخيرة افضل من اسلحة الامنشار 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 وهذا تقلل من احتمال كسره . ويستخدم النوع الاول في نشر النحاس الاصفر وصلب العدة وحديد الزهر والمقاطع الكبيرة من الصلب الطري ، اما النوع الثاني فيستخدم في في قطع المواسير والنحاس والالمنيوم.

<u>زوايا القطع لسلاح المنشار اليدوي :</u>

يلاحظ في الشكل زوايا القطع لسلاح المنشار اليدوي وفيه زاوية الخلوص وزاوية العدة وزاوية الجرف .



يتوقف اختيا قيمة هذه الزوايا على نوع المادة المقطوعة ، وجودة القطع واسنانم سلاح المنشار الاعتيادي فيها زاوية للخلوص ( ) وزاوية العدة ( ) وزاوية الجرف ( ) وتتراوح قيم هذه الزوايا بين :

الخلوص(30درجة -33درجة)

زاوية الجرف (5درجة -7درجة)

زاوية العدة(50درجة – 55درجة)

عدد الاسنان بوحدة الطول :

تتباين اسلحة المناشير اليدوية من حيث عدد الاسنان بكل وحدة طولية ، ويمكن تقسيم الاسلحة فيما يختص بهذه الصفة الى انواع ثلاثة نبينها فيما يلي :

وهذا وقد يتحتم في بعض الاحيان الاسلحة ذات الاسنان الدقيقة لقطع المعادن الرخوة ، وذلك عندما تكون المشغولات على هيئة الواح رقيقة او انابيب رفيعة الجدران .

طريقة استعمال المنشار اليدوي :

يمسك المقبض باليد اليمنى وراس اطار المنشار باليد اليسرى ويكون المشوار على طول السلاح .

القطع يتم عند الدفع ، يجب عدم الضغط عند رجوع المنشار ورفعه فليلا الى الاعلى ولا يجوز الضغط يقوة كبيرة على المنشار لان ذلك يسبب كسر الاسنان او السلاح نفسه اذا كانت القطعة سميكة ووصل ظهر اطار المنشار لها فيجب وضع الاطار بصورة افقية وتكملة النشر وكذلك تمم علية النشر بطريقة الية باستعمال مكائن النشر المختلفة ، وتشمل المكائن النشر الترددية ، ومكائن النشر بالشريط ، ومكائن النشر بالقرص المستدير ،. ويجب استعمال وسائل الوقاية لتامين سلامة العامل عند استعمال مكائن النشر المختلفة ، وذلك يمنع تعرض يديه لسلاح المنشار اثناء تشغيل الماكنة

وتكون مقاسات النشر في المجالات الاتية :

ا)للاقراص ذات الاسنان الدقيقة (1) :

قطر القرص :(20-315)ملم

سمك القرص: (0.2-6)ملم

ب)للاقراص ذات الاسنان الخشنة (2):

قطر القرص:(50-315) ملم

سمك القرص : (0.5-6) ملم

ج)الاقراص ذات القطع المسننة (3) :

قطر القرص : (250-3000)ملم

سمك القرص : (28- 30) ملم

وتستخدم هذه الاقراص الاخيرة في نشر القطع الكبيرة على البارد وتتخذ اسنان اسلحة المنشار القرصية عدة اشكال نبين بعضا منها في الشكل ( ) وتتخذ قيم زوايا القطع (، ،) والخطوة حسب نوع المادة المطلوب قطعها وقدرة القطع ، ويوضح الشكل ثلاثة انواع هي (ا) الاسنان المستقيمة (ب) الاسنان المقوسة (ج) الاسنان المقوسة ذات الطرف المجلخ .

ونبين فيما يلي زوايا الجرف ومجال الاستعمال اهذه الانواع الثلاثة :

	مجال الاستعمال
لاسنان المقوسة ب) و (ج)	

1درجة	نشر صلب المكنات العادي وحديد الزهر الرخو ، والمعادن غير الحديدية	
درجة	نشر المواد الصلدة بوجه خاص	
2درجة	نشر المواد الرخوة ، والمطلية بوجه خاص	

المعادن وتكون مقاساته عند نشر القطع الصغيرة والمتوسطة على الشكل التالي .

طول السلاح : (300-700) ملم

عرض السلاح : (20-60) ملم

سمك السلاح : (0.8-2.5) ملم

خطوة السن : (1.8- 4) ملم

عملية التاجين :

يعتبر القطع بالاجنة من العمليات اليدوية المالوفة ، وهي عملية تشغيل يزال فيها المعدن باستعمال الاجنة ، وهي عدة مشكلة على هيئة خابور حاد الطرف يقوم بعملية القطع بتسليط قوة عليه , ويتم ذلك باستعمال القوة العضلية بمطرقة يدوية , واما باستعمال مطرقة تسليط الية ، وتستعمل عمليات القطع بالاجنة اما لفصل الاجزاء عن بعضها كقطع الصفيح الشكل ( ) واما لازالة جزء من الجسم الجاري تشغيله وتنظيف المسبوكات.

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

انواع اقلام التاجين وزواياها :

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

ويجب ان تمال الاجنة ميلا ناسبا بالنسبة للشغلة وان تكون زاوية الخلوص ( ) بمقدار حيث تؤدي الى سمك منتظم للرايش ، اذ انه عندما تمال الاجنة ميلا خفيفا على سطح الشغلة تنزلق عليه الى اعلى ، اما اذا كان الميل كبيرا توغلت العدة في الشغلة ، لذا يجب اختيار الزوايا الصحيحة في عملية القطع بالاجنة ،

زوايا اقلام الاجنة المعتادة تتراوح بين (30 - 80 درجة)، والشكل ( ) يوضح زوايا اقلام التاجين .

وفيما يلي جدول لزوايا اقلام التاجين ودرجات الحرارة المرتفعة .

المعدن المقطوع	زاوية الاجنة	درجة حرارة المراجعة	الملاحظات
صلب مسبوك	65 - 70	230 درجة مئوية	تختلف زاوية الخلوص التي يقدرها موضع وميل الاجنة حسب المعدن بين 3 الى 10
الزهر	60	230 درجة مئوية	
حديد او صلب طري	50 - 55	240 درجة مئوية	
نحاس اصفر			
نحاس احمر	50	280 درجة مئوية	
المنيوم	45	280 درجة مئوية	
	30	280 درجة مئوية	

وتكون زوايا القطع بصورة عامة كالاتي :

( ) زاوية الخلوص = 10 درجة

( ) زاوية الجرف = 20 درجة

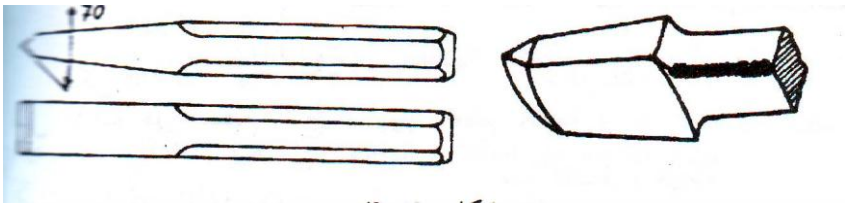
( ) زاوية العدة = 60 درجة

(+) زاوية القطع = 70 درجة

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

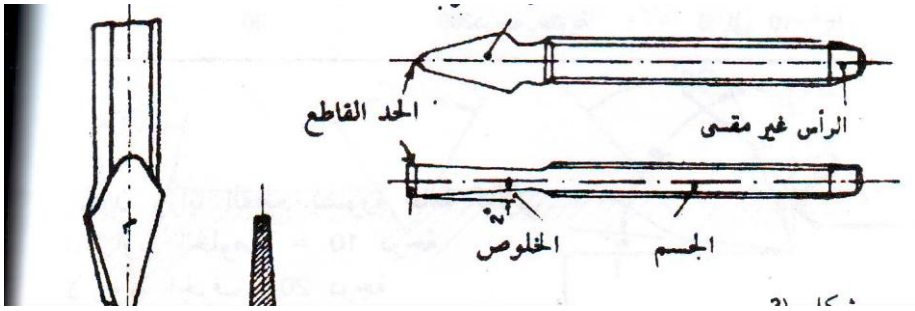
ا-الاجنة المستوية (العريضة) :

وهي اجنة ذات حد قطع عريض ويستحسن ان يكون منحنيا خاصة عند طرفيه ، وذلك لتجنب غوص الحد في المعدن اثناء عملية القطع او خدشه ، وتستعمل الاجنة العريضة في تشغيل السطوح المستوية ، وللاغراض العامة ، الشكل.



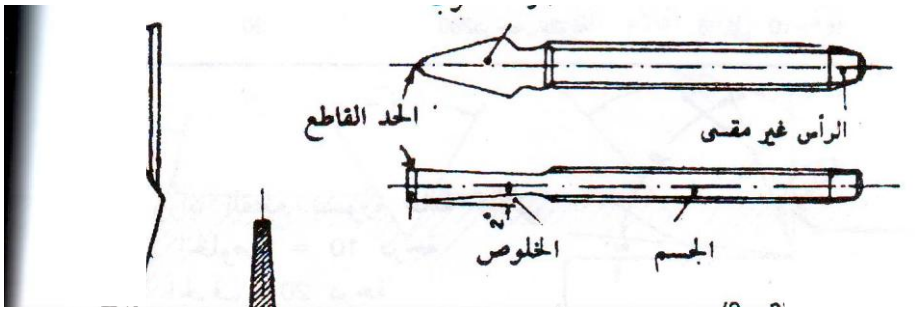
ب- الاجنة الضيقة :

وتستعمل هذه الاجنة في فتح الشقوق (المجاري) الضيقة العرض ، الكبيرة العمق الى حد ما ، ويقل عرض الحد القاطع للاجنة تدريجيا تاركا خلوصا حتى لا تنحشر الاجنة في الشق اثناء عملية القطع ، ويتراوح الحد القاطع عادة بين (3-13)ملم والشكل ( ) يبين لنا النوع من الاجنة واستعمالاتها .



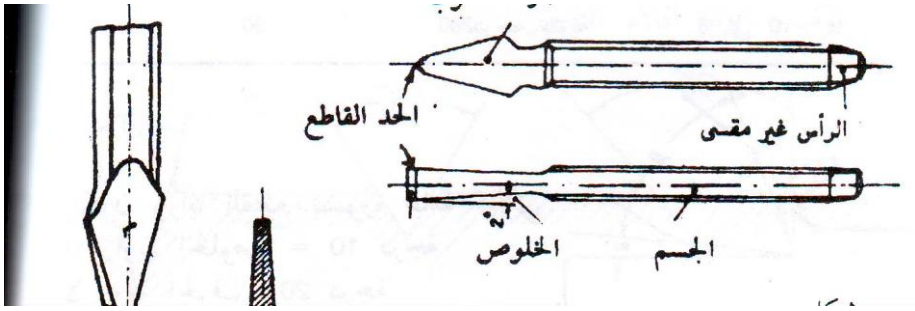
ج-الاجنة المربعة :

وتستعمل في تشغيل اركان الزوايا الداخلية يالتسوية ، زكذلك في القطع المجاري والقنوات ذات الاركان والمجاري ذات السطوح على الشكل (v)كما في الشكل.



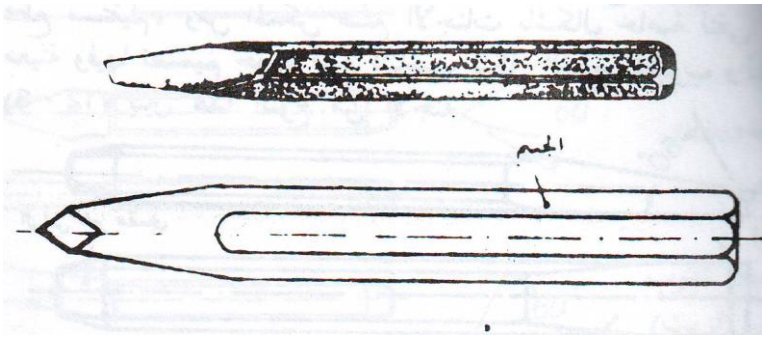
د- الاجنة المدورة الطرف :

تستعمل لقطع المجاري (مجاري زيت الانزلاق) وتعرف هذه الاجنة بقلم الظفر ، والشكل يبين هذا النوع .



ه- اجنة التحديد والقص :

تستعمل هذه الانواع من الاجنة في تحديد المواضع للقطع ولها حد قطع مستقيم ، ومن الممكن صنع الاجنات باشكال خاصة لتفي قطع معينة وفيها تصميم حدود قطع لتناسب شكل القطع المطلوب والشكل هذا النوع من الاجنة .



ويبين الشكل رسوما مفصلة لاهم انواع الاجنات وفيها يظهر بوضوح ان زاوية العدة للغالبية العطمى 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 كالامنيوم والزنك والرصاص الى حوالي (1.5 ملم) .

أ- اجنة مستوية

ب- اجنة بحد مقوس

ج- اجنة بحد نصف مستدير

د- اجنة قص

ه- اجنة ضيقة

و- اجنة ثقوب (مجاري الزيت)

ولا تقتصر الاجنات على تلك المستعملة في قطع المعادن التي ذكرناها وانما هناك اجنات التي تعمل بالهواء المضغوط .,

الاختبار البعدي

•قارن بين سلاح المنشار المقسى بالكامل والسلاح ذي الأسنان المقساة فقط من حيث مكان الاستخدام وقابلية الكسر.

•وضح كيف تتغير زاوية الجرف لأقراص النشر الدائرية (المستقيمة والمقوسة) باختلاف نوع المعدن المقطوع.

•اشرح بالتفصيل طريقة استخدام المنشار اليدوي الصحيحة لمنع كسر الأسنان أو السلاح أثناء النشر.

•وضح كيف تتغير زاوية الأجنة ودرجة حرارة المراجعة باختلاف نوع المعدن المراد قطعه (مثل الصلب المسبوك، النحاس، والألومنيوم).

•علل مع ذكر السبب الفني لكل مما يلي:

- جعل حد القطع في الأجنة المستوية منحنياً عند طرفيه.
- تقليل عرض الحد القاطع للأجنة الضيقة تدريجياً نحو الخلف.

الثقب

الاختبار القبلي:

•ما المقصود بعملية التثقيب وما هي الوظيفة الأساسية لجميع أنواع ماكنات التثقيب؟

•اذكر خمسة أنواع رئيسية من ماكنات التثقيب المذكورة في النص.

•ما هي المواد الأساسية التي تُصنع منها المثاقب وما فائدة تقستيها؟

•ما هي أجزاء المثقاب الحلزوني الأساسية وما فائدة القنوات اللولبية الموجودة في جسمه؟

•ما هي عملية البرغلة وما الهدف الأساسي من استخدامها مقارنة بالمثقاب الاعتيادي؟

•اذكر أجزاء جسم البرغل الرئيسية الثلاثة وعدد أربعة أنواع من البراغل المتوفرة.

الاختبار البعدي

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

ماكنات التثقيب :

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

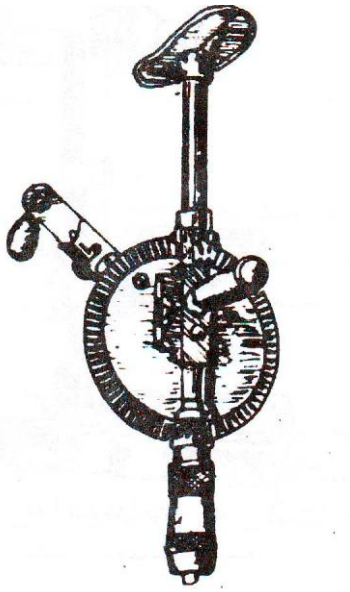
انواع ماكنات التثقيب :

تقسم ماكنات التثقيب الى الانواع الرئيسة التالية :

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

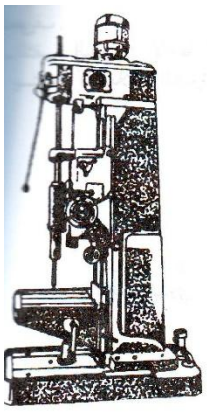
ان وظيفة جميع هذه لانواع من ماكنات التثقيب هو اعطاء المثقاب حركة دورانية وتغذية الى اسفلها لتمكنه من التغلغل داخل المعدن وعمل التجويف .

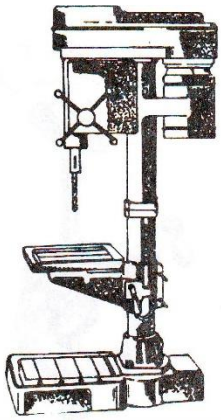
1- المثقب اليدوي :



يستعمل للشغلات الكبيرة الحجم والتي يصعب نقلها الى الورش وهي تكون على انواع متعددة منها التي تعمل بالطريقة الكهربائية ومنها الهوائية التي يشغل بالهواء المضغوط واخرى يدوية .

2-المثقب العمودي البسيط :





يستعمل للشغلات المتوسطة الحجم نسبيا , وتتم التغذية فيها عادة بطريقة اتوماتيكية او بطريقة يدوية وتكون ذات سرع مختلفة .

2- المثقب المنضدي الحساس :

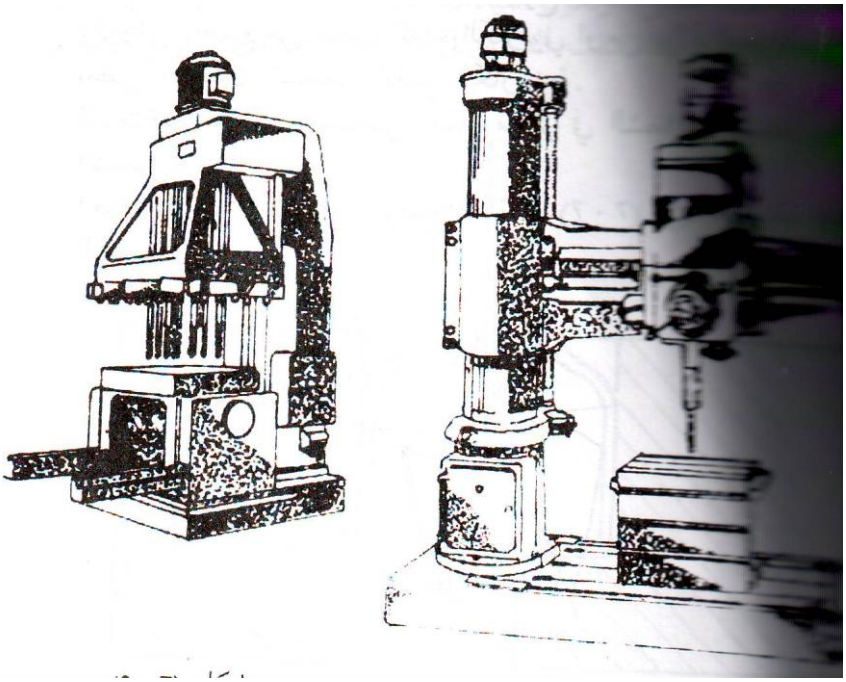
يستعمل للشغلات الخفيفة وذات الاقطار الصغيرة لغاية القطر 12ملم ، وتتم حركة التغذية عادة بتحريك عمود الدوران يدويا الى الاسفل وتكون سرعات القطع في هذه الماكنة محدودة .

4- مثقب الرف :

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

5- المثقب المتعدد المثاقب :

يستعمل هذا المثقب في الانتاج الكبير حيث يصل عدد محاوره الى ثمانية محاور ,وبذلك يمكن القيام بعدة عمليات متتابعة على الشغلة بدن تبديل العدة او سرعة القطع والتطعيم , اما مسند الشغلة فيتحرك الى الاعلى والاسفل فقط .



المثاقب :

المثقب هو اداة قطع التي تقوم بعملية الثقب او التجويف في المعدن , وتصنع المعادن من صلب العدة السبائكي او صلب السرعات العالية وتقسى ، وتكون ذات صلادة مرتفعة لتتمكن من التغلغل داخل المعدن وثقبه .

انواع المثاقب (البرايم) :

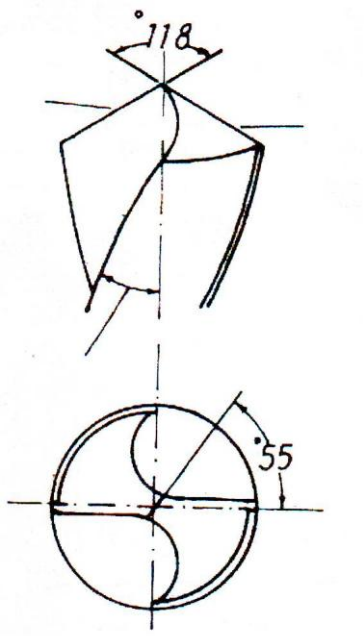
1- المثاقب المستقيمة غير شائعة الاستعمال ولها استخدامات محدودة وخاصة مثل تثقيب المعادن اللينة كالبراص والنحاس .

2- المثاقب الحلزونية : وهي من الامواع الشائعة الاستعمال في المعامل والورش وتصنع من صلب العدة الكاربوني او من فولاذ القطع السريع وفي بعض الاحيان تستعمل اللقم الكاربيدية .

3- مثاقب المركز : وتستعمل لعمل مراكز في الشغلات لتثبيتها في مكائن التشغيل .

اجزاء المثاقب الحلزوني :

يوضح الشكل بريمة واجزائها الرئيسية :

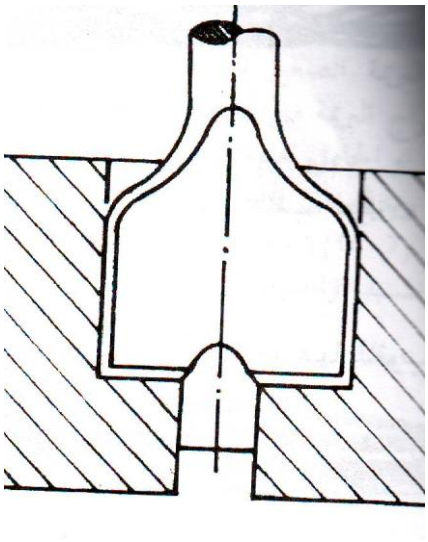


1- النصاب او الساق : وهو جزء من البريمة الذي يثبت بمحور عمود الدوران ويكون اما مسلوبا او مستقيما ونهايته تكون مسطحة وتسمى اللسان ، واللسان يعتبر مهما لانه يمنع انزلاق البريمة عند الثقب .

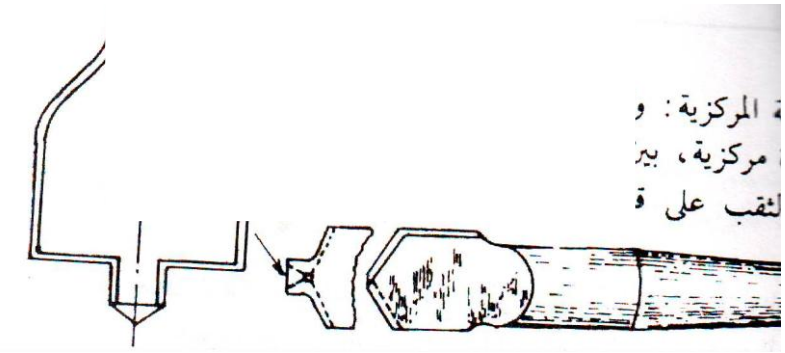
2- الجسم :وهو الجزء والراس المخروطي للبريمة ويتكون الجسم من القنوات لولبية وفائدتها تكوين حافات القطع وتساعد على خروج الرايش وتوصيل سوائل زيت التبريد الى منطقة القطع .

3- البريمة ذات الحدين : وتكون القيادة بواسطة الفراغ الدائري بمحور حدي

القطع الافقين ، ولذا تثقب الشغلة في البداية بقدر قطر الفراغ وكما في الشكل .



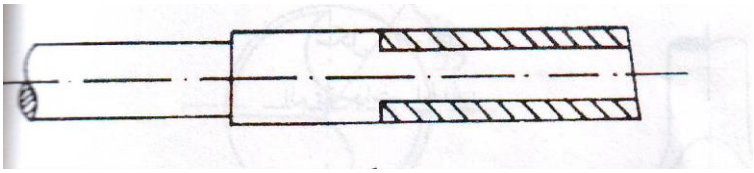
4 - البريمة المركزية : وتكون القيادة بها بواسطة نتوء ذي حادة مركزية ، بين حادتي القطع الافقين وبهذا يحصل الثقب على قاعدة مستوية .



5- برايم الثقب العميق : تستعمل في الثقوب الطويلة التي لا يمكن ثقبها بالبرايم الاعتيادية ، ولاستعمال هذه البرايم يجب اولا الثقب ببريمة اعيادية ولمسافة ثلاثة اضعاف قطر الثقب ، ومن ثم تستعمل هذه البرايم ، شكل لهذه البرايم حافة قطع حادة ، وزاوية خلوص من (6- 10درجة) وكلما كبر القطر

تستعمل زاوية خلوص ومقدار تطعيم اصغر ، ويكون الجزء الاسطواني للبريمة عادة مسلوبا قليلا . ولا يتجاوز الفرق بين قطري البداية والنهاية حوالي (0.01 سم) .

6- البريمة الانبوبية : وهي مشابهة للبريمة اللولبية لكن توجد فيها الثقوب لغرض توصيل سائل التبريد الى حافة القطع. وتستعمل للمعادن ذات الصلادة الكبيرة حيث تتولد نتيجة الثقب حرارة عالية تؤدي الى حدوث اضرار بالريمة .



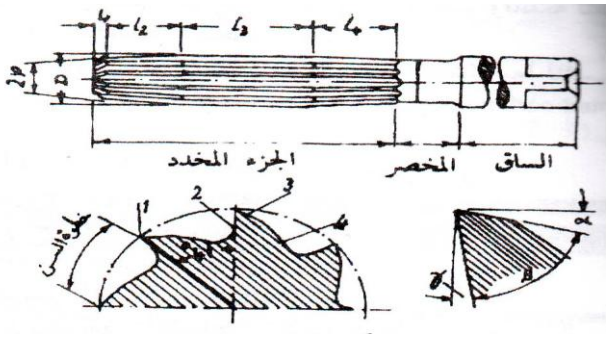
البرغلة :-

هي عملية توسيع وتنعيم الثقوب للحصول على ابعاد مضبوطة و اسطح عالية الجودة لانه من المستحيل الحصول على ثقب بدقة بالابعاد و جودة بالسطح المنتج بواسطة المثقب الاعتيادي لذلك عند الحاجة الى دقة و نوعية جيدة للثقب فيستخدم البرغل .

البرغل لايستخدم لانتاج ثقوب جيدة مثل المثقب بل يستخدم بعد عملية الثقب و كذلك لا يقوم بتصحيح أي خطأ قد يحدث في عملية الثقب بالمثقب كموقع او اتجاه و ذلك لأن البرغل يقوم باتباع الثقب المنتج مسبقا و أي خطأ موجود بالثقب يبقى حتى بعد اسخدام البرغل .

البرغل :- البرغل عبارة عن جسم اسطواني يتكون من ثلاث مناطق رئيسية:-

1- الجزء المخدد . 2- الرقبة . 3- الجزء الاخير (الساق) .



الجزء المخدد :- يشمل على الحد المائل بداية الميلان و جزء القياسو الجزء المائل الخلفي .

الجزء القاطع الرئيسي يكون في بداية الميلان و يحتوي على اسنان 16_18 و كل سن له حافة قطع رئيسية (1) و وجه (2) حيز التصريف (3) و سطح مخدد (4) فائدة الوجه ينزلق عله الرايش بعد تقطيعه و حيز التصريف لتقليل الاحتكاك . و الحد المائل يصنع زاوية ( ) مع محور البرغل و هذه الزاوية تؤثر على القوة المحورية للبرغلة . الزاوية الكبيرة تحتاج قوة كبيرة و العكس بالعكس .

و لأسنان البرغل ثلاث زوايا :-

1- زاوية الجرف .

2- زاوية الخلوص .

3- زاوية القطع .

اما جزء القياس فان فائدته توجيه البرغل و تنعيم الثقب .

اما الجزء المائل الخلفي فيأتي بعد جزء القياس و هناك فرق بين اكبر و اصغر قطر 0.08_0.01mm و فائدته لتقليل الاحتكاك بين البرغل و سطح الثقب .

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

انواع البراغل :- البراغل المتوفرة هي :-

البرغل اليدوي

البرغل الآلي

برغل التظريف

البرغل المخروطي

برغل ثقوب اتساعي

برغل ثقوب عائم

الاختبار البعدي:

- قارن بين المثقب المنضدي الحساس ومثقب الرف والمثقب المتعدد المحاور من حيث نوع الشغلات واستخداماتها.
- قارن بين البريمة الأنبوبية وبرايم الثقب العميق من حيث سبب الاستخدام وميزاتها التشغيلية.
- اشرح بالتفصيل أجزاء النصاب أو الساق في البريمة مع بيان أهمية وجود اللسان عند التثقيب.
- علل مع ذكر السبب الفني: عدم قدرة البرغل على تصحيح الأخطاء الموجودة مسبقاً في الثقب كموقعه أو اتجاهه.
- وضح أجزاء وشكل المنطقة المخددة في البرغل وكيف تؤثر زاوية الحد المائل على القوة المحورية للبرغلة.
- ما فائدة وجود الجزء المائل الخلفي في البرغل وما هو الفرق التقريبي بين أكبر وأصغر قطر فيه؟

الأسبوع الحادي عشر والأسبوع الثاني عشر

نجارة النماذج

الاختبار القبلي

- ما هو التعريف العلمي للنموذج في عملية السباكة وما الهدف الأساسي من استخدامه؟
- ما هي الشروط الواجب توافرها في الأخشاب لكي تكون صالحة لصناعة النماذج؟
- كيف يتم اختيار مادة صنع النموذج بناءً على عدد المسبوكات المطلوب إنتاجها؟
- اذكر أربعة أنواع من النماذج المستخدمة في السباكة.
- ما هي أنواع السمحات الثلاثة الواجب مراعاتها عند تصنيع النماذج؟
- ما هي دلالات الألوان المستخدمة في طلاء النماذج الخشبية (الأسود، الأحمر، والأسفر)؟

الاختبار البعدي

يمكن وصف النموذج بأنه مثال يصنع به ,او يختم عليه قالب رملي ,يصب فيه المعدن المنصهر ويترك ليبرد.

أي نموذج هو جسم يمكن بوساطته عمل تجويف عكسي له في الرمل داخل صناديق المقالبة ,لو صب المعدن المنصهر في هذا التجويف لتكون شكل مماثل للنموذج . والنموذج قد يصنع من جزء واحد او اكثر وذلك حسب ماتتطلبه طريقة المقالبة من حيث امكانية تخليصه من الرمل دون ضرر , وتكوين الشكل النهائي المطلوب له .

<u>مواد النماذج</u> :-

تعد الاخشاب من اهم المواد التي تدخل في صناعة النماذج وذلك للاقتصاد في التكاليف لسهولة التشكيل قياساً بالمواد الاخرى التي تدخل في هذه الصناعة .

ان احسن الاخشاب التي تصلح لصناعة النماذج يجب ان تتوافر فيها الشروط الاتية :-

1- ان تكون مندمجة الالياف ,وذات الياف منتظمة ومستقيمة ,وان تكون مقطوعة من الاشجار الناضجة.

2- ان تكون سهلة التشغيل .

3- ان تكون خالية من العقد ومن باقي العيوب الاخرى التي تصب الاخشاب.

ان اختيار المواد التي تصنع منها النماذج يتوقف بالدرجة الاساس على عدد المسبوكات المطلوب عملها , حيث كلما ازداد العدد المطلوب وتكرار استخدام النموذج , تاثرت دقة ابعاده وانتظامها بسبب امتصاصه للماء واحتكاكه بالرمل .

ويتم اختيار مادة النموذج حسب الاتي:-

عدد المسبوكات	المواد المستخدمة لصنع النموذج
من 1الى 99	خشب لين مثل الصنوبر
من 100 الى 499	خشب صلب مثل المهوكني والصاج
من 500 فاكثر	نماذج معدنية

كذلك فقد تستخدم مواد اخرى في عمل النماذج في بعض الحالات الخاصة, ومن هذه المواد الجبس والاسمنت واللدائن والشمع ومواد اخرى .

<u>انواع النماذج</u> :-

تستخدم انواع مختلفة من النماذج من حيث تطابق شكلها مع شكل المسبوكات ويمكن تقسيم النماذج تبعاً لما يتطلبه عمل المسبوكات الى الانواع التالية :-

<u>1-النماذج المنفردة (المنفصلة)</u>:-

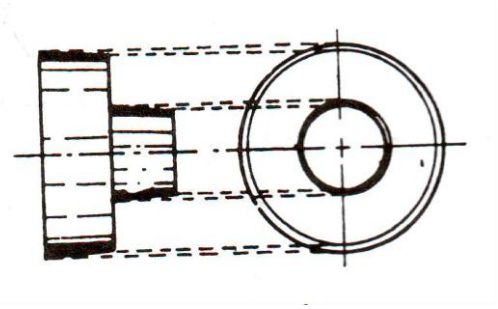
وهي عبارة عن نسخ مفردة للمصبوب مشابهة تماماً من حيث الشكل والتفاصيل التي تحتويها للمصبوب الناتج, كما في شكل.

وتراعي في هذه النماذج السماحيات الواجب اخذها بالاعتبار في ابعادها ,كما تحتوي هذه النماذج على طبعات القلب اللازمة لانتاج المصبوب وحسب الحاجة .

وقد تكون هذه مكونة من جزء واحد او اكثر وذلك حسب تعقيد النموذج والتفاصيل التي يتضمنها , وبالتالي امكانية اجراء عملية المقالبة له .

تصنع هذه النماذج غالباً من الخشب ,وقد تصنع من المعدن او الجبس او اللدائن او الشمع او مواد اخرى

ان استخدام هذا النوع من النماذج قليل بسب زيادة العمل اليدوي اثناء المقالبة عند استخدامها حيث يتم تشكيل السطح الفاصل وحفر مصبات المعدن في الرمل يدويا وكذلك فان النموذج يرفع باليد بعد دقة تحريكه لفصله من الرمل مما يسبب تغيراً في ابعاد المصبوب , وتكون عملية المقالبة باستخدام هذا النوع من النماذج بطيئة وغالية التكاليف.



2- <u>النماذج ذات المصب</u> :- يعد هذا النوع من النماذج تحسيناً للنماذج المنفصلة التي بدون مصب وتكون المصبات فيها جزء من النموذج ولا يتم عملها يدويا وبذلك تزداد سرعة العمل ودقة المقالبة لقلة العمل اليدوي وكما هو موضح بالشكل كذلك فهي تساعد في حالة مقالبة مجموعة النماذج على تثبيت هذه النماذج في الموضع المناسب فيما بينها.

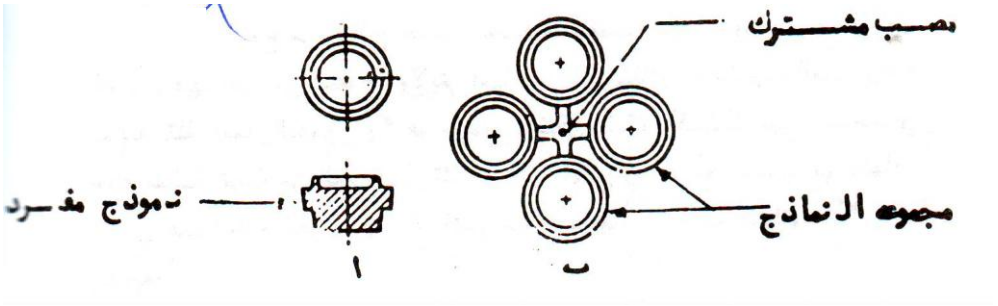
ان هذه النماذج تكون سهلة الانكسار عند تجميعها ,لذا يجب مناولتها بكل دقة وعناية.

3-<u>النماذج ذات اللوح</u>:-

يستخدم هذا النوع من النماذج في حالة انتاج كميات كبيرة من المصبوبات الصغيرة الحجم , وخصوصا في عمليات المقالبة بالماكنات .وفيها يثبت النصفان العلوي والسفلي للنموذج على الوجهين المتقابلين للوجه من الخشب او المقابلين للوحه من الخشب او المعدن الخفيف تمثل هذه اللوحة الخط الفاصل للنموذج وفي هذه الحالة يتم صب اللوحة النموذج في قطعة واحدة داخل القالب من الرمل والجبس.

تتضمن هذه النماذج مصبات المعدن والتي تكون متصلة باللوحة .كما نرى في الشكل ان الدقة الناتجة في ابعاد المصبوبات المنتجة باستخدام هذا النوع من النماذج تكون افضل ,خصوصا بالمقالبة الميكانيكية وعند استخدام الهزازات الكهربائية او التي تعمل بالهواء المضغوط والمتصلة باللوحة عند سحبها من القالب ,وبالتالي تقليل سلبة النموذج والتقليل من تحريك النموذج لغرض اخراجه من القالب.

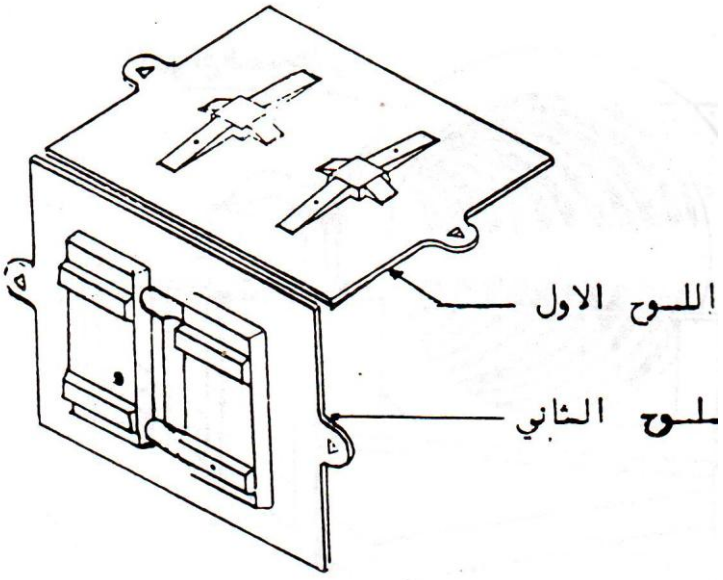
يثبت نصفا النموذج وكذلك المصبات على اللوحة باستخدام البراغي او المسامير وغيرها ويتم التاكيد على مقابلة نصفي النموذج مع بعضها بشكل تام وعدم ترحيلها عن بعض وذلك بأن يتم جمع نصفي النموذج وعمل ثقب بهما ,ثم يثبت جزء منهما على اللوحة امام ثقب الجزء اولال الذي يستخدم دليلاً لتثبيت الجزء الاخر امامه .



3-النماذج ذات النصفين:-

وفي هذا النوع يثبت كل الجزأين العلوي والسفلي للنموذج على لوحة منفصلة ,وليش على لوحة واحدة كما في النماذج ذات اللوح(كما يتضح بالشكل.

يستخدم هذا النوع من النماذج في حالة المقابلة الميكانيكية للمصبوبات المتوسطة والكبيرة الحجم والتي يصعب تداولها عند استخدام لوحات نماذج ذات النصفين الى دقة في ضبط نصفي القالب باستعمال مسامير دليلب لكي يتطابق الجزء العلوي واجزء السفلي للمصبوب في الوضع الصحيح بعد صبه ,وعدم ترحيل احدهما بالنسبة للاخر.



4-النماذج الخاصة:-

في الاحوال التي تكون فيها الانوع المذكورة من النماذج غير الملائمة للاستخدام ,حيث يتم استخدام انواع خاصة تلائم العمل ومنها النماذج الهيكلية والموضحة

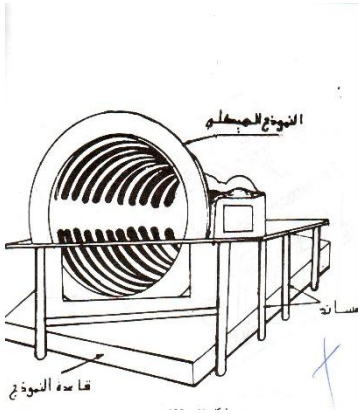
تستخدم هذه النماذج مع المصبوبات الكبيرة الحجم وفيها يتم عمل الجزء الاكبرمن القالب يدوياً ,وقد تستعمل الطبعات عندما يكون القالب متماثلاً (يحتوي على اجزاء متشابهة).

السماحات في تصنيع النماذج

يتم تصنيع النموذج بعد تحديد المادة يصنع منها والابعاد التي ينتج فيها.

وللحصول على المسبوك الناتج بأبعاده الصحيحة يحب مراعاة خواص المعدن من حيث انكماشه بعد صبه وكذلك بعض الاعتبارات المتعلقة بعملية المقالبة النموذج , واجراء التشغيل على المسبوك .

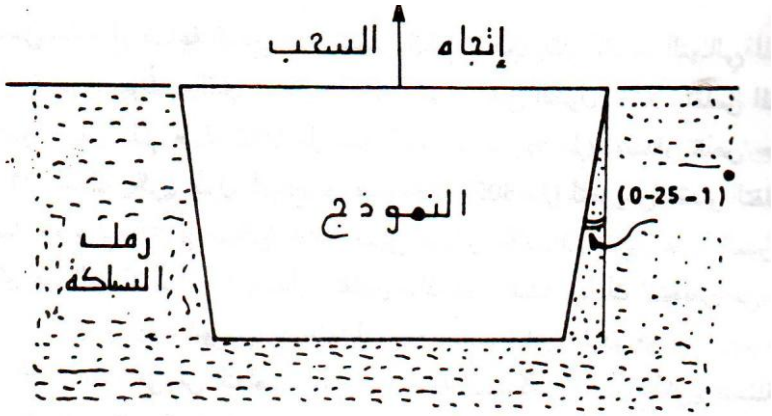
ان اهم السماحات بابعاد النموذج هي :-



1-سلبية النموذج(الاستدقاق):-

السلبية هي الميل او الاستدقاق الذي يعمل في سطوح النموذج الرأسية لتسهيل عملية سحبه من القالب بأقل مايمكن من تلف الهيأة الرمل,وبسبب الاحتكاك بين سطح النموذج وحبيبات الرمل عند استخراج النموذج القالب بعد اجراء عملية المقالبة فأن ذلك قد يؤدي الى تلف الرمل المشكل وفشل عملية المقالبة.

وللتخلص من ذلك يتم جعل الاسطح الموازية لاتجاه سحب النموذج تميل مع بعضها بزاوية صغيرة (من 0.25 الى1) درجة , وكما هو موضح بالشكل



ان هذه السلبة تساعد على تهيئة خلوص بين النموذج وجدار رمل القالب في اللحظة التي يبدأ عندها سحب النموذج من القالب ,ويزداد هذا الخلوص كلما سحب النموذج اكثر .

ان اتجاه سحب النموذج يعتمد على شكله ووجود التفاصيل فيه, حيث يجب ان يكون هذا الاتجاه بحيث لايؤثر على سطح الرمل المشكل عند المقالبة.

يتم احتساب فروقات الابعاد المنتجة عن اعتبار السلبية ,حيث تضاف هذه الفروقات الى اطوال الابعاد المحددة لانتاج المسبوك .

1- سماحات التقلص -:

يجب الاخذ بالاعتبار التقلص والانكماش الذي يحدث بالمعدن المنصهر بعد صبه حيث تقلص بحجم المعدن المنصهر بعد صبه ,حيث يحدث تقلص بحجم المعدن خلال تحويله من الحالة المنصهرة الى الحالة المتجمدة ,وكذلك يحدث التقلص عند تبريد المعدن من درجة حرارة التجمد الى درجة الحرارة الغرفة .

لذلك يجب عند صناعة النموذج مراعاة مقادير التقلص بالمعدن لغرض اضافتها الى ابعاد النموذج لتعويض التقلص الحاصل .

يعتمد مقدار التقلص الذي يحصل بالسبوك على المعدن المستخدم وكذلك على درجة حرارة التجمد وعلى تركيب السبيكة المعدنية في حالة السبائك.

ويستعمل عادة في صناعة النماذج قيمة التقلص الكلي الذي يمثل المقدار النهائي للتقلص الحاصل بحجم المسبوك , والذي يعوض بالنموذج على اساس الطول.فمثلاً يتقلص المسبوك من حديد الزهر الذي طوله (500ملم) عند تجمده بمقدار (5 ملم) (مقدار التقلص)يستخدم يصانع النماذج مسطرة خاصة تسمى مسطرة الانكماش ,ترسم عليها التدريجات بقيم اكبر من القيم الاعتيادية بمقدار بمقدار التقلص بالمعدن المحدد وذلك للتخلص من اجراء الحسابات للفرق بالابعاد الواجب اضافتها للنموذج بسبب تقلص المعدن.

ان الاضافات لتعويض التقلص بالمعدن في حالة المسبوكات الكبيرة تكون بنسبة اقل مما في حالة المسبوكات الصغيرة ,وذلك بسبب كون المعدن بالمسبوكات الكبيرة يضغط على القالب بسبب وزنه قبل تجميده وانكماشه ويزيد بذلك اتساع فراغ القالب.

في حالة النماذج المعدنية يجب حساب مقدار التقلص الذي يحصل بمعدن المسبوك,وكذلك التقلص الذي يحصل معدن النموذج المعدني ,واضافتها الى اطوال النموذج الخشبي ويوضح الجدول رقم(2-1)مقادير ببعض المعادن الشائعة الاستعمال.

المعدن	نسبة التقلص
حديد الزهر	%1
الصلب	%2
الالمنيوم	%1.8
المغنيسيوم	%1.8
النحاس الاصفر	%1.4

2- سماحات التشغيل(الانهاء):-

يجب على صانع النماذج ان يضيف زيادة على ابعاد النموذج لتعويض مايلزم ازالته من معدن عن سطح المسبوك الناتج بعمليات التنظيف والتشغيل المختلفة التي تجري على المسبوكات بعد اتمام عملية الصب.

المعدن وقبل ويعتمد مقدار هذه الاضافات, وبالتالي مقدار التشغيل للاسطح على دقة الانتاج المطلوبة ونوع المعدن وطريقة التشغيل ,وعلى مقياس وشكلة المسبوك وكذلك على طريقة السباكة .

ويؤخذ بالاعتباراحتمتا الاعوجاج بعض الاسطح بسبب اختلاف السمك وسرعة التبريد ويفضل ان تكون الاسطح التي يجب تشغيلها في اسفل القالب ,وذلك لان الشوائب والمواد الغريبة تطفو الى السطح في اعلى القالب اثناء صب تجميده بسبب خفة وزنها.

ويبين الجدول (2-2) مقدار الاضافات على ابعاد النموذج لتعويض التشغيل على المسبوك (مالم يوصف ذلك

المعدن	نسبة سماح التشغيل
حديد الزهر	5-3
الصلب	8-4
سبائك الالمنيوم	6-3
النحاس/البرونز	4-2

يتم بعد اتمام صنع النماذج الخشبية طلاؤها بالوان مختلفة وذلك لغرض تميز الاجزاء وتعريف السباك بها لاخذ الاحتياطات اللازمة لها عند تشغيلها مما يتطلب من السباك وضع النموذج بحيث تكون هذه الاسطح خالية تقريبا من الشوائب كذلك توضيح الاسطح التي لاتحتاج الى تشغيل مما يتطلب ان يكون السطح الناتج من عملية السباكة ذا قوة ونعومة جيدة .

كذلك يتم بوساطة الالوان وضع العلامات الدالة على وضع اللباب وغيرها , وقد اتفق على الوان محددة لطلاء الاجزاء ,وتدل على حالتها,وهذه الالوان هي:-

1- **الاسود :- لطلاء الاجزاء والاسطح التي يجري تشغيلها**
2- **الاحمر :- للاجزاء والاسطح التي يجري تشغيلها**
3- **الاصفر :- تطلى به ركائز اللباب (الدلاليك) والركائز المنفصلة.**
4- **خطوط حمراء على ارضية صفراء :- لمقاعد اجزاء النموذج المنفصلة**
5- **خطوط سوداء على ارضية صفراء :- لاجزاء تقوية النموذج**

الاختبار البعدي

- **قارن بين النماذج المنفردة والنماذج ذات اللوح والنماذج ذات النصفين من حيث سرعة العمل ودقة المسبوك الناتج وطريقة الاستخدام.**
- **اشرح مفهوم سلبية النموذج (الاستدقاق) وبيّن سبب إضافتها والزاوية التقديرية لها وأثرها على عملية سحب النموذج.**
- **علل مع ذكر السبب الفني:**
  - **استخدام مسطرة الانكماش بدلاً من المسطرة الاعتيادية عند تصنيع النماذج.**
  - **تفضيل جعل الأسطح التي تتطلب تشغيلاً وإنهاءً في أسفل القالب أثناء عملية الصب.**
- **وضح سبب اختلاف نسبة سماح التقلص والسماح الخاص بالتشغيل بين معدن حديد الزهر والصلب والألومنيوم.**
- **اشرح بالتفصيل طريقة ضمان مطابقة نصفي النموذج بدقة ومنع ترحيلهما عن بعضهما عند تثبيتهما على اللوحة في النماذج ذات اللوح.**
- **ما هي دلالة رسم الخطوط الحمراء أو الخطوط السوداء على أرضية صفراء عند طلاء أجزاء النموذج؟**

الأسبوع الرابع والخامس عشر
السباكة

الاختبار القبلي

- ما هو التعريف العلمي لعملية السباكة وما هي المزايا التي تميزها عن باقي عمليات تشكيل المعادن؟
- قارن بين أنواع طرق السباكة الثلاث الرئيسية (سباكة الصبات، السباكة الرملية، والسباكة في القوالب المعدنية).
- اذكر خمس خواص أساسية يجب توافرها في رمال السباكة لضمان جودة المسبوك.
- ما هي المكونات الرئيسية الثلاثة التي يتكون منها رمل السباكة الأخضر؟
- ما هي فائدة كل من رمل المواجهة ورمل الفصل والمغذي أثناء عملية تجهيز القالب؟
- اذكر مكونات خلطة كل من القوالب الأسمنتية والقوالب الطفلية.

نبذة تاريخية :-

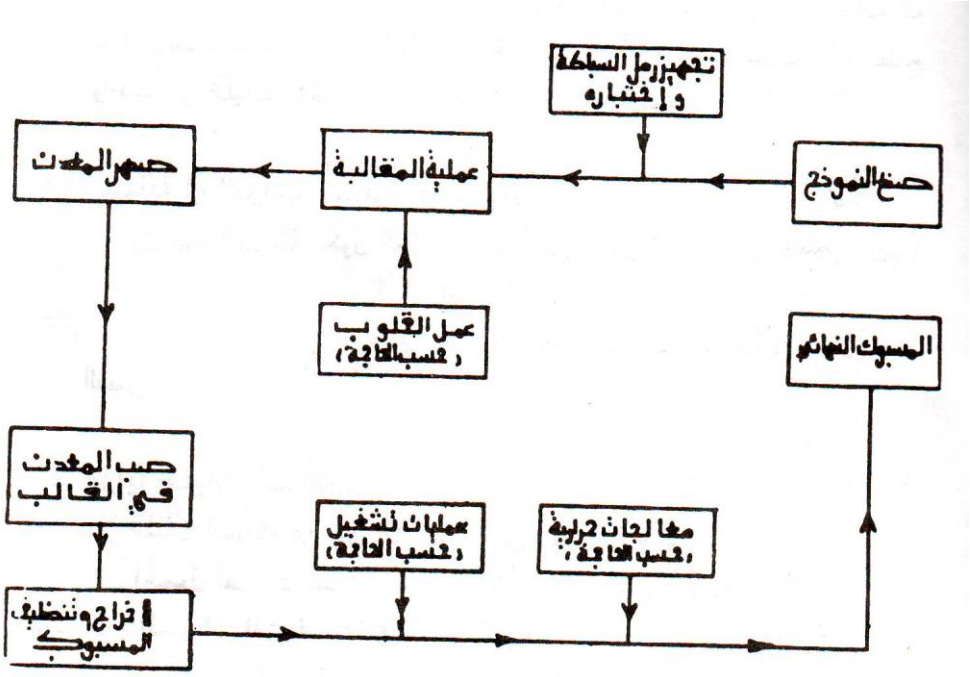
التدريجي ، حتى وصلت الى ما هو عليه الان . و لقد صقل العلم اسرار تلك الصنا تعتبر السباكة من اقدم الصناعات الاساسية في مجال تشكيل المعادن ، و التي اكتشفت عبر العصور الأولى ، و ظهرت عند معظم الحضارات و يرجع تاريخها الى نحو 400 عام قبل الميلاد ... التصميمات البسيطة التي تقتضيها عملية السباكة و الصناعات المحدودة.

استخدمت هذه الصناعة باسلوب بسيط و ادوات و تجهيزات محدودة ، مثلها مثل أي علم من العلوم انذاك . و قد اخذ مجال و التطور عة و وضع لها قواعد و اصول عامة .

و يمكن تعريف عملية السباكة بانها عملية تشكيل للحصول على منتج من خلال صب المعدن المنصهر في قالب رملي او معدني ، يحتوي على فراغ بشكل و بسمك المنتج المطلوب ، و يرفع المسبوك من القالب الرملي بمجرد تجمد و برودة المعدن . اما اذا كان نوع القالب من النوع المعدني المستديم ، فانه يمكن اخراج الحزء المسبوك بمجرد فصل جزئي القالب عن بعضهما البعض .

تعريف السباكة:- هي احدى عمليات تصنيع المعادن المهمة والاساسية التي تعني بتشكيل المعادن وهي في حالة السيولة , أي صهر المعادن وصبها في قالب له فجوة او فراغ يشبه شكل المسبوك المطلوب وحجمه ويتم عمل هذا الفراغ بعملية المقالبة لرمال السباكة باستخدام نموذج من الخشب او المعدن .

قد توجد بعض الاختلافات في المراحل التي يمر بها المسبوك لغاية انتاجه, لكن المراحل الاساسية التي تمر بها المسبوكات يمكن تحديدها وفق المخطط الاتي:-



المراحل التي يمر بها المسبوك

انواع طرق السباكة :-

يمكن تقسيم طرق السباكة المستعملة الى الطرق الاتية:-

1- سباكة الصبات

وفي هذه الطريقة يتم انتاج صبات المعادن والسبائك بعد صب المعدن المنصهر في قوالب بسيطة ذات اشكال واحجام مقاربة للمنتوج النهائي ويتم تشكيلها فيما بعد للحصول على المسبوك النهائي بالشكل والابعاد المطلوبة.

2- السباكة الرملية

في هذه الطريقة يتم عمل تجويف في قالب رملي ويصب المعدن المنصهر فيه لياخذ شكل المسبوك المطلوب بعد تجمده , ويكون السائل الناتج في هذه الحالة له شكل وابعاد المسيل النهائي المطلوب , لكنه يحتاج الى عمليات تنظيف للاسطح واحيانا الى عمليات تشغيل مختلفة للحصول على الدقة المطلوبة.

3- السباكة في القوالب المعدنية ل

وفي هذه الطريقة يكون القالب مصنوعا من المعدن لذلك يكون المسيل منتجا بدقة عالية ولا يحتاج الى تشغيل اضافي.

كما ان هناك انواعا اخرى من طرق السباكة سيتم التطرق لها في نهاية هذا الفصل.

مزايا عمليات السباكة :-

تمتاز عمليات السباكة عن باقي عمليات تشكيل المعادن الاخرى بما ياتي:-

1- يمكن الحصول بعمليات السباكة على مسبوكات ذات اشكال معقدة .

2- تكون لمسبوكات المنتجة متشابهة الى حد كبير .

3- تستخدم السباكة الرملية عادة لتصنيع القطع الكبيرة الحجم التي لايمكن تصنيعها بطريقة اخرى ,او تكون كلفتها عالية جداً.

4- تستخدم السباكة للمعادن والسبائك القصيفة ,والتي تصعب سباكتها بطرق اخرى .

السباكة الرملية

رمال السباكة :-

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

<u>خواص رمال السباكة :-</u>

يجب ان تكون رمال السباكة مناسبة لعمل القوالب الرملية وانتاج مصبوبات خالية من العيوب ,لذلك يجب ان تتوفر فيها الخواص التالية:-

1- قوة التماسك والاحتفاظ بالشكل :-

أي يجب ان يكون للرمل الاخضر بعد خلطه بالماء قوة تماسك ومتانة مناسبة لعمل القالب عندما يكبس للحصول على الشكل المطلوب والاحتفاظ به .

2- متانة الرمل الجاف عند درجات الحرارة العالية :-

عند صب المعدن المنصهر بدرجات الحرارة العالية , يتبخر الماء الموجود بالرمل الملاصق للمعدن وبسرعة كبيرة, لذا يجب ان يكون لهذا الرمل متانة كافية لمقاومة نحر(حفر) تيار المعدن , ومقاومة ضغط المعدن نتيجة وزنه ,وتمتعه باستقرار حراري وعدم تمدد بسرعة نتيجة درجات الحرارة العالية .

3- درجات انصهار عالية :-

أي يجب انت تكون درجة انصهار الرمل عالية (اكبر من درجة انصهار المعدن المصبوب) حتى لا ينصهر عند صب المعدن عليه,مما يؤثر على جودة سطح المصبوب ونعومته.

4- عند صب المعدن المنصهر وبدرجات الحرارة العالية , يتولد مقدار كبير من بخار الماء (من الرمل) والغازات الاخرى (نتيجة احتراق الرمل)لذلك يجب ان يكون ذا نفاذية (مسامية) تسمح بخروج الابخرة والغازات الى خارج القالب ,خوفاً من احتواء المعدن المصبوب عليها وتكوين مسبوك ذي تجاويف غازية (البخبخة).

5- القابلية للانهيار واعادة الاستخدام:-

يجب ان يكون بالامكان تكسير القالب الرملي بعد انتهاء عملية الصب واستخراج المسبوك منه وعدم تصلبه, كذلك امكانية اعادة استخدامه مرة اخرى بعد ضبط نسبة المواد الرابطة فيه مكوناته الاخرى.

<u>مكونات رمل السباكة:-</u>

يتكون رمل السباكة الاخضر من المكونات الثلاثة الرئيسية الاتية اضافة الى عدد من المواد الاخرى التي تكسب الرمل خواص معينة عند اضافتها:-

<u>1- رمل السليكات</u>

ويشكل رمل السليكا النسبة العظمى المكونة لرمل السباكة حيث تصل نسبته الى (50-95)% , وتختلف حبيبات الرمل فيما بينهافي الامور الاتية :-

أ -شكل الحبيبات وحجمها.

ب-التركيب الكيمياوي لها.

ج - قوة الاحتمال والاستقرار الحراري.

وتوجد اربعة انواع من حبيبات الرمل اعتمادا على شكلها كما وهي أ: حبيبات الرمل الزاوي, ب: شبه الزاوي , ج: المدور, د: المركب.

ويكون اقل تلامس بين الحبيبات موجود في حالة الحبيبات المدورة , أي عدم تداخلها لذلك تكون نفاذيتها جيدة وقابليتها لتحمل درجات الحرارة عالية.

تحتاج قوالب الرمل الزاوي الى مادة رابطة اكثر ورطوبة اعلى ,والحبيبات المركبة تتكون من ارتباط مجموعة من الحبيبات مع بعضها بحيث لاتنفصل عند مرورها في المناخل .

وفي قوالب الرمل من مجموعة من نوع من الحبيبات المختلفة .

2 -المواد الرابطة :-

تستخدم المواد الرابطة مع حبيبات الرمل بوجود الماء لفرض الماء لغرض الحصول على قوة التماسك والتشكيل لرمل السباكة ,وتل نسبتها بالرمل لغاية (50%)

المواد الرابطة هي انواع من الطين الذي يتكون من مجموعة في الصغر من دقائق متبلورة تسمى – فلزات الطين ,وتكون هذه الدقائق على شكل قشور ذات قطر صغير جدا (حوالي 2ميكرون),وقد يحتوي الطين على الكثير من الدقائق الصغيرة الاخرى الزائدة (غير القشور),تكون محببة الشكل ولا تشترك في عملية الربط.

ان فلزات الطين التي تتكون منها القشور لها خواص تتوقف على التركيب والبنية (كالترابط ,والتعجين ,ومقاومة الحرارة ,والقابلية على الانتفاخ والانكماش).

يوجد انواع مختلفة من فلزات الطين تختلف من حيث تركيبها الكيمياوي والجزيئي او في خواصها (كالمنتموريللونايت,والكارولينات والصالوايت والاياللليت).

3 –الماء:-

عندما يضاف الماء الى الطين فانه يخترق الخليط ويكون غشاء يغلف كل قشرة بمفردها ,ويلاحظ ان جزيئات الماء التي لاتكون في حالة الميوعة وانما تتقيد النموذج معين (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 (1.5-8) 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 ...

<u>خلط الرمل والاجهزة المستخدمة :-</u>

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 .

نموذجا لهذه الخلاطات نموذجا لهذه الخلاطات . حيث تكون هذه الماكنة عبارة عن وعاء اسطواني يحتوي على عمودين راساه 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 .

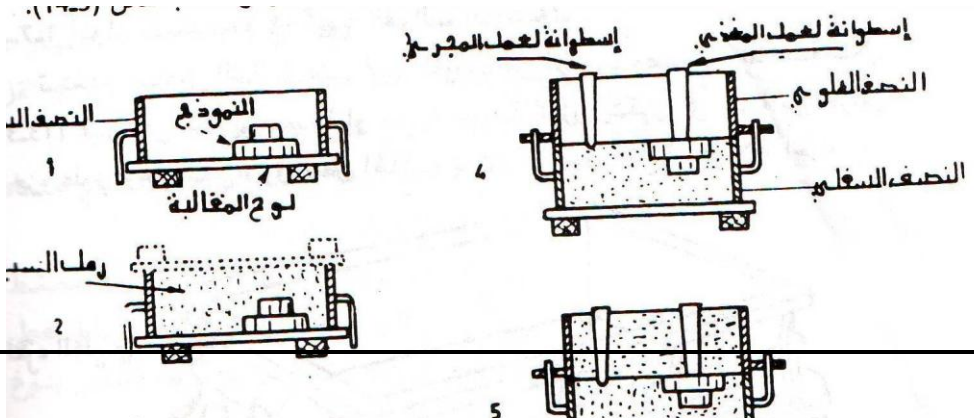
وبعد اتمام خلط الرمل يسحب من الفتحة الخاصة الموجودة من اسفل الوعاء .

ويكون الرمل بعد الخلط جاهزا لاجراء الماقالبة ,وتجرى مجموعة من الاختبارات عليه قبل ذلك .

مقالبة الرمل

<u>المواد المستخدمة في تجهيز القوالب الرملية:-</u>

تستخدم صناديق المقالبة عند تجهيز القوالب من الرمل – وصناديق المقالبة 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.

عملية تجهيز القوالب المختلفة:-

يتم عمل القوالب المختلفة (الرمليةوالسمنتيةوالطفلية 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.

ا- تجهيز القوالب الرملية :-

يتم تجهيز القوالب الرملية وعملها وفق الخطوات الاتية والموضحة .

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

2 -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 .

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

4 - 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.

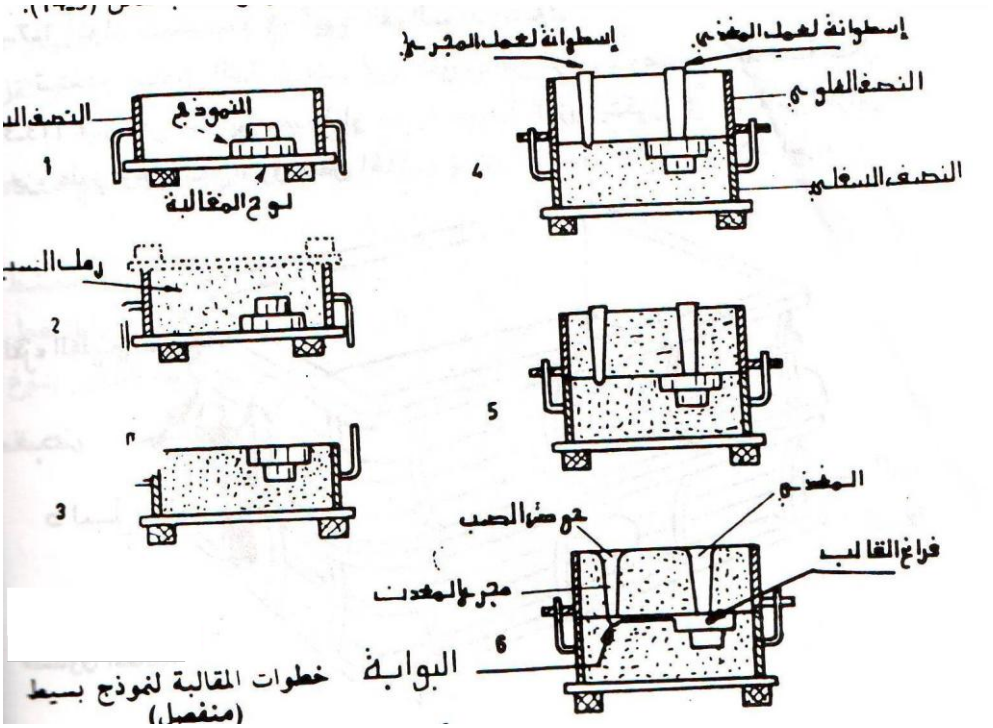
5 - يملأ النص العلوي برمل السباكة ويدك ويسوي سطحه , وبعد ذلك تسحب الاسطوانات المستخدمة لعمل المصب والمغذي.

6 - يرتفع 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.

اومطلوب اجراء عملية المقالبة برمال السباكة لانتاج المسبوك المطلوب.

7 –في حالة النماذج التي تحتاجالى وضع لباب (قلوب) يتم وضعها بعد أتمام المقالبة.

وفيما يلي الرسم التوضيحي لهذه العملية



مقالبة نموذج يتكون من جزئين

وتتم خطوات المقالبة لهذا النموذج كالاتي:-

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

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.

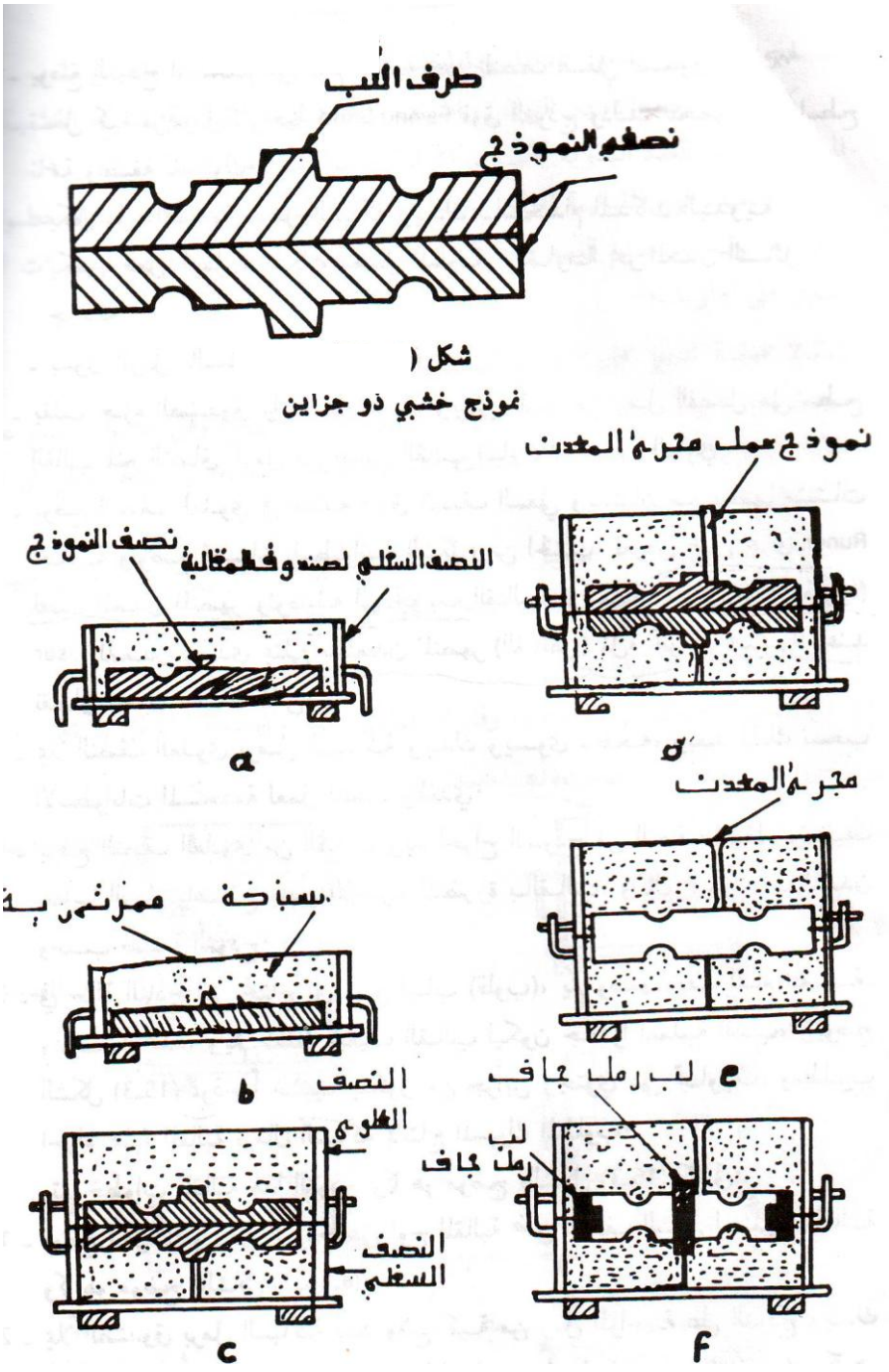
3 -يقلب جزء صندوق المقالبة المستخدم على عقب ,ويثبت النصف الاخر لصندوق والمقالبة فوق النصف الاول بالمثبتات الخاصة

4 - يثبت الجزء الثاني للنموذج على النصف الاول بشكل متطابق تماماً وذلك بوساطة دلائل خاصة تستخدم لغرض تطابق الجزأين

يملأ الصندوق برمل السباكة ويدك ويسوى سطحه ,وبعد وضع نموذج خاص بعمل مجرى المعدن .

5 - يسحب عمل نموذج مجرى المعدن ,ثم يفتح جزءاً من صندوق المقالبة ويسحب نصف النموذج من القالب كما بالشكل

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 وبذلك يكون القالب الرملي جاهزاً لصب المعدن المنصهر لصب وكذلك قد يتم استخدام صندوق المقالبة فيكون من ثلاثة اجزاء عند استخدام نفس النموذج الموضح بالشكل



شكل (

نموذج خشبي ذو جزاين

تتم خطوات المقالبة النموذج بثلا وكما هي موضحة بالشكل وكالاتي:

1 -وضع نصفي النموذج المستخدم على لوح المقالبة في الجزء الاول للصندوق ,وملء الصندوق برمل السباكة وكما يتضح بالشكل

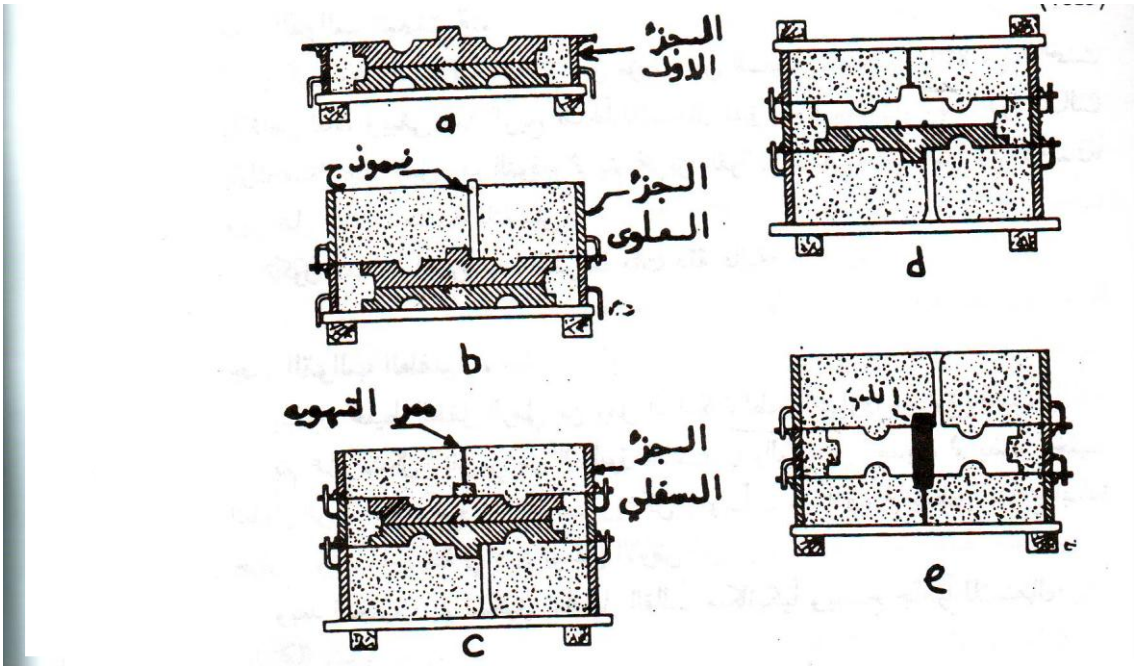
2- وضع الجزء الثاني للصندوق (العلوي) , وملؤه برمل السباكة بعد وضع نموذج عمل بمجرى المعدن شكل .

3 -قلب المجموعة (جزئي الصندوق), وتثبيت طرف اللب على نصف النموذج الثاني وبموضعه الصحيح , ثم وضع الجزء الثالث من الصندوق (السفلي), وملؤه بالرمل, وعمل ممرات التهوية, .

4 - رفع الجزء الثالث من الصندوق , وسحب نصف النموذج العلوي,

5 -قلب المجموعة , ورفع الجزء العلوي للصندوق, وسحب نصف النموذج الثاني

6 - وضع اللب بموضعه في المركز, وتثبيته بالتجاويف الخاصة



ب- القوالب السمنتية:-

يتكون رمل السباكة الاسمنتي من مزيج من السليكا النقية مع 10% و5% من الماء , ويبقى هذا المزيج صالحا للاستعمال لمدة ثلاث ساعات , وبعد عمل القالب يترك مدة ليجف قبل رفع النموذج ثم يتم تخزين القوالب القديمة مع قليل من الاسمنت , ويتم عمل فتحات مناسبة للتفتيش.

تكون القوالب المجهزة بهذه الطريقة ذات دقة عالية.

ج- القوالب الطفلية:-

يتكون خليط الطفل الرملي من رمل السليكا والطين الحراري ونشارة الخشب والماء.

يتم عمل الشكل التقريبي من الطابوق الاعتيادي والواح من الحديد, ثم يضاف خليط الطفل الرملي على سطح هذا القالب ويشكل يدويا بشكل ادق , ثم يغطى الناتج بمادة حرارية وتجف المجموعة في فرن او على الارض.

وبعد التجفيف يتم تشكيل تشكيل تفاصيل القالب ميكانيكيا ويصبح جاهزا للاستعمال.

الاختبار البعدي

- قارن بين أنواع حبيبات رمل السليكا الأربعة (الزاوي، شبه الزاوي، المدور، والمركب) من حيث النفاذية والحاجة للمادة الرابطة والرطوبة.

•اشرح بالتفصيل الدور الفيزيائي للماء عند إضافته لفلزات الطين وكيف تؤثر زيادة نسبته عن الحد المطلوب على قوة الربط.

•وضح السبب الفني لعدم السماح بظهور عيب (البخبخة) والتجاويف الغازية في المسبوك وكيف تم معالجته عن طريق خواص الرمل وعمليات المقالبة.

•اشرح بالخطوات المتسلسلة طريقة مقالبة نموذج يتكون من جزئين باستخدام صندوق مقالبة مكون من جزئين.

•وضح كيف يتم إجراء عملية المقالبة عند استخدام صندوق مكون من ثلاثة أجزاء لنفس النموذج ذي الجزئين.

•علل سبب إضافة مواد مثل دقيق الخشب أو الفحم المطحون أو الزفت إلى خليط رمل السباكة.

الأسبوع السادس عشر:-

اللباب

الاختبار القبلي

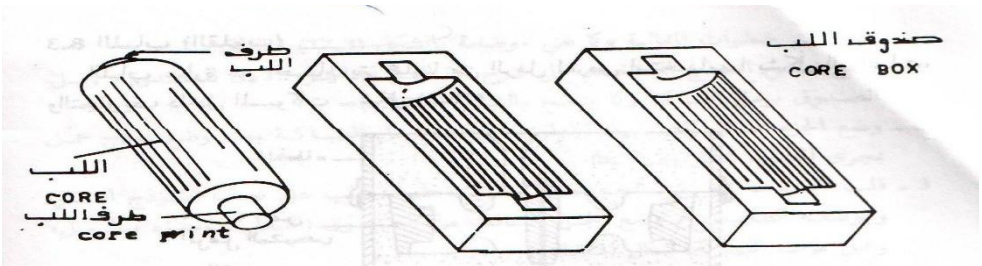
- **ما هو التعريف العلمي للباب (القلوب) وما الهدف الأساسي من استخدامها داخل القالب الرملي؟**
- **ما هي أقسام اللباب من حيث نوعية الرمل المستخدم ومن حيث وضعها داخل القالب؟**
- **ما هي المواد التي تُصنع منها صناديق اللباب وكيف يتم تشكيل الفراغ داخلها؟**
- **اذكر أربع مواد من المواد الرابطة المستخدمة في تحضير رمل اللباب.**
- **ما هي الأسباب الثلاثة الرئيسية التي تستدعي إجراء عملية تجفيف اللباب؟**
- **اذكر الطرق والأفران المستخدمة في تجفيف اللباب**

اللباب 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 اعتماداً على وضعها داخل القالب الى افقية ورأسية وناتئةn

وتصنع اللباب داخل صناديق خاصة تسمى صناديق اللبابC 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 الشكل



رمل اللباب :-

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 والرتنجات والمولاس والقار واللدائن المتصلدة بالحرارة Thermosetting Plastic

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.

الأسبوع السابع عشر

السباكة بالقوالب المعدنية

الاختبار القبلي

- ***ما المقصود بأسلوب السباكة بالقوالب المعدنية وما الميزة الاقتصادية التي تحققها عند إنتاج أعداد كبيرة؟***
- ***قارن بين السباكة بالتثاقل والسباكة بالضغط من حيث سمك جدران المسبوك والدقة وجودة السطح.***
- ***اذكر أربعة أنواع من مكائن السباكة بالضغط المذكورة في النص.***
- ***ما هي الفكرة الأساسية التي تعتمد عليها طريقة السباكة بالطرد المركزي وما هي أنواع المسبوكات المنتجة بها؟***
- ***قارن بين القالب ذي محور الدوران الأفقي والقالب ذي محور الدوران الرأسي في السباكة بالطرد المركزي الحقيقي من حيث طول المسبوك وسمك الجدران.***
- ***اذكر الأنواع الثلاثة الرئيسية لطرق السباكة بالطرد المركزي.***

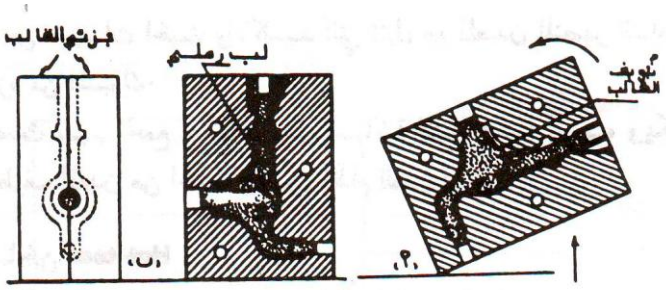
وهي طريقة السباكة التي فيها دفع المعدن المنصهر الى داخل فجوة القالب المعدني المتكون من جزأين او اكثر.

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 .



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) .

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:-

1- ماكنة السباكة ذات الغرفة الساخنة

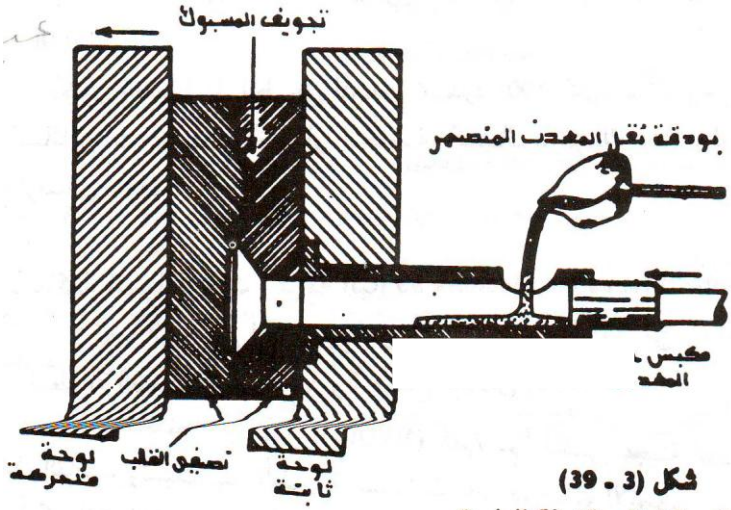
وفيها تكون اسطوانة الضغط مغمورة في حوض المعدن المنصهر والذي يدخل اليها عبر فتحات تفتح عند صعود المكبس ليتم ملأها بالمعدن وعند نزول المكبس فانه يسلط ضغطا على المعدن المنصهر ويدفعه ليملأ تجاويف القالب, كما في الشكل.

يكون الضغط المسلط على المعدن بحدود(100 كغم|سم^2) , وهي تستخدم للسبائك ذات درجات الانصهار المنخفضة, كسبائك الزنك Zinc والقصدير Tin والرصاص Lead .

2- ماكنة السباكة ذات الغرفة الباردة:-

في هذا النوع من المكائن يتم نقل كمية محددة من المعدن من وعاء الصهر الى اسطوانة الضغط بمغرفة خاصة وكما موضح بالشك.

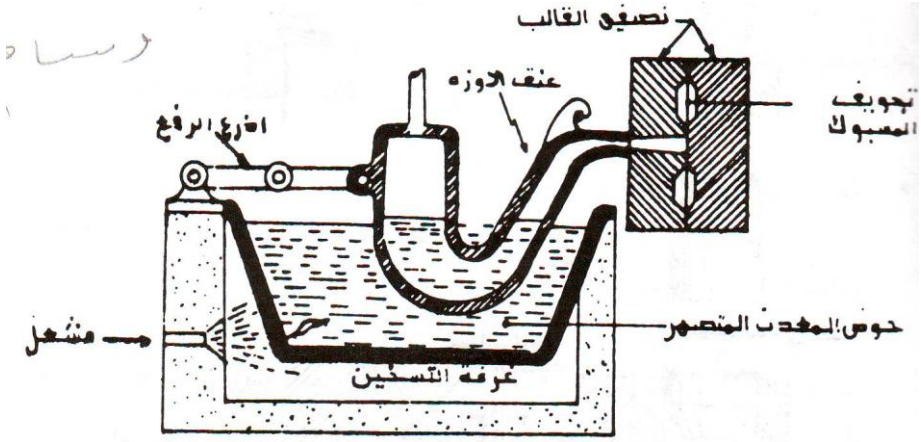
يتم تسليط ضغط عالي يصل الى (1000)كغم|سم^2 لكبس عجينة المعدن الى داخل القالب , وتسبك بهذه الطريقة السبائك ذات درجات الانصهار المرتفعة نسبيا كسبائك الالمنيوم وسبائك النحاس



شكل (3 ـ 39)
ماكنة السباكة ذات الغرفة الباردة

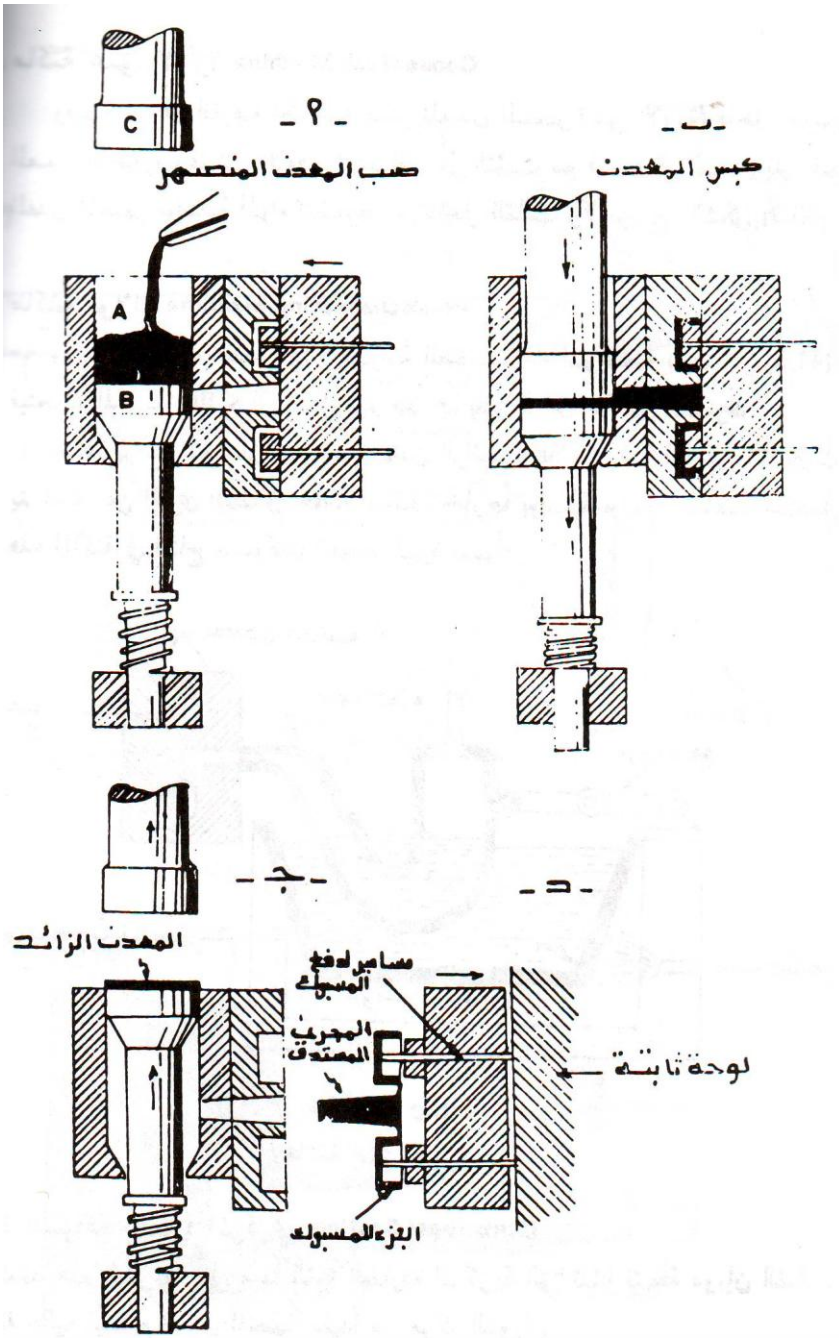
3-ماكنة عنق الاوزة:-

وفيها يتم غمر الغرفة الخاصة ينقل 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



4-ماكنة بولاك :-وفيها يتم صب المعدن في اسطوانة الضغط (A) , الموضحة بالشكل فيتحرك المكبسان (C,B) الى اسفل ليتم ملأ تجويف القالب بالمعدن المضغوط.

بعدها يرتفع المكبسان فيتم قص المعدن الزائد بواسطة المكبس (S) حيث يتم فصله عن المجرى المستدق ليقذف خارجا بواسطة نوابض خاصة تستعمل هذه الماكنة في انتاج مسبوكات احجام كبيرة نسبيا.



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 :-

ا-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 اسطوانياً .

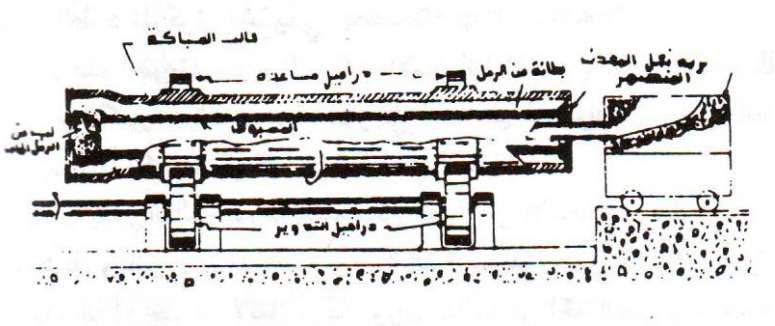
ويجب ان يدور القالب بسرعة عالية تمكن المعدن من الاندفاع من المركز الى محيط القالب ليتشكل ويظل حتى يتم تجمده وتكون القوة المتولدة بحدود (75– 100) مرة بقدر قوة الجاذبية , حيث يجب ان لاتقل سرعة دوران القالب عن الحد الذي يوفر هذه القوة حتى لاينزلق المعدن عن الجدار القالب ويكون ثنيات معدنية على سطح المسبوكات الناتجة.

كذلك في حالة السرعة العالية فان الضغط العالي للسائل سوف يمزق القشرة الرقيقة المتجمدة وتضهر فيها شقوق طويلة .

من مميزات هذه الطريقة هو عدم استعمال المصبات والمغذيات فيها مما يجعل نسبة الاستفادة من المعدن المصهور كاملة جدا وبدون تلف.ان القالب المستخدم في هذه طريقة يكون محور دورانه ام افقيا او راسياً.

1-<u>القالب ذو محور الدوران الافقي :-</u>

يستخدم هذا القالب الذي يكون محور دورانه افقيا والموضح بالشكل



لانتاج المسبوكات المجوفة الطويلة .

حيث يمكن انتاج انابيب ذات اطوال تصل الى (6 امتار)وذلك بصب المعدن المنصهر في القالب باستمرار اثناء دورانه مما يجعل المعدن يتوزع على طول القالب باستمرار اثناء دورانه مما يجعل المعدن يتوزع على طول القالب بانتظام حتى التجمد .

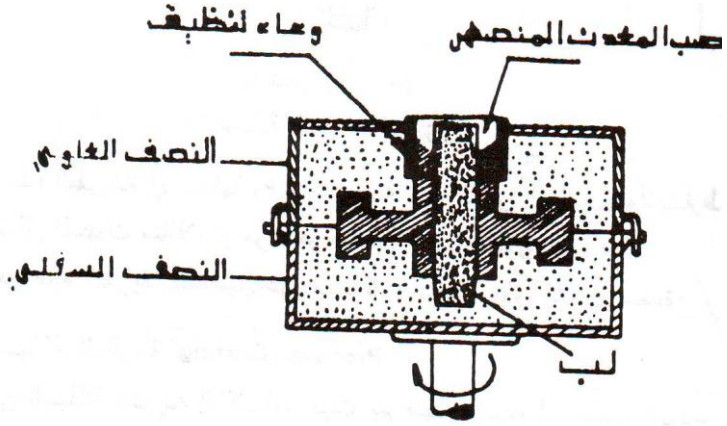
ان القالب المستخدم قد يكون من الرمل او المعدن ,وفي حالة القالب المعدني تكون المسبوكات الناتجة ذات بنية دقيقة وخواص ميكانيكية جيدة بسبب التجمد السريع.ان قوة الطرد المركزي تؤدي الى تجمع الخبث والفجوات الغازية وغيرها من الشوائب على السطح الداخلي للمسبوك بسبب كثافتها الاقل, ويمكن ازالتها بسهولة بالتشغيل .

2 -القالب ذو محور الدوران الراسي:-

تستخدم هذه الطريقة التي يكون فيها دوران القالب رأسيا لانتاج المسبوكات القصيرة والتي والتي يكون قطرها اكبر من طولها كما متضح بالشكل .

ان سبب عدم استخدام هذه القوالب لانتاج المسبوكات الطويلة هو تجمع المعدن بالاسفل بسبب وزنه بحيث تكون جدران المسبوك في الاسفل ذات السمك الكبير.

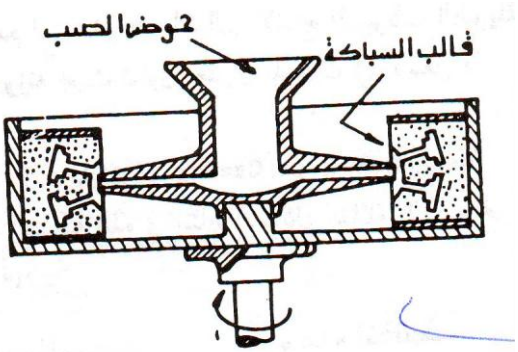
ب- <u>سباكة شبه الطرد المركزي</u> :-تستعمل طريقة السباكة هذه في الاشكال المتماثلة بالنسبة لمحورها المركزي ,وكما تتضح بالشكل



وفيها يستخدم قالب رملي اعتيادي وكذلك لباب من الرمل الجاف في حابسة التجاويف او الثقوب .

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 الفصل بالقالب بسبب دفعة قوة عالية .

جـ- <u>سباكة التطريد المركزي</u> :- وفي هذه الطريقة تحيط مجموعة من القوالب بحوض مركزي ,وتدار المجموعة كلها بسرعة عالية حوض محور الحوض ثم يصب المعدن المنصهر فيه حيث يقذف الى تجاويف القوالب عبر مجاري المعدن تحت تاثير قوة الطرد المركزي ,وكما بالشكل



وتشبه هذه الطريقة في مبدئها وعملها طريقة سبه الطرد المركزي ,ولايشترط فيها ان يكون شكل المسبوك متماثلا , او مركزها هو نفس محور الدوران .

وتستخدم هذه الطريقة للحصول على مسبوكات كثيفة,وذي اشكال معقدة

الاختبار البعدي

•قارن بين ماكنة السباكة ذات الغرفة الساخنة وماكنة السباكة ذات الغرفة الباردة من حيث طريقة نقل المعدن والضغط المسوط ونوع السبائك المسبوكة بأي منهما.

•اشرح كيفية عمل ماكنة بولاك بالضغط وما هي الميزة الخاصة بمكبس القص المقترن بها.

•اشرح مبدأ عمل ماكنة عنق الأوزة وكيف يختلف وسيط دفع المعدن المنصهر فيها مقارنة بالمكائن الأخرى.

•علل مع ذكر السبب الفني:

- أثر زيادة سرعة دوران القالب أو انخفاضها عن الحد المطلوب في طريقة السباكة بالطرد المركزي الحقيقي.
- تجميع الخبث والشوائب على السطح الداخلي للمسبوك فقط في السباكة بالطرد المركزي الأفقي وكيف يتم التعامل معها.

•قارن بين سباكة شبه الطرد المركزي وسباكة التطريد المركزي من حيث تماثل شكل المسبوك بالنسبة لمحور الدوران واستخدام اللباب

الأسبوع الثامن عشر: -
السباكة الدقيقة

الاختبار القبلي

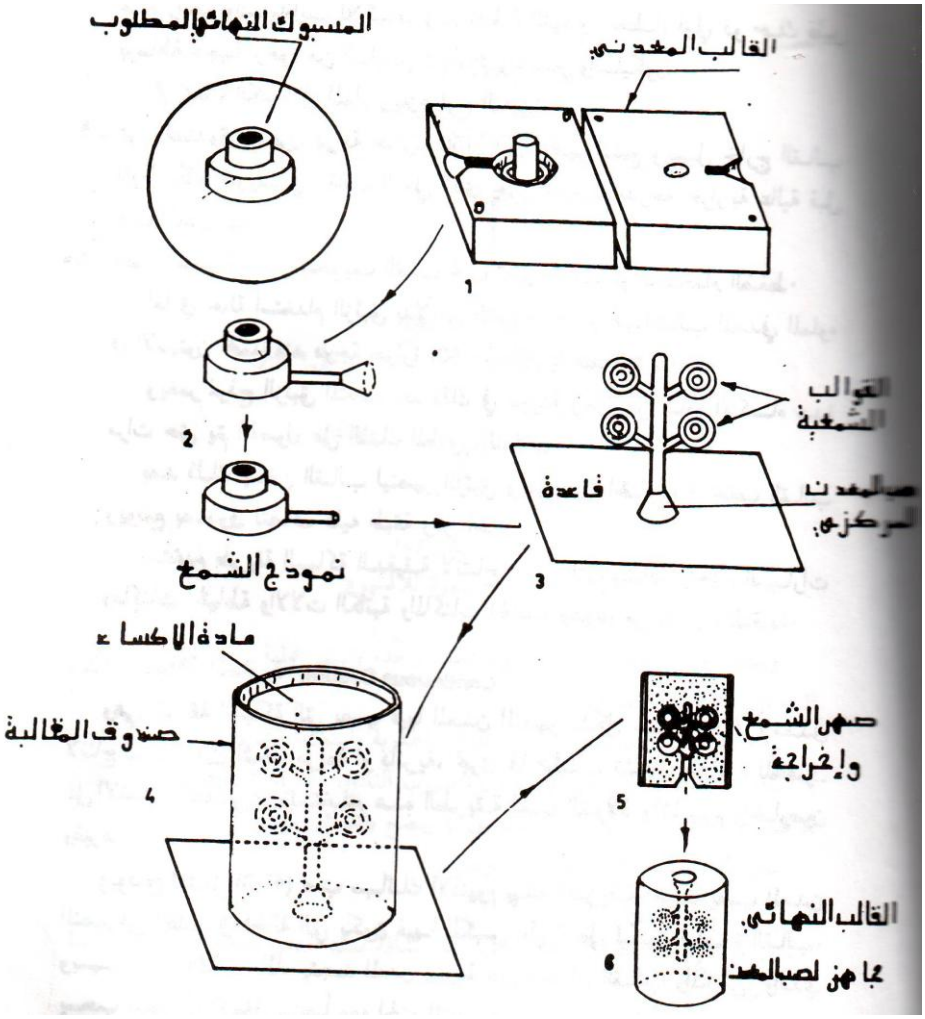
- ما المقصود بالسباكة الدقيقة (سباكة الإكساء) ولماذا سميت بهذا الاسم؟
- اذكر مكونات مادة الإكساء المستعملة في طريقة الشمع المفقود ومكونات الغطاء الأول المباشر للنموذج.
- كيف يتم تجهيز نموذج الزئبق واستخراجه مقارنة بنموذج الشمع في السباكة الدقيقة؟
- اذكر أربعة تطبيقات صناعية أو أجزاء دقيقة تنتج باستخدام السباكة الدقيقة.
- ما هي الفكرة الأساسية لطريقة السباكة المستمرة وما المعادن التي تصب بها عادةً؟
- وضح المكونات الأساسية لخليط الرمل المستخدم في السباكة القشرية ونسبة المادة الرابطة فيه.

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

تصنع بهذه الطريقة اجزاء الصغيرة,المطلوب بانتاجها دقة عالية ,وحيث يمكن بوساطتها عمل جدران ذات سمك (0.5 ملم) بتفاوت (+ 0.005ملم) 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.

ان الطريقة التي يستخدم فيها الشمع تسمى بطريقة الشمع المفقود , وتتم وفق الخطوات الاتية الموضحة بالشكل



1- يصنع القالب الدائم من المعدن ,والذي يتكون من نصفين لغرض عمل نموذج الشمع فيه .

2-يحقن الشمع المنصهر داخل تجويف القالب ,وبعد تجمده يستخرج وتزال منه المصبات ومجاري المعدن الزائدة .

3- يثبت النموذج مع مجموعة اخرى من النماذج الشمعية المماثلة الى مصب مركزي من الشمع ايضاً وتثبت المجموعة على قاعدة. وتتكون مادة الاكساء من رمل السليكا بوصفه مادة حرارية والجبس بوصفه مادة رابطة والسليمانايت للاكساء ,ويتم تغطية النموذج بغطاء اولي ذو سمك قليل بوساطة عجينة رخوة من السليمانايت الناعم والايستر والسليكون .

ثم يجفف الكساء في الهواء وينزع لوح القاعدة .

5- يمرر الصندوق في فرن درجة حرارته 150 م°لكي ينصهر الشمع ويسيل خارج القالب تاركاً مكانه تجويف في القالب الرملي الذي يجري تسخينه بدرجة حرارية عالية قبل صب المعدن فيه.

6- يصب المعدن المنصهر بتجويف القالب تحت تاثير الجاذبية او باستخدام الضغط .

اما في حالة استخدام الزئبق بدلاً من الشمع فانه يتم غمر القالب المعدني المملوء في الاسيتون المجمد عند درجة حرارة (60- م°) لكي يتجمد الزئبق.

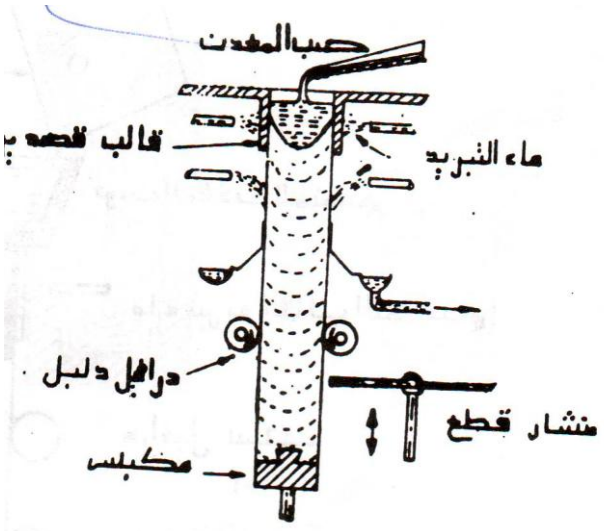
ويغمر نموذج الزئبق المتجمد بعد ذلك في عجينة رخوة من مادة الاكساء عدة مرات حتى يتم الحصول على السمك المطلوب للغلاف .

بعد ذلك يسخن القالب لينصهر الزئبق ويسيل الى الخارج ,ثم يجفف القالب ويوضع بصندوق لتضاف عليه طبقة رمل اخرى .

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

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 صب السبائك الالمنيوم بهذه الطريقة ,وحيث يصب المعدن المنصهر في القلب في الحالة التي يكون فيها المكبس على الاعلى قاعدة القالب, وبسبب تبريد القالب بالماء يتجمد المعدن بسرعة على جدران القالب والمكبس ,والذي يسحب ببطء الى الاسفل ساحباً معه الجزء المتجمد .

ويستمر المعدن وتجمده ونزوله بمعدل واحد ,وتستمر عملية تبريد الصبة الناتجة اثناء نزولها ليكتمل تجمد المعدن.

وقد يتم تقطيعرالمصبوب حسب الاطوال المطلوبة باستخدام المنشار.

وقد تستخدم درافيل لحني واستعدال المصبوب الناتج ,واجراء عمليات تشكيل مباشرة تتميز طريقة السباكة المستمرة بما يأتي:-

1-ذات انتاجية عالية .

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

3-قلة وجود الفجوات الغازية بالمسبوكات.

4-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.

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 , حيث تتم حسب الخطوات الاتية:-

1-يسخن النموذج الى درجة حرارة 200-250 مْ , ثم يرش بالسليكون لتسهيل نزع القشرة المتكونة من على لوح النموذج , ثم يثبت النموذج فوق صندوق يحتوي على مزيج الرمل والراتنج, كما موضح في الشكل.

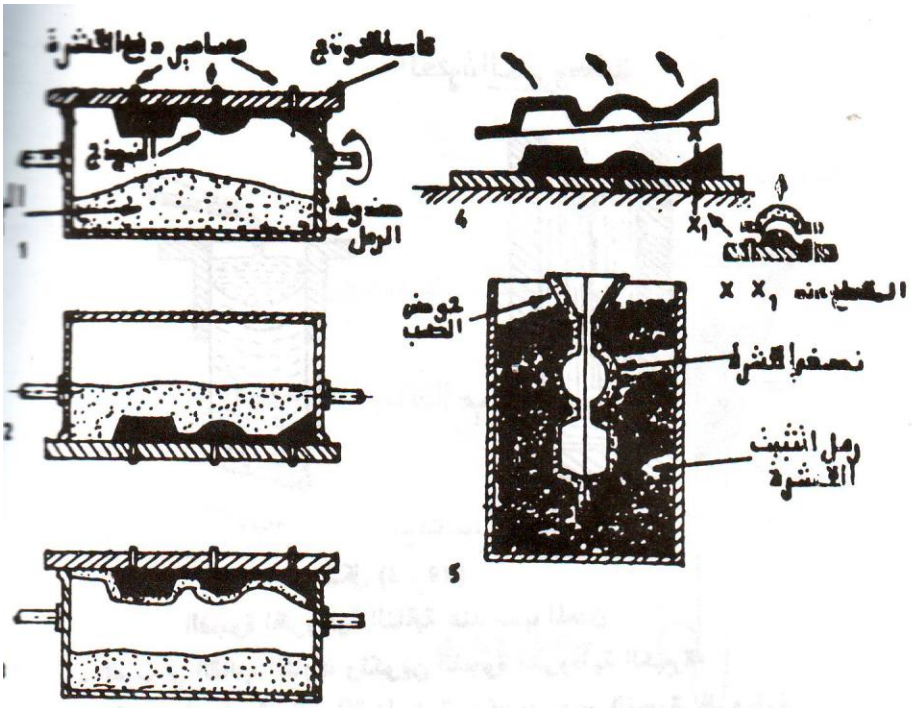
2-يقلب الصندوق فيتم غمر النموذج بخليط الرمل والراتنج , وبسبب حرارة النموذج المسخن ينصهر الراتنج ويكون خلال ثوان معدودة مع الرمل قشرة تتصلب حول النموذج , يتراوح سمكها (4-12 ملم) وحسب فترة التسخين.

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

4-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.

5- 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.



الاختبار البعدي

•اشرح بالخطوات المتسلسلة طريقة الشمع المفقود بدءاً من صب الشمع في القالب الدائم وحتى صب المعدن المنصهر.

•علل مع ذكر السبب الفني:

- عدم الحاجة لصناديق مقالبة تقليدية وإمكانية تخزين القوالب لفترات طويلة في السباكة القشرية.
- انخفاض تكلفة الصب وتقليل حجم الفجوة المخروطية في السباكة المستمرة.

•قارن بين السباكة المستمرة والسباكة القشرية من حيث طبيعة القالب المستخدم ومصيره بعد الصب ونوعية المنتجات.

•اشرح خطوات تصنيع القالب القشري باستخدام ماكنة السباكة القشرية والمدد الزمنية ودرجات الحرارة الخاصة بالعملية.

•وضح المزايا والأسباب الفنية التي تجعل السباكة القشرية طريقة اقتصادية على الرغم من استعمال الراتنجات والنماذج المعدنية المسخنة.

صهر المعادن

الاختبار القبلي

- ما هي العوامل الثلاثة الأساسية التي تعتمد عليها طريقة صهر المعادن وتحديد الفرن المناسب؟
- اذكر المجموعات الرئيسية الأربع لأفران الصهر بناءً على درجة التماس بين الشحنة والوقود ونواتج الاحتراق.
- اذكر الأجزاء والفتحات الرئيسية لفرن الدست وما هو المعدن الأساسي الذي يُصهر فيه عادةً؟
- ما هي المادة التي تُصنع منها البودقة في فرن البودقة وما هي أنواع الوقود المستخدمة فيه؟
- اذكر أربعة عيوب لفرن البودقة.
- ما هي المميزات الرئيسية لفرن القوس الكهربائي المباشر من حيث السيطرة والنقاوة والمواد الشارحة؟

تصهر المعادن لغرض صبها بفراغ القالب وانتاج المسبوك وتعتمد طريقة الصهر على :-

1-درجة الحرارة اللازمة لصهر المعدن او السبيكة.

2-كلفة عملية الصهر – أي كلفة تشغيل الفرن المستخدم

3-كمية المعدن المنصهر المطلوب لكل صبة .

وتستخدم في عمليات صهر المعادن, الافران المختلفة من حيث سعتها وطريقة الحصول على الحرارة فيها .

ويمكن تقسيم افران صهر المعادن الى اربع مجموعات رئيسية وذلك اعتمادا على درجة التماس بين كل من الشحنة والوقود ونواتج الاحتراق وهذه المجموعات هي :-

1-الافران التي تكون فيها الشحنة بتماس تام مع الوقود ونواتج الاحتراق:-

وهي ذات كفاءة حرارية عالية جدا بسبب انقلال الحرارة المباشر من الوقود الى المعدن المراد صهره ,كذلك فان فقد الحرارة يكون قليلا بسبب الا ستفادة من حرارة نواتج الاحتراق.

2-يمكن استمرار هذه الافران بالعمل لفترات طويلة ,الا ان السيطرة على نوعية المعدن المنصهر تكون قليلة بسبب وجود الوقود والشوائب مع الشحنة.

3-الافران التي فيها الشحنة معزولة عن الوقود لكنها بتماس مع نواتج الاحتراق:

في هذه المجموعة من الافران تكون الكفاية الحرارية اقل من المجموعة الاولى بسبب الفقد بالحرارة من خلال نواتج الاحتراق او السطح الكبير للفرن . الحرارية الواطئة وكمية المعادن.

يمكن بوساطتها الحصول على معدن منصهر اكثر نقاء ,كذلك يمكن استخدامها لصهر كمية كبيرة جدا من المعدن ,ومن امثلتها الفرن العاكس

4-الافران التي فيها شحنة معزولة عن كل من الوقود ونواتج الاحتراق:-

والتي تستخدم الفحم او النفط او الغاز وقوداً ,ويمكن الحصول بوساطتها على معدن ذي نقاوة عالية , الا ان كفايته الحرارية واطئة

وكمية المعدن المنصهر فيها قليل ,ومن امثلتها فرن البوداق.

1-الافران الكهربائية :-

تمتاز هذه الافران بامكانية السيطرة وبسهولة على درجة الحرارة ,وكذلك نقاوة المعدن المنصهر وامكانية صهر المعادن الرخيصة والسكراب الا ان كلفة التشغيل عالية , ومن الامثلة عليها فرن القوس الكهربائي المباشر.

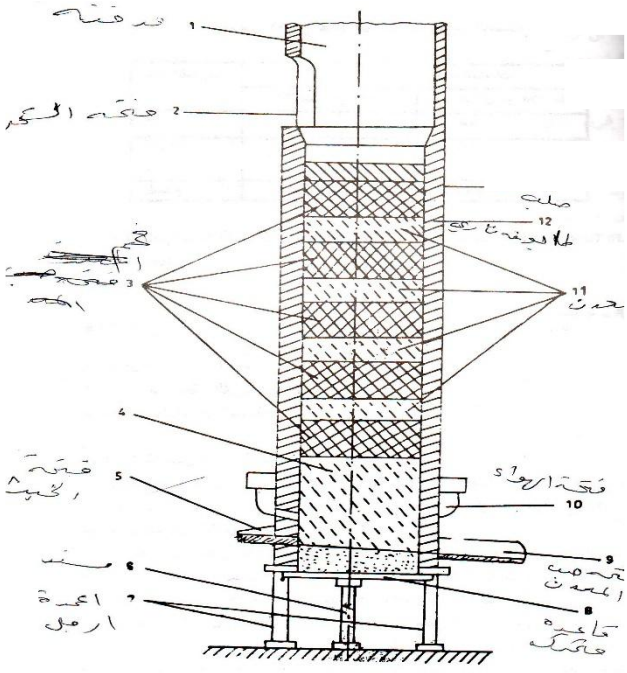
.

<u>فرن الدست:-</u>

وهو الافران التي لايمكن الاستغناء عنها في المسابك ويستخدم لصهر الحديد الزهر بالدرجة الاساسية .

وهذا الفرن عبارة عن اسطوانة رأسية من الصلب (13) ترتكز على اعمدة ارجل (7), ومبطنة بالطابوق الحراري (12) ويوجد به عدة فتحات اهمها فتحة صب المعادن (3) وفتحة (5) وفتحات دخول الهواء (القصبات) (10) وفتحة الشحن .

للفرن قاعدة (8) يمكن تحريكها ,ذات سطح مائل باتجاه فتحة صب المعدن وترتكز هذه القاعدة على مسند متحرك (6),وفي اعلى الفرن المدخنة (1) لخروج نواتج الاحتراق.



فرن البودقة :-

تصهر المعادن غير الحديدية غالبا في افران البوادق التي تستخدم الغاز او الز وقودا.

وقد تكون هذه الافران ثابتة او متحركة وغالبا ما تكون داخل حفرة تحت سط فوق سطح الارض كما هو موضح بالشكل.

والبودقة عبارة عن وعاء للصهر ذي احجام مختلفة حسب سعة الفرن , وهي جرافيت , وعادة تستعمل ملاقط خاصة ومرافع , لرفع البودقة بعد صهر المعدن لغرض الصب.

يغذى الفرن بغاز او وقود زيت (مذرى) بوساطة استخدام منفاخ هواء , ويدخل الوقود بشكل مماس للبودقة حيث يشتمل ويتصاعد الى الاعلى حول البودقة.

يستخدم واحد او اكثر من المشاعل مع الفرن , ويتوقف ذلك على مقاس الفرن ودرجة الحرارة الممطلوبة للصهر.

وفي هذه الافران يتم شحن الفرن قبل البدء بعملية الصهر, ويلاحظ ان الفقد في الصهر , والاكسدة في هذه الافران منخفض.

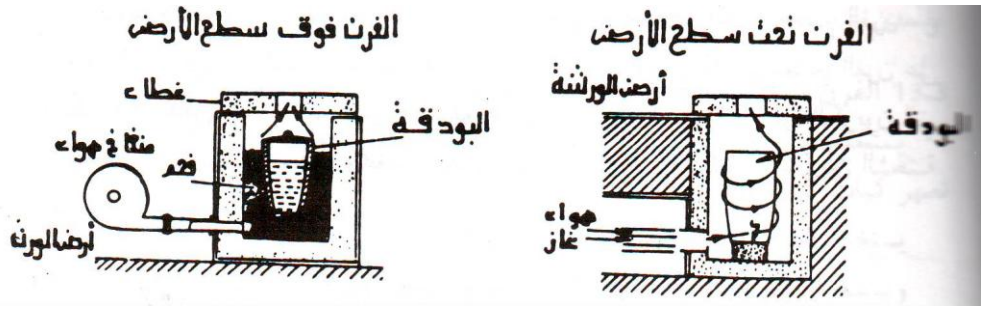
عيوب فرن البوادق:-

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

2- 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 .

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

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



فرن القوس الكهربائي المباشر:-

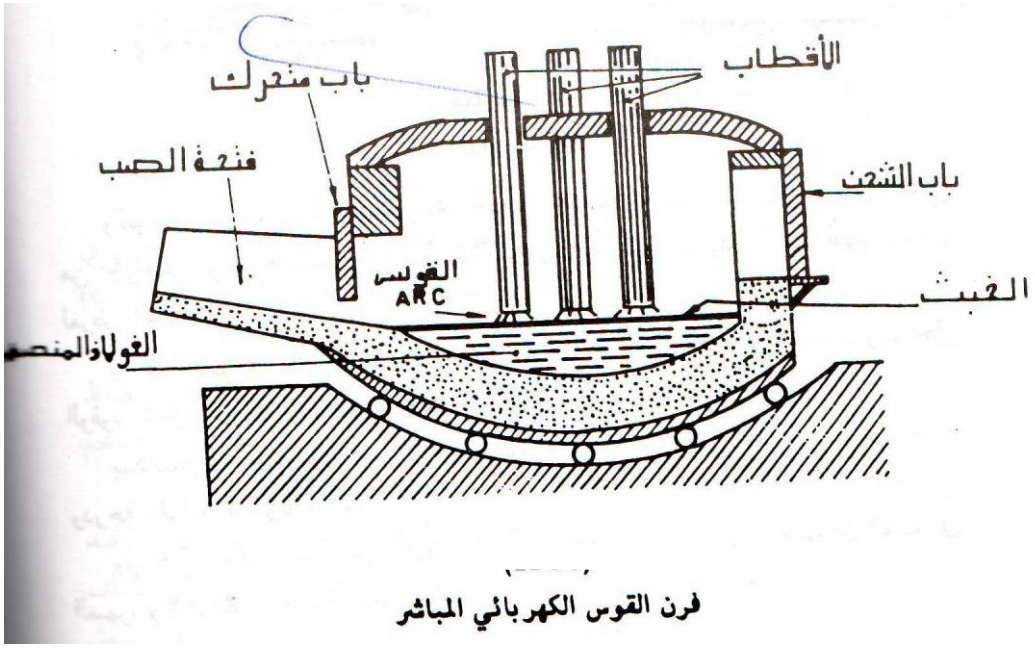
اجزاءه , حيث يتكون جسم الفرن من غلاف اسطواني من الصلب الثقيل بقاع كروي او مسطح , ويكون سطح الفرن على شكل قبة, يمكن رفعه عند الشحن , وترفع الاقطاب الكبيرة المصنوعة من الكربون التي تمر خلال السقف اتوماتيكيا, وتخفض لتحدد طول القوس الذي يكون بينه وبين الشحنة مباشرة

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.



فرن القوس الكهربائي المباشر

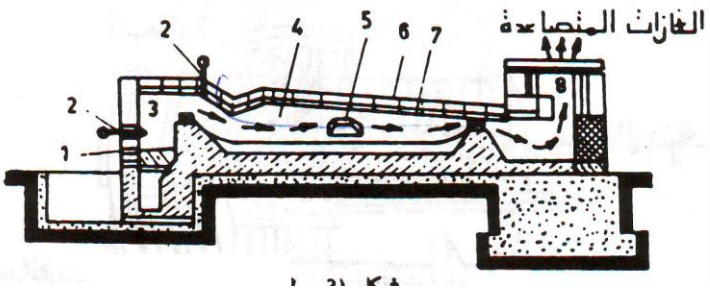
<u>الفرن العاكس</u>

يستخدم هذا الفرن في صهر الحديد وكذلك المعادن الغير حديدية , وهو يستخدم لصهر كميات كبيرة من المعدن.

يستخدم الفحم او الغاز او النفط كوقود في هذا الفرن.

الفرن العاكس والذي يتكون من الاجزاء الاتية:-

يتم صهر المعدن باستخدام هذا الفرن وذلك بحرق الوقود المستخدم وامرار الغازات الساخنة(الناتجة من الاحتراق) على المعدن المراد صهره , والموجود في منطقة الصهر , ونتيجة لمرور هذه الغازات الساخنة بتماس مع الشحنة (المعدن) فان درجة حرارة المعدن تاخذ بالارتفاع حتى صهر المعدن , ويساعد على ذلك سطح الفرن العلوي الذي يقوم بعكس الشعلة الى المعدن, كذلك فانه تلحق بالفرن انظمة خاصة تستخدم المبادلات الحرارية لغرض الاستفادة من حرارة الغازات الخارجة لغرض امرار الهواء المستخدم بالاشتعال على هذه المبادلات ورفع درجة حرارته منها لزيادة الكفاءة الحرارية.

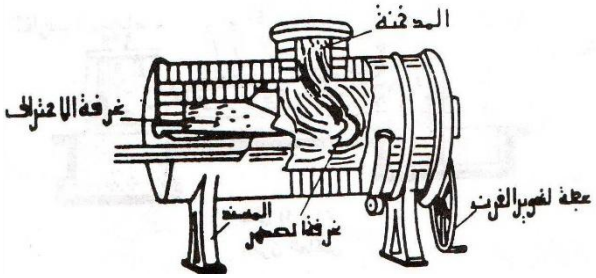


الفرن الدوار:-

يعد هذا الفرن احد انواع مجموعة الافران التي تكون فيها الشحنة بتماس مع نواتج الاحتراق, حيث يحوي الفرن الموضح بالشكل على حجرتين , يتم في الاولى احتراق الوقود, وتمر الغازات المتولدة خلال قنوات الى الحجرة الثانية حيث صهر المعدن فيها , ثم تخرج الغازات الى خارج الفرن عبر المدخنة.

تبلغ سعة هذا الفرن حوالي (300 كغم) من المعدن المنصهر , وهو يستخدم لصهر الحديد وحديد الزهر وكذلك المعادن غير الحديدية.

يدور جسم الفرن على تروس مسننة بوساطة عجلة يدوية عند شحن الفرن او عند صب المعدن المنصهر منه.



الاختبار البعدي

•قارن بين أفران المجمعة الأولى (التماس التام) وأفران المجموعة الثالثة (العزل التام) من حيث الكفاءة الحرارية ونقاوة المعدن الناتج.

•علل مع ذكر السبب الفني:

- ارتداء قاعدة فرن الدست سطحاً مائلاً باتجاه فتحة صب المعدن وارتكازها على مسند متحرك.
- انخفاض نسبة الفقد والاكسدة في أفران البوادق مقارنة بالأفران ذات التماس المباشر.

•اشرح بالتفصيل كيفية انتقال الحرارة للشحنة وآلية العمل في الفرن العاكس وكيفية توظيف المبادلات الحرارية لرفع كفاءته.

•وضح مبدأ عمل فرن القوس الكهربائي المباشر وكيف يتم تسليط التيار الكهربائي والتحكم في طول القوس وحركة الأقطاب الكربونية.

الأسبوع العشرون:-

صب المسبوكات

الاختبار القبلي

- ما هي المراحل الرئيسية الثلاث التي تمر بها عملية دخول المعدن المنصهر إلى القالب حتى تجدمه؟
- اذكر ثلاث خواص أو محاذير فنية يجب مراعاتها أثناء عملية صب المعدن المنصهر من البوادق.
- ما هي الوظيفة الأساسية للمغذي (المزودة) داخل القالب الرملي؟
- اذكر ثلاث طرق مختلفة تُستعمل في تنظيف المسبوكات من الرمال المحترقة والزوائد.
- قارن بوجز بين الفحوصات التدميرية (الإتلافية) والفحوصات غير التدميرية (غير الإتلافية) للمسبوكات.
- اذكر خمسة من عيوب المسبوكات الشائعة الناتجة عن أخطاء الصب أو السباكة.

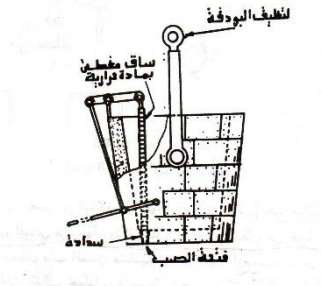
صب المسبوكات وهي عملية دخول المعدن المنصهر الى القالب وتجمده وهي أحد العوامل التي تعتمدعليها جودة المسبوك.

وتتم بثلاث مراحل:

وهي عمليةنقل 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.



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 .

خواص عملية الصب:-

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 فيؤدي 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.

ب-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.

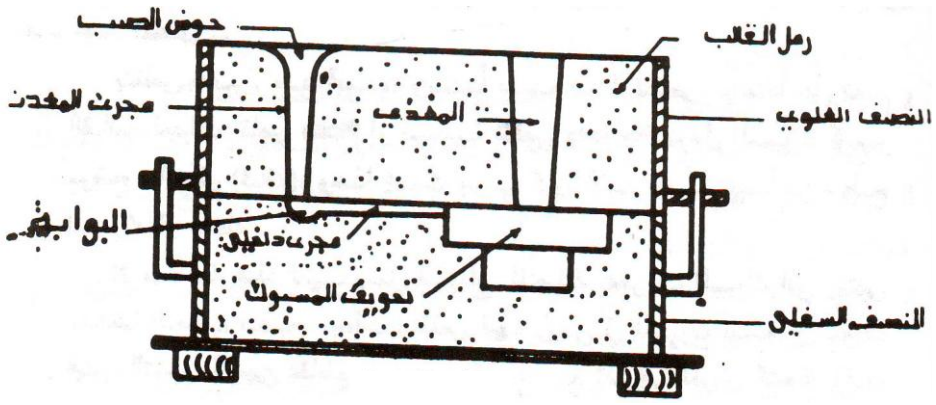
موضع المصب (مجرى المعدن)

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

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

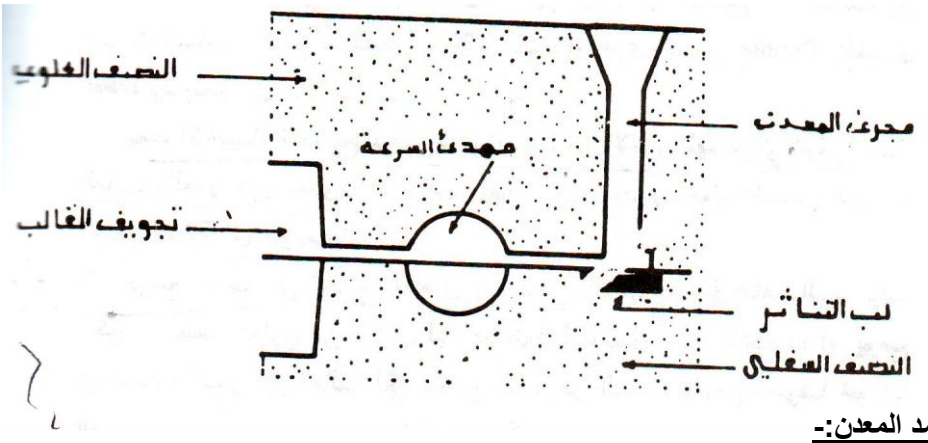
3- او يوضع في النصف السفلي من القالب لكي يتجمع فيه الرمل السائب وعدم دخولها تجويف القالب .

اما المغذي (المزودة) فهو يمتلىء بالمعدن المنصهر عند الصب ثم يغذي تجويف القالب بالمعدن عند الانكماش كما هو موضح بالشكل .



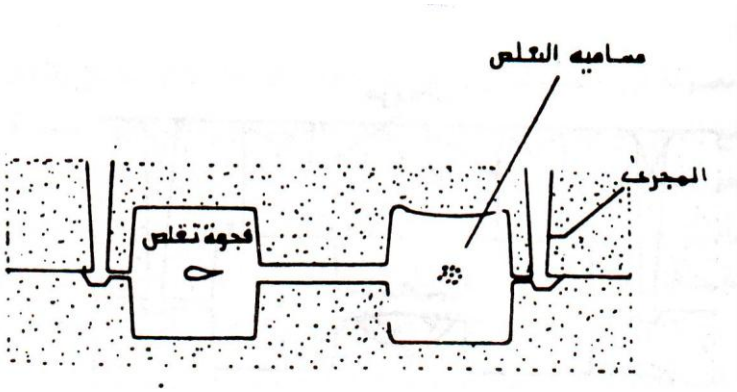
يوضع في بعض الاحيان تحت المصب لب التناثر(الارتطام) وهو عبارة عن لب من الرمل الجاف المكان الذي يحدث فيه نحر برمل القالب الاعتيادي , وذلك للتقليل قدر الامكان من حدوث وتسرب الرمل الى تجويف القالب.

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



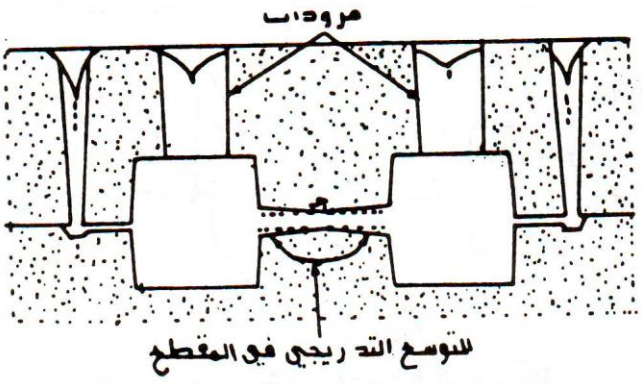
ج- تجمد المعدن:-

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.

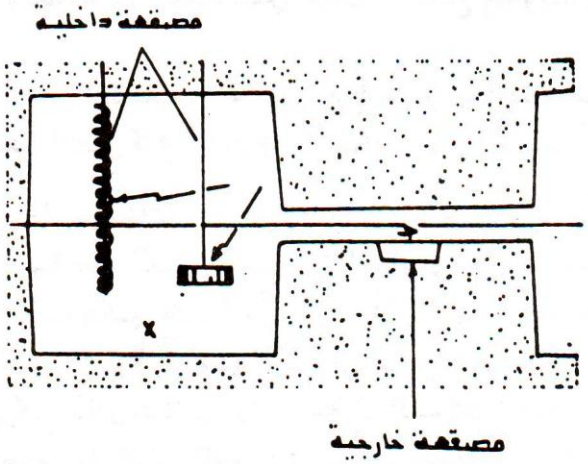


تتم معالجة هذا العيب بعمل المزودات المتصلة بتجويف المسبوك التي ينتهي عندها التصلب فتصبح فجوات التقلص فيها ولس في المسبوك نفسه , وكذلك تجنب التوسع المفاجيء بمقاطع المسبوك ليكون التوسع تدريجيا لغرض التحكم باتجاه تجمد المعدن بحيث يبدا من المركز النقطة ج في ويتجه نحو الداخل بالاضافة الى التجمد الذي يحدث من سطح التجويف المماس للرمل نحو الداخل.

كما تستعمل المصقعات لتعيين المكان الذي يبدا عنده التجمد وتكون في نفس المعدن المنصهر كما في الشكل


مروحات
للتوسع التدريجي في المقطع

(أ)


مصفقة داخلية
مصفقة خارجية

(ب)

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:-

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

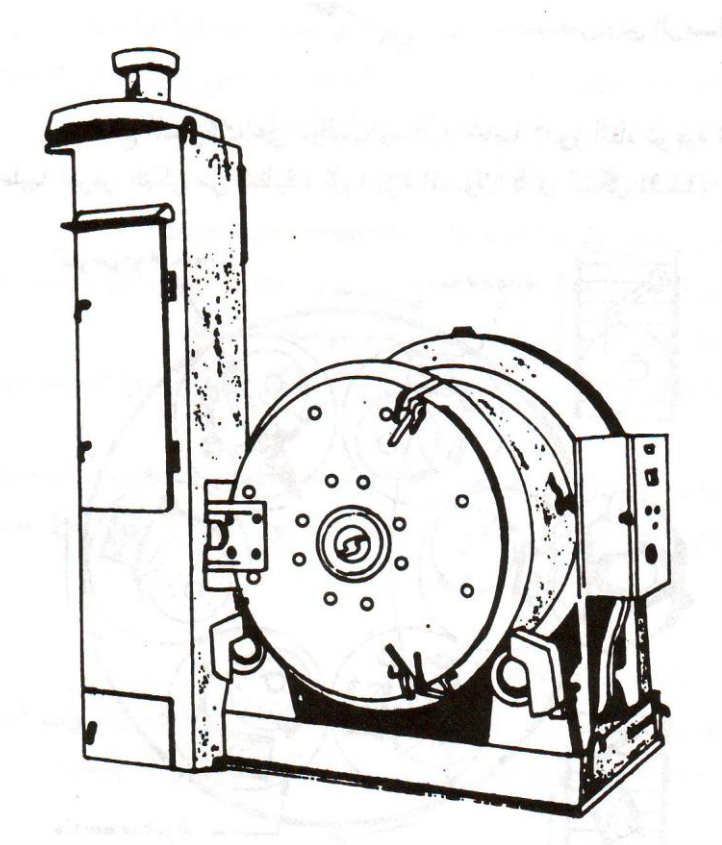
2- ازالة مصبات المعدن والمغذيات وجميع الزوائد المعدنية المتصلة بالمسبوك.

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.

3- تنظيف الاسطح من الرمال المحترقة والملصقة بها اثناء عمليات صب المعدن, ويتم ذلك بطرق مختلفة منها.

أ- التنظيف باستخدام بعض العدد اليدوية المناسبة لهذا الغرض, كالفرش السلكية.

ب- استخدام براميل التقليب والتي هي عبارة عن براميل اسطوانية الشكل مصنوعة من الصلب تدور بشكل افقي حول محورها , كما في الشكل .

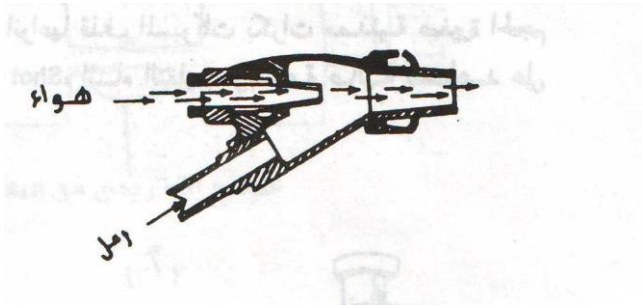


توضع المسبوكات المراد تنظيفها في داخل البراميل ويضاف اليها مسبوكات صغيرة غير هشة , وقطع صغيرة من الحديد تساعد على التنظيف والتلميع وتدور هذه البراميل بمعدل (25-50) دورة في الدقيقة ولمدة معينة حسب نوع المسبوكات المراد تنظيفها , ويتم في بعض انواعها قذف المسبوكات بكرات معدنية ضغيرة الحجم بقطر 1 ملم تقريبا, اثناء التقليب وبسرعة عالية تساعد على تنظيف المسبوكات.

ج- الرش بالرمل وبالاجزاء المعدنية المجرشة:

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.

ويتم وضع المسبوكات على دواليب ومناضد خاصة تدور اثناء توجيه تيار الرمل عليها لغرض التمكن من تنظيف كل اجزاء المسبوك كما في الشكل .



<u>اجراء عمليات التشغيل على المسبوكات</u>

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.

<u>فحص المسبوكات</u>

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 :-

ا-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 :-

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 الابعاد

ويتم فيه فحص دقة ابعاد المسبوكات والتاكد من كونها ضمن السماحات المحددة لانتاجها , ويتم ذلك باستخدام اهوات 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 .

8-الفحص بالاشعة

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.

<u>عيوب المسبوكات</u>

تنشا 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.

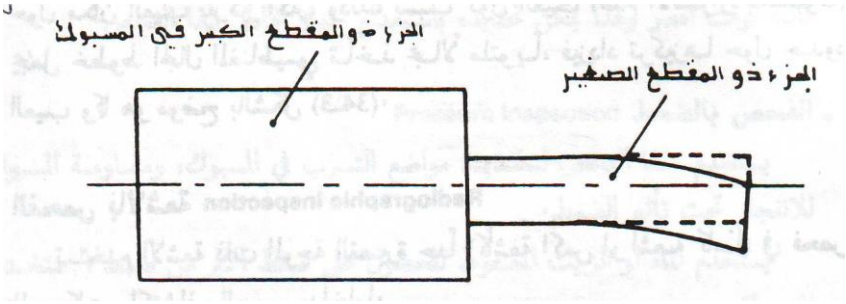
ومن هذه العيوب الاتي:-

1- <u>الزوائد المعدنية</u>

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.

2- اعوجاج المسبوكات:-

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



3-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.

4- الفصوص:-

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

5-الانغلاقات 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.

6- 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.

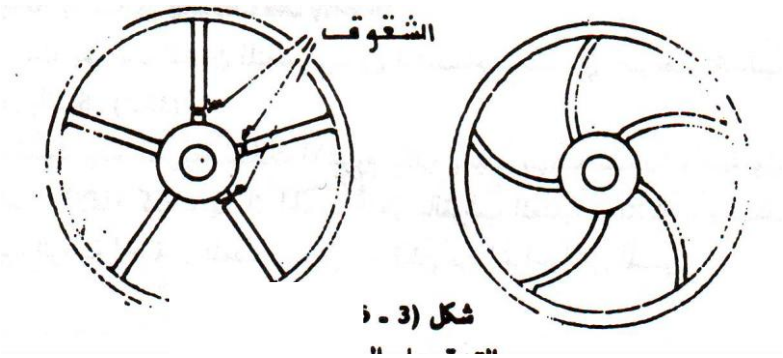
7- فصوص الخبث:-

عبارة عن حبيبات الخبث والاكاسيد التي تنزل مع المعدن المنصهر اثناء الصب وتصبح جزء من المسبوك.

وقد تحدث بسبب تجمع حبيبات رمل السباكة اثناء عملية الصب , ويمكن منع تكونها بتنظيف المعدن من الخبث وتحسين نظام الصب.

8- 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 (3-36) حيث يتجمد الاطار الخارجي والمساند العرضية قبل الجزء المركزي مما يؤدي الى ظهور الاجهادات ويحدث التمزق بالمواقع الموضحة بالشكل



شكل (3 - 6

الاختبار البعدي

- **علل مع ذكر السبب الفني:**
  - **استخدام (لب الارتطام) و(مهدئ السرعة) في مجرى المعدن قبل وصوله لتجويف القالب.**
  - **خطورة الصب ببطء شديد بقطرات قليلة، أو الصب السريع جداً، أو الصب بدرجة حرارة مرتفعة للغاية.**
- **اشرح كيفية حدوث فجوات التقلص أثناء تجمد المعدن، ووضح الطرق الثلاث المستخدمة لمعالجتها والتحكم باتجاه التجمد (المزودات، التوسع التدريجي، والمصقعات).**
- **قارن بين طريقة التنظيف ببراميل التقليب وطريقة الرش بالرمل والأجزاء المعدنية المجرشة من حيث آلية العمل والوسائط المستخدمة.**
- **اشرح آلية عمل كل من الطرق التالية في الفحص غير التدميري:**
  - **الفحص بالدقائق المغناطيسية للكشف عن العيوب تحت السطحية.**
  - **الفحص بالمواد النافذة للكشف عن الشقوق السطحية الدقيقة.**
  - **الفحص بالذبذبات فوق الصوتية.**

الأسبوع الحادي والعشرون:-

اللحام WELDING

تعريف اللحام:- عبارة عن هو عن توصيل قطعة بأخرى بحيث تصبح غير قابلة للفصل وذلك بالصهر الموضعي لمنطقة التوصيل ويمكن أن يتم ذلك أما تحت تأثير الضغط أوبدون ضغط كما يتم بأستعمال أو بدون أستعمال معدن ثاني

اسس لحام المعادن:-

لحام المعادن هو عملية وصل او ربط المعادن بالحرارة او الضغط او باستخدامهما معا.ويكون هذا الربط من النوع الثابت , أي لا يمكن فك الاجزاء الملحومة دون الاضرار بها.وقد يستخدم في عملية اللحام معدن مليء يكون من معدن اللحام او مماثل له في خصائصه الحامية.

وتتم عملية اللحام بنوعين:-

1-لحام الأنصهار:-ويتم برفع درجة حرارة الاجزاء المطلوب لحامها الى درجة حرارة الانصهار في حالة ثم يترك ليتجمد ,فيشكل الجزء المتجمد منطقة ربط قوية بين الاجزاء الملحومة .

2- حالة الضغط:- فيتم رفع درجة الحرارة الى ان تصبح الاجزاء بحالة عجينة ,ويسلط الضغط على منطقة اللحام اثناء تجمدها.

وقد يتم استخدام مواد مساعدة في عمليات اللحام تسمى مساعدات الصهر (Fluxes) تختلف باختلاف المعادن الملحومة وطرق اللحام المستخدمة شش

1- ان تكون اللحام نظيفة وخالية من الاكاسيد او اية شوائب تدخل وصلة اللحام .

2- ان يتم رفع درجة حرارة الاجزاء المراد لحامها (في حالة لحام الضغط) الى الحد الذي يكفي لتطاوعالضغط المسلط عليها وعدم الوصول الى درجة الانصهار .

أنواع اللحام:-

ا-لحام الأنصهار:ويشمل مجموعة من طرق اللحام التي تتم دون أستخدام للضغط منها :

1- لحام الغازي

2-لحام القوس الكهربائي ويشمل :ا-لحام القوس المفتوح

ب-لحام القوس المغمور

ج-لحام الغازات الواقية

3-لحم الثرميت

ب- لحام الضغط ويشمل :-

1-لحام الضغط بأستخدام طاقة الحرارية:ويشمل

ا-لحام المقاومة الكهربائية

ب-لحام النقطة

ج-لحام الحدادة

د-لحام الخط

2-اللحام بدون أستخدام الطاقة

3-اللحام الضغط على البارد

انواع وصلات اللحام

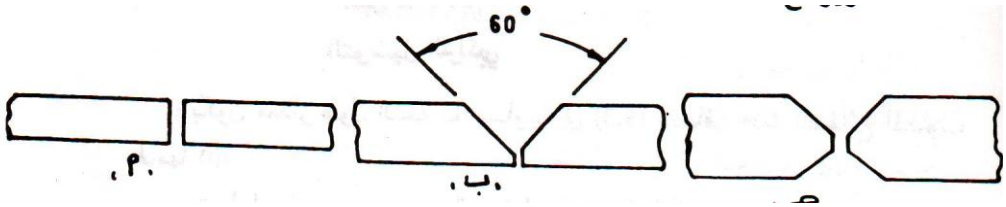
تعتمد انواع وصلات اللحام او التوصيلات الملحومة في اشكالها على طريقة وضع الاجزاء الملحومة بالنسبة لبعضها وهناك عدة انواع لوصلات اللحام هي :-

1-التوصيل التنابكى :-

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

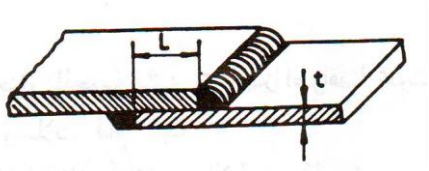
واعتمادا على سمك الاجزاء الملحومة فانه يتم تجهيز اطرافها بحيث يتم تصاهرهما بشكل تام , والحصول على وصلات لحام متينة.

.



2-التوصيل التراكبى:-

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

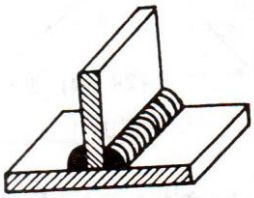


ويكون مقدار طول الشفة(L) مساوياً (3-5)اضعاف سمك الصفائح المطلوب لحامها (t).

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 من الوصلات لذلك لايفضل استخدامها .

-3-التوصيل على شكل T:

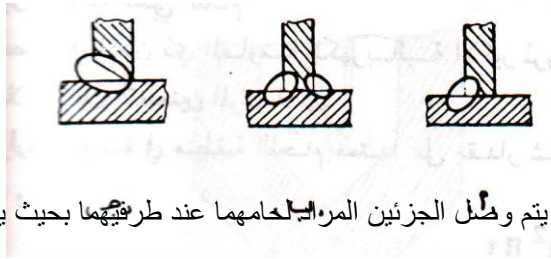
في هذا النوع يتم لحام طرف احد الجزأين المراد لحامها بسطح الجزء الاخر ,وكما هو موضح بالشكل .وفي هذه الوصلات قد يتم اللحام من جهة واحدة او من الجهتين وفي بعض الاحيان يتم تجهيز طرف الجزء القائم من جهة واحدة او من جهتين حسب سمك الاجزاء الملحومة ,وكما هو موضح بالشكل.



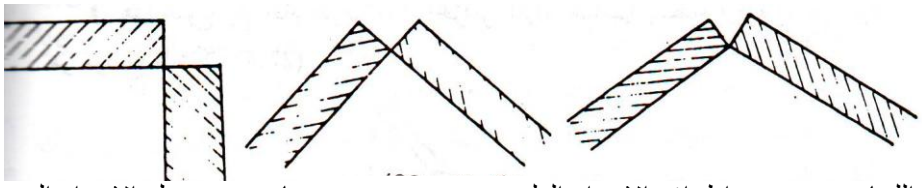
ا-اللحام من جهة واحدة .

أ- اللحام من الجهتين .

ج- التجهيز (الشطف) من جهة واحدة.



4-التوصيل الزاوي: وفيه يتم وصل الجزئين المراد لحامهما عند طرفيهما بحيث يكونان بينهما زاوية معينة, كما يتضح في الشكل.



وقد يتم اللحام دون تجهيز اطراف الاجزاء الملحومة , ويتم تجهيزها وحسب سمك الاجزاء المستخدمة.

الأسبوع الثاني والعشرون

لحام الضغط

الاختبار القبلي

- ما هو التعريف العلمي للحام المقاومة الكهربائية وما هي مصدر الطاقة الحرارية المستخدمة فيه؟
- اذكر الخطوات الأربع الأساسية لإجراء عملية اللحام بالمقاومة الكهربائية.
- قارن بين لحام النقطة ولحام الخط من حيث شكل الأقطاب المستخدمة ونمط حركة الشغلة.
- ما الفرق الأساسي بين اللحام الوميضي التناكبي ولحام التناكب (التقابل) من حيث درجة التلامس بين السطحين؟
- كيف تتولد السرعة العالية اللازمة لإحداث الاصطدام في طريقة لحام الانفجار؟
- ما هي فكرة عمل اللحام بالموجات فوق الصوتية وهل تُستخدم فيه حرارة خارجية؟

لحام المقاومة الكهربائية:eiectric resistance weldikg

يعد هذا اللحام من أنواع لحام الضغط بأستعمال 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.

تكون خطوات عملية اللحام كالاتي:-

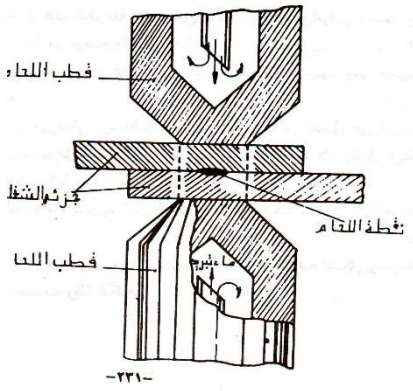
1- وضع الشغلة (القطعتين)بين قطبي اللحام.
2- تضغط القطعتان بوساطة القطبين ,ليكون مرور التيار في المنطقة المحصورة بين الاقطاب فقط .
3- يدخل التيار المطلوب ,ويستمر خلال الزمن المحدد فقط.
4- يقطع التيار, ويستمر الضغط لمدة قليلة حتى تبرد الوصلة,لمنع تكون الشقوق والمسامية وكذلك للحصول على خواص ميكانيكية جيدة لمعدن الوصلة.

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

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

1- 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

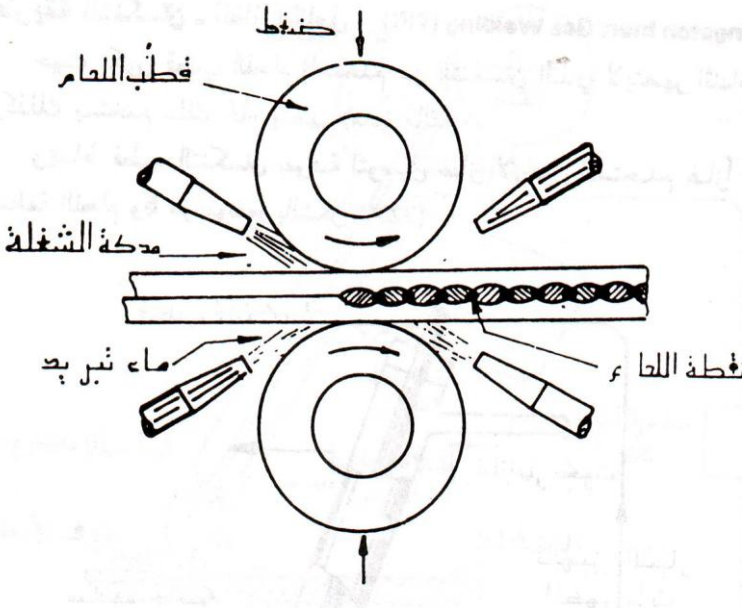


وماكنة اللحام المستخدمة تشتمل على نظام ميكانيكي لتوليد الضغط اللازم على الاقطاب ,على دائرة المحول الكهربائي ,على نظام توقيت للتحكم يزمن مرور التيار .

واقطاب اللحام يجب ان تكون مادتها ذات خواص ميكانيكية عالية ,وتوصيل كهربائي عال ايضاً حيث يصل مقدار تيار اللحام الى حوالي 77.5امبير/ ملم^2 ,مقدار الضغط المسلط بحدود 75- 100 نيوتن/ملم^2 .

2-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 .



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).

ويستعمل 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.

اللحام الوميضي :

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

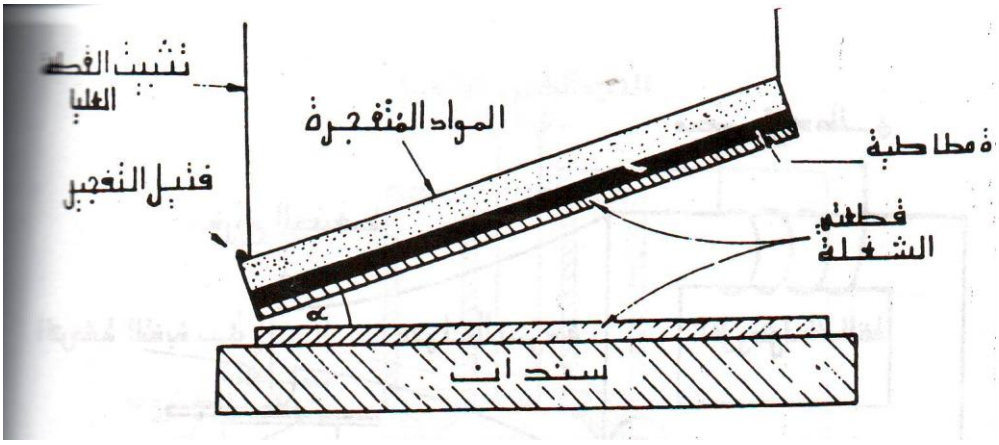
و يستحسن ان تكون مساحة التلامس بين الجزئين صغيرة جدا (تصل الى حوالي 0.05مترمربع) حتى يكفي التيار الكهربائي لتوليد الحرارة اللزمة للحام . ويجري اللحام الوميضي باسلوبين استنادا الى مقدار التلامس بين السطحين المراد لحمهما . فاذا كان التلامس بين السطحين خفيفا يحدث وميض عند مرور التيار بينهما مولدة حرارة 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 ذا التلامس قويا مع وجود الضغط من البداية فان هذا يسمى بلحام التناكب (التقابل) .

<u>لحام الانفجار</u>

بحدث 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(), وكما موضح بالشكل .

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(-150 30) متر\ثانية , مما يجعل جزء المادة المحصورة في منطقة التصادم يتصرف وكانه مادة مائعة ذات لزوجة منخفضة مسببا تشابكا ميكانيكيا اضافة الى اتصال المعدن بين السطحين وكما هو موضح بالشكل .



اللحام بالموجات فوق الصوتية

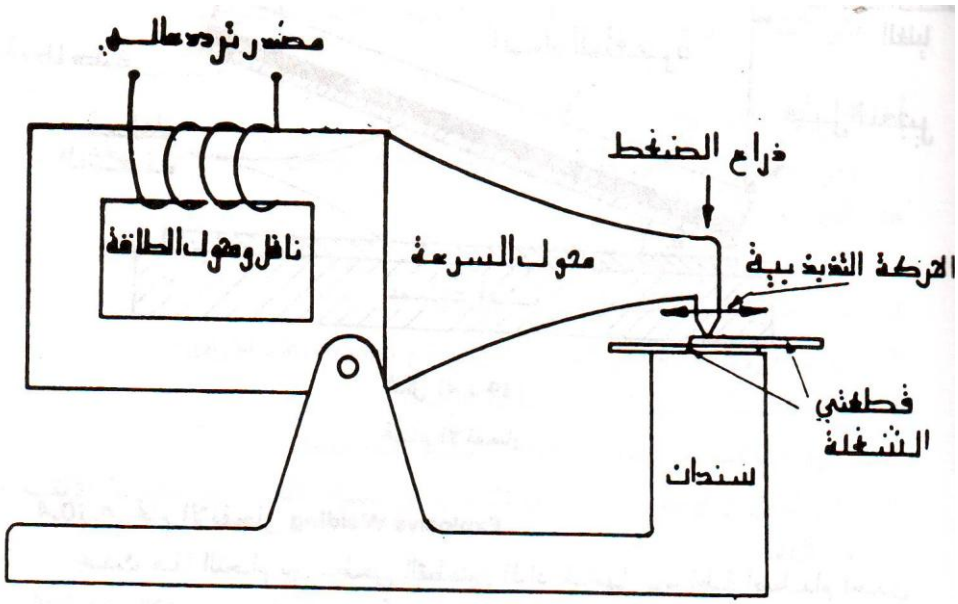
في هذا اللحام يتم احداث طاقة اهتزازية عالية التردد عند منطقة اللحام في مستوى مواز لسطح الوصلة, فينتج عن هذه الاهتزازات تكسير طبقة الاكاسيد بين سطحي الالتحام وانزلاق السطحين مع بعضهما مما يتسبب في حدوث تغلغل وتداخل جزيئات السطحين المراد لحامهما , وتشكيل وصلة لحام قوية ونظيفة.

ان طاقة الاهتزاز العالية التردد يمكن الحصول عليها باستخدام الجهاز الموضح بالشكل , والذي فيه يستخدم مصدر تردد عال للحصول على التردد العالي الذي يتم نقله وتحويله بوساطة جهاز ناقل ومحول للطاقة الى راس 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.

الأسبوع الثالث



والعشرون:

طرق لحام الانصهار (Fusion Welding)

هي طرق التي تتم باستعمال طاقة حرارية لصهر المعادن دون استخدام الضغط ومن هذه الطرق :

اللحام الغازي (Gas Welding) :

وهو احد لحامات الانصهار التي يتم الحصول فيها على الحرارة المطلوبة للصهر من الطاقة المتجة عن احتراق الغازات في غاز الاوكسجين .

واكثر الغازات استخداما بهذا اللحام هي الاستلين والهيدروجين والغاز الطبيعي .

ويستخدم هذا اللحام لوصل الالواح المعدنية ذات السمك القليل ، حيث يتم تسخين المعدن وصهره في منطقة وصلة اللحام اضافة الى صهر سلك اللحام (المادة الثالثة)

في حالة استخدامه .

ويعد استخدام الاستلين مع الاوكسجين هو الاكثر شيوعا وذلك لامكانية الحصول على درجة حرارة عالية تصل الى 3500درجة مئوية عند الخلط بالنسب الصحيحة للغازين ، ولا يمكن الحصول على هذه الدرجة بحرق الغازات الاخرى .

لحام الاوكسي- هيدروجين (Oxy-Hydrogen Welding):

يستخدم لحام الاوكسي هيدروجين في لحام الالواح الرقيقة من السبائك التي تكون درجة انصهارها منخفضة ،وذلك لان خليط الهيدروجين والاوكسجين يحترق عند درجة حرارةٍ 2000 درجة مئوية .

ويستخدم لهب الاوكسي هيدروجين احيانا في لحام المونة(Brazewelding) الذي يمتاز بعدم تكوين الاكاسيد عند اللحام .

لحام الاوكسي - الاستلين :

يستخدم هذا اللحام بصورة واسعة بسبب بعض المزايا فيه :

1. يمكن استخدامه بلحام جميع المعادن والسبائك .
2. معدات اللحام فيه رخيصة نسبيا ، ولا تحتاج الى صيانة معقدة .
3. تستخدم لقطع المعادن باستخدام نفس المعدات التي تستخدم عند اللحام .

وفي هذا اللحام يستخدم غاز الاستلين اضافة الى غاز الاوكسجين ويتم تجهيزها الى ورش اللحام بواسطة قناني خاصة ، وخلطها عند اللحام من خلال المعدات المستخدمة لانتاج الشغلة (flame) الاوكسي استلينية .

انواع اللهب :

يحترق غاز الاستلين بعد خلطه يغاز الاوكسجين بنسبة معينة للحصول على لهب ذي درجة حرارة عالية وكما يأتي :

وتحدد نسبة الغازين المستخدمة ، نوع اللهب ، الذي يمكن الحصول على الانواع الاتية منه :

1-اللهب المتعادل :

في هذا النوع من انواع اللهب تكون غاز الاوكسجين المستعمل (عمليا) للحصول على اللهب المتعادل كيميائيا هي (من 1.04 الى 1.14) حجم الاوكسجين لكل 1من حجم الاستلين . ويتميز هذا النوع من اللهب بوجود مخروط ابيض مركزي مع غلاف قهوائي محمر وكما هو الموضح بالشكل ( ).

ويستخدم اللهب المتعادل في لحام الصلب بانواعه ومعظم السبائك غير الحديدية لانه يقي النعدن من الاكسدة ، ولا يحدث أي تفاعل كيميائي في معدن اللحام المنصهر .

2-اللهب المؤكسد :

تكون نسبة الاوكسجين في هذا اللهب اكبر، ويظهر اللهب قصيرا وكذلك المخروط المركزي ، لكنه اكثر استدقاقا من اللهب المتعادل ، وكما هو الموضح بالشكل .

وتكون وصلة اللحام المنتجة في هذا اللهب هشة لاحتوائها على عدد كبير من المسام الغازية الناتجة عن تفاعل الاوكسجين مع كربون الصلب المصهر .

ومع ذلك فان اللهب المؤكسد يستعمل في لحام النحاس والبرونز والفضة النيكلية لان ظروف اللهب المؤكسد تمنع ذوبان الهيدروجين في المعدن النصهر ، حيث ان الهيدروجين هو سبب ظهور المسام الغازية في هذا النوع من المواد .

ويستعمل اللهب المؤكسد بكثرة في لحام البراص لان اوكسيد الخارصين المتكون على السطح سوف يمنع الخارصين من التبخر .

3-اللهب المختزل (المكربن):

يتكون اللهب مختزلا عندما تكون نسبة الاوكسجين الى الاستلين فيه اقل مما في اللهب المتعادل ، كما يتضح بالجدول .

نوع اللهب	نسبة الأوكسجين الى الأستلين	متوسط درجة الحرارة
متعادل	1.04 – 1.14	3250
مؤكسد	1.14- 1.17	3500
مختزل	0.05 – 0.95	3150

ويتميز هذا اللهب بوجود مخروط ابيض متوهج محاط بمنطقة بيضاء على شكل الريشة ، ومحاط بغلاف محمر ، كما.

تكون درجة الحرارة في هذا اللهب اقل مما في حالة اللهب المتعادل ، لان معدل احتراق الاستلين في المنطقة الداخلية يكون قليلا .

يستعمل هذا النوع من اللهب في لحام الا لمنيوم ومعظم انواع الصلب السبائكي عدا الصلب الكربوني المخفض والصلب غير المصدي العالي الكروم وتختلف درجة الحرارة مع تغيير المنطقة في اللهب ، ولجميع انواع اللهب المذكور .

ويبين الشكل مناطق اللهب المتعادل وتوزيع درجة الحرارة فيه

اللحام اليساري واللحام اليميني :

يقصد باللحام اليساري اللحام الذي تتقدم فيه عملية اللحام من اليمين الى اليسار ويسبق فيه سلك اللحام المشعل ، كما في الشكل . حيث لا يتحدد اللحام من اتجاه تقدم عنلية اللحام فقط وانما بالدرجة الاساسية من موقع سلك اللحام بالنسبة لمشعل اللهب والمنطقة الملحومة .

اما اللحام اليميني فهو الي تتقدم فيه عملية اللحام من اليسار الى اليمين ويسبق في مشعل اللهبسلك اللحام

ويتميز هذان اللحامان عن بعضهما بالامور الاتية :

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

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

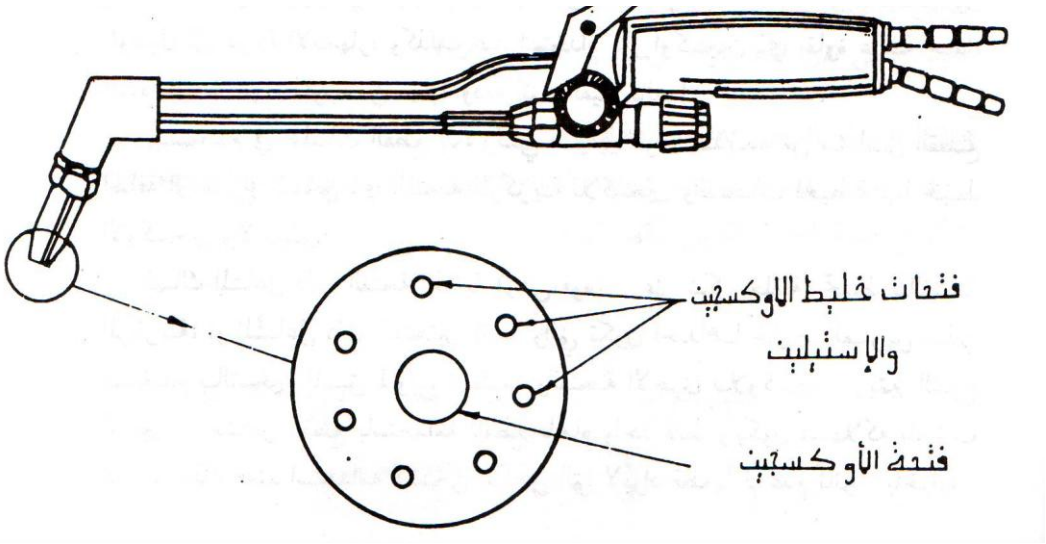
3- يستخدم اللحام اليميني في لحام الواح الصلب ذات السمك الكبير (اكثر من 6 ملم) بسبب امكانية نفاذ اللحام وجودته لتوفير حرارة اكبر .

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

القطع بالاوكسى استيلين :

يعد القطع بالاوكسي استيلين من عمليات الانتاج المهمة يتم باستخدام معدات اللحام نفسها مع مشعل القطع .

يحتوي مشعل القطع المستخدم على عدة ثقوب صغيرة تحيط بثقب مركاي كبير كما بالشكل .



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

تمم عملية القطع بتسخين الجزء المراد قطعه الى درجة حرارة التاكسد السريع ، ويكون ميل الحديد للاكسدة فيها عالية جدا (دون وصول الى درجة الانصهار) ، عندها يفتح تيار الاوكسجين المضغوط (من الثقب المركزي) فتتم اكسدة المنطقة المسخنة بسرعة عالية ويتكون من اوكسيد الحديد الذي يكون ارتباطه بمعدن القطعة ضعيفا ، فيندفع مع 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 تكون بحدود (1150 درجة مئوية) في حالة الحديد القليل الكربون وتزداد بزيادته .

ان القطع الناتج باستخدام الاوكسي استيلين يكون نظيفا جدا وقد لا يحتاج الى عمليات تشغيل اضافية في حالة التسخين لدرجة حرارة التاكسد السريع فقط دون الوصول الى درجة الانصهار ، وكذلك عند استخدام غاز اوكسجين ذي نقاوة عالية جدا ، اضافة الى ما هو مطلوب من مهارة ودقة في اثناء القيام بالعمل .

وتستخدم في عمليات القطع بالاوكسي استيلين انواع عديدة من مشاعل القطع اضافة الى النوع السابق ذي الفتحة المركزية للاوكسجن والفتحات المحيطة بها لخيط 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.

الأسبوع الرابع والخامس والسادس والعشرون:

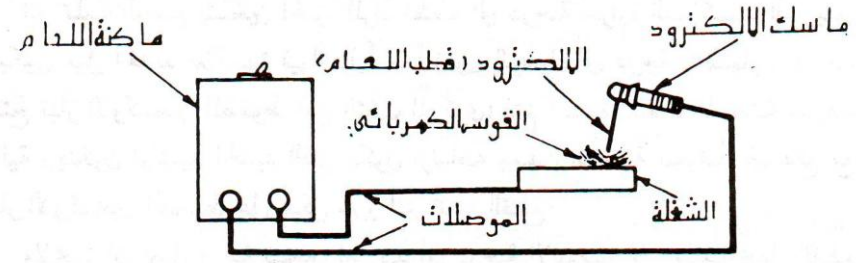
اللحام بالقوس الكهربائي

الاختبار القبلي

- ما هو التعريف العلمي للحام بالقوس الكهربائي وما المدى الذي تصل إليه درجة الحرارة في القوس؟
- قارن بين طريقة القطبية المباشرة وطريقة القطبية المعكوسة عند استخدام التيار المستمر في اللحام.
- اذكر أنواع أقطاب (إلكترودات) اللحام المعدنية من حيث التغليف والفوائد الرئيسية لتغليفها.
- اذكر الاتجاهين الأساسيين لحركة الإلكترود أثناء عملية اللحام وأهمية كل حركة منهما.
- قارن بين طريقة اللحام بالغاز الخامل مع إلكترود التنكستن وطريقة اللحام بالغاز الخامل مع إلكترود معدني.
- ما هو المصدر الأساسي للحرارة اللازمة لصهر معدن الوصلة في طريقة لحام الثرميت

ان طريقة اللحام هذه هي احدى طرق اللحام بالصهر وفيها يتم صهر منطقة اللحام نتيجة الحرارة العالية والمتولدة من القس الكهربائي الذي يحدث بين قطب اللحام (الالكترود)(Electrode) الشعلة Work piece الجاري لحامها كما يتضح بالشكل.

تصل درجة الحرارة في القس الكهربائي الى حوالي5500درجة مئوية وتتكون في حوض المعدن المنصهر على سطح القطعة الجاري لحامها حفرة بسبب ضغط تيار غازات القوس تسمى نقرة اللحام وكما موضح بالشكل.



تيار اللحام Welding Current:-

يستخدم التيار المستمر (D.C) والتيار المتناوب (A.C) في عملية اللحام بالقوس الكهربائي.

والتيار المستمر (D.C) يكون ذا اتجاه تيار ثابت (سالب موجب) كما في التيار الناتج من البطارية .

اما التيار المتردد (A.C) ففيه يتغير اتجاه التيار الكهربائي باستمرار بين السالب والموجب.

لذلك ففي حالة استخدام التيار المستمر في اللحام فانه يتم تحديد القطب (السالب و الموجب) الذي يوصل بالاكترود ويكون ذلك بطريقتين :-

أ-طريقة القطبية المباشرة:-

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.

ب-طريقة القطبية المعكوسة

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

الاقطاب المستخدمة:-

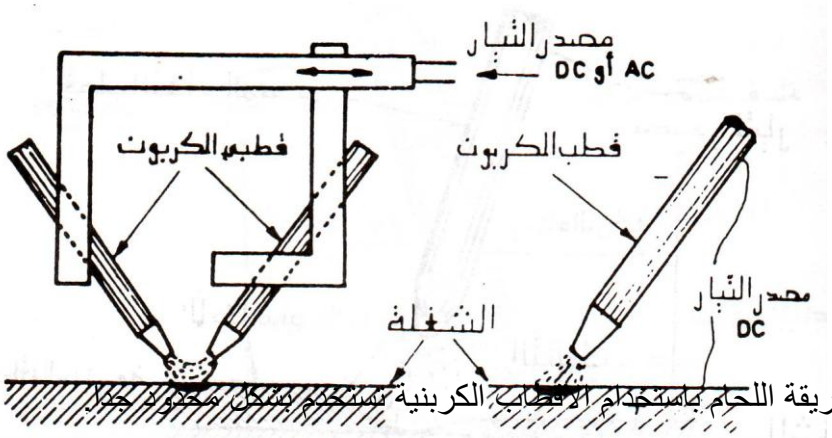
تستعمل الالكترودات(الاقطاب) لغرض توصيل التيار الكهربائي خلال دائرة اللحام. ولتشكيل القوس الكهربائي , وفي حالة استخدام الكترودات معدنية فانها تستخدم معدنا مالئا Filler Metal ايضا.

وهناك نوعان من الاقطاب هما:-

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

1-لطريقة المباشرة :- وفيها يستخدم قطب كاربوني واحد يحدث القوس الكهربائي بينه وبين الشغلة المراد لحامها , كما في الشكل (أ)ويلاحظ ان القوس الكهربائي ينشأ بسهولة في هذه الطريقة لان القطب الكربوني لا يلتصق بمعدن الشغلة , وهي طريقة قديمة لاتستعمل في الوقت الحاضر.

2-الطريقة غير المباشرة:- في هذه الطريقة يتم توليد القوس الكهربائي بين القطبين ن الكربون يثبتان برأس اللحام المتنقل حيث يتم تقريبها من الشغلة المراد لحامها فيتم انصهارها عن طريق الحرارة المتولدة في القوس الكهربائي بين القطبين كما في الشكل (ب).في كلتا الطريقتين يستخدم سلك معدني (مادة مالئة) لغرض ملء وصلة اللحام.

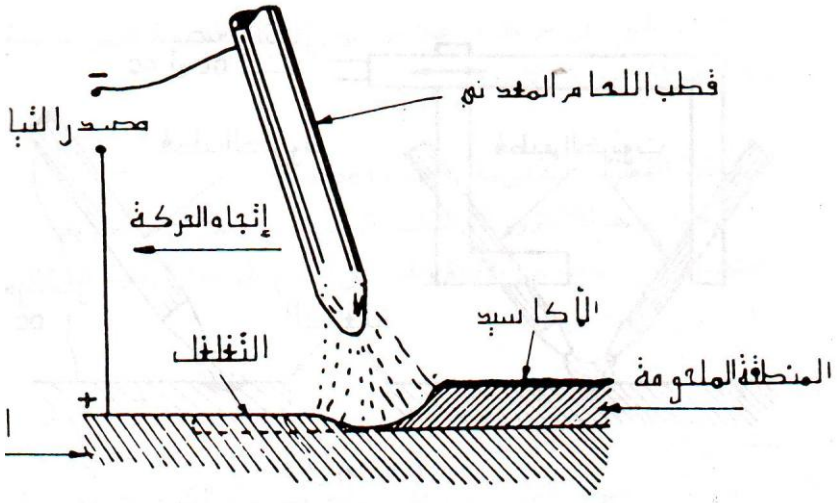


ان طريقة اللحام باستخدام الاقطاب الكربنية يستخدم بشكل محدود جدا

ب-الاقطاب المعدنية

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 المراد لحامها ويتكون القوس الكهربائي في الفراغ بينهما ونتيجة للحرارة المتكونة في منطقة اللحام , تنصهر الشغلة وكذلك نهاية قطب اللحام ليتجمع المعدن المنصهر في نقرة اللحام ويترسب مكونا الجزء الملحوم وكما يتضح بالشكل



تغليف اقطاب 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 التي هي عبارة عن مسحوق من مواد حبيبية تغلف كل قطب اللحام , كما هو موضح بالشكل.

ان فوائد تغليف الاقطاب المعدنية تتلخص بالاتي:-

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.

انواع اقطاب 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 الاستعمال.

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 (A.C) فتستخدم المحولات, والتي تقوم بتحويل جهد وشدة التيار المتناوب بالحدود الملائمة لعملية اللحام.

حركة الألكترود:

عند اللحام بأستخدام الألكترود المعدنية فأنه يجب تحريك الألكترود بأتجاهات مختلفة بنفس الوقت وذلك لغرض الحفاظ على استمرار اشتعال القوس الكهربائي وتكوين خط اللحام بالمواصفات الصحيحة وكما هوموضح بالشكل.

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 يحريك الألكترود نحو الشغلة للحفاظ على طول ثابت للقوس الكهربائي .

ان سرعة الحركة بهذا الاتجاه تعتمد على سرعة الالكترود ، و يحدد ذلك بخبرة عامل اللحام ، و ذلك انه اذا كانت تكون سرعة الحركة بهذا الاتجاه كبيرة فان ذلك يؤدي الى تقليل المسافة بين طرف الالكترود ةو 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 فيع اللحام .

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

ان السرعة العالية تسبب عدم نفاذ اللحام و صغر مقطع وصلة اللحام بسبب عدم اكتمال الصهر .

اما السرعة البطيئة فتؤدي اللى كبر مقطع وصلة اللحام و زيادة الكلفة الاقتصادية كذلك تقليل انتاجية اللحام ، و اتساع المنطقة المتأثرة بالتسخين نتيجة حرارة اللحام .

لحام الغازات الواقية

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

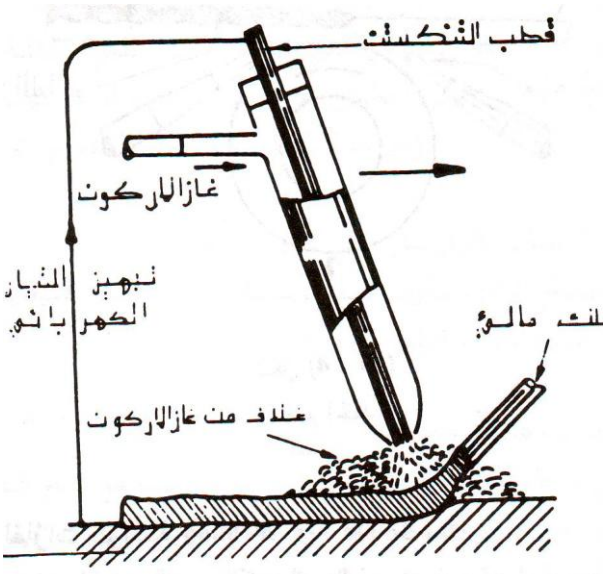
وتكون هذه الغازات عند استخدامها ستار (غلافا) واقيا لمنطقة اللحام ان الغازات الاكثر استخداما لهذا النوع من اللحام هي غاز الاركون وغاز الهليوم, وكذلك يستخدم غاز ثاني اوكسيد الكاربون لرخص ثمن لحام الاركون:

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

-طريقة التنكستن –الغاز الخامل : -

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

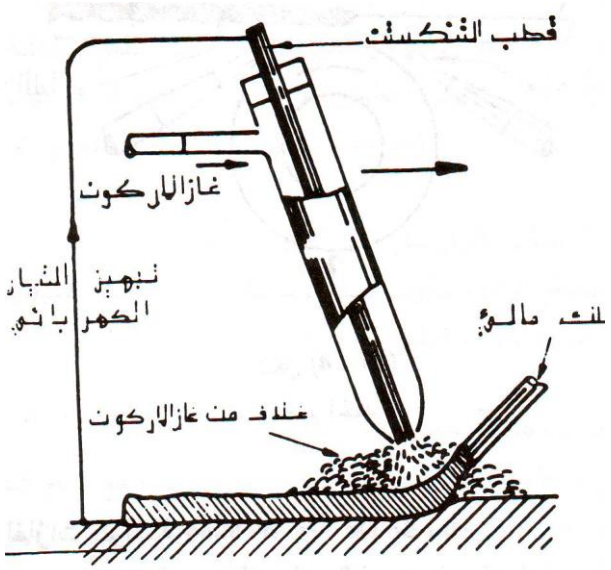
ويحاط قطب التنكستن بفوهة لتوصيل غاز الاركون المستخدم غازا واقيا الى منطقة اللحام وكما هو موضح بالشكل .



يستخدم التيار المتناوب 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.

<u>ب-طريقة اللحام المعدني –الغاز الخامل :</u>

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.



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

تكون الاسلاك المعدنية الالكترودات المستخدمة ذات اقطار تتراوح بين (o.75 الى 2.25ملم).

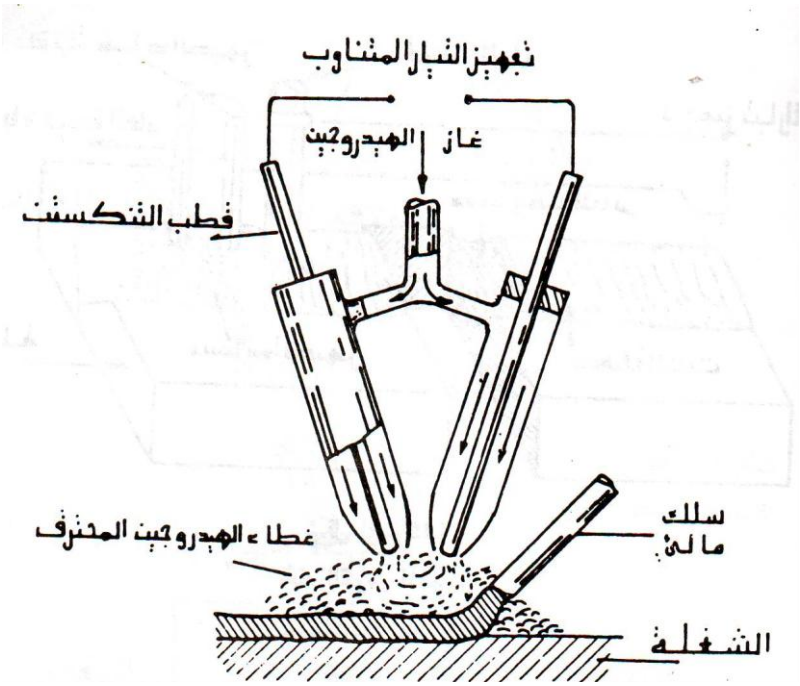
وتستعمل هذه الطريقة في لحام المواد الغير الحديدية ,ويكون اللحام المنتج نظيفاً ويحدد مكان اللحام بسهولة ,ولذلك فهذه الطريقة تستعمل بكثرة في صناعة السيارات والسفن والطائرات وصناعة الاجهزة الكهربائية وصناعة الخزانات والانابيب.

لحام ثاني اوكسيد الكربون:

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 والصلب السبكي المنخفض.وتحتوي مادة الالكترود المسخدم 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.



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.

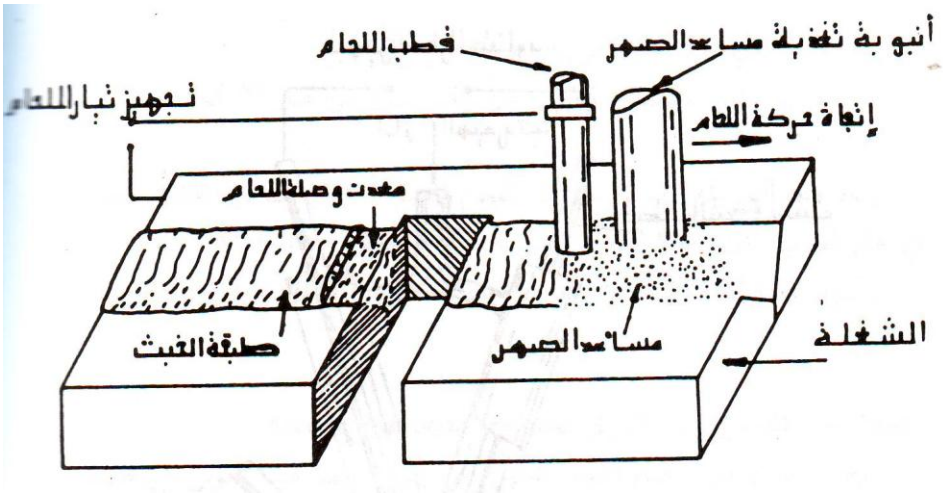
تحتاج هذه الطريقة الى جهد كهربائي عال يكفي لتآين جزيئات الهيدروجين ويستخدم فيها سلك مالي (ينصهر).

تستخدم هذه الطريقة في لحام المواد الحديدية او في لحام سبائك الالمنيوم.

<u>لحام القوس المغمور</u>

وهي احدى طرق لحام القوس الكهربائي التي تستخدم قطبا معدنيا, ويحدث فيها القوس الكهربائي وهو مغمور بشكل كامل بمساعدة الصهر.

ويوضح الشكل



طريقة اجراء هذا اللحام, حيث يستخدم قطب لحام 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.

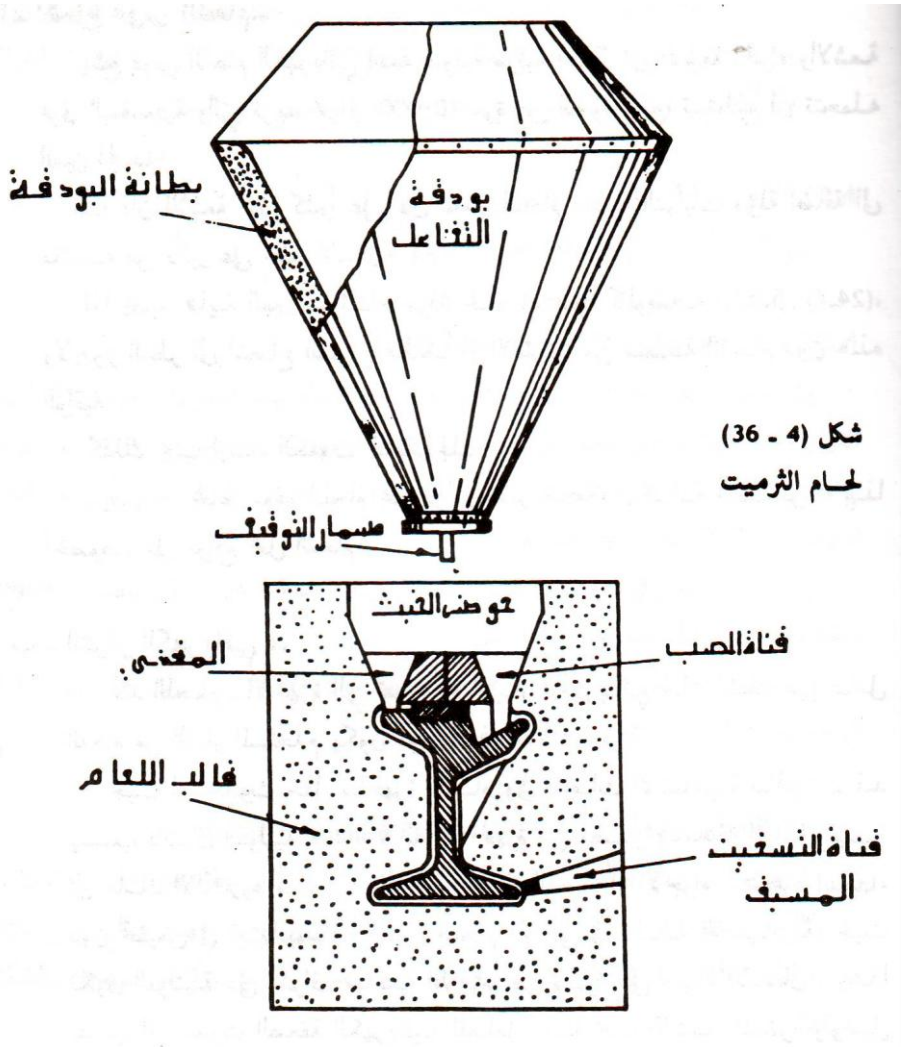
تستعمل هذه الطريقة في لحام الصلب الكربوني المنخفض, والمتوسط, والصلب السبكي , وكذلك في لحام النحاس والالمنيوم.

لحام الثرميت

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

$$8AL+3Fe_3O_4 \longrightarrow 9FE+4AL2O3+ \quad \text{حرارة}$$

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 .



شكل (4 - 36)
لحام الثرميت

ويسخن 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.

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

الاختبار البعدي:

- علل مع ذكر السبب الفني:
  - تفضيل الربط المعكوس وتوصيل الإلكترود بالقطب الموجب في طريقة اللحام المعدني بالغاز الخامل.
  - استخدام مسحوق مساعد الصهر المغمور بالكامل فوق منطقة اللحام في طريقة القوس المغمور.
- اشرح التأثير الفني لزيادة أو نقصان سرعة حركة الإلكترود باتجاه محور الشغلة وباتجاه خط اللحام على جودة وصلة اللحام.
- وضح آلية توليد الحرارة وحماية منطقة اللحام في طريقة لحام الهيدروجين الذري وكيف تتأين وتتحد جزيئات الغاز على سطح الشغلة.

الأسبوع السابع والعشرون:

وصل السمكرة ووصل المؤونة (Soldering and Brazing):-

الاختبار القبلي

- ما المبدأ الأساسي لطرق وصل المعادن (السمكرة والمؤونة) من حيث درجات حرارة انصهار السبائك مقارنة بالمعدن الأساسي؟
- اذكر مكونات السبيكة المستخدمة في وصل السمكرة والأداة المستخدمة لتسخين وصهر السبيكة.
- ما هي نوعية السبائك المستخدمة في طريقة وصل المؤونة وما الأشكال المختلفة للوصلة المنفذة بها؟
- اذكر الفوائد الفنية لاستخدام مساعدات الصهر (Fluxes) أثناء عملية الوصل بالسمكرة.
- كيف تتولد الحرارة اللازمة للصهر في طريقة اللحام بأشعة الليزر وما شكل إطلاق الطاقة فيها؟
- ما هو مصدر الطاقة ومولد الحركة الحرارية في طريقة اللحام بحزمة الإلكترونات؟

تتميز طرق وصل المعادن هذه بانها تتم بصهر السبائك المستخدمة بالوصل وانسيباها الحر ضمن مدى درجات الحرارة اقل بكثير من درجة حرارة التجمد المعدني للقطعتين المراد وصلهما ,على الرغم من حدوث بعض الذوبان لمادة الشغلة في السبيكة المستخدمة وتستخدم هذه الطرق عند وصل المعادن غير المتماثلة ,وفي الحالات التي لايراد فيها تسخين عالي للقطع الموصلة حيث يتم وصل الصلب والنحاس والبرونز بعدة طرق وكالاتي:-

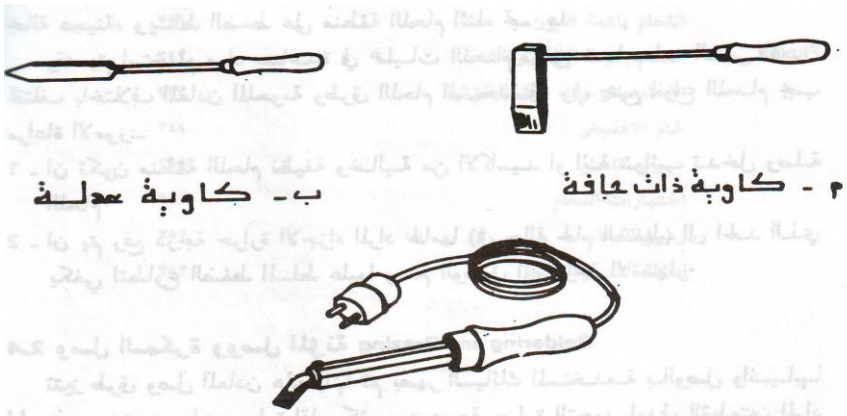
ا-وصل السمكرة(Soldering):-

في هذا النوع تستخدم سبيكة من القصدير والرصاص بنسب مختلفة, قد تكون بنسبة 50% لكل منهما, وفي هذه الخالة تكون درجة الانصهار هذه السبيكة عند درجة حرارة22مْ وتتجمد في 8 مْ و تكون في الحالة العجينية بين هاتين الدرجتين .

ويتم الوصل بصهر معدن السبيكة وذلك باستخدام كاوية خاصة (Soldering iron) تصنع عادة من النحاس باشكال مختلفة كما يتضح بالشكل ويتم تسخين الكاويات بواسطة التيار الكهربائي او اللهب المباشر.

ويوضع معدن السبيكة المنصهر على منطقة الوصل ليتم تبليلWet (او تعرق) سطحي قطعتي الشغل

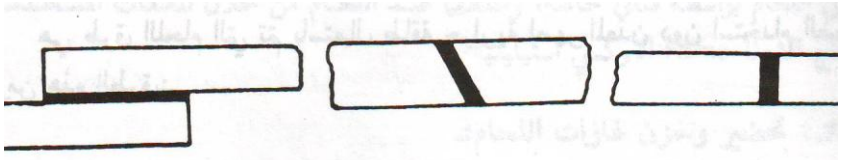
ويجب تنظيف منطقة الوصل جيداً وازالة الاكاسيد منها وتستخدم مساعدات صهر Fluxes لهذا الغرض اضافة الى تاثيرها بصهر السبيكة.



ب-وصل المؤونةBrazing

تستخدم سبائك النحاس في هذه الطرقة (سبائك النحاس والزنك)وستخدم احياناً الالمنيوم وتكون درجة حرارة انصهار السبائك المستخدمة اعلى من مثيلتها في وصل السمكرة ويحدث الترابط في هذه الوصلة بالنتشار مادة السبيكة في المواد الموصلة او بذوبان بعض مكونات السبيكة بالمادة الراد وصلها (المعدن الاساسي)ز

ان نوع الوصلة يحدد متانة وقوة الترابط بين القطع الموصلةوتكون هذه الوصلات اما وصلة عدلة او وصلة مائلة (مشطوفة)او وصلة تركيبية كما هو موضح بالشكل .



الانواع الحديثة من اللحام

من اهم انواع اللحام وطرقه الحديثة ما ياتي:-

اللحام باشعة الليزر

يتم الحصول على الطاقة الحرارية اللازمة لاتمام اللحام بهذه الطريقة من خلال اشعة الليزر, حيث يتم تركيز الضوء تركيزا قويا في منطقة معينة, فينتج عن ذلك تولد حرارة عالية جدا بتلك المنطقة تسبب انصهار المعدن فيتم اللحام , حيث تصل درجة الحرارة المتولدة الى (10.000 درجة مئوية).

والليزر المستخدم في عمليات اللحام تطلق فيه الطاقة على شكل نبضات متقطعة , وليس على شكل صورة شعاع مستمر.

ويستخدم هذا النوع من اللحام في مجال الصناعات الالكترونية بالدرجة الاساسية او في اللحامات الصغيرة في بعض الاغراض الخاصة.

اللحام بحزمة الالكترونات

الحرارة المستخدمة بصهر اطراف الاجزاء الملحومة بهذه الطريقة مصدرها حزمة كثيفة من الالكترونات ذات سرعة فائقة تبعث من ملف حلزوني تحت جهد عال , وتمر خلال قطب الانود (المصعد) الاسطواني, ثم تركز بوساطة ملف التركيز وكما هو موضح بالشكل .

تصل درجة الحرارة في نقطة تركيز الالكترونات الى (10.000 درجة مئوية) , ولذلك فانه يمكن بهذه الطريقة لحام الاجزاء ذات السمك الكبير وبسهولة.

الاختبار البعدي

•قارن بين وصل السمكرة ووصل المؤونة من حيث التركيب الكيميائي للسبيكة ودرجة حرارة الانصهار وآلية حدوث الترابط مع المعدن الأساسي.

•علل مع ذكر السبب الفني:

- تفضيل استخدام طرق وصل المعادن (السمكرة والمؤونة) عند التعامل مع المعادن غير المتماثلة أو القطع التي لا يراد تسخينها حرارياً بدرجة عالية.
- استخدام ملف التركيز والجهد العالي في طريقة اللحام بحزمة الإلكترونات.

•وضح آلية حدوث الانصهار في اللحام بأشعة الليزر والسبب الفني لاستخدامه بشكل أساسي في مجال الصناعات الإلكترونية والأغراض الدقيقة.

الأسبوع الثامن العشرون:-

عيوب اللحام

الاختبار القبلي

- اذكر أربعة من عيوب وصلات اللحام الخارجية التي يمكن تحديدها بالعين المجردة.
- ما المقصود بعيب (عدم نفاذ أو اختراق اللحام) ولماذا يُعد من أخطر عيوب اللحام الداخلية؟
- كيف تتكون المسام والفقاعات الداخلية داخل معدن وصلة اللحام وما تأثيرها على متانتها؟
- اذكر أهم الطرق المستعملة في اختبارات إحكام وصلات اللحام لمنع تسرب السوائل والغازات.
- ما هي اختبارات المتانة الميكانيكية الأساسية التي تُجرى على عينات من نفس المنتج أو عينات مماثلة له؟
- اذكر الطرق غير الإتلافية الثلاث المستخدمة للكشف عن العيوب الداخلية في وصلات اللحام.

الاختبار البعدي

يمكن تقسيم العيوب التي تحصل في وصلات اللحام المختلفة على نوعين :-

أ- **العيوب الخارجية:-**وهي العيوب التي تكون ظاهرة على وصلة اللحام, ويمكن تحديدها بالنظرومن هذه العيوب ما ياتي:-

1-عدم انتظام عرض خط اللحام وارتفاعه.

2-عدم تطابق وصلة اللحام للمقاييس المطلوب-ظهور الحزوز او النقر غير المسدودة على سطح الوصلة , وعند اطرافها .

-ظهور المسامات والتشققات على سطح الوصلة .

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

6-عدم التماثل في اوجه وصلة اللحام, المتسبب عن انسياب المعدن على القطعة الافقية من الشغلة.

العيوب الداخلية:-

وهي العيوب التي تحدث وصلة اللحام, ويتم الكشف عنها باختيارات خاصة منها:-

1-عدم نفاذ(اختراق) اللحام:-أي عدم نفاذ وصلة اللحام لغاية جذر الوصلة وكما في الشكل.

وهو يعد من اخطر العيوب كونه يؤدي الى انخفاض شديد بمتانة وصلات اللحام, وينشا عن الاسباب الاتية:-

أ-نقص مقدار تيار اللحام عن المقدار المناسب.

ب-السرعة العالية لحركة الالكترود , مما لايتيح الانصهار التام للاجزاء الملحومة.

ج- عدم تجهيز اطراف ومنطقة اللحام بالطريقة الصحيحة.

د- عدم تنظيف اطراف الاجزاء الملحومة ومنطقة اللحام بشكل جيد.

2- وجود المسام الداخلية في معدن وصلة اللحام:-

والتي تحصل نتيجة لعدم تمكن الغازات الذائبة في المعدن المنصهر من الخروج منه قبل تجمد سطح الوصلة , وتبقى على شكل فقاعات مكونة المسام والفقاعات تكون بشكل منفرد او مجموعات تعطي الوصلة شكلا اسفنجيا يؤدي الى قلة متانتها الميكانيكية, وكذلك امكانية تسرب السوائل والغازات من خلال الوصلة.

3- الشقوق الداخلية في الوصلة والمعدن الاساس:- والتي تحصل نتيجة للاجهادات الداخلية عند التسخين والتبريد غير المنتظمين, وقد تنشا نتيجة زيادة نسبة الكبريت والفسفور في معدن وصلة اللحام, او من عوامل اخرى, والشقوق يمكن ان تكون طولية او عرضية , كذلك فقد تظهر شقوق اخرى صغيرة جدا في منطقة اتصال المعدن الاساسي والمعدن المرسب باللحام تسمى الشقوق الشعرية, التي تنشأ بسبب وجود عيوب داخلية في الوصلة.

4- عدم تصاهر طبقات اللحام:- ويحدث عند عدم استخدام تيار كاف وعدم نظافة منطقة اللحام في لحام الخطوط المتعددة.

5- وجود الخبث والشوائب ضمن وصلة اللحام:- حيث قد تتضمن وصلة اللحام احتواءات من الخبث الناتج اثناء عملية اللحام, او بعض الاكاسيد والشوائب الاخرى التي تشكل مناطق ضعيفة في وصلة اللحام.

<u>اختبارات اللحام:-</u>

لغرض كشف وتحديد العيوب بوصلات اللحام المختلفة, تستخدم العديد من الاختبارات اهمها:-

أ-الاختبارات (الفحوص) الخارجية:-

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

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

3-الكشف عن الحزوز والنقر على الوصلة وعند اطرافها.

4-الكشف عن المسامات والتشققات والشقوق الشعرية على سطح الوصلة, وكذلك الشوائب وبقايا الخبث.

ب-اختبارات احكام وصلات اللحام:-

وهي الاختبارات التي تجرى على وصلات اللحام لغرض التأكد من عدم نفاذ السوائل والغازات من خلالها.

وتتم هذه الاختبارات باستخدام الكيروسين كمادة نفاذة تترشح خلال العيوب لتظهر عند اسطح الاجزاء المختبرة , اضافة الى استخدام ضغط الماء او الهواء.

وقد تستخدم طريقة التفاعلات الكيمياوية بهذه الاختبارات.

ج- اختبارات المتانة الميكانيكية :- حيث تجري هذه الاختبارات على عينة يتم تجهيزها من نفس المنتج, او على عينات مماثلة للمنتج تماما من حيث ظروف اللحام .

والاختبارات التي تجري هي اختبارات الشد واختبارات الثني(الحني) واختبارات الصدم.

2-اختبارات تحديد العيوب الداخلية:-

وهي الاختبارات التي تجري للكشف عن العيوب الداخلية المحتملة في وصلات اللحام.

وهذه الاختبارات قد تتلف وصلة اللحام عند اجرائها , كالقيام بعمل مقطع في وصلة اللحام للكشف عما يظهر بداخلها.

او قد تتم هذه الاختبارات دون تأثر وصلة اللحام وذلك باحد الطرق الاتية:-

1-باستخدام الاشعة السينية او اشعة كاما /:-

حيث يتم باستخدام هذه الاشعة الحصول على صورة كاملة للجسم تظهر فيها المواد الكثيفة اكثر اضاءة , وبالتالي فأن العيوب الداخلية

(كالشقوق او الفجوات) تظهر داكنة ويتم تحديد شكلها وموقعها بدقة.

2-استخدام الذبذبات فوق السمعية:-

حيث تمرر ذبذبات ذات تردد يزيد على 50000 ذبذبة\ثانية خلال معدن الوصلة لتنعكس عند مصادفتها لعيب داخل معدن الوصلة, وتستقبل على جهاز خاص يحدد العيوب الموجودة فيها.

3-استخدام الطريقة المغناطيسية :-

التي تعتمد على كون التدفقات المغناطيسية عند اماكن العيوب الداخلية في وصلة اللحام التي تتم مغطستها تكون اكبر. ويتم الكشف عن هذه المناطق اعتمادا على هذا الاساس.

الاختبار البعدي

- علل مع ذكر السبب الفني:
  - حدوث عيب الشقوق الداخلية في وصلة اللحام والمعدن الأساسي ارتباطاً بالتسخين والتبريد ونسب العناصر.
  - ظهور عيب (عدم تصاهر طبقات اللحام) عند تنفيذه بواسطة الخطوط المتعددة.
- اشرح بالتفصيل الأسباب الأربعة الرئيسية التي تؤدي إلى حدوث عيب عدم نفاذ اللحام لغاية جذر الوصلة.
- قارن بين الفحص بواسطة الكيروسين وضغط الماء أو الهواء (اختبارات الإحكام) واختبارات المتانة الميكانيكية من حيث الهدف وآلية التنفيذ.
- وضح آلية عمل الفحص بالأشعة السينية أو أشعة كاما في إظهار العيوب الداخلية وكيف تبدو الفجوات والشقوق على الفيلم.

الأسبوع التاسع والعشرون والثلاثون

تشكيل المعادن والسبائك

الاختبار القبلي

- ما هو التعريف العلمي لعمليات تشكيل المعادن وما الفرق الأساسي بين التشكيل على الساخن والتشكيل على البارد؟
- اذكر أنواع الحدادة الثلاثة الرئيسية (الطرق اليدوي، الطرق الحر، والطرق المقفل) مع توضيح الفائدة الرئيسية لكل منها.
- قارن بين المطارق الآلية والمكابس من حيث سرعة العمل، الضوضاء، والقدرة على عجَن الخامة حتى القلب.
- اذكر أربع مزايا أساسية تجعل عملية الحدادة ممتازة لتحسين خواص المعدن الميكانيكية.
- اذكر أربعة من العدد الأساسية المستعملة في الحدادة اليدوية ووظيفة كل منها.
- ما هي الفائدة الفنية لاستخدام ثقوب وجه السندان المستديرة والمربعة والملاقط بمختلف أنواعها؟

يقصد بتشكيل المعادن هي العمليات التي تجرى على المعادن والسبائك لغرض اكسابها اشكالا او هيئات معينة ومطلوبة باحدى الاساليب المناسبة لتشكيل وتتم بدون ازالة رايشقسم عمليات التشكيل الى قسمين رئيسيين من حيث شكل المعدن:

1- عمليات التشكيل في حالة السائلة مثل عملية السباكة.

2- عمليات التشكيل في حالة الجامدة (الصلبة) مثل تشكيل المسبوكات المختلفة ويسقسم الى قسمين:

أ- تشكيل المسبوكات الاولية بعمليات التشكيل على البارد.

ب- تشكيل المسبوكات الاولية بعمليات التشكيل على الحار.

وتوجد عمليات تشكيل خاصة تتميز بصفات معينة وهي تشكيل المساحيق او دقائق المعادن او تشكيل تحت ضغط عالي.

التشكيل على الساخن: حيث يتم تشكيل المعدن وكذلك التشويه اللدن (الدائمي له) تحت تاثير قوى او جهود عليها وهي في حالة ساخنة حيث تتم عملية التشكيل بدرجة حرارة اعلى من درجة حرارة التبلور كما في عملية الدرفلة على الساخن والحدادة والبثق.

التشكيل على البارد: حيث تتم عملية التشكيل المعدن بدؤجة حرارة الغرفة أي بدرجة حرارة اقل من درجة حرارة التبلور للمعدن كما في عملية الدرفلة على البارد.

الحدادة :

هي طريقة من تشكيل المعادن بتسليط الضغط أوالكبس خارجي عليه وأعطاءه الشكل المطلوب ويتم هذا على مرحلة أوعدة مراحل وتتم الحدادة أما على البارد أو على الساخن.

انواع الحدادة:-

أ-الطرق اليدوي :

وتعتبر من أقدم العمليات المستخدمة في معاملة المعادن ولا زالت تستخدم حتى الوقت الحاضر وخاصة في مجال انتاج القطع القليلة العدد والمعقدة .

ب- الطرق الحر :

وهي عملية يراد بها ابعاد القطعة على حساب ابعاد الاخرى وهي تتمثل اساسا في تقليل الارتفاع . ان الحرية الناتجة من حركة المعادن في الاتجاهات التي يجده (المعادن) غير مقيدة له . ان هذا النوع من الطرق يستخدم وعلى نطاق واسع في **المقفل :**

هذه مجال التشكيل ما قبل النهائي ، وفي هذه الحالة فان القوة المسلطة اكون موزعة بالتساوي كافة مناطق القطعة .

ج- الطرق الطريقة تتمثل في كون القطعة النتجة محصورة بين نصفي قالب . وهي تستخدم للحصول على القطع الجاهزة (رغم انها في معظم الحالات تكون حاوية على الزوائد التي تزال بالتشطيب)وهذه الطريقة تستخدم على الساخن وعلى البارد ومعظمها يتم على البارد (التشكيل على البارد يعطي دقة اكثر من الساخن بحدود (85%_90%) .

درجات حرارة الحدادة :

تتوقف درجات حرارة الحدادة على نوع الفولاذ ، ولتلافي الاخطاء يجب اتباع ارشادات المعاملات الحرارية التي تعدها مصانع الفولاذويجب تسخين الفولاذالطري اللاسبيكي (اقل من 0،1%كاربون) تسخينا سريعا ومنتضما حنى درجة الطرق اما انواع الفولاذ اللاسبيكية الاكثر صلادة والفولاذ السبيكي بصفة خاصة فانها تصاب بتخدشات اجهاد اذا عولجت بالتسخين السريع

لتمدد الطبقة الخارجية بمعدل اسرع من تمدد القلب . ولمنع التخدش سجب ان يتم التسخين ببطء حتى يحمو المعدن احمرارا قاتما (نحو700م) ثم يستكمل التسخين بسرعة حتى درجة حرارة الحدادة ، وتمثل درجات الحرارة الحرجة في الجدول درجات حرارة بدء الحدادة أي ان التشكيل لا يبدا الا عند بلوغ هذه الدرجة . اما درجات الحرارة الحرجة الدنيا فانها درجات حرارة انتهاء الحدادة . اذ لا يجوز احداث أي تغيير شكلي تحت هذه الدرجة حيث ان قابلية المادة الاولية تضعف ةتشدد عند تكرار الطرق . كما قلت نسبة الكاربون في انواع الفولاذ السبيكي كانت درجة الحرارة الابتدائية لتشكيلها بالحدادة اكثر ارتفاعا يتيحفي حدود درجات المعطاة على على بينة كثيفة وناعمة ويجب ان تصل الحرارة اثناء

التسخين الى القالب وبذلك يمكن الاستمرار في تشغيلها على النحو الافضل وجدول درجات حرارة الحدادة .

المادة	درجة حرارة الطرق		لون التوهج عند درجة الحدادة	
	الابتدائية	النهائية	الابتدائية	النهائية
فولاذ الانشائات	1250 درجة مئوية	750 درجة مئوية	ابيض	احمر داكن
فولاذ عدة لاسبوكي	1000 درجة مئوية	800 درجة مئوية	برتقالي	احمر فاتح
فولاذ السرعات العالية	1150 درجة مئوية	900 درجة مئوية	اصفر فاتح	احمر ساطع

واذا حدث تجاوز لدرجة حرارة بدء الحدادة وتعرضت الشفلة لحرارة عالية فترة طويلة يصبح المعدن في هذه الحالة فائق التسخين مما يؤدي الى تقشر السطح يشدة وتكوين حبيبات خشنة . الفولاذ فائق التسخين قصيف جدا الا انه يمكن بالمعالجة الحرارية اعادة تنعيم الحبيبات الخشنة واذا اشتد التسخين للفولاذ الى ان يتطاير ضد الشرار فانه قد يكون احترق ويصبح غير صالح للاستعمال حيث تقلل بقايا الاحترلق من قوة تماسك البلورات وبصبح الفولاذ فصيف هشا ينكسر تحت تاثير أي اجهاد بسيط كثيرا ، ما يسترشد بالوان التوهج في تحديد درجة حرارةالتوهج

حيث يناضر كل لون في الوهج درجة حرارة معينة ويجب تبريد المطروقات وخاصة منن المصنوعة من الفولاذ السبيكي ببطء وانتضلم بقدلر الامكان تفاديا للاجهادات عدد الحدادة .
بعتبر السندان المنضدة الفعلية لاشغال الحدادة . وغالبا ما يكون مرتكزا على قاعدة خشبية لامتصاص الصدمات والارتجاجات الناجمة عن الطرق اما وجه السندان فمن الفولاذ المصلد . ويوجد بوجه السندان ثقبان احدهما احدهما مستدير والثاني مربع ويستخدمان في تثبيت جذوع

المختلفة كالقاع الذي يستخدم في القطع والجذع المدبب الذي يستخدم في عمل ثقوب مستديرة ،والفرن للفصل والثني والملف لانتاج مرتكزات الاعمدة .

مكائن الحدادة:

ا لا تكفي القوة المضلية لتشكيل المشغولات الكبيرة بالحدادة التي تتمثل بالمطارق والمكابس الالية .

ا-المطارق الالية:

كتتميز المطارق الالية بعملها السريع والرخيص . الا ان من عيوبها عنف الرجات التي تحدثها والضوضاء الصادرة –عنها كما ان الطرقات السريعة المتلاحقة لا نعجن الخامة كليته حتى القلب منها (المطارق النابضة , المطارق الساقطة , المطارق الهوائية) .

ب- المكابس :

تعجن المكابس الخامة تماما وتكثف بنيتها بصورة متجانسة وتصدر عنها اثناء عملها ضوضاء قليلة . ولا تحدث اية رجات غير انها اغلى ثمنا من المطارق الالية .

مزايا عملية الحدادة:-

1-تقليل مسامية المعدن.

2-تهذيب الحبيبات الخشنة.

3-تحسين الخواص الميكانيكية.

4-التوزيع المنتظم للشوائب الحبيبية للمعدن.

5- للمنتجات المقدرة الجيدة على تحمل القوى المؤثرة الخارجية كما يمكن أنتاج شغلات قليلة السمك.

6-يمكن أنتاج المطروقات بأقل تفاوت وذلك يؤدي لتقلبل الكلفة عملية التشطيب النهائي,وتؤدي الى اعادة التبلور من جديد.

العدد المستعملة في الحدادة :

هنالك عدد كبير من العدد المستعملة في الحدادة واهمها ما يلي :

1-المطرقة :وهي من العدد المستعملة في الحدادة اليدوية وتستعمل للطرق على الشغلة لتاخذ الشكل المعين .

والشكل ( ) يبين عدد من المطارق اليدوية .

2- السندان : هو كتلة الحديد او الصلب التي يوضع عليها المعدن ليطرق عند تشكيله بالحدادة ، الشكل ( ) ، ويتكون السندان من الاجزاء الاتية :

ا- القرن : (الجزر المدور من السندان) وهو عبارة عن مخروط مائل من احد جوانبه افقيا والاخر يميل بزاوية ويستعمل لعملية الحني والتمديد .

ب- سطح السندان : وهو الجزء العلوي والمسطح ويصنع من معادن تتحمل الطرق عليها بحيث لا تحدث خدوش على السطح . ويستعمل للسحب او التدوير وتسطيح الشغلات .

ويوجد ثقبان احدهما مربع والاخر مستدير ويستعملان للثقب والحني او لوضع بغض العدد المستعملة بالحدادة لغرض الحصول على شكل معين . وتستعمل حافات السطح لغرض الحني بزاوية قائمة .

3-طابوق الحدادة : وهي كتلة الحديد او الصلب ويحتوي سطحها على تجاويف ذات اشكال وابعاد مختلفة . وتحتوي جوانبها على اخاديد معينة وعلى اشكال متنوعة كل منها يستعمل لغرض معين ، شكل ( ) .

4- الملاقط : وهي العدة المستعملة لمسك الشغلات خاصة المسخنة لغرض طرقها ، كذلك لاخراج الشغلات من افران التسخين وتكون على انواع واحجام مختلفة وكل نوع يستعمل لغرض معين ويبين الشكل ( ) انواع الملاقط واستعمالها .

5- المقاطع : وهي عدد يدوية على انواع مختلفة تستخدم لقطع المعادن او في تحزيزها على البارد .

وتبين الاشكال ( )، ( ) ، ( ) بعض انواع المقاطع وطرق قطع المعدن .

6- ادوات خاصة بالحدادة : وهي على انواع مختلفة فمنها قوالب طرق للتدوير وللتحضير والتي تستخدم لتشكيل الاسطح المحدبة وتدوير الثقب لعمل ثقوب مستديرة وتشكيل المجاري والتجاويف اما مطرقة التسطيح فتستعمل لتشكيل المعادن على الساخن داخل الزوايا زالاماكن الضيقة وهناك مطرقة تسطيح اكبر تستعمل للتسطيح وهذه الانواع من الادوات موضحة بالشكل ( ) .

8-ادوات السحب : وهي تصنع من صلب العدد ويقسى طرفها الذي يلامس الشغلة ويستعمل للسحب شكل ( ) .

الاختبار البعدي

•علل مع ذكر السبب الفني:

- وجوب تسخين الفولاذ الأكثر صلادة والسبيكي ببطء شديد حتى الاحمرار القاتم قبل استكمال تسخينه بسرعة لدرجة حرارة الحدادة.
- خطورة تجاوز درجة حرارة بدء الحدادة والوصول بالمعدن إلى حالة الفائق التسخين أو الاحتراق.

•قارن بين فولاذ الإنشاءات وفولاذ السرعات العالية من حيث درجات حرارة الطرق الابتدائية والنهائية وألوان التوهج المناظرة لها عند الحدادة.

•وضح السبب الفني للنهي عن إحداث أي تغيير شكلي أو تشكيل للمعدن تحت درجات الحرارة الحرجة الدنيا (درجة انتهاء الحدادة).

•اشرح بالتفصيل أجزاء السندان (القرن، السطح، الثقوب) والدور الفني الذي يلعبه في امتصاص الصدمات أثناء عملية الطرق.