Selebus of mechanical drawing / second year stage / all branch

Subject Number: ME\ 432 Subject :Mechanical Drawing Units:4 Weekly Hours : Theoretical :1 Experimental:2 Tutorial:-		رمز الموضوع:همك/432 الموضوع: رسم ميكانيكي الوحدات:4 الساعات الأسبوعية :نظري :1 عملي :2 مناقشة :-	
Week	Contents	المحتويات	الأسبوع
1	**Screws** - Classifications of Screws	**البراغي** - أنواع البراغي - برغي سداسي - برغي مسنن من الطرفين - برغي مسطح /عدسي / كروي	1
2	- Joining by bolts or screws	- الربط بواسطة برغي وصامولة (سداسي) - الربط بواسطة مسمار مسنن من الطرفين	2
3	**Application on computer** - Using AutoCAD to draw an example of joining by bolts	**تطبيق على الحاسبة** - رسم مثال تطبيقي باستخدام الأوتوكاد عن موضوع البراغي	3
4	**Keys** - Classifications of Keys	**الخوابير** - أنواع الخوابير - الخابور الموشوري - الخابور المسلوب - الخابور المدور	4
5	**Pins & Rivets** - Classifications of Pins & Rivets	**المسامير والبراشيم** - استعمالاتها - تمثيلها بالرسم - أنواعها	5
6	**Application on computer** - Using AutoCAD to draw joining of keys or pins	**تطبيق على الحاسبة** -(تمرين) عن موضوع الربط بواسطة الخوابير او المسامير	6
7	**Springs** - Classifications of Springs	**النوابض** - تصنيفها - نابض ضغط - نابض سحب - نابض التواني / ورقي - رسم النابض الأسطواني	7
8	**Tolerances** - Basic size - Limits of size - Deviation	**التفاوتات** - تعريفات أساسية: - المقاس الأساس - حدي المقاس - الانحرافات - وضع التفاوتات على الرسم	8

9 10	**Fits** - Classes of fit / clearance - Transition - Interference - Calculation of fits & tolerance	**التوافقات** - أنواع التوافقات : توافق خلوصي - انتقالي - تداخلي - تمارين على التوافقات - تحديد نوع التوافق للثقب والعمود - حساب الخلوص الأعلى والأدنى وكذلك التداخل	9 10
11	**Surface finishing** - Application of surface finishing symbols	**علامات التشغيل** - تحديد نوعية السطح بواسطة علامات او رموز التشغيل	11
12	**Application on computer** - Using AutoCAD drawing to represent the fits & surface finishing	**تطبيق على الحاسبة** - تمرين على كيفية وضع التوافقات وعلامات التشغيل على الرسم	12
13 14 15 16	**Assembly Drawing** - Draw a sectional front view & a side view for general assembly - Draw a sectional front view for general assembly - Draw a sectional front view for general assembly - Draw a sectional front view for general assembly	**التجميع** - رسم مقطع أمامي كامل لمجمع ومسقط جانبي لتمرين معين - رسم مقطع أمامي كامل لأجزاء منظومة ميكانيكية - مسقط أمامي نصف مقطوع لأجزاء منظومة ميكانيكية - رسم مقطع أمامي ومسقط أمامي لأجزاء منظومة ميكانيكية	13 14 15 16
17 18	**Application on computer** - Using AutoCAD to draw general assembly - Using AutoCAD to draw general assembly	**تطبيق على الحاسبة** - رسم تمرين على التجميع - رسم تمرين على التجميع	17 18
19 20	**Welding** - Types of welding - Gas welding - Arc welding - Resistance welding - Basic symbols for welding gas & arc welding	**اللحام** - الطرق الرئيسية للحام - لحام غاز - لحام القوس الكهربائي - لحام المقاومة الكهربائية - تمثيل اللحام على الرسم - الرموز الأساسية للحام الغاز - تمرين على اللحام	19 20
21	**Application on computer** - Using AutoCAD to draw welding assembly	**تطبيق على الحاسبة كيفية وضع رموز اللحام على رسم معين** - تمرين عن كيفية وضع رموز اللحام على الرسم التجميعي	21
22 23	**Gears : Spur Gear** - Classification of gears - Applications - Drawing of spur gear - Spur gears assembly Drawing	**التروس : التروس الاسطوانية العدلة** - أنواع التروس - تطبيقاتها - رسم الترس الاسطواني العدل - رسم تعشيق التروس الاسطوانية	22 23

24	**Application on computer** - Using AutoCAD to draw spur gears assembly	تطبيق على الحاسبة - تمرين عن موضوع رسم تعشيق التروس الأسطوانية	24
25 26	**Bevel gear** - Drawing of bevel gear - Bevel gears assembly drawing	التروس المخروطية - رسم التروس المخروطية - رسم تعشيق التروس المخروطية	25 26
27	**Application on computer** - Using AutoCAD to draw bevel gears assembly	تطبيق على الحاسبة - تمرين على موضوع رسم تعشيق التروس المخروطية	27
28	**Worm and worm wheel** - Drawing of warm and worm wheel	الدودة والدولاب الدودي - رسم الدودة - رسم الدولاب الدودي - تعشيق الدودة والدولاب الدودي	28
29	**Application on gears** - Drawing of sluice valve operating gear	تطبيق على التروس - رسم ماكنة أو أداة تضم ترسين متعشقين مع بعضهما	29
30	**Detailed drawing** - Detailed drawing	الرسم التفصيلي - رسم تفصيلي لأجزاء منظومة ميكانيكية مجمعة	30

وسائل الربط

وسائل الربط هي ادوات تستعمل لربط الاجزاء بعضها مع بعض وهي مهمة في تركيب المنتجات الصناعية والمكائن وانشاء هياكل المباني . يوجد نوعان اساسيان في وسائل الربط وهما وسائل الربط الثابت ووسائل الربط القابل للفتح .

تشمل وسائل الربط مايلي :

1- البراغي بأنواعها المختلفة Screw threads.
2- الخوابير Keys.
3- البراشيم Rivets.
4- المسامير Pins.
5- النوابض Springs.

ان معرفة طرق تمثيل وسائل الربط لها اهمية خاصة في الرسم الهندسي .

طرق رسم البراغي

عند رسم اي برغي يتم اختيار قطر البرغي والطول الفعال وطول الجزء المسنن وذلك بموجب متطلبات التصميم. اما بقية التفاصيل فيمكن ايجادها بعلاقتها مع مقدار القطر

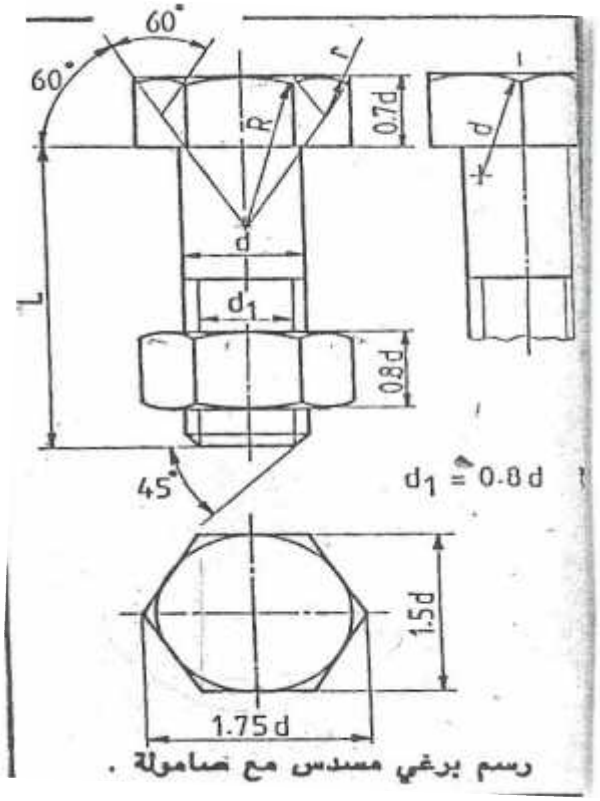
وحيث ان :

طول البرغي : L و قطر البرغي : d

طريقة رسم البرغي السداسي :

يتم رسم البرغي السداسي بطول معين L وبقطر d اما قطر التسنن فهو d1 حيث ان :

$d_1 = 0.8\ d$ اما طول الجزء المسنن فيعتمد على نوع التطبيق الذي يستعمل فيه البرغي. ويرسم راس البرغي السداسي عن طريق رسم مسقط افقي لسداسي خارج دائرة وكما هو مبين في الشكل ادناه:



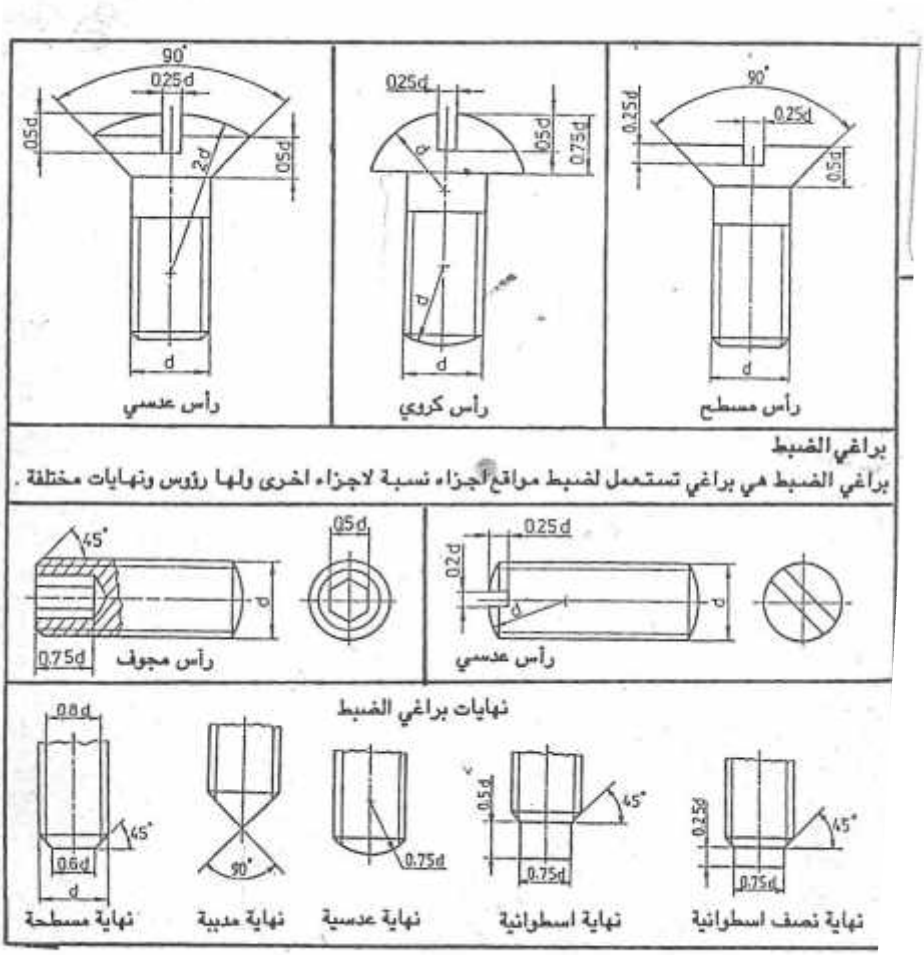
رسم برغي مسدس مع صامولة .

حيث ان :

$R = 1.5\ d$

$r = 0.4\ d$

اما بقية انواع البراغي فهي مبينة في الاشكال المرسومة ادناه:



تمثيل الاسنان اللولبية

استعملت قديما عدة رموز لتمثيل الاسنان اللولبية الا انها استبدلت الان بالطريقة الموحدة المثبتة بموجب المواصفة الدولية (ISO 6410) .

تمثل في هذه الطريقة ، قمة السن بخط سميك ويمثل جذر السن بخط رفيع كما يلي :

- السن الخارجي . يمثل القطر الكبير ، في المسقط الامامي ، بخط سميك والقطر الصغير بخط رفيع . اما في المسقط الافقي فترسم نفس الخطوط بشكل دوائر على ان ترسم التي تمثل القطر الصغير بشكل دائرة ناقصة (تقريبا 3\4 الدائرة) . ويمكن ان يقع الربع الناقص من الدائرة في اي اتجاه من الرسم .

- السن الداخلي . ترسم الخطوط على عكس ماهي عليه في السن الخارجي حيث يرسم القطر الكبير بسمك رفيع والقطر الصغير بسمك عريض .

نهاية السن

تمثل نهاية الجزء المسنن بخط سميك مستمر .

مقطع الاسنان

تمد خطوط القطع ، في مقطع الاجزاء المسننة ، الى الخط الذي يمثل قمة السن .

شق البرغي

يرسم المسقط الافقي للبراغي المشقوقة بصورة مائلة باوية 45 . واذا كان عرض الشق الصغير يمكن رسمه بشكل خط مفرد .

بداية البرغي

لاجل تسهيل عملية ادخال البرغي في الصامولة يتم تشكيل بداية البرغي بشكل مخروطي او عدسي .

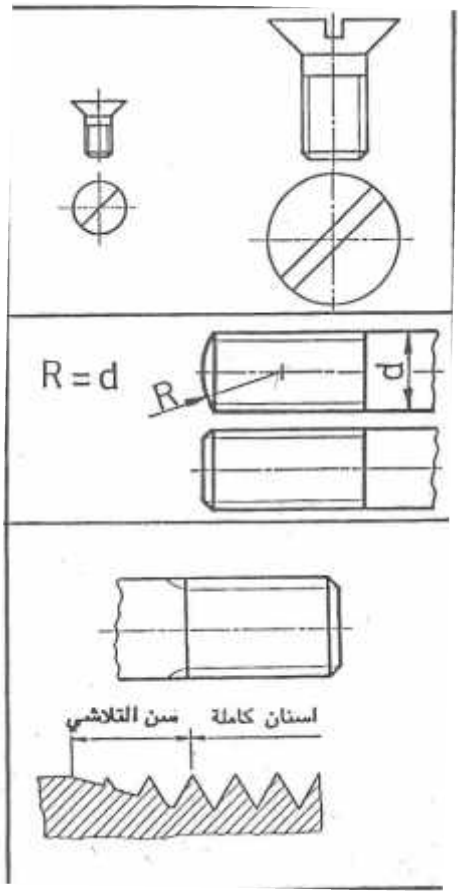
سن التلاشي (Vanish threads)

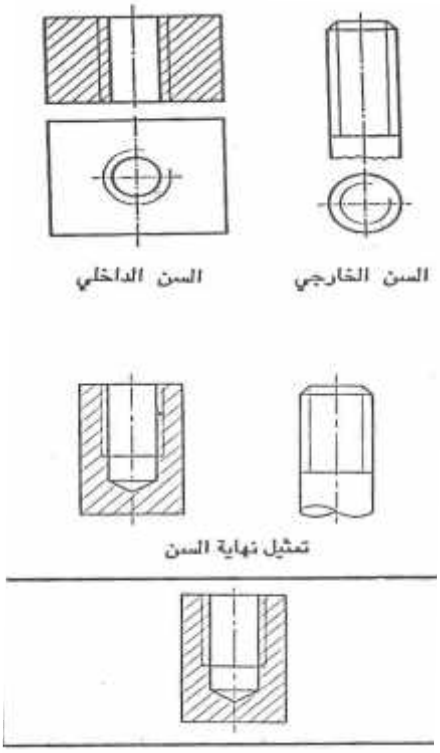
اذا نظرنا الى الجزء الاخير من السن اللولبي نلاحظ بأن السن الموجود في هذا الجزء يبدأ بالتناقص الى ان يتلاشى السن .

يسمى هذا الجزء " سن التلاشي " او الانتحاء .لا يعتبر سن التلاشي من ضمن الجزء الفعال دا في حالة القلم المسنن) . وان الخط الذي يرسم لتحديد االجزء المسنن يمثل نهاية الاسنان الكاملة .

عند الضرورة ، كما في حالة وضع الابعاد ، يمكن بيان سن التلاشي على الرسم بشكل قوس صغير يرسم بعد الخط الذي يمثل نهاية التسنين .

والاشكال التالية توضح التعريفات اعلاه.





وضع ابعاد الاسنان اللولبية

تعطى البيانات التالية عند وضع ابعاد الاسنان المترية:

M 40 X 1.25 – L.H.

M : دلالة على السن المتري (Metric)

40 : قطر البرغي (مقاس الاساسي)

X : فاصلة

1.25 : الخطوة

- : فاصلة

L.H. : سن ايسر (اتجاه السن)

عموما تكون الاسنان ذات اتجاه ايمن .R.H لا توجد ضرورة لذكر الاتجاه .

مثال : M 40 X 1.5

معظم الاسنان هي ذات سن خشن لذا يمكن حذف مقدار الخطوة .

مثال : M 40

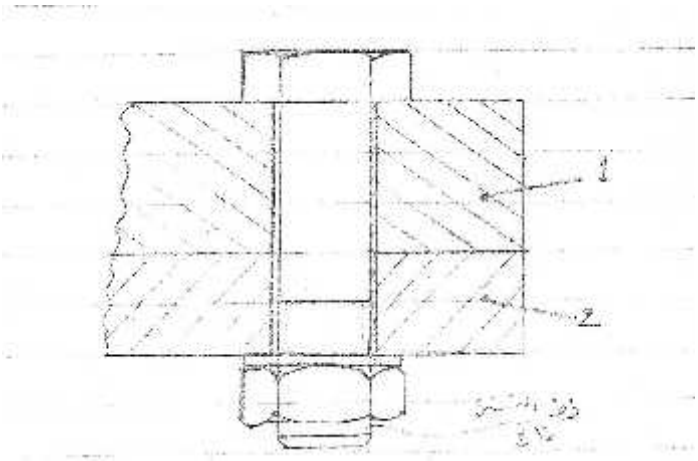
الربط بواسطة البراغي :

اولا :- الربط باستعمال البرغي والصامولة

نثقب القطعتين المراد المطلوب ربطها معا بثقب نافذ قطره do اكبر بقليل من قطر البرغي d ويمكن حساب قطر الثقب كما يلي :

$$do = 1.1\ d$$

اما طول البرغي وطول الجزء المسنن منه فيعتمدان على سمك الاجزاء.



ثانيا :- الربط بدون استعمال الصامولة

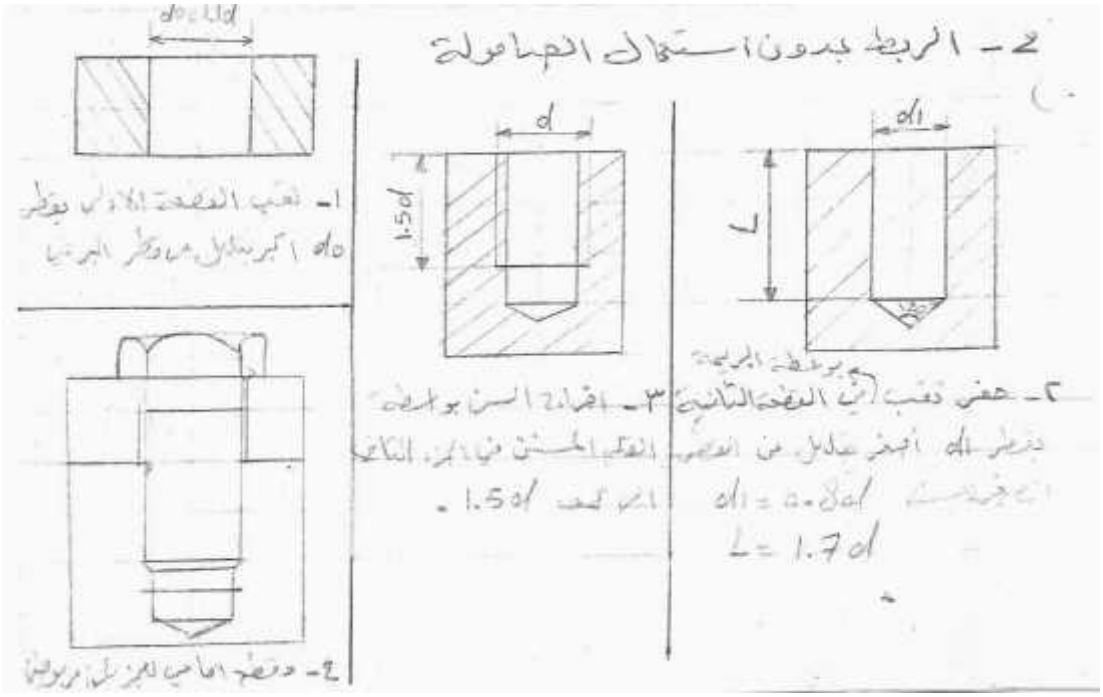
يتم الربط بدون استعمال الصامولة كما يلي:

1- نثقب القطعة الاولى بقطر do اكبر بقليل من قطر البرغي حيث ان :do=1.1d

2- نحفر ثقب بواسطة البريمة في القطعة الثانية بقطر d1 اصغر بقليل من قطر البرغي وبطول L1 حيث ان :d1 = 0.8d ، L1 = 1.7d

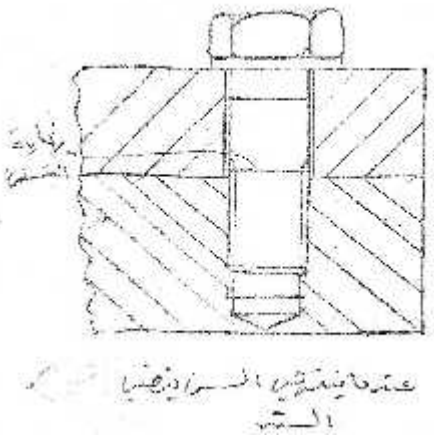
3- اخراج السن بواسطة القلم المسنن في الجزء الثاني الى عمق L2 حيث ان L2=1.5d.

4- مقطع امامي للجزئين مربوطين . والشكل ادناه يوضح طريقة الربط



ثالثا :- الربط بواسطة مسمار مسنن الطرفين (stud)

الشكل ادناه يوضح الربط بواسطة stud حيث تستعمل الصامولة من الطرف البارز من stud.



الخوابير Keys

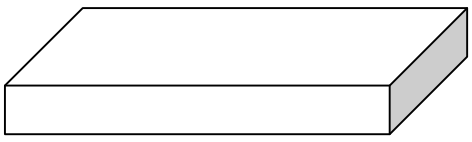
الخوابير هي من وسائل الربط القابل للأنفكاك تستعمل لربط العجلات والتروس والبكرات وغيرها من الاعمدة ومنع الحركة النسبية بينهما .

لغرض الربط بواسطة الخابور يتم حفر شق في البوشة او الترس يسمى مجرى الخابور (Key way) وشق اخر في العمود يسمى مقعد الخابور (Key seat) ثم يوضع الخابور بحيث يدخل جزء منه في مجرى الخابور والجزء الاخر في مقعد الخابور وحسب نوعه .

توجد انواع مختلفة من الخوابير :

1- الخوابير الموشورية

خابور موشوري – مقطع مربع



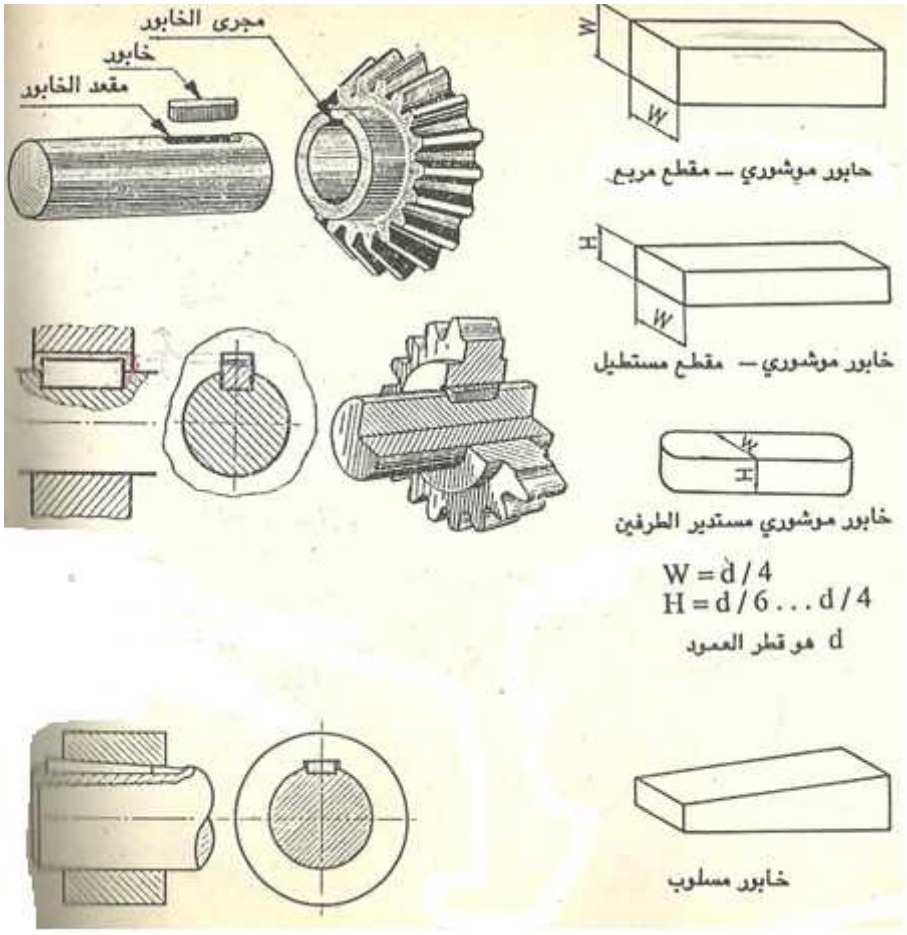
خابور موشوري – مقطع مستطيل

خابور موشوري – مستدير الطرفين

حيث ان : W هو عرض الخابور
H هو ارتفاع الخابور
d هو قطر العمود

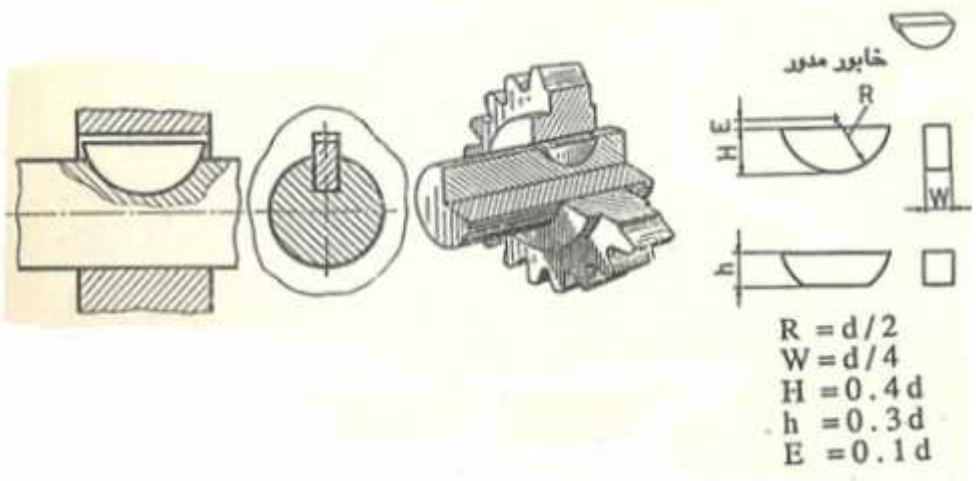
W= d / 4

H= d/6 .... d/4



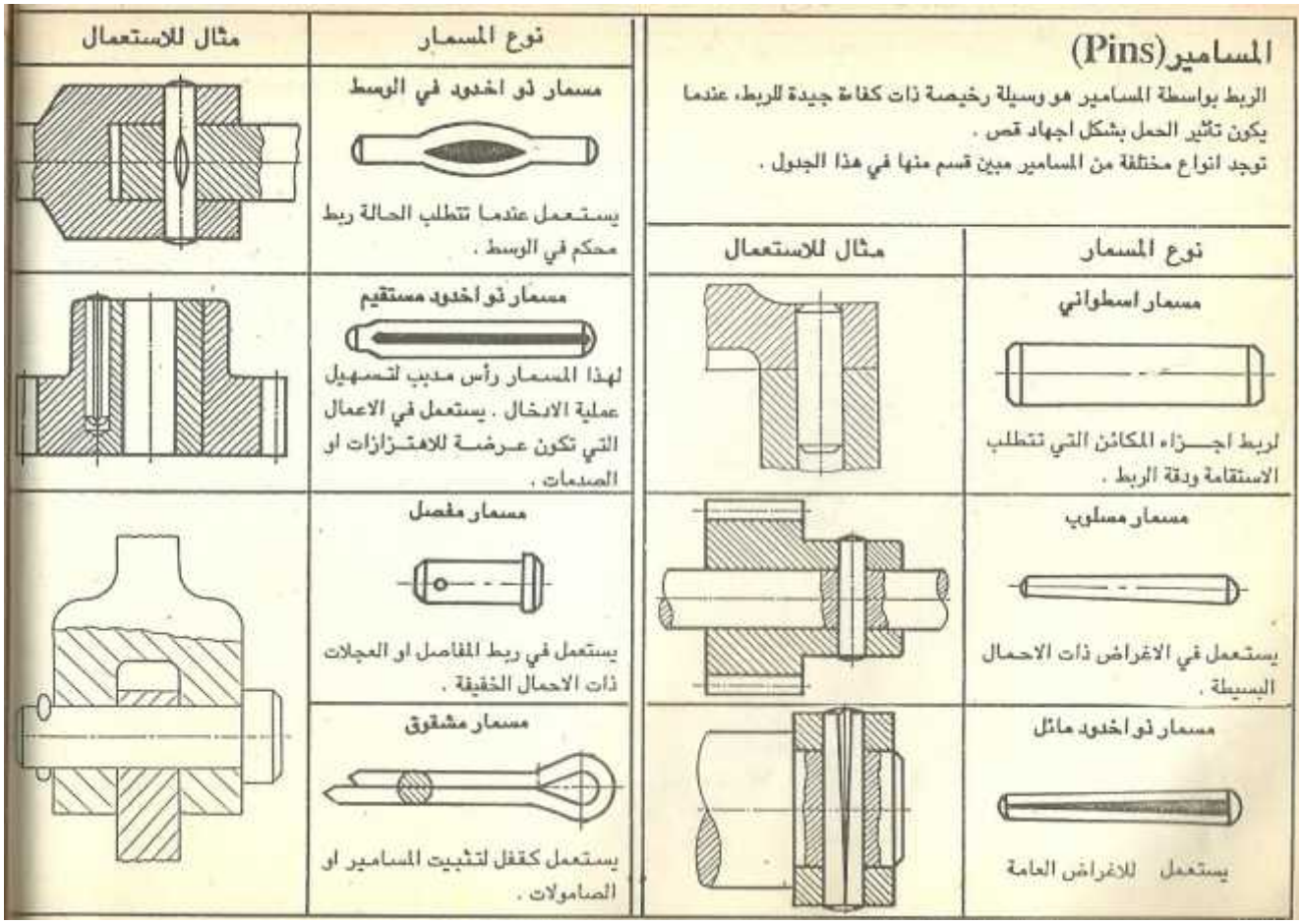
2- خابور مسلوب يكون السطح العلوي للخابور سلبة صغيرة (نسبة السلبة 100:1)

3- خابور مدور وابعاده موضحة في الشكل ادناه



المسامير (Pins)

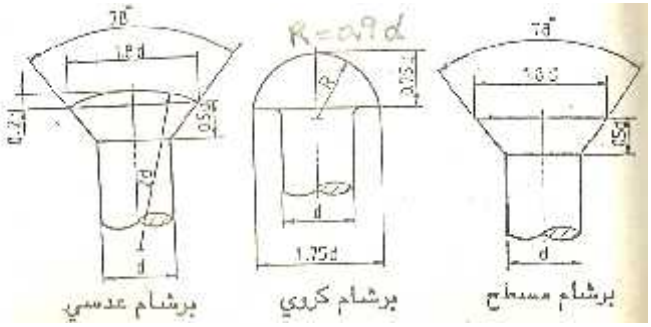
يوجد انواع مختلفة من المسامير كما هي موضحة في الجدول التالي:



- المسمار المسلوب يثبت كما هو موضح في الجدول اعلاه حيث نعمل الثقب المخصص للمسمار في القطعتين .
- المسمار ذو الاخدود يستعمل عندما يتطلب الحالة ربط محكم في الوسط اي نوع التوافق تداخلي فعلى سبيل المثال يستعمل لتثبيت البوشة مع الدشلي .
- المسمار المشقوق يستعمل كقفل لتمنع خروج الشفت او يوضع وراء الصامولة لكي لا تقع الصامولة لأي سبب ، واحيانا يوجد برغي وصامولة مثبين معا فيثبت الماشة في الثقب لكي نزيد المتانة .

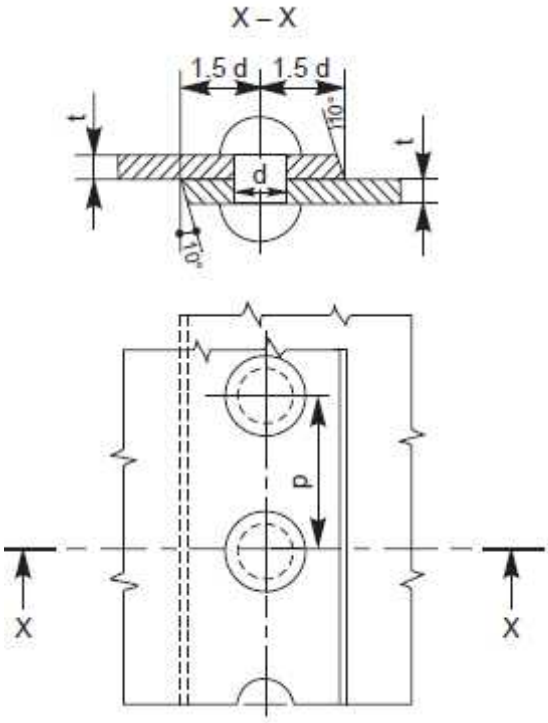
البراشيم (Rivets)

البراشيم هي من وسائل الربط الثابت في مجالات صناعية كثيرة . وهناك انواع عديدة من البراشيم ومنها ثلاثة انواع وهي : ذو رأس كروي ، ومسطح وعدسي .



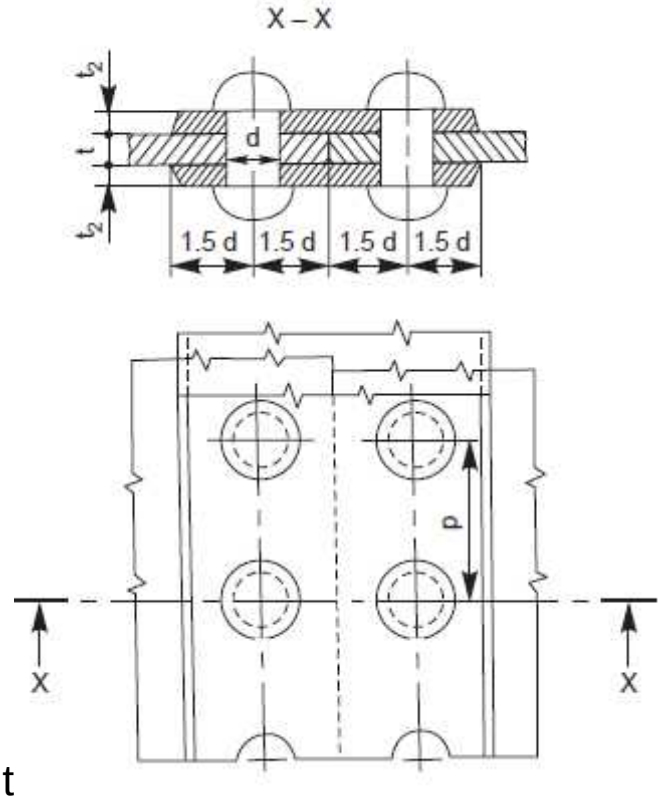
هناك نوعين من الربط بواسطة البراشيم :

1- الربط التراكبي Single riveted lap joint



حيث ان: $d = 6\sqrt{t}$ d: قطر البرشام t: سمك القطعة

2- الــربط التنــاكبي Single riveted, double strap butt joint



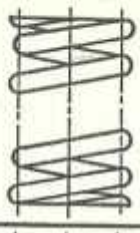
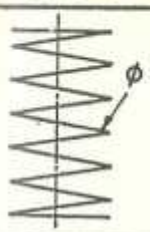
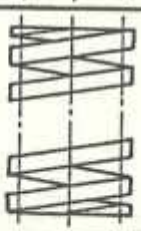
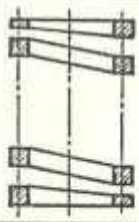
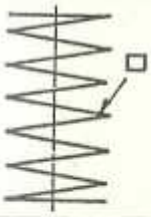
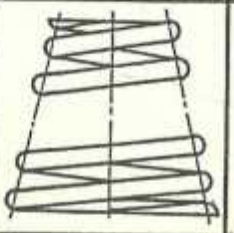
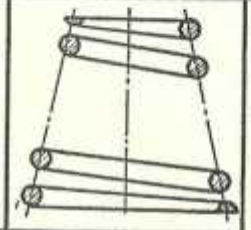
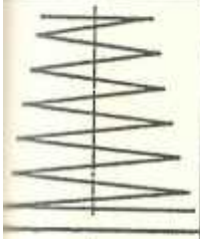
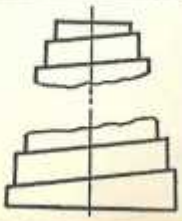
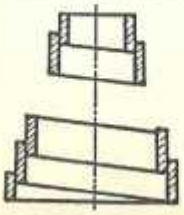
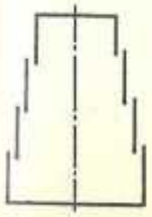
حيث ان :

t= thickness of main plate

t2= thickness of strap plate, $t2 = \frac{5}{8}t$

النوابض (Spring)

يوجد انواع مختلفة من النوابض يستخدم لاستعمالات مختلفة ب نوعهما كما مبينة في الجدول ادناه. توجد نوابض الضغط كتلك المستعملة في صمام الامان .

نوابض الضغط			
اسم النابض	المسقط	المقطع	الرسم المبسط
نابض ضغط اسطواني لولبي مصنوع من سلك ذو مقطع دائري .			
نابض ضغط اسطواني لولبي مصنوع من سلك ذو مقطع مستطيل .			
نابض ضغط مخروطي لولبي مصنوع من سلك ذو مقطع دائري .			
نابض ضغط مخروطي لولبي مصنوع من سلك ذو مقطع مستطيل .			

ونوابض السحب وابسط مثال عليها تلك الموجودة في Boarding gage وكذلك توجد نوابض الالتواء والنوابض الصحنية التي تستعمل في الكير اوتاماتيك للسيارة والنوابض الحلزونية التي تستعمل في الساعات وابض الورقية التي تستعمل في سيارات الحمل لتقليل الصدمات خاصة في الجزء الخلفي وتوزيع الحمل بشكل منتظم .

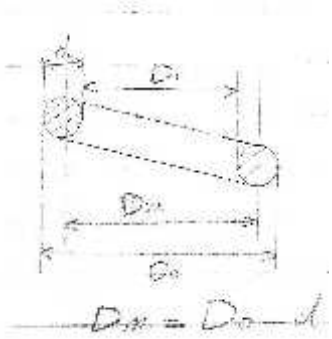
النابض الذي نشتغل عليه في هذه المرحلة نابض ضغط اسطواني ذو مقطع دائري.

كيفية رسم النابض :

LF = free length الطول الحر للنابض هو طول النابض الاعتيادي بدون حمل .

L = Length هو الحيز المتوفر بالتجميع الذي نرسم به النابض هو طول معين كأن يكون مسافة ثابتة 50mm وطول النابض الاعتيادي 70mm .

Do = spring dimeter .



P = pitch الخطوة المسافة بين لفة واخرى.

d = wire dimeter قطر دائرة السلك.

nt = total coil عدد اللفات الكلية للسبرنك.

nact = active coil عدد اللفات الفعالة.

اللفات الفعالة = عدد اللفات الكلية – 2

Active coils = nact = nt – 2

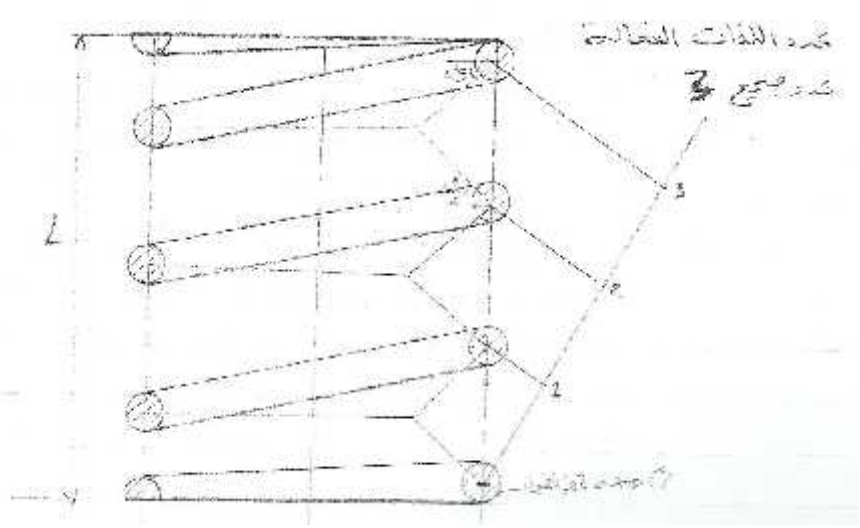
عندما يكون السلك بحالته الحرة يسمى LF

عندما تسلط عليه حمل (ضغط) يقصر الطول الى L

- عـدد اللفـات الكليـة
للنابض اما عدد صحيح 4,5,6 او هناك نوع من النوابض يكون به نصف لفة اضافية 5.5 , 6.5 .
- لكـي يكـون السـبرنك
مستقر من الاسفل ففي الحالة الاعادية يكون unstudy فلذلك تكون الحلقة السفلى والعليا مستقيمة وهذه الحلقة لا يحدث بها تغير فعندما ينكبس السبرنك هي تبقى ثابتة ولذلك تسمى حلقات ميتة لذلك هناك عدد لفات كلية nt اما الفعالة فهي nact ولزيادة الاستقرار تبرد نصف حلقة.
- السـبرنك يكـون فـي
حالة انضغط عند وضعه في الحيز المتوفر لوضعه .

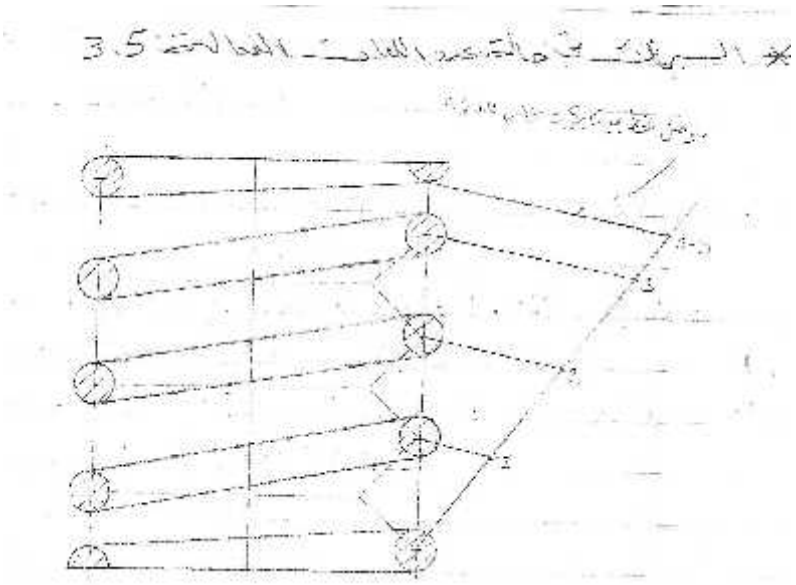
ملاحظة : اذا كان قطر الدائرة صغير بحدود 2-3mm لا تهشر الدوائر التي تمثل الحلقات بل تسود ولا نوصل خطوط السبرنك بين الحلقات .

مثال1: رسم المقطع الامامي لنابض ضغط اسطواني عدد لفاته الفعالة nact. = 3



- نرسم مستقيم بأي زاوية نختارها وبأي طول وبما ان عدد اللفات الفلة 3 نفتح divider على مسافة معينة غير محددة ونقسم الخط المستقيم ثلاث مسافات متساوية ونقوم بتوصيل خط من النقطة الثالثة الى مركز الدائرة الاخيرة ثم نرسم موازيات له من النقاط الباقية بواسطة المثلثات وبذلك نستخرج مراكز دوائر الحلقات الواقعة على اليمين ثم نرسم خطين بزاوية 45 من الاعلى ومن الاسفل ومن نقطة التقطع نرسم خط مستقيم وبذلك نستخرج مراكز دوائر الحلقات الواقعة على اليسار. ثم نرسم الدوائر بقطر d ونقوم بتوصيل الخطوط بين الحلقات ونهشر الدوائر.
- بعد رسم المقطع الامامي لنابض ضغط اسطواني نسقط الابعاد لكي نحصل على المسقط المسقط الامامي.

مثل2: رسم المقطع الامامي لنابض ضغط اسطواني عدد لفاته الفعالة nact. = 3.5



- نقسم ثلاث تقسيمات

ونصف اي ان الجزء الاخير تكون نصف التقسيمات الاخرى

سؤال : م/ رسم مقطع ومسقط امامي لنابض اسطواني ذو مقطع دائري حسب البيانات التالية :

-1

L = 150 mm

Dm = 75 mm

d = 8 mm

عدد اللفات الفعالة = 5.5

-2

L = 170 mm

Do = 65 mm

d = 12 mm

nt = 7.5 عدد اللفات الكلية

التفاوتات والتوافقات

التفاوتات Tolerances

عند انتاج عمود على سبيل المثال قطره 50mm حوالي 100 قطعة فقبل ان يطرح المنتج للاسواق يخضع الى الرقابة و السيطرة النوعية وجد ان نسبة التلف على سبيل المال40% غير صالحة و 60 % صالحة من حيث الابعاد وليس العيوب الاخرى.

ولتقليل نسبة التلف من منتوج الاعمد نظام التفاوتات وذلك حسب نوعية الشغلة اي طبيعة عمل الشفت مع البوشة وكذلك وجود تزييت او عدمه او وجود خابور بالعمود وغيره لذلك يعطى رنج لقطر العمود مثلا

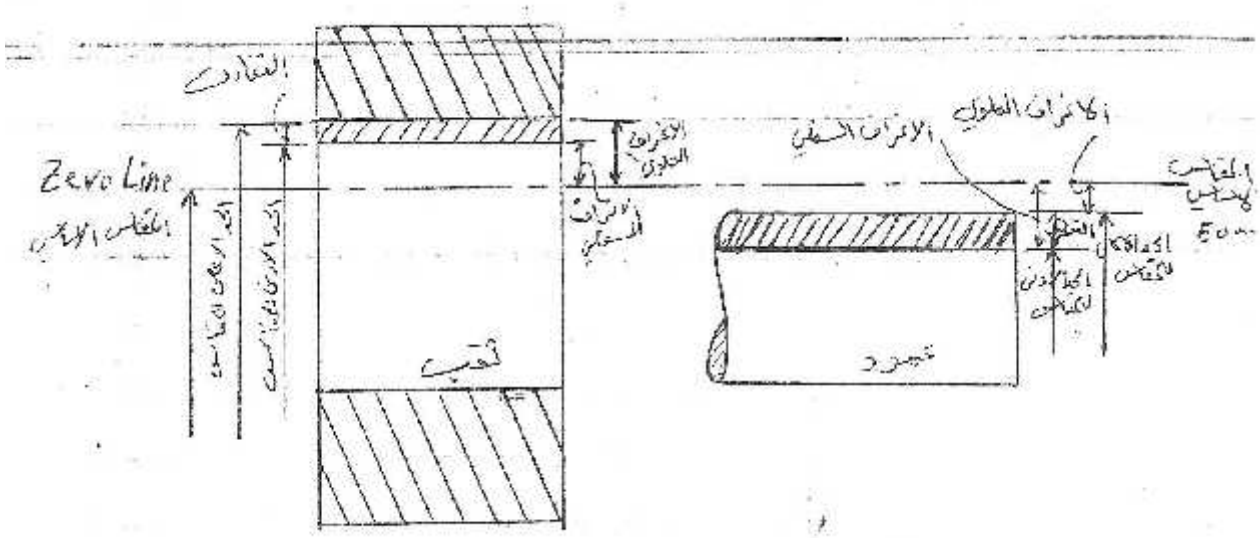
50.02 او 49.960

50.01 49.920

وعند استخدام هذا الرنج اصبح التلف اقل حوالي تقريبا 10 %

ولكي يتم التعرف والدخول على الموضوع يجب ان نعرف التعاريف التالية :

نلاحظ ان الانتاج لا يعطي ابعاد متناهية في الدقة وبالامكان السماح للابعاد بأن تنحرف عن الابعاد المضبوطة الموجودة على الرسم بمقدار قليل نسبيا دون ان يسبب ذلك اخلال في وظيفة الجزء . الا ان هذا الانحراف يجب ان لا يتجاوز الحدود المناسبة لكل بعد . ووظيفة المهندس المصمم ان يحدد مقدار التجاوز المسموح به لكل بعد عن البعد الاساسي الموجود على الرسم . ولأجل ان يكون تطبيق حدي المقاس عمليا اسهل يحدد مقاس معين يسمى " المقاس الاساسي " كما مبين في الشكل :



ان الجزء المظلل في الثقب او العمود هو منطقة التفاوتات وتم رسمها بمقياس كبير مبالغ فيه لانها مقاسة بالمايكرومتر وذلك لزيادة التوضيح .

لا يجوز ان نتجاوز الحد الاعلى للمقاس فهو اكبر شيء مسموح به ولا اصغر من الحد الادنى للمقاس

نلاحظ هناك فراغ gap بين الحد الاعلى للمقاس والمقاس الاساسي يسمى الانحراف العلوي .

الانحراف العلوي = الحد الاعلى للمقاس – المقاس الاساسي

الانحراف السفلي = الحد الادنى للمقاس – المقاس الاساسي

الانحراف العلوي والسفلي للعمود في المثال اعلاه اقل من المقاس الاساسي (اي كلاهما سالب) ممكن ان يصبحوا فوق المقاس الاساسي اي موجبين و ممكن ان يكون احدهم موجب والاخر سالب اي ممكن ان يأخذوا الحالات الثلاث بالنسبة للعمود والثقب معا .

التفاوت = الحد الاعلى للمقاس – الحد الادنى للمقاس

او = الانحراف العلوي – الانحراف السفلي

نأخذ مثل بالنسبة للثقب

الانحراف علوي 0,04 = 50,000 – 49,960

الانحراف سفلي 0,08 = 50,000 – 49,920

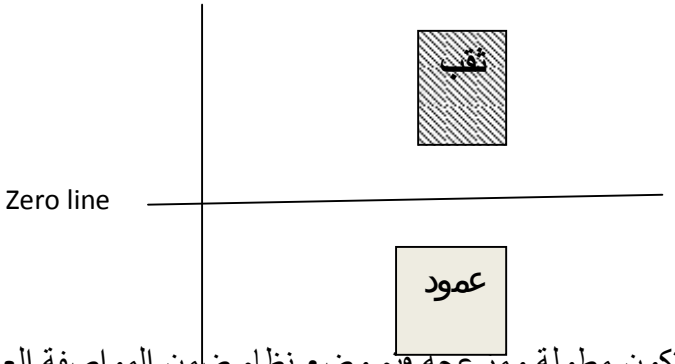
والان نطبق الكلام اعلاه على ثقب كأن يكون بوشة او بلي ننتقل الى الرسم اعلاه .

نأخذ مثل بالنسبة للثقب

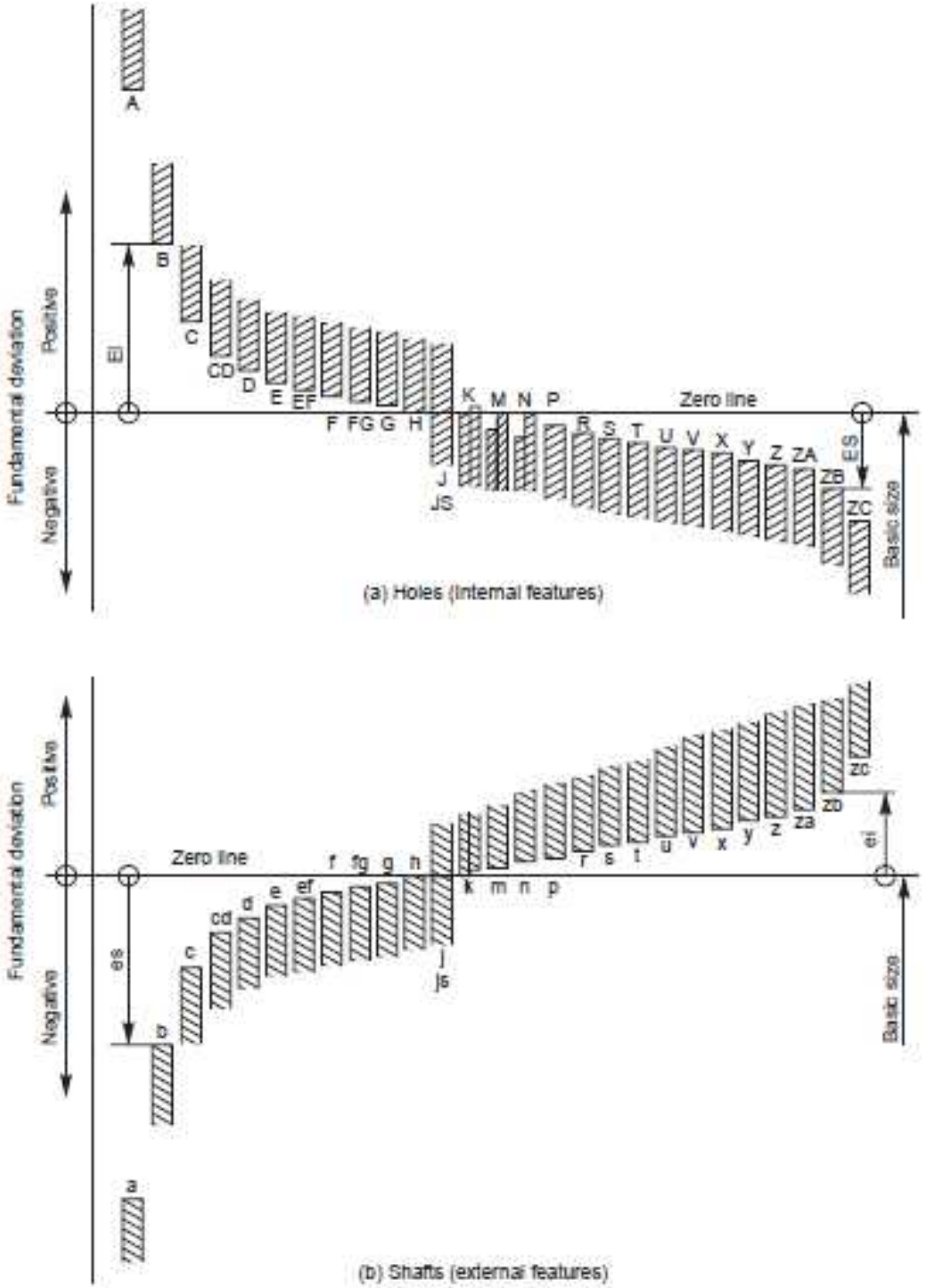
الانحراف العلوي 0,02 = 50,000 – 50,02

الانحراف السفلي 0,01 = 50,000 – 50,01

يختصر عادة الرسومات اعلاه على منطقة التفاوت لكل من الثقب والعمود وتحذف بقية الخطوط كما في الشكل التالي :



كتابة التفاوت بطريقة الارقام تكون مطولة ومرعجه قام وضع نظام ضمن المواصفة العالمية ISO تم فيه اخذ كل الاعمدة من 3mm الى 500mm فوضعوا 28 منطقة تفاوت للعمود من الحرف A و B ..... الى Z وهناك حروف مشتركة مثل JS وقد اعتمدوا الاحرف الكبيرة Capital للثقب والاحرف الصغيرة Small للعمود كما في الشكل :



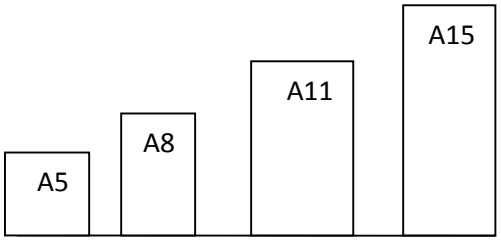
Graphical illustration of tolerance zones

ما هو الفرق بين A و B و C ؟ ان الانحراف السفلي ل B اقل من A و C اقل من B ويقل تباعا الى H حيث يصبح عنده الانحراف السفلي مساويا للصفر وبعدها يصبح سالب . بالنسبة للثقب فالحروف قبل H يكون الانحراف السفلي موجب وبعد H يكون الانحراف السفلي سالب .

بالنسبة للعمود الانحراف العلوي قبل h يكون سالب وبعد H يصبح موجب .

وبعدها تم تقسيم كل منطقة تفاوت الى 18 درجة تدل على مقدار التفاوت وهو مؤشر لنوعية الانتاج فالفروقات الصغيرة تعني دقة عالية في الانتاج والدرجات هي :

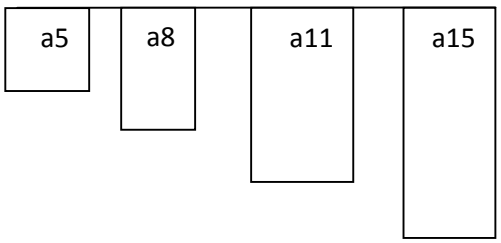
01,0,1,2,3,.....,16



ملاحظة مهمة: بالنسبة للثقب فان الانحراف السفلي لكل درجات A عند قطر ثابت ولكن الانحراف العلوي يزداد فبذلك تزداد منطقة التفاوت .

ويتم تمثيل هذه الدرجات على مخطط ISO .

اما بالنسبة للعمود فان الانحراف العلوي يجب ان يكون متساوي لكل الدرجات



والان ننتقل الى جدولين في صفحة 190 و191 بالكتاب : جدول 9.1 للثقوب وجدول 9.2 للاعمدة ، والجدول الموجود هو جزء من الجدول الكلي لكل الدرجات فذلك الجدول الموجود يعتبر نموذجا للمواصفات الشائعة التي ممكن ان نستنتج منه بعض الشغلات الاخرى .

والان ناخذ امثلة على كيفية استخدام الجدول :

$40\ H_7 = 40^{+25}_{0}$ 40 هو المقاس الاسمي (القطر)

الانحراف العلوي

الانحراف السفلي

والان ننتقل الى الجدول حيث نلاحظ >30-40

>40-50

فيتم اخذ الانحرافات عند القطر 40mm من الفقرة الاولى حيث الرقم الاعلى يمثل الانحراف العلوي و الرقم الاسفل يمثل الانحراف السفلي ووحداته بالمايكرون حيث (1μ=0.001mm).

$$32\ P_7 = 32^{-17}_{-42}$$

$$25\ e_8 = 25^{-40}_{-73}$$

$$30\ A_{11} \rightarrow \quad 30^{430}_{300} > 130\ \mu$$

$$30\ B_{11} \rightarrow \quad 30^{290}_{160} > 130\ \mu$$

$$30\ C_{11} \rightarrow \quad 30^{240}_{110} > 130\ \mu$$

عند حساب مقدار التفاوت لكل الحالات اعلاه نستنتج انه رقم ثابت هو 130μ فلذلك نستنتج هذه الملاحظة المهمة: عند قطر معين لعمود او ثقب عند درجة التفاوت نفسها فأن مقدار التفاوت يكون ثابت على الرغم من اختلاف مطقة التفاوت .

مثل:-

$$30\ F_7 = \quad 30^{41}_{20} \rightarrow 21\ \mu$$

1- طالما الانحراف السفلي لكل درجات F هو نفسه لنفس القطر لذلك نأخذ الانحراف السفلي من F_8 عند القطر 30mm من الجدول وهو (+ 20μ)
2- وبعدها نذهب الى B_7 او H_7 عند نفس القطر (30mm) ونأخذ الفرق بين الانحراف السفلي والعلوي لكي نعرف مقدار التفاوت وهو (+21μ)

ومن (1) و (2) ممكن استنتاج الانحراف العلوي حيث يساوي (41μ) .

الفرق بين الثقب والعمود :

$$20\ H_9 \rightarrow 20^{52}_{0}$$

$$20\ h_9 \rightarrow 20^{0}_{-52}$$

نفس المسافة لكن تقلب $50\ A_{11} \rightarrow 50^{480}_{320}$

$$50\ a_{11} \rightarrow 50^{-320}_{-480}$$

القوانين التي تستخدم في التفاوتات:

الحد الاعلى للمقاس= المقاس الاساس+الانحراف العلوي

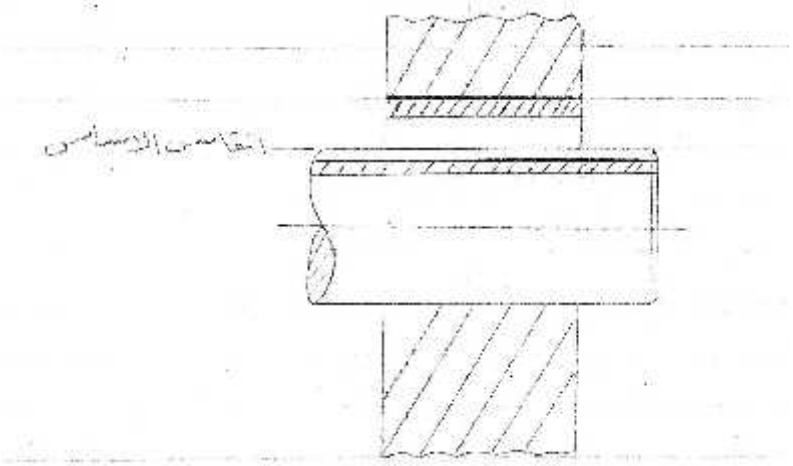
الحد الادنى للمقاس= المقاس الاساس+الانحراف السفلي

التفاوت = الحد الاعلى للمقاس - الحد الادنى للمقاس

او = الانحراف العلوي- الانحراف السفلي

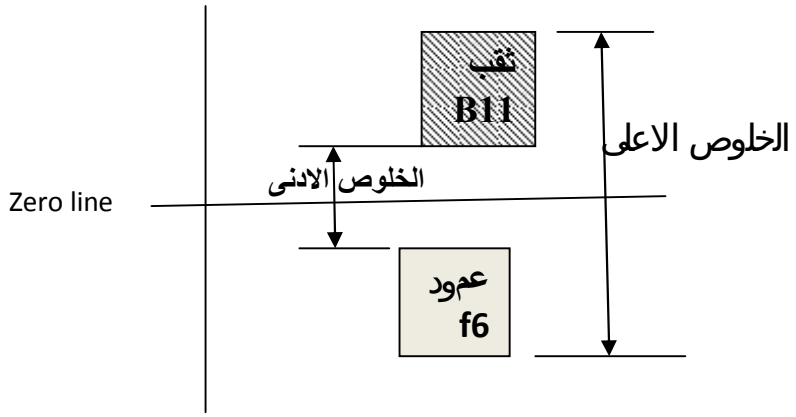
التوافقات *Fits*

المحاضرة الماضية رسمنا العمود على حدة والبوشة على حدة وافترضنا ان للعمود بأن الحد الاعلى والحد الادنى للمقاس اقل من المقاس الاساس اما بالنسبة للبوشة فأن الحد الاعلى والحد الادنى للمقاس اكبر من المقاس الاساس كما في الشكل اعلاه . فأذا انتجنا كمية من الاعمدةوكمية من البوش واخذنا واحد من تلك الاعمدة لا على التعيين وواحد من البوش لكان مقاساتهما كما في الشكل ادناه اي ان مقت الثقب اكبر من مقاسات العمود فأنهم يتداخلون مع بعضهم بتوافق ظرصي كأن يكون العمود بدور داخل بوشة



ثابتة.

1- التوافق الخلوصي (*C.F*) Clearance Fit

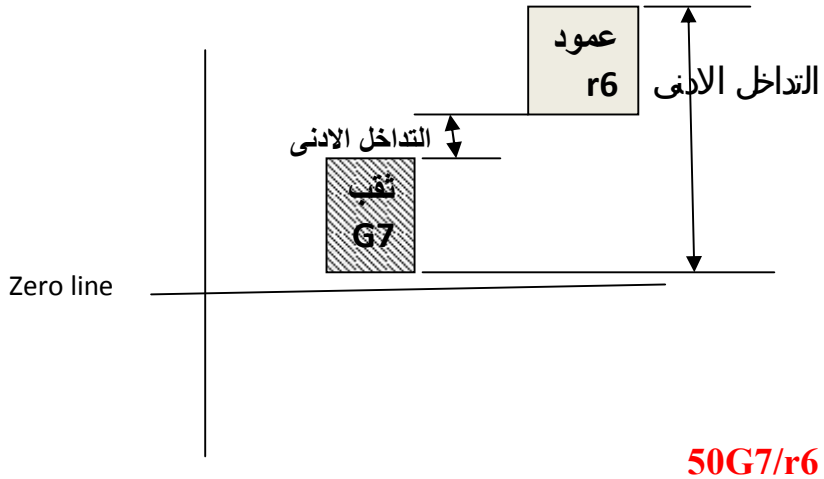


رمز التوافق هو 50B11/f6

الخلوص الاعلى = الحد الاعلى لمقاس الثقب – الحد الادنى لمقاس العمود (+)

الخلوص الادنى = الحد الادنى لمقاس الثقب – الحد الاعلى لمقاس العمود (+)

2- التوافق التداخلي (انضغاطي) (*I.F*) *Interference Fit*



رمز التوافق هو 50G7/r6

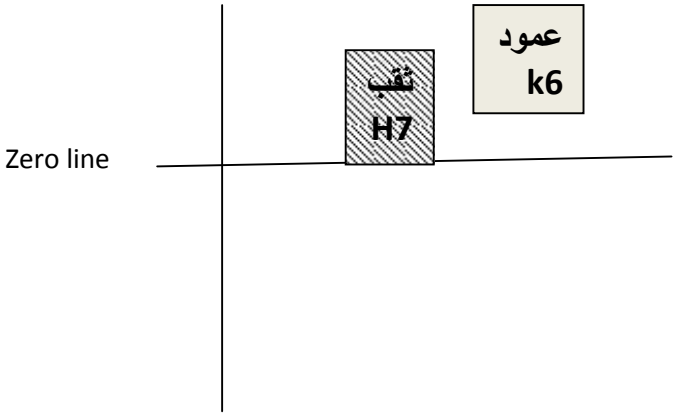
في التوافق التداخلي يكون مقاسات العمود اكبر من مقاسات الثقب اي ان الثقب دائما اصغر من العمود وحتى تدخل العمود بالثقب فأنه لا يدخل بالطريقة الاعتيادية فأما نستخدم طريقة الضغط *press* أو عن طريق تسخين البوشة ويسمى التداخل فيما بينهما توافق تداخلي (انضغاطي) .

التداخل الاعلى = الحد الادنى لمقاس للثقب – الحد الاعلى لمقاس العمود (-)

التداخل الادنى = الحد الاعلى لمقاس للثقب – الحد الادنى لمقاس العمود (-)

3- التوافق الانتقالي *(T.F) Transition Fit*

الثقب والعمود متداخلين حتى ولو بمقاس واحد فيسمى توافق انتقالي .



رمز التوافق هو 50H7/k6

الخلوص الاعلى = الحد الاعلى لمقاس الثقب – الحد الادنى لمقاس العمود (+)

التداخل الاعلى = الحد الادنى لمقاس للثقب – الحد الاعلى لمقاس العمود (-)

وقد جرت العادة ان يحسب في التوافق الانتقالي الخلوص الاعلى والتداخل الاعلى ودائما يقدم الثقب على العمود .

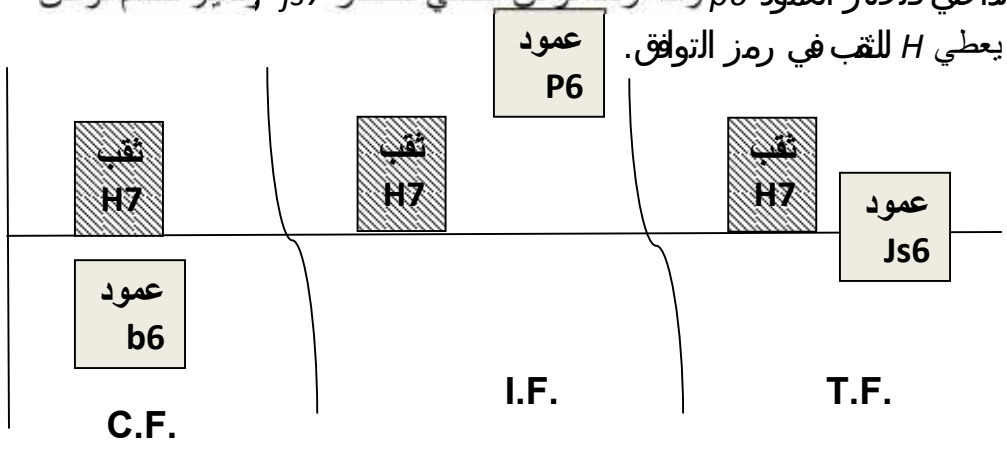
- بدلا من انتاج العمود بثلاث اشكال وانتاج الثقب بثلاث اشكال سار اتفاق ان يوجد نظامين للتوافق :

1- نظام توافق الثقب الاساس . ***Hole base system(H.b.s)***

2- نظام توافق العمود الاساس. ***Shaft base system(S.b.s)***

▶ نظام توافق الثقب الاساس

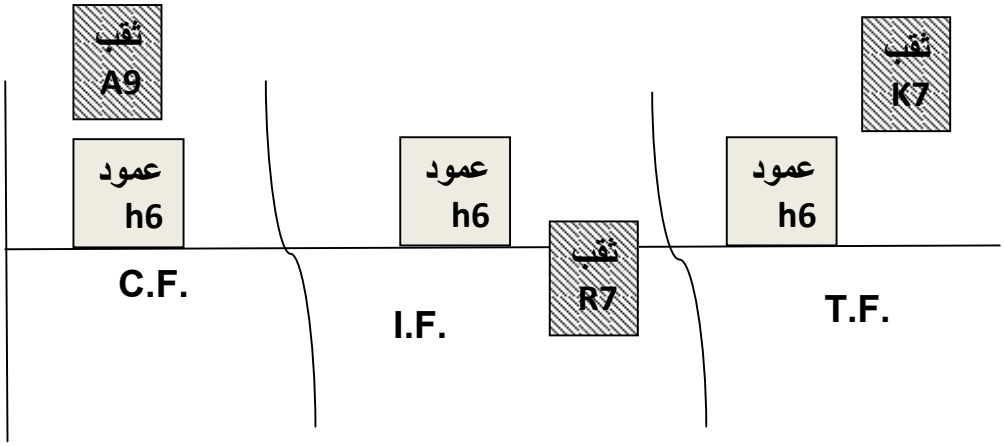
نثبت الثقب على منطقة التفاوت *H* وبغض النظر عن الدرجة ونختار العمود على اساس التوافق المطلوب. فأذا كان المطلوب توافق خلوصي فنختار العمود اصغر من *H8* وليكن*b8* واذا مطلوب توافق تداخلي فنختار العمود *p6* واذا اردنا توافق انتقالي فنختار *js7* ,رنميز نظام توافق الثقب الاساس يعطي *H* للثقب في رمز التوافق.



► نظام توافق العمود الاساس

ويميز نظام توافق العمود **الاساس** من مطقة **التفاوت** h **للعمود وبغض النظر عن الدرجة**.

الشائع الاستخدام هو نظام توافق الثقب وذلك لأن تغيير قطر العمود اسهل من تغيير قطر الثقب فالعمود يغير قطره بالخراطة الخارجية التي هي اسهل من الخراطة الداخلية التي يحتاجها الثقب .



مثال (1):

جد نوع التوافق والحد الاعلى والادنى للمقاس والتفاوت

$32\ H_7/c_{11}$

ثقب $32\ H_7 \rightarrow 32^{25\rightarrow 32.025}_{0\rightarrow 32.000}$ ← 25µ

عمود $32\ c_{11} \rightarrow 32^{-120\rightarrow 31.880}_{-280\rightarrow 31.720}$ ← 160µ

مثال (2): جد نوع التوافقات التالية:

التسلسل	المقاس الاساسي (mm)	نظام التوافق	اسم الجزء	المقاس الاساسي مع الرمز	الانحراف العلوي (µ)	الانحراف السفلي (µ)	الحد الاعلى للمقاس (mm)	الحد الادنى للمقاس (mm)	التفاوت (µ)	نوع التوافق	الخلوص الاعلى (µ)	الخلوص الادنى (µ)	التداخل الاعلى (µ)	التداخل الادنى (µ)
1	20	ثقب الاساس	ثقب	20 H9	+ 52	0	20.052	20.000	52	خلوصي	+125	+ 40	-----	----
			عمود	20 c8	- 40	- 73	19.960	19.927	33					
2	52	عمود الاساس	ثقب	52 R7	- 30	- 60	51.970	51.940	30	تداخلي	----	-----	- 60	-11
			عمود	52 h6	0	-19	52.000	51.981	19					
3	80	ثقب الاساس	ثقب	80 H8	+ 46	0	80.046	80.000	46	انتقالي	+44	-----	- 21	----
			عمود	80 k6	+ 21	+ 2	80.021	80.002	19					

مثال (3): اذا كان القطر 150mm وفيه وفيه الخلوص الاعلى 1020µ+ والخلوص الادنى 520µ + جد رمز التوافق.

- نشتغل على نظام توافق الثقب الاساس H.b.s أي الثقب يكون H

الخلوص الادنى = الحد الادنى لمقاس الثقب – الحد الاعلى لمقاس العمود

X – 0 = 520

X = 520µ – والذي يمثل الانحراف العلوي للعمود

نذهب الى الجدول عند اقطر 150mm ونجد اين الانحراف العلوي (-520 µ) فنجد الحرف الذي يقابله a_{11} ونأخذ الانحراف السفلي من نفس الخانة 770µ–

الخلوص الاعلى = الحد الاعلى لمقاس الثقب – الحد الادنى لمقاس العمود

(- 770) – y = 1020

y = 250µ+ والذي يمثل الانحراف العلوي للثقب

ونذهب الى الجدول وعند الانحراف العلوي وعند قطر 150mm فنجد الحرف H_{11}

مثال (4): المقاس الاساس 32mm والخلوص الاعلى 22µ والتداخل الاعلى 33µ- جد رمز التوافق.

التوافق انتقالي

اكبر تداخل = اصغر ثقب – اكبر عمود

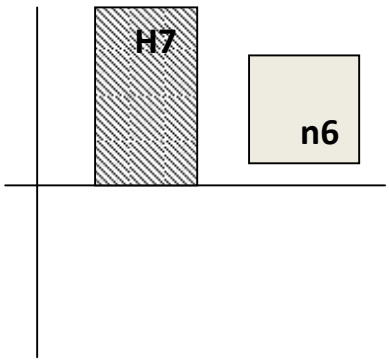
33 - = 0 – اكبر عمود

اكبر عمود = 33µ +

اكبر خلوص = اكبر ثقب – اصغر عمود

22 = اكبر ثقب – 17

اكبر ثقب = 22 + 17 = 39µ



مثال (5): المقاس الاساس 32mm والتداخل الاعلى 59μ- والتداخل الاعلى 17μ- جد رمز التوافق.

التوافق تداخلي

اكبر تداخل = اصغر ثقب – اكبر عمود

59 - = 0 – اكبر عمود

اكبر عمود = 59 ص 191 عند القطر 32mm الانحراف العلوي 59μ ⟸ s6 ومنه

نستخرج الانحراف السفلي (اصغر عمود) = + 42μ

اصغر تداخل = اكبر ثقب – اصغر عمود

17 - = اكبر ثقب – 42

اكبر ثقب =24 μ ص 190 ⟸ H_7

جدول 1 . 9 منطقة التفاوت للثقوب .

FOR DIAMETER STEP IN MILLIMETRE	ISO - TOLERANCE ZONE FOR HOLE — VALUES OF DEVIATIONS IN MICRONS (1μ = 0.001 mm)																
	A_{11}	B_{11}	C_{11}	D_{10}	E_9	F_8	G_7	H_{11}	H_9	H_8	H_7	J_{S7}	K_7	M_7	P_7	R_7	S_7
— 3	+330 +270	+200 +140	+120 +60	+60 +20	+39 +14	+20 +6	+12 +2	+60 0	+25 0	+14 0	+10 0	+5 −5	0 −10	−4 −14	−6 −16	−10 −20	−14 −24
> 3 — 6	+345 +270	+215 +140	+145 +70	+78 +30	+50 +20	+28 +10	+16 +4	+75 0	+30 0	+18 0	+12 0	+6 −6	+3 −9	−4 −16	−8 −20	−11 −23	−15 −27
> 6 — 10	+370 +280	+240 +150	+170 +80	+98 +40	+61 +25	+35 +13	+20 +5	+90 0	+36 0	+22 0	+15 0	+7.5 −7.5	+5 −10	−4 −19	−9 −24	−13 −28	−17 −32
> 10 — 18	+400 +290	+260 +150	+205 +95	+120 +50	+75 +32	+43 +16	+24 +6	+110 0	+43 0	+27 0	+18 0	+9 −9	+6 −12	−5 −23	−11 −29	−16 −34	−21 −39
> 18 — 30	+430 +300	+290 +160	+240 +110	+149 +65	+92 +40	+53 +20	+28 +7	+130 0	+52 0	+33 0	+21 0	+10.5 −10.5	+6 −15	−7 −28	−14 −35	−20 −41	−27 −48
> 30 — 40	+470 +310	+330 +170	+280 +120	+180	+112	+64	+34	+160	+62	+39	+25	+12.5 −12.5	+7 −18	−8 −33	−17 −42	−25 −50	−34 −59
> 40 — 50	+480 +320	+340 +180	+290 +130	+80	+50	+25	+9	0	0	0	0						
> 50 — 65	+530 +340	+380 +190	+330 +140	+220	+134	+76	+40	+190	+74	+46	+30	+15 −15	+9 −21	−9 −39	−21 −51	−30 −60	−42 −72
> 65 — 80	+550 +360	+390 +200	+340 +150	+100	+60	+30	+10	0	0	0	0					−32 −62	−48 −78
> 80 — 100	+600 +380	+440 +220	+390 +170	+260	+159	+90	+47	+220	+87	+54	+35	+17.5 −17.5	+10 −25	−10 −45	−24 −59	−38 −73	−58 −93
> 100 — 120	+630 +410	+460 +240	+400 +180	+120	+72	+36	+12	0	0	0	0					−41 −76	−66 −101
> 120 — 140	+710 +460	+530 +260	+450 +200	+305	+185	+100	+54	+250	+100	+63	+40	+20 −20	+12 −28	−12 −52	−28 −68	−48 −88	−77 −117
> 140 — 160	+770 +520	+530 +280	+480 +210	+145	+85	+43	+14	0	0	0	0					−50 −90	−85 −125
> 160 — 180	+830 +580	+560 +310	+480 +230													−53 −93	−93 −133
> 180 — 200	+950 +660	+630 +320	+530 +240	+355	+215	+122	+61	+290	+115	+72	+46	+23 −23	+13 −33	−14 −60	−33 −79	−60 −106	−105 −151
>200 — 225	+1030 +740	+670 +380	+550 +260	+170	+100	+50	+15	0	0	0	0					−63 −109	−113 −159
>225 — 250	+1110 +820	+710 +420	+570 +280													−67 −113	−123 −169
>250 — 280	+1240 +920	+800 +480	+620 +300	+400	+240	+137	+69	+320	+130	+81	+52	+26 −26	+16 −36	−14 −66	−33 −83	−74 −126	−138 −190
>280 — 315	+1370 +1050	+860 +540	+650 +330	+190	+110	+56	+17	0	0	0	0					−78 −130	−150 −202
>315 — 355	+1560 +1200	+960 +600	+720 +360	+440	+260	+151	+75	+360	+140	+89	+57	+28.5 −28.5	+17 −40	−16 −73	−41 −98	−87 −144	−169 −226
>355 — 400	+1710 +1350	+1040 +680	+760 +400	+210	+125	+62	+18	0	0	0	0					−93 −150	−187 −244
>400 — 450	+1900 +1500	+1160 +760	+840 +440	+480	+290	+165	+83	+400	+155	+97	+63	+31.5 −31.5	+18 −45	−17 −80	−45 −108	−103 −166	−209 −272
>450 — 500	+2050 +1650	+1240 +840	+880 +480	+230	+135	+68	+20	0	0	0	0					−109 −172	−229 −292

جدول 2 . 9 مدلقة التفاوت للاعمدة .

FOR DIAMETER STEPS IN MILIMETER	ISO-TOLERANCE ZONE FOR SHAFT — VALUES OF DEVIATION IN MICRONS (1μ = 0.001 mm)																
	a_{11}	b_{11}	c_{11}	d_9	e_8	f_7	g_6	h_{11}	h_9	h_7	h_6	js_6	k_6	n_6	p_6	r_6	s_6
— 3	- 270 - 330	- 140 - 200	- 60 - 120	- 20 - 45	- 14 - 28	- 6 - 16	- 2 - 8	0 - 60	0 - 25	0 - 10	0 - 6	+ 3 - 3	+ 6 0	+ 10 + 4	+ 12 + 6	+ 16 + 10	+ 20 + 14
> 3 — 6	- 270 - 345	- 140 - 215	- 70 - 145	- 30 - 60	- 20 - 38	- 10 - 22	- 4 - 12	0 - 75	0 - 30	0 - 12	0 - 8	+ 4 - 4	+ 9 + 1	+ 16 + 8	+ 20 + 12	+ 23 + 15	+ 27 + 19
> 6 — 10	- 280 - 370	- 150 - 240	- 80 - 170	- 40 - 76	- 25 - 47	- 13 - 28	- 5 - 14	0 - 90	0 - 36	0 - 15	0 - 9	+ 4.5 - 4.5	+ 10 + 1	+ 19 + 10	+ 24 + 15	+ 28 + 19	+ 32 + 23
> 10 — 18	- 290 - 400	- 150 - 260	- 95 - 205	- 50 - 93	- 32 - 59	- 16 - 34	- 6 - 17	0 - 110	0 - 43	0 - 18	0 - 11	+ 5.5 - 5.5	+ 12 + 1	+ 23 + 12	+ 29 + 18	+ 34 + 23	+ 39 + 28
> 18 — 30	- 300 - 430	- 160 - 290	- 110 - 240	- 65 - 117	- 40 - 73	- 20 - 41	- 7 - 20	0 - 130	0 - 52	0 - 21	0 - 13	+ 6.5 - 6.5	+ 15 + 2	+ 28 + 15	+ 35 + 22	+ 41 + 28	+ 48 + 35
> 30 — 40	- 310 - 470	- 170 - 330	- 120 - 280	- 80	- 50	- 25	- 9	0	0	0	0	+ 8	+ 18	+ 33	+ 42	+ 50	+ 59
> 40 — 50	- 320 - 480	- 180 - 340	- 130 - 290	- 142	- 89	- 50	- 25	- 160	- 62	- 25	- 16	- 8	+ 2	+ 17	+ 26	+ 34	+ 42
> 50 — 65	- 340 - 530	- 190 - 380	- 140 - 330	- 100	- 60	- 30	- 10	0	0	0	0	+ 9.5	+ 21	+ 39	+ 51	+ 60 + 41	+ 72 + 53
> 65 — 80	- 360 - 550	- 200 - 390	- 150 - 340	- 174	- 106	- 60	- 29	- 190	- 74	- 30	- 19	- 9.5	+ 2	+ 20	+ 32	+ 62 + 43	+ 78 + 59
> 80 — 100	- 380 - 600	- 220 - 440	- 170 - 390	- 120	- 72	- 36	- 12	0	0	0	0	+ 11	+ 25	+ 45	+ 59	+ 73 + 51	+ 93 + 71
> 100 — 120	- 410 - 630	- 240 - 460	- 180 - 400	- 207	- 126	- 71	- 34	- 220	- 87	- 35	- 22	- 11	+ 3	+ 23	+ 37	+ 76 + 54	+ 101 + 79
> 120 — 140	- 460 - 710	- 260 - 510	- 200 - 450	- 145	- 85	- 43	- 14	0	0	0	0	+12.5	+ 28	+ 52	+ 68	+ 88 + 63	+ 117 + 92
> 140 — 160	- 520 - 770	- 280 - 530	- 210 - 480													+ 90 + 65	+ 225 + 100
> 160 — 180	- 580 - 830	- 310 - 560	- 230 - 480	- 245	- 148	- 83	- 39	- 250	- 100	- 40	- 25	- 12.5	+ 3	+ 27	+ 43	+ 93 + 68	+ 133 + 108
> 180 — 200	- 660 - 950	- 340 - 630	- 240 - 530	- 170	- 100	- 50	- 15	0	0	0	0	+14.5	+ 33	+ 60	+ 79	+ 106 + 77	+ 151 + 122
> 200 — 225	- 740 - 1030	- 380 - 670	- 260 - 550													+ 109 + 80	+ 159 + 130
> 225 — 250	- 820 - 1110	- 420 - 710	- 280 - 570	- 285	- 172	- 96	- 44	- 290	- 115	- 46	- 29	- 14.5	+ 4	+ 31	+ 50	+ 113 + 84	+ 169 + 140
> 250 — 280	- 920 - 1240	- 480 - 800	- 300 - 620	- 190	- 110	- 56	- 17	0	0	0	0	+ 16	+ 36	+ 66	+ 88	+ 126 + 94	+ 190 + 158
> 280 — 315	- 1050 - 1470	- 520 - 860	- 330 - 650	- 320	- 191	- 108	- 49	- 320	- 130	- 52	- 32	- 16	+ 4	+ 34	+ 56	+ 130 + 98	+ 202 + 170
> 315 — 355	- 1200 - 1560	- 600 - 960	- 360 - 720	- 210	- 125	- 62	- 18	0	0	0	0	+ 18	+ 40	+ 73	+ 98	+ 144 + 108	+ 226 + 190
> 355 — 400	- 1350 - 1710	- 680 - 1640	- 400 - 760	- 350	- 214	- 119	- 54	- 360	- 140	- 53	- 36	- 18	+ 4	+ 37	+ 62	+ 150 + 114	+ 244 + 208
> 400 — 450	- 1500 - 1900	- 760 - 1160	- 440 - 840	- 230	- 135	- 68	- 20	0	0	0	0	+ 20	+ 45	+ 80	+ 108	+ 166 + 126	+ 272 + 232
> 450 — 500	- 1650 - 2050	- 840 - 1240	- 480 - 880	- 385	- 232	- 131	- 60	- 400	- 155	- 63	- 40	- 20	+ 5	+ 40	+ 68	+ 172 + 132	+ 292 + 252

اللحام :

يستعمل اللحام لربط الاجزاء بدلا من البراغي والبراشيم وغيرها ولا نستطيع فك الاجزاء الملحومة لانها سوف تتعرض للفشل .

توجد ثلاث طرق رئيسية للحام وهي :

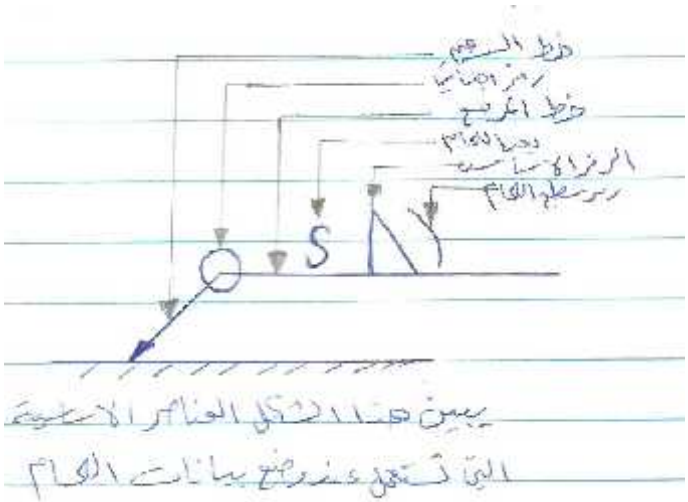
1- لحام الاوكسي استيلين او لحام الغاز
2- لحام القوس الكهربائي
3- لحام المقاومة الكهربائية

تمثيل اللحام على الرسم :

توجد رموز خاصة لتمثيل اللحام على الرسم بحيث تعطي تلك الرموز جميع البيانات الضرورية التي تخص اللحام المطلوب تنفيذه بصورة مبسطة وواضحة . وقعت هيئة المواصفات الدولية مواصفة خاصة برموز اللحام (ISO 2253) .

تشمل الرموز مايلي :

1- خط المرجع
2- خط السهم
3- الرمز الاساس
4- رمز سطح اللحام
5- ابعاد اللحام
6- رموز اضافية

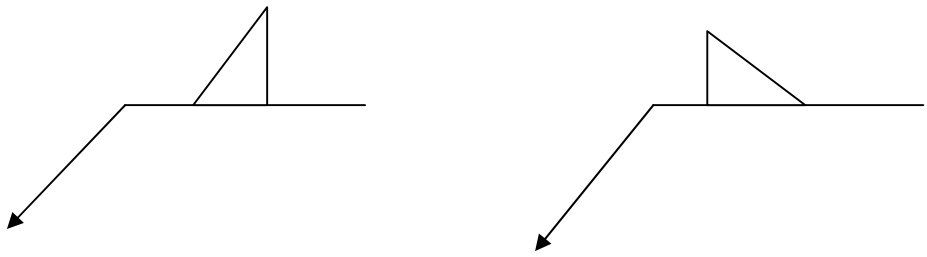


الرموز الاساسية

تستعمل الرموز الاساسية لتمثل صنف او نوع اللحام المستعمل .

يبين الجدول (8.1) الرموز الاساسية لانواع اللحام .

- يجب ان يقع الخط العمودي – **ان وجد** – في الجانب الايسر من الرمز .

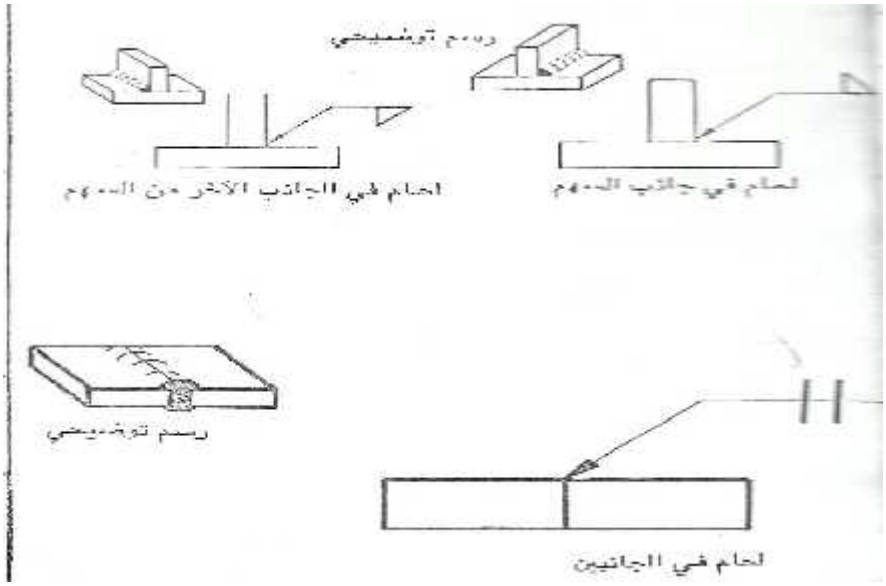


صح خطأ

موقع الرمز نسبة الى خط المرجع

يوضع الرمز مع خط المرجع كما يلي :

1- فوق خط المرجع اذا كان اللحام في جانب السهم (لحام ظاهر)
2- **تحت خط المرجع اذا كان اللحام في الجانب الاخر (لحام مخفي)**
3- عبر خط المرجع اذا كان اللحام في كلا الجانبين

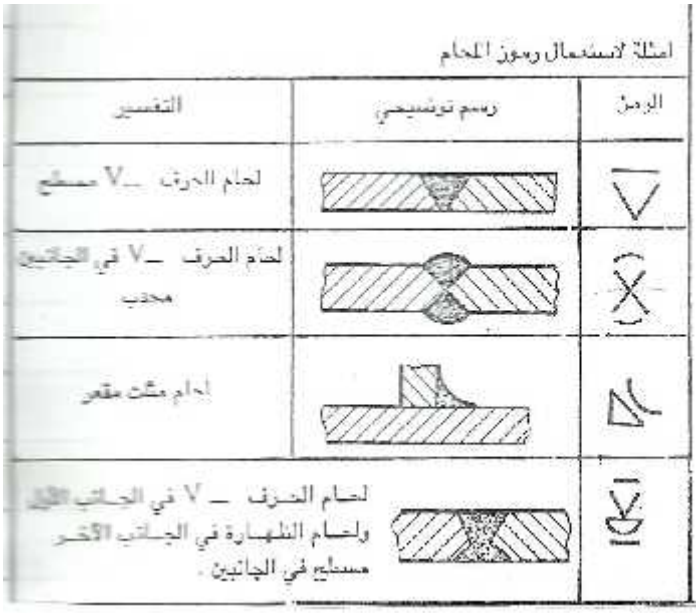


رموز سطح اللحام

تبين رموز سطح اللحام شكل السطح الخارجي للحام . الجدول التالي يبين هذه الرموز .

الرمز	شكل سطح اللحام
———	مسطح
⌒	محدب
⌣	مقعر

امثلة لاستعمال رموز اللحام



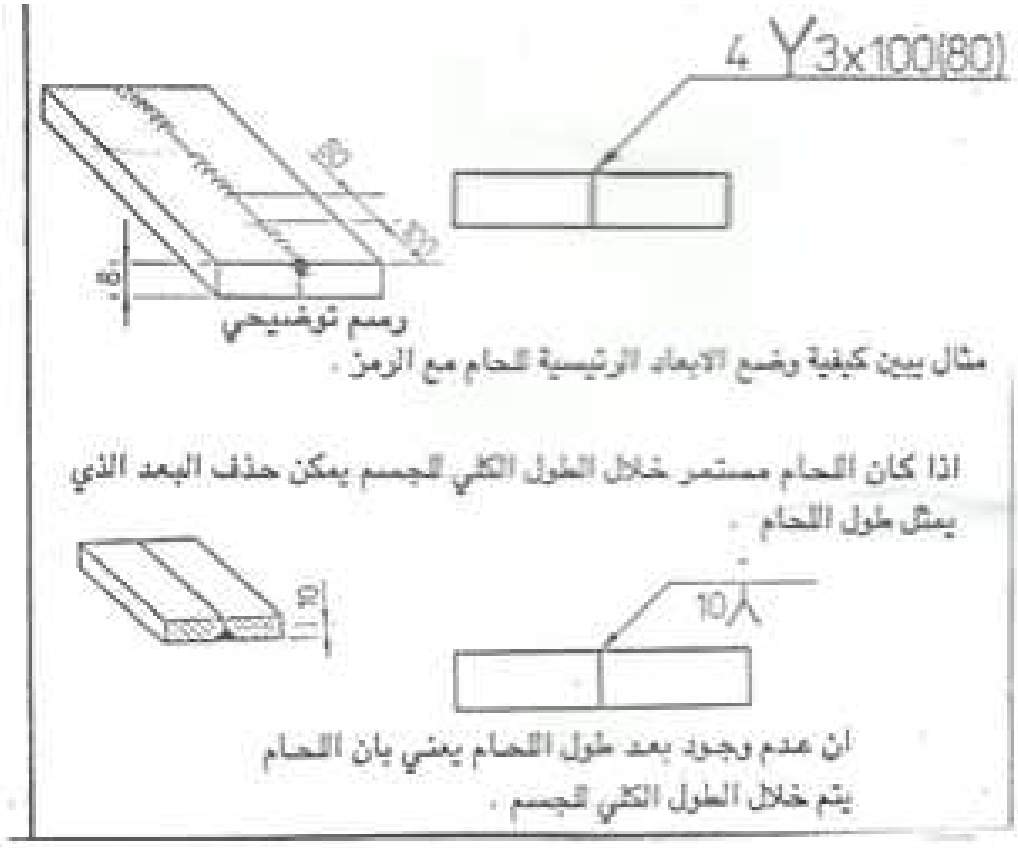
وضع ابعاد اللحام

ان اهم الابعاد التي توضع مع رموز اللحام هي :

- ابعاد مقطع اللحام
- ابعادطول اللحام

توضع الابعاد التي تخص مقطع اللحام في الطرف الايسر من الرمز . اما ابعاد التي تخص طول اللحام فتوضع في الطرف الايمن . بالنسبة الى اللحام المتقطع توضع الابعاد التي تبين المسافتين عناصر اللحام بين قوسين .

يبين الجدول (8.2) طرق وضع الابعاد الرئيسية للحام .



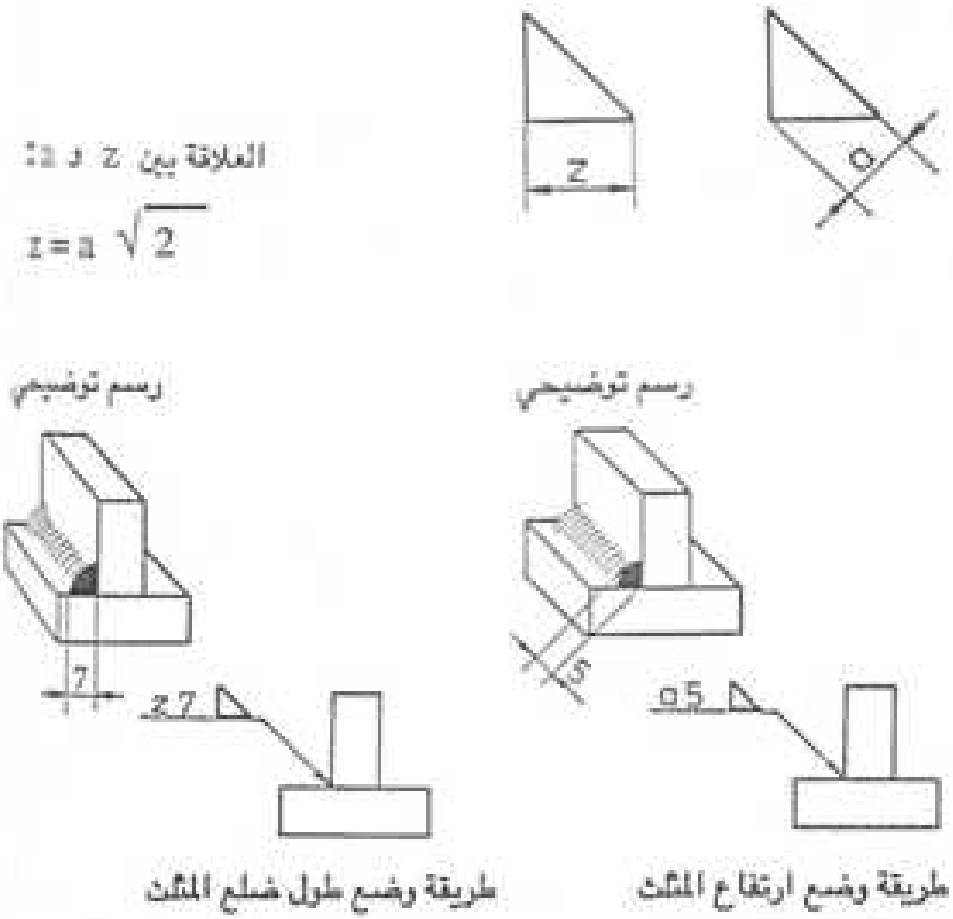
ابعاد اللحام المثلث

توجد طريقتان لوضع ابعاد مقطع اللحام المثلث :

1- وضعطول ضلع المثلث
2- وضع ارتفاع المثلث

وبما انه يوجد احتمالين للبعد لذلك يجب عند وضع بعد مقطع اللحام المثلث بيان اي من البعدين هو المستعمل .

اذا كان البعد يمثل طول ضلع المثلث يوضع الحرف z مع قيمة البعد . اما اذا كان البعد يمثل ارتفاع المثلث يوضع الحرف a مع قيمة البعد .

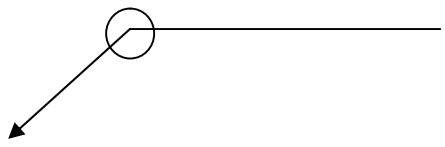


الرموز الاضافية

يمكن اضافة رموز خاصة لبيان بعض الصفات المميزة للحام كما في الامثلة التالية :

لحام حول المحيط

عندما يتطلب تنفيذ اللحام حول المحيط الكامل للجسم يستعمل رمز بشكل دائرة توضع عند التقاء خط السهم مع خط المرجع .



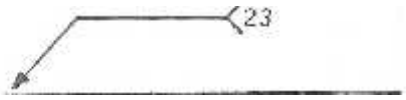
لحام الموقع

يميز اللحام الذي يجب ان ينفذ في موقع المشروع عن اللحام الذي يتم في الورشة بوضع علم صغير كما مبين . يكون اتجاه العلم نحو ذيل خط المرجع .

طريقة اللحام

ان طرق اللحام المستعملة مختلفة ومتعددة وقد وضعت في المواصفة الدولية (ISO 4063) رموز بشكل ارقام تدل على طرق اللحام .

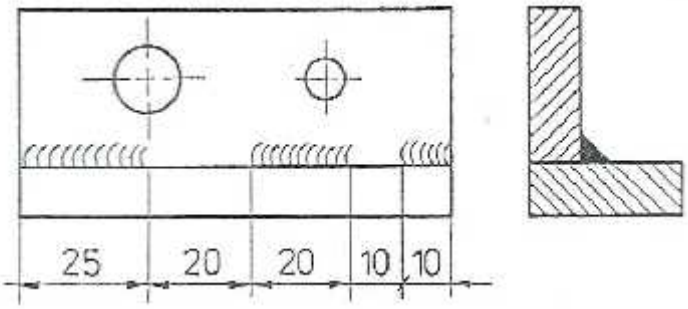
عند الضرورة يمكن بيان طريقة اللحام بواسطة الرقم الخاص بها ضمن شوكة ترسم في نهاية خط المرجع لهذا الغرض .



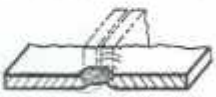
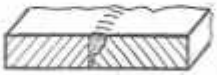
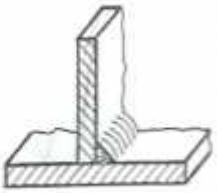
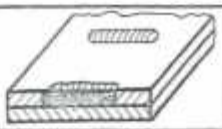
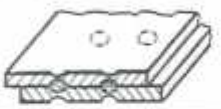
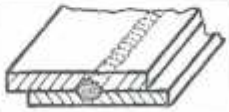
طريقة اللحام	الرمز	طريقة اللحام	الرمز
Gas welding	3	Arc welding	1
Oxy-acetylene w	311	Coated wire metal arc w	115
Air propane w	322	Submerged arc w	12
Pressure w	4	Gas shielded melal arc w	13
Ultrasonic w	41	Plasma arc w	15
Friction w	42	Resistance w	2
Other welding processes	7	Spot w	21
Thermit w	71	Seam w	22
Laser w	751	Projection w	23
Infrared w	753	Flash w	24

التمثيل التخطيطي للحام

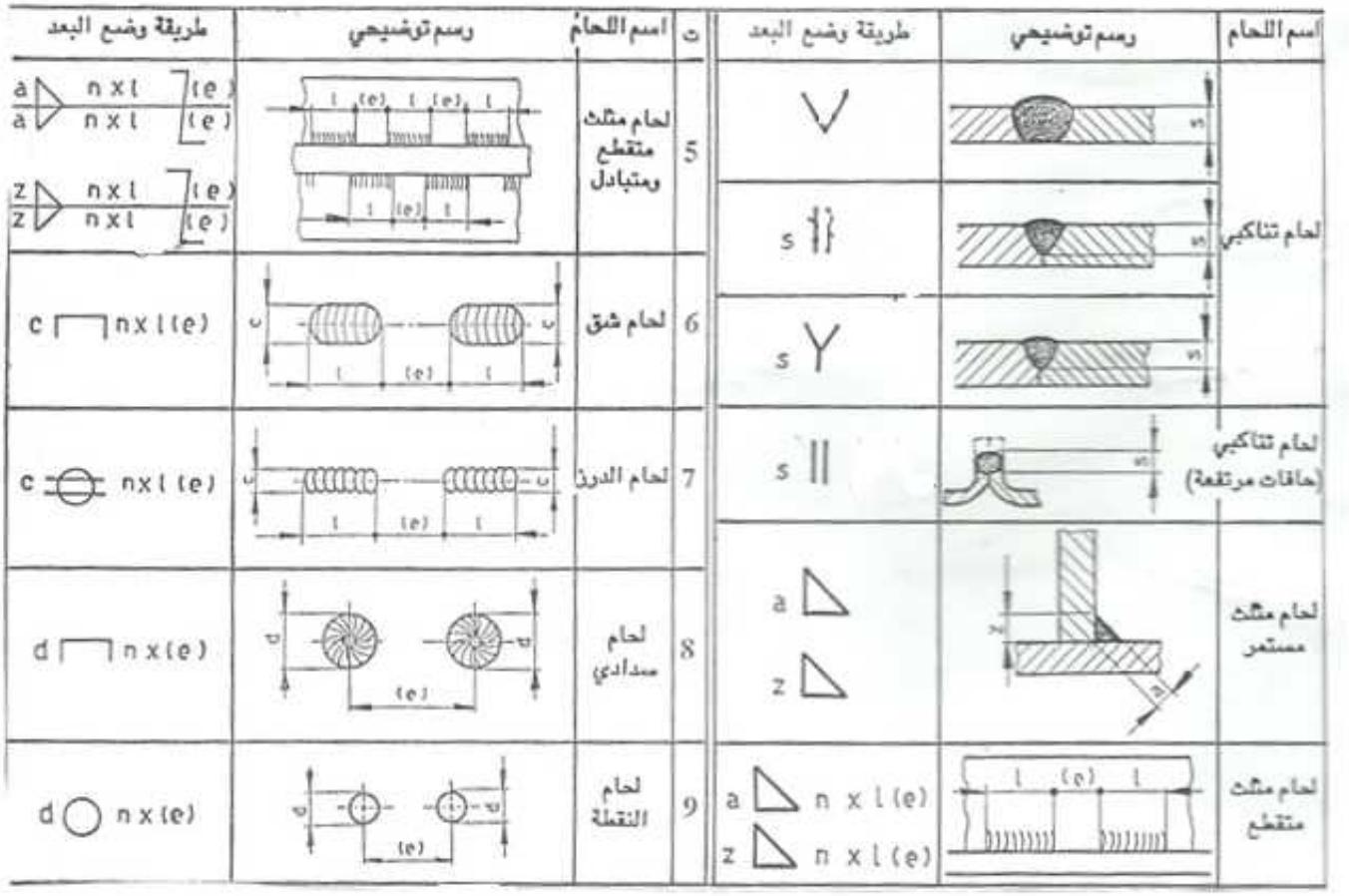
احيانا تتطلب الضرورة زيادة توضيح وجود اللحام . كما في حالة وضع ابعاد اطوال عناصر اللحام المتقطع عندما تكون هذه العناصر غير منتظمة في الطول . لهذا الغرض يمكن رسم اقواس صغيرة على طول خط اللحام وفي المقطع يرسم اللحام بشكل مملوء .



جدول 8.1 الرموز الاساسية للحام (ISO - 2553)

الرمز	رسم توضيحي	اسم اللحام	الرمز	رسم توضيحي	اسم اللحام
⌒		لحام تناكبي صفائح ذات حافات مرتفعة (Butt weld between plates with raised edges)	⌐		لحام الحرف ــ J تناكبي (Single - J butt weld)
‖		لحام تناكبي مربع . (Square butt weld)	⌓		لحام الظهارة (Backing run)
V		لحام الحرف ــ V تناكبي (Single - V - butt weld)	◺		لحام مثلث (Fillet weld)
⟋		لحام مائل تناكبي (Single - bevel butt weld)			
Y		لحام الحرف ــ V تناكبي مع جذر (Single - V butt weld with broad root face)	⊓		لحام سدادي او شق (Plug weld)
K		لحام مائل تناكبي مع جذر (Single - bevel butt weld with broad root face)	○		لحام النقطة (Spot weld)
Y		لحام الحرف ــ U تناكبي (Single - U butt weld)	⊖		لحام الدرز (Seam weld)

جدول 8.2 ابعاد اللحام الرئيسية (ISO 2553)

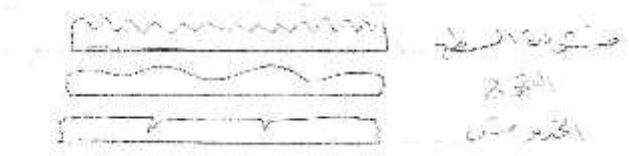


تشغيل السطوح

ان كل مصمم يختار نوع السطح حسب طبيعة الشغلة بحيث يؤدي الجزء ووظيفته بصورة مرضية فلذلك يجب ان يكون للسطح مواصفات معينة حسب طبيعة عمله كأن يحتاج السطح الى تجليخ او صقل او تلميع او معاملة حرارية وغيرها .

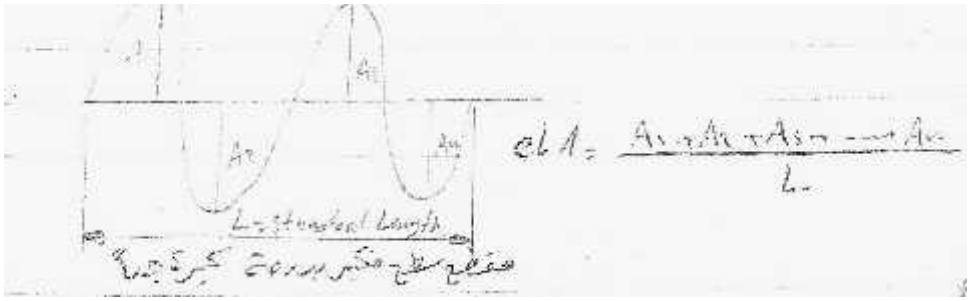
لو وضعنا سطح تحت المجهر نلاحظ فيه ثلاثة انواع من الانحرافات هي :

1- خشونة السطح (surface roughness) : وهي الارتفاعات والانخفاضات الموجودة على السطح .
2- التموج (waviness) : وهي انحرافات ذات طابع امواج .
3- الخدوش (flaws)
: وهي تشويهات بشكل شقوق على السطح .



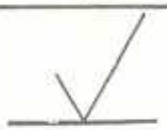
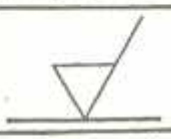
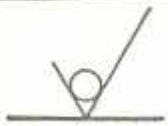
مقدار الخشونة :

توجد عدة طرق لحساب معدل الخشونة الا ان اهم هذه الطرق تسمى (متوسط الخط المركزي Center CLA line average) يعرف مقدار CLA : بأنه متوسط الانحرافات الموجودة فوق وتحت المستوى الوسطي للسطح مقاسة ضمن مسافة معينة ويقاس بالمايكرونات (μ) .



علامات التشغيل

يتكون الرمز الاساسي من خطين مائلين بزاوية 60 ويكون طول الخط الايمن ضعف طول الخط الايسر .

تفسير اجمالي لرموز التشغيل	
الرمز	رفع مادة من السطح
	اختياري
	الزامي
	غير مسموح

نأتي الان على الرمز الاجباري والبيانات التي تضاف مع الرمز :-

a- تعين درجة الخشونة وهناك جدول 9.3 p.194 اما تكتب رمز **الخشونة او** الرقم الذي يدل على قيمة الخشونة وهي مصنفة الى 12 **درجة ضمن المرحلة التي** ندرس فيها نأخذ (N5) للسطح الذي يحتاج الى نعومة عالية و (N7 – N9) تعني نعومة متوسطة اما للخشونة العالية فنأخذ (N10 – N12) . فعلى سبيل المثال اذا كان عندنا سطوح خارجية لا نحتاج الى تنعيم فنستخدم مثلا N11 مثال على ذلك بلي المبردة الخارجيلا تحتاج ان تكون الاذرع منعمة وتعتمد على طريقة السباكة المصنع بها البلي ولكن اذا كان عندنا شفت يدور داخل بوشة فنحتاج الى نعومة عالية فنأخذ N5 وهكذا .

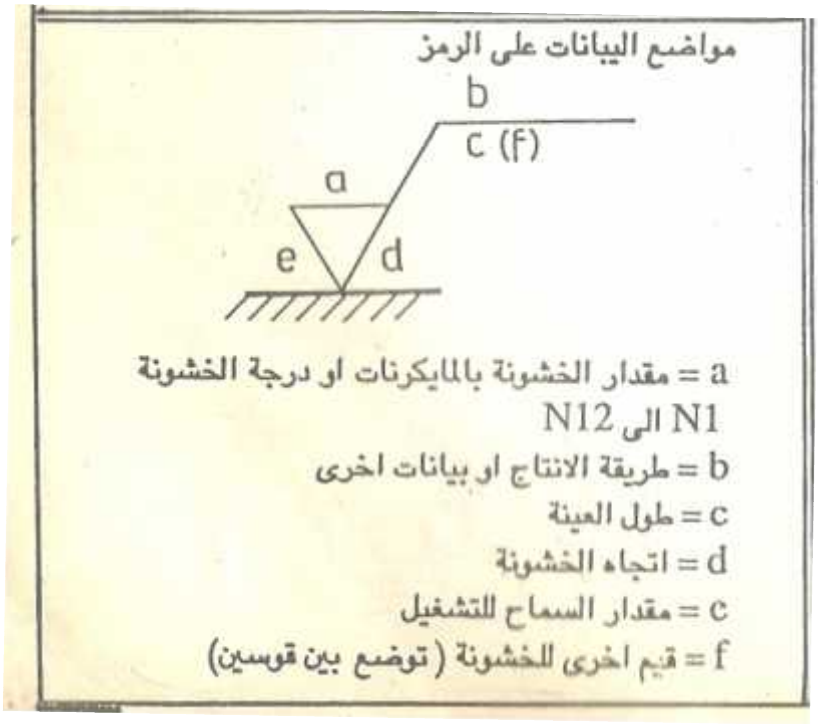
b- طريقة الانتاج او طريقة التشغيل اي هل ان السطح يحتاج الى معاملة حرارية او طلاء وهذه كلها زيادة في المعلومات .

c- طول العينة المستخدمة في التشغيل وهي L .

d- اتجاه الخشونة ، يوجد جدول (9.4) P.195 يعطي رموز اتجاه **الخشونة** .

e- مقدار السماح للتشغيل .

f- قيمة اخرى للخشونة ، اذا تم حساب الخشونة بطريقة غير طريقة CLA فتوضع هذه القيمة بين قوسين تحت الخط الافقي .



جدول 9.3 درجات الخشونة وقيمها بالمايكرونات

درجة الخشونة	درجة قيمة الخشونة	طريقة الانتاج	تطبيقات
N1	0.025	سطح ناعم جدا	تنفيذ هذا السطح يكلف مبالغ كبيرة
N2	0.05	N2 0.05 انواع مكائن الصقل (Lapping) والشحذ (Honing) الحديثة	مكائن الصقل وهو نادر الاستعمال . يستعمل في الاجهزة الدقيقة والحساسة جدا .
N3	0.1	سطح ذو نعومة عالية صقل ،شحذ ،تلميع (Buffing)	تنفيذه مكلف صقل شحذ تلميع (Buffing) يستعمل في الاجهزة الدقيقة ، سطح ناعم تلميع الاسطوانات الهيدروليكية ، الاعمدة والكراسي ذات السرع العالية جدا .
N4	0.2	سطح ناعم شحذ ، تلميع	
N5	0.4	سطح ذو نوعية جيدة تجليخ ، تلميع بواسطة السنفرة ، صقل ، اوشحذ خشن	سطح ذو نوعية جيدة عندما تكون النعومة ذات اهمية تجليخ ، تلميع بواسطة السنفرة لوظيفة الجزء مثل الاعمدة والكراسي السريعة .
N6	0.8	انهاء جيد جدا بالماكنة تجليخ ، خراطة وتفريز عندما يتمان بأعتناء كبير	كنة دة والكراسي عندما تكون تجليخ ، خراطة وتفريز عندما سرعتها معتدلة وليست عليها حمولة عالية .
N7	1.6	انهاء جيد بالماكنة خراطة ، تفريز باستعمال الات قطع حادة مع تلميع ناعم	د بالماكنة يستعمل حيثما تتطلب الحالة توافق خراطة ، تفريز باستعمال الات دقيق . ولا يناسب الاجزاء المتحركة بسرع عالية .

		وسرعة قطع عالية جدا .
N8	3.2	انهاء متوسط بالماكنة بالقوالب ، بثق ، تقشيط
N9	6.3	انهاء خشن تجليخ خشن ، برادة ، خراطة ، تفريز ، تثقيب
N10	12.5	انهاء خشن نوعية واطئة سباكة بالرمل ، حدادة خشنة
N11	25	سطح ذو خشونة عالية سباكة بالرمل ، قطع بالمنشار ، تأجين (Chipping)
N12	50	

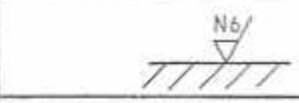
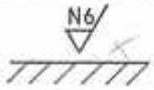
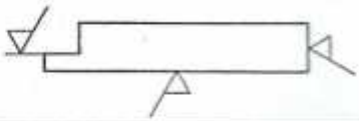
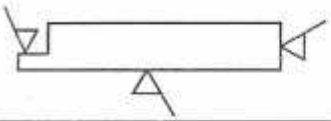
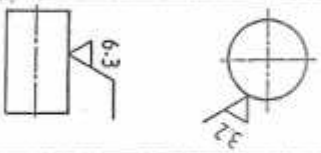
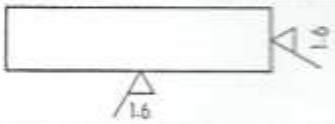
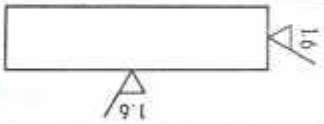
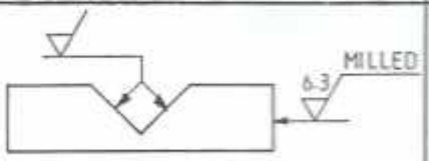
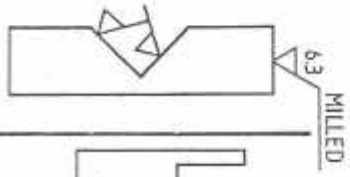
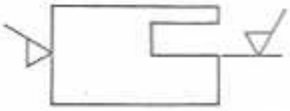
انهاء متوسط بالماكنة | يستعمل في المكائن ذات الكلفة
خراطة ، تفريز ، سباكة | الواطئة وللاعمدة والكراسي ذات
قوالب ، بثق ، تقشيط | السرع الواطئة وتحت احمال
خفيفة او غير دائمية .

ن | للخلوصات الغير مهمة ولغرض
التنظيف العام لاجزاء المكائن .

ياء خشن نوعية واطئة | في الاجزاء ذات الخلوصات
ريز ، خراطة ، تقشيط مع | العالية ، التركيبات و الموجهات
تطعيم خشن ، برادة خشنة ، | (Jigs and fixtures) .

طح ذو خشونة عالية | للسطوح المعرضة الى الهواء
لغرض تحسين المظهر العام

في الجدول التالي فيه كيفية كتابة الرمز على الرمز الهندسي وهناك بعض الملاحظات المهمة فالرسم الاول يجب ان يكون رأس المثلث ملامس للسطح ويكون اتجاه الضلع الطويل نحو اليمين اما كتابة الرقم الذي يدل على الخشونة يكون مثل كتابة الابعاد على الرسم الهندسي .

امثلة في طريقه استعمال رموز التشغيل	صح	خطأ
يلامس رأس الرمز خط الرسم دون وجود فاصلة .		
يكون اتجاه الخط الطويل نحو اليمين .		
يوضع الرمز وكذلك البيانات الاخرى بحيث تقرأ من أسفل او يمين الرسم كما هو متبع في وضع الابعاد .		
في بعض الحالات يمكن وضع الرمز باتجاه آخر شرط أن تكتب قيمة الخشونة باتجاه مطابق لطريقة وضع الابعاد .		
عند الضرورة يمكن ربط الرمز مع السطح بواسطة خط دليل ينتهي بسهم .		
يوضع السهم من خارج المادة ، أي بالاتجاه الذي يتم فيه تشغيل السطح بواسطة اداة القطع .		

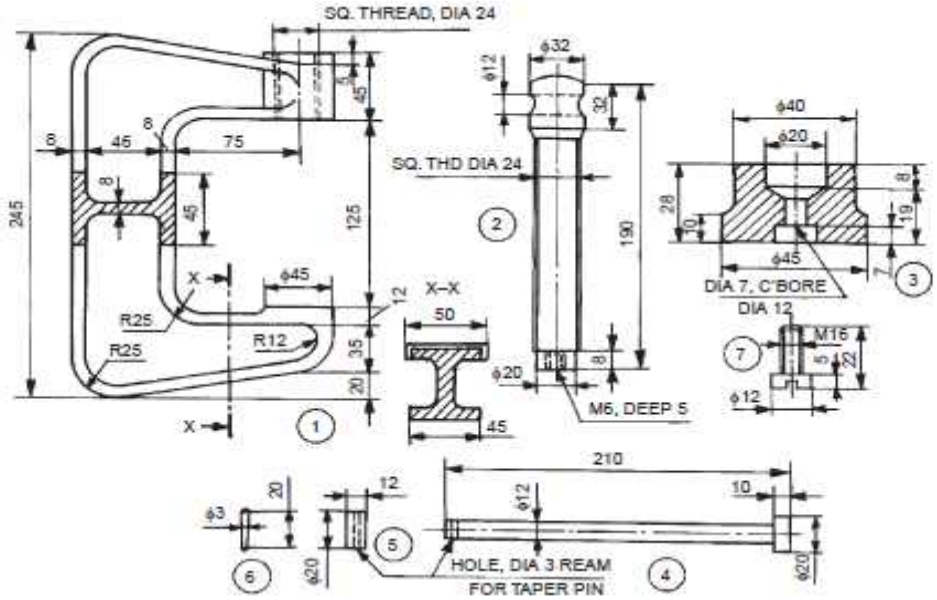
الرسم التجميعي assembly drawing

أي ماكنة مكونة من تجميع عدد الصلاتِ أو الأجزاءِ المُختَلِفةِ. انه ضروريٌ لفَهْم العلاقةِ بين الأجزاءِ المُخْتَلِفةِ للوحدةِ المجمعة لغرضِ التصميمِ والإنتاجِ.

الرسم التجميعي هوالذي يُمثّلُ الأجزاءَ المُخْتَلِفةَ للماكنة حسب وظيفة كل جزء.

مثال (1):

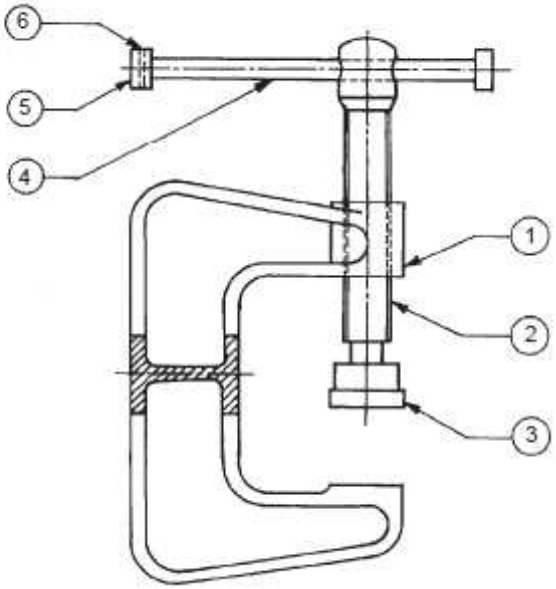
الاجزاء التالية تمثل الاجزاء التي تتكون منها ماكنة الملزمة C-Clamp في الشكل ادناه:



Parts list

Sl. No.	Name	Matl.	Qty.
1	Frame	CI	1
2	Screw	MS	1
3	Pad	MS	1
4	Tommy bar	MS	1
5	Collar	MS	1
6	Pin	MS	1
7	Cap screw	MS	1

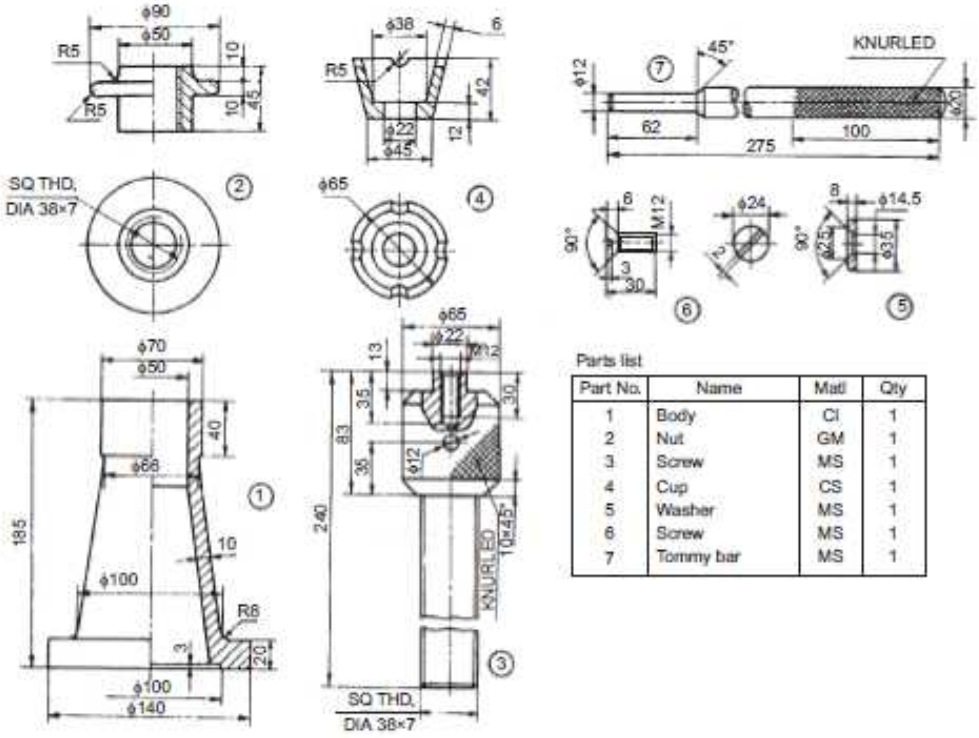
C-clamp



مثال (2):

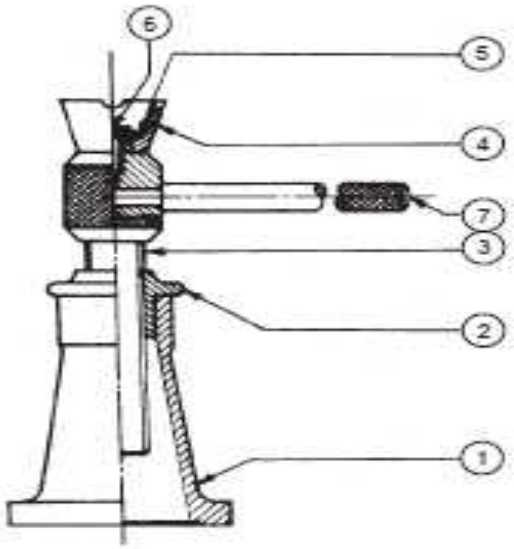
الاجزاء التالية تمثل الاجزاء التي تتكون منها ماكنة الرافع اللولبي Screw jack في

الشكل ادناه:



Parts list

Part No.	Name	Matl	Qty
1	Body	CI	1
2	Nut	GM	1
3	Screw	MS	1
4	Cup	CS	1
5	Washer	MS	1
6	Screw	MS	1
7	Tommy bar	MS	1



Screw jack

التروس (Gears)

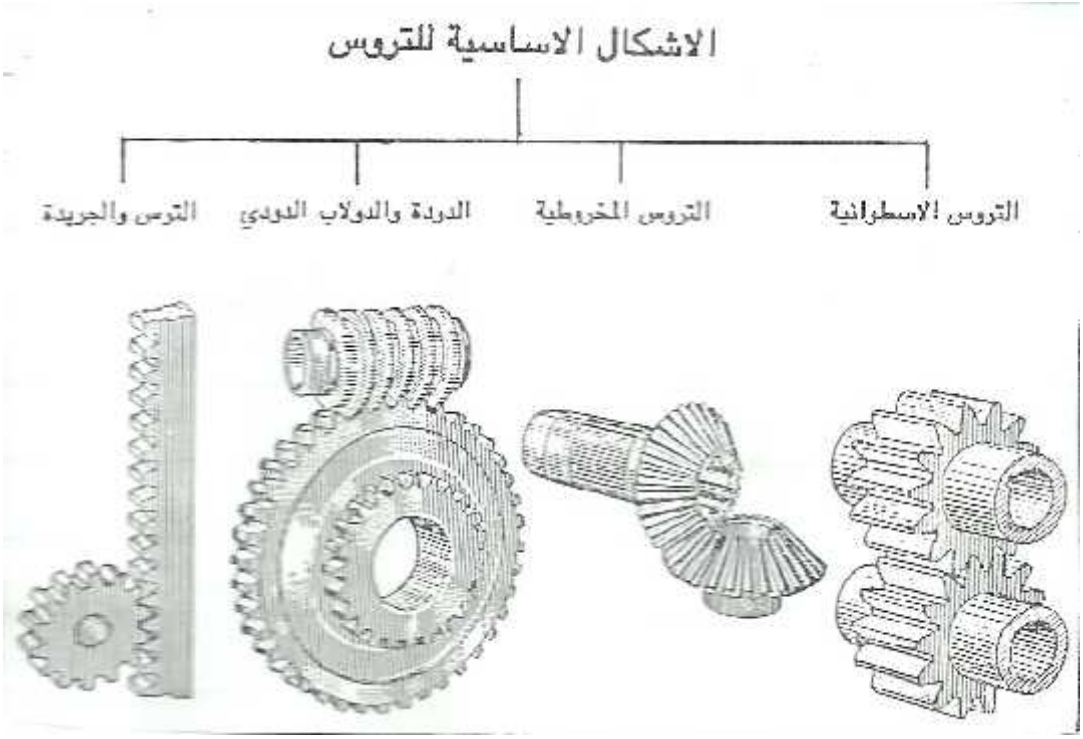
التروس عبارة عن اجزاء اسطوانية او مخروطية دوارة تحتوي على اسنان على سطوحها الملامسة لضمان نقل الحركة .

تستخدم التروس عادة لنقل القدرة والحركة من عمود الى اخر وللتحكم في سرعة الحركة واتجاهها .

الاشكال الاساسية للتروس هي:

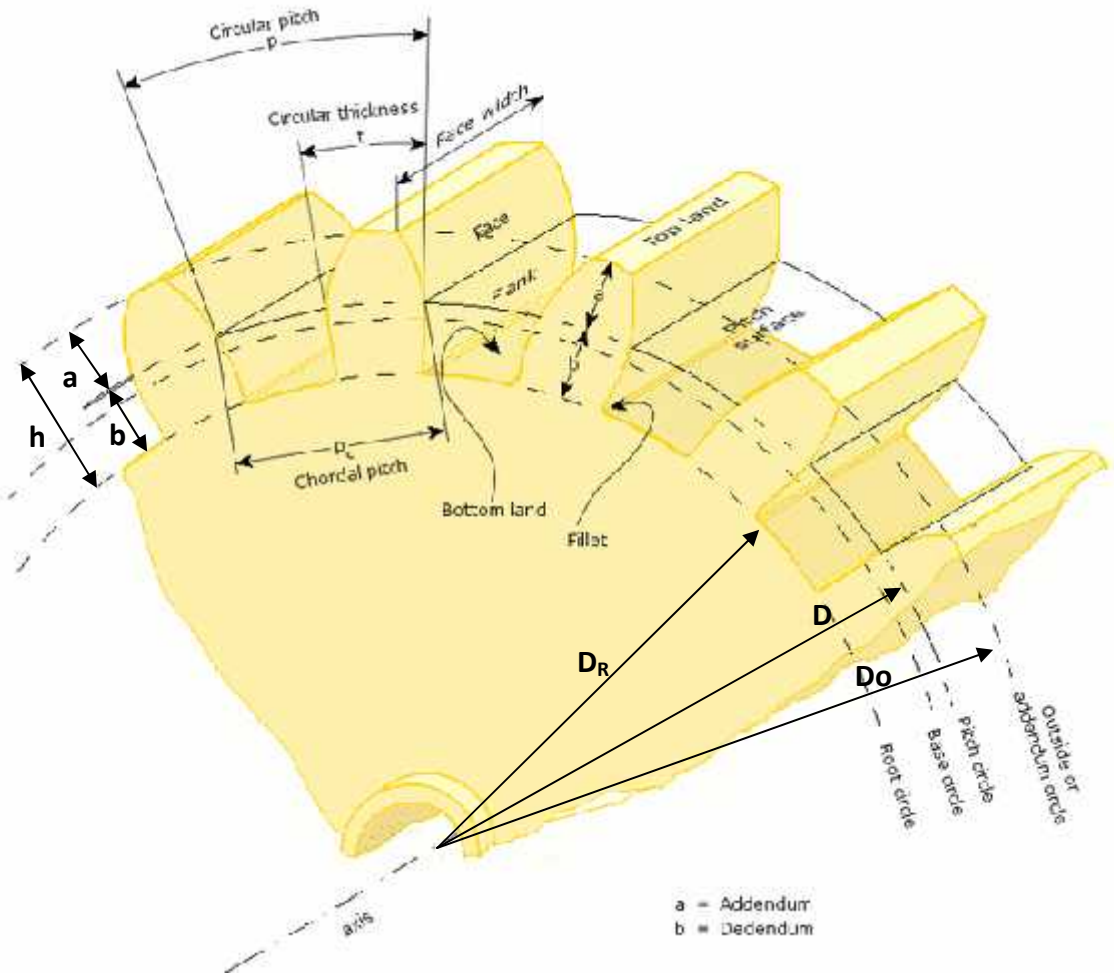
1- التروس الاسطوانية للأعمدة المتوازية
2- التروس المخروطية للأعمدة المتقاطعة .
3- **الدود**ة والدولاب الدوري للأعمدة المتعامدة وغير المتقاطعة .
4- الترس والجريدة لتحويل الحركة الدورانية الى حركة خطية .

تصنع التروس بالسباكة او بالقطع من مواد مختلفة مثل الفولاذ ، حديد الصب ، البرونز ، الراص ، اللدائن وغيرها كما في الشكل التالي .



الترس الاسطواني العدل Spur gears

1- رموز الترس الاسطواني العدل :



D : قطر دائرة الخطوة

Do : قطر دائرةطرف السن

DR : قطر دائرة جذر السن

N : عدد الاسنان

m : الموديول (التضمين)

P : الخطوة

a : ارتفاع رأس السن (من دائرة الخطوة)

b : عمق جذر السن (من دائرة الخطوة)

h : الارتفاع الكلي للسن (عمق التفريز)

c : خلوص الرأس

hw : العمق الشغل

t :سمك السن

F عرض السن

α :زاوية الضغط

e الفراغ بين الاسنان

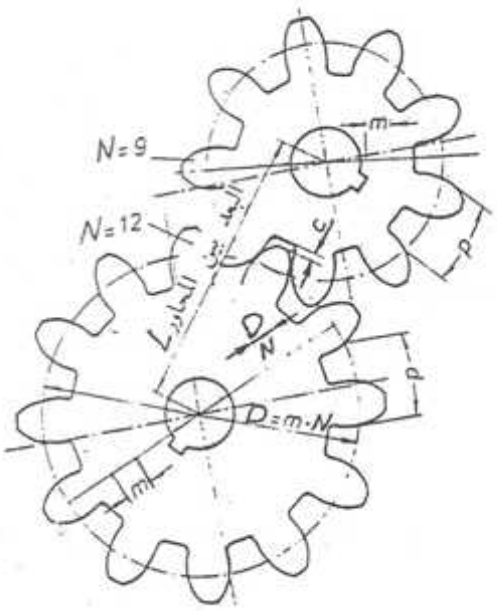
L : البعد بين المحاور

R : نسبة السرع

n : عدد الدورات في الدقيقة

P : الترس الصغير (pinion)

G : الترس الكبير (gear)



2- الصيغ الرياضية لحساب التروس الاسطوانية

العدلة

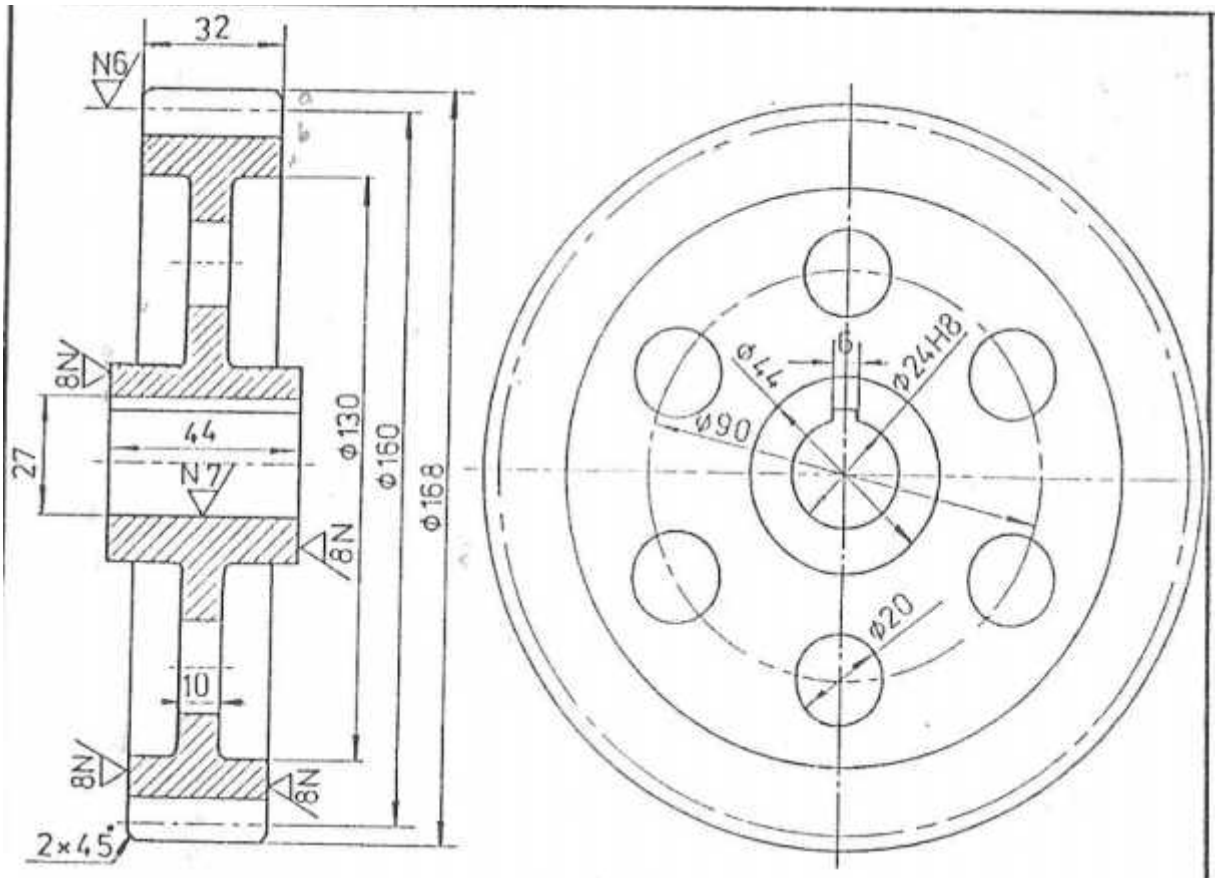
ارتفاع السن (mm) ..... $h = a+b = 2,2.m$	قطر دائرة الخطوة (التقسيم)(mm) ..... $D = m.N$
العمق الشغال (mm) ..... $h\,w = h - C$ =	قطر دائرة الرأس(mm) ..... $Do = D + 2a$
خلوص الرأس (mm) ..... $C = b - a = 0,2\ m$	قطر دائرة الجذر ..... $DR = D - 2b$
سمك السن(mm) ..... $t = P / 2$	التضمين (الموديول) ..... $m = D / N = P / \pi$
عرض السن (mm).....(6.m ...12.m) $F = 10.m$ $R = DG/DP = NG/Np = np/nG$	الخطوة(mm) ..... $p = \pi . m$ $L = DG + Dp / 2 = (NG + Np / 2).m$
	ارتفاع راس السن(mm) ..... $a = m$ عمق جذر السن(mm) ..... $b = 1,12 . m$

قطر دائرة الخطوة = عدد الاسنان x الموديول
الموديول هو طول الخطوة القطرية

als = shaft diameter

Length of hub = 1.75 als to 2.25 als
diameter of hub = 1.5 als to 2 als

مثال للرسم التنفيذي للترس الاسطواني العدل



4	ma	الموديول
40	N	عدد الاسنان
20^0	α	زاوية الضغط
انفولبوت	–	شكل السن
8.2	h	العمق الكلي
عدل	-	نوع السن

مثال للرسم التنفيذي للترس الاسطواني

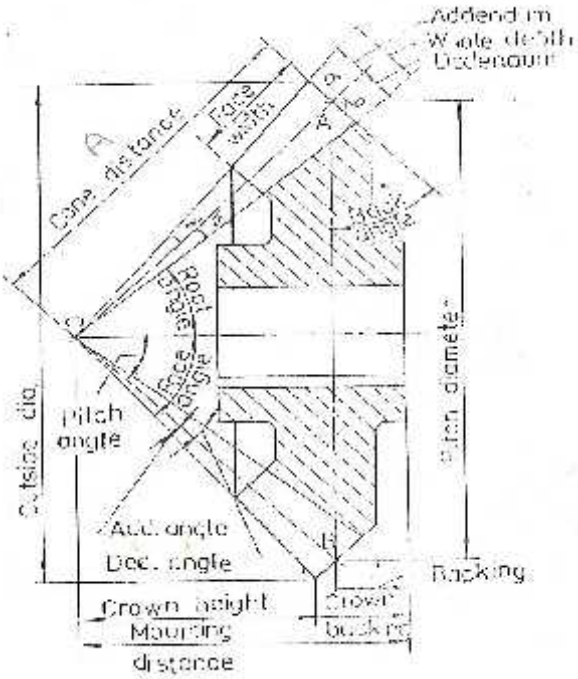
التروس المخروطية (Bevel gears)

1-رموز التروس المخروطية

P : زاوية الخطوة (Pitch angle)

D : قطر الخطوة (Pitch diam)

Dh : قطر الصرة (Hub diam)



Do : قطر الدائرة الخارجية للترس (outside diam)

A : رلسم المخروط (Cone distance)

α : زاوية طرف السن (Add. Angle)

δ : زاوية جذر السن (Ded. Angle)

Γo : زاوية الوجه (face angle)

ΓR : زاوية الجذر (Root angle)

X : الارتفاع التاجي (Crown height)

Y : البعد الخلفي (Backing)

Z : البعد الخلف التاجي (Crown Backing)

M : بعد التركيب (Mounting distance)

B : الزاوية الخلفية (Backing angle)

F : عرض الوجه (Face width)

بالأضافة الى بعض الرموز الاخرى التي هي نفسها كما في الترس الاسطواني العدل وهي (a,b,m,N,P,t,h)

2- الصيغ الرياضية لحساب التروس المخروطية :

زاوية الخطوة.....tan ΓG =DG/D p
t an Γp=Dp/DG
قطر دائرة الخطوة..... D=m.N
قطر الدائرة الخارجية Do= D+2 a.cos Γ
الارتفاع المائل لمخروط الخطوة...A=D/sin Γ
(مشترك لكلا الترسين المتشقين)
زاوية طرف السن..... tan∝= a/A
زاوية جذر السن..... tan δ= b/A
زاوية الوجه..... Γo =Γ+∝

زاوية الجذر..... ΓR=Γ -δ
الارتفاع التاجي..... X=Do/2 tan Γo
بعد التركيب ..... M= Y+D/2tanΓ
البعد الخلفي التاجي..... Z= Y+ asinΓ
الزاوية الخلفية =زاوية الخطوة B=Γ
عرض سن المخروط (مشترك للترسين المتشقين)
قيمة F لاتزيد عن A/3
قطر البصرة ..... dh=2ds
حيث ان ds هو قطر العمود (shift)

طريقة رسم التروس المخروطية:

خطوات رسم التروس المخروطية التي تتقاطع بزاوية 90 وذات الاسنان العدلة :

1- نرسم سنتر لاين افقي ومنه نرسم زاوية الخطوة Pitch angle
Γ وهي الزاوية المحصورة بين راسم مخروط الخطوة والمحور tan ΓG = DG/DP

tan ΓP = DP/DG

2- نحدد قطر دائرة الخطوة Pitch circle diam. حيث يقطع زاوية الخطوة بنقطة من الاسفل والاعلى ونرسم من هذه النقطة خط عمودي على خط زاوية الخطوة والتي يتحدد منه ميلان السبعده نحدد المسافتين (a+b) h وبعد تحديد نقطتي العمق نوصلهما برأس المخروط وبعدها نحدد عرض السن ومنه نرسم خط يوازي الخط الاول .

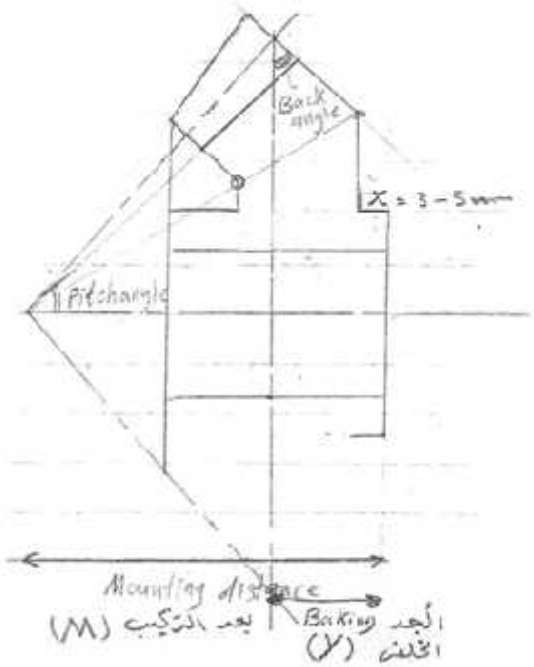
3- نحدد مسافة تسمى Mouting distance تمثل مسافة تثبت لرأس تقاس من رأس المخروط الى انتهاء الترس ويرمز لها M او البعد الخلفي baking وتحدد من دائرة الخطوة الى انتهاء الترس ويرمز لها Y .

4- نرسم قطر الشفت ثم نحدد قطر hap. وهي البصرة الحاملة للسنون ويحسب عادة :

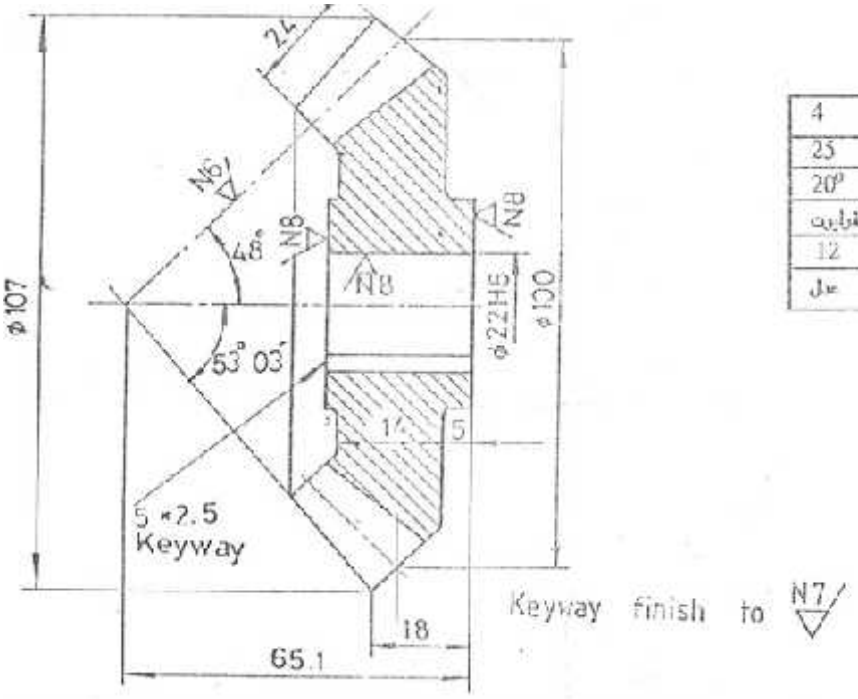
(d)hap = 2 ds

(L)hap = 2.25 ds

وبعد التحديد ندخل بمسافة معلوملتكن X تتراوح من (3-5mm) ومنه نرسم عمود للاعلى يقطع ميلان السن بنقطة (x) . ونوصلها برأس المخروط وبعدها نمد الميلان الاخر الى ان تقطع الخط المائل بنقطة (o) وننزل منها عمود للاسفل كما في الشكل المبين ادناه.



مثال للرسم التنفيذي للترس المخروطي



بيانات نطع السن

المديول	m	4
عدد الاسنان	N	25
زاوية الضغط	α	20°
شكل السن	—	انفولوت
العمق الكلي	h	12
نوع السن	—	عدل

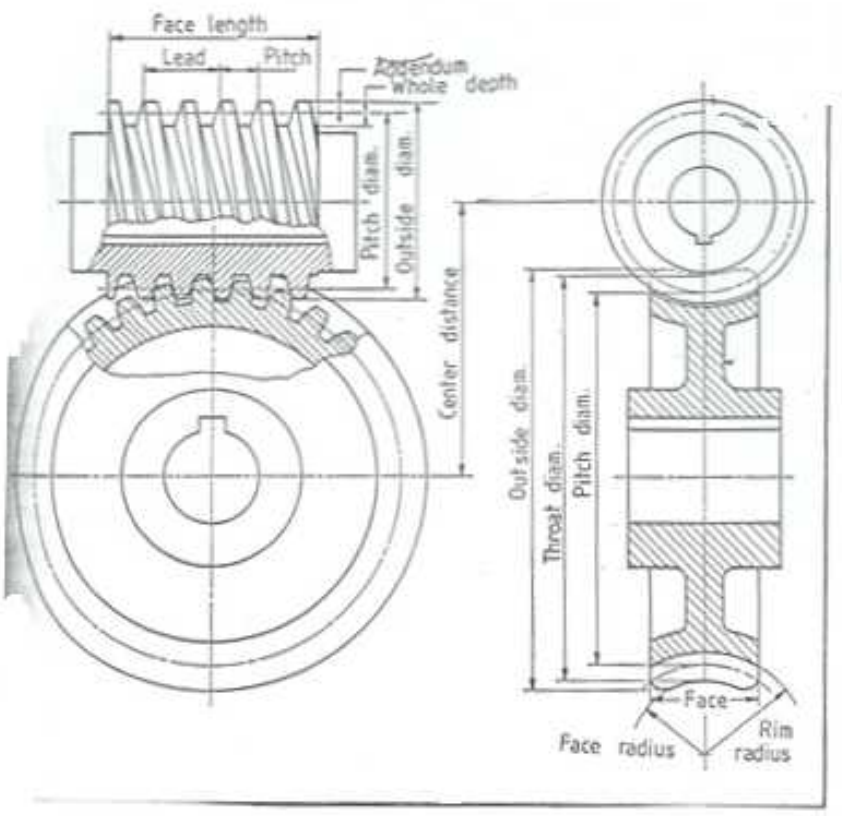
الدودة والدولاب الدودي Worm and worm wheel

الدودة عبارة عن لولب ذو سن مفرد او مزدوج يتعشق مع الدولاب الدودي . ولسن الدودة نفس الشكل المبين كما في سن الجريدة . اما السن في الدولاب الدودي فأنه يشبه السن في الترس الاسطواني العدل عدا انه مقوس نحو الداخل ليأخذ الموجود على الدودة . وبذلك فان شكل سن الدولاب الدودي ،طرف السن ، عمق جذر السن ، .... هي نفسها كما في الترس الاسطواني العدل .

تستعمل الدودة والدولاب الدودي للحصول على خفض كبير في سرعة الدوران بين الاعمدة التي تقع محاورها على زاوية 90 مع بعضها والتي تكون غير متقاطعة . عندما تدور الدودة ذات السن المفرد دورة كاملة يتحرك الدولاب الدودي بمقدار سن وفراغ فقط .

نسبة السرع ليست لها علاقة بمقدار قطر الدودة . وبما ان كفاءة الترس الدودي تزداد كلما قل قطر الدودة يؤخذ قطر الدودة بأقل مقاس ممكن شرط ان يحتفظ مقطع الجذر بمتانة كافية لنقل عزم الدوران المطلوب دون ان ينكسر .

يتم نقل القدرة والحركة في الترس الدودي بأتجاه واحد فقط : من الدودة الى الدولاب الدودي . واصغر مقدار لنسبة السرع الموصى باستعمالها هي نسبة 1 : 50 .


Face length
Lead
Pitch
Addendum
Whole depth
Pitch diam.
Outside diam.
Center distance
Outside diam.
Throat diam.
Pitch diam.
Face
Face radius
Rim radius

المصطلح	الرمز	التعريف	المعادلة
الخطوة في الدولاب الدودي (Worm wheel Pitch dia	Dg	قطر دائرة الخطوة في الدولاب الدودي	Dg = ma . Ng = 2C - Dw
الخطوة في الدودة (Worm pitch dia	Dw	قطر دائرة الخطوة في الدودة .	Dw = ma . q = 2C - Dg
الخطوة المحورية للدودة (Axial pitch of worm	Px	المسافة من نقطة على سن الدودة الى النقطة المناظرة لها في السن المجاور .	$P_x = \frac{L}{Nw} = \frac{Dg}{Ng} = \pi ma$
المعامل المحوري (Axial modul	ma	من المعالم المهمة في الدودة والدولاب الدودي	ma = Dg / Ng
الخطوة الدائرية (Circular pitc	Pc	الخطوة الدائرية للدولاب الدودي مساوية الخطوة المحورية للدودة .	Pc = Px
معامل الدودة النسبي (Relative worm thickness	q	النسبة بين قطر الخطوة للدودة والمعامل المحوري .	q = Dw / ma
اللولب (Lead	L	المسافة التي يتقدم بها السن في دورة واحدة	L = Nw . Pc = π Dw tan λ
عدد اللوالب (Threads	Nw	عدد اللوالب على الدودة .	Nw = q tan λ Nw = 1 to 8

المصطلح	الرمز	التعريف	المعادلة
اسنان الدولاب الدودي (Gear teeth)	Ng	عدد الاسنان الموجودة حول المحيط الكامل للدولاب الدودي .	Ng = Nw / R = Dg / ma
نسبة السرع (Gear ratio)	R	النسبة بين عدد اللوالب في الدودة وعدد الاسنان في الدولاب الدودي .	R = Nw / Ng
البعد المركزي (Center distance)	C	المسافة بين مركز الدودة ومركز الدولاب الدودي .	C = Dw + Dg / 2 = ma / 2 (q+Ng)
زاوية التقدم (Lead angle)		الزاوية المحصورة بين مماس لولب عند دائرة الخطوة ومستوى عمود على محور الدودة .	tan λ = L / π Dw λ = 25° to 45°

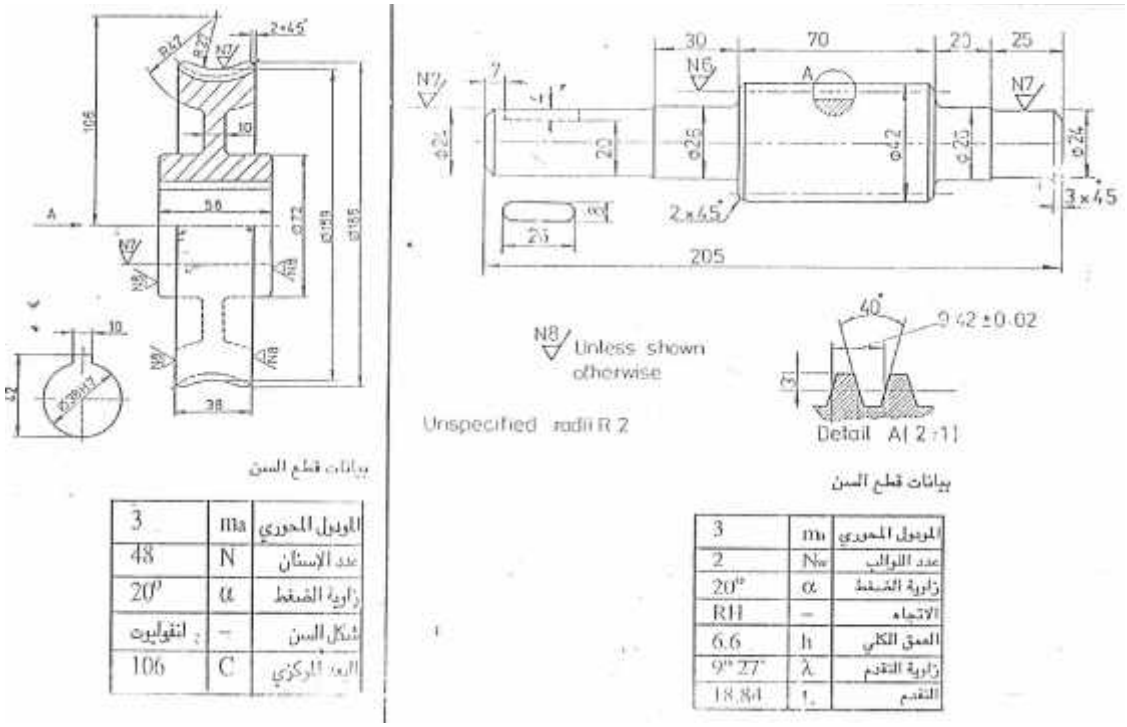
يبين الجدول التالي العلاقة بين المودول المحوري m_a وسمك الدودة النسبي q

الارقام الموضوعة بين قوسين هي غير مفضلة .

m_a mm	2	(2.5)	3	(3.5)	4	(4.5)	5	6	(7)	8
q	13	12	12	12	11	11	10	9	9	8

m_a mm	(9)	10	(12)	12	(14)	16	(18)	20	24	(30)
q	8	8	8	8	9	9	8	8	9	8

مثال للرسم التنفيذي للدودة والدولاب الدودي



بيانات قطع السن

الموديل المحوري	ma	3
عدد الاسنان	N	48
زاوية الضغط	α	20°
شكل السن	–	انفولبوت
البعد المركزي	C	106

بيانات قطع السن

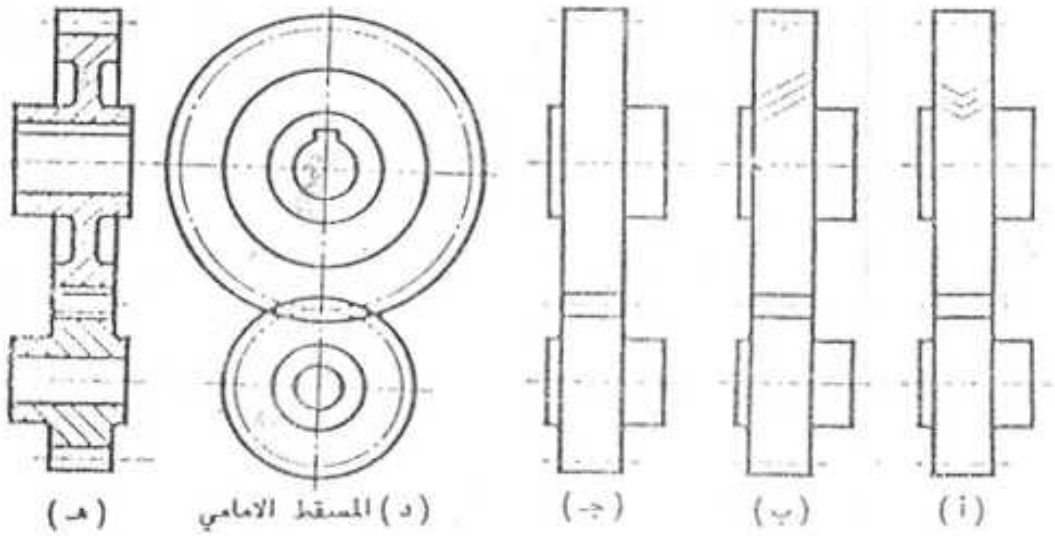
الموديل المحوري	m	3
عدد اللوالب	Nw	2
زاوية الضغط	α	20°
الاتجاه	–	RH
العمق الكلي	h	6.6
زاوية التقدم	λ	9° 27'
التقدم	t	18.84

تعشيق التروس

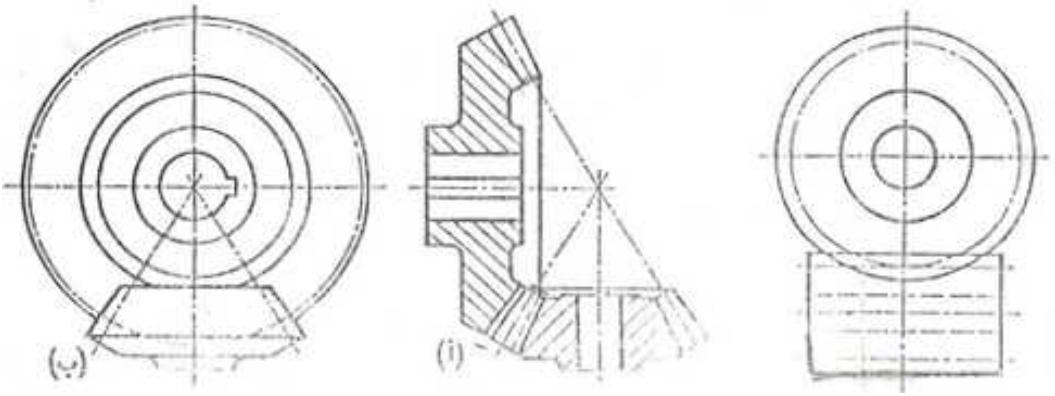
شكل رقم (1) يمثل ترسان اسطوانين متعشقين حيث ان شكل (د) يمثل المسقط الامامي والشكل (ه) يمثل المقطع الجانبي للترسين .

شكل رقم (2) يمثل ترسان مخروطين متعشقين حيث ان شكل (ب) يمثل المسقط الامامي والشكل (ا) يمثل المقطع الجانبي للترسين .

شكل رقم (3) يمثل المسقط الامامي للدودة وادولاب الدودي معشقين معا.



شكل ا ـ ترسان اسطوانيان متعشقان

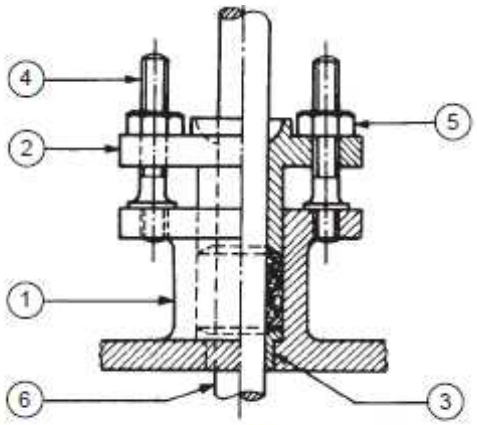


شكل رقم (2) ترسان مخروطيان متعشقان

شكل رقم (3) الدودة والدولاب الدودي متعشقان

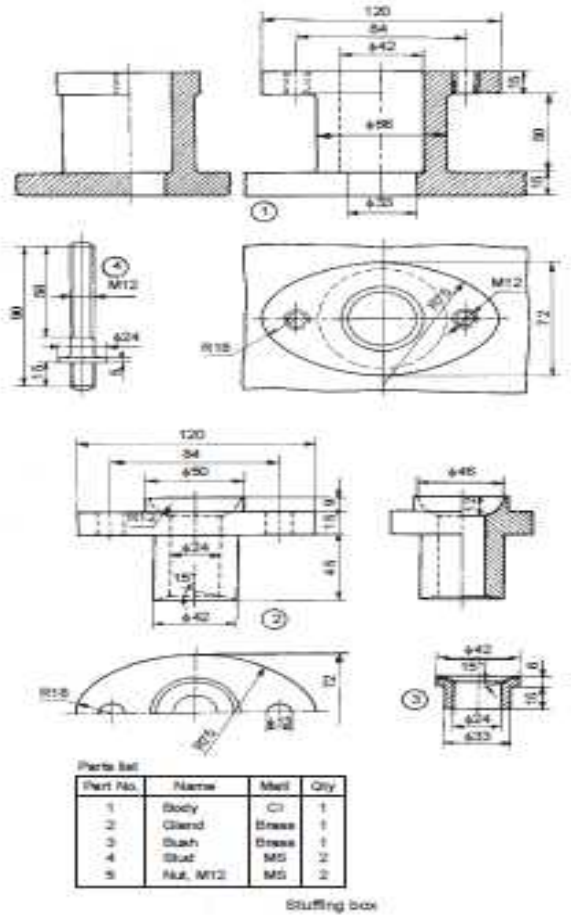
الرسم التفصيلي Detailed Drawing

مثال (1): في الشكل ادناه يمثل الرسم التجميعي لماكنة Stuffing box



Stuffing box

الاجزاء التالية تمثل الرسم التفصيلي للاجزاء التي تتكون منها الماكنة اعلاه



Stuffing box