جامعة الموصل

كلية الهندسة

قسم الهندسة الميكانيكية

محاضرات مادة مبادئ عمليات التصنيع

المرحلة الأولى

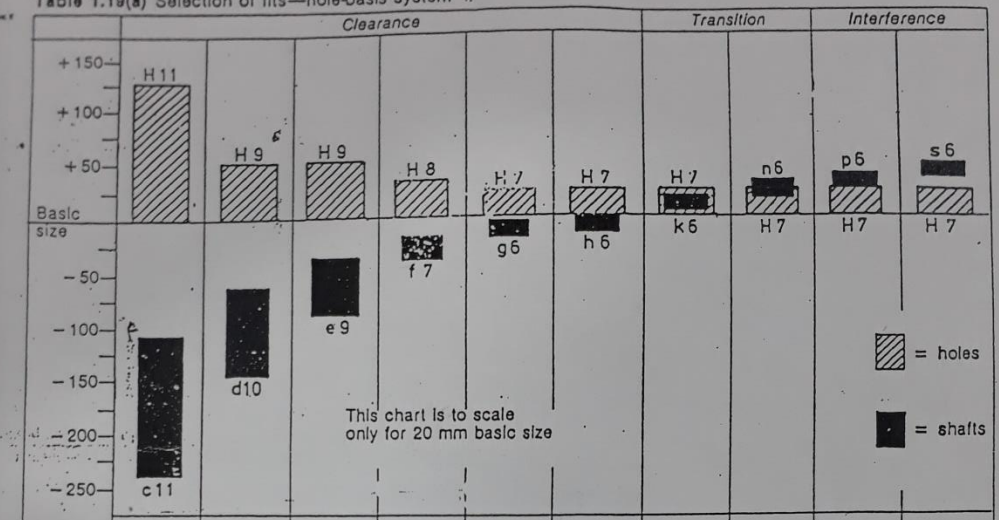
الجزء الاول

اعداد

أ.م.عامر يحيى الجرجيس

م.ماهر هاشم هادي

Table 1.19(a) Selection of fits—hole-basis system

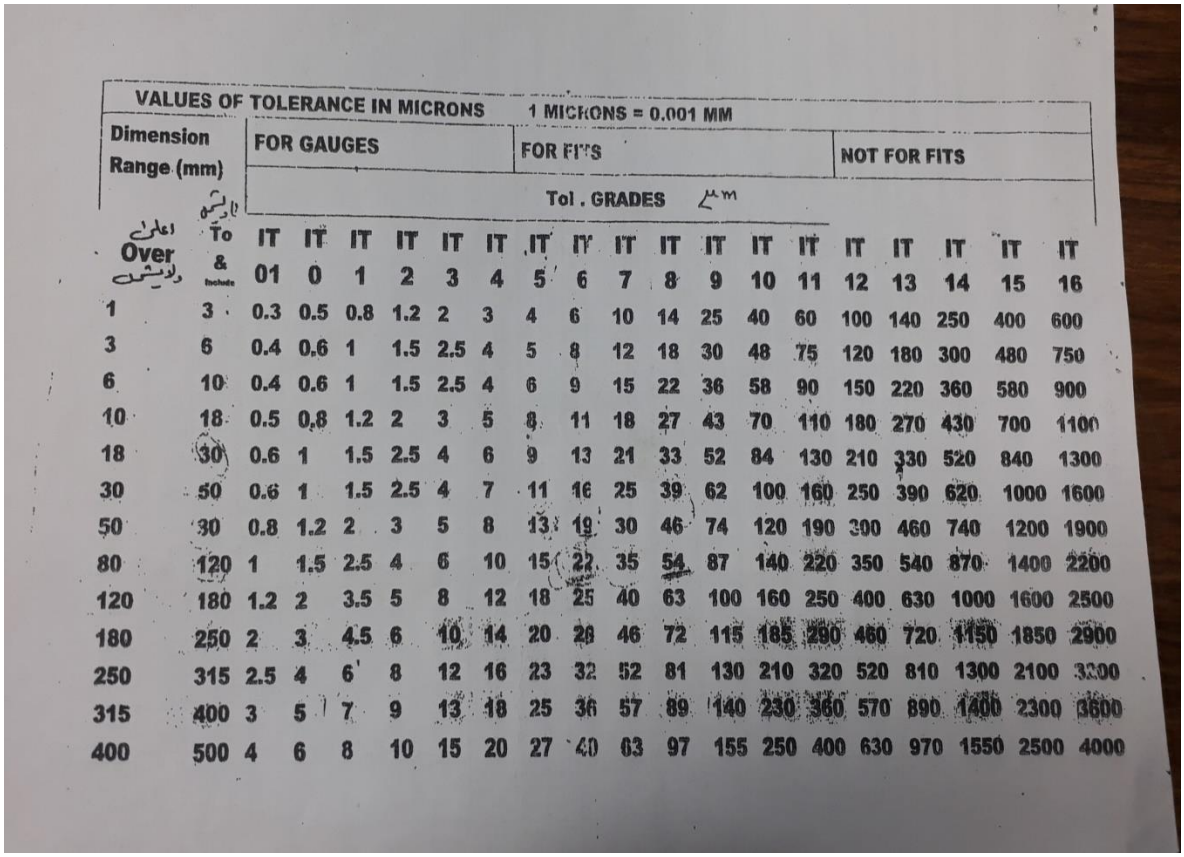


Tolerance unit = 0.001mm		Coarse tolerance		Loose running fit	Easy running fit	Normal running	Precision running, location	Average location	Light push fit	Heavy push fit	Press fit (ferrous)	Heavy press fit (non-ferrous)	
Basic sizes (mm) over	to	H11–c11		H9–d10	H9–e9	H8–f7	H7–g6	H7–h6	H7–k6	H7–n6	H7–p6	H7–s6	
0	3	+60 0	−60 −120	+25 0	−20 −60	+25 0	−14 −39	+14 0	−6 −16	+10 0	−2 −8	+10 0	−6 −8	+10 0	+8 0	+10 0	+10 0	+10 0	+20 +14
3	6	+75 0	−70 −145	+30 0	−30 −78	+30 0	−20 −50	+18 0	−10 −28	+12 0	−4 −12	+12 0	−8 −8	+12 0	+9 +1	+12 0	+16 +8	+12 0	+20 +12	+12 0	+27 +19
6	10	+90 0	−80 −170	+36 0	−40 −98	+36 0	−25 −61	+22 0	−13 −28	+15 0	−5 −14	+15 0	−9 −9	+15 0	+10 +1	+15 0	+19 +10	+15 0	+24 +15	+15 0	+32 +23
10	18	+110 0	−95 −205	+43 0	−50 −120	+43 0	−32 −75	+27 0	−16 −34	+18 0	−6 −17	+18 0	−11 −11	+18 0	+12 +1	+18 0	+23 +12	+18 0	+29 +18	+18 0	+39 +28
18	30	+130 0	−110 −240	+52 0	−65 −149	+52 0	−40 −92	+33 0	−20 −41	+21 0	−7 −20	+21 0	−13 −13	+21 0	+15 +2	+21 0	+28 +15	+21 0	+35 +22	+21 0	+48 +35
30	40	+160	−120 −280	+62	−80	+62	−50	+39	−25	+25	−9	+25	0	+25	+18	+25	+33	+25	+42	+25	+59
40	50	0	−130 −290	0	−180	0	−112	0	−50	0	−25	0	−16	0	+2	0	+17	0	+26	0	+43
50	65	+190	−140 −330	+74	−100	+74	−60	+46	−30	+30	−10	+30	0	+30	+21	+30	+39	+30	+51	+30	+72 +53
65	80	0	−150 −340	0	−220	0	−134	0	−60	0	−29	0	−19	0	+2	0	+20	0	+32	0	+78 +59
80	100	+220	−170 −390	+87	−120	+87	−72	+54	−36	+35	−12	+35	0	+35	+25	+35	+45	+35	+59	+35	+93 +71
100	120	0	−180 −400	0	−260	0	−159	0	−71	0	−34	0	−22	0	+3	0	+23	0	+37	0	+101 +79
120	140	+250	−200 −450	+100	−145	+100	−84	+63	−43	+40	−14	+40	0	+40	+28	+40	+52	+40	+68	+40	+117 +92
140	160	0	−210 −460	0	−305	0	−185	0	−83	0	−39	0	−25	0	+3	0	+27	0	+43	0	+125 +100
160	180		−230 −480																		+133 +108
180	200	+290	−240 −530	+115	−170	+115	−100	+72	−50	+46	−15	+46	0	+46	+33	+46	+60	+46	+79	+46	+151 +122
200	225	0	−260 −550	0	−355	0	−215	0	−96	0	−44	0	−29	0	+4	0	+31	0	+50	0	+159 +130
225	250		−280 −570																		+169 +140
250	280	+320	−300 −620	+130	−190	+130	−110	+81	−56	+52	−17	+52	0	+52	+36	+52	+66	+52	+88	+52	+190 +158
280	315	0	−330 −650	0	−400	0	−240	0	−108	0	−49	0	−32	0	+4	0	+34	0	+56	0	+202 +170
315	355	+360	−360 −720	+140	−210	+140	−125	+89	−62	+57	−18	+57	0	+57	+40	+57	+73	+57	+98	+57	+226 +190
355	400	0	−400 −760	0	−440	0	−265	0	−119	0	−54	0	−36	0	+4	0	+37	0	+62	0	+244 +208
400	450	+400	−440 −840	+155	−230	+155	−135	+97	−68	+63	−20	+63	0	+63	+45	+63	+80	+63	+108	+63	+272 +232
450	500	0	−480 −880	0	−480	0	−290	0	−131	0	−60	0	−40	0	+5	0	+40	0	+68	0	+292 +252

WORKING TOLERANCES ON VARIOUS MANUFACTURING PROCESSES

TOL. CRADE	INTENDED FOR	APPLICABLE TO THESE COMPONENTS OR MACHINES
IT 01	Gauges	Slip blocks reference gauges
IT 0	Gauges	Slip blocks reference gauges
IT 1	Gauges	Slip blocks reference gauges
IT 2	Gauges	High quality gauges blug gauges
IT 3	Gauges	Good quality gauges, gap gauges
IT 4	Gauges	Medium quality gauges fits of extreme precision produced by lapping, fine-lapping.
IT 5	Fits	Ball bearing, machine lapping, diamond or fine turning, fine grinding, fine honing
IT 6	Fits	Grinding, honing
IT 7	Fits	High quality turning, broaching
IT 8	Fits	Center lathe, turning and boring, reaming, capstan or automatic in good condition.
IT 9	Fits	Worn capstan or automatic, horizontal or vertical boring M/C
IT 10	Fits	Milling, slotting, planning, metal rolling or extrusion
IT 11	Fits	Drilling, rough turning and boring, precision tube drawing
IT 12	Not for fits	Light press work, tube drawing
IT 13	Not for fits	Press works and tube rolling
IT 14	Not for fits	Die casting or moulding, rubber moulding
IT 15	Not for fits	Stamping (Approximately)
IT 16	Not for fits	Sand casting (Approximately), flame cutting

IT : International tolerance



VALUES OF TOLERANCE IN MICRONS — 1 MICRONS = 0.001 MM

Dimension Range (mm) Over	To & Include	FOR GAUGES						FOR FITS							NOT FOR FITS				
		Tol. GRADES μm																	
		IT 01	IT 0	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
1	3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
3	6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
6	10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
10	18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
18	30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
30	50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
50	30	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
80	120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
120	180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
180	250	2	3	4.5	6	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
250	315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

المحاضرة الاولى:

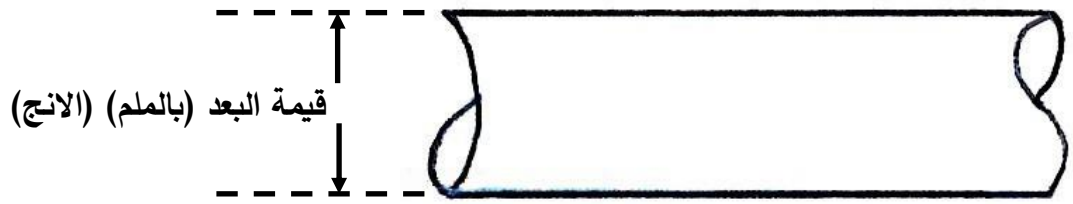
The principles of manufacturing processes
Basic manufacturing process
مبادئ عمليات تصنيع

Processes of precise measurement **عمليات القياس الدقيق**

Dimensions and Tolerance **الأبعاد والتجاوزات (السماحات)**

(1) Nominal Dimension

- **البعد الاسمي**



البعد الاسمي: هو البعد الذي يوضع على المخطط الخاص لتصنيع المادة.

(2) Basic Dimension

- **البعد الأساسي**

البعد الأساسي: هو البعد الذي توضع عليه السماحات.

سؤال: ما هي العوامل التي تؤثر على دقة القياس

أو (لماذا توضع السماحات على البعد)

1. الماكنة: تهتر وتتآكل.
2. الفني: الحالة النفسية.
3. جهاز القياس: جهاز غير دقيق.

وعليه بسبب ما جاء أعلاه يجب وضع السماحات على البعد الأساسي.

(3) Actual Dimension

- **البعد الفعلي**

البعد الفعلي: هو البعد الذي أضيفت أو طرحت منه السماحات.

تقاس السماحات بالمايكرون $\left(\frac{1}{1000}\right)$ من الملم.

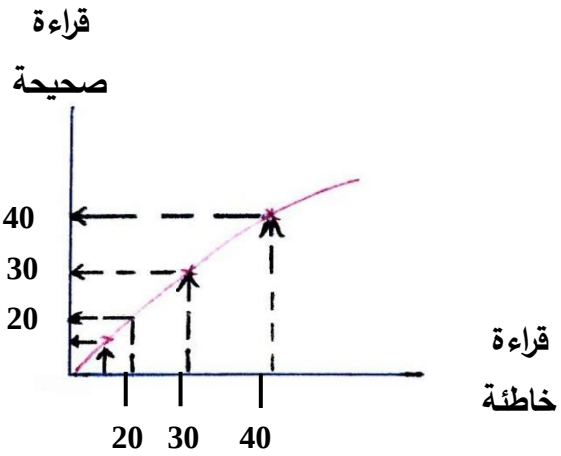
جهاز القياس واستخدامه: A measuring device and its use

- الحساسية: هي أقل قراءة يمكن ان نقرأ بها في الجهاز.
- الدقة: مقدار الخطأ الموجود في الجهاز.
- الضباطة: تكرار القراءة تحت نفس الظروف.

المعايرة: Calibration

لكل جهاز معايرة خاصة به

بواسطة هذا الخط البياني (Curve) نحصل على القراءة الصحيحة والخاطئة.



خاطئة	صحيحة
20.01	20
30.03	30
40.02	40

طرق القياس اما مباشرة أو غير مباشرة:

- يتم القياس المباشر بمقارنة البعد المراد قياسه مباشرة مع جهاز القياس.
- القياس غير مباشر فيتم عن طريق وسائل مساعدة مثل الفرجالات.

للحيلولة دون وقوع أخطاء قياس بنسب كبيرة هناك إجراءات:

1. المحافظة على جهاز القياس في حالة عملية جيدة وعدم تعرضه للأعطال.
2. المحافظة على بيئة عمل خاصة من درجة حرارة ورطوبة ونظافة البيئة.
3. القراءة الصحيحة.
4. استعمال وحدة القياس المناسبة.
5. المعايرة للجهاز.

المحاضرة الثانية:

(("I.T" International Tolerance))

السماحات الدولية (العالمية)

تبدأ من

I. T. 01

⋮

I. T. 16

- **<u>عملية الإنتاج (التصنيع)</u>:** اتفقت هيئة توحيد القياسات في دول العالم على اختيار سماحات خاصة لكل عملية تصنيعية فمثلا في عملية السباكة (Casting) السماح يكون كبير، أما في عمليات التجليخ (Grinding) السماح يكون أقل.
- **<u>قيمة البعد</u>** تؤثر على قيمة السماح ويتناسب طردياً كما في المعادلة:

$$i = 0.45\sqrt[3]{D} + 0.001 * D$$

$i - Tolerances\ in\ \mu m$ تعني السماح بالمايكرون

$$\mu m = 0.001mm$$

$$mm = 1000\mu m$$

$D - Dimension\ in\ mm$ تعني البعد أو القطر بالملم

<u>طريقة العمل بالجداول:</u>

Ex. Dimension 12mm + Fine turning

1. من الجداول (العملية معروفة Fine turning) يقابلها I.T.5
2. من الصفحة الخلفية لدينا البعد 12mm ← نحصل على رقم 8µm

$$8\mu m : 12 + I.T.5 \rightarrow 8\mu m$$

$$11.992 \simeq 12.008$$

مقبول

Ex. Calculate the amount of tolerance for a shaft basic diameter 70 mm if it machined with one of the following operations.

احسب قيم السماحات (Tol) لعمل قضيب قطره 70 ملم لكل من العمليات التالية:

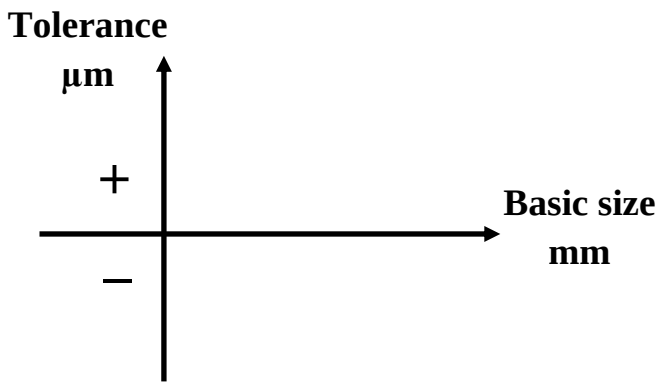
1- Fine turning.
2- Grinding.
3- Fine Grinding.
4- Fine Lapping.
5- Center lathe turning.

Solution:

1. 70 + I.T.5 → 13 µm
2. 70 + I.T.6 → 19 µm
3. 70 + I.T.5 → 13 µm
4. 70 + I.T.4 → 8 µm
5. 70 + I.T.8 → 46 µm

Tolerance Zone Diagram

مخطط السماحات



ملاحظة: وحدة الـ B.S هي mm

وحدة الـ Tol هي µm

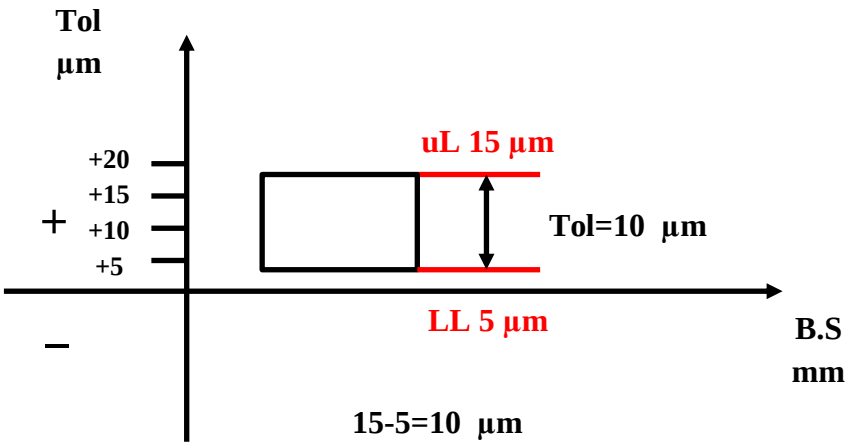
1 mm = 1000 µm

1 µm = 0.001 mm

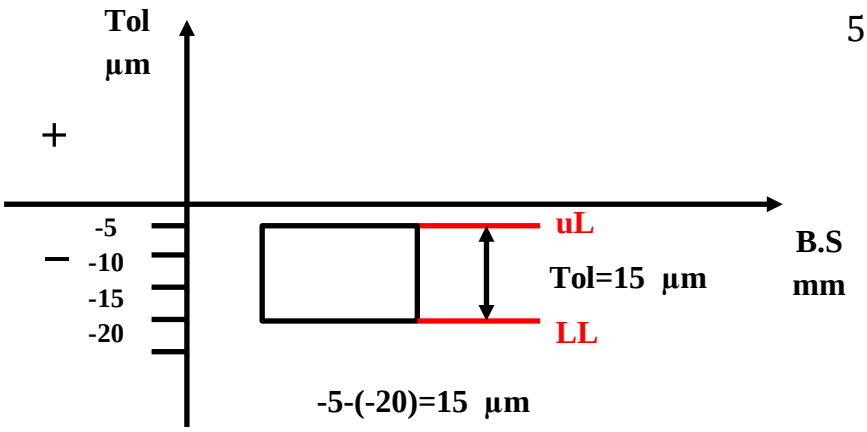
أنواع مخطط السماحات:

1- سماح احادي الاتجاه: Uni-Lateral Tolerance

مثال: $20^{+0.015}_{+0.005}$

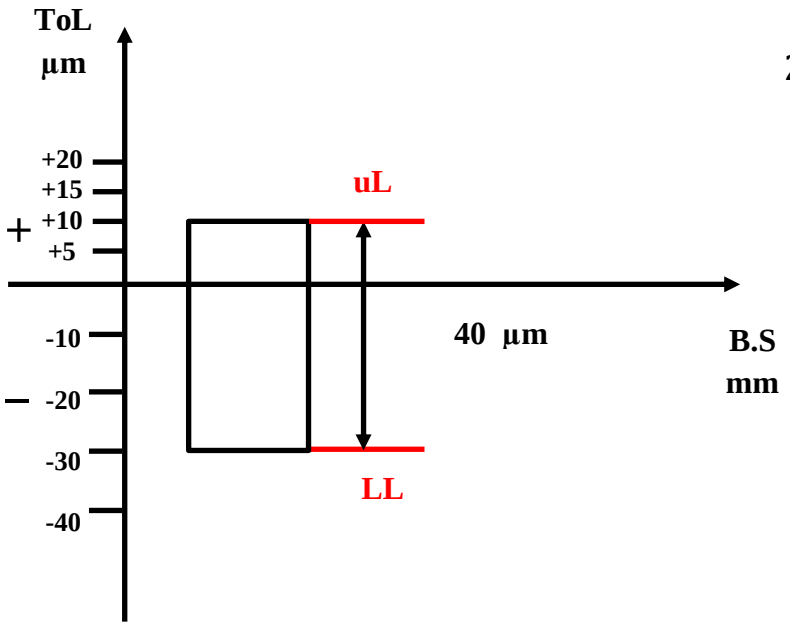


مثال: $50^{-0.005}_{-0.020}$

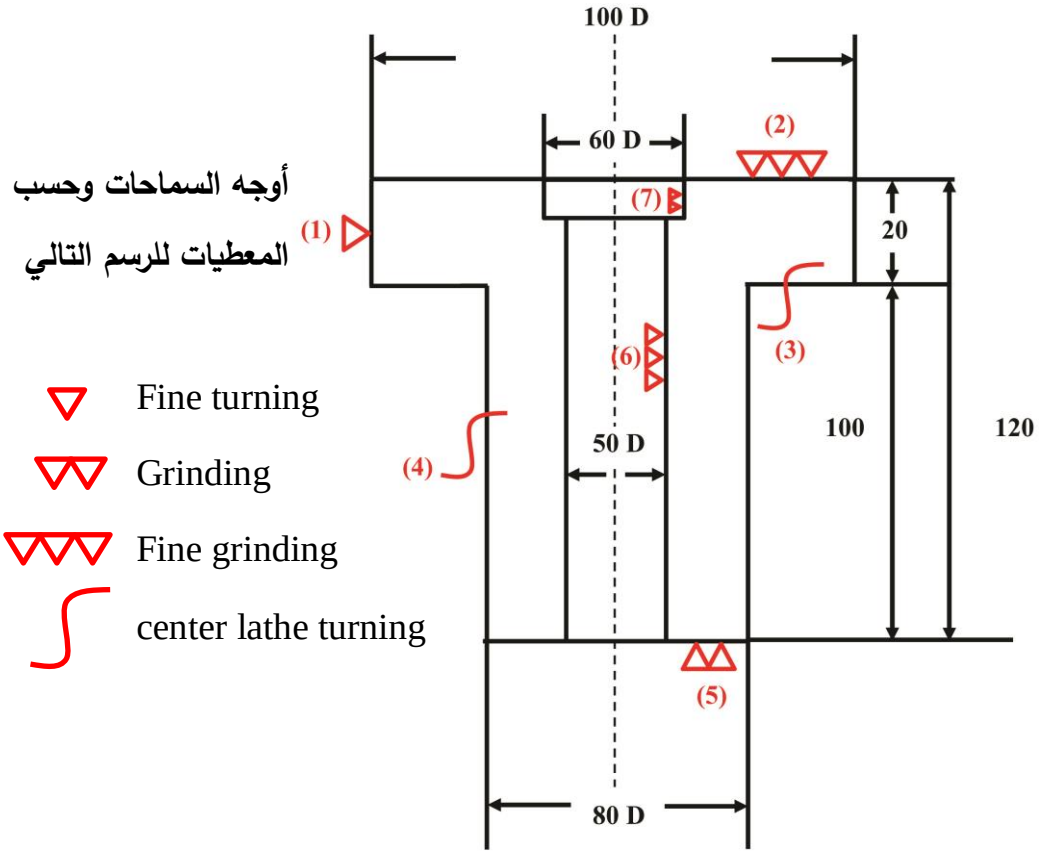


2- سماح ثنائي الاتجاه: Bi-Lateral Tolerance

مثال: $25^{+0.010}_{-0.030}$



Ex.



(1) 120 mm is effected by an operation (2) fine Grinding and operation (5) Grinding.

120 mm + I.T.5 → 15 µm

120 mm + I.T.6 → 22 µm

We take operation (5) because the tolerance will be larger.

(2) 20 mm is effected by an operation (2) fine Grinding and operation (3) center lathe turning.

20 mm + I.T.5 → 9 µm

20 mm + I.T.8 → 33 µm

We take operation (3) because the tolerance will be larger.

(3) 100 mm is effected by an operation (3) center lathe turning and operation (5) Grinding.

100 mm + I.T.8 → 54 μm

100 mm + I.T.6 → 22 μm

We take operation (3) because the tolerance will be larger.

(4) 100 D mm is effected by an operation (1) only fine turning.

100 mm + I.T.5 → 15 μm

(5) 60 D mm is effected by an operation (7) Grinding only.

60 mm + I.T.6 → 19 μm

(6) 50 D mm is effected by an operation (6) fine Grinding only.

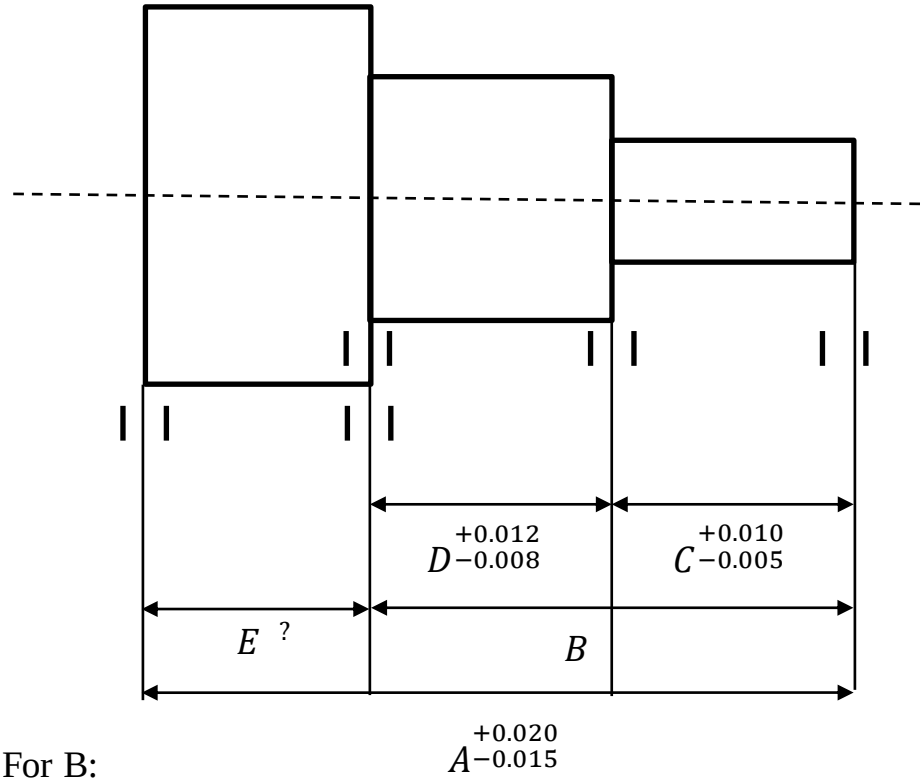
50 mm + I.T.5 → 11 μm

(7) 80 D mm is effected by an operation (4) center lathe turning only.

80 mm + I.T.8 → 46 μm

السماحات التراكمية

Cumulative Tolerance



For B:

uL of B = uL of C + uL of D

=(+10) + (+12)

=(+22) µm

LL of B = LL of C + LL of D

= (–5) + (–8)

= –13 µm

$B^{+0.022}_{-0.013}$

For E:

uL of E = uL of A – LL of B

=(+20) – (–13)

=(+33) µm

LL of E = LL of A - uL of B

= (–15) – (+22)

= –37 µm

$E^{+0.033}_{-0.037}$

المحاضرة الثالثة:

التوافقات والتركيبات Fits

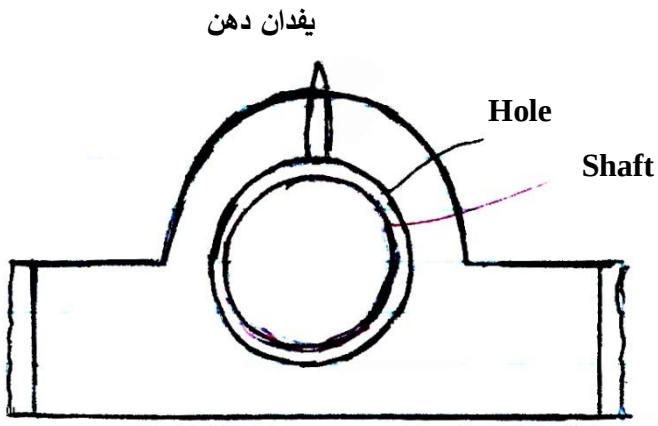
Clearance and interference

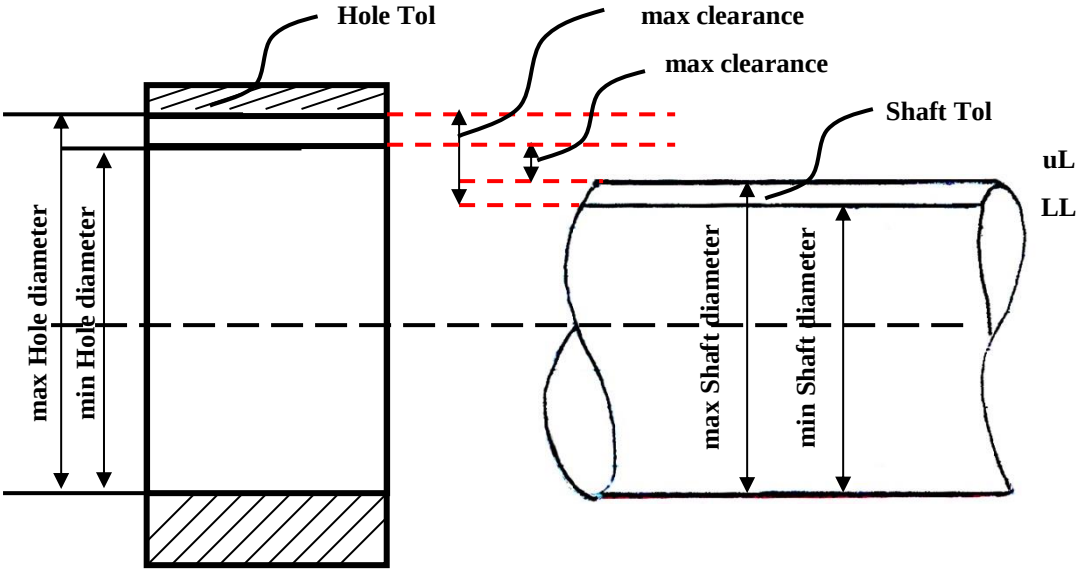
1- التوافقات الخلوص Clearance fits

هو ترك خلوص أو حركة نسبية بين الثقب Hole والعمود Shaft وفيها يكون قطر العمود أقل من قطر الثقب:

الكلام هنا بالمايكرون

1000 µm = 1 mm

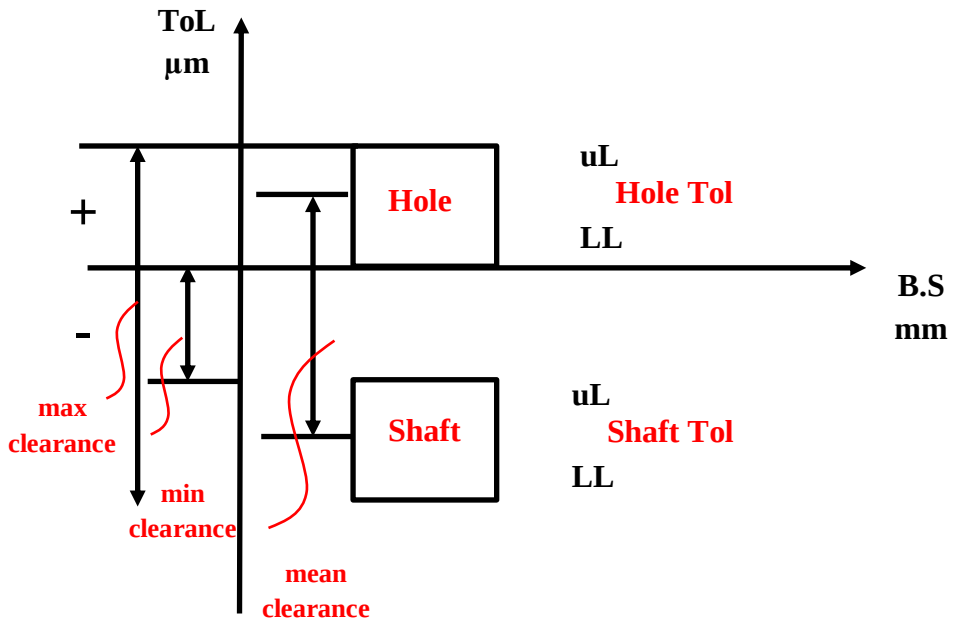




Representation of clearance fits on tolerance zone diagram.

من معرفة الـmax ، min

خير الامور الأوسط (أوسطها) نحصل على mean



$$mean\ clearance = \frac{Hole}{2} + \min clearance + \frac{shaft\ Tol}{2}$$

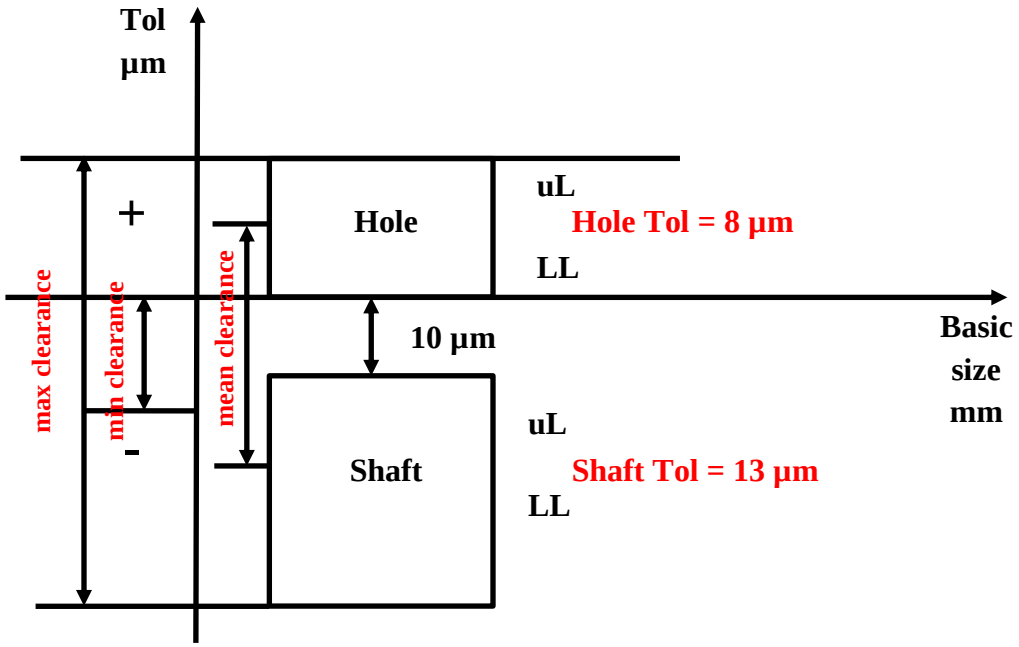
Ex. Design a clearance fitted joined for the following data:

هنا نجد min ، max ، mean clearance

Basic size : 80 mm
Shaft → fine turning
Hole → fine lapping
Min clearance : 10 µm

Solution:

By using Hole basis system
Shaft → fine turning : I.T.5
80 mm + I.T.5 → 13 µm **Shaft Tol**
Hole → fine lapping : I.T.4
80 mm + I.T.4 → 8 µm **Hole Tol**



max clearance = 8 + 10 + 13 = 31 µm

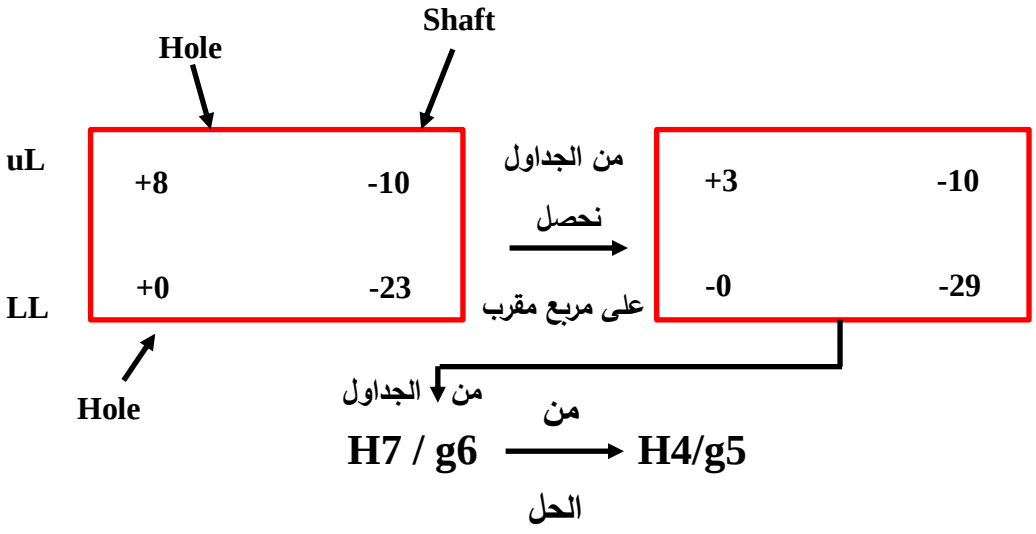
min clearance = 10 µm

mean clearance $= \frac{8}{2} + 10 + \frac{13}{2}$

= 4 + 10 + 6.5 = 20.5 µm

$HOL: 80^{+0.008}_{+0.000}$

$Shaft: 80^{-0.010}_{-0.023}$

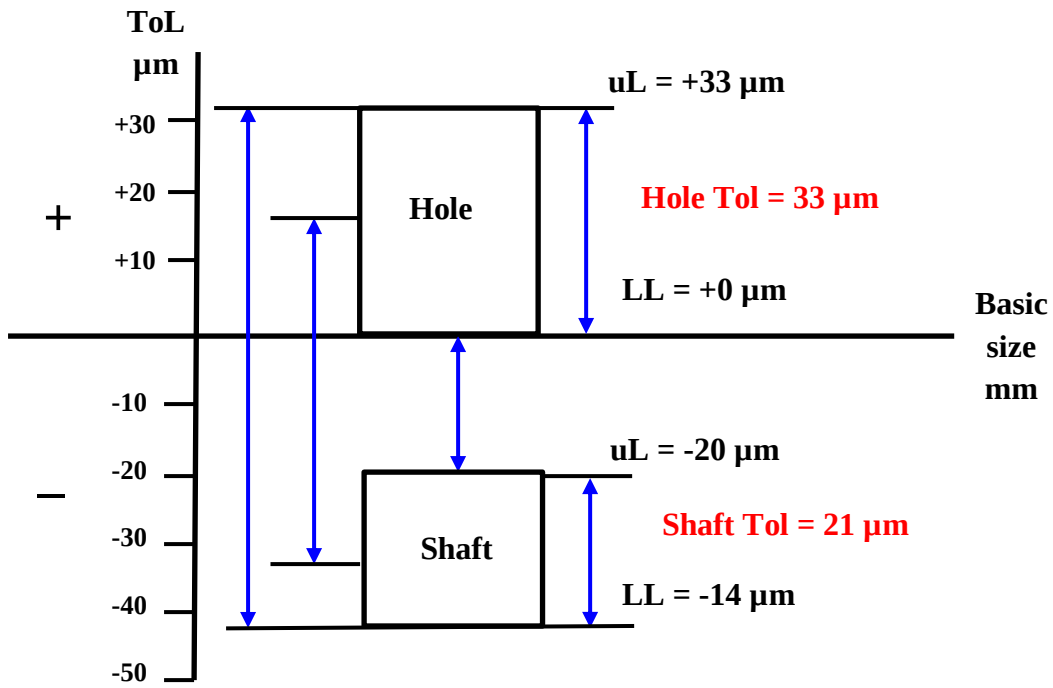


Ex. Data: $Hole:\ 25^{+0.033}_{+0.000}$

$Shaft:\ 25^{-0.020}_{-0.041}$

Solution: By using Hole Basic system

Clearance العملية هي



max clearance = 33 + 20 + 21 = 74 µm

min clearance = 20 µm

mean clearance $= \frac{33}{2} + 20 + \frac{21}{2}$

= 16.5 + 20 + 10.5

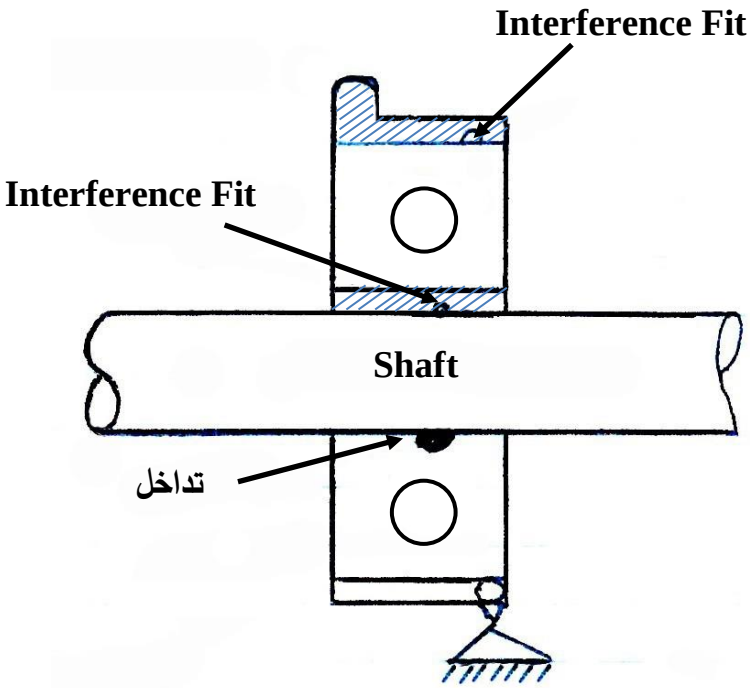
= 47 µm

$\begin{matrix} +33 & -20 \\ 10 & -41 \end{matrix}$ بالتقريب من الجداول $\begin{matrix} +33 & -20 \\ 0 & -41 \end{matrix}$ $\rightarrow H8/f7$

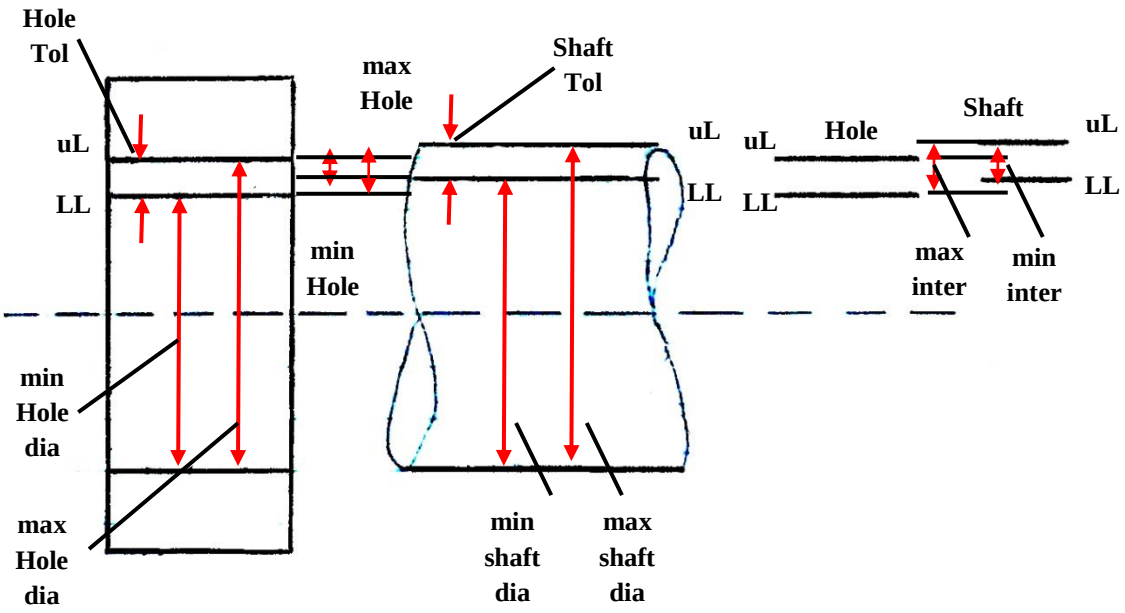
Hole : I.T.8 → turning and boring

Shaft : I.T.7 → High quality turning

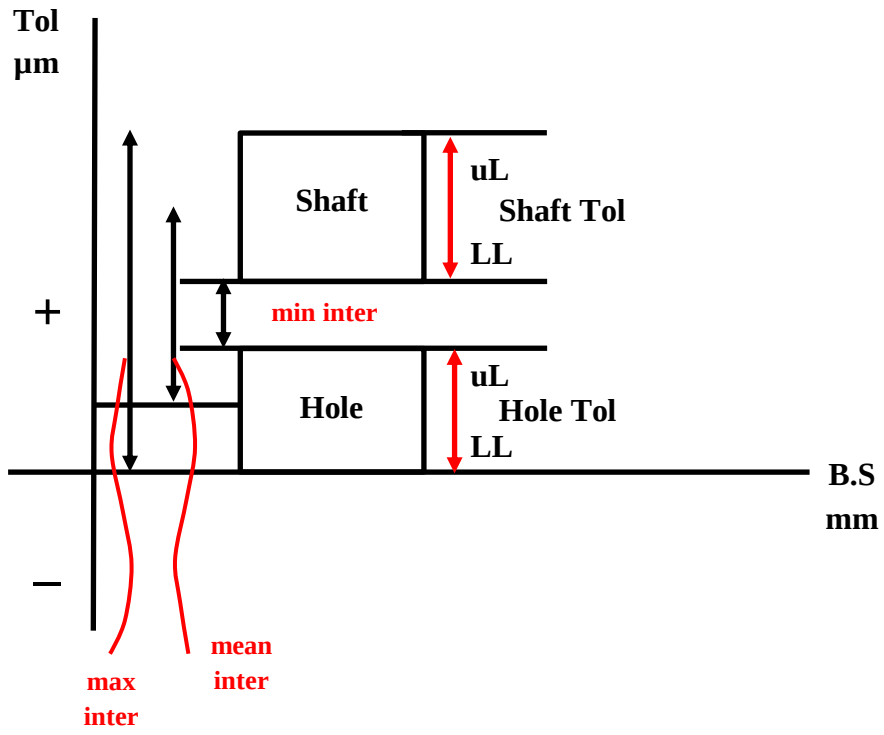
2- توافقات التداخل Interference Fit



في هذه الحال الشافت (Shaft) قطره أكبر من الثقب (Hole) حيث يتم التداخل بينهما بواسطة الاخماد والكبس بالضغط العالي والتبريد المفاجئ فنحصل على قطعة واحدة لا يمكن الفصل بينهما حيث يتم تجميع الأجزاء لتكوين القطعة الواحدة.



Representation of interference Fits on Tol zone diagram.



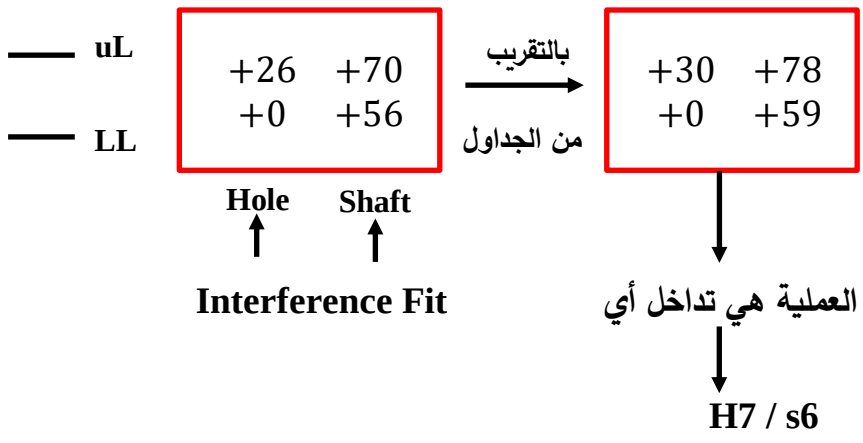
Ex. Design the following data of Basic size 60 mm.

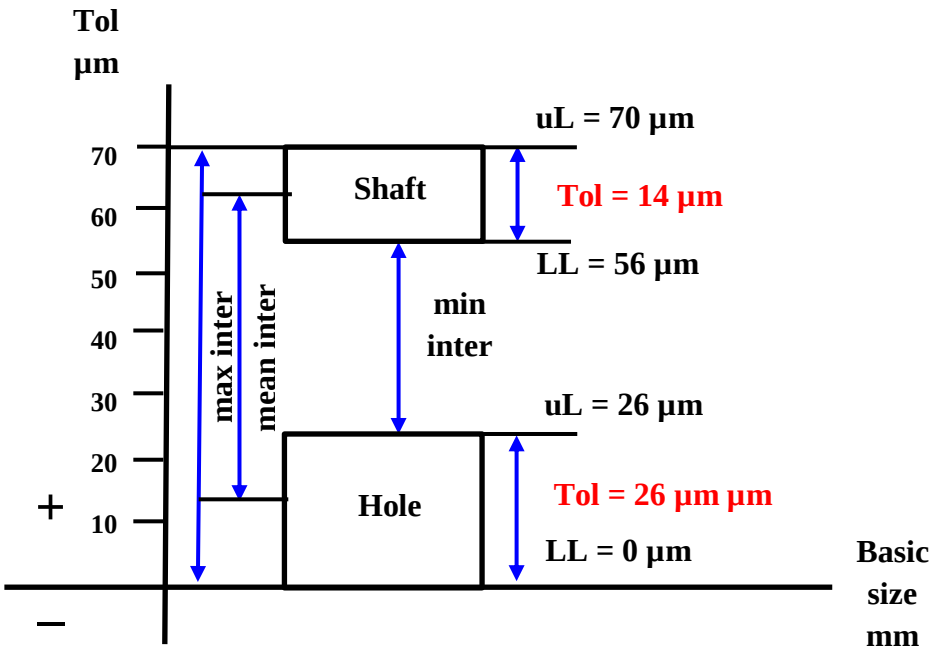
Data : Hol Shaft

uL + 26 uL + 70

LL + 0 LL + 56

Solution: By using Hole Basis system





Shaft Tol = 14 µm
Hole Tol = 26 µm

min interference = 30 µm
max interference = 70 µm
mean interference $= \frac{14}{2} + 30 + \frac{26}{2}$
$= 7 + 30 + 13$
$= 50$ µm

لاختيار العملية لكل من Shaft والـHole نقاطع I.T.7 الخاصة بالـHole مع الـ Basic size

60 mm في الجداول وكذلك العملية تقاطع I.T.6 الخاصة بالـShaft مع 60 mm

$Hole \xrightarrow{IT7} High\ quality\ turning\ or\ broathing$
$Shaft \xrightarrow{IT6} Grinding$

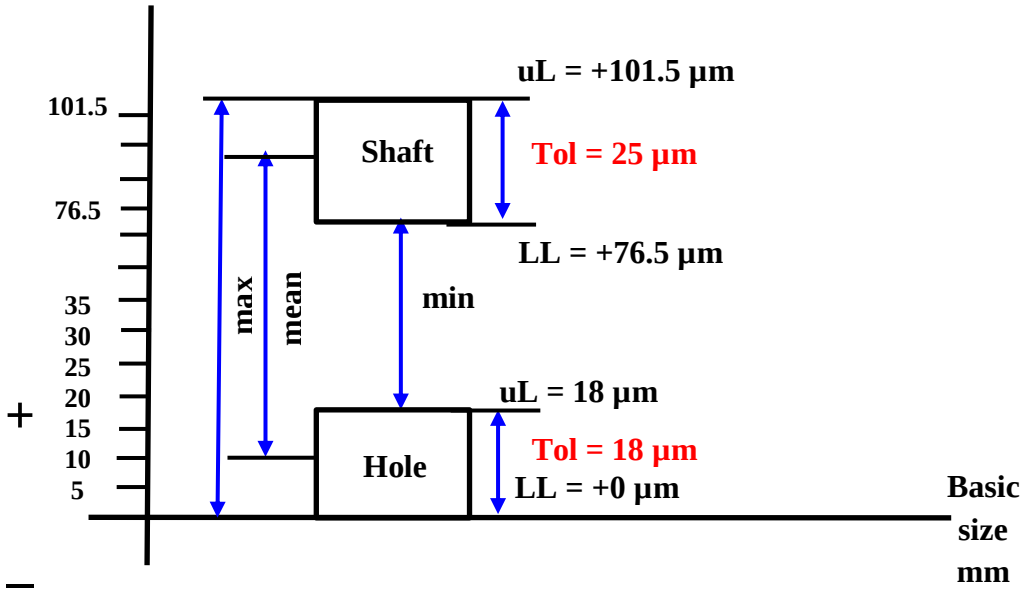
Ex. Design an interference fitted joined of following data.

- Basic size : 150 mm
- Mean interference : 80 µm
- Shaft : Grinding
- Hole : fine turning

Solution:

Using Hole basis system

- Shaft → I.T.6
  150 + I.T.6 → 25 µm ToL
- Hole → I.T.5
  150 + I.T.5 → 18 µm Tol



$$\max = \frac{18}{2} + 80 + \frac{25}{2} = 101.5\ \mu m$$

$$\min = 20 - \frac{1}{2}(18 + 25) = 58.5\ \mu m$$

mean = 80 µm

+18	+101.5	بالتقريب	+40	+117	نوع	$H7/s6$
+0	+76.5	من الجداول	+0	+92	العملية	

ولكن من السؤال H5/s6 نعتمدها