

سورة الفاتحة

Geometric Dimensioning and Tolerancing (GD&T)

(مهندسی همزمان)

سید حسین استقامت
خرداد ماه 1395

Esteghamat100@gmail.com
09102008828

ایمیل

موبایل

❖ مقدمه

❖ تکرانس ابعادی

اندازه اسمی

خط صفر

انحراف فوقانی و انحراف تحتانی

بزرگترین و کوچکترین اندازه

تکرانس

اندازه فعلی

❖ لقی، بزرگترین و کوچکترین اندازه و سفتی

❖ مفهوم حروف و اعداد در تکرانس های ابعادی

❖ سیستم انطباق: ثبوت سوراخ و ثبوت میله

❖ انطباق - انواع انطباق: بازی دار، عبوری و پرسی

❖ تفرانس های عمومی

❖ تفرانس ها

حدی

مثبت و منفی

یک طرفه

دو طرف

❖ لقی

❖ اصول اندازه گیری

❖ انباشتگی تفرانس

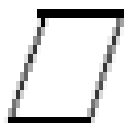
- ❖ کیفیت سطوح (زبری سطح)
- میانگین زبری سطح (سطح)
- میانگین ارتفاع زبری سطح
- ❖ مفهوم نقطه مبنا در دستگاه (سیستم)
- ❖ تلرانس هندسی (مهندسی همزمان)
- ❖ ضعف های تلرانس گذاری مختصاتی
- ❖ روش اندازه گیری شیب قطعات
- ❖ روش اندازه گیری منحنی

- ❖ رویای بزرگ GD&T
- ❖ فواید GD&T
- ❖ نواحی تolerانس گذاری در GD&T
- ❖ شرط ماده
- ❖ اصلاح کننده ها
- ❖ جدول نماد تolerانسی
- ❖ قوانین GD&T: قانون 1 و 2 تolerانس هندسی
- ❖ سطوح مبنا
- ❖ کلیات تolerانس هندسی



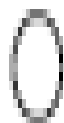
Straitness

مستقیم بودن (راستی)

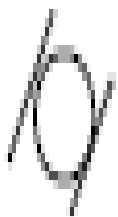


Flat ness

تختی



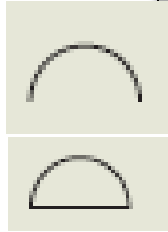
Roundness(Circularity) (گردی) دایره ای بودن



Cylindricity

استوانه ای بودن

❖ تکرانس های پروفیل Profile



- پروفیل خط Profile of line
- پروفیل سطح Profile of surface

❖ تکرانس های وضعیت (راستا) Orientation



- زاویه ای بودن Angularity
- موازی بودن Parallelism
- متعامد بودن Perpendicularity (Squareness)

حالات مختلف تعریف تکرانس هندسی

فهرست مطالب

❖ تلرانس های لنگی Run out

- لنگی دایره ای (ساده)
 - لنگی کلی
- Circular Run out
Total Run out



❖ تلرانس های مکان Location

- موقعیت
 - هم محوری یا هم مرکزی
 - تقارن
- Position
Concentricity or coaxiality
Symmetry



استاندارد Standard

❖ مراجع

■ نقشه مهندسي چیست ؟

- يك نقشه مهندسي عبارتست از مدركي كه تعريف دقيق از قطعه‌اي را انتقال مي‌دهد

- نقشه هاي مهندسي مدارك قانوني هستند بنابر اين بايد دقيق و رسمي باشند

- نقشه هاي ضعيف باعث اشتباه در توليد و مضاعف شدن هزينه هاي توليد و زمان تحويل قطعه ميشود

■ محتويات نقشه مهندسي:

- هندسه قطعه (شكل ، اندازه و فرم قطعه)

- اندازه‌هاي عملکردي

- تolerانسهاي مجاز براي هر عملکرد خاص

- ماده ، عمليات حرارتي ، پوششها و ...

- اطلاعات اسنادي قطعه (شماره فني ، بازنگري و ...)

■ پروسه تولید نقشه:

- نقشه تحقیقاتی
- نقشه پروتوتایپ
- نقشه طراحی (طرح با ابعاد)
- نقشه متد (تصمیم گیری برای نوع ماشینکاری)
- نقشه خام قطعه
- نقشه ماشینکاری قطعه

اندازه اسمی : اندازه نوشته شده بر روی نقشه را اندازه اسمی گویند.

خط صفر : خطی منطبق بر اندازه اسمی بوده و مرزی است که در آن انحراف اندازه برابر صفر می باشد.

انحراف فوقانی (A0) : فاصله بین خط صفر و بزرگترین اندازه مجاز می باشد.

انحراف تحتانی (AII) : فاصله بین خط صفر و کوچکترین اندازه مجاز می باشد.

تفرانس ابعادی

بزرگترین اندازه (G): بزرگترین حد مجاز می باشد و از جمع جبری اندازه اسمی و انحراف فوقانی حاصل می شود.

$$G = N + A_0$$

کوچکترین اندازه (K): کوچکترین حد مجاز می باشد و از جمع جبری اندازه اسمی و انحراف تحتانی حاصل می شود.

$$K = N + A_u$$

تفرانس (T): حد تغییرات مجاز در اندازه را تفرانس می گویند و مقدار آن از تفاضل بزرگترین و کوچکترین اندازه قطعه حاصل می شود و یا از تفاضل حد فوقانی و تحتانی حاصل می شود.

$$T = G - K = A_0 - A_u$$

تلرانس ابعادی

اندازه فعلی : اندازه تمام شده ای که ابزار اندازه گیری نشان می دهد و بدیهی است که این اندازه بین بزرگترین و کوچکترین اندازه می باشد.

لقی (S): تفاضل اندازه قطر سوراخ از قطر میله را لقی می گویند. (در صورتیکه قطر سوراخ از میله بزرگتر باشد) بزرگترین لقی (Sg): وقتی پیش می آید که سوراخ، بزرگترین اندازه و میله کوچکترین اندازه را دارا باشد.

$$Sg = GB - KW$$

کوچکترین لقی (Sk): وقتی حاصل می شود که سوراخ، کوچکترین و میله، بزرگترین اندازه ممکنه را دارا باشند.

$$Sk = KB - GW$$

سفتی (U): تفاضل قطر میله از قطر سوراخ را سفتی می گویند. (در صورتیکه قطر میله از اندازه قطر سوراخ بزرگتر باشد)

مفهوم حروف و اعداد در تترانس های ابعادی

برای جلوگیری از اشتباه حروف I، L، O، Q و W و حروف کوچک آن حذف و بجای آنها از حروف ZA، ZB، ZC

و حروف کوچک آن و همچنین CD، EF، FG و JS و حروف کوچک آن استفاده می گردد.

بنابراین ۲۸ موقعیت نسبت به خط صفر وجود خواهد داشت.

حروف: موقعیت یا میدان درخوری

اعداد: کیفیت یا جنسیت درخوری را نشان می دهد.

تلرانس ابعادی

فرمانها

تلرانسهای خوشن

01 - 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 17 - 18

انطباقات

۰۱ تا ۷ - برای تلرانس فرمانهای اندازه گیری و کنترل

۵ تا ۱۳ - برای انطباقات در ماشین سازی

۱۲ تا ۱۸ - برای کارهای دقیق مانند قطعات نورد کاری - ریخته گری - آهنگری و ...

هر چه از ۰۱ بطرف کیفیت ۱۸ حرکت کنیم مقدار تلرانس بیشتر می شود.

حروف، موقعیت میدان تلرانس نسبت به خط صفر را نشان می دهند.

اعداد، کیفیت آنرا نشان می دهند.

تفرانس ابعادی

۱- سیستم ثبوت سوراخ

۲- سیستم ثبوت میله

سیستم انطباق:

سیستم ثبوت سوراخ: در این سیستم اندازه قطر سوراخ را ثابت نگهداشته و با انتخاب انحرافهای لازم اندازه

قطر میله را بر حسب نیاز بنحوی تغییر می دهند که نوع انطباقی لازم حاصل شود.

در این سیستم حرف H مشخص کننده موقعیت میدان تفرانسی سوراخ بوده و همواره سیستم ثبوت سوراخ را تداعی

می کند و میله ها با توجه به موقعیت میدانهای تفرانسی مربوطه از a تا z می توانند انطباقهای متفاوتی را با سوراخ

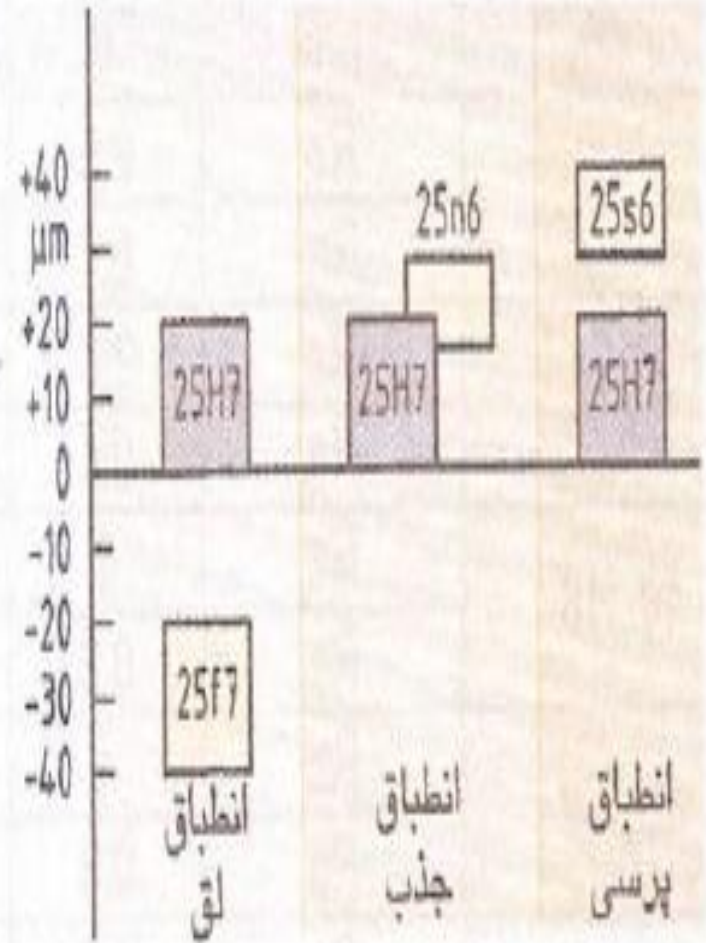
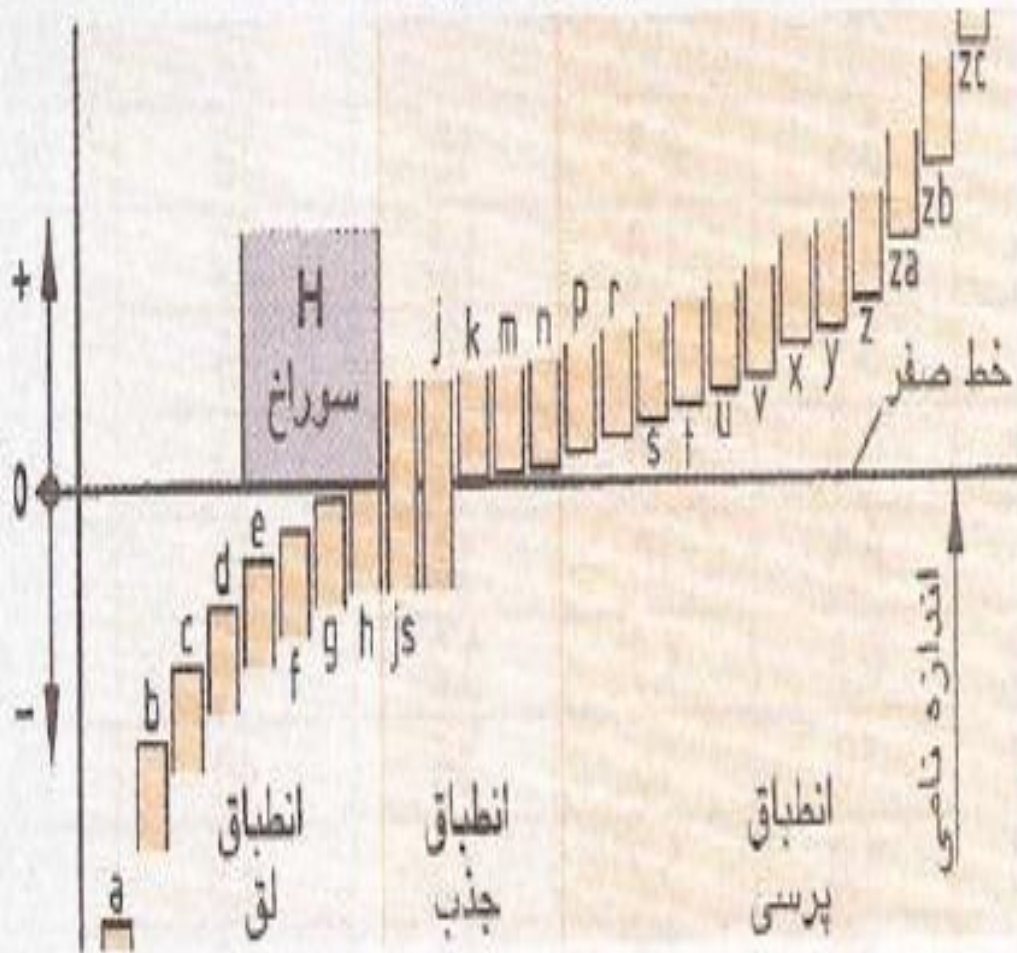
بوجود آورند. بدیهی است هر چه از حرف a به طرف z دورتر شویم نوع انطباق محکم تر می شود.

تیرانس ابعادی

سیستم انطباق ثبوت سوارخ (همه سوراخها دارای انحراف پایه H هستند)

مثلا برای اندازه نامی 25، درجه تیرانس 7

انحراف پایه محورها



تولرانس ابعادی

انطباقات - سیستم ثبوت میله

ISO انطباقات															
سیستم ثبوت سوراخ															
طبق DIN ISO 286-2 (1990-11)															
محدوده اندازه نامی تا ... بیش از mm	برای سوراخ	برای محور						برای سوراخ							
		وضعیت انطباق هنگام مونتاژ با سوراخ H8						وضعیت انطباق هنگام مونتاژ با سوراخ H11							
		لق						لق							
	H8	d9	e8	f7	h9	⁺ u8	⁺ x8	H11	a11	c11	d9	f11	h9	h11	
3 u		-20	-14	-6	0	+32	+34		-270	-60	-20	-20	0	0	
		-45	-28	-16	-25	+18	+20		-330	-120	-45	-80	-25	-60	
3...8		-30	-20	-10	0	+41	+46		-270	-70	-30	-30	0	0	
		-60	-38	-22	-30	+23	+28		-345	-145	-60	-105	-30	-75	
8...10		-40	-25	-13	0	+50	+56		-280	-80	-40	-40	0	0	
		-76	-47	-28	-36	+28	+34		-370	-170	-76	-130	-36	-90	
10...14		-	-32	-16	0	+80	+40		-290	-95	-50	-50	0	0	
		-83	-56	-34	-43	+33	+72		-400	-205	-93	-160	-43	-110	
14...18		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
18...24		-65	-40	-20	0	+74	+87		-300	-110	-65	-65	0	0	
		-117	-73	-41	-52	+81	+97		-430	-240	-117	-195	-62	-130	
24...30		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
30...40		-80	-50	-25	0	+89	+119		-310	-120	-80	-80	0	0	
		-142	-89	-50	-52	+108	+136		-470	-290	-142	-240	-82	-160	
40...50		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
50...65		-100	-80	-30	0	+87	+122		-340	-140	-100	-100	0	0	
		-174	-106	-80	-74	+148	+192		-530	-330	-174	-290	-74	-190	
65...80		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
80...100		-120	-72	-36	0	+124	+178		-360	-170	-120	-120	0	0	
		-207	-126	-71	-87	+198	+264		-600	-390	-207	-340	-87	-220	
100...120		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
120...140		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
140...160		-145	-85	-43	0	+253	+343		-520	-210	-145	-145	0	0	
		-245	-148	-83	-100	+190	+280		-770	-460	-245	-395	-100	-250	
160...180		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
180...200		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
200...225		-170	-100	-50	0	+306	+422		-560	-240	-170	-170	0	0	
		-285	-172	-96	-115	+330	+457		-740	-260	-285	-460	-115	-290	
225...250		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
250...280		-180	-110	-56	0	+396	+556		-620	-280	-180	-180	0	0	
		-320	-191	-108	-130	+315	+475		-1110	-670	-320	-510	-130	-320	
280...315		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
315...355		-210	-125	-62	0	+479	+679		-920	-300	-210	-210	0	0	
		-350	-214	-119	-140	+390	+590		-1240	-820	-350	-570	-140	-360	
355...400		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
400...450		-230	-135	-68	0	+587	+837		-1200	-360	-230	-230	0	0	
		-385	-232	-131	-155	+480	+740		-1560	-720	-385	-630	-155	-400	
450...500		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	

1) کلاس تولرانس نشان داده شده با حروف بزرگ با سری 1 از DIN 7167 مطابقت دارد. ترجیحاً از این کلاس استفاده شود.
 2) DIN 7157 توصیه می کند: اندازه نامی با H8k6/8 : 24 mm اندازه نامی بالای H5/u8 : 24 mm

تِلرانس ابعادی

سیستم ثبوت میله : در این سیستم اندازه قطر میله را ثابت نگهداشته و با انتخاب انحرافهای لازم، اندازه قطر

سوراخ را بنحوی تغییر می دهند تا انطباق مورد لزوم حاصل شود. در سیستم ثبوت میله حرف Δ مشخص کننده

میدان تِلرانس میله بوده و همواره سیستم ثبوت میله را تداعی می کند و سوراخ با توجه به موقعیت میدان تِلرانس

مربوطه از A تا Z می تواند انطباقهای متفاوتی را با میله بوجود آورد، بدیهی است در اینجا نیز هر چه از A به طرف

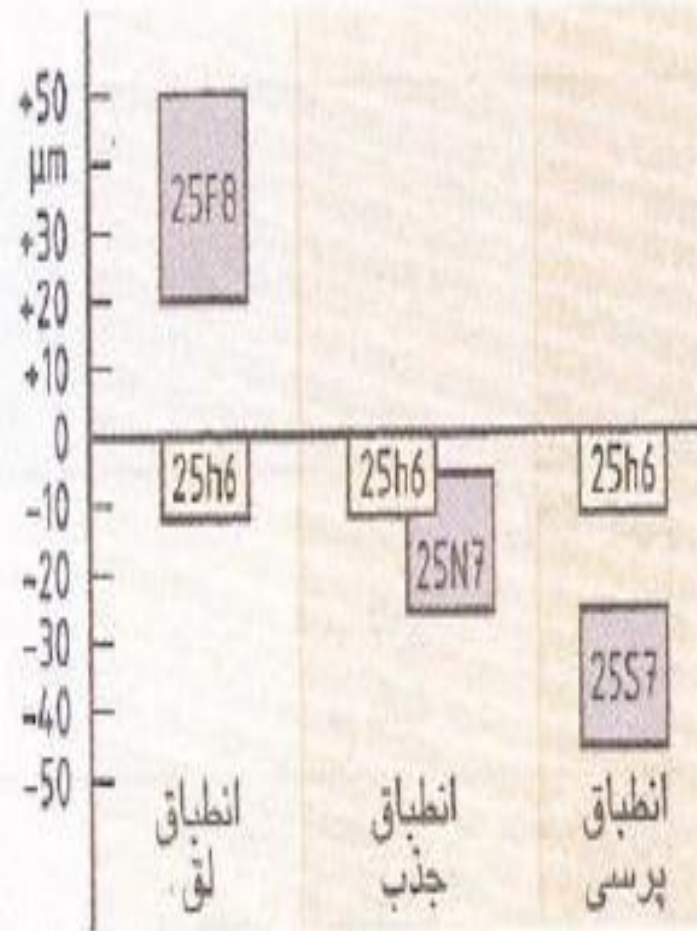
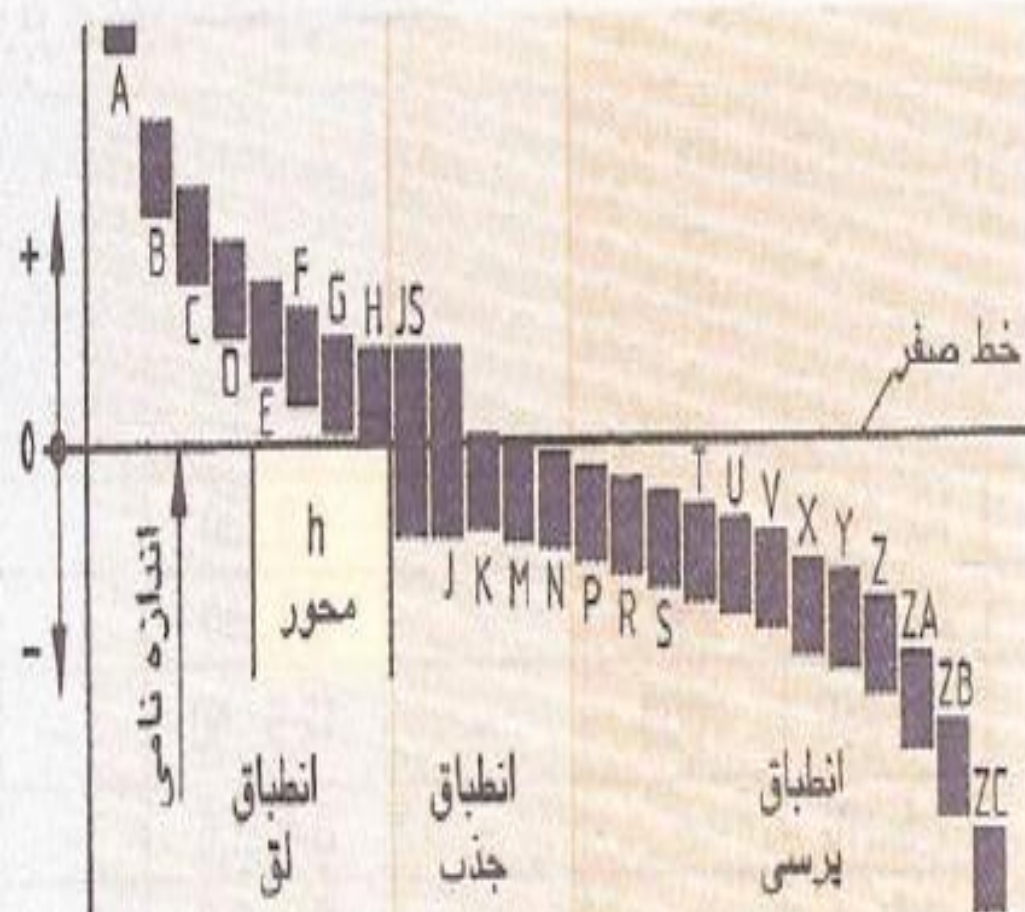
Z دورتر شویم نوع انطباق محکم تر می شود.

تفرانس ابعادی

سیستم انطباق ثبوت میله (همه سوراخها دارای انحراف پایه H هستند)

مثلا برای اندازه نامی 25، درجه تفرانس 6

انحراف پایه سوراخها



تلرانس ابعادی

انطباقات - سیستم ثبوت سوراخ

انطباقات ISO

مطلق (11-1990) DIN ISO 286-2

سیستم ثبوت سوراخ

انحرافات پایه به μm برای درجه تلرانس σ

محدوده اندازه نامی 3 تا ... mm	برای محور						برای سوراخ						برای محور					
	H6	وضعیت انطباق هنگام مونتاژ یا سوراخ H6					H7	وضعیت انطباق هنگام مونتاژ یا سوراخ H7					f7	برای محور				
		تق	جذب			پریمی		تق	جذب			پریمی		تق	جذب			پریمی
	h5	j5	k5	n5	r5		f7	g6	h6	j6	k5	m5	n6	r6	s6			
3 تا 3	0	+2	+6	+8	+14	+10	-6	-2	0	+4	+6	+8	+10	+16	+20			
3...8	-4	+3	+9	+13	+20	0	-16	-8	-6	-2	0	+2	+4	+10	+14			
6...10	0	+4	+10	+16	+25	0	-10	-4	0	+6	+9	+12	+16	+23	+27			
10...14	-5	+2	+1	+8	+15	0	-22	-12	-8	-2	+1	+4	+8	+15	+19			
14...18	0	+4	+10	+16	+25	0	-13	-6	0	+7	+10	+15	+19	+28	+32			
18...24	-6	+2	+1	+10	+19	0	-28	-14	-9	-2	+1	+6	+10	+19	+23			
24...30	0	+5	+12	+20	+31	0	-16	-6	0	+8	+12	+18	+23	+34	+39			
30...40	-8	+3	+1	+12	+23	0	-34	-17	-11	-3	+1	+7	+12	+23	+28			
40...50	0	+5	+15	+24	+37	0	-20	-7	0	+9	+15	+21	+28	+41	+48			
50...65	-9	+4	+2	+15	+28	0	-41	-20	-13	-4	+2	+8	+15	+28	+35			
65...80	0	+6	+18	+28	+45	0	-25	-8	0	+11	+18	+25	+33	+50	+59			
80...100	-11	+5	+2	+17	+34	0	-50	-25	-16	-5	+2	+9	+17	+34	+43			
100...120	0	+6	+21	+33	+54	0	-30	-10	0	+12	+21	+30	+39	+60	+72			
120...140	-13	+7	+2	+20	+41	0	-60	-28	-19	-7	+2	+11	+20	+41	+53			
140...160	0	+6	+25	+38	+56	0	-36	-12	0	+13	+25	+35	+45	+62	+78			
160...180	-15	+9	+3	+23	+43	0	-71	-34	-22	-9	+3	+13	+23	+43	+59			
180...200	0	+6	+25	+38	+54	0	-36	-12	0	+13	+25	+35	+45	+62	+78			
200...225	-15	+9	+3	+23	+51	0	-71	-34	-22	-9	+3	+13	+23	+54	+79			
225...250	0	+7	+28	+45	+63	0	-43	-14	0	+14	+28	+40	+52	+88	+117			
250...280	-16	+11	+3	+27	+63	0	-83	-39	-25	-11	+3	+15	+27	+63	+92			
280...315	0	+7	+28	+45	+83	0	-43	-14	0	+14	+28	+40	+52	+90	+125			
315...355	-16	+11	+3	+27	+85	0	-83	-39	-25	-11	+3	+15	+27	+65	+100			
355...400	0	+7	+28	+45	+86	0	-43	-14	0	+14	+28	+40	+52	+93	+133			
400...450	-16	+11	+3	+27	+88	0	-83	-39	-25	-11	+3	+15	+27	+68	+106			
450...500	0	+7	+28	+45	+97	0	-50	-15	0	+16	+33	+46	+60	+106	+151			
500...550	-16	+11	+3	+27	+77	0	-83	-39	-25	-11	+3	+15	+27	+77	+122			
550...600	0	+7	+33	+51	+100	0	-50	-15	0	+16	+33	+46	+60	+109	+159			
600...650	-20	+13	+4	+31	+80	0	-96	-44	-29	-13	+4	+17	+31	+80	+130			
650...700	0	+7	+33	+51	+104	0	-50	-15	0	+16	+33	+46	+60	+113	+169			
700...750	-20	+13	+4	+31	+84	0	-96	-44	-29	-13	+4	+17	+31	+84	+140			
750...800	0	+7	+36	+57	+117	0	-56	-17	0	+16	+36	+52	+68	+126	+190			
800...850	-23	+16	+4	+34	+94	0	-106	-49	-32	-16	+4	+20	+34	+94	+159			
850...900	0	+7	+40	+62	+121	0	-56	-17	0	+16	+36	+52	+68	+130	+202			
900...950	-25	+18	+4	+37	+95	0	-106	-49	-32	-16	+4	+20	+34	+98	+170			
950...1000	0	+7	+40	+62	+133	0	-62	-18	0	+18	+40	+57	+73	+144	+226			
1000...1100	-25	+18	+4	+37	+106	0	-119	-54	-36	-18	+4	+21	+37	+108	+190			
1100...1200	0	+7	+45	+67	+139	0	-62	-18	0	+18	+40	+57	+73	+150	+244			
1200...1300	-27	+20	+5	+40	+114	0	-119	-54	-36	-18	+4	+21	+37	+114	+208			
1300...1400	0	+7	+45	+67	+153	0	-68	-20	0	+20	+45	+63	+80	+166	+272			
1400...1500	-27	+20	+5	+40	+126	0	-131	-60	-40	-20	+5	+23	+40	+126	+232			
1500...1600	0	+7	+45	+67	+159	0	-68	-20	0	+20	+45	+63	+80	+172	+282			
1600...1700	-27	+20	+5	+40	+132	0	-131	-60	-40	-20	+5	+23	+40	+132	+252			

1) کلاس تلرانس نشان داده شده یا حروف بولد یا سری 1 از DIN 7167 مطابقت دارد ترجیحاً از این کلاس استفاده شود.

انطباق : وقتی دو قطعه در داخل یکدیگر قرار می گیرند می گوئیم آن دو قطعه بر هم منطبق شده و انطباق بوجود

آورده اند.

۱- انطباق بازی دار

۲- انطباق عبوری

۳- انطباق پرسی

انواع انطباقات :

انطباق بازی دار: در این حالت اندازه قطر میله همواره از اندازه قطر سوراخ کوچکتر بوده و میدان تلرانس آن دو همدیگر را قطع نمی کنند و میله داخل سوراخ می تواند حرکت دورانی و آزادی داشته باشد.

انطباق عبوری: در این حالت اندازه قطر میله بر حسب مورد می تواند از اندازه قطر سوراخ بزرگتر یا کوچکتر باشد. میدانهای تلرانس دو قطعه در اینجا همدیگر را قطع کرده و بر حسب اندازه فعلی می توانند نسبت بهم حالت آزاد یا

انطباق پرسی: در این نوع انطباق اندازه قطر میله همواره از اندازه قطر سوراخ بزرگتر بوده و میدانهای تلرانس دو قطعه همدیگر را قطع می کنند. در این حالت دو قطعه با فشار **چکشی**، پرسی و یا بکمک انبساط و انقباض در داخل یکدیگر قرار می گیرند.

❖ انطباق لق Clearance Fit :

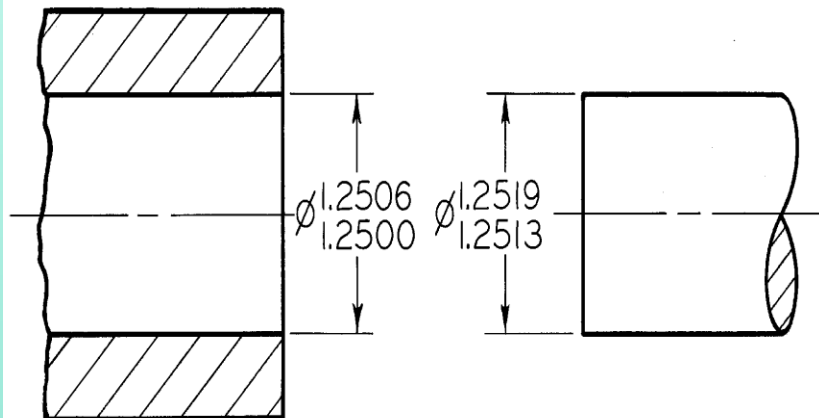
❖ عضو داخلي همیشه فاصله دارد و لق است

❖ انطباق تداخلي (پرسی) Interference Fit :

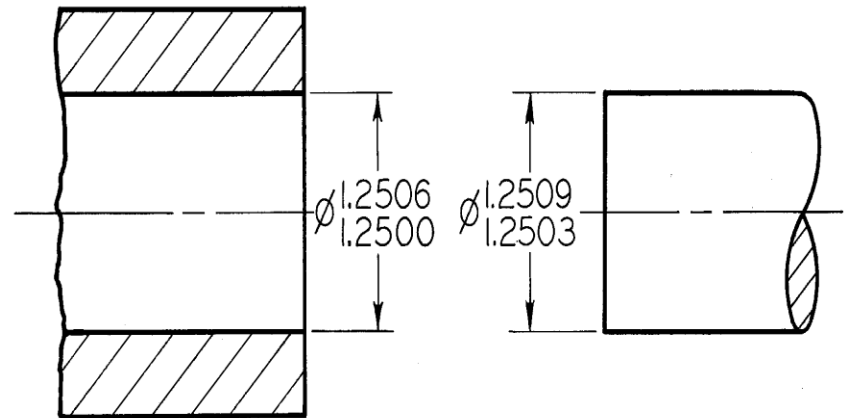
❖ عضو داخلي همیشه بزرگتر است و باید با زور (نیرو) داخل عضو خارجی شود

❖ انطباق انتقالی (عبوری) Transition Fit :

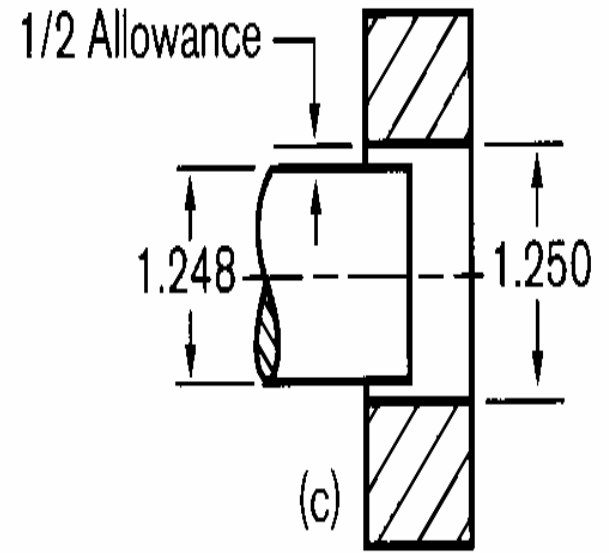
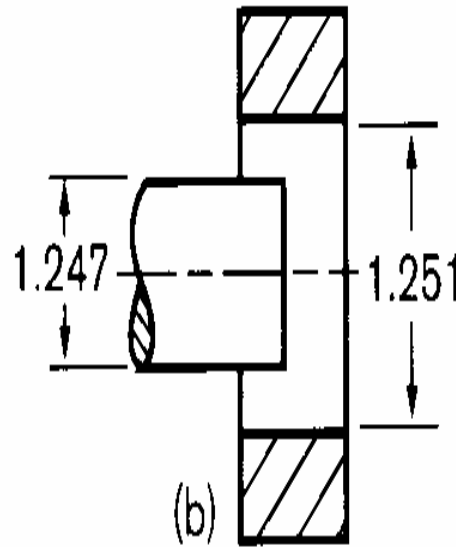
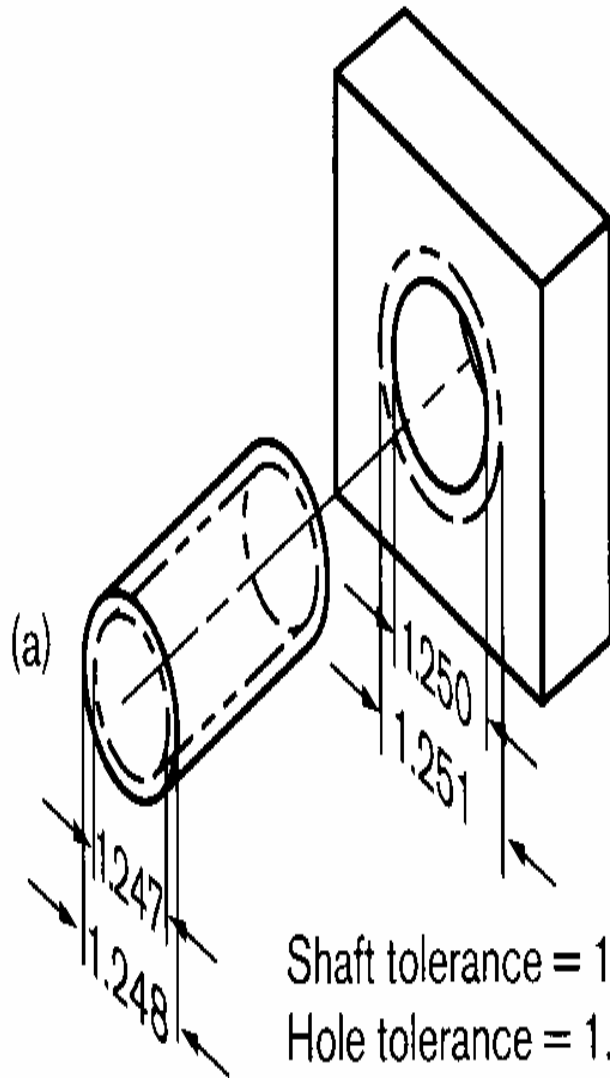
❖ عضو داخلي یا لق است یا تداخلي



(a) INTERFERENCE FIT



(b) TRANSITION FIT

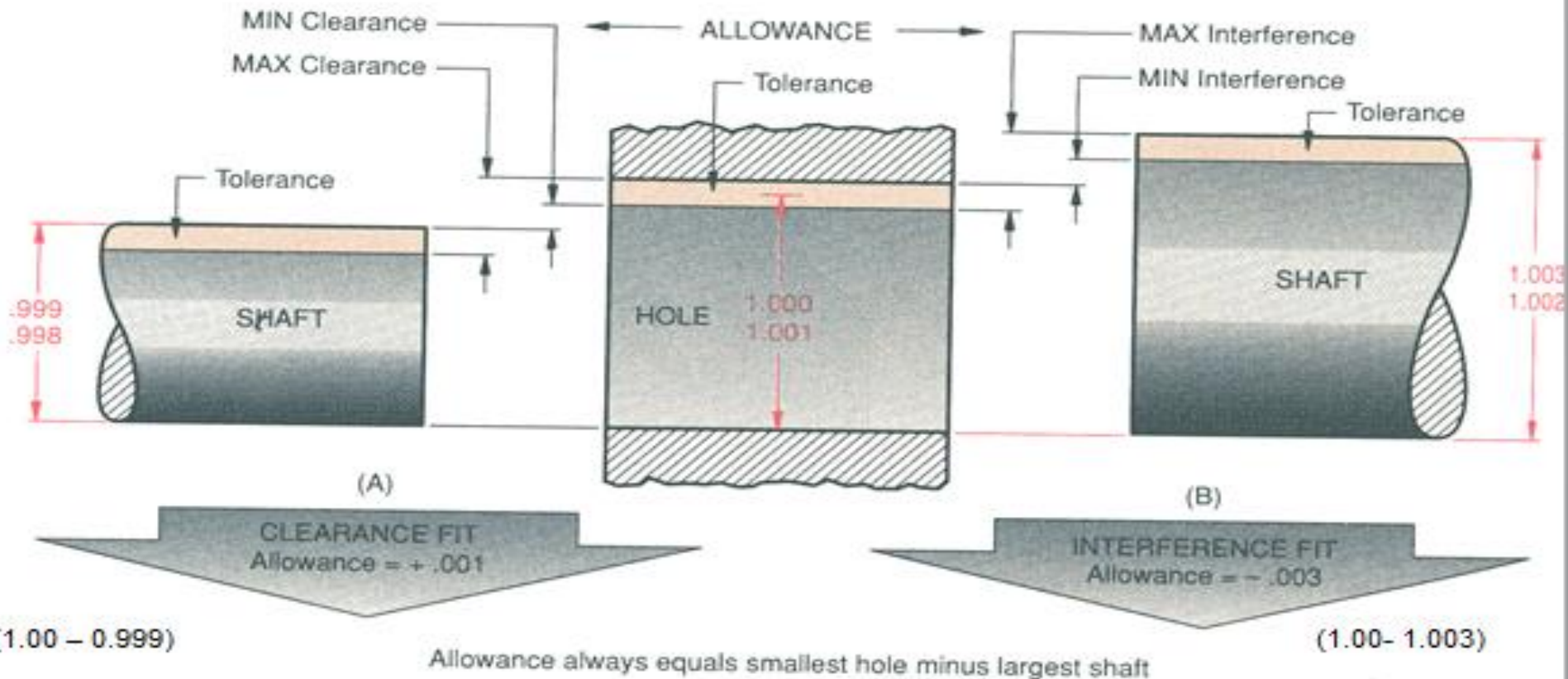


Allowance = $1.250 - 1.248 = .002$
 Max clearance = $1.251 - 1.247 = .004$

Shaft and Hole Fits

Clearance

Interference

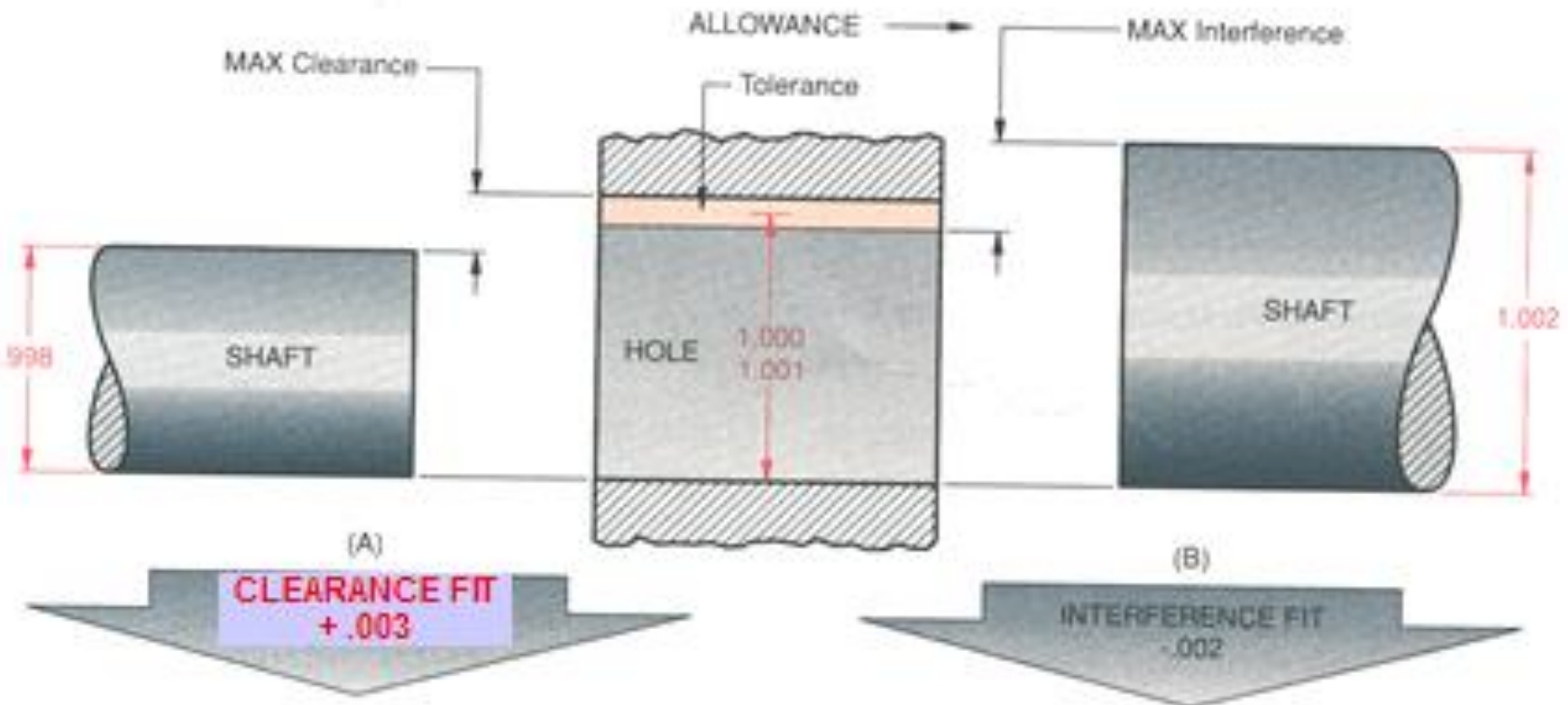


Fits

انطباقات

Shaft and Hole Fits

Transition



Standard Precision Fits: English Units

- Running and sliding fits (RC)
- Clearance locational fits (LC)
- Transition locational fits (LT)
- Interference locational fits (LN)
- Force and shrink fits (FN)

Basic Hole System or Hole Basis

- Definition of the "Basic Hole System":

The "minimum size" of the hole is equal to the "basic size" of the fit

- Example: If the nominal size of a fit is $1/2$ ", then the minimum size of the hole in the system will be 0.500"

Basic Hole System

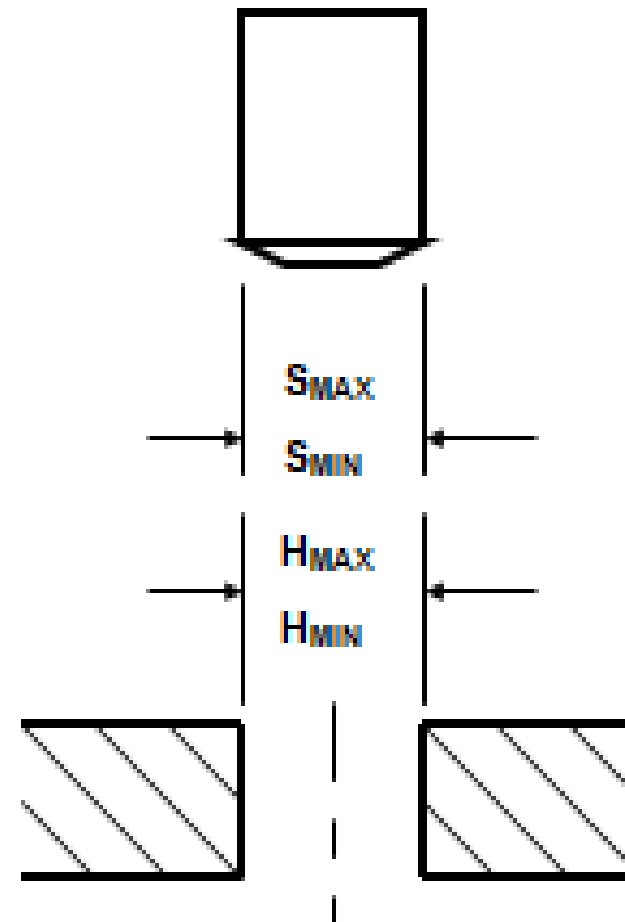
- Clearance = Hole – Shaft
- $C_{max} = H_{max} - S_{min}$
- $C_{min} = H_{min} - S_{max}$

Both C_{max} and $C_{min} > 0$ – Clearance fit

Both C_{max} and $C_{min} < 0$ – Interference fit

$C_{max} > 0$ $C_{min} < 0$ – Transition fit

- System Tolerance = $C_{max} - C_{min}$
- Allowance = Min. Clearance = C_{min}



Basic Hole System – Example

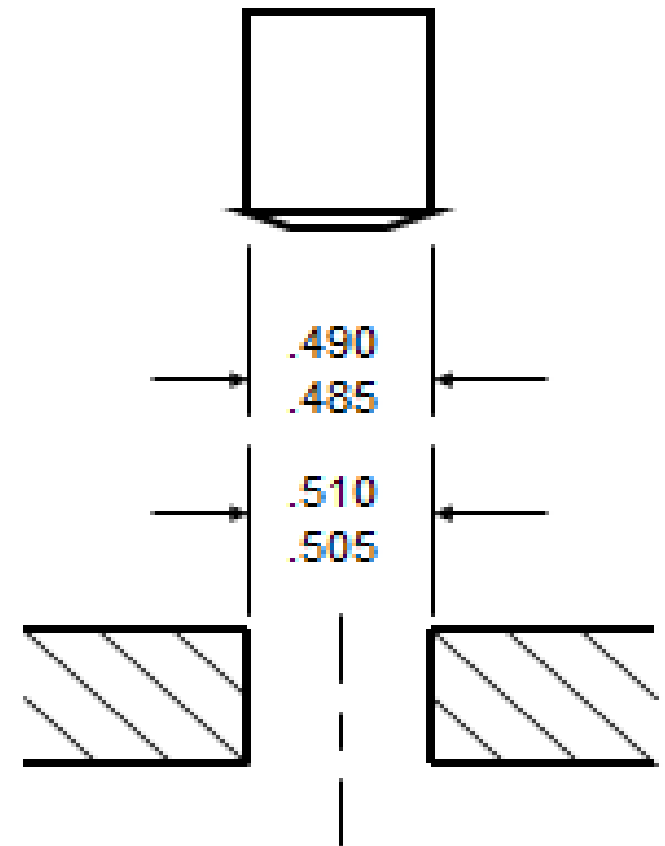
Calculate Maximum and Minimum Clearance

Clearance = Hole – Shaft

$$C_{max} = H_{max} - S_{min}$$

$$C_{max} = .510 - .485 = .025$$

$$C_{min} = .505 - .490 = .015$$



$$C_{max} > C_{min} > 0 \quad \text{Clearance}$$

Basic Hole System

- Clearance = Hole – Shaft

- $C_{max} = H_{max} - S_{min}$

- $C_{min} = H_{min} - S_{max}$

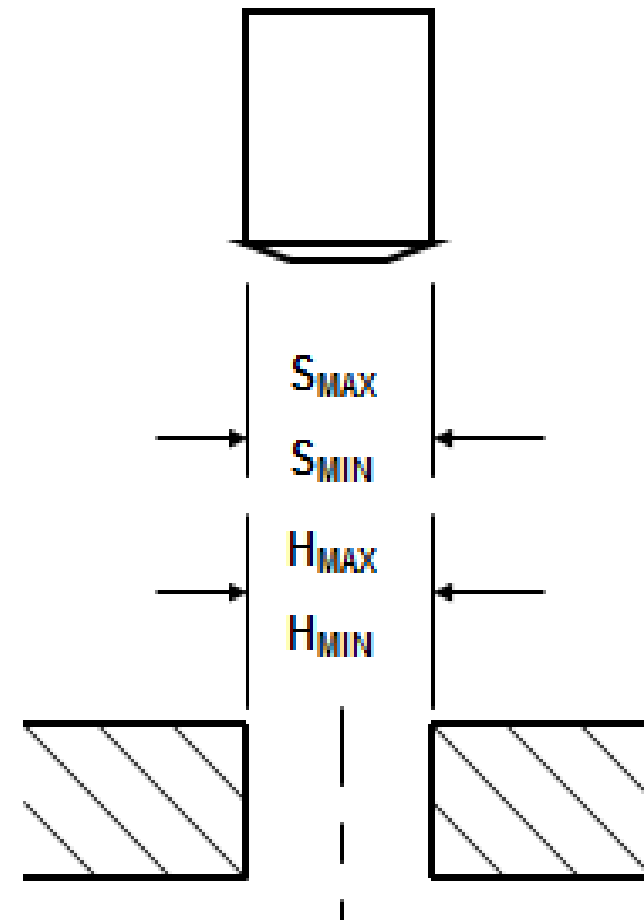
Both C_{max} and $C_{min} > 0$ – Clearance fit

Both C_{max} and $C_{min} < 0$ – Interference fit

$C_{max} > 0$ $C_{min} < 0$ – Transition fit

- System Tolerance = $C_{max} - C_{min}$

- Allowance = Min. Clearance = C_{min}



Basic Hole System – Example

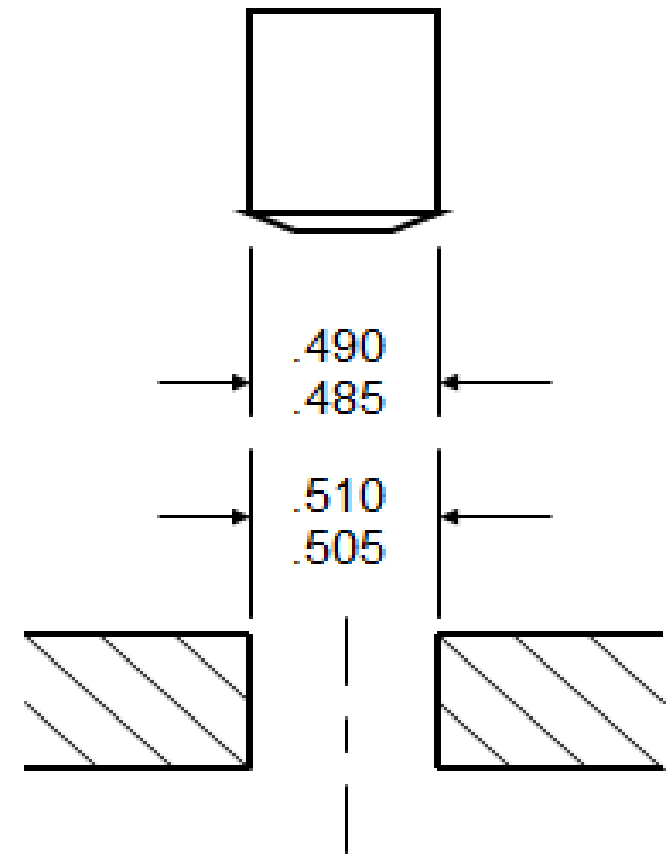
Calculate Maximum and Minimum Clearance

Clearance = Hole – Shaft

$$C_{max} = H_{max} - S_{min}$$

$$C_{max} = .510 - .485 = .025$$

$$C_{min} = .505 - .490 = .015$$



$$C_{max} > C_{min} > 0 \quad \text{Clearance}$$

ثبوت سوراخ ¹	ثبوت میله ²	ملاحظات	کاربرد
لغی			
H8/d9	D10/h9	اجزاء گردان بالقی زیاد می گردند.	تأسیسات نوار نقاله ، ماشینهای کشاورزی
H8/e8	E9/ h9	اجزاء گردان بالقی کافی می گردند .	یاتاقان باروغنکاری حلقه ای ، محور گردان
H7/ f7	F8/ h6	اجزاء گردان بالقی قابل توجهی می گردند.	کشوئیهای راهنما
H7/g6	G7/ h6	اجزاء گردان بدون لغی قابل توجهی می گردند.	یاتاقان محور سنگ ، چرخنده های کشونی ، محور - دستگاه تقسیم
H7/ h6	H7/ h6	این اجزاء به صورت سرشی در یکدیگر عمل کرده و با دست قابل حرکت هستند .	مرغک در دستگاه مرغک ، بوش میل راهنما

لقی یا پرسی			
H7/j6	تعیین نشده	اجزاء با ضربه های آرام و یا با دست جا به جا می شوند.	فلکه های تسمه ، چرخدنده ها ، توپها و محور ها با اتصال خارفتری و گوه ای
H7/n6		اجزاء با نیروی کم جا به جا می شوند .	بوش یاتاقان ، گزنین ، میل راهنما
پرسی			
H7/r6	تعیین نشده	این اجزاء را می توان با را صرف نیروی زیاد جازد .	بوش یاتاقان در پوسته
H7/s6		این اجزاء را می توان فقط با صرف نیروی زیاد ، و یا با استفاده از انبساط و انقباض جازد.	تاج چرخدنده ، حلقه های انقباضی
H8/w8		این اجزاء فقط با انبساط و یا انقباض در یکدیگر جازده می شوند .	چرخ روی محور ، کوپلینگ روی محور

تولرانس های عمومی

► ISO 2768 مطابق

**Table 1 – Permissible deviations for linear dimensions except for broken edges
(external radii and chamfer heights, see table 2)**

Values in millimetres

Tolerance class		Permissible deviations for basic size range							
		0,5 ¹⁾ up to 3	over 3 up to 6	over 6 up to 30	over 30 up to 120	over 120 up to 400	over 400 up to 1 000	over 1 000 up to 2 000	over 2 000 up to 4 000
Designation	Description								
f	fine	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	—
m	medium	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	coarse	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	very coarse	—	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

1) For nominal sizes below 0,5 mm, the deviations shall be indicated adjacent to the relevant nominal size(s).

► Js13 به عنوان تولرانس عمومی برای فرامین اندازه گیری مورد استفاده قرار می گیرند.

تولانس ها

❖ انواع تولانس:

❖ تولانس حدي. Limit tol.

❖ تولانس مثبت و منفي. Plus – minus tol.

❖ تولانس دو طرف برابر

❖ تولانس يك طرفه

❖ تولانس دو طرف نابرابر

❖ لقي (Clearance) Allowance:

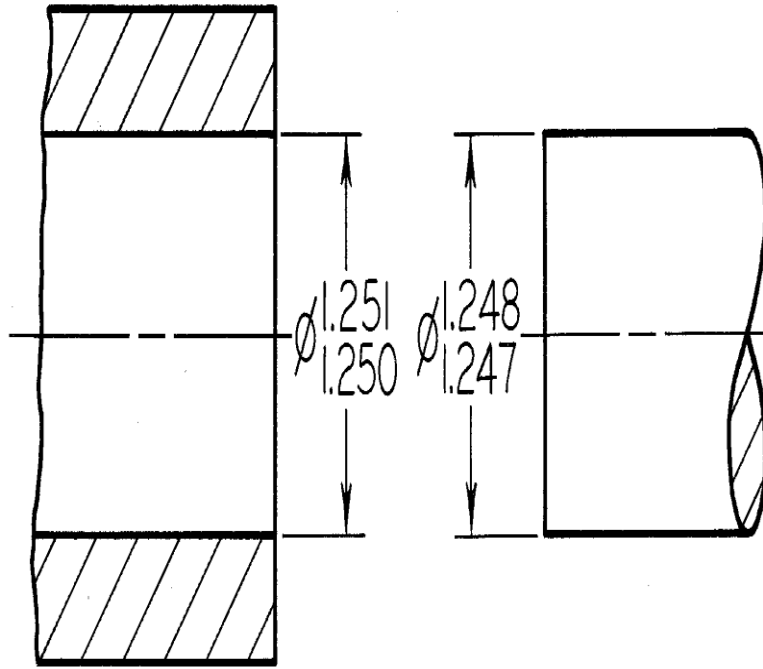
❖ Allowance Min.: وقتيکه شفت و سوراخ هر دو در ماکزيم ماده

باشد؛ يعني تفاوت بين ماکزيم اندازه يك شفت و مينيم اندازه يك سوراخ .

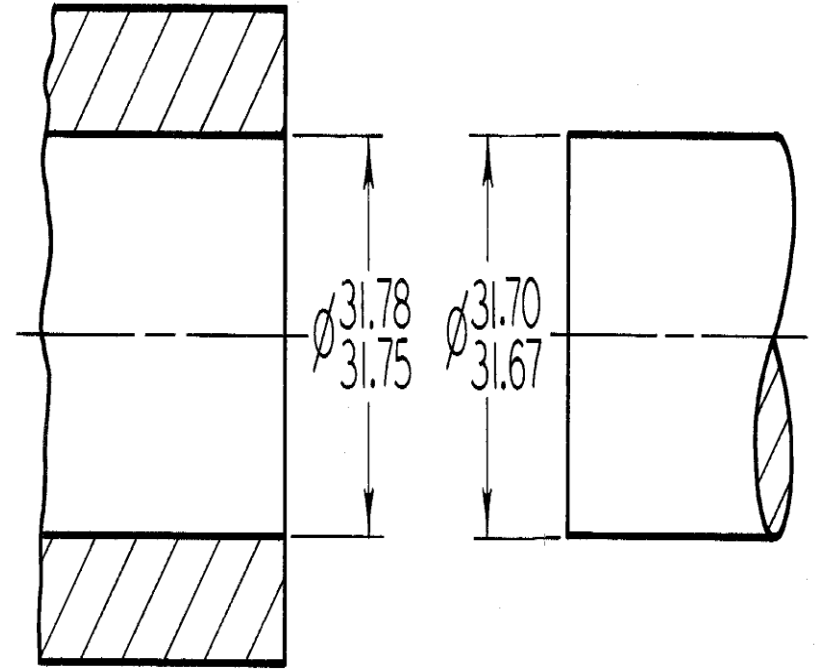
❖ Allowance Max.: وقتيکه شفت و سوراخ هر دو در مينيم ماده

باشد؛ يعني تفاوت بين مينيم اندازه يك شفت و ماکزيم اندازه يك سوراخ .

Limit Tolerance تفرانس حدي

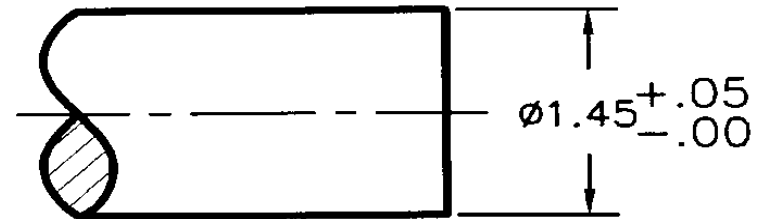
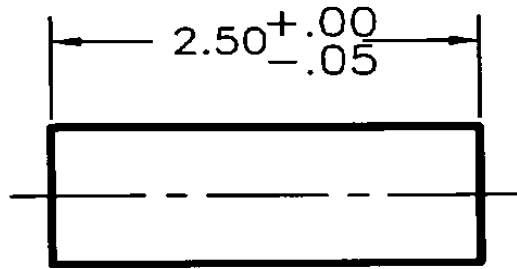


(a) LIMIT DIMENSIONS

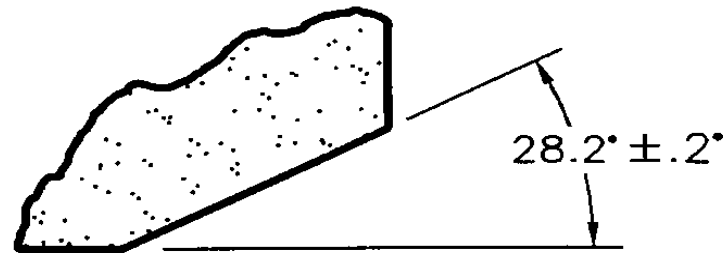
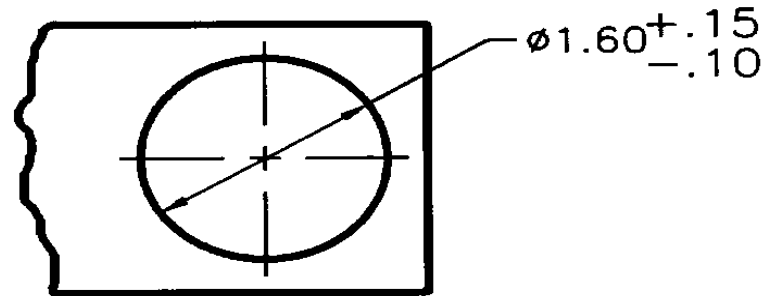
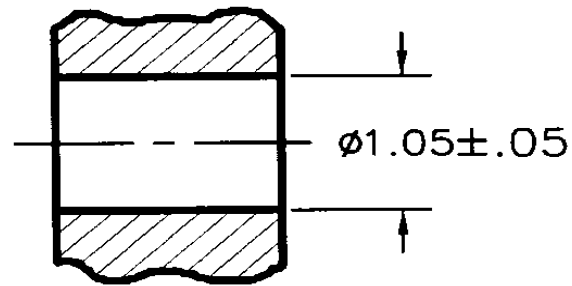


(b) LIMIT DIMENSIONS - METRIC

تولانس مثبت / منفي

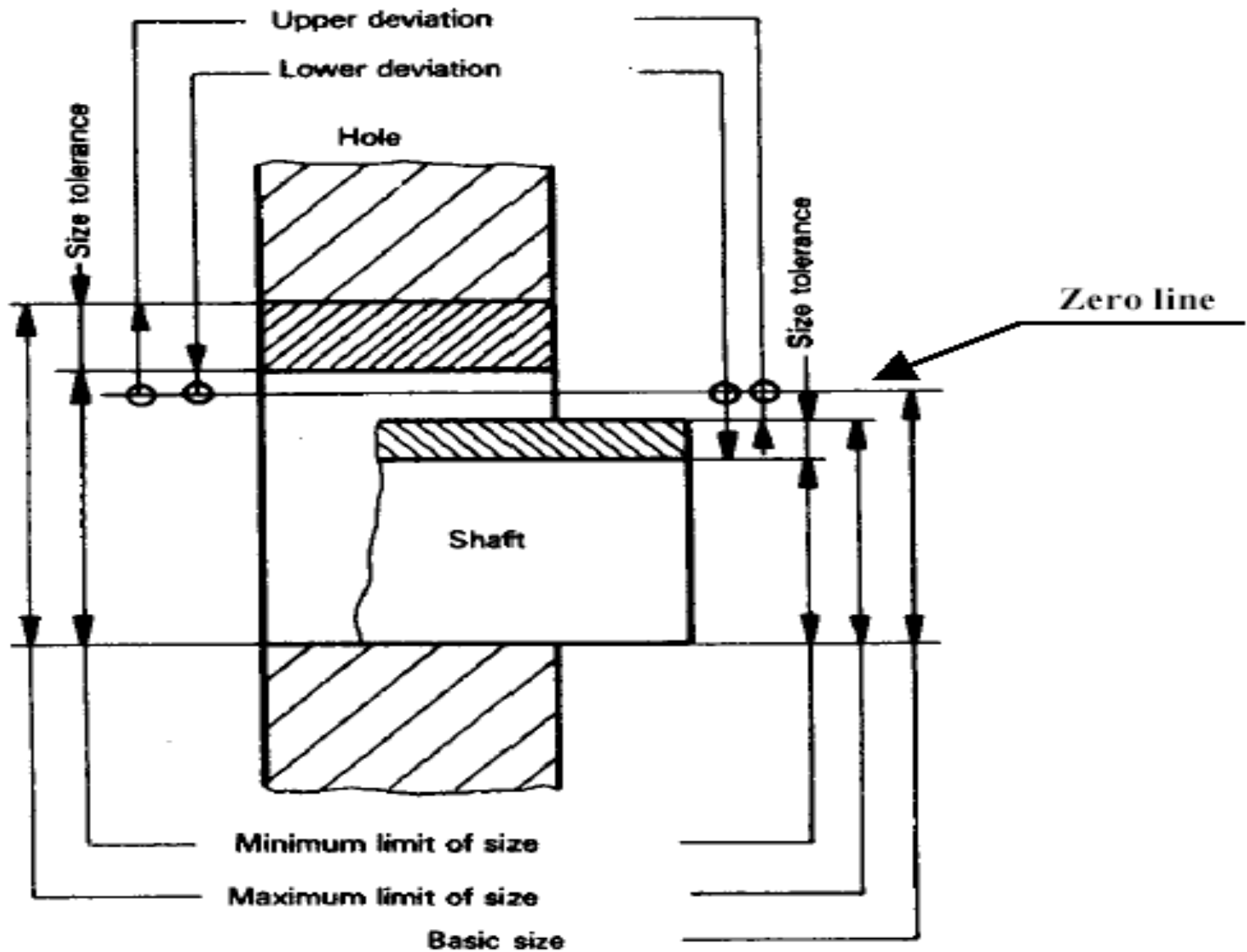


(a) UNILATERAL TOLERANCING



(b) BILATERAL TOLERANCING

تولانس مثبت / منفي



تلرانس یک طرفه

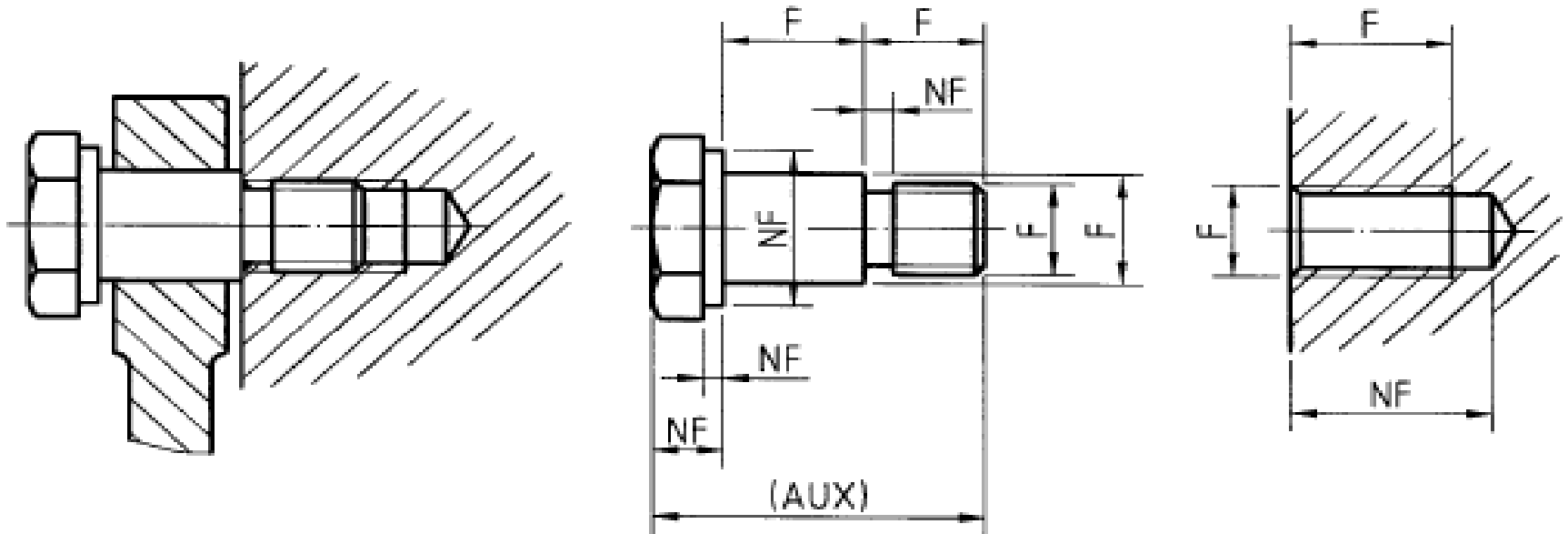
حدود یک طرفه : وقتی اجزای طرح حد نامشخصی را معین می کنند بعد از بابعاد **Min** یا **Max** نوشته می شود .

نماهایی چون عمق سوراخ ها، طول رزوه، شعاع گوشه ها، پخ ها و . . . ممکن است بدین طریق محدود شود.

حدود یک طرفه ، جایی بکار می رود که هدف مشخص باشد یعنی حدود نامشخص بتواند به صفر یا بی نهایت نزدیک شوند و به عبارتی تاثیری در طراحی نداشته باشند.

اصول اندازه گذاری

- ▶ نقشه خوب نقشه‌ای است که برای تمام ابعاد قطعه
- ▶ اندازه‌هایی بطور مستقیم یا غیر مستقیم قابل استنتاج باشد.
- ▶ اصول اندازه گذاری عملکردی:
 - اندازه باید واضح ، مطابق مقررات ، خلاصه و براساس عملکرد قطعه باشد
 - اندازه باید بزرگترین دامنه تolerانس را که عملکرد سیستم اجازه می‌دهد داشته باشد
 - اندازه باید قطعه را در حالت قطعه تمام شده نشان دهد



انباشتگی تolerانس

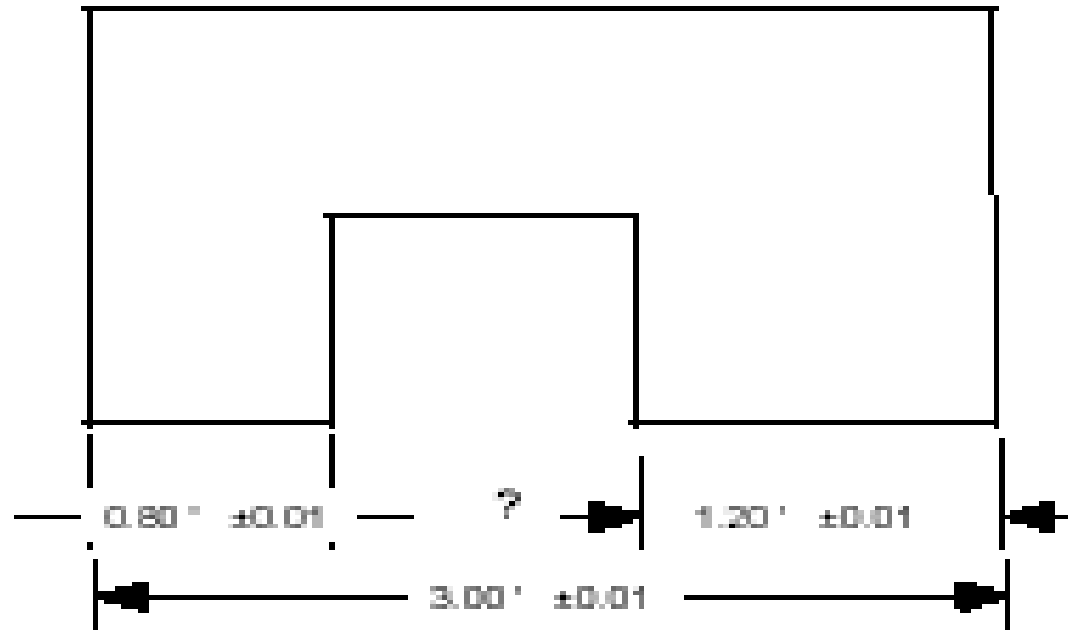
مقادیر تolerانسی حاصله از انباشتگی تolerانس ، در سه روش اندازه گیری تعریف می شوند.

1- اندازه گیری زنجیره ای : حداکثر تغییرات بین دو نما برابر است با جمع تolerانس های فواصل میانی که حاصلش بیشترین انباشتگی تolerانس است.



انباشتگی تolerانس بین سطوح X و Y برابر است ± 0.15

زنجیره تolerانسی Tolerance Chain



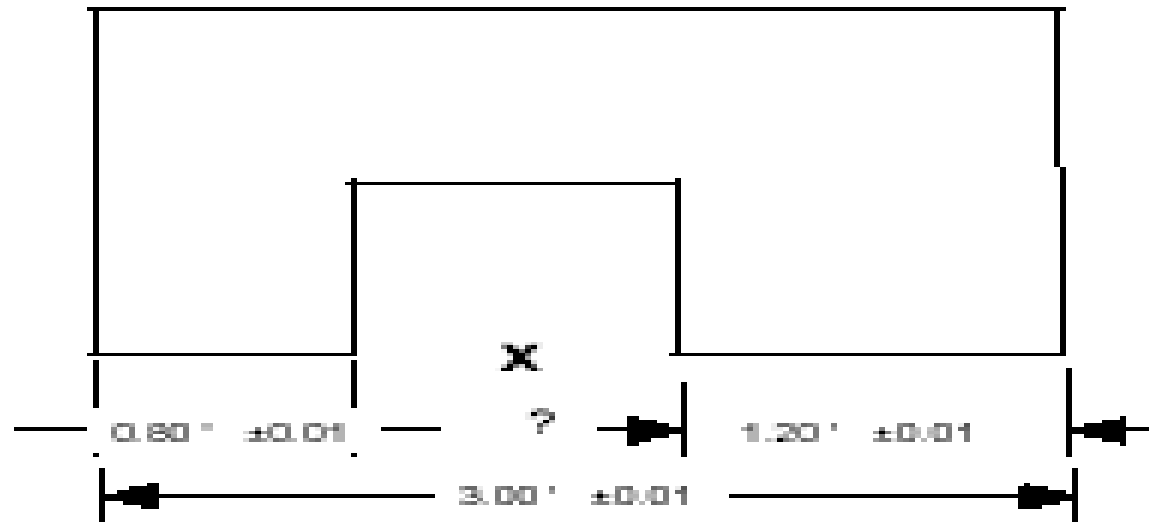
What is the expected dimension and tolerances?

$$d = 3.00 - 0.80 - 1.20 = 1.00$$

$$t = \pm (0.01 + 0.01 + 0.01) = \pm 0.03$$

انباشتگی تolerانس

Tolerance Chain زنجیره تolerانسی



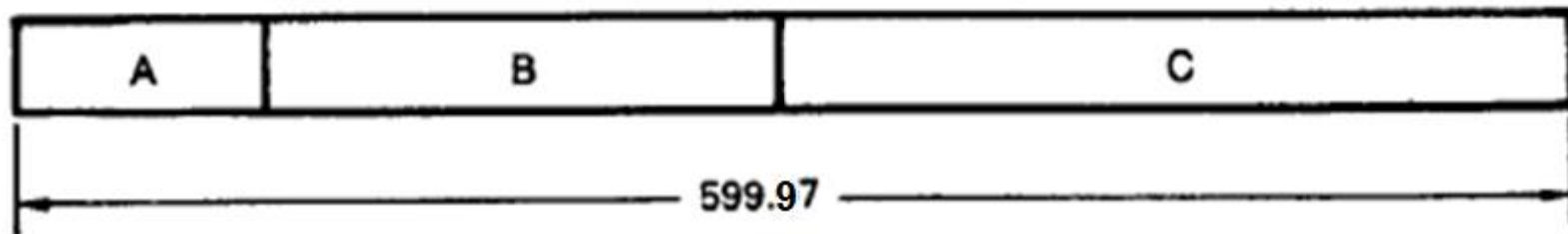
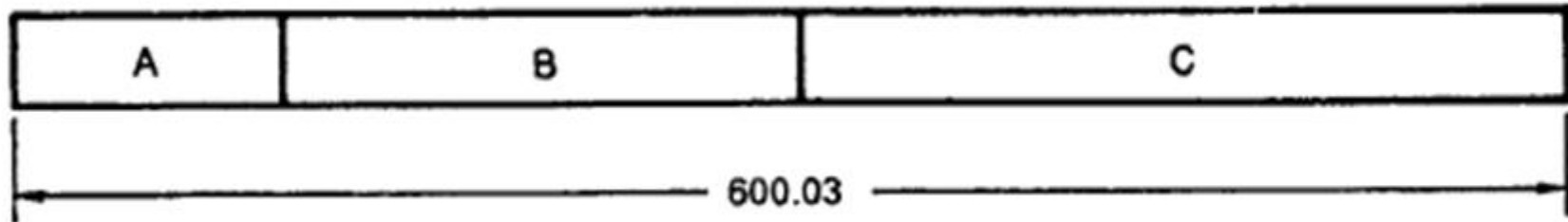
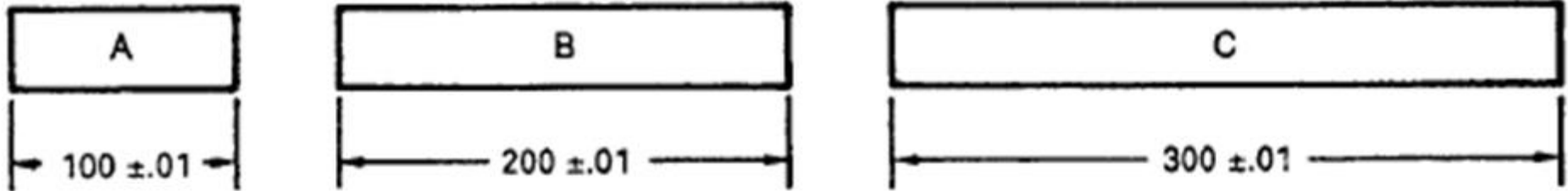
Maximum x length = $3.01 - 0.79 - 1.19 = 1.03$

Minimum x length = $2.99 - 0.81 - 1.21 = 0.97$

Therefore $x = 1.00 \pm 0.03$

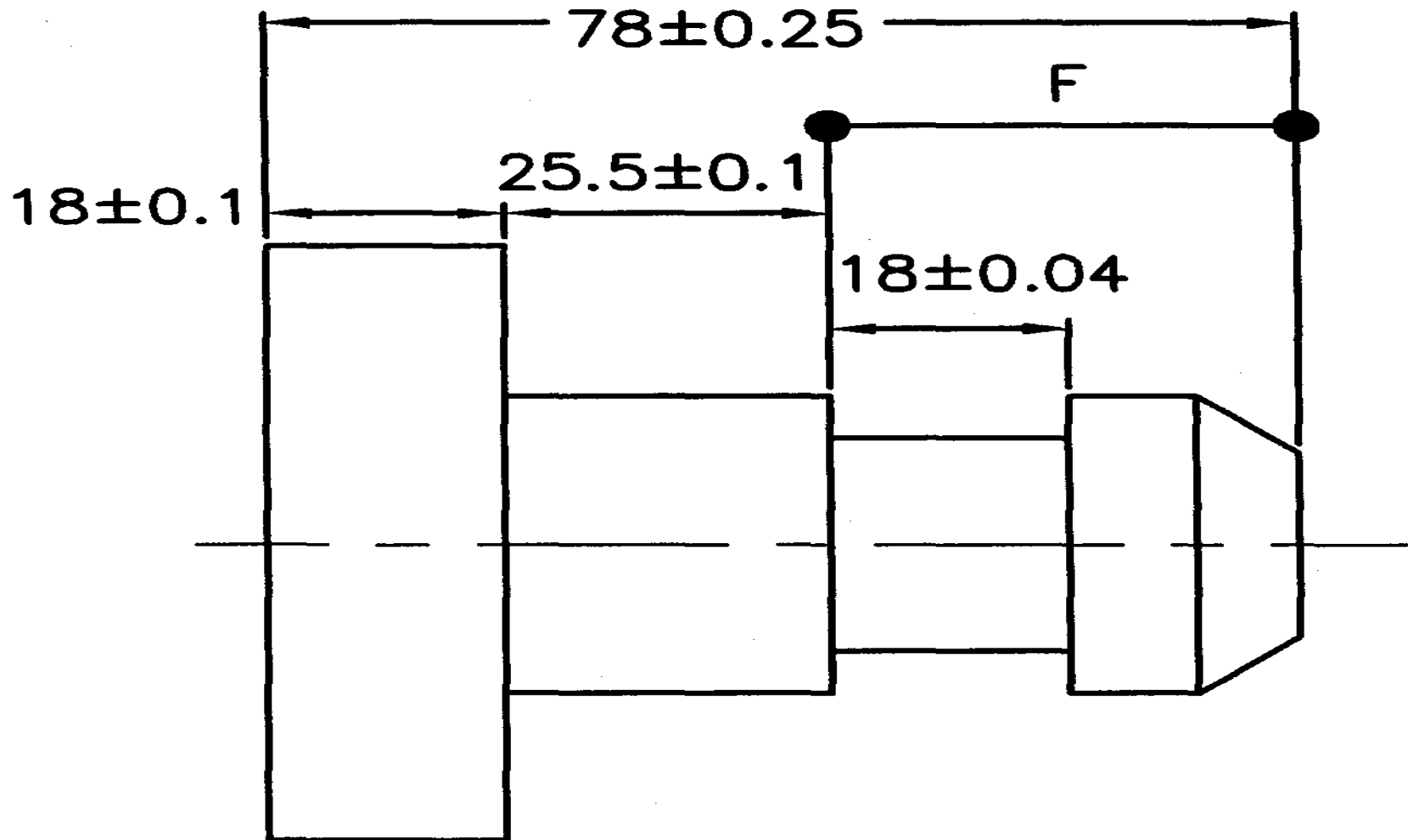
انباشتگی تolerانس

Tolerance Chain زنجیره تolerانسی



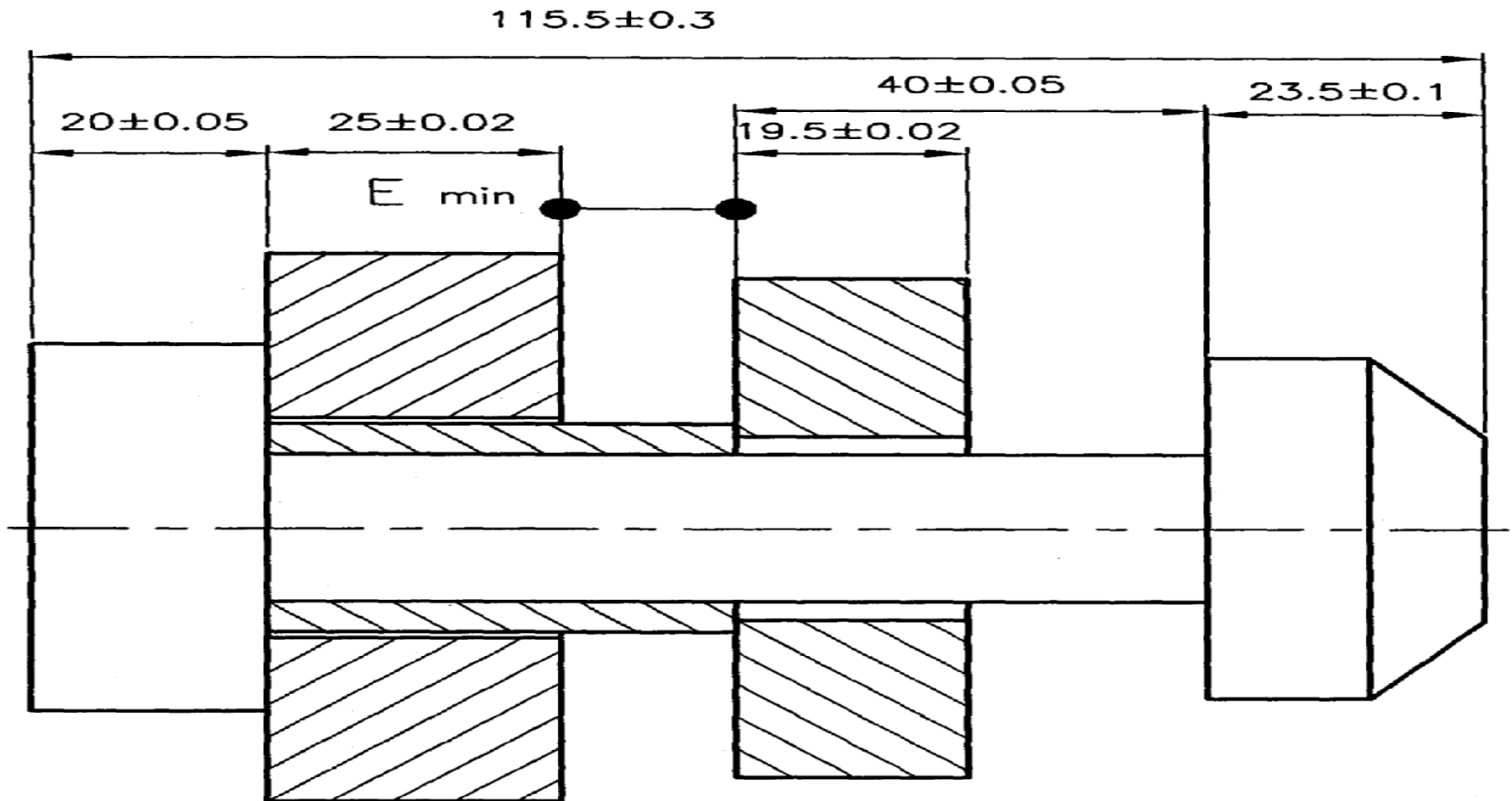
انباشتگی تolerانس

Tolerance Chain زنجیره تolerانسی



انباشتگی تلرانس

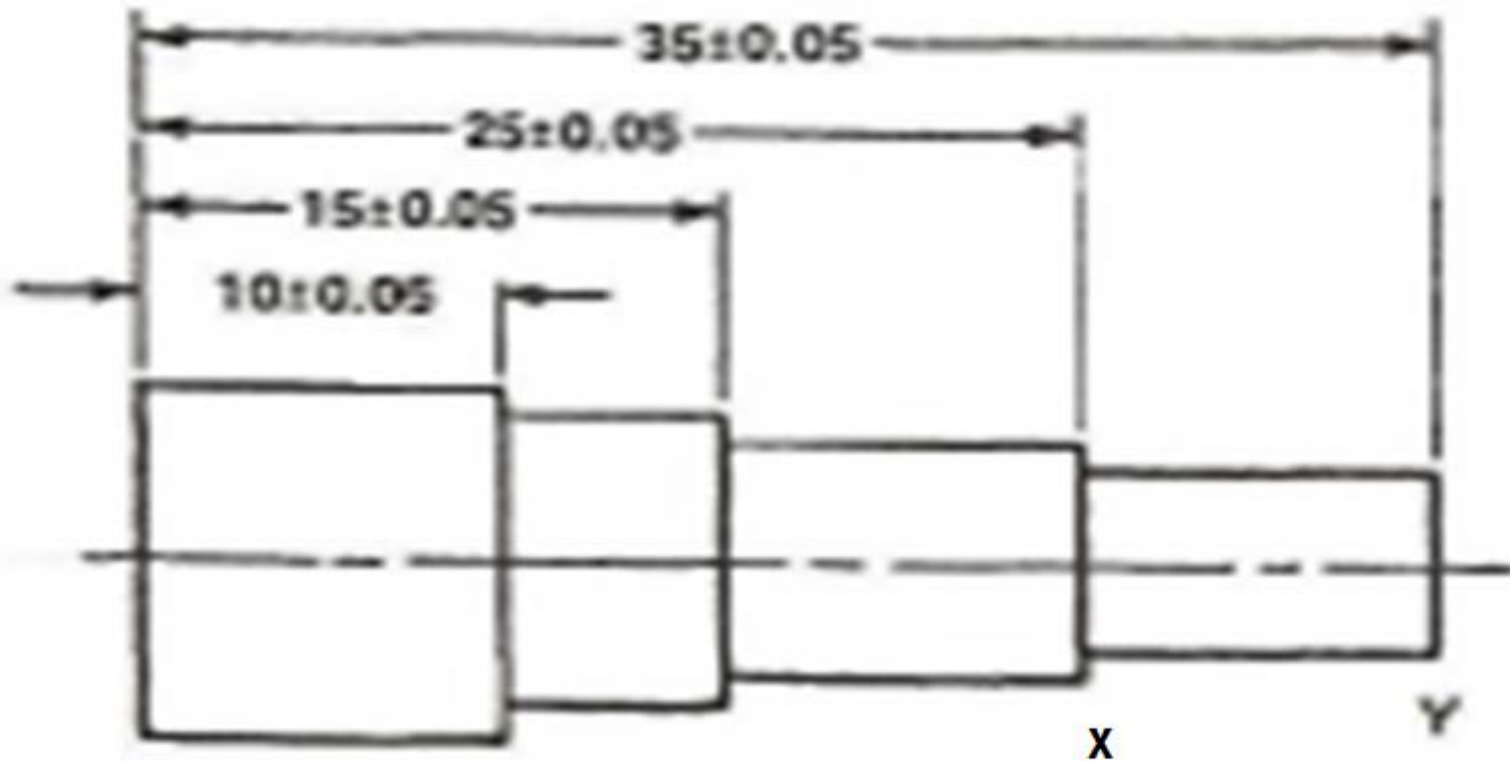
Tolerance Chain زنجیره تلرانسی



انباشتگی تلرانس

2 - اندازه گذاری از مبنا : حداکثر تغییرات بین دو نما برابر با جمع تلرانس های دو اندازه از خط مبناست و حاصلش کاهش

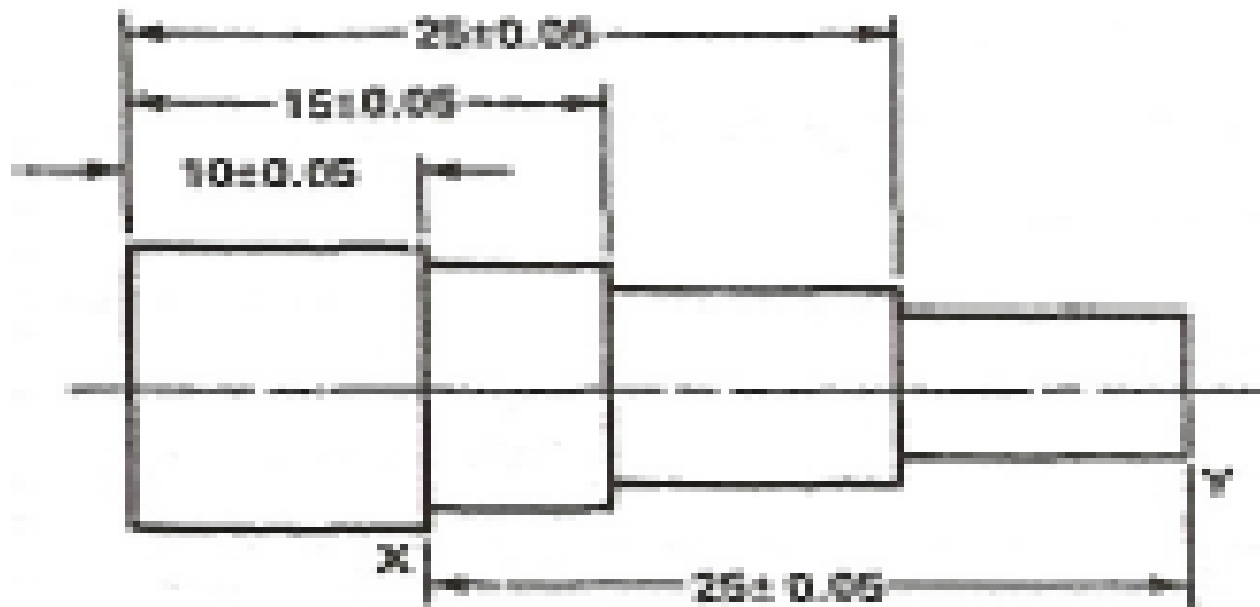
مقدار تلرانس است



انباشتگی تلرانس بین سطوح X و Y برابر است با

انباشتگی تفرانس

3- اندازه گیری مستقیم : حداکثر تغییرات بین دو نما به وسیله تفرانس اندازه بین نماها کنترل می شود و حاصلش برابر با آخرین مقدار تفرانسی است.



± 0.05

تفرانس بین سطوح X و Y برابر است با

کیفیت سطح

■ دسته بندی پروفیل سطح:

■ خطای فرم Form اگر $1000 \leq \frac{\text{طول موج}}{\text{عمق دره}}$

■ موج Waviness $100 \leq \frac{\text{طول موج}}{\text{عمق دره}} \leq 1000$

■ زبری Roughness $\frac{\text{طول موج}}{\text{عمق دره}} \leq 100$

کیفیت سطح

■ علت‌های ایجاد پروفیل سطح:

■ خطای فرم: در اثر سایش ابزار و لقی فیکسچر تولید یا میز دستگاه براده برداری و قطعه شل یا خیلی محکم نگهداشته شود

■ موج: در اثر ارتعاشات و نابالانسی ماشین براده برداری

■ زبری: در اثر مشخصات نوک ابزار (تغییرات شعاع نوک ابزار) و عدم همخوانی سرعت و بار براده برداری و ساختار مواد

■ اندازه گیری پروفیل سطح:

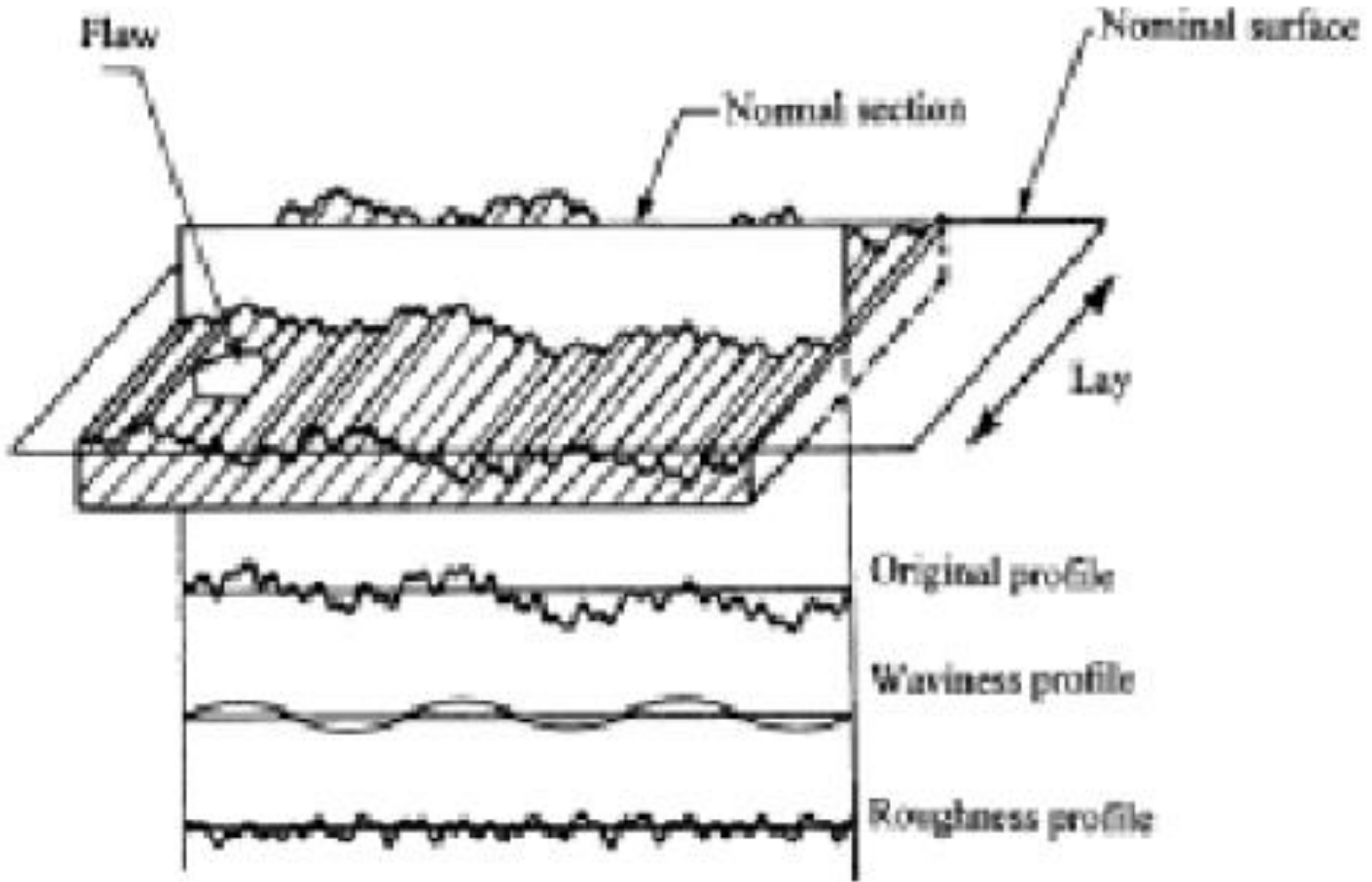
■ خطای فرم: باید در تمامی سطح اندازه گیری شود

■ موج: در بخش کوچکی از سطح مطابق روش تست اندازه گیری میشود (Cut-off)

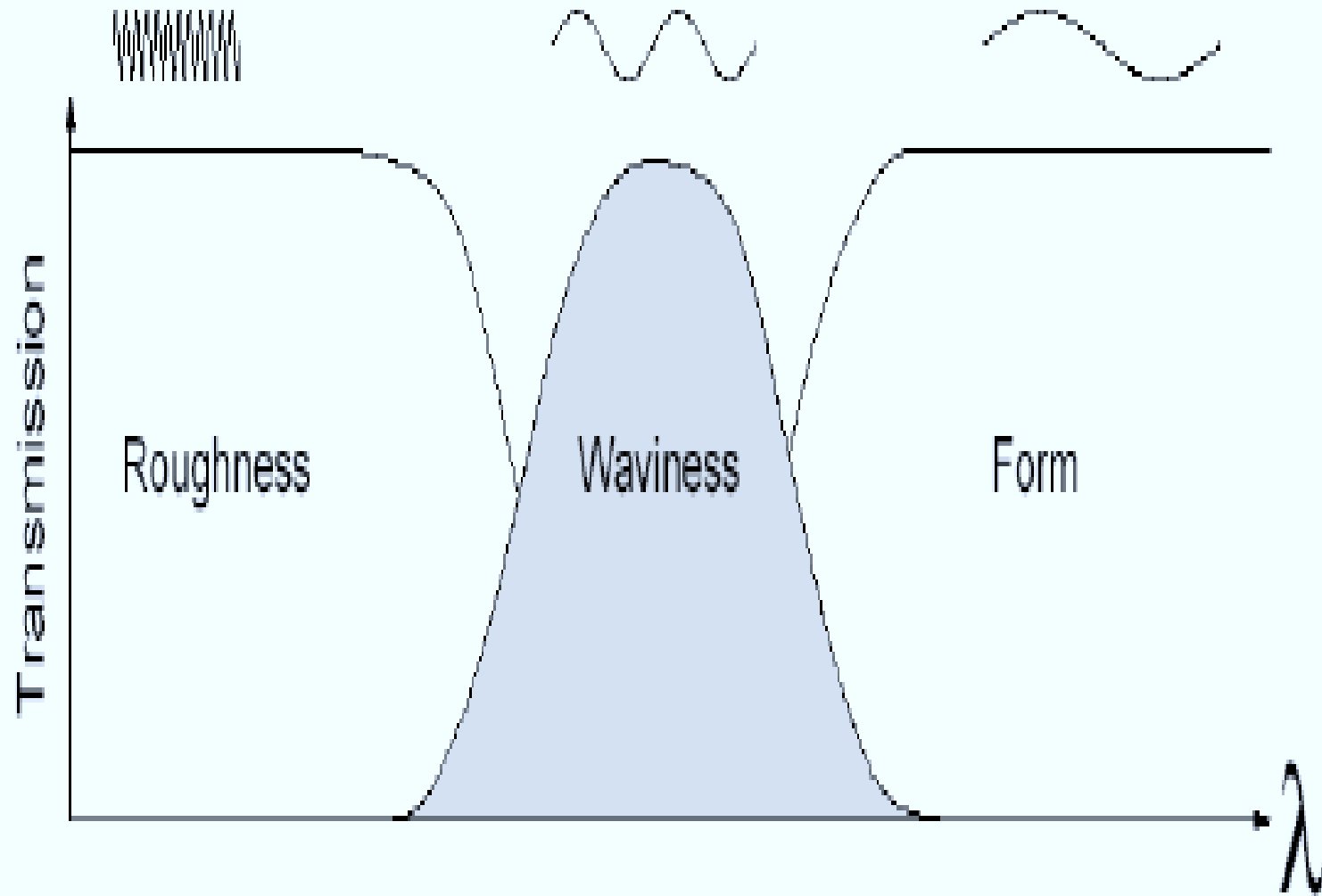
■ زبری: در بخش کوچکی از سطح مطابق روش تست اندازه گیری میشود (Cut-off)

موج و زبری در تمامی طول ماشینکاری با همدیگر تولید میشود

کیفیت سطح



كيفية سطح



کیفیت سطح

زبری:

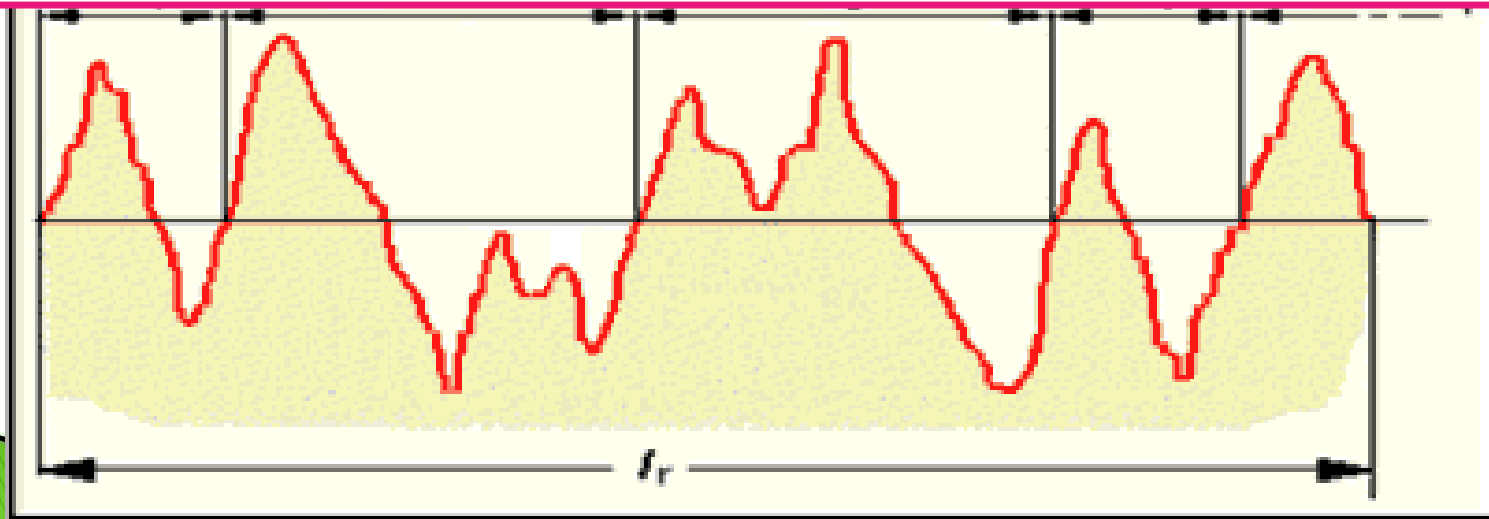
در اثر مشخصات نوک ابزار (تغییرات شعاع نوک ابزار) و عدم همخوانی سرعت و بار براده برداری و ساختار مواد

میانگین زبری سطح Ra :

حاصل تقسیم مجموعه سطوح بر طول اندازه گیری شده می باشد.

میانگین زبری ارتفاع Rz :

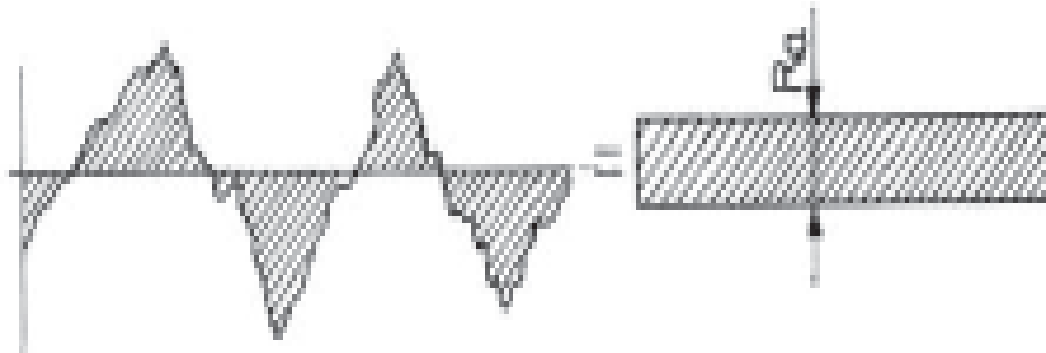
حاصل تقسیم مجموعه ارتفاع زبری بر تعداد ارتفاع های اندازه گیری شده می باشد.



L_r = Sampling Length (Cut-off)

Mean Line

کیفیت سطح



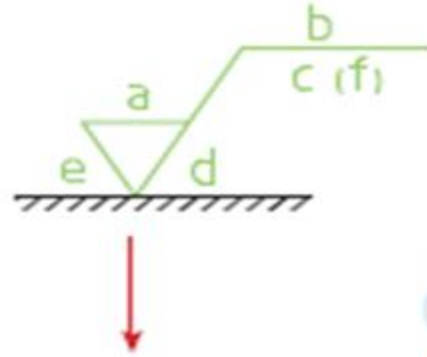
$$R_a = \frac{\text{مجموع سطوح}}{L}$$



$$R_z = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y'_1 + y'_2 + y'_3 + \dots}{n}$$

کیفیت سطح

مفهوم نمادهای کیفیت سطح



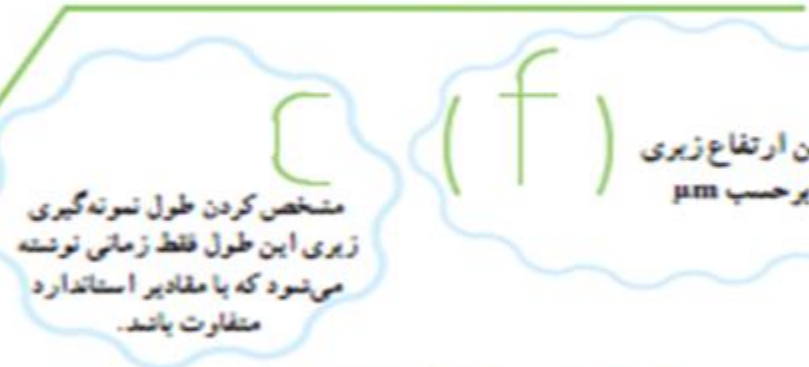
مشخص کردن روش تولید یا انجام هرگونه عملیات سطحی (مثل سنگ زدن)

b

مقدار زبری Ra بر حسب μm یا عدد درجه زبری (N).



a

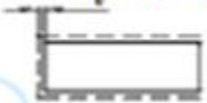


میانگین ارتفاع زبری Rz بر حسب μm

مشخص کردن طول نمونه گیری زبری این طول فقط زمانی نوشته می شود که با مقادیر استاندارد متفاوت باشد.

c (f)

مقدار براده برداری مجاز بر حسب mm



e

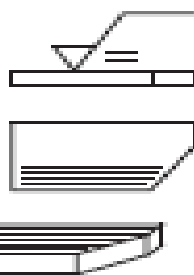
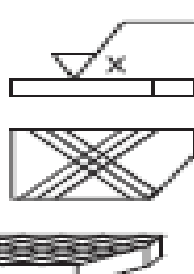
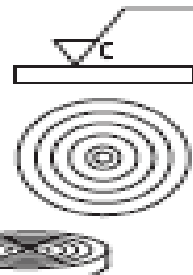
d



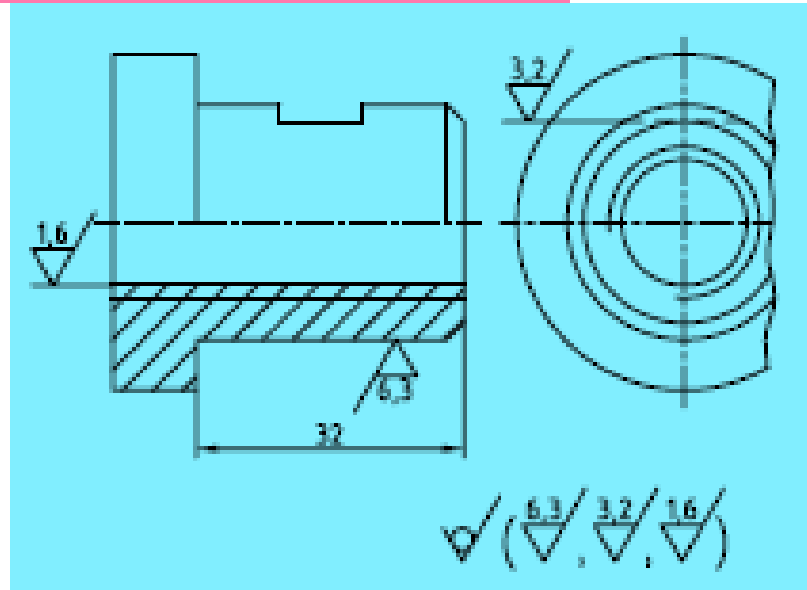
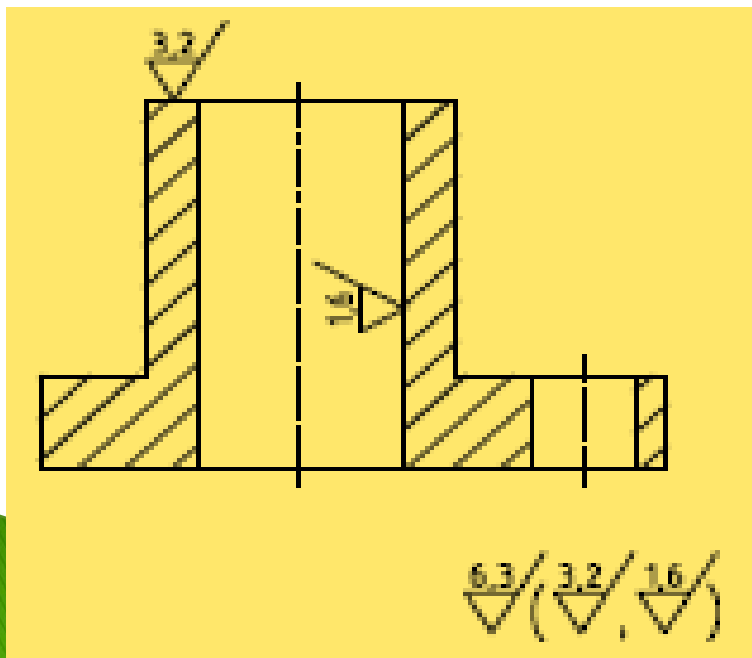
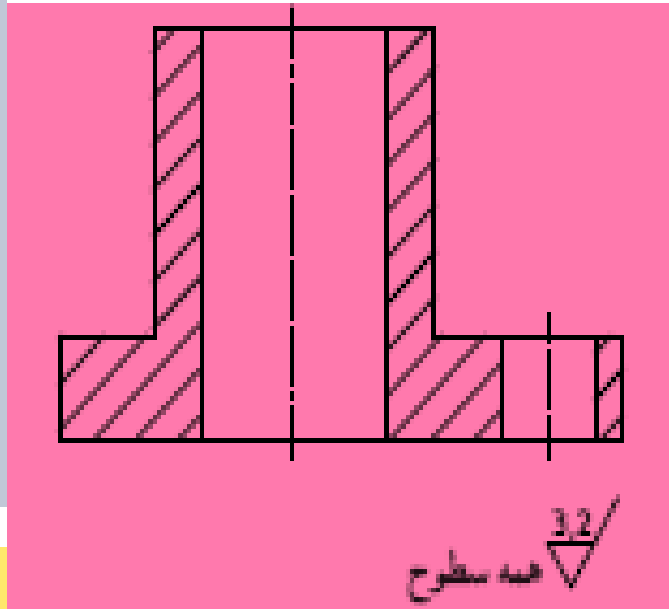
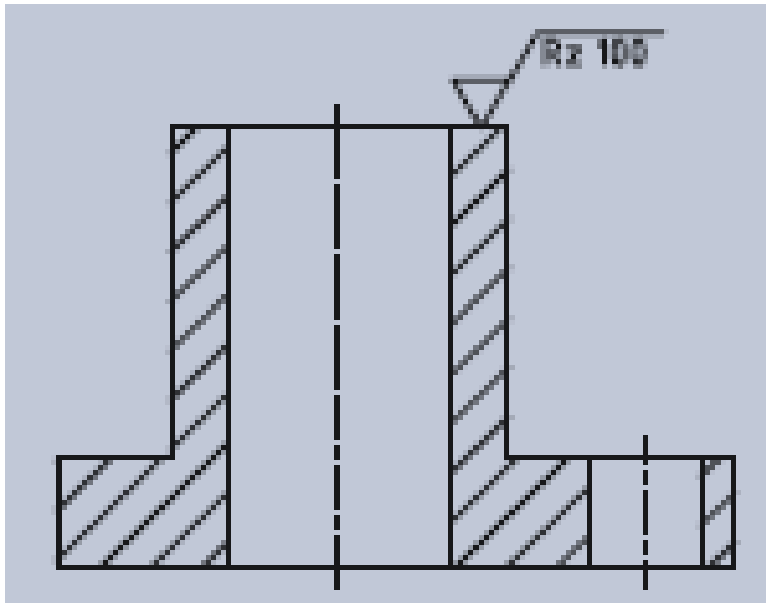
علامت جهت شیار (جهت تولید) اگر نیاز به کنترل در جهت تولید باشد از علامت مربوطه

سطح قطعه کار







کیفیت سطح

نمایش تصویری	توضیح	نماد	نماد	توضیح	نمایش تصویری
 <p>⑤</p>	<p>برای حالتی که جهت تولید موازی با سطحی است که علامت برای آن به کار رفته است. مانند صفحه تراش و سنگزنی قطعات تخت</p>	= موازی	M جهت بیشتر	<p>برای حالتی که جهت تولید چند تایی است، یعنی سطح در جهات مختلف تولید می شود. مانند فرزکاری با پیشانی تیغه فرز</p>	 <p>①</p>
 <p>⑥</p>	<p>برای حالتی که جهت تولید عمود بر سطحی است که علامت برای آن گذاشته شده است. مانند صفحه تراش و سنگزنی قطعات تخت</p>	⊥ عمود	R شعاعها نسبت به مرکز	<p>برای حالتی که جهت تولید نسبت به مرکز شعاعی دارد. مانند سنگزنی با پیشانی سنگ بدون حرکت پیشروی</p>	 <p>②</p>
 <p>⑦</p>	<p>برای حالتی که جهت تولید نسبت به سطحی که علامت برای آن به کار رفته است، ضربه‌ری دارد. مانند شامپوزنی</p>	X ضربه‌ری	C دایره‌ای نسبت به مرکز	<p>برای حالتی که جهت تولید نسبت به مرکز شعاعی دارد. مانند پیشانی تراشی و روتراش قطعات تخت روی ماشین تراش</p>	 <p>③</p>
 <p>⑧</p>	<p>برای حالتی که سطح فاقد تیار و جهت است (قطه‌ای) مانند اسپارک (براده برداری جرقه‌ای)</p>	P قطه‌ای	P قطه‌ای	<p>برای حالتی که جهت تولید تیار و جهت است (قطه‌ای) مانند اسپارک (براده برداری جرقه‌ای)</p>	 <p>④</p>

كيفية سطح



کیفیت سطح

روش‌های تولید	Ra									روش‌های تولید	Ra								
	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64		0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64
 <p>مشه‌کاری</p>																			
 <p>موزکاری</p>																			
 <p>داخل تراشی</p>																			
 <p>تراشکاری</p>																			
 <p>سنگ زنی خارجی (یا داخلی)</p>																			
 <p>هونینگ، گونه‌ای از سنگ‌زنی با برداخت عالی</p>																			

کیفیت سطح

Ra												روشن‌های تولید	
۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۲۵	۶۳	۳۲	۱۶	۸	۴	۲	۱		μm
۵۰	۲۵	۱۲/۵	۶/۳	۳/۲	۱/۶	۰/۸	۰/۴	۰/۲	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۲۵		μm
													برداشت با ابزار نرم برداشت عالی
													صیقل دادن جلا دادن با پارچه جلا دادن الکترولیتیک
													سنگزنی دقیق صاف کردن با ابزار گلطان تحت فشار
													سنگ سنباده سنگزنی خارج از مرکز سنگزنی قائم سنگزنی افقی
													تراشکاری داخلی برای برداشت خان کنسی برق‌کاری
													ساییدن با جرقه تسایرکاری
													تراشکاری با الماس با فولاد کاربید ظریف خشن
													لوزکاری لوزکاری شیبی

کیفیت سطح

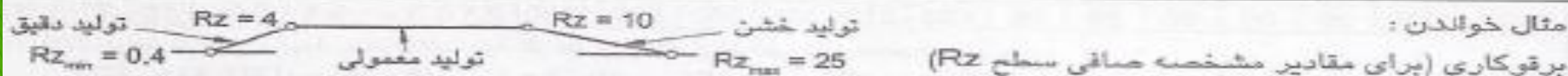
Ra														روش های تولید	
2.0	1.0	0.5	0.25	0.125	0.063	0.0315	0.016	0.008	0.004	0.002	0.001	0.0005	0.00025		μm
0.05	0.025	0.0125	0.0063	0.00315	0.0016	0.0008	0.0004	0.0002	0.0001	0.00005	0.000025	0.0000125	0.0000063		μm
															لوزکاری لوزکاری شیبی
															سطوح تراشی ظرفها خشان
															کشیدن از داخل یک قید
															تورق سوراخ مخوم
															ریخته گری پلاستیک فلزات
															منه کاری تمیزکاری با ذرات نهن سوهان کاری
															ریخته گری در قالب در بوته در ماسه
															اره کاری آهنگری برش با سنبه

کیفیت سطح

زبری قابل حصول سطوح^{۱)}

فرآیند تولید		Rz به μm در نوع تولید			Ra به μm در نوع تولید				
		دقیق min.	معمول تا ... از	خشن max.	دقیق min.	معمول تا ... از	خشن max.		
شکل گیری	تحت فشار : ریخته‌گری قالب فلزی در ماسه	4	10...100	160	—	0,8...30	—		
		10	25...160	250	—	3,2...50	—		
		25	63...250	1000	—	12,5...50	—		
	تف‌جوش	با کیفیت تف‌جوشی با کیفیت کالیبره‌شده	—	2,5...10	—	—	0,4...1,6	—	
—		1,6...7	—	—	0,3...0,8	—			
شکل دادن	اکستروژن سرد	4	25...100	400	0,8	3,2...12,5	25		
	قالب بسته	10	63...400	1000	0,8	2,5...12,5	25		
	اکستروژن گرم	4	25...100	400	0,8	3,2...12,5	25		
	کشش عمیق ورق	0,4	4...10	16	0,2	1...3,2	6,3		
جدا کردن	نورد براق	0,1	0,5...6,3	10	0,025	0,06...1,6	2		
	براده‌برداری	0,8	2,8...10	16	0,1	0,4...1	3,2		
	الکتریکی	1,5	5...10	31	0,2	0,45	6,3		
	تکه‌تکه کردن	برش شعله‌ای	16	40...100	1000	3,2	8...16	50	
		برش لیزری	—	10...100	—	—	1...10	—	
		برش پلاسمایی	—	6...280	—	—	1...10	—	
		برش قیچی	—	10...63	—	—	1,6...12,5	—	
	برش آبی	سوراخکاری کامل : سوراخکاری	16	40...160	250	1,6	6,3...25	50	
		گشاد کردن سوراخ	0,1	2,5...25	40	0,05	0,4...3,2	12,5	
		خزینه‌کاری	6,3	10...25	40	0,8	1,6...6,3	12,5	
		برفوکاری	0,4	4...10	25	0,2	0,8...2	6,3	
		تراشکاری	طول تراشی	1	4...63	250	0,2	0,8...12,5	50
			کف تراشی	2,5	10...63	250	0,4	1,6...12,5	50
		فرزکاری	محیطی، پیشانی	1,6	10...63	160	0,4	1,6...12,5	25
			کورس کوتاه	0,04	0,1...1	2,5	0,006	0,02...0,17	0,34
		هونینگ	کورس بلند	0,04	1...11	15	0,006	0,13...0,65	1,6
لبینگ			0,04	0,25...1,6	10	0,006	0,025...0,2	0,21	
فوق لبینگ		—	0,04...0,25	0,4	—	0,005...0,035	0,05		
سنگ‌زنی		0,1	1,6...4	25	0,012	0,2...0,8	6,3		

۱) مقدار زبری اگر در DIN 4766-1 (منسوخ) نباشد طبق اطلاعات صنعتی و فنی داده شده می‌باشد.



کیفیت سطح

مقادیر پیشنهادی استاندارد برای درجه زیری و مقایسه آن با Ra

۵۰	۲۵	۱۲/۵	۶/۳	۳/۲	۱/۶	۰/۸	۰/۴	۰/۲	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۲۵	میانگین ارتفاع زیری Ra بر حسب μm
N12	N11	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1	درجه زیری N

ملموم (طبق DIN 4141)

علامت صافی سطح

سطح : پرداخت
شیارها یا چشم غیرمسلح هم دیده می‌شوند، اما با دست لمس نمی‌شوند.



شکل ۴

سطح : پرداخت ظریف
شیارها دیگر یا چشم غیرمسلح دیده نمی‌شوند.



شکل ۵

سطح : پرداخت خیلی ظریف



شکل ۶

سطح : خام
سطح به همان صورتی که تولید شده، باقی خواهد ماند.
(بدون توجه به روش تولید)



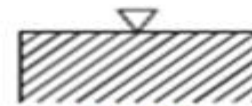
شکل ۱

سطح : خام
با روش بدون براده برداری دقیق حاصل می‌شود.



شکل ۲

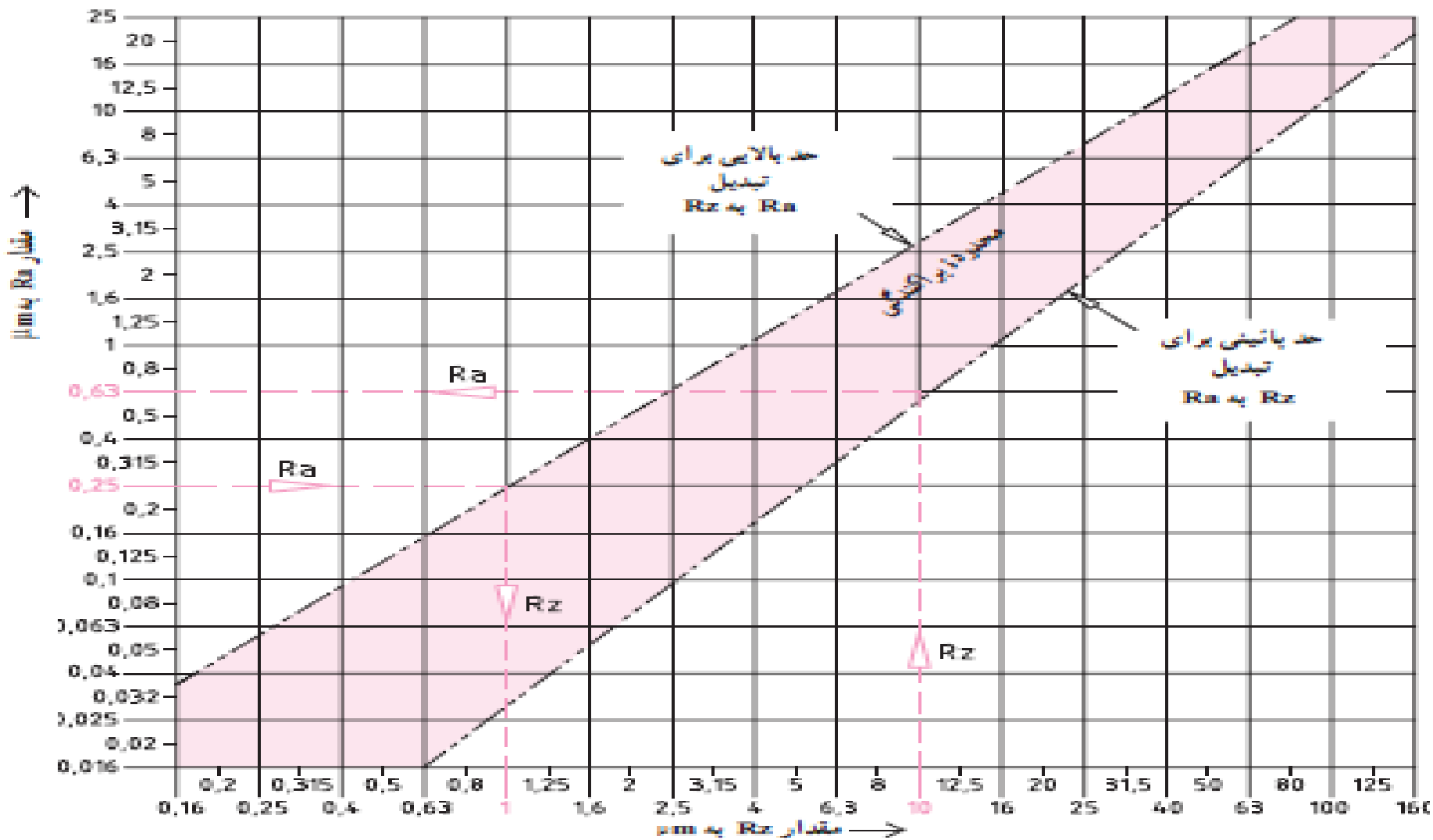
سطح : زیر
با روش براده برداری خشن حاصل می‌شود.
شیارها محسوس بوده و با چشم غیرمسلح دیده می‌شوند.



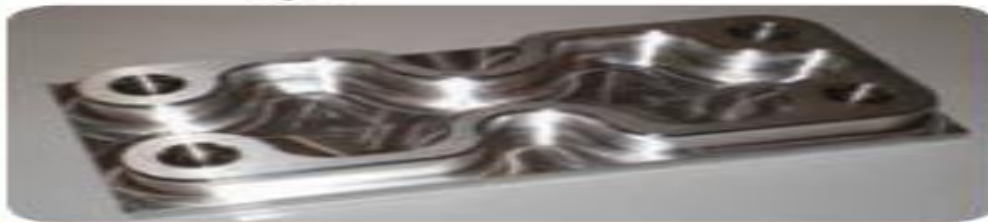
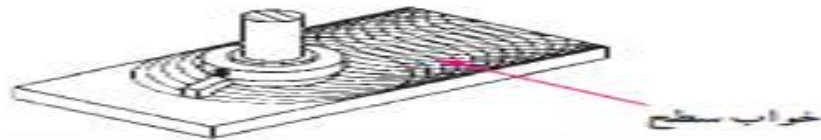
شکل ۳

کیفیت سطح

* برای تبدیل Rz به Ra از روی محور عمودی مثلاً مقدار $Ra=0,25\mu m$ را انتخاب می‌کنیم به سمت راست امتداد می‌دهیم. پس از برخورد با اولین خط شیب‌دار (حد بالایی محدوده پراکندگی) آن را به سمت پایین امتداد می‌دهیم تا مقدار $Rz=1\mu m$ به دست آید.



کیفیت سطح



به نقش‌های به جا مانده از روش ماشین‌کاری در شکل بالا توجه کنید.

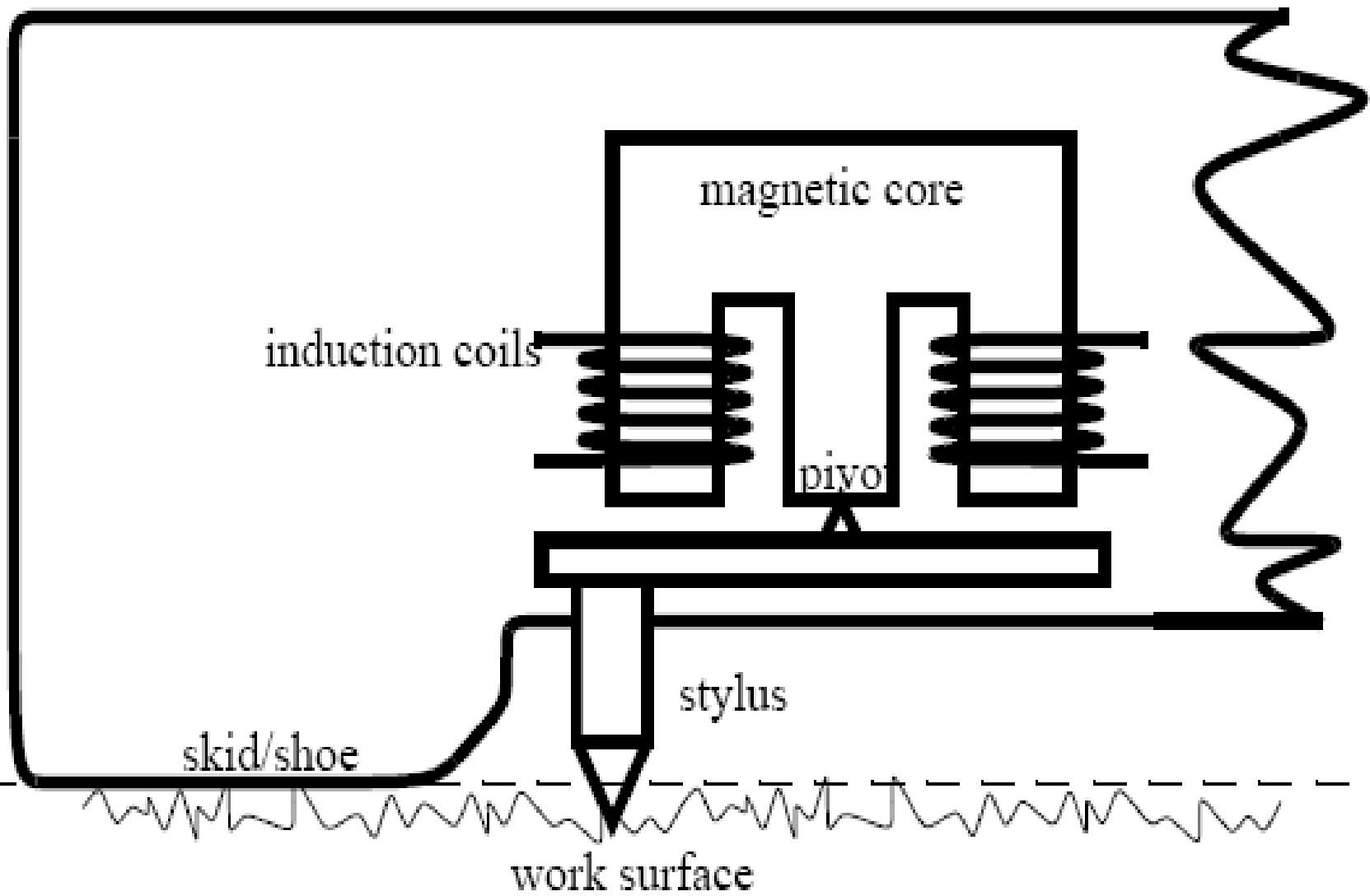
کیفیت سطح

با دستگاه‌های ثابت یا سیار مقدار کیفیت سطح برای Ra یا Rz قابل نمایش است و چاپ نمودار آن، به همراه سایر مقادیر و پارامترهای دیگر زبری سطح نیز، امکان پذیر است.



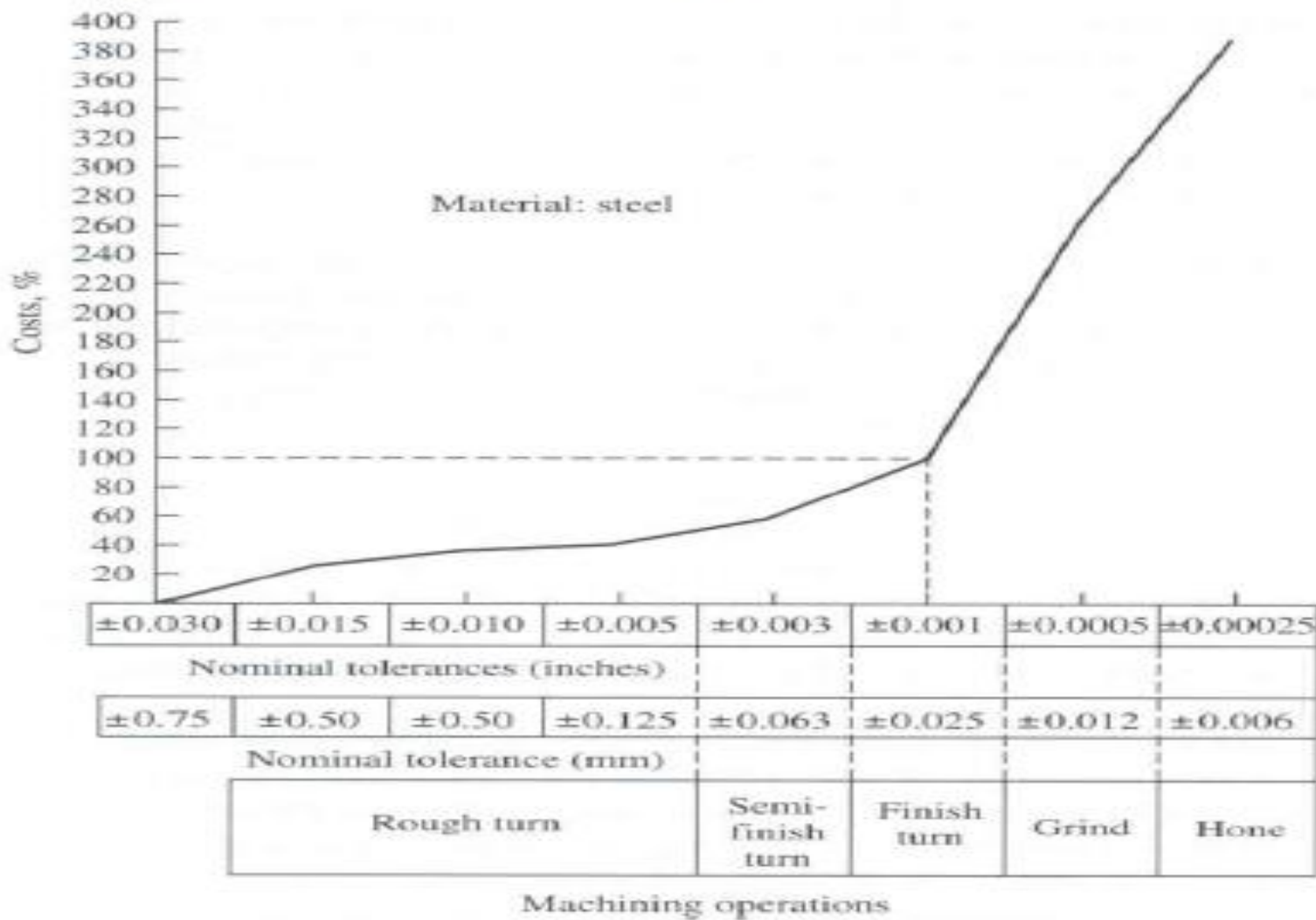
کیفیت سطح

direction of travel over surface



کیفیت سطح

Manufacturing Process



مفهوم نقطه مبنا در دستگاه (سیستم)

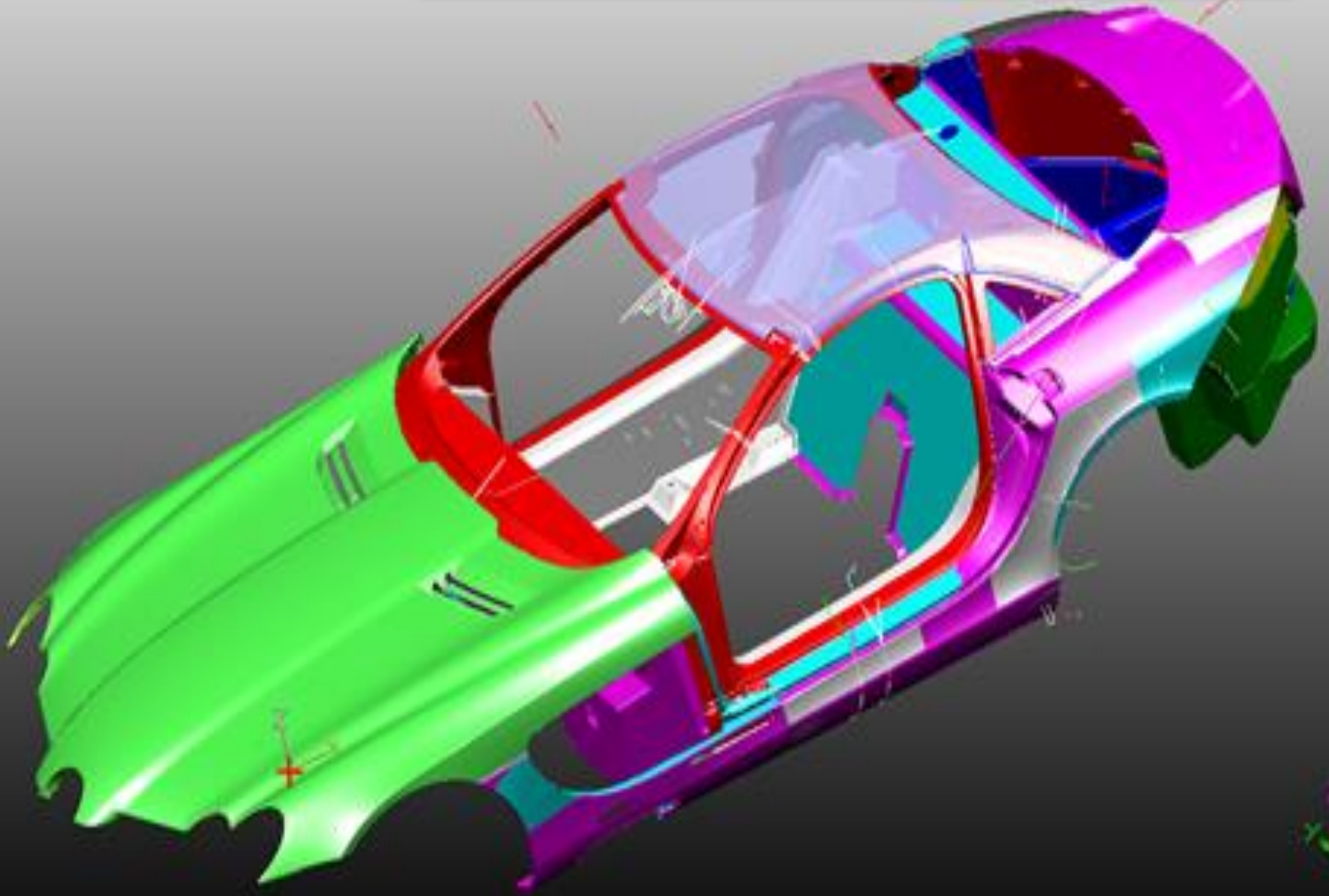
(S.P) = Start Point

جهت تعیین محل استقرار قطعات در یک نقشه مونتاژ سیستم نیاز به مبناى اصلی می باشد، که از یک کره به قطر 10 میلیمتر استفاده می شود ، که با علامت اختصاری (S.p) نمایش می دهند.

(C . L) = Car Line

جهت نمایش محل مبنا در خودرو از (C.L) استفاده می شود که به آن خط خودرو گفته می شود (اصولاً این محل مرکز محور طولی و روی سپر جلوی ماشین می باشد).
در طراحی دستگاه های صنعتی نیز اینگونه عمل می شود.

مفهوم نقطه مبنا در دستگاه (سیستم)



تولانس هندسي (مهندسي همزمان)

مهندسي همزمان قرآيندي است كه نتيجه آن حاصل بازيابي، مهندسي، ساخت، بازي، مونتاز و خدمات است. مهندسي همزمان اغلب حاصلش محصولات بهتر با قيمت‌هاي كمتر است.

مهمترين عامل ، تعويض پذيري و تکرار پذيري قطعات است .
GD&T يك زبان مهندسي بين المللي است .

زبان مشترك : طراحي ، ساخت و كنترل مي باشد .

*Engineering
Tolerance*

Product Design



Quality Control

Manufacturing

تیرانس هندسی (مهندسی همزمان)



Tractor Transmission



Five-speed Manual Transmission

تیرانس هندسی (مهندسی همزمان)

Example – *Fitting bearings*



Slot machine



Worm gear box

تلرانس هندسی (مهندسی همزمان)

تلرانس هندسی : عامل کاهش هزینه ، زمان و عدم دوباره کاری

تاریخچه GD & T

با شروع جنگ جهانی دوم اشکالات تلرانس ابعادی مشخص گردید، به طوری که جهت مونتاژ مجموعه های جدید با استفاده از قطعات سالم با قیمانده مشکلات عدیده ای به وجود آمد که مونتاژ به راحتی انجام نمی شد.

بریتانیا معین نمود که عامل آن ناشی از ضعف در سیستم تلرانس گذاری مثبت و منفی، و مهمتر از آن عدم اطلاعات کامل از نقشه های مهندسی بود.

تلرانس هندسی (مهندسی همزمان)

با توجه به نیاز های جنگ ، بریتانیا (انگلستان) در یک نو آوری آنها را استاندارد کرد.

بریتانیا چاپ یک سری استاندارد های نقشه کشی اولیه را در سال 1944 ادامه داد و در سال 1948 کتاب آنالیز ابعادی یک طرح مهندسی را چاپ کرد. این اولین استاندارد جامعی بود که مفاهیم اصلی تلرانس گذاری موقعیت صحیح را به کار گرفت.

اولین استاندارد به وسیله انجمن استانداردهای ملی آمریکا (ANSI) چاپ شد. که جایگزین (ASA) گردید و به عنوان ANSI Y 14.5 شناخته شد. بنابراین یک استاندارد نوین در سال 1982 چاپ شد. استاندارد فعلی Y14.5 در سال 1994 چاپ شد.

تفرانس هندسي (مهندسي همزمان)

تاريخچه GD&T (به اختصار)

- ❖ 1945: اولين بار تفرانس موقعيت مطرح گرديد.
- ❖ 1956: استاندارد آمريكايي ASA Y14.5 منتشر گرديد و توسط صنايع نظامي پذيرفته شد.
- ❖ 1973: تفرانسهاي هندسي در شهر لندن استاندارد شد.
- ❖ 1977: توافقات جديد در شهر اوتاوا صورت پذيرفت.
- ❖ 1982: استاندارد تفرانسهاي هندسي توسط ANSI تجديد نظر شد.
- ❖ 1994: استاندارد تفرانسهاي هندسي از ANSI به ASME تغيير نام داد.

تفرانس هندسي (مهندسي همزمان)

- ❖ هدف از تفرانسهاي هندسي
- ❖ شناخت تفرانسهاي هندسي
- ❖ تفسير هريك از تفرانسهاي هندسي
- ❖ رابطه بين تفرانسهاي مختلف

❖ GD&T يك زبان بين المللي

- ❖ تفرانسهاي هندسي و ابعادي يك زبان بين المللي است كه براي معرفي دقيق يك قطعه بكار برده ميشود.
- ❖ اين زبان شامل: علائم؛ قوانين و تعاريفي است كه تفرانسهاي ابعاد؛ فرم؛ راستا و موقعيت فيچرهاي يك قطعه را توضيح ميدهد.

GD&T يك زبان صحيح:

تفرانسهاي هندسي يك زبان صحيح است كه طراح توسط آن قادر است "آنچيزي كه منظورش ميباشد" در نقشه بيان كند؛ بنابراین طرحهاي توليدي بهبود مي يابد.

تفرانسهاي هندسي بحث و جدال؛ حدس زدن در كار؛ فرضيات در تمامي فرايندهاي توليد و بازرسي را کاهش ميدهد.

GD&T ارتباط صحيح بين بخشهاي طراحي؛ توليد و كنترل (آزمایشگاه) ميباشد. اگر تفرانسهاي هندسي بدرستي اعمال شود؛ توليد قطعات اقتصادي تر بوده و بازده بيشتري خواهد داشت.

❖ منظور از GD&T :

❖ روش صحيح اندازه گذاري و تفرانس گذاري نقشه با توجه به عملکرد قطعه ميباشد.

❖ GD&T وقتي بكار ميرود:

❖ مشخصه هايي از قطعه؛ در عملکرد يا تعويض پذيري آن مهم باشد

❖ براي هماهنگي بين طراحي؛ ساخت و بازرسي از مبنا استفاده ميشود.

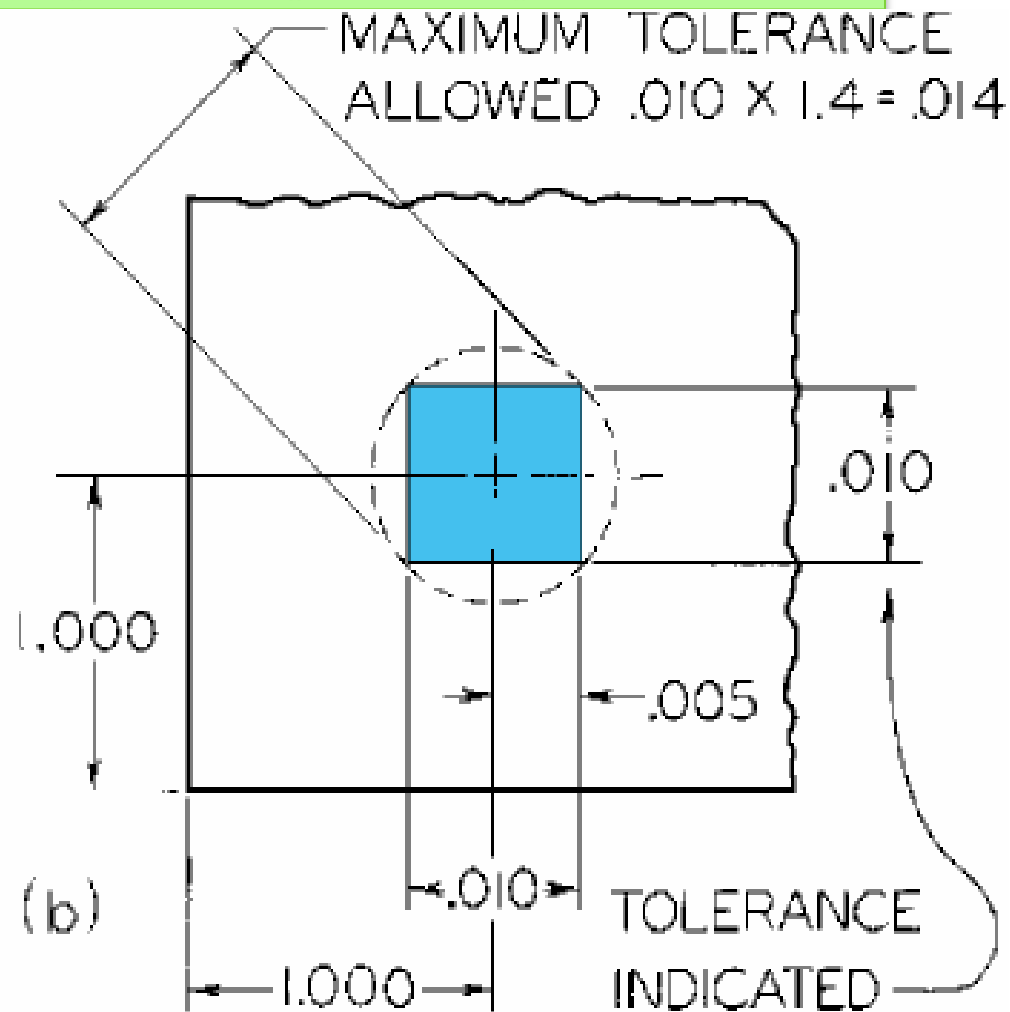
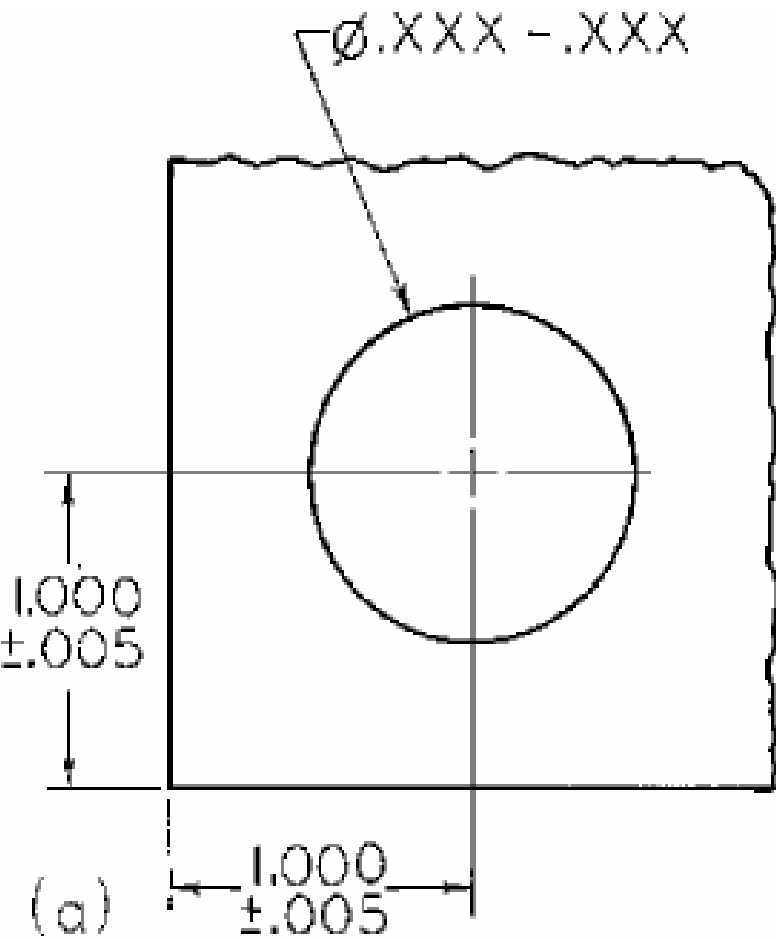
❖ زمانيکه در طراحي و ساخت از کامپيوتر استفاده ميشود.

❖ اشکالات سیستم مختصاتی

- ناحیه تفرانسی مقطعی چهار گوش دارد .
- ناحیه تفرانس ثابت است.
- مبناها صراحتاً مشخص نیست .
- ترتیب مبناها مشخص نیست.
- دستورالعمل مبهم برای بازرسی .

ضعف های تolerانس گذاری مختصاتی

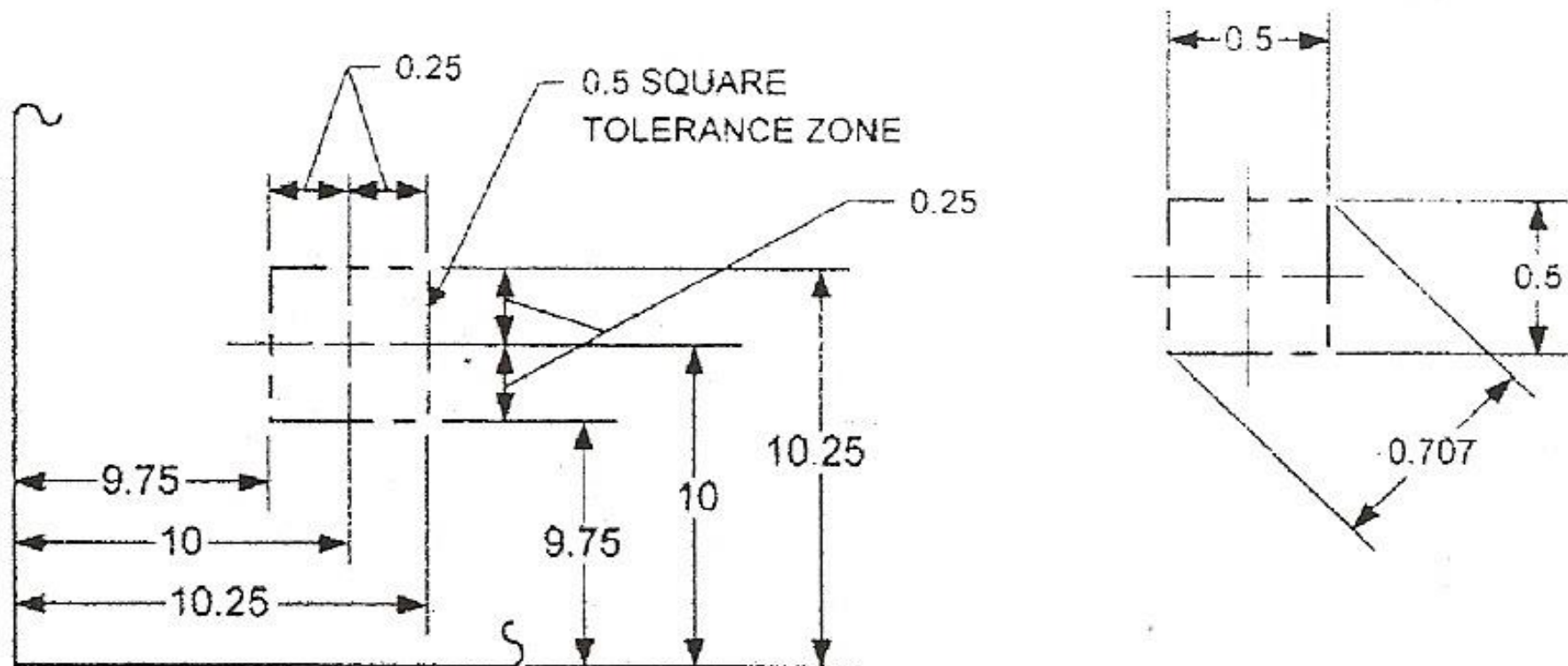
ناحیه تolerانسی مختصاتی و هندسی



ضعف های تolerانس گذاری مختصاتی

❖ ناحیه تolerانسی مقطع چهار گوش دارد:

تشکیل یک ناحیه تolerانسی مربعی 0.5 را نشان می دهد. جنبه غیر منطقی ناحیه تolerانسی مربعی این است که مکان سوراخ در جهت افطار مربع نسبت به جهات افقی و عمودی در فاصله دورتری قرار می گیرد. یک نگرش عملی و منطقی این است که در تمام جهات، تolerانس یکسانی را با ایجاد ناحیه تolerانسی دایره ای داشته باشیم.



ضعف های تفرانس گذاری مختصاتی

نواحی تفرانس گذاری با اندازه ثابت :

حال بیاید ببینیم چگونه تفرانس گذاری مختصاتی از نواحی تفرانس با اندازه ثابت استفاده می کند. در

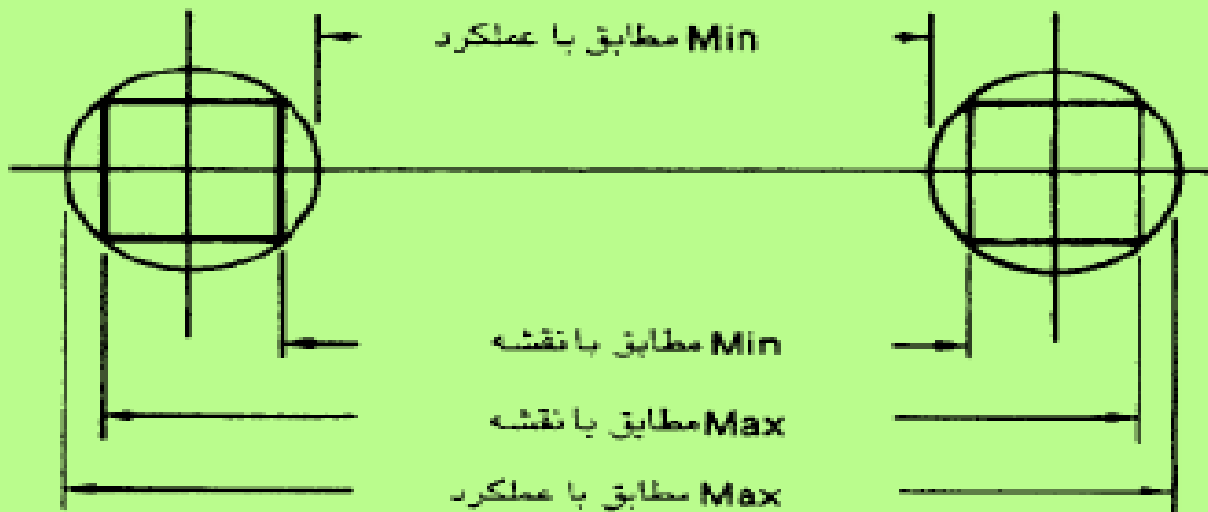
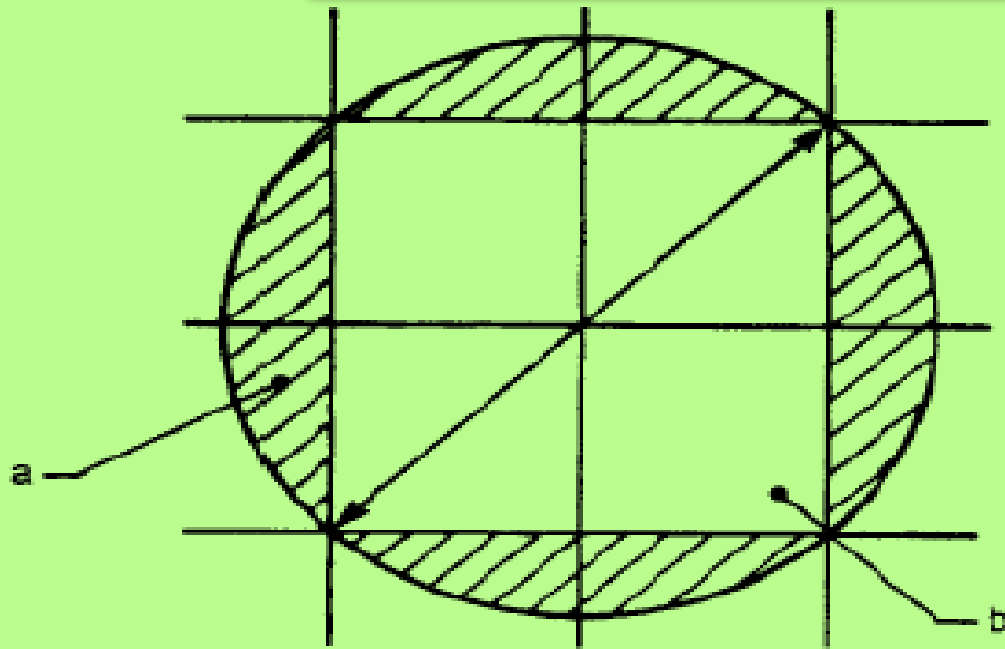
مشخصات نقشه مرکز سوراخ باید در یک ناحیه تفرانس مربعی 5×5 قرار گیرد، اگر چه سوراخ در حد کوچکترین

یا بزرگترین اندازه اش باشد. وقتی هدف ما از ایجاد سوراخ مونتاژ قطعه ای در آن باشد، مکان سوراخ در حالتی که

در حداقل اندازه اش باشد خیلی بحرانی می شود. اگر اندازه واقعی سوراخ بزرگتر از حداقل اندازه اش باشد، تفرانس

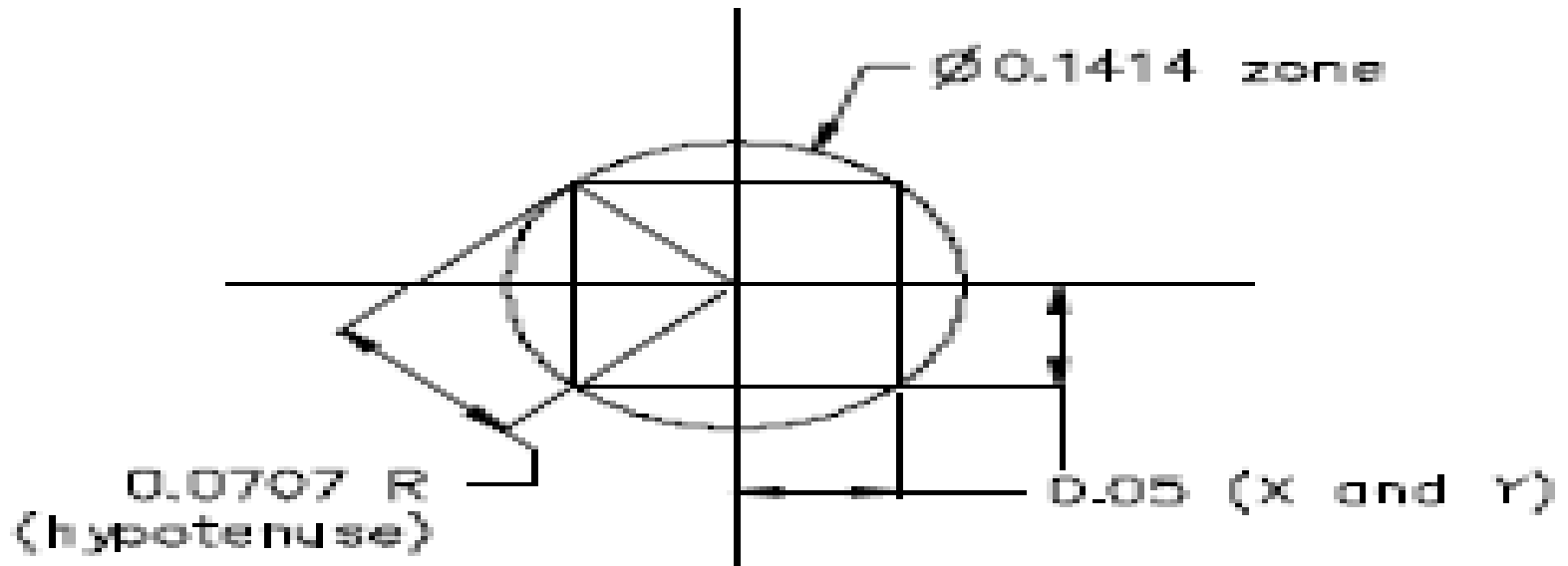
مکانی آن به همان نسبت بدون تأثیر در کارکرد قطعه می تواند بزرگتر باشد.

ضعف های تolerانس گذاری مختصاتی



ضعف های تolerانس گذاری مختصاتی

Tolerance Zone Comparison



$$2 \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \varnothing \text{ tolerance zone}$$

$$2 \sqrt{0.05^2 + 0.05^2} = 2(0.0707) = 0.1414 \varnothing \text{ tolerance zone}$$

Note: ± 0.05 square zone = \varnothing zone of 0.1414

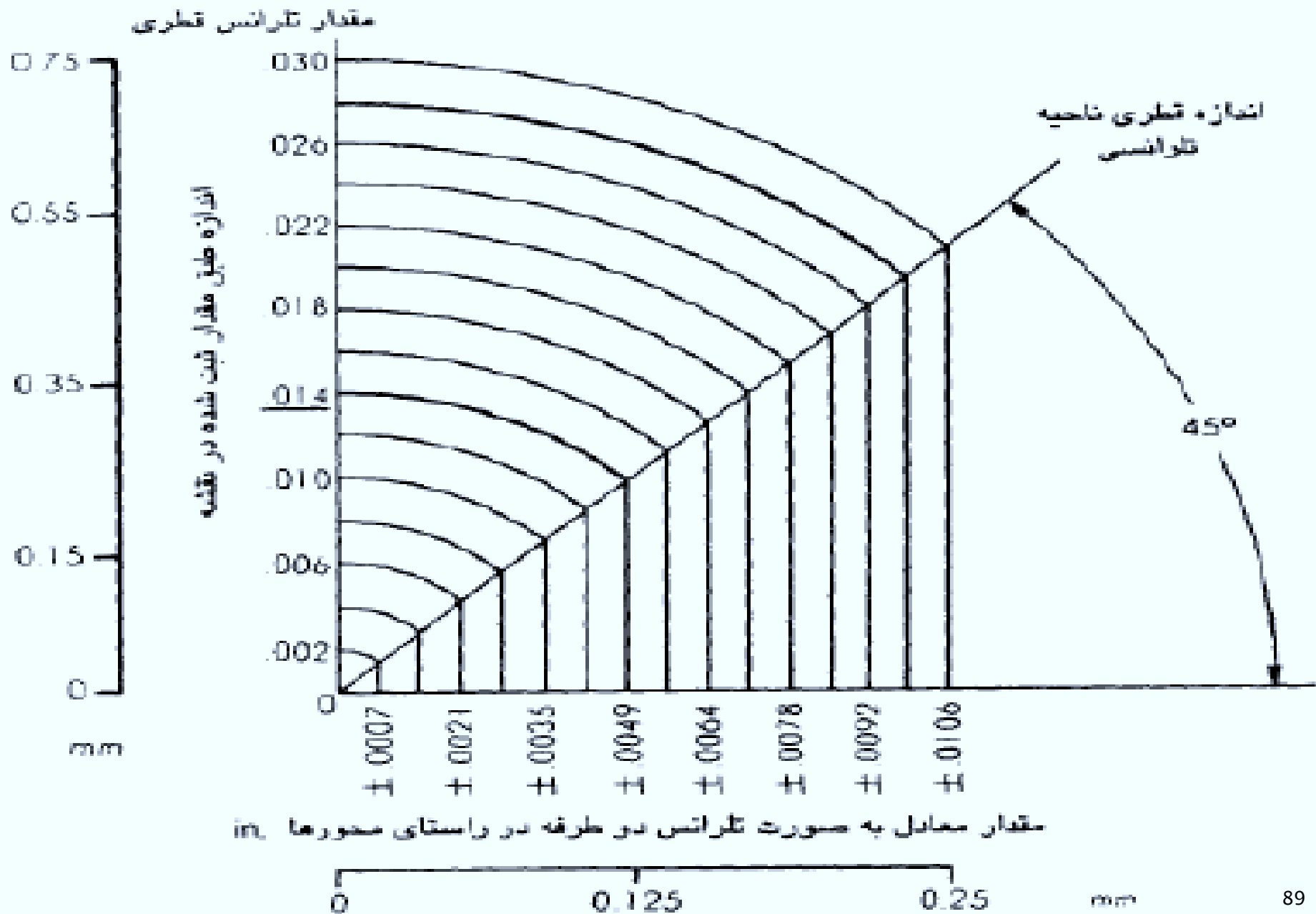
Note: Benefit of changing square zone to diameter tolerance zone is

*Increases position tolerance zone by 57 %

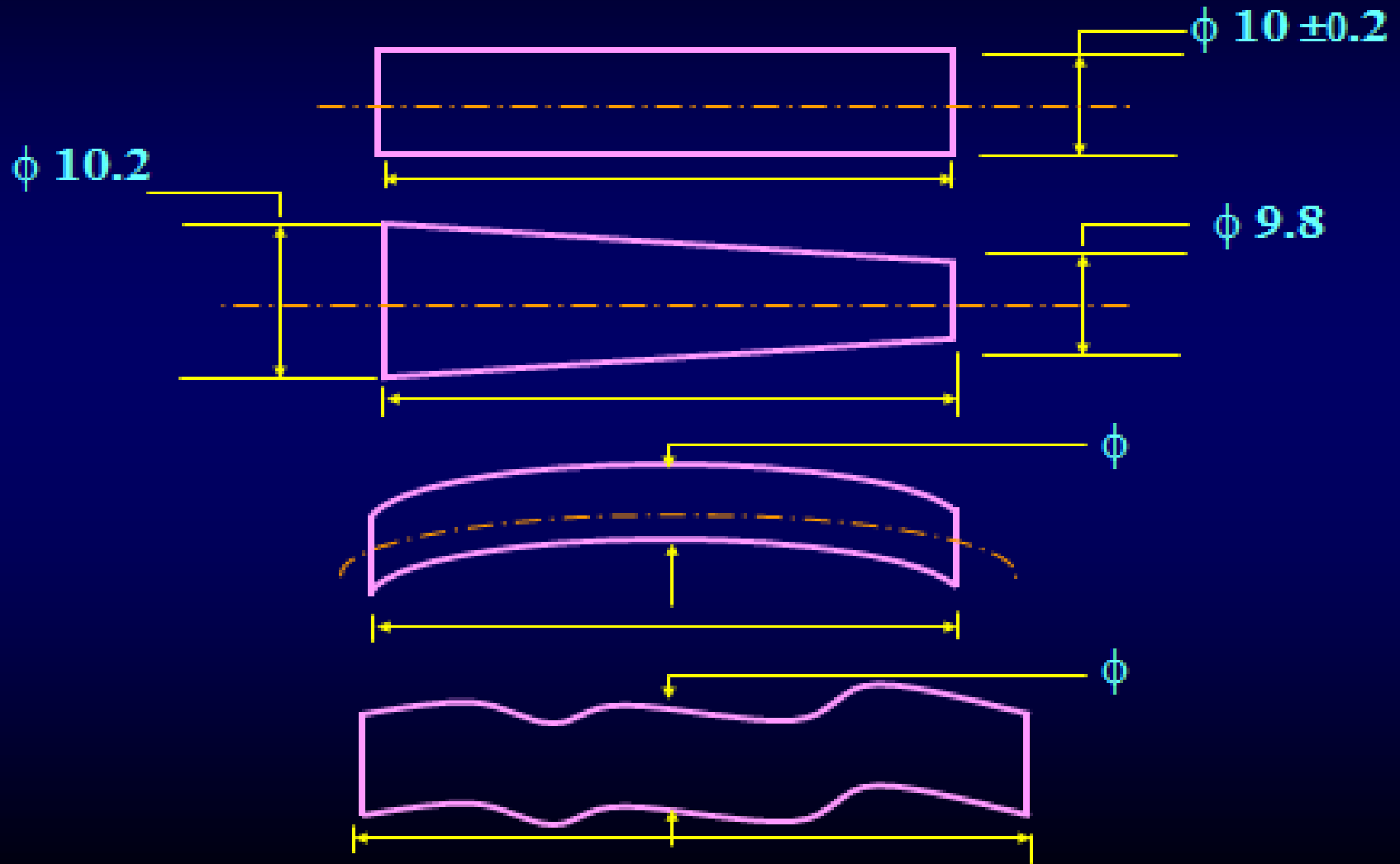
*Allows use of MMC principle

افزایش 57 درصدی سطح تolerانس حالت دایره ای به حالت مربعی

ضعف های تفرانس گذاری مختصاتی



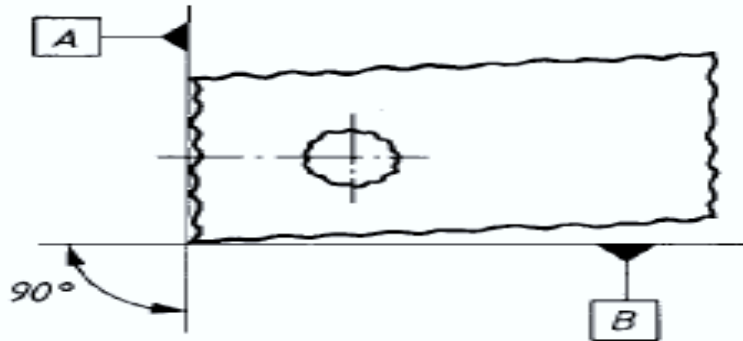
Some surprises



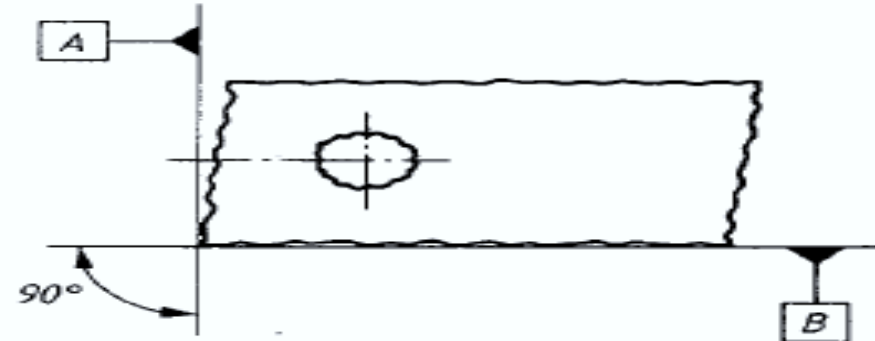
ضعف های تolerانس گذاری مختصاتی

ISO 5459-1981 (E)

دستورالعمل های مبهم بازرسی

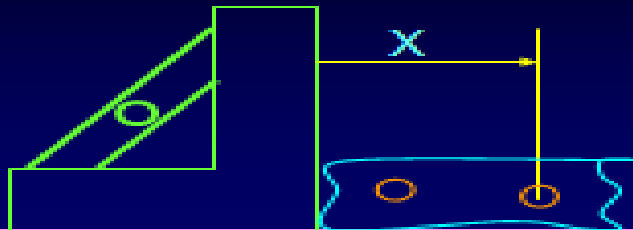


A = Primary datum
B = Secondary datum



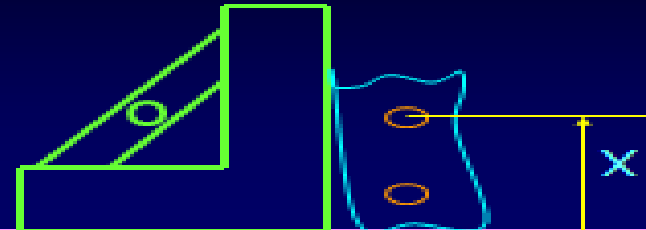
B = Primary datum
A = Secondary datum

Method of Inspection



SURFACE PLATE

This method for part measurement?



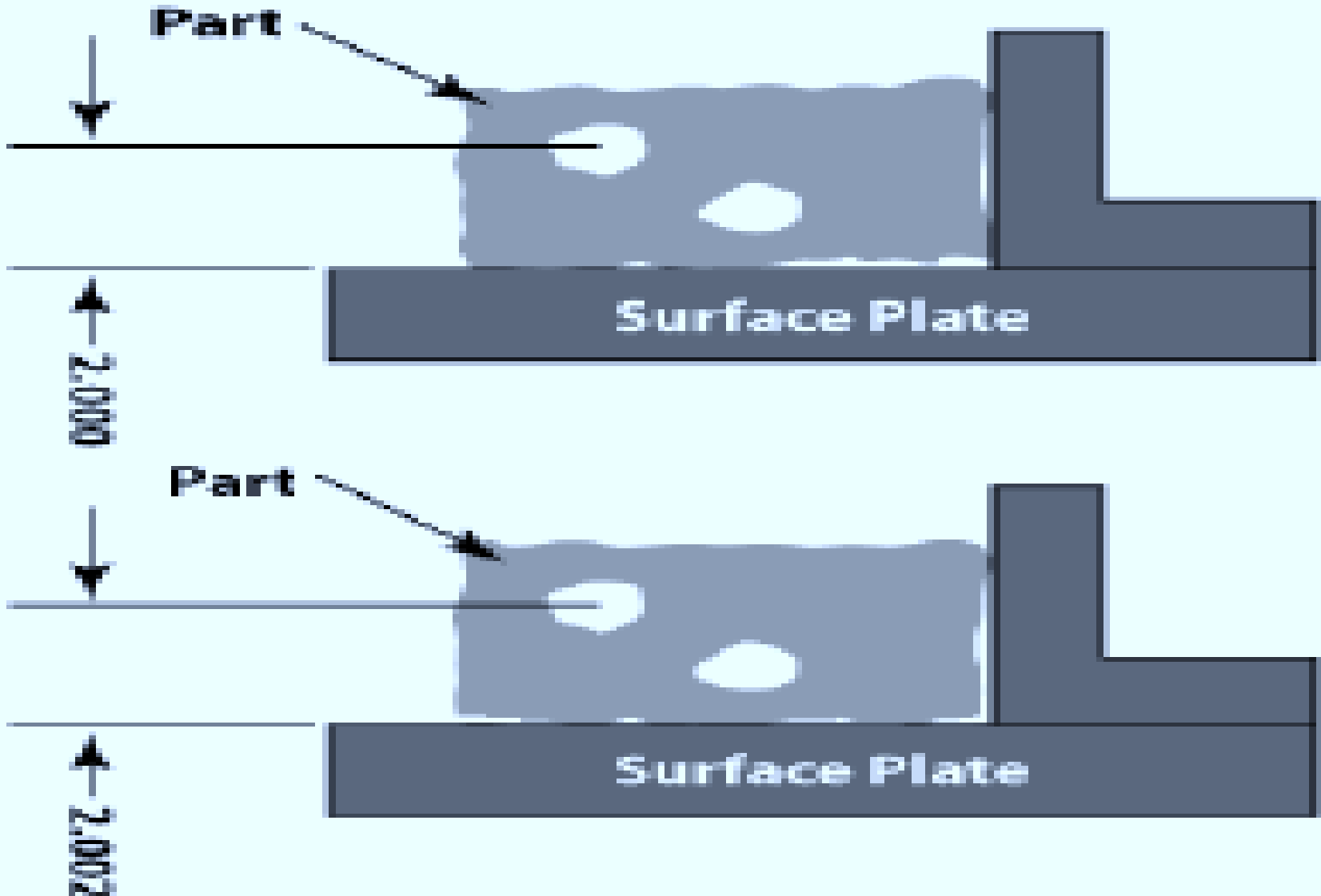
SURFACE PLATE

This method for part measurement?

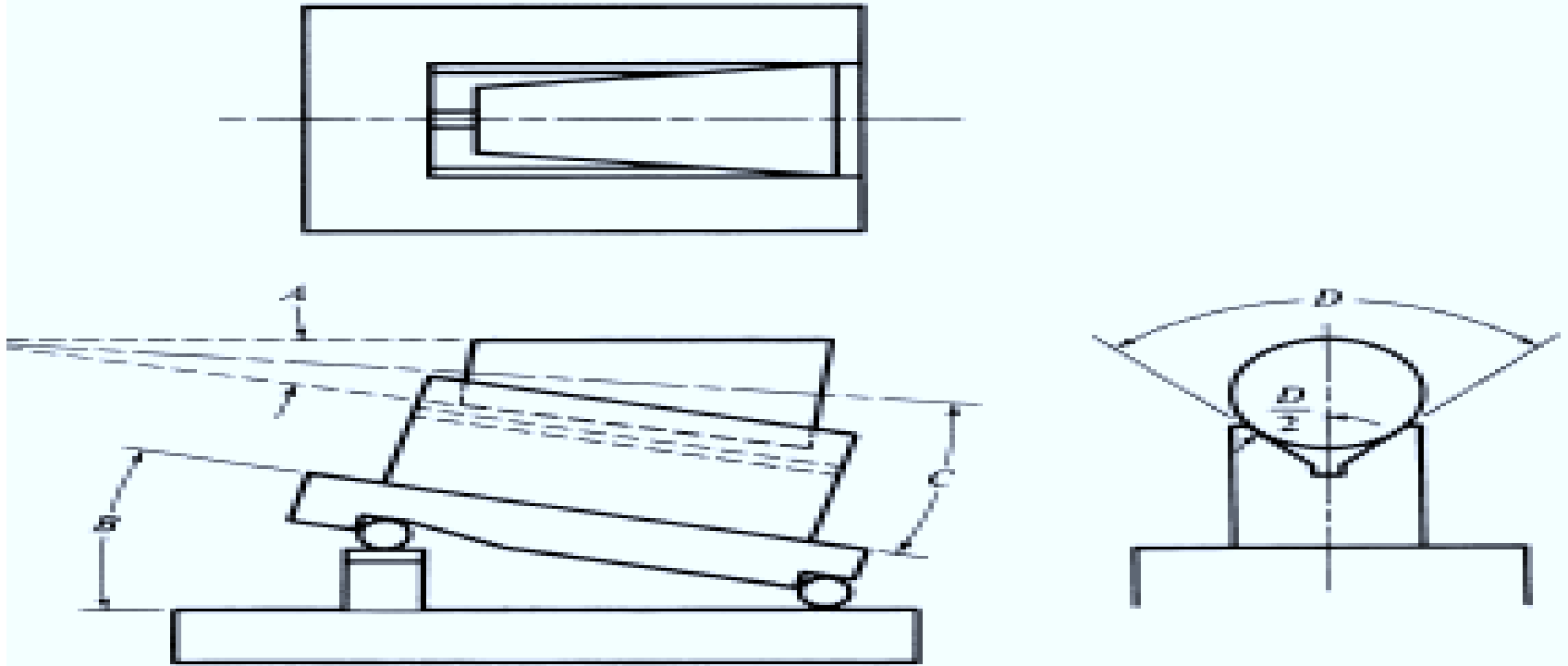
OR

ضعف های تلرانس گذاری مختصاتی

دستورالعمل های مبهم بازرسی



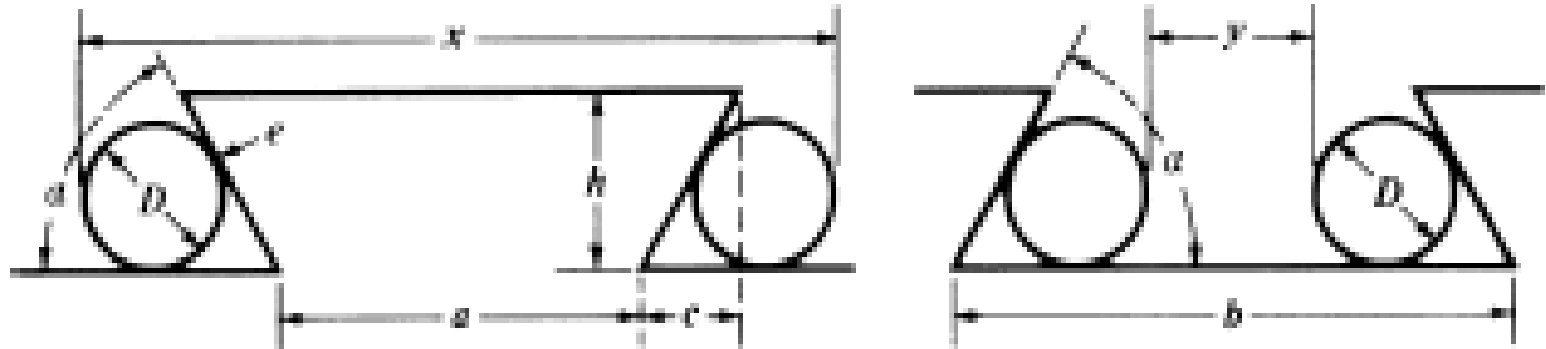
روش اندازه گیری شیب قطعات



$$\sin C = \frac{\sin(A/2)}{\sin(D/2)}$$

$$\tan \frac{A'}{2} = \frac{\sin B'}{\csc \frac{D}{2} + \cos B'}$$

روش اندازه گیری شیب قطعات

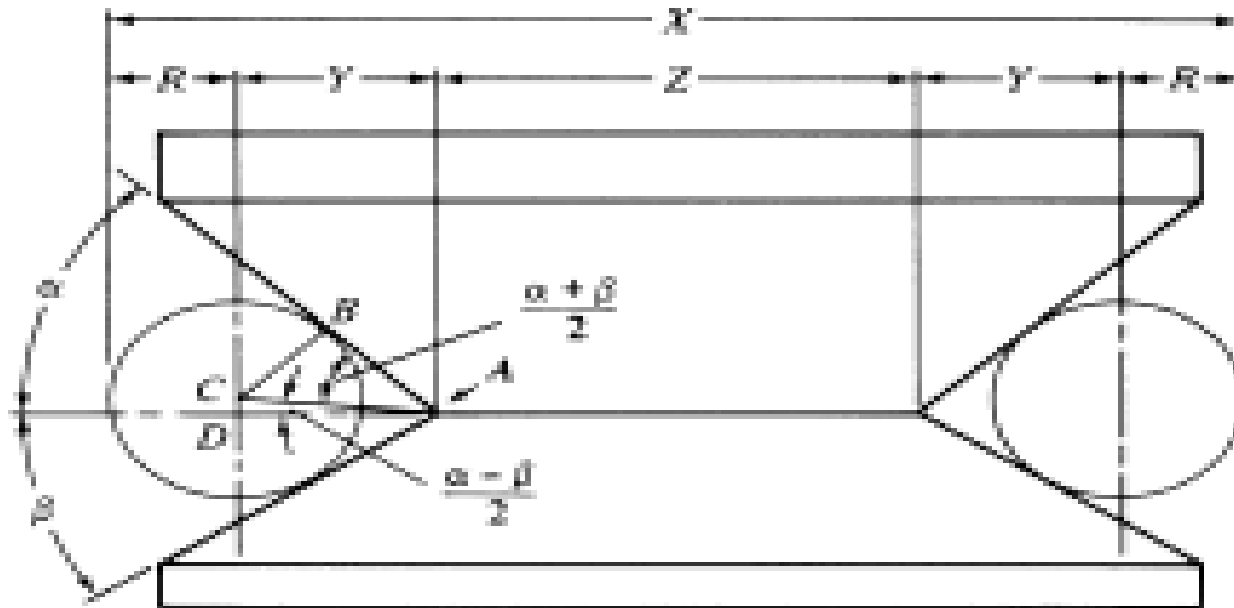


$$x = D(1 + \cot \frac{1}{2} \alpha) + a$$

$$y = b - D(1 + \cot \frac{1}{2} \alpha)$$

$$c = h \times \cot \alpha$$

روش اندازه گیری شیب قطعات



$$X = Z + 2R \left(\csc \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2} + 1 \right)$$

For example, if $R = 0.500$, $Z = 1.824$, $\alpha = 45$ degrees, and $\beta = 35$ degrees,

$$X = 1.824 + (2 \times 0.5) \left(\csc \frac{45^\circ + 35^\circ}{2} \cos \frac{45^\circ - 35^\circ}{2} + 1 \right)$$

$$X = 1.824 + \csc 40^\circ \cos 5^\circ + 1$$

$$X = 1.824 + 1.5557 \times 0.99619 + 1$$

$$X = 1.824 + 1.550 + 1 = 4.374$$

روش اندازه گیری منحنی

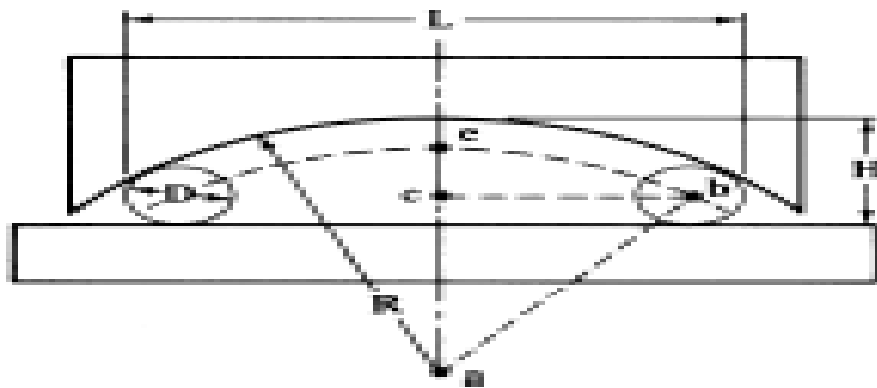


Fig. 8a.

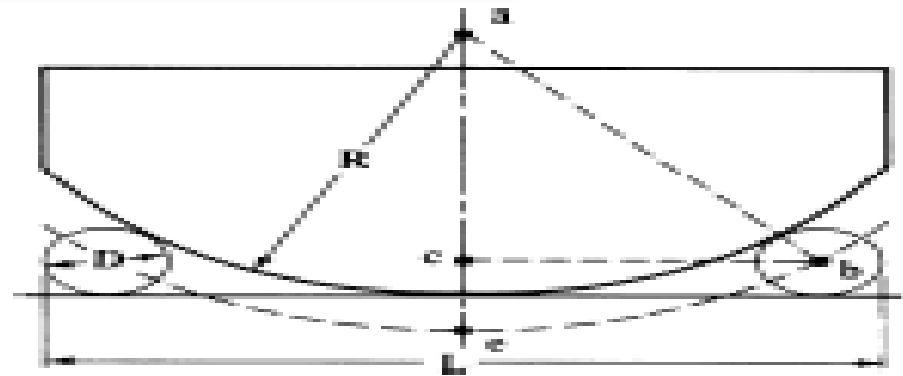


Fig. 8b.



Formulas:

$$R = \frac{(L - D)^2}{8(H - D)} + \frac{H}{2} \quad \text{(Concave gage Fig. 8a)}$$

$$R = \frac{(L - D)^2}{8D} \quad \text{(Convex gage Fig. 8b)}$$

For example: For Fig. 8a, let $L = 17.8$, $D = 3.20$, and $H = 5.72$, then

$$R = \frac{(17.8 - 3.20)^2}{8(5.72 - 3.20)} + \frac{5.72}{2} = \frac{(14.60)^2}{8 \times 2.52} + 2.86$$

$$R = \frac{213.16}{20.16} + 2.86 = 13.43$$

For Fig. 8b, let $L = 22.28$ and $D = 3.40$, then

روییای بزرگ GD&T

روییای بزرگ GD&T به خاطر تصور غلطی است که می گوید تئرانس گذاری هندسی هزینه های محصول را بالا می برد. این رویا از دو عامل ریشه می گیرد. اول ترس از نا آگاهی، زیرا این خیلی طبیعی است که انسان چیزهایی را که خوب نمی فهمد به آن شک کند.

عامل دوم که در خلق این رویا کمک می کند، ارائه طرح های ضعیف است.

اگر GD&T به درستی مورد استفاده قرار گیرد، در هزینه های صرفه جویی می شود. رویای بزرگ تئرانس گذاری هندسی با فهم بهتر آن توسط طراح و سازنده بر طرف می شود.

کسب دانش GD&T کلید موفقیت است.

❖ مزایای سیستم هندسی

❖ تولید ارزانتر قطعه به واسطه ناحیه تolerانس گرد و غیر ثابت بودن ناحیه تolerانسی.

❖ از توضیحات اضافه و وقت گیر در نقشه جلوگیری میشود.

❖ مشکل عدم تکرارپذیری در تولید و اندازه گیری به واسطه ترتیب مبنایها بوجود نمی آید.

❖ مشکل تعویض پذیری را برآحتی حل می کند.

❖ از حدس و گمان و فرضیات در باره آن می کاهد.

❖ زبان مشترک طراحی، ساخت و کنترل می باشد.

❖ طراحی محصول را بهتر می کند.

❖ تolerانس های تولید را افزایش می دهد.

نواحی تolerانسی گذاری در GD&T

ناحیه تolerانسی در GD&T

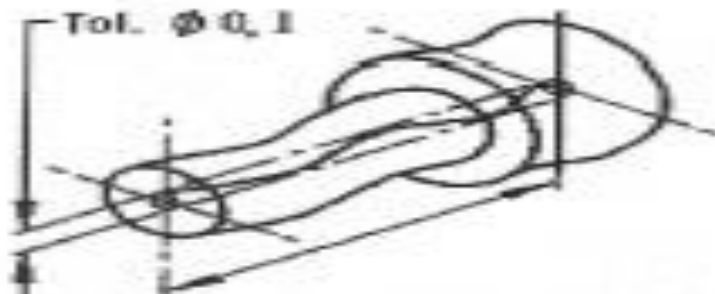
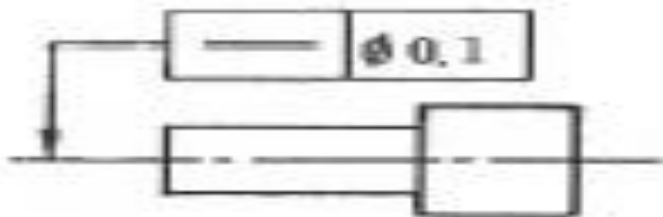
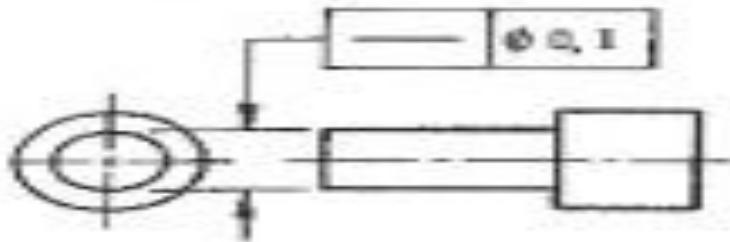
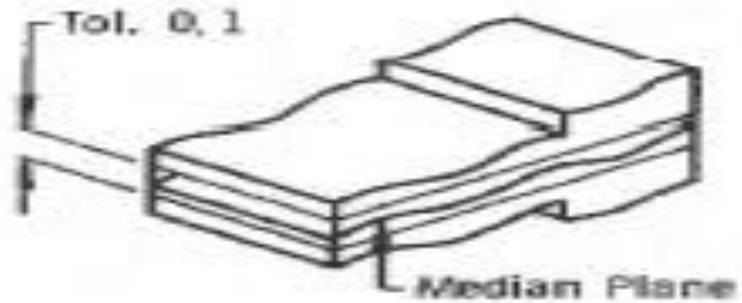
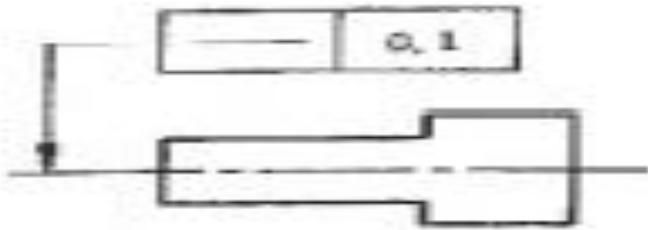
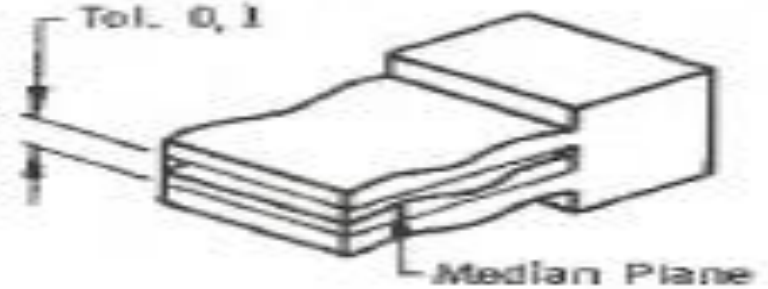
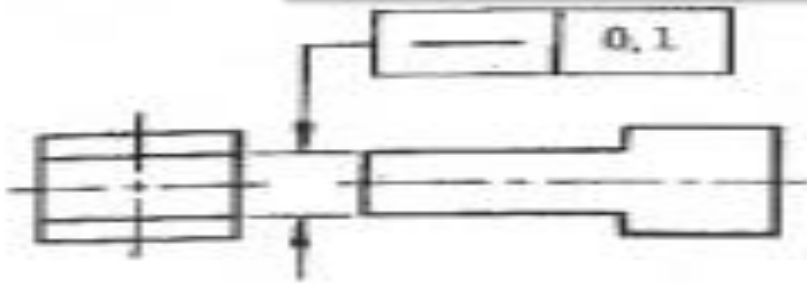
■ ناحیه تolerانسی فاصله

- فاصله بین دو خط موازی
- فاصله بین دو خط راست موازی
- فاصله بین دو صفحه موازی
- فاصله بین دو صفحه تخت موازی
- فاصله بین دو دایره هم مرکز
- فاصله بین دو استوانه هم محور

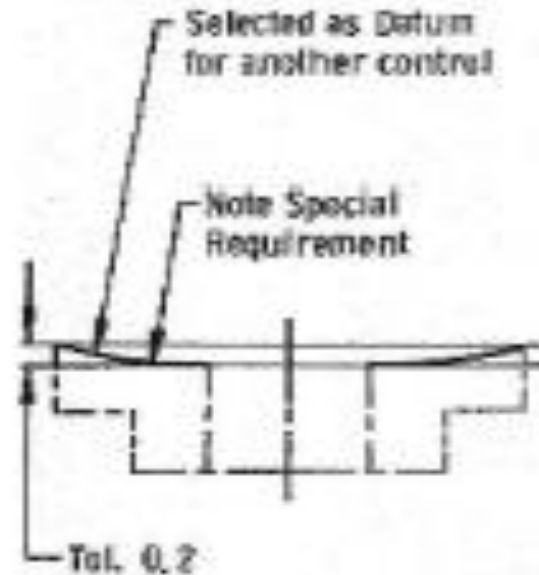
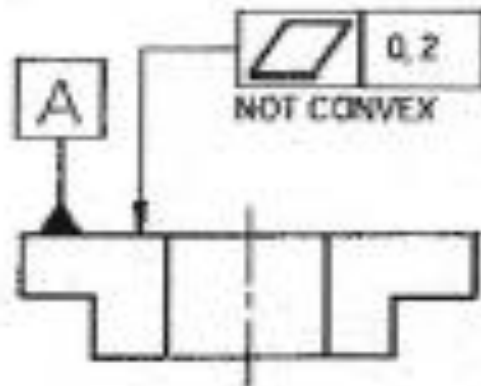
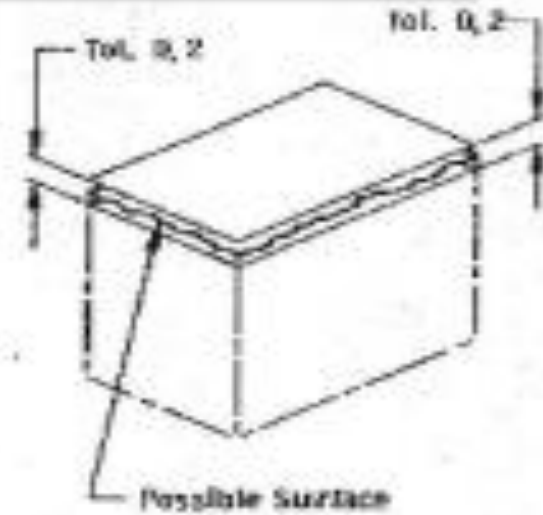
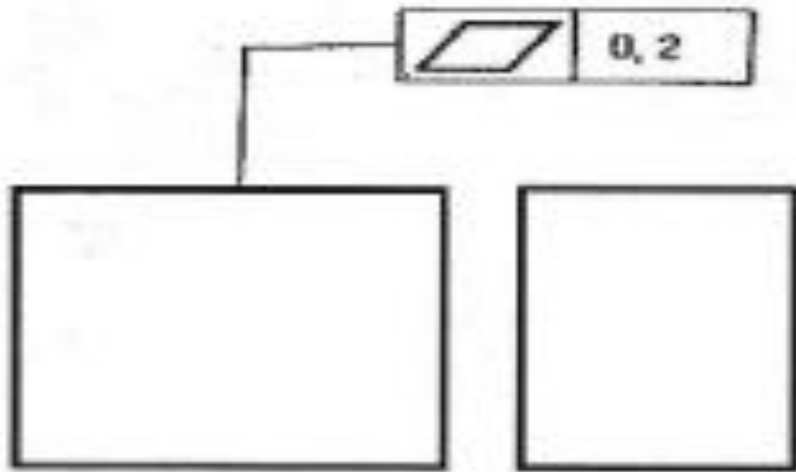
■ ناحیه تolerانسی قطری ()

- دایره
- استوانه
- کره

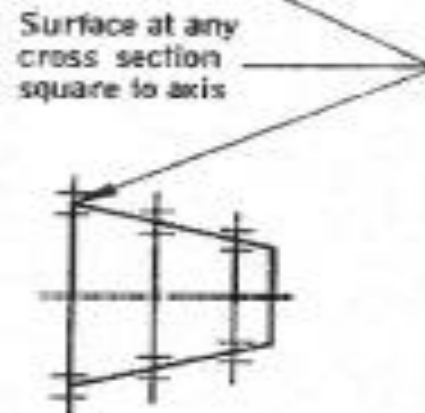
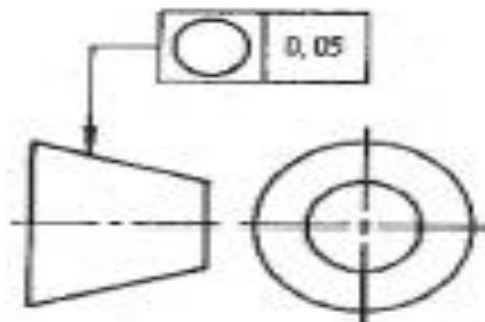
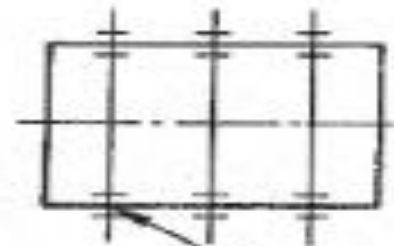
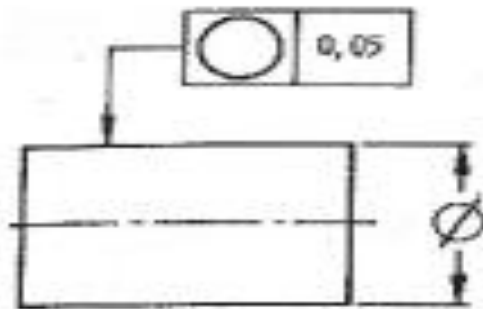
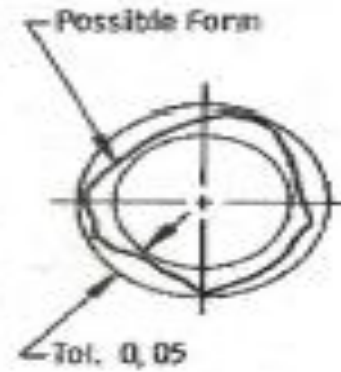
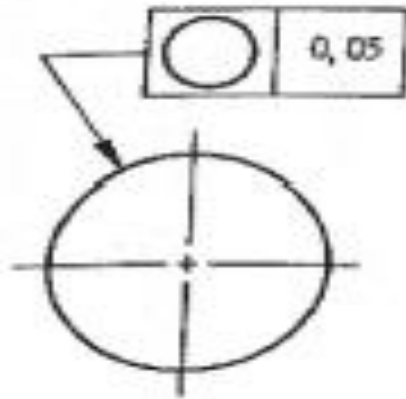
نواحی تلرانسی گذاری در GD&T



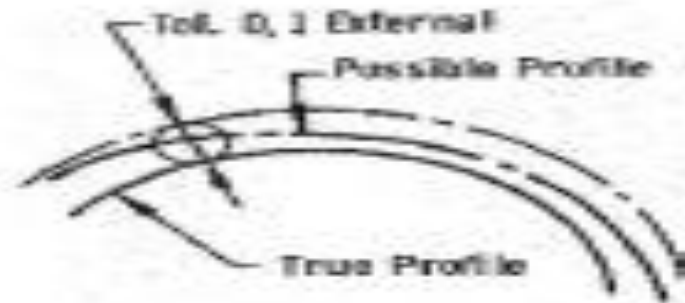
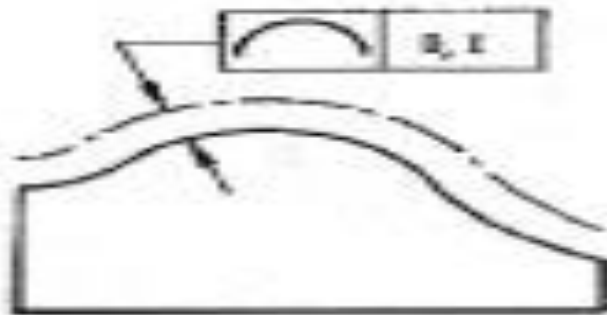
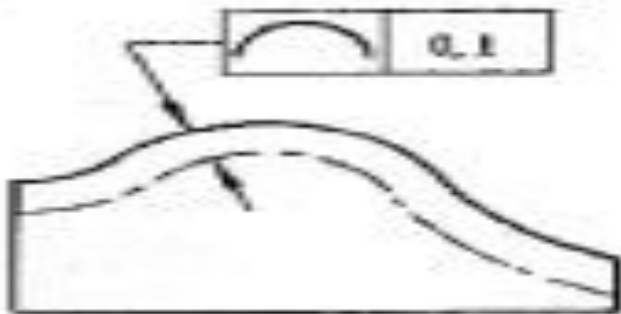
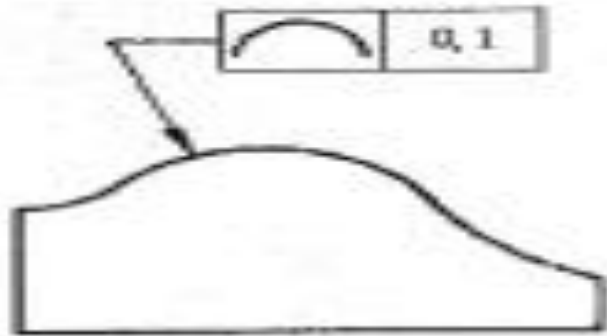
نواحی تلرانسی گذاری در GD&T



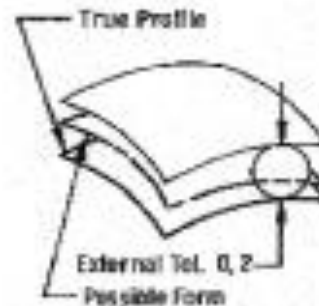
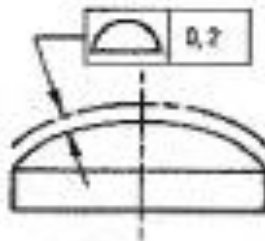
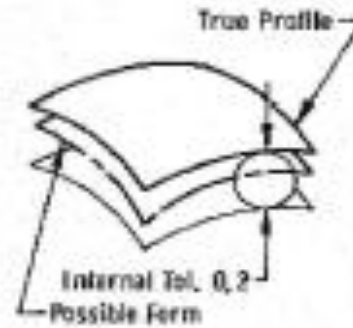
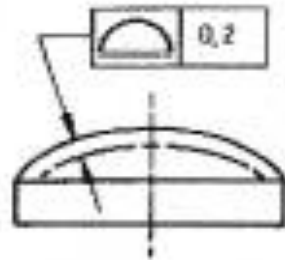
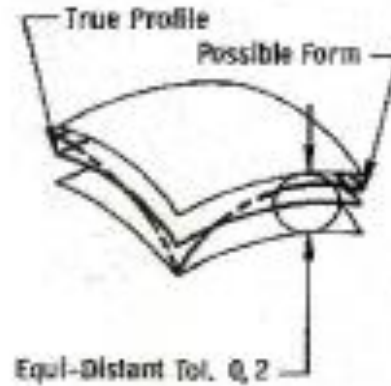
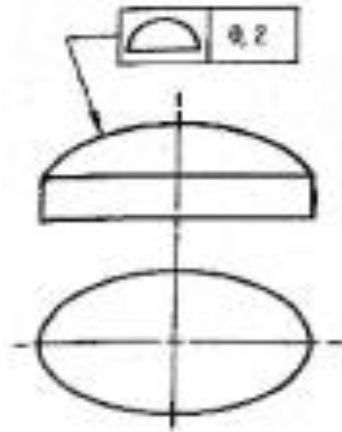
نواحی تolerانسی گذاری در GD&T



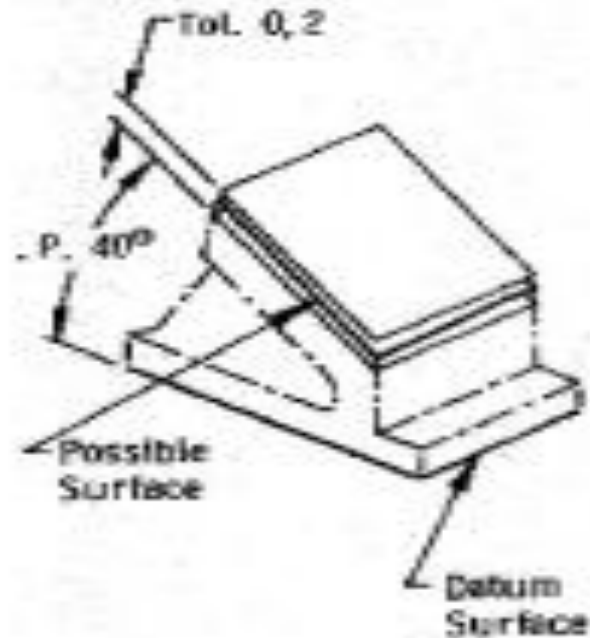
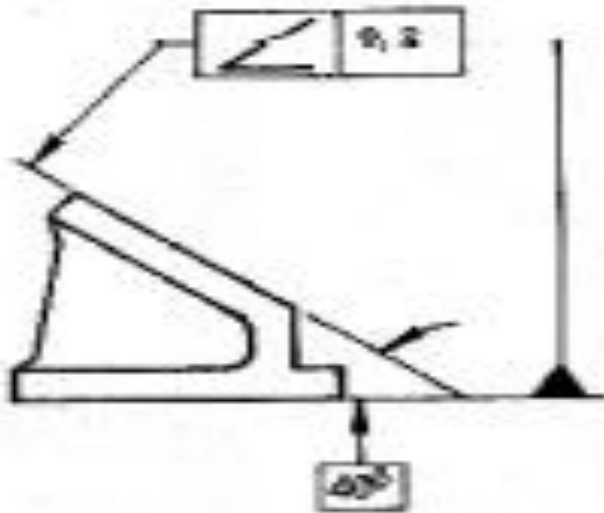
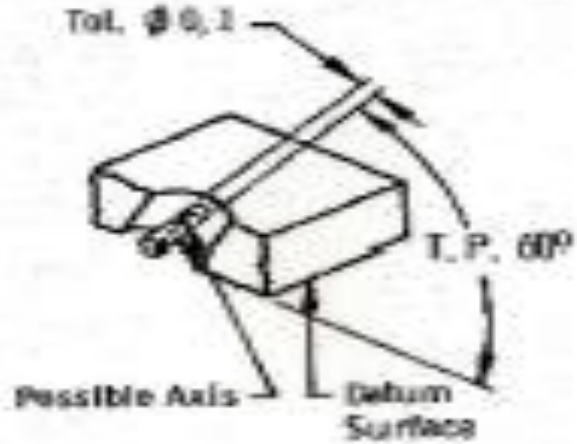
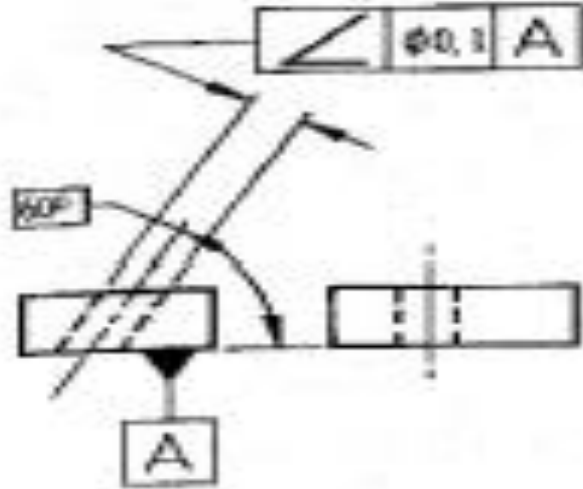
نواحی تلرانسی گذاری در GD&T



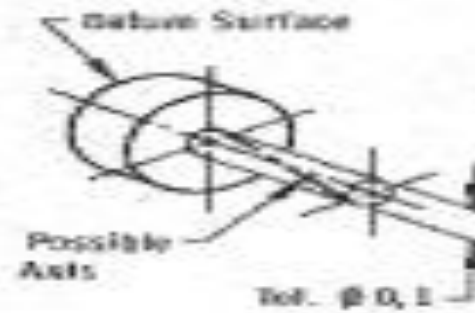
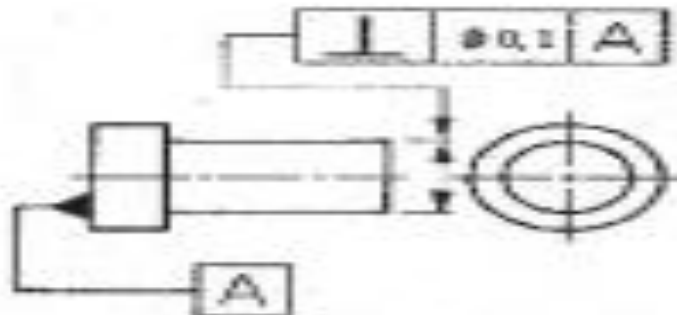
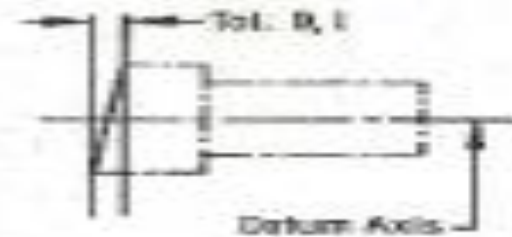
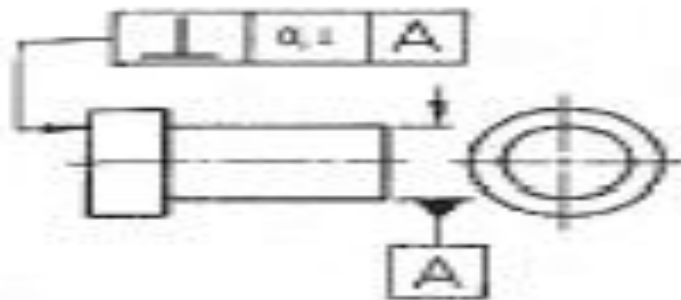
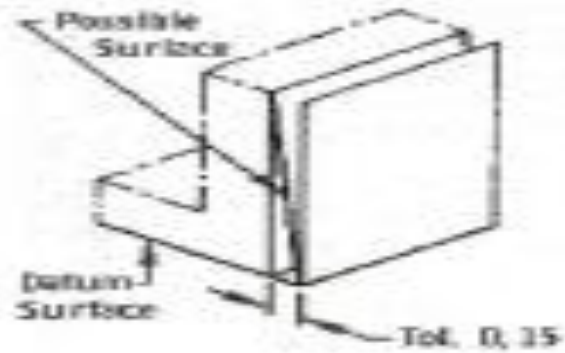
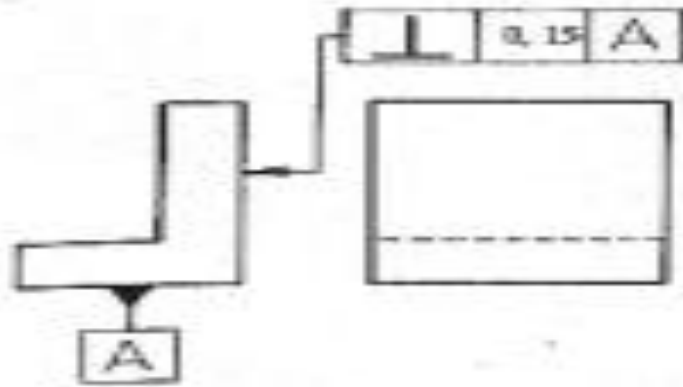
نواحی تلرانسی گذاری در GD&T



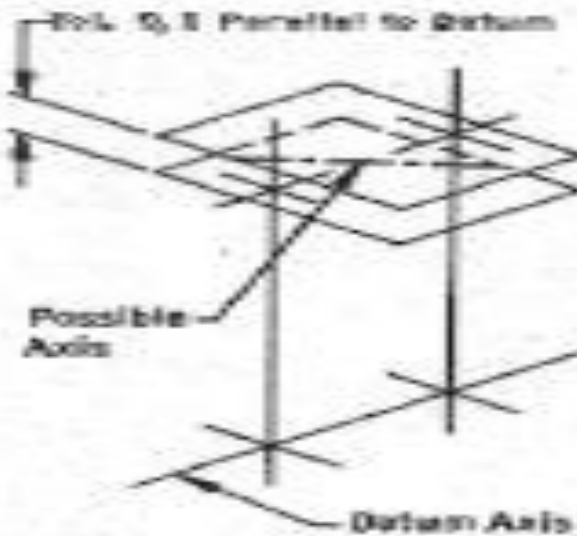
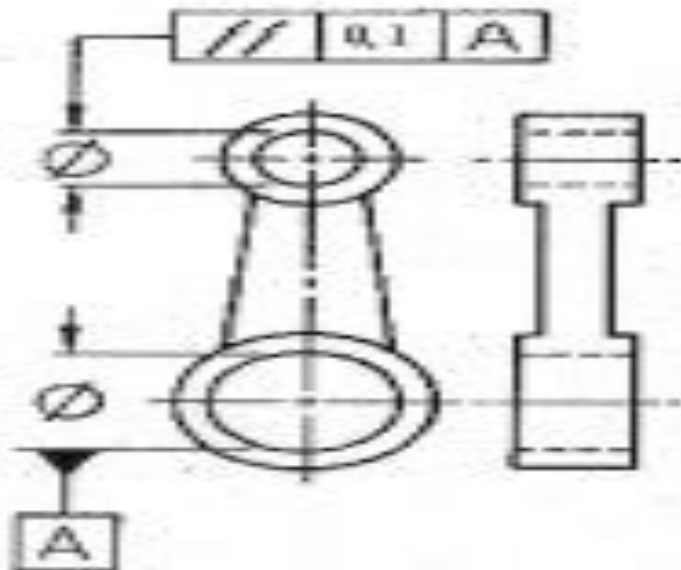
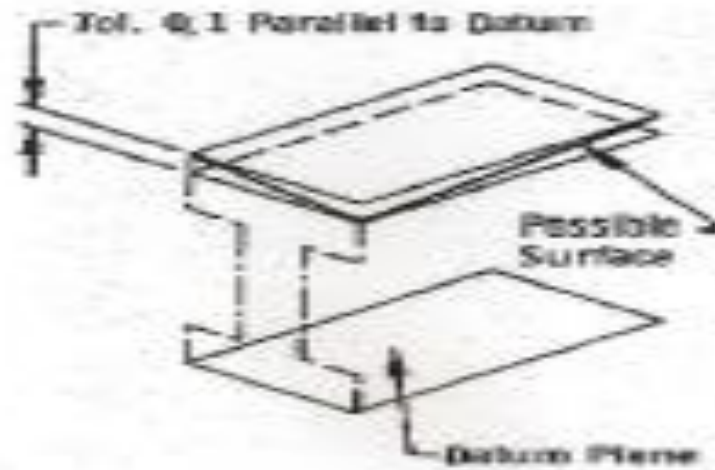
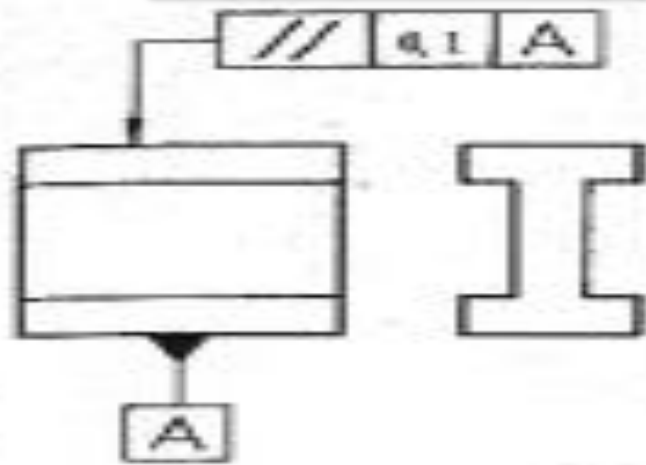
نواحی تلرانسی گذاری در GD&T



نواحی تolerانسی گذاری در GD&T

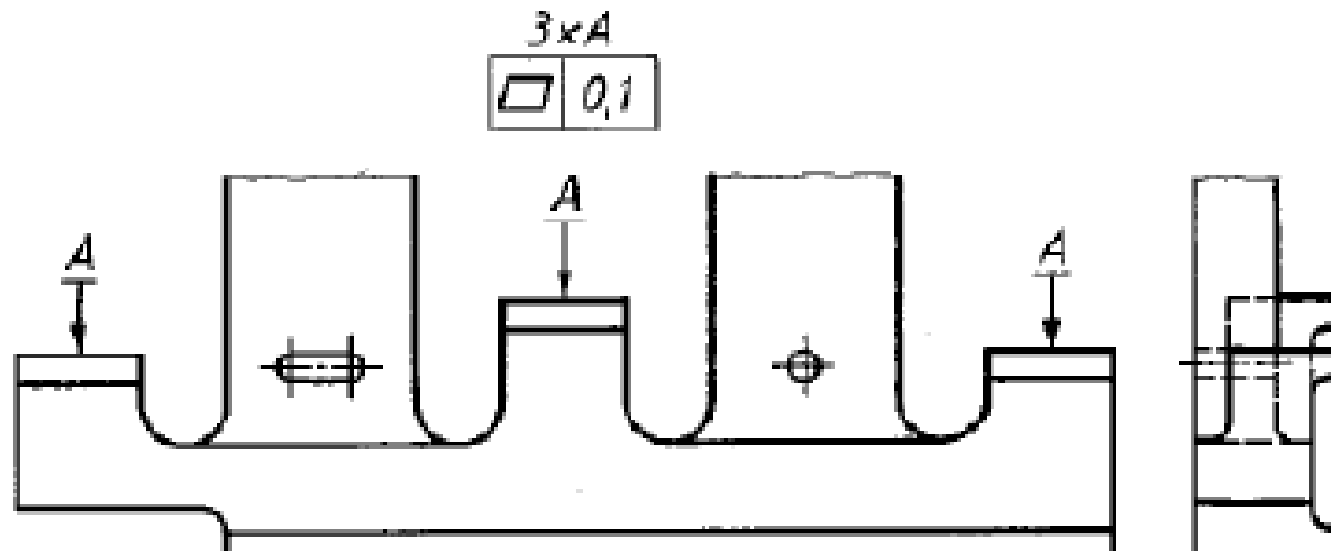
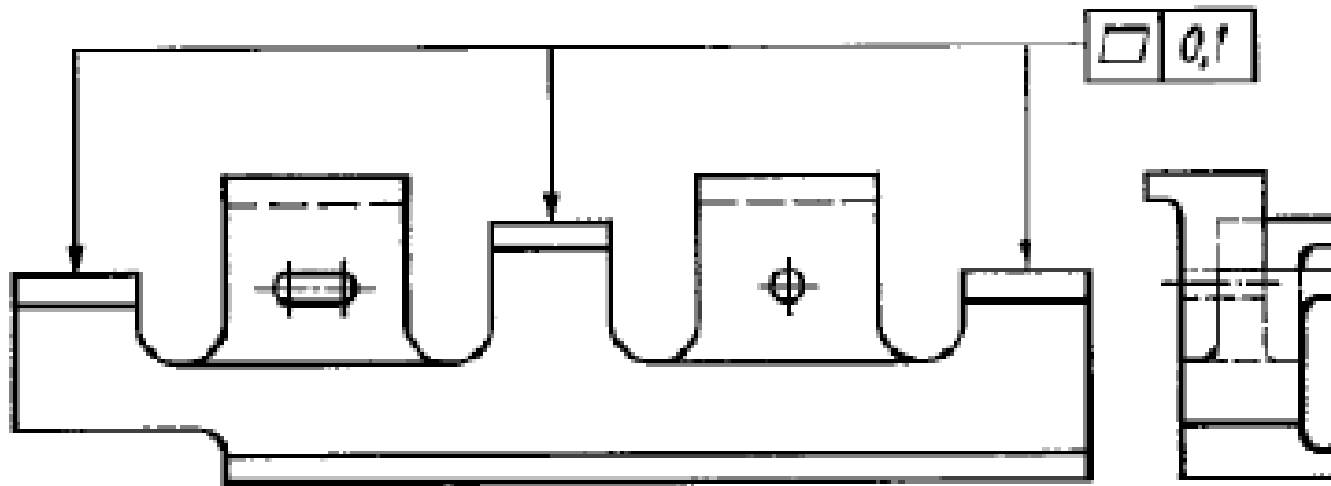


نواحی تolerانسی گذاری در GD&T




نواحی تolerانسی گذاری در GD&T

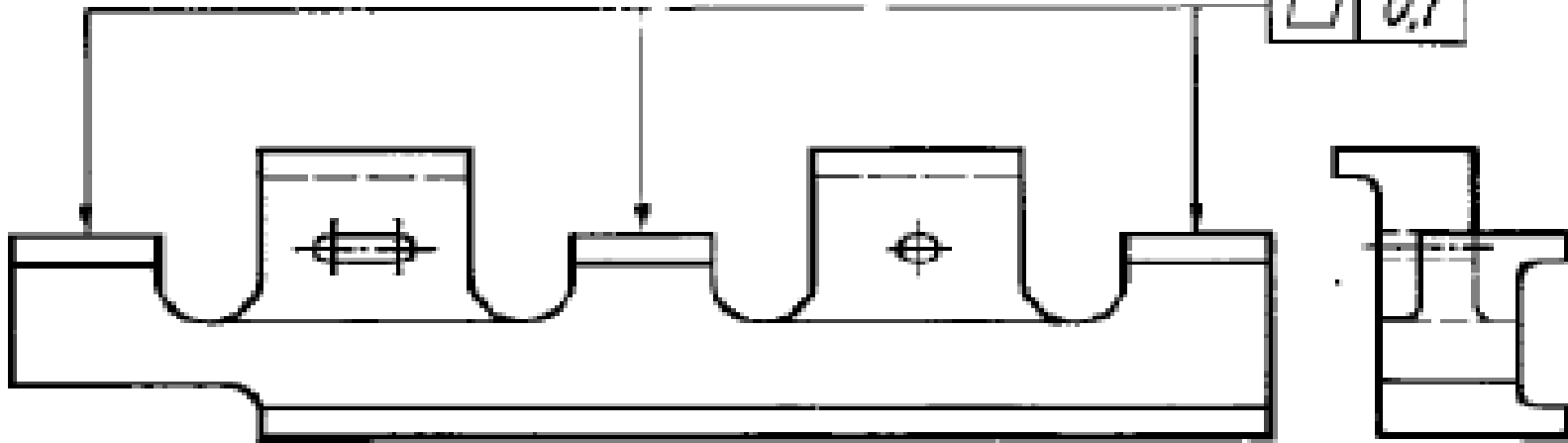
ناحیه تolerانس مشترك: **Common Zone**



نواحی تolerانسی گذاری در GD&T

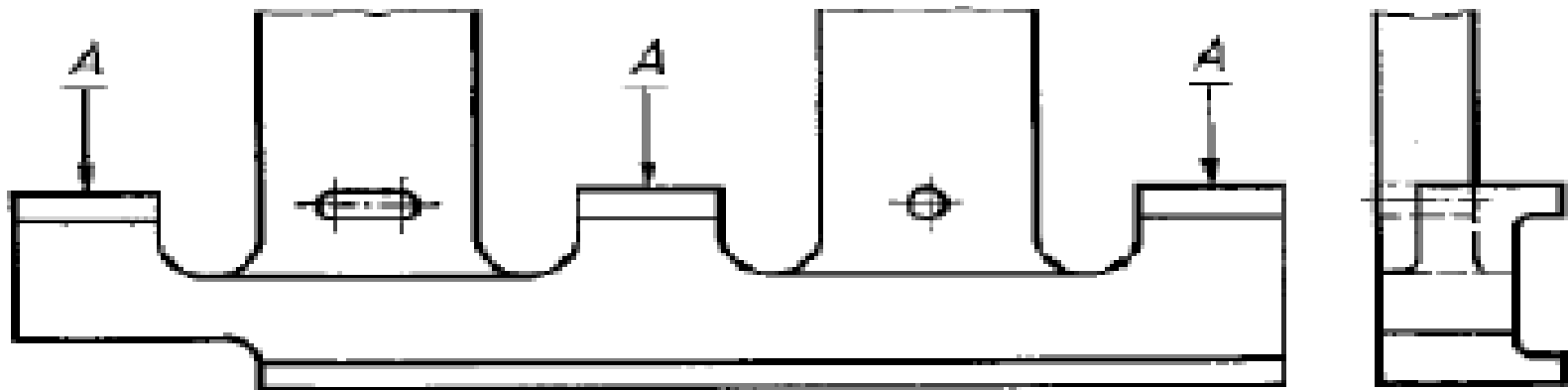
common zone

	0,1
---	-----



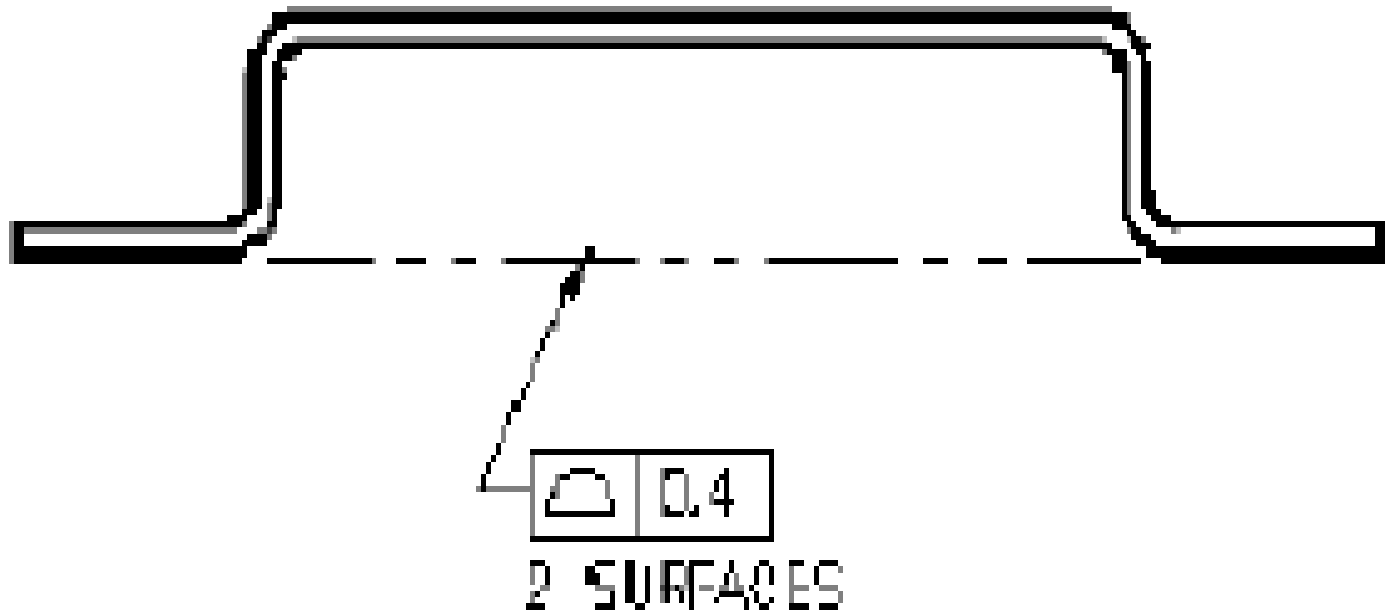
$3 \times A$
common zone

	0,1
---	-----

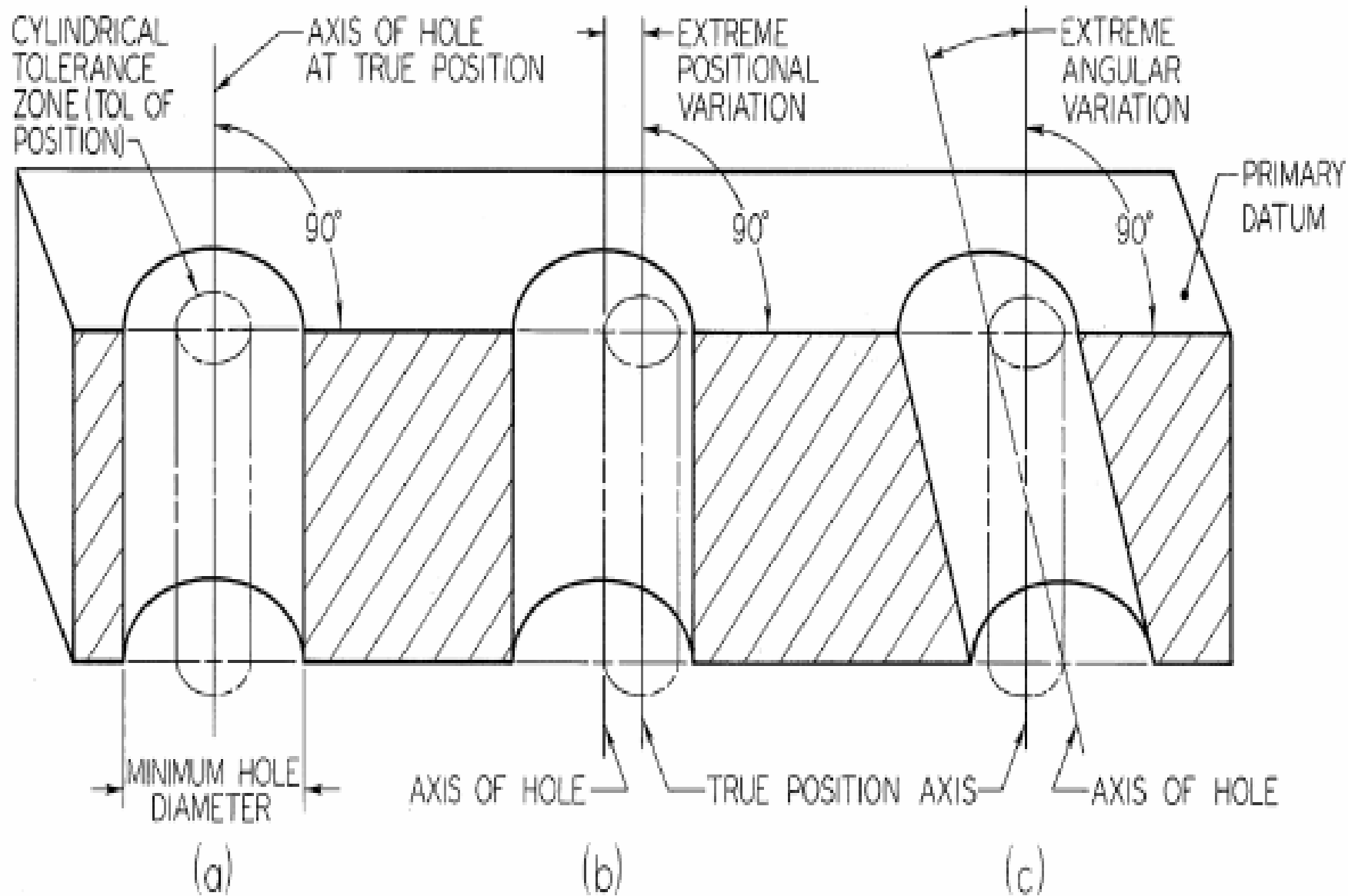


نواحی تolerانسی گذاری در GD&T

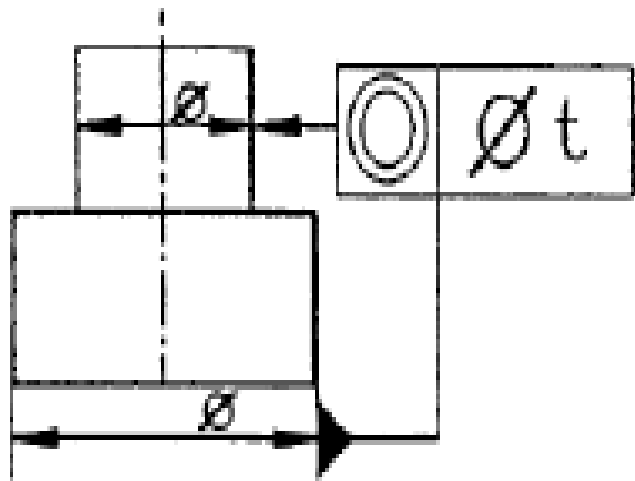
Y14.5 uses profile of a surface for this purpose.



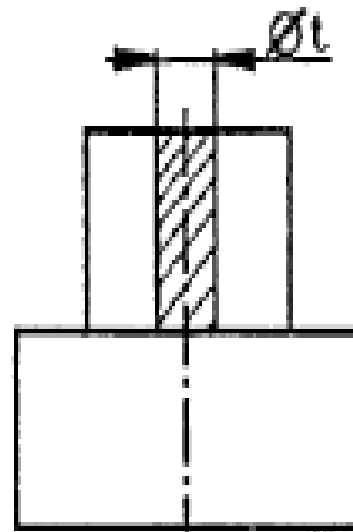
نواحی تolerانسی گذاری (تولرانس استوانه ای) در GD&T



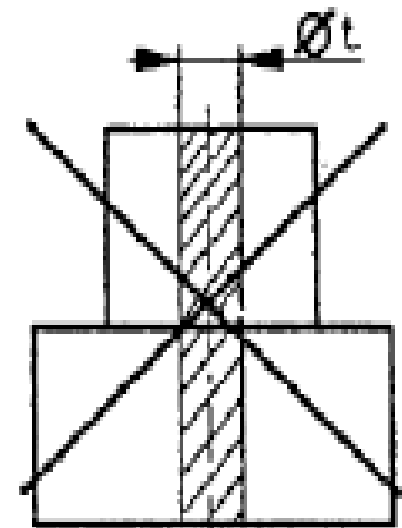
نواحی تolerانسی گذاری (تولرانس استوانه ای) در GD&T



Bonne

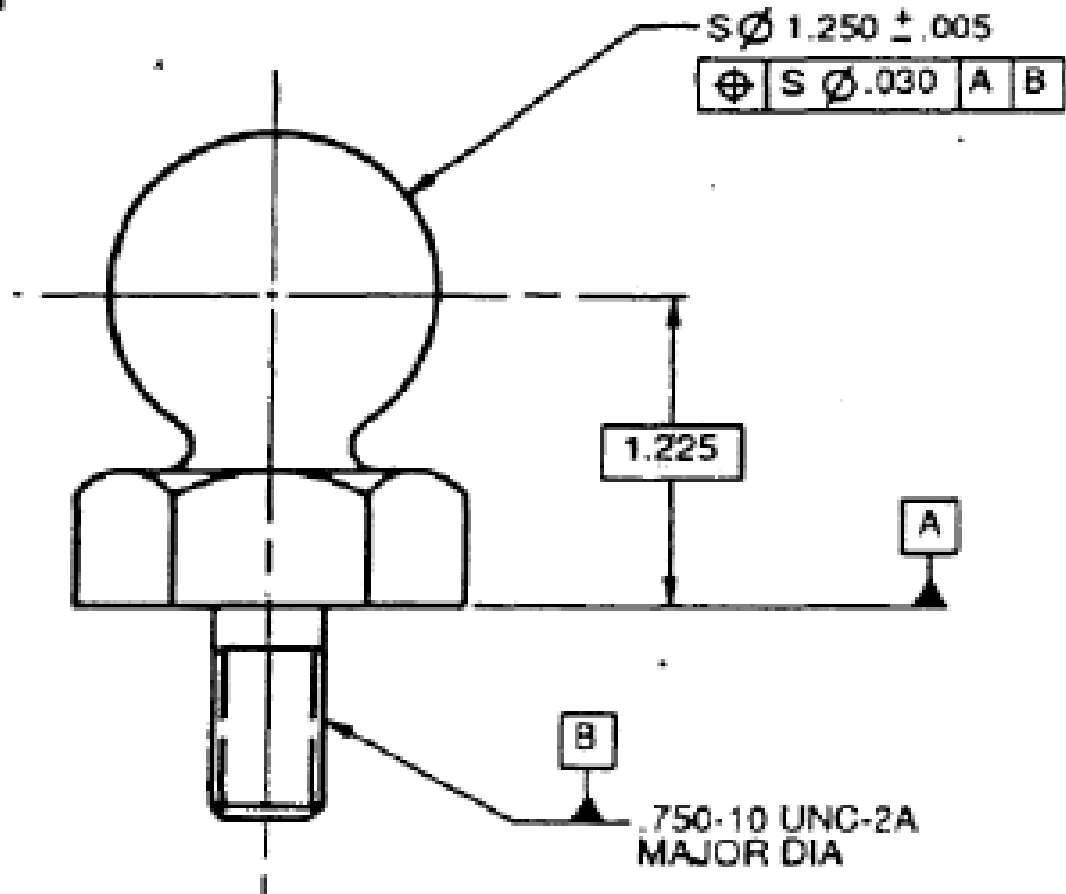


Mauvaise



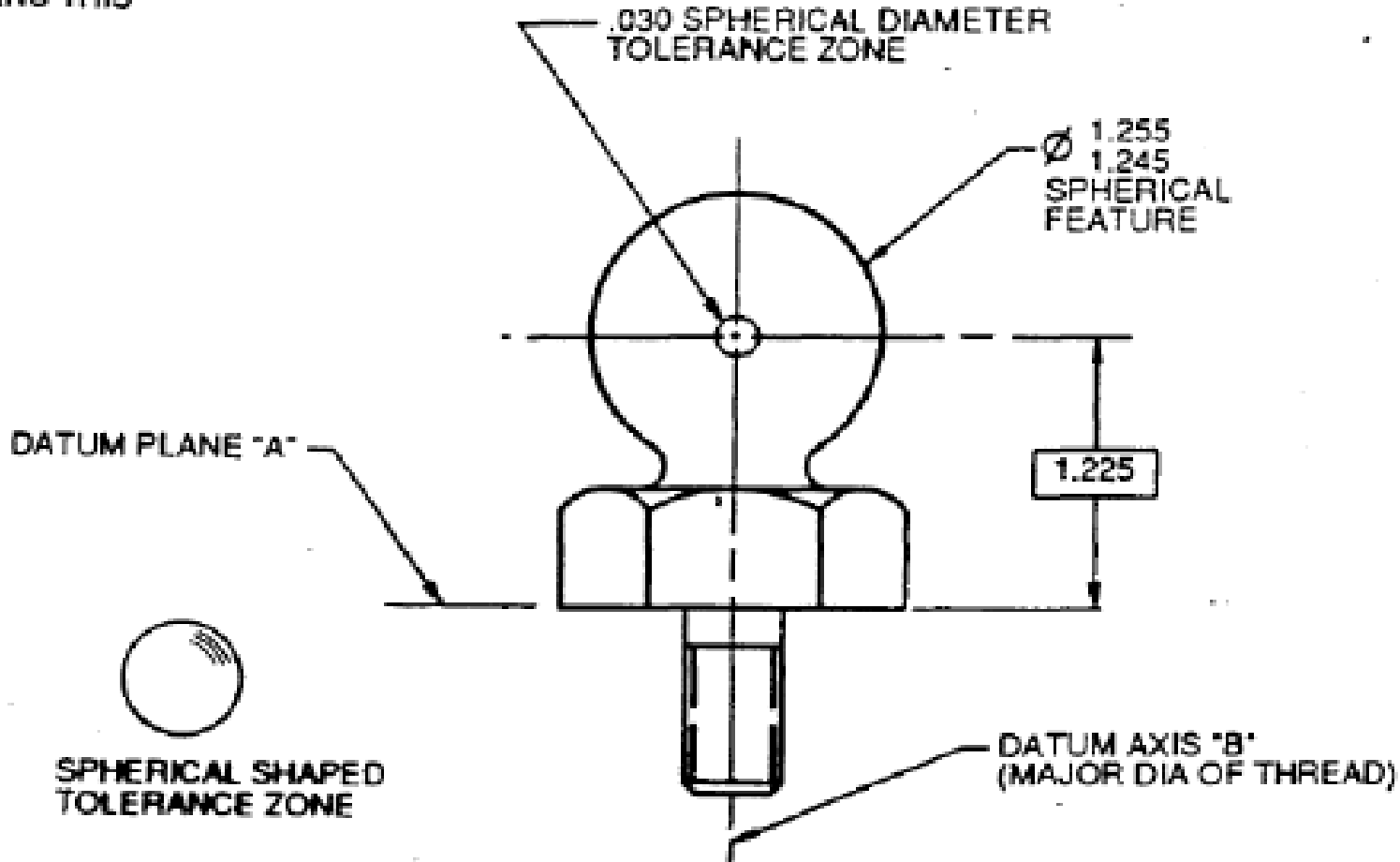
نواحی تolerانسی گذاری در (تولرانس کره ای) GD&T

THIS ON THE DRAWING



نواحی تolerانسی گذاری در (تولرانس کره ای) GD&T

MEANS THIS



شرط ماده *Material Condition*

- شرط ماده يعني شرط بيشتريين يا کمترین ماده يا سنگینترین و سبکترین حالت قطعه

- شرط حداکثر ماده MMC

- شرط حداقل ماده LMC

- در شرط حداکثر ماده MMC: با براده برداري بیشتر؛ تolerانس هندسي افزایش مي يابد و باعث ارزانهتر شدن قطعه و ضایعات کمتر میشود

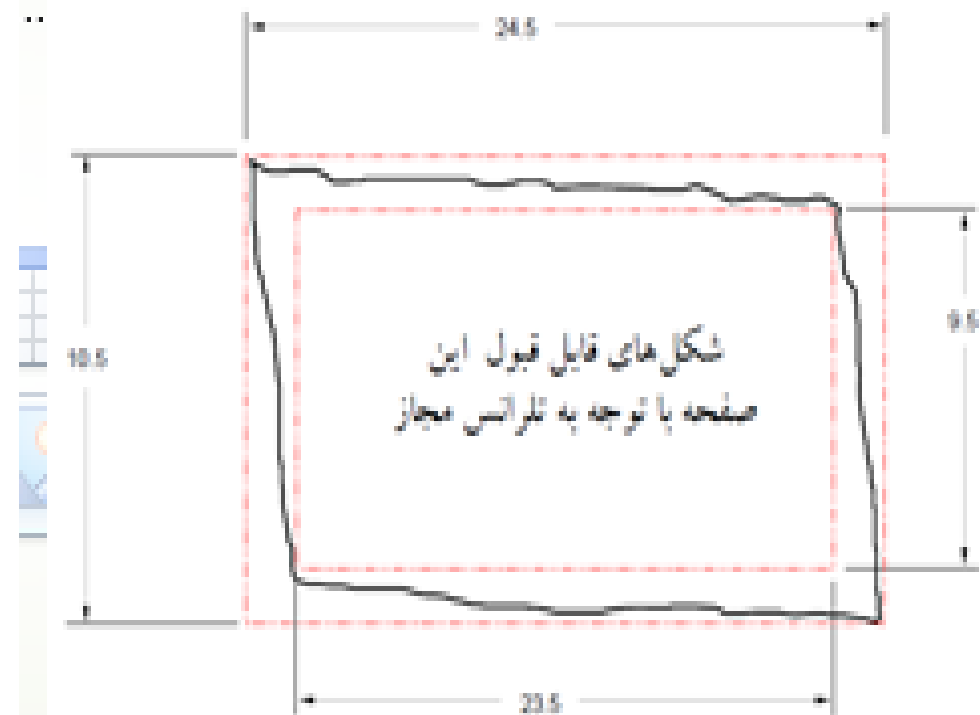
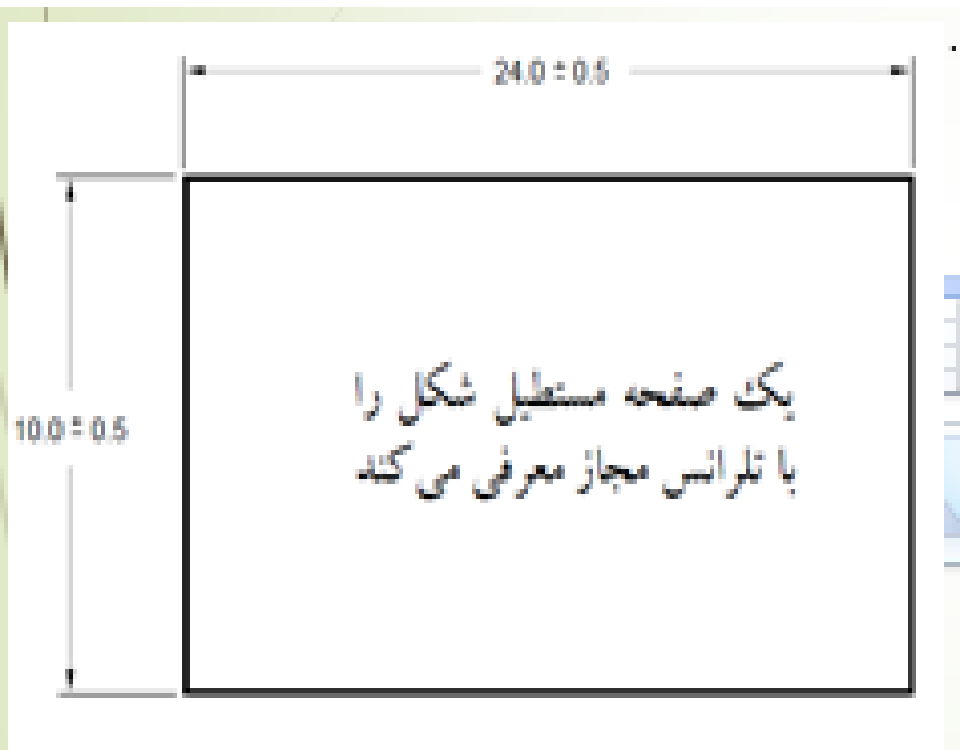
- در شرط حداقل ماده LMC: با براده برداري بیشتر؛ تolerانس هندسي کاهش مي يابد.

- در شرط حداقل ماده LMC همیشه مجموع خطاي تolerانسهاي ابعادي و هندسي در حالتهاي مختلف تolerانس ابعادي قطعه ثابت است.

شرط ماده *Material Condition*

شرط حداکثر ماده در یک نمای اندازه بیرونی (مثل محور) بزرگترین حد اندازه آن است.

شرط حداکثر ماده در یک نمای اندازه داخلی (مثل سوراخ) کوچکترین حد اندازه آن است.



■ کاربرد شرط حداکثر ماده MMC

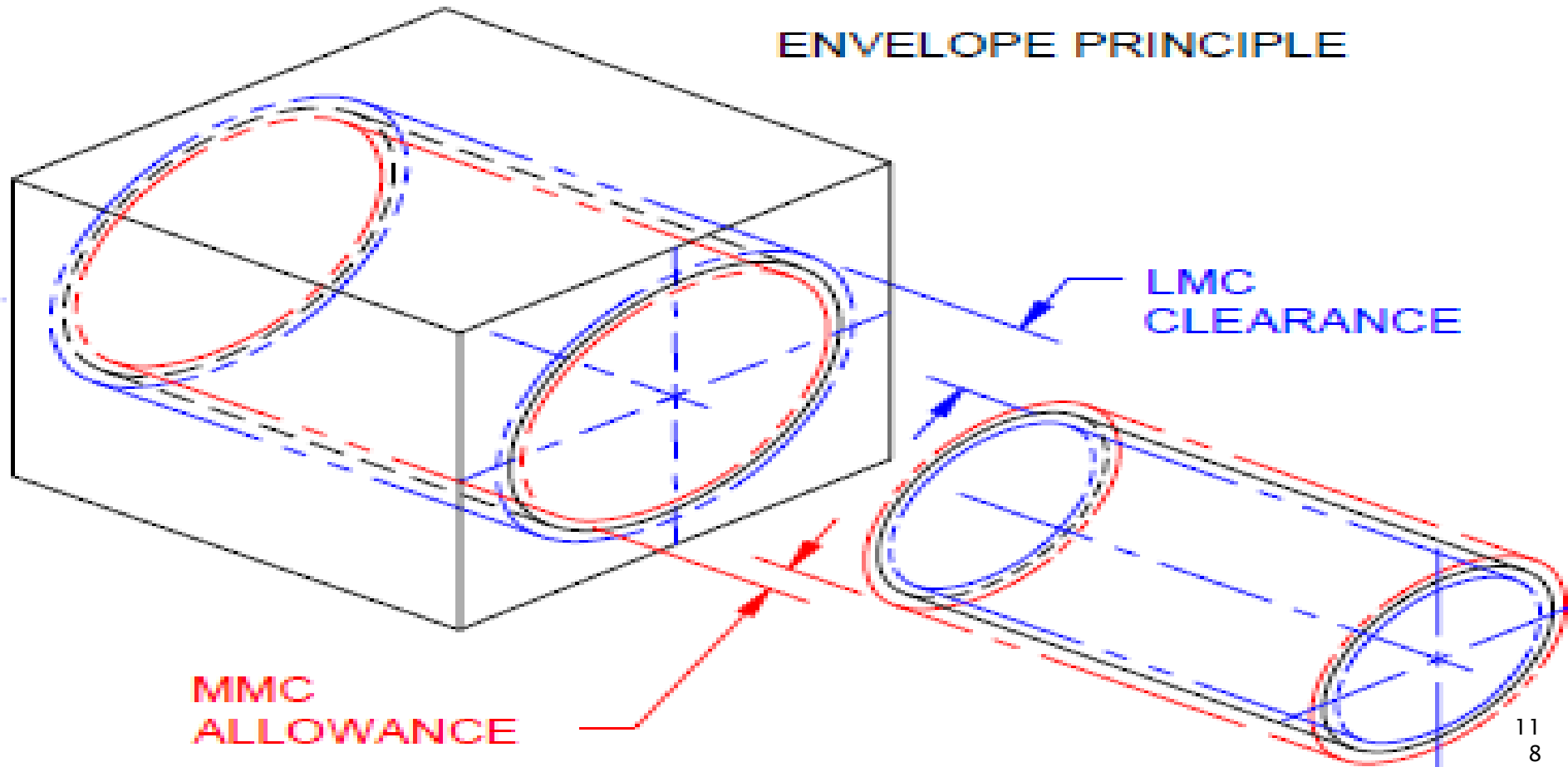
- مونتاژ اصل است
- لقی تحت کنترل نیست (بعد از مونتاژ قطعه لقی بود مهم نیست)
- براده برداری آسان است

به نفع سازنده است که بیشترین براده را بردارد زیرا قطعه ارزاتر میشود

■ کاربرد شرط حداقل ماده LMC

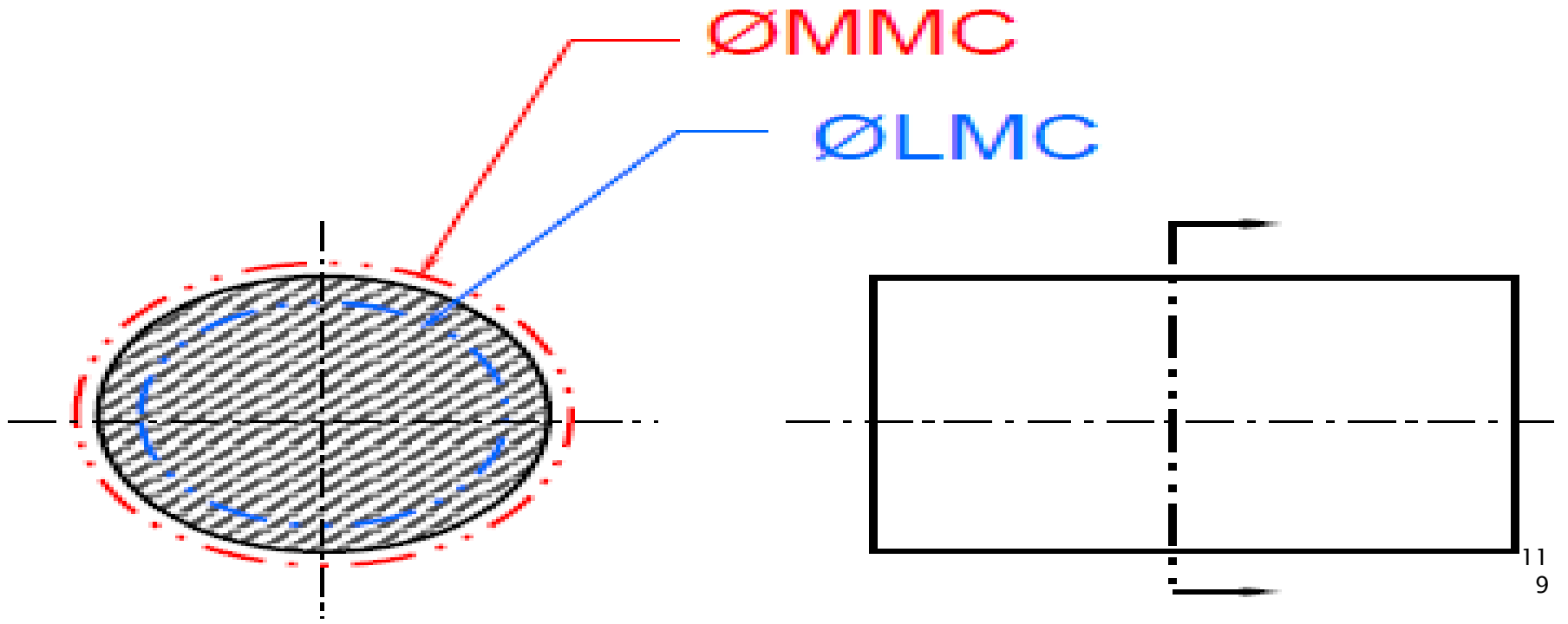
- کمترین براده برداری مورد نیاز است (جاییکه براده برداری مشکل است)
- در جاهاییکه کار هدایت **guiding** انجام میشود (مثل جیگ سوراخکاری)

LIMITS OF SIZE



LIMITS OF SIZE

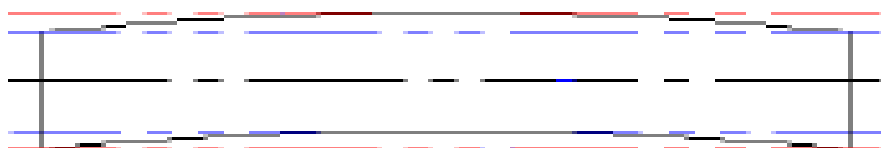
The actual size of the feature at any cross section must be within the size boundary.



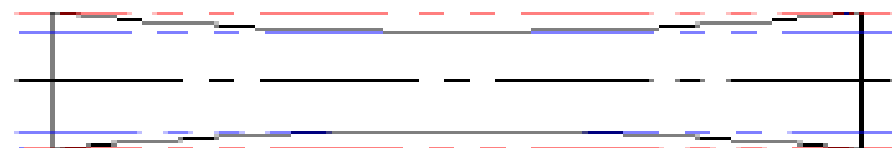
LIMITS OF SIZE

No portion of the feature may be outside a perfect form barrier at maximum material condition (MMC).

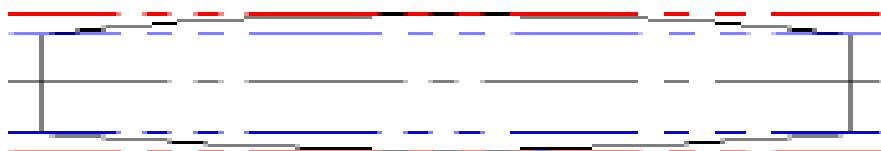
FEATURE FORM



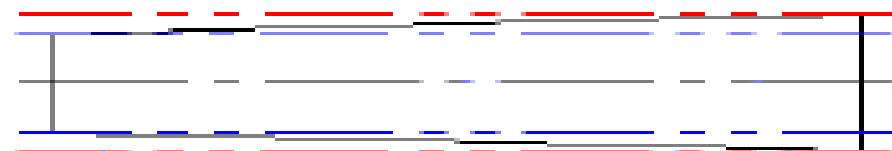
BOWED



WAISTED

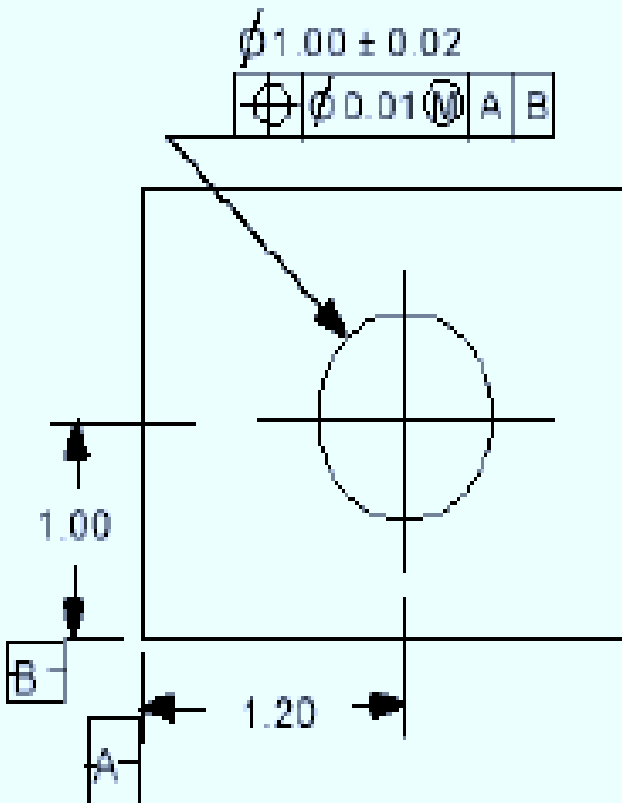


BARRELED



TAPERED

Material Condition شرط ماده



MMC

The default modifier for true position is **MMC**.

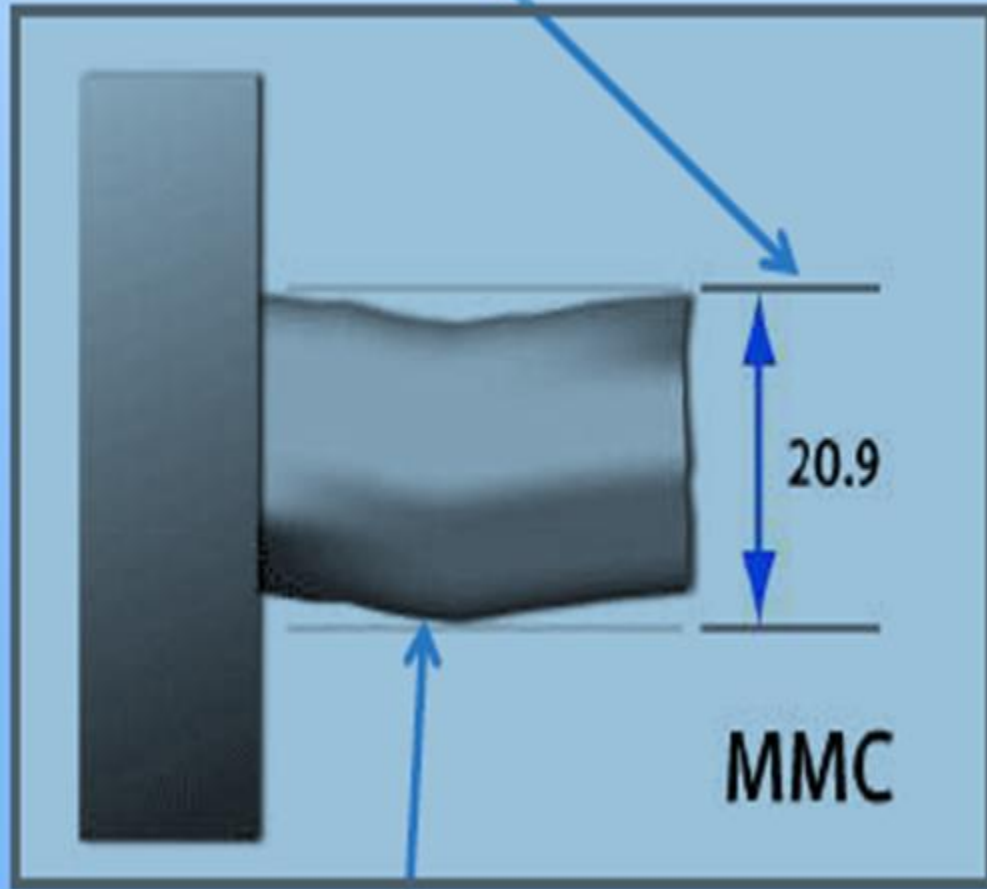
LMC

Produced hole size	True Pos tol		
	(M)	(L)	(S)
0.97	out of diametric tolerance		
0.98	0.01	0.05	0.01
0.99	0.02	0.04	0.01
1.00	0.03	0.03	0.01
1.01	0.04	0.02	0.01
1.02	0.05	0.01	0.01
1.03	out of diametric tolerance		

Material Condition شرط ماده

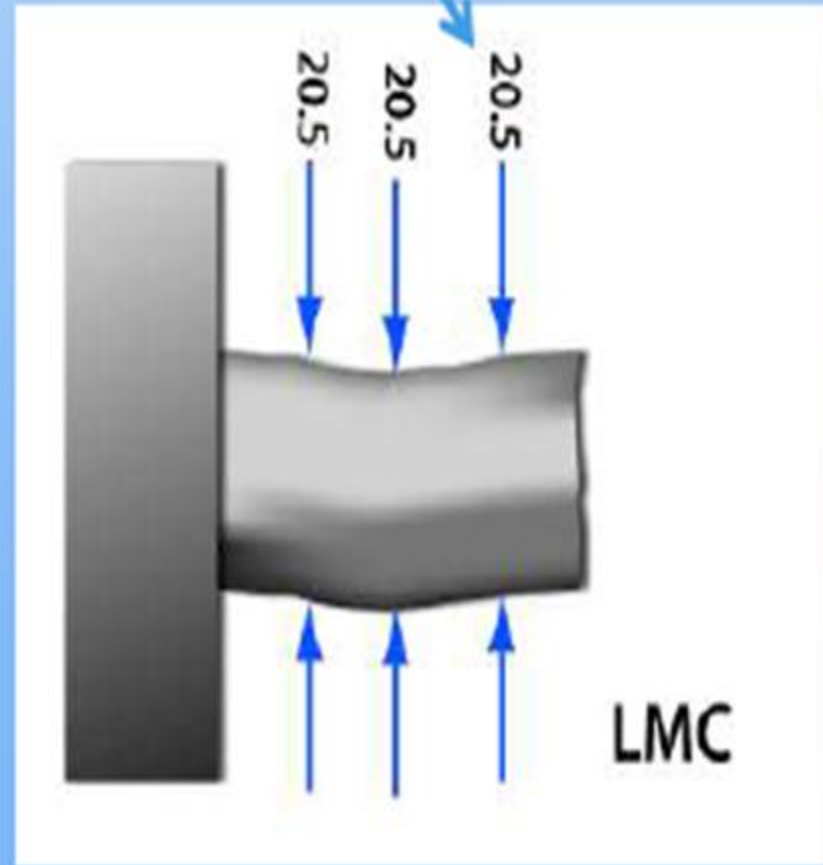
Perfect Form at
MMC

20.7 (+ -) 0.2



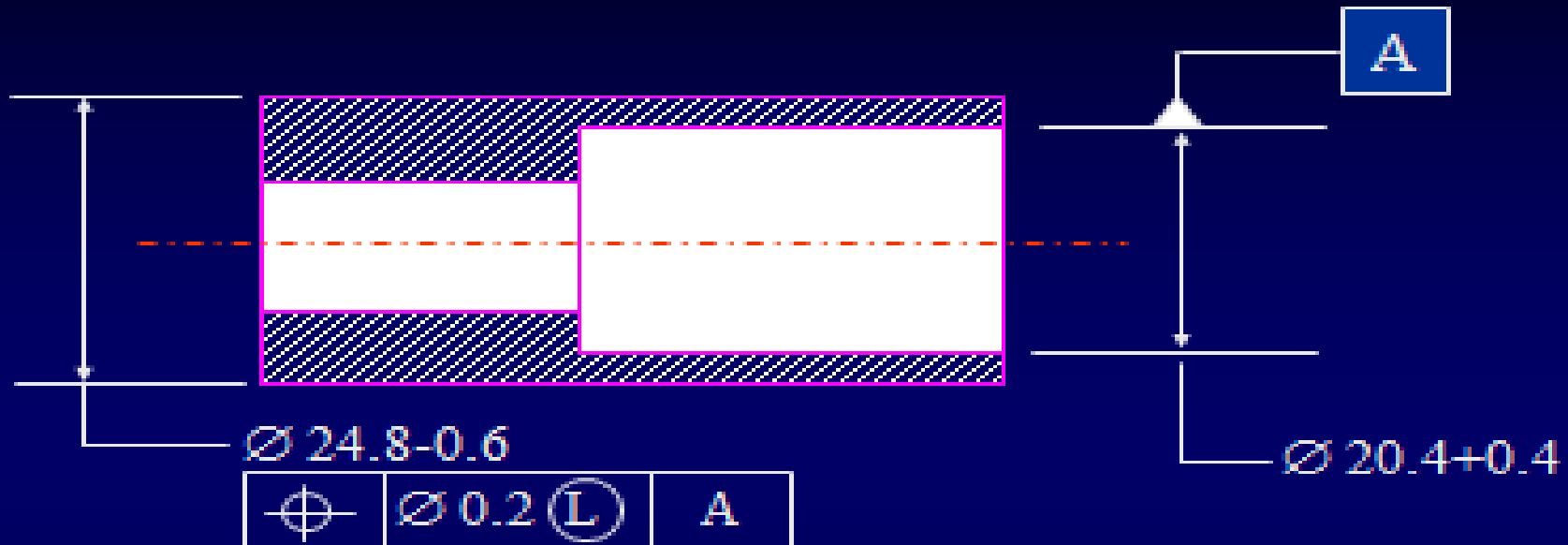
Form Error

Local
Measurements



LMC

Bonus Tolerance at LMC



Toleranced dia AME	Position Tolerance zone dia
24.2	0.2
24.4	0.4
24.6	0.6
24.8	0.8

**Minimum Wall
Thickness ?**

$$[(24.2 - 0.2) - 20.8] \% 2 = 1.6$$

- کاربرد تغییر دهنده ها **Modifiers**
 - تغییر مقدار و اندازه ناحیه تolerانسی
 - تغییر شکل یا تغییر مکان ناحیه تolerانسی
- ناحیه تolerانسی تصویری **Projected** در **ISO** و **ANSI** آمده است
- ناحیه تolerانسی مماسی **Tangent** در **ANSI** آمده است
- حالت آزاد **Free State** در **ISO** و **ANSI** آمده است
 - برای قطعات منعطف لاستیکی و قطعات ریختگی با تنش مکانیکی بالا
 - باید در نقشه جهت راستای جاذبه زمین مشخص شده باشد
- ناحیه تolerانسی **RFS** در **ANSI** آمده است
 - ناحیه تolerانسی ثابت و غیر قابل تغییر است


Modifiers

اصلاح کننده ها

- (M) Maximum material condition **MMC**
- Regardless of feature size **RFS**
- (L) Least material condition **LMC**
- (P) Projected tolerance zone
- ∅ Diametrical tolerance zone
- (T) Tangent plane
- (F) Free state

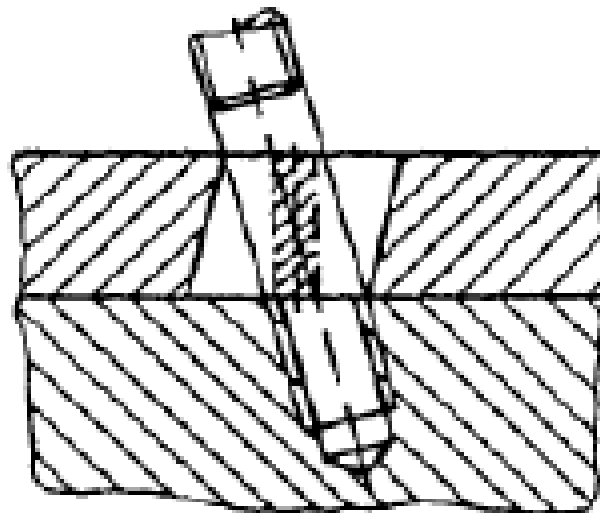
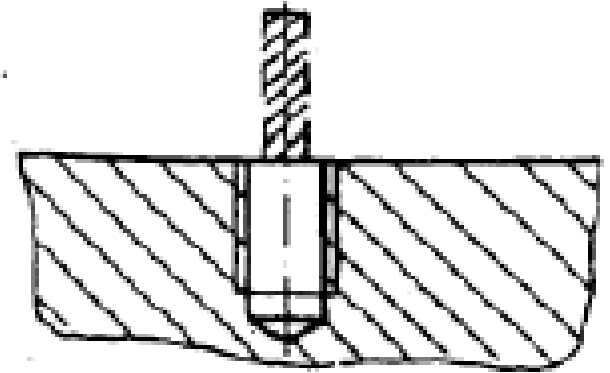
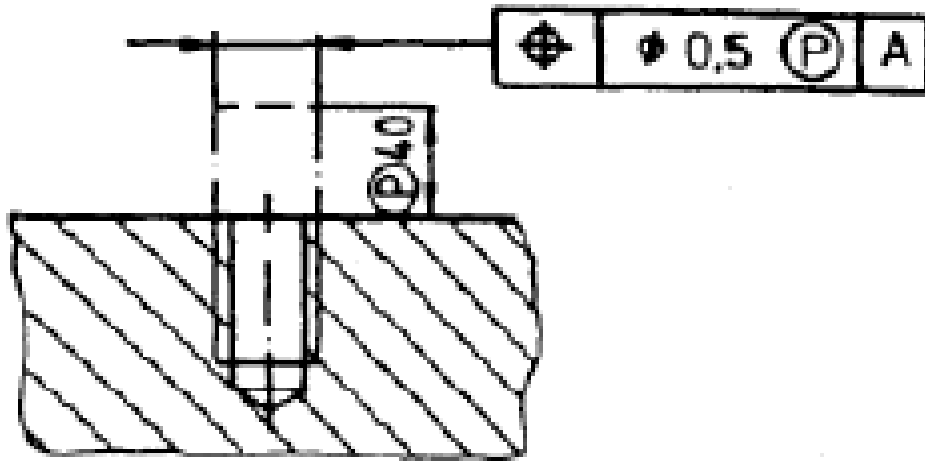
    **MMC, RFS, LMC**

 **MMC, RFS**

   **RFS**

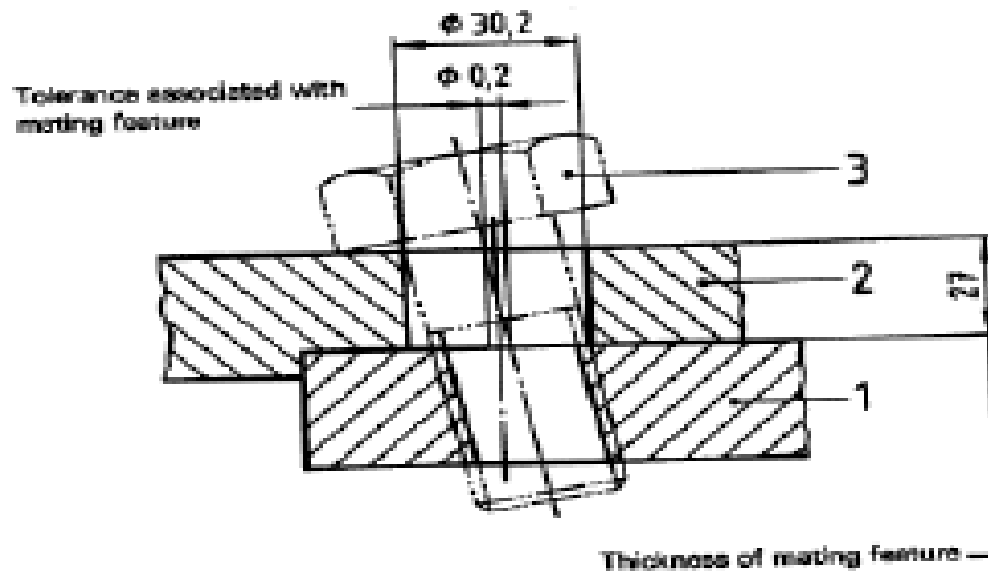
Modifiers

اصلاح کننده ها

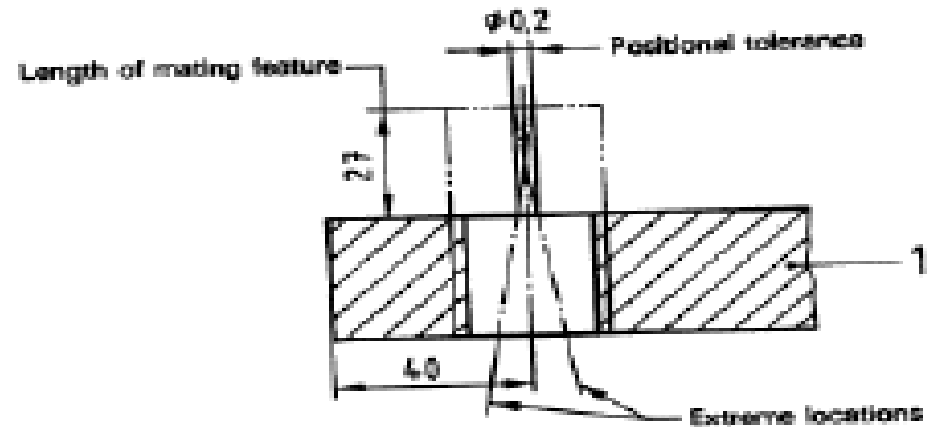
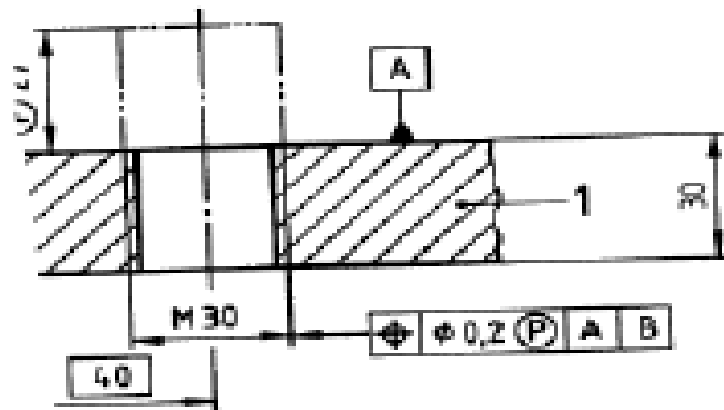


Modifiers

اصلاح کننده ها

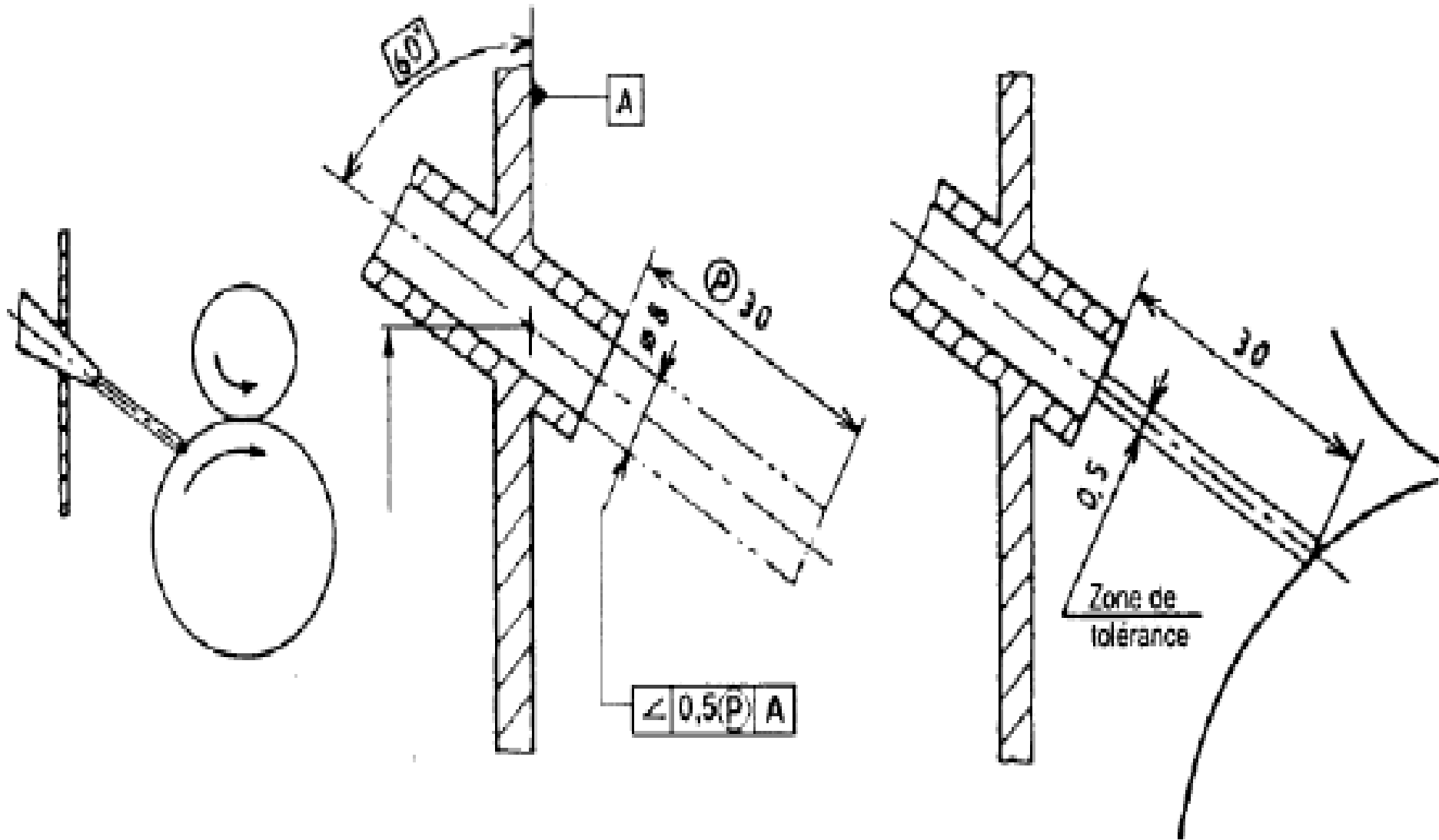


a) Assembly assured

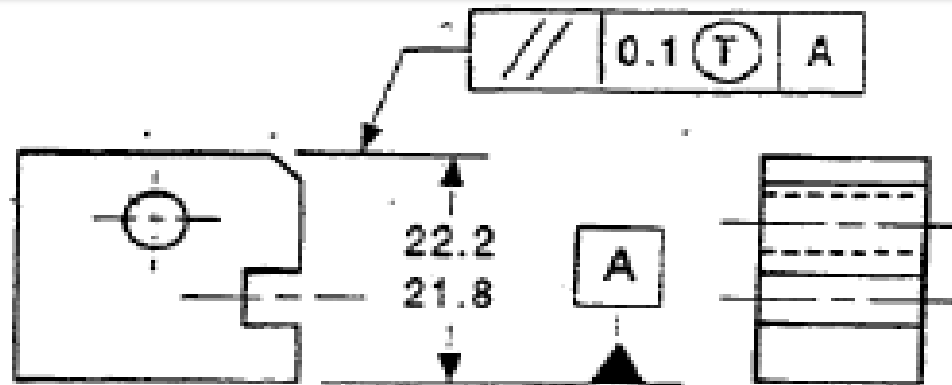


Modifiers

اصلاح کننده ها



Modifiers اصلاح کننده ها



Tangent plane of the toleranced surface must be within the tolerance zone

Parallelism tolerance zone is two parallel planes 0.1 apart

Zone may float between the max and min dimensional limits

22.2

21.8

Datum plane A

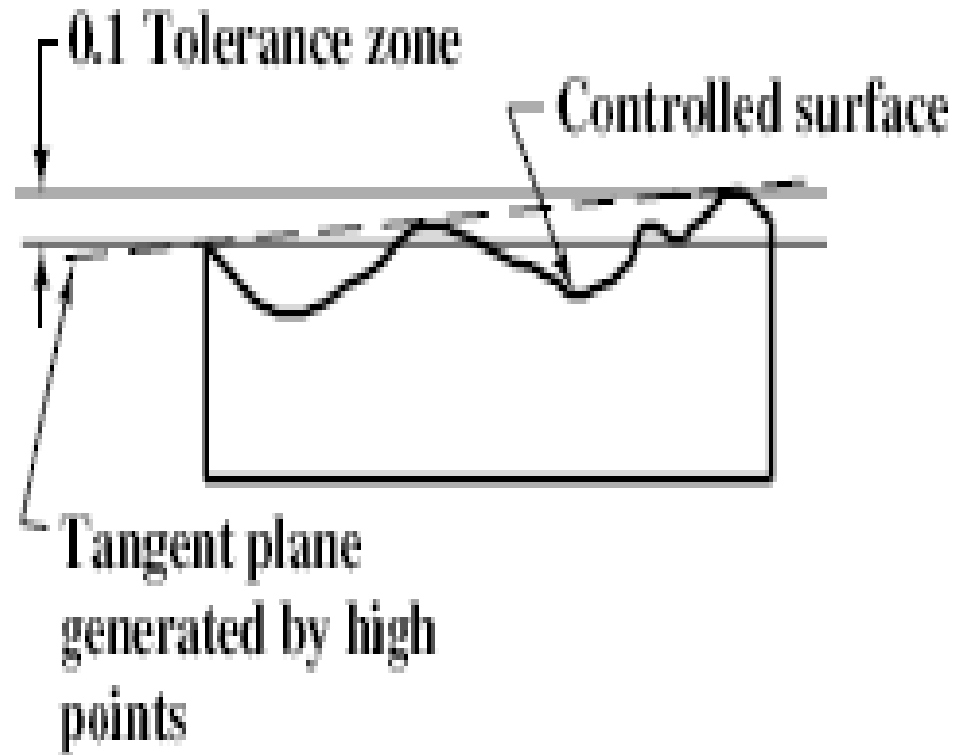
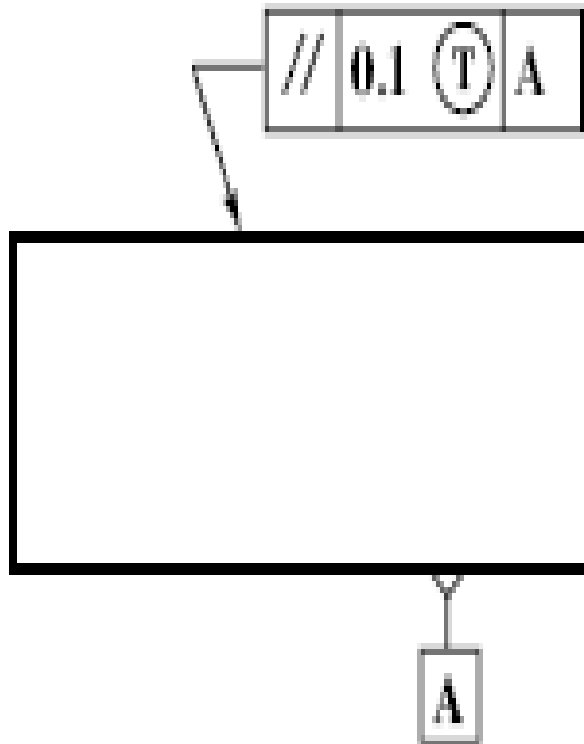
Flatness of surface is not controlled by the parallelism control

Modifiers

اصلاح کننده ها

This on the drawing

Means this



Tangent plane modifier

جدول تفرانسى Feature Control Frame

از 2 تا 5 خانه تشكيل شده است

خانه اول: محل علامت تفرانس هندسى

خانه دوم: مقدار تفرانس ذکر ميشود + تغيير دهنده را نيز ميتوان ذکر نمود

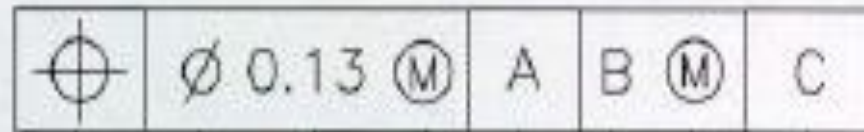
خانه سوم: اولين مبنا ذکر ميشود + تغيير دهنده را نيز ميتوان ذکر نمود

خانه چهارم: دومين مبنا ذکر ميشود + تغيير دهنده را نيز ميتوان ذکر نمود

خانه پنجم: سومين مبنا ذکر ميشود + تغيير دهنده را نيز ميتوان ذکر نمود

		0.2 (M)	A (M)	B	C (M)
--	--	---------	-------	---	-------

• Feature Control Frame



GEOMETRIC CHARACTERISTIC SYMBOL

DIAMETER SYMBOL (when used)
ZONE DESCRIPTOR

GEOMETRIC TOLERANCE

MATERIAL CONDITION SYMBOL

TERTIARY DATUM REFERENCE

MATERIAL CONDITION SYMBOL (when used)

SECONDARY DATUM REFERENCE

PRIMARY DATUM REFERENCE

FEATURE CONTROL FRAME

دو قانون کلی در استاندارد ASME Y14.5 - 1994 وجود دارد.

قانون 1:

این قانون به عنوان نمای تکی اطلاق می شود و یک مفهوم کلیدی در تolerانس گذاری هندسی است. قانون 1 یک قاعده اندازه گذاری است که بیان می کند نماهای اندازه چگونه با هم مونتاژ می شوند.

وقتی قانون 1 به کار می رود، حداکثر حد نهایی یک نمای اندازه بیرونی مقدار MMC آن است و حداقل حد نهایی یک نمای اندازه داخلی نیز مقدار MMC آن است. برای اینکه مشخص شود آیا دو نمای اندازه با هم مونتاژ می شوند یا نه، طراح می تواند مقدار MMC آنها را با هم مقایسه کند.

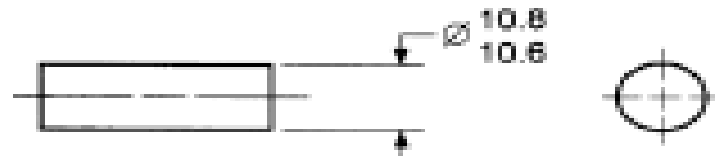
مثال :

چگونه قانون 1 روی قطر یک پین اثر می گذارد:

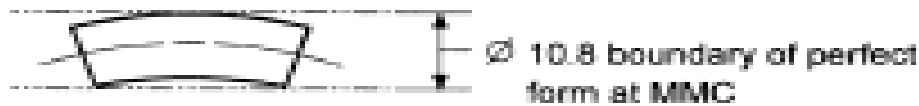
وقتی قطر پین در حالت MMC است باید دارای فرم کامل باشد. برای قطر پین، فرم کامل یعنی گردی و مستقیمی کامل، در این حالت می توان پین را در محدوده ای برابر با مقدار MMC منطبق کرد. اگر اندازه پین کمتر از مقدار MMC آن باشد، دارای خطای فرمی برابر با مقدار انحرافش از MMC خواهد بود. (خطای گردی و مستقیمی).

RULES

RULE #1 APPLIED TO AN EXTERNAL FEATURE OF SIZE

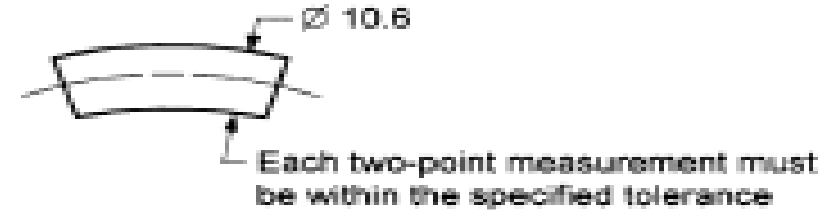


MMC SIZE AND FORM BOUNDARY

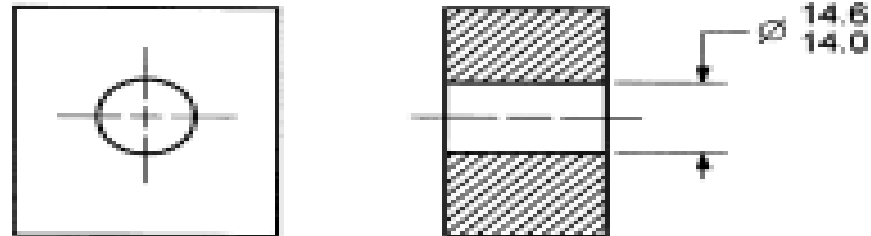


Size and form must allow the part to pass thru the boundary

LMC SIZE LIMIT



RULE #1 APPLIED TO AN INTERNAL FEATURE OF SIZE

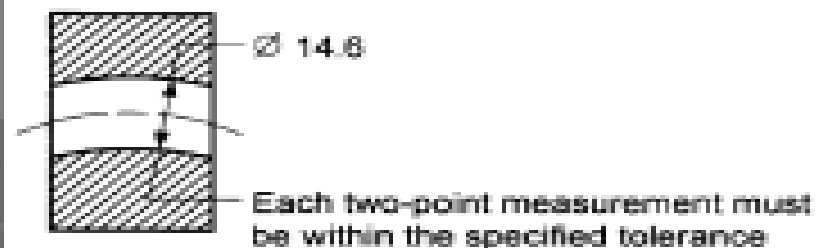


MMC SIZE AND FORM BOUNDARY



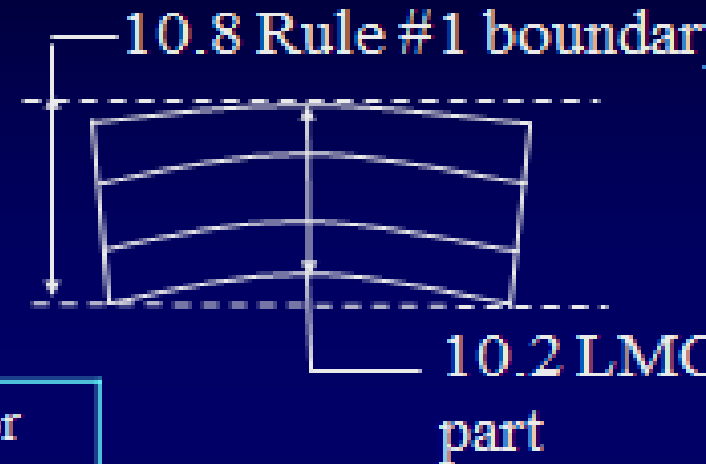
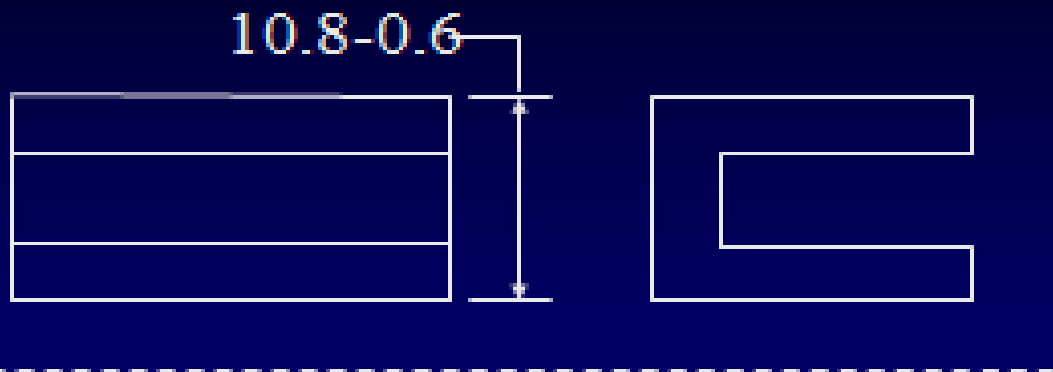
Size and form must allow the part to pass thru the boundary

LMC SIZE LIMIT



Each two-point measurement must be within the specified tolerance

Rule #1 Boundary



Part Height	Amount of Form Error Allowed
10.8 (MMC)	0
10.7	0.1
10.6	0.2
10.5	0.3
10.4	0.4
10.3	0.5
10.2 (LMC)	0.6

فرم یک نمای اندازه به وسیله محدوده اندازه اش کنترل می شود.

سطوح یک نمای اندازه نباید از مرز فرم کامل در MMC بگذرد.

وفتی که اندازه واقعی موضعی یک نمای اندازه از MMC به LMC برود

، فرم آن به همان مقدار می تواند تغییر کند.

اندازه واقعی موضعی یک نمای اندازه باید در محدوده تolerانس اندازه

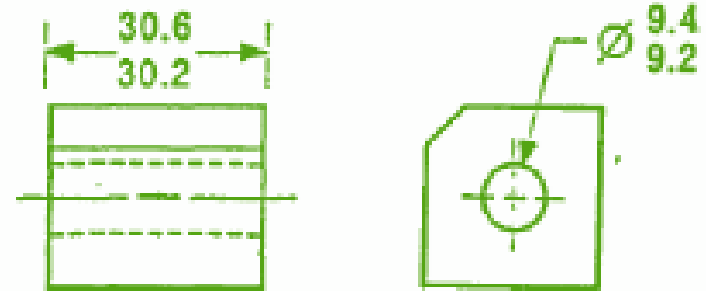
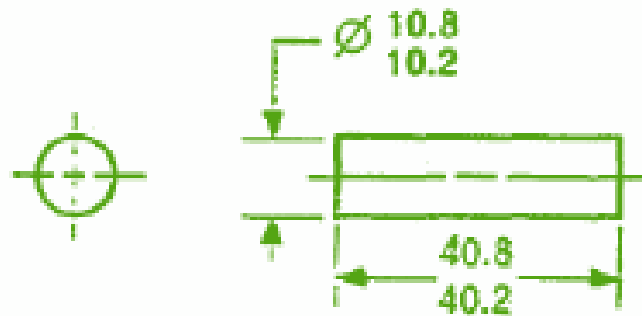
مشخص شده باشد.

قانون اول GD&T

نیازی به فرم کامل در حالت LMC نیست. اگر نمای اندازه ای در حالت LMC تولید شود می تواند به مقداری که مرز MMC مجاز می داند تغییر کند.

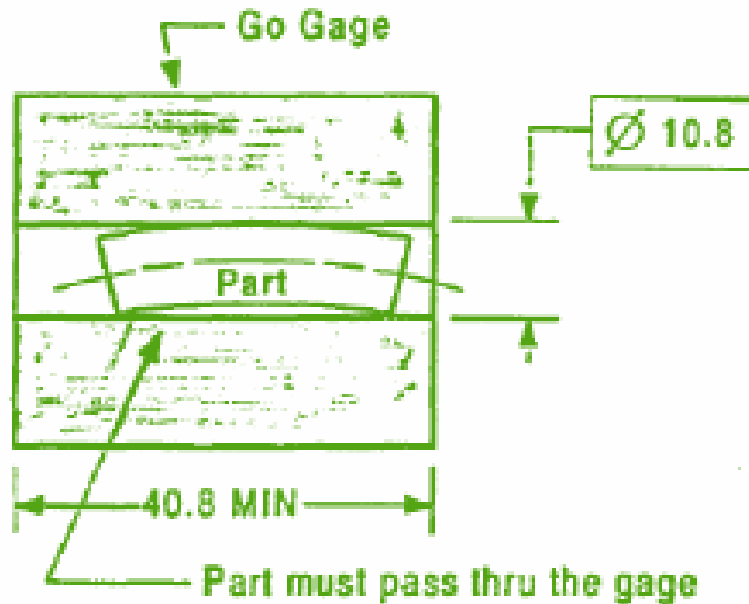
■ قانون اول GD&T - قانون تیلور

- در سال 1905 ویلیام تیلور قانون اول را تدوین نمود و گنج برو GO را اختراع نمود
- تیلور میگوید: یک فیچر در محدوده تolerانس ابعادی هر فرمی میتواند داشته باشد اما **در ماکزیمم ماده فرم ایده آل است**



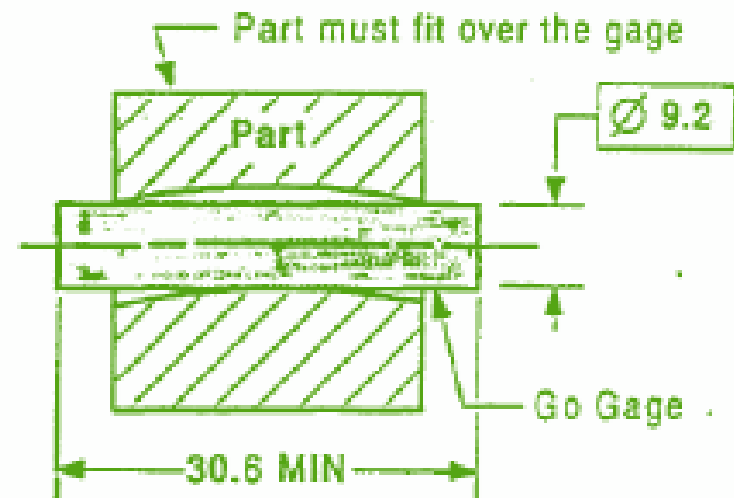
Go Gage

(Verifies part diameter does not exceed MMC size and Rule #1 boundary)



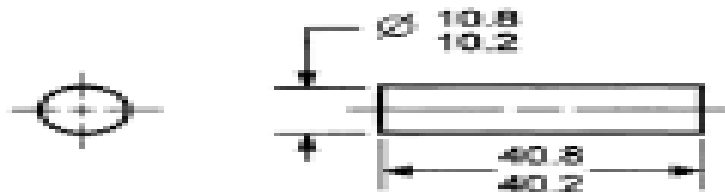
Go Gage

(Verifies part diameter does not violate MMC size and Rule #1 boundary)



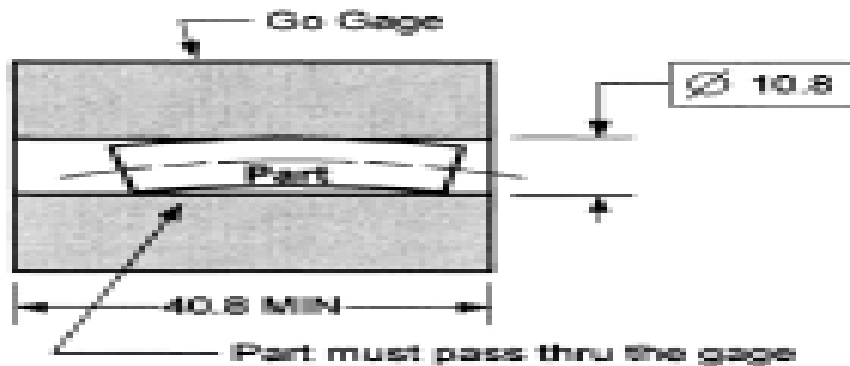
GD&T قانون اول

RULES



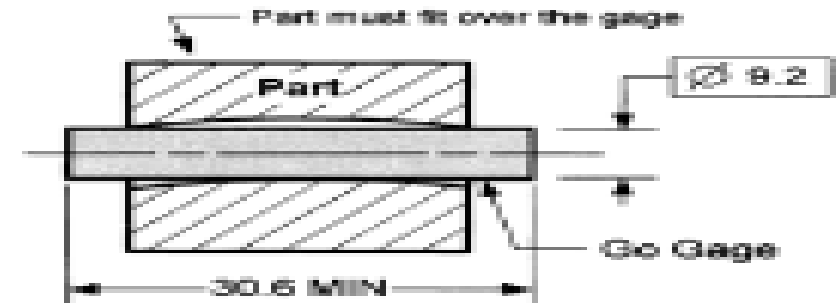
Go Gage

(Verifies part diameter does not exceed MMC size and Rule #1 boundary)



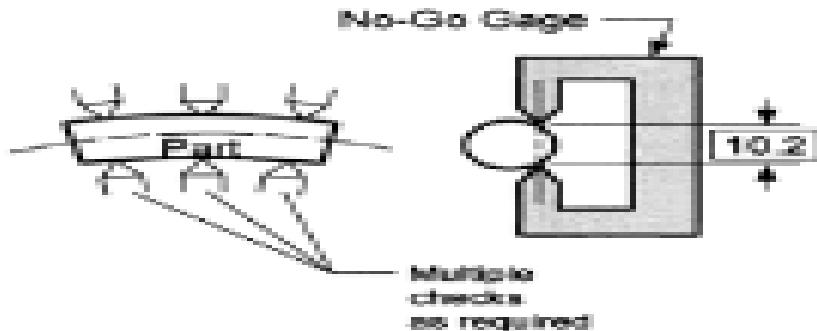
Go Gage

(Verifies part diameter does not violate MMC size and Rule #1 boundary)



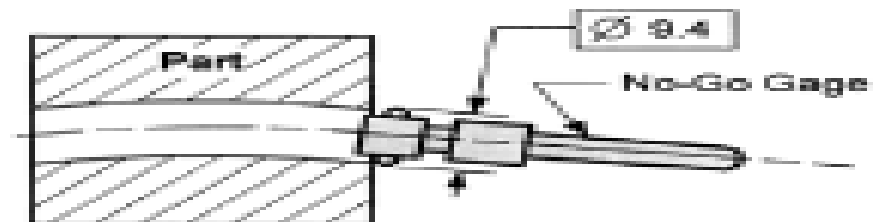
No - Go Gage

(Verifies that any two-point check is equal to or greater than LMC)



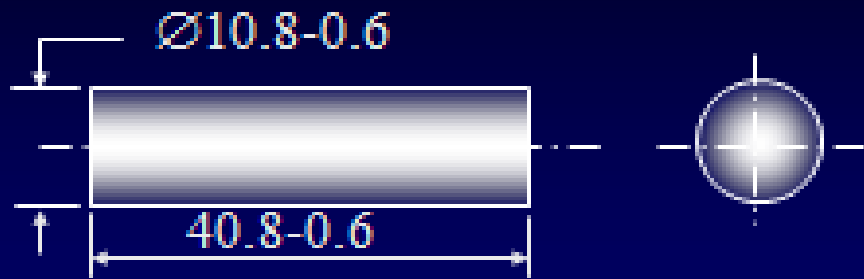
No - Go Gage

(Verifies that any two-point check is equal to or less than LMC)

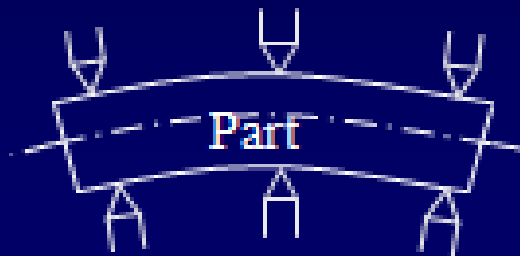


The No-Go gage could be used at both ends of the hole. If a check inside the part is needed, a variable two-point measurement can be made.

Go Gauge and No-Go Gauge : Shaft



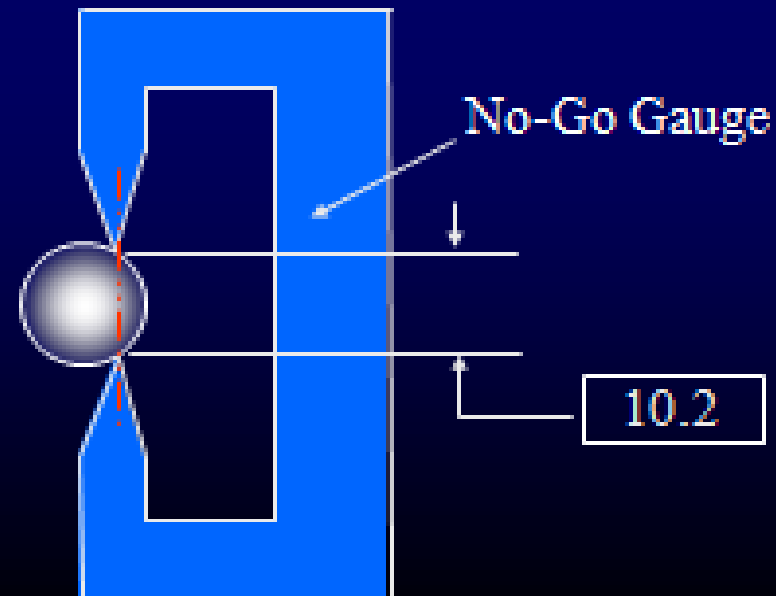
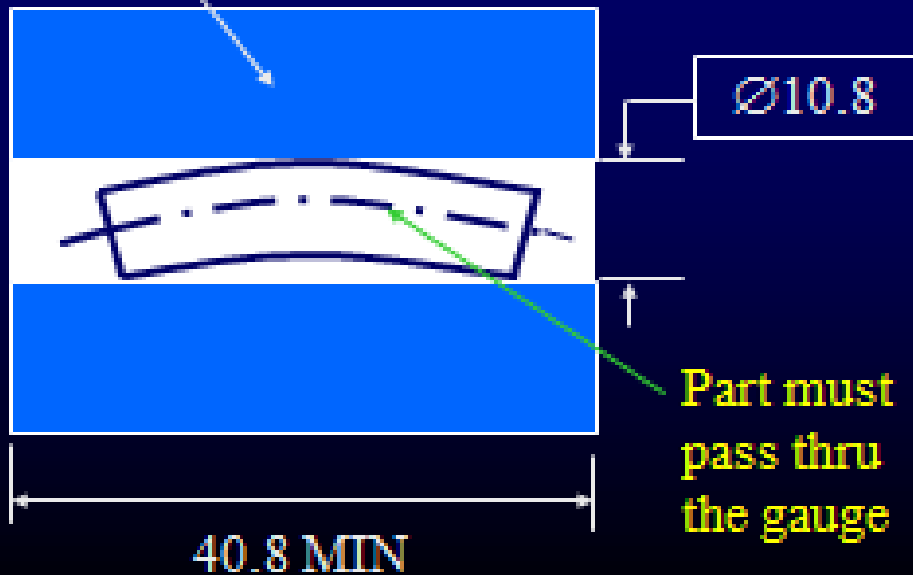
No-Go Gauge (Verifies that any two-point check is equal to or greater than LMC)



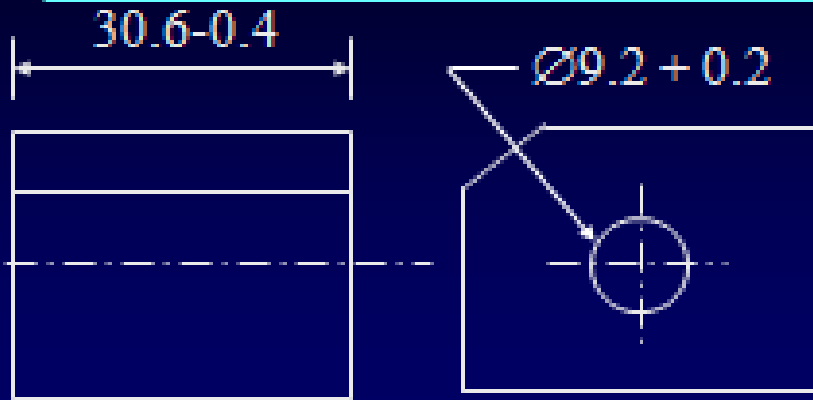
Multiple checks are required

Go Gauge Verifies part diameter does not exceed MMC size and Rule #1 boundary

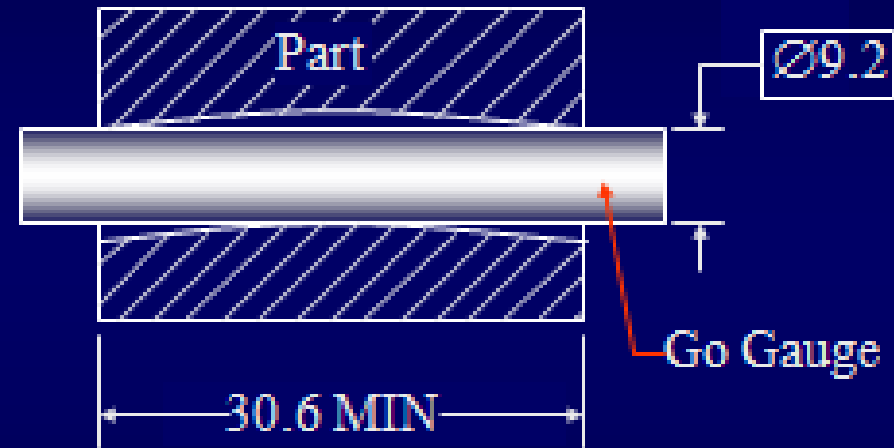
Go Gauge



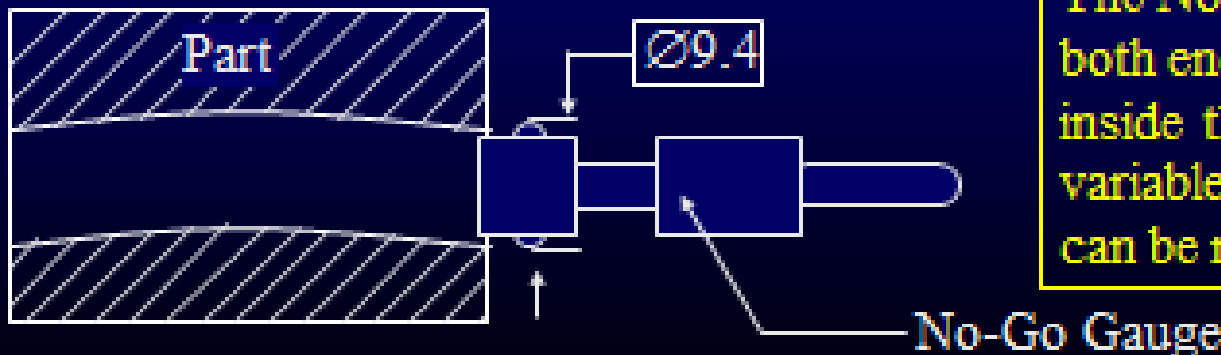
Go Gauge and No-Go Gauge : Hole



Go Gauge Verifies part diameter does not violate MMC size and Rule #1 boundary



No-Go Gauge Verifies that any two-point check is equal to or less than LMC



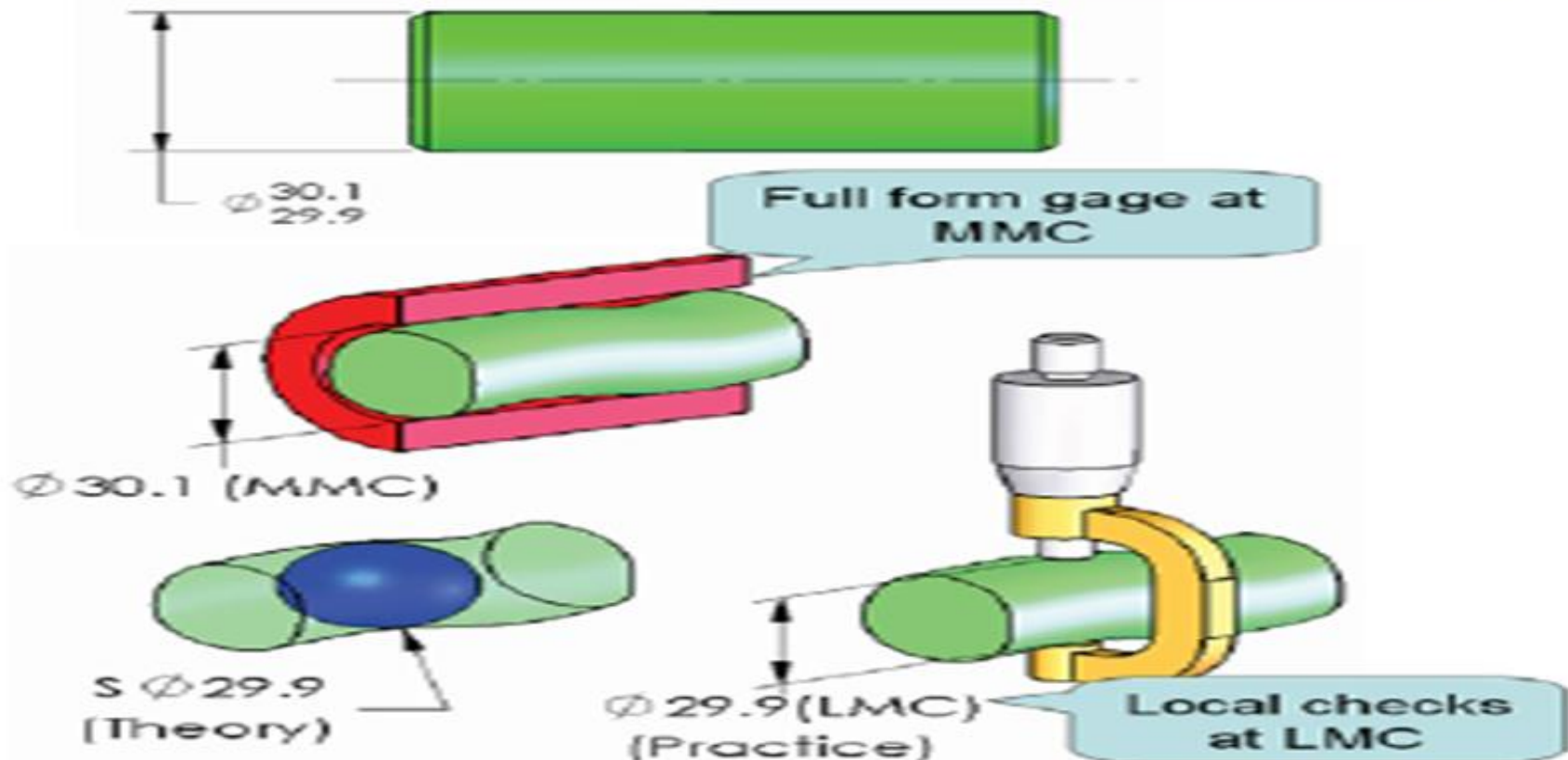
The No-Go gauge could be used at both ends of the hole. If a check inside the part is needed, a variable two-point measurement can be made

Rule #1

Rule #1 [2.7.1]

The Limits of Size Control the Form of the Feature

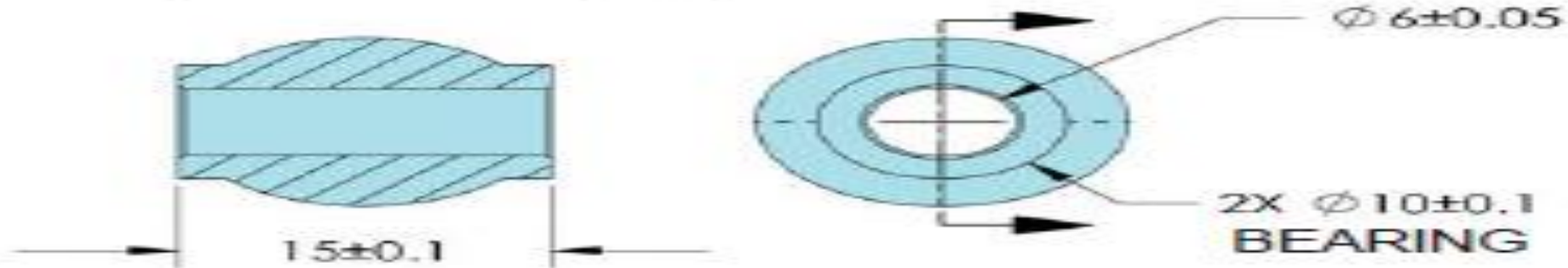
1. The actual local size at each cross section shall be within the limits of size.
2. The surface or surfaces of a feature shall not go beyond a boundary, or envelope, of perfect form at the MMC size of the feature.



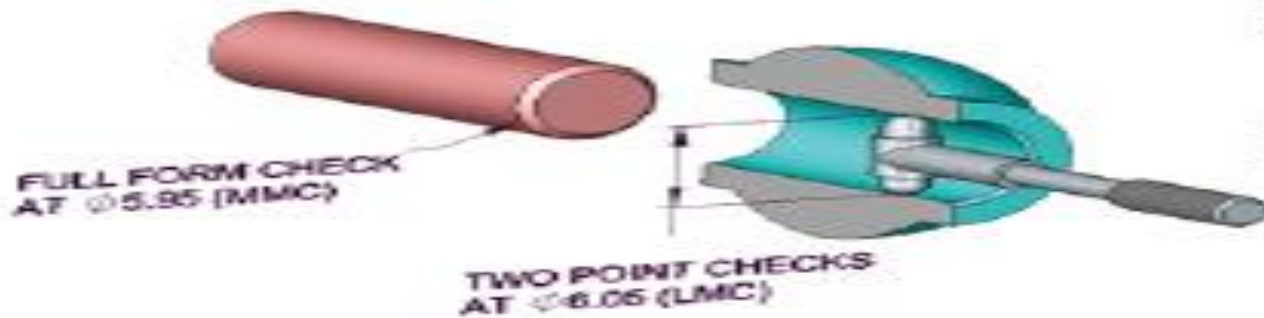
The ASME Y14.5.1 math standard describes the LMC requirement as the surface not being allowed to violate a sphere whose size is the LMC size. In practice it is common to simply make two-point, micrometer type measurements.

GD&T قانون اول

Examples of Verifying Size



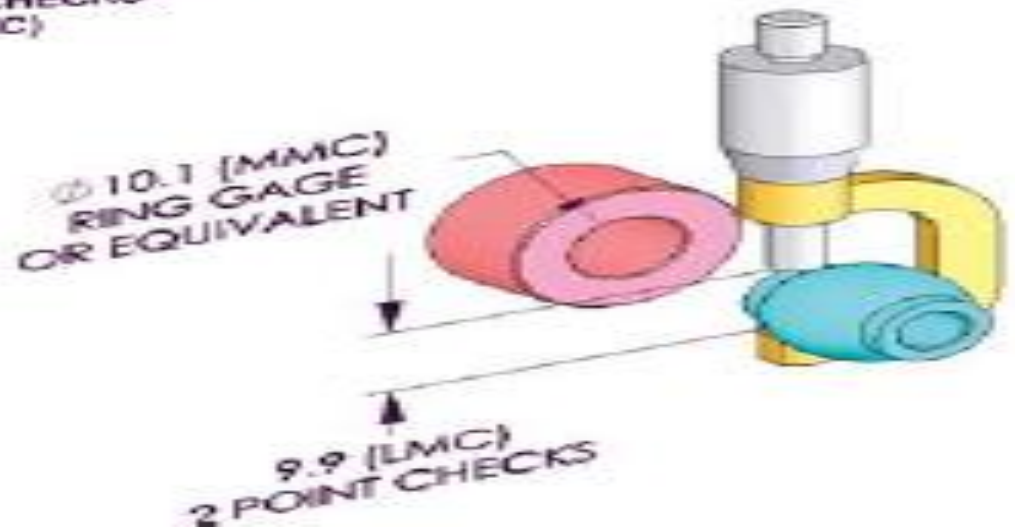
There are five features of size shown on the drawing. They are the two $\phi 10$, 15, $\phi 6$ and the sphere whose dimension is not shown. The hole size is verified in two steps:



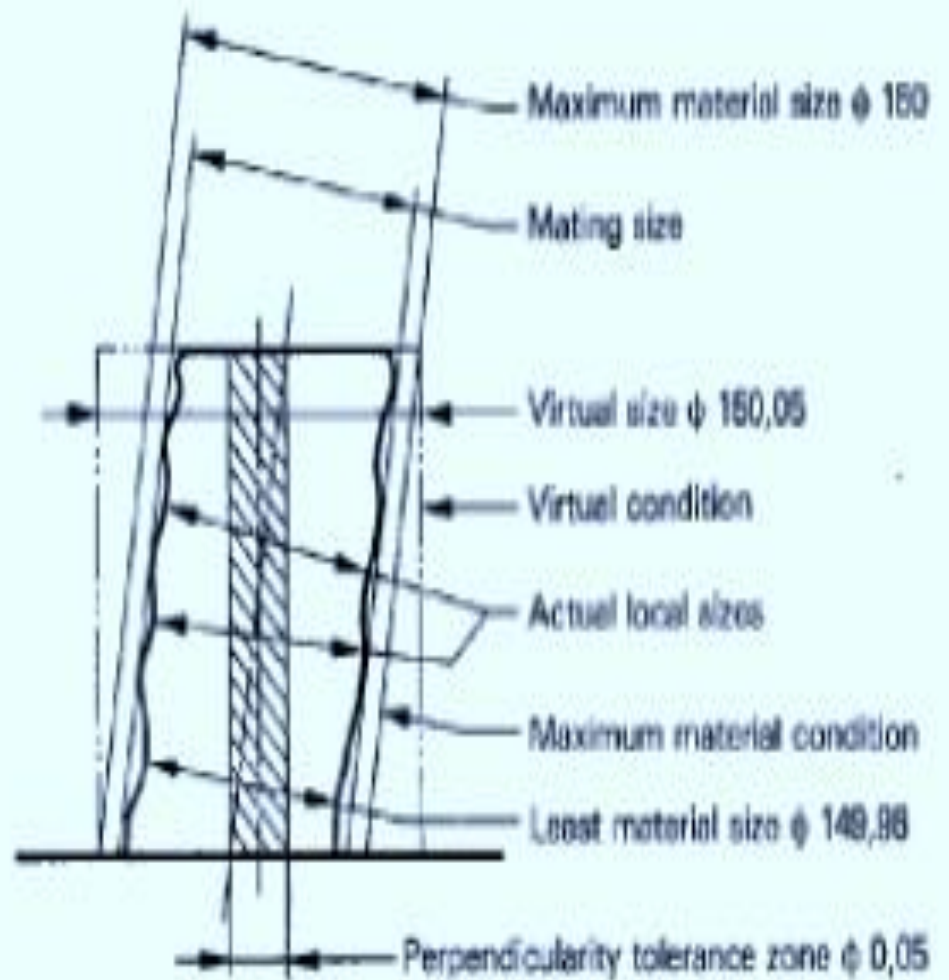
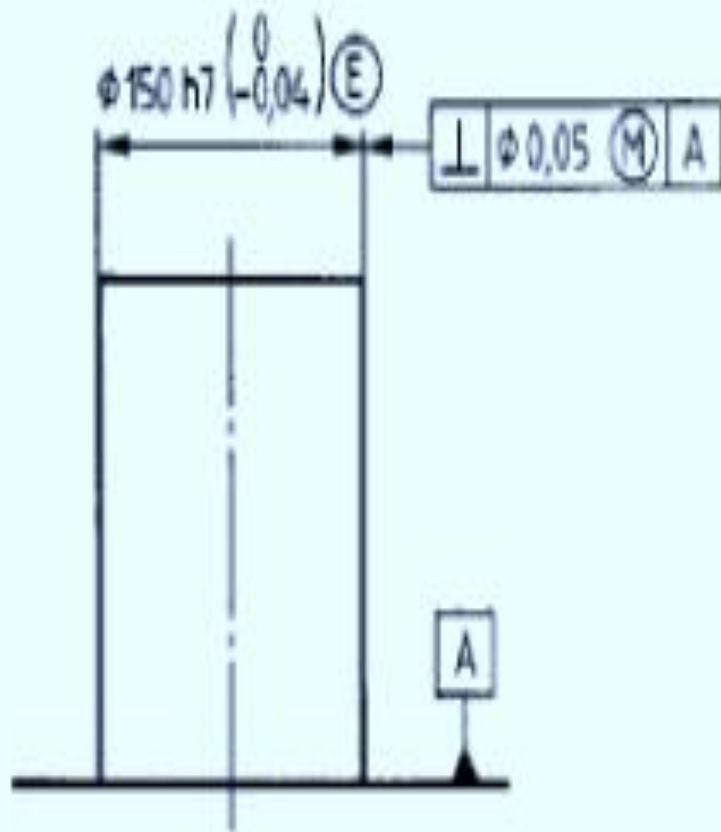
1) with a $\phi 5.95$ plug gage.

2) no two-point measurements may be more than 6.05.

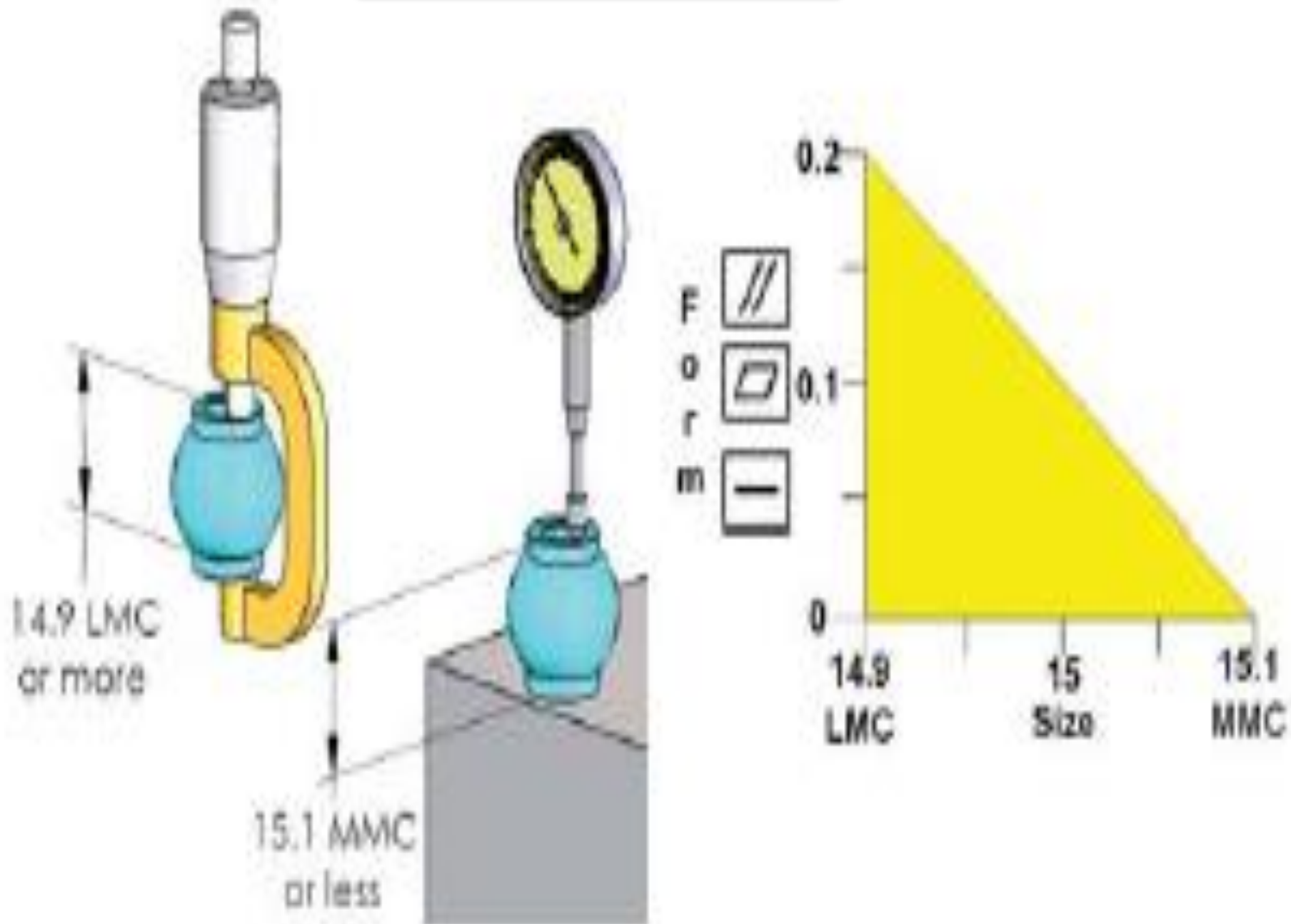
Both outside diameters must pass through a $\phi 10.1$ ring gage or equivalent. Any micrometer type measurement must be 9.9 or greater.



GD&T قانون اول

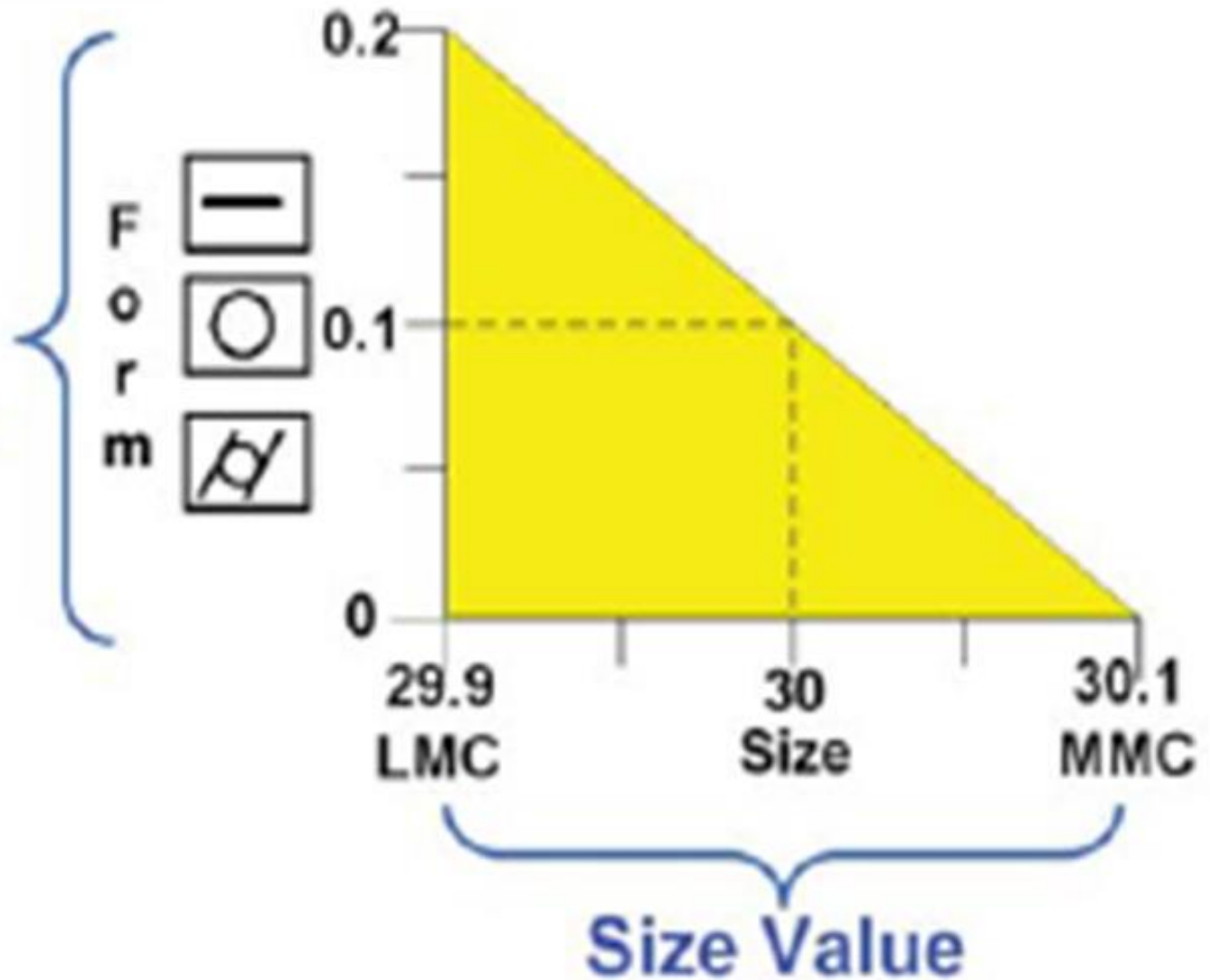


GD&T قانون اول



Tolerancing Diagrams

Geometric Tolerances



به دو روش می توان قانون 1 را نقض نمود:

- 1 - تolerانس مستقیمی را برای اندازه بکار برد.
- 2- توضیح خاصی در نمای اندازه آورده شود.

قانون ۲

قانون ۲ قاعده تolerانسهای هندسی کاربردی نامیده می شود.

قانون ۲: با توجه به تolerانس جداگانه، مبنای هر دو وقتی هیچ علامت اصلاح کننده ای مشخص نمی شود، RFS به کار می رود (بدون در نظر گرفتن اندازه نما). MMC یا LMC بر حسب نیاز باید در نقشه مشخص شود. در

تولانس های هندسی خاص همیشه RFS^۱ را به کار می برند و نمی توانند با LMC یا MMC اصلاح شوند.

جایی که یک تolerانس هندسی بر پایه RFS به کار رود، تolerانس بدون توجه به اندازه واقعی نما به مقدار مشخص شده

مجاوده می شوند.

■ قانون دوم GD&T - استقلال فرم از اندازه

■ وقتی که از شرط ماده برای يك اندازه استفاده نشود یعنی فرم از اندازه مستقل است

■ عبارت دیگر ریل بین تلرانسهای هندسی و ابعادی از بین میرود

■ یعنی همان RFS

RULES

RULE #2 (New)

RFS is the default for tolerance and datum references (as appropriate)



RULE #2a (Temp.)

For a tolerance of position, RFS may be stated for the tolerance and datum references (as appropriate)



Symbol for RFS (past practice from Y14.5M-1982)

GD&T قانون دوم

Rule #2 [2.8]

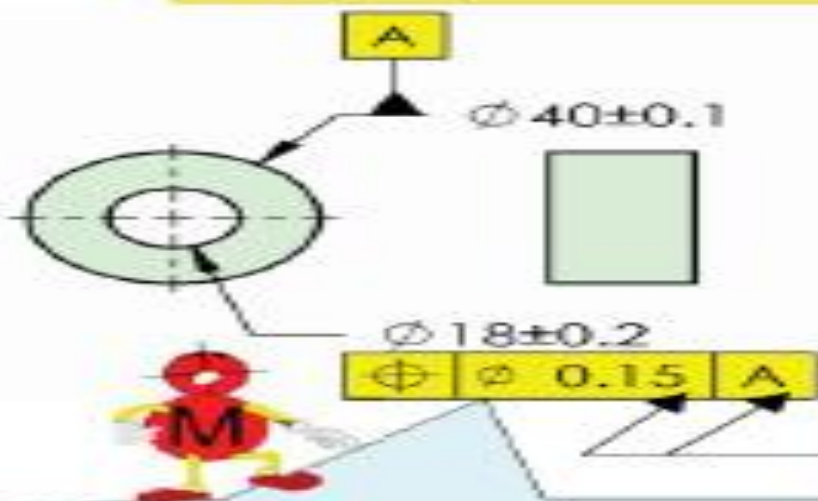
Rule #2 [2.8]

Regardless of Feature Size (RFS) applies to all geometric tolerances and datum references applied to features of size where neither MMC or LMC is stated.

As seen earlier, it is possible to translate each geometric call out into plain English with one clear meaning. Max will help out with the translation of geometric tolerances.

Max likes to call RFS "Really Fussy Stuff" because there isn't the opportunity to get additional tolerance (bonus) where RFS applies.

No $\text{\textcircled{M}}$ or $\text{\textcircled{L}}$ so these apply regardless of the feature's size.



Translation: The axis of this hole must be centered on the datum axis established by datum feature A within a cylindrical zone of $\varnothing 0.15$ regardless of the size of the hole.



GD&T قانون دوم

$$P_s + \Delta_s = P_A$$

Where:

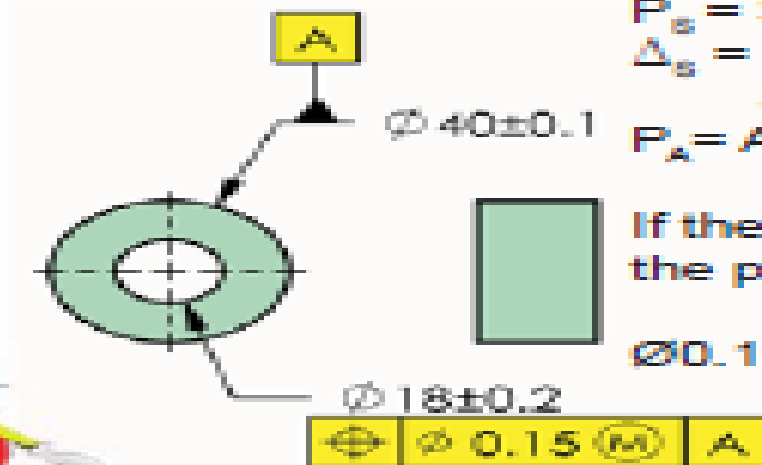
P_s = Stated position tolerance

Δ_s = Difference between the actual size and the MMC size

P_A = Allowable position tolerance

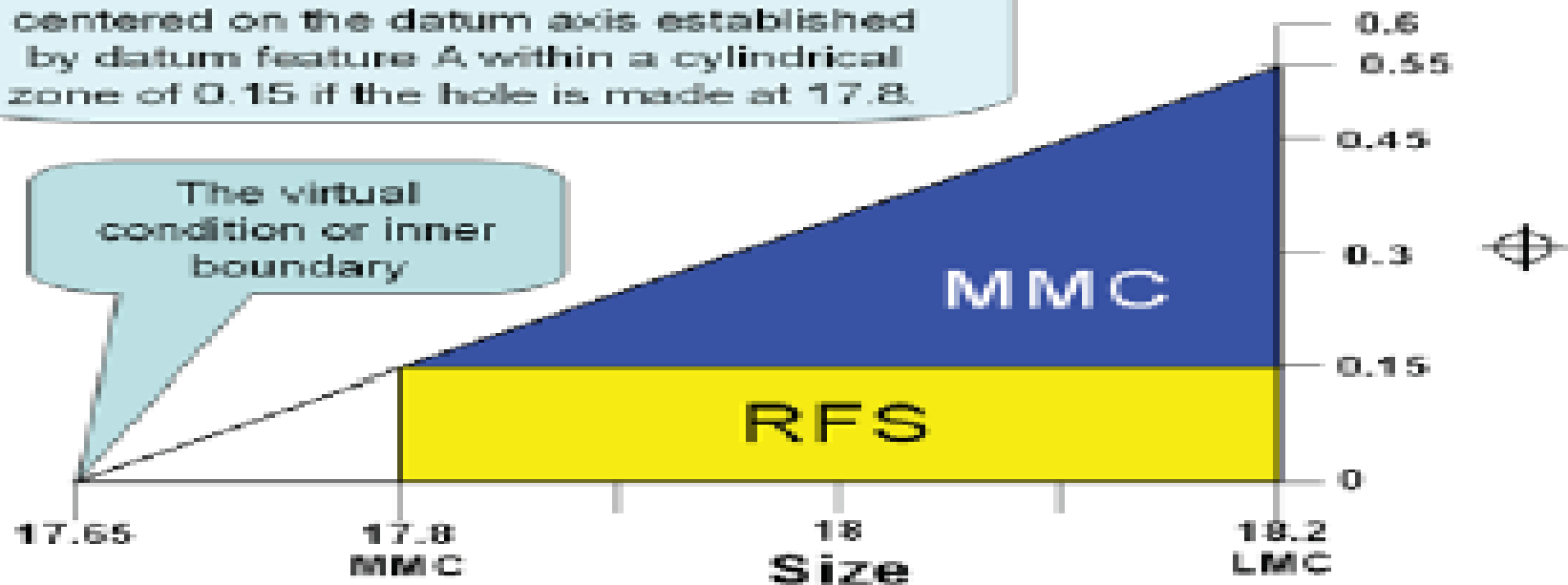
If the size of the hole measures 18.2, the position tolerance is:

$$\varnothing 0.15 + (18.2 - 17.8) = \varnothing 0.55$$



Translation: The axis of this hole must be centered on the datum axis established by datum feature A within a cylindrical zone of 0.15 if the hole is made at 17.8.

The virtual condition or inner boundary



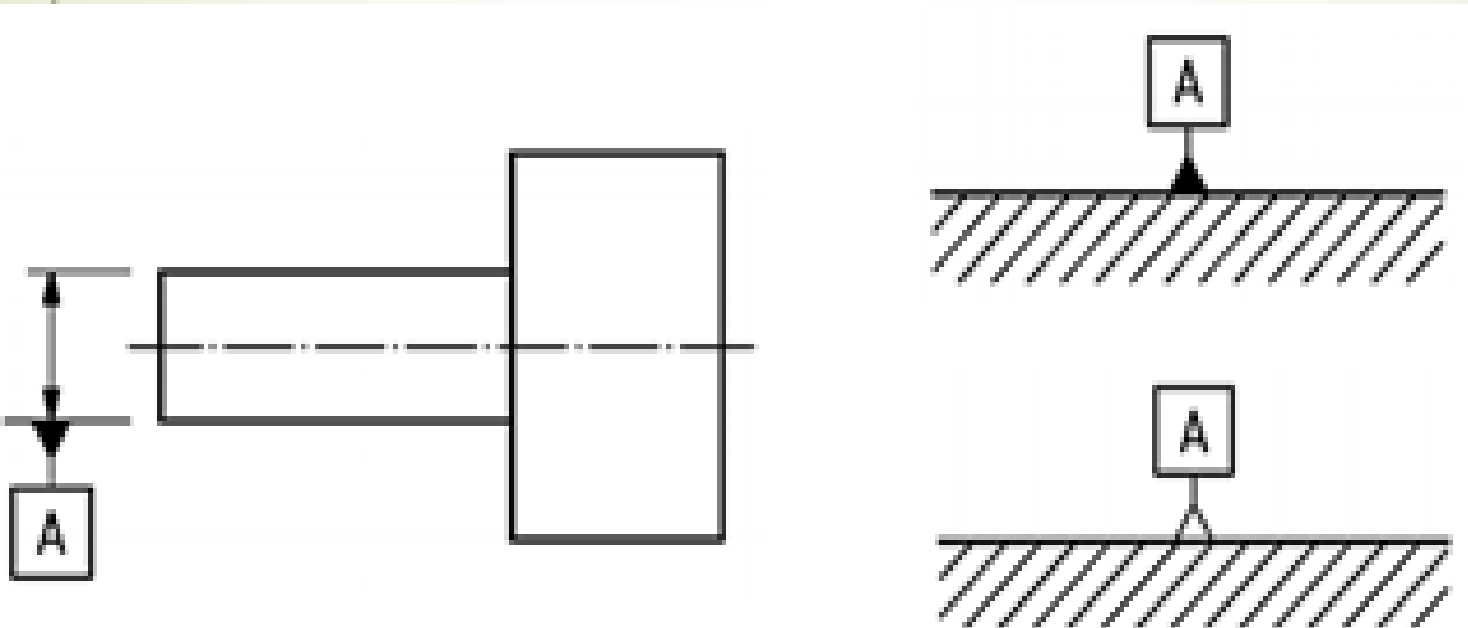
تعريف مبنا:

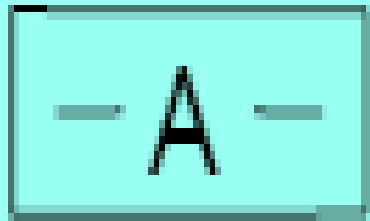
- مبنا ميتواند يك نقطه ، يك خط ، يك صفحه يا هر سطح هندسي ديگري باشد كه از آن ابعاد اندازه گيري يا تفرانسهاي هندسي نسبت به آن داده ميشود
- مبنا Datum: مبناهاي نقطه ، خط يا سطحي هستند كه بصورت ايده آل در نقشه ها آورده ميشود
- فيچر مبنا Datum feature: فيچرهاي واقعي قطعات هستند كه مبناها را ميسازند
- مبناي شبیه سازی شده Simulated datum: سطوح مبناهاي مراجع اندازه گيري (مثل: صفحه صاف ، گيج بلاك ، تيغه هاي موازي ، بين گيج ها و رينگ گيجها) كه در تماس با فيچر مبنا هستند و يك نقطه ، خط يا صفحه را ميسازند.

موضع مبنا (Datum)

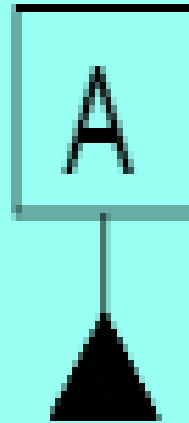
موضع مبنا عبارتست از یک موضع یا مکان واقعی از یک قطعه و در تعیین موقعیت مبنا بکار می رود.

موقعیت مبنا توسط یک حرف انگلیسی بزرگ درون مربع و متصل به یک مثلث توپر یا توخالی نشان داده می شود.

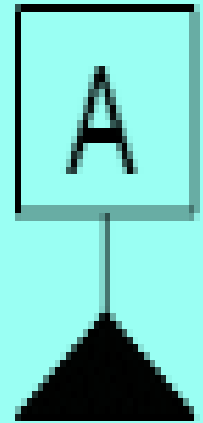




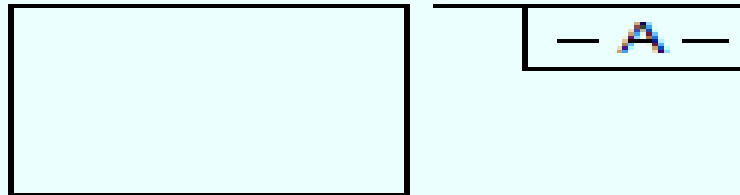
ANSI
1982



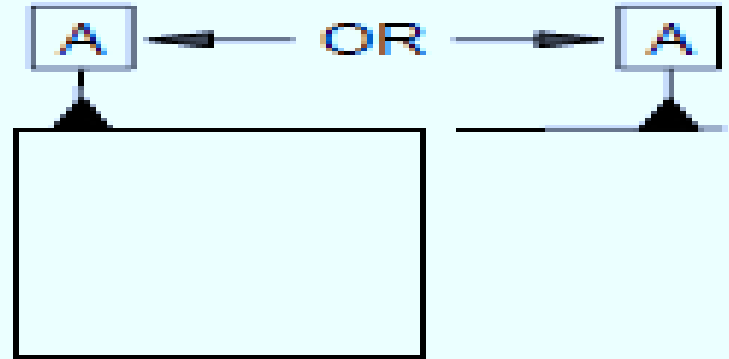
ASME
1994



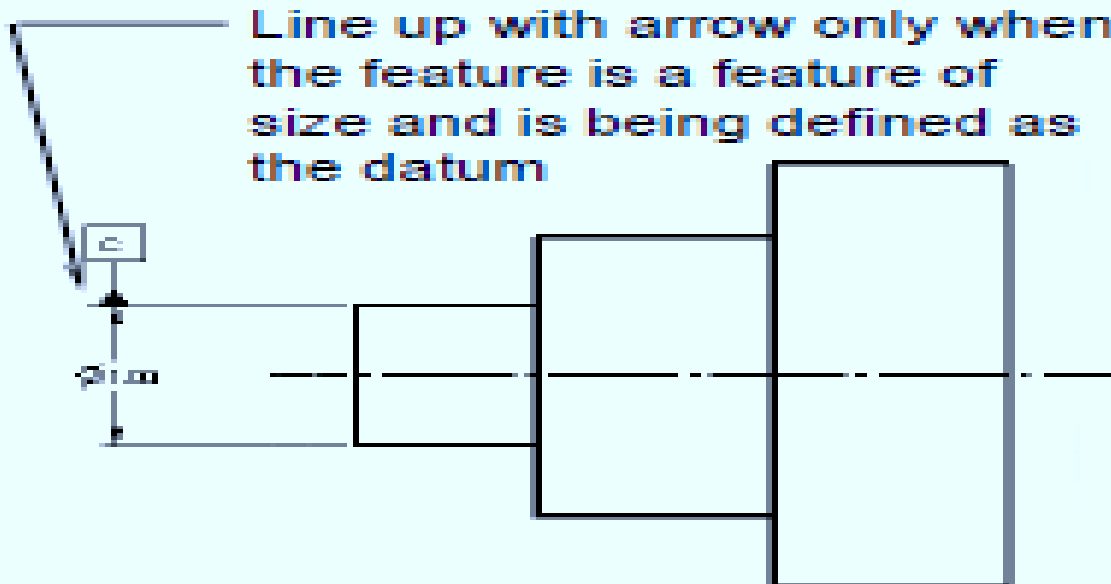
ISO



ANSI 1982

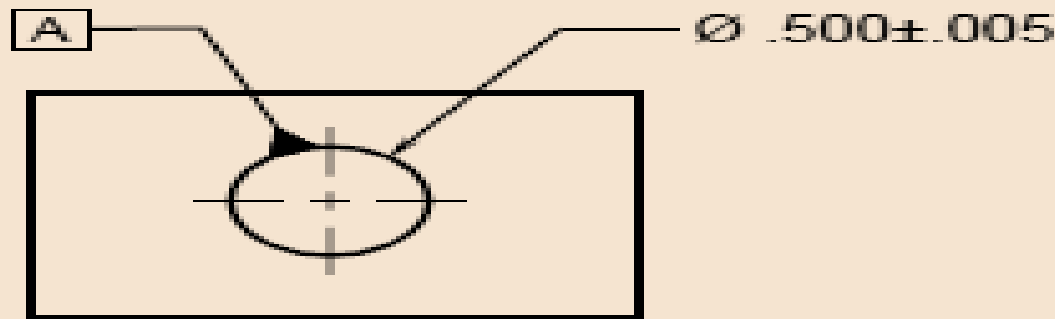


ASME 1994

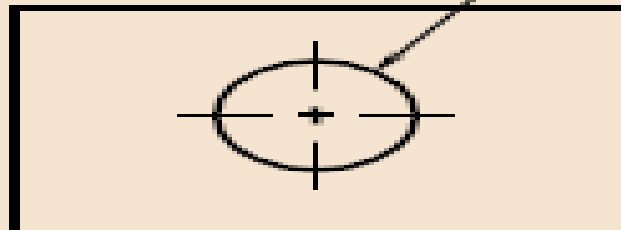
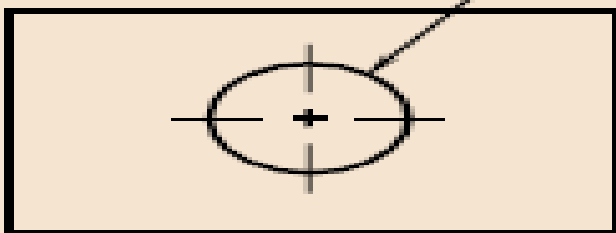
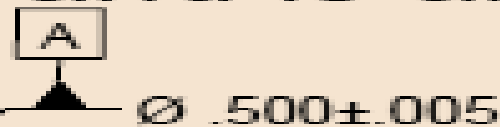


روش استفاده از مبنا (قطعه توپر)

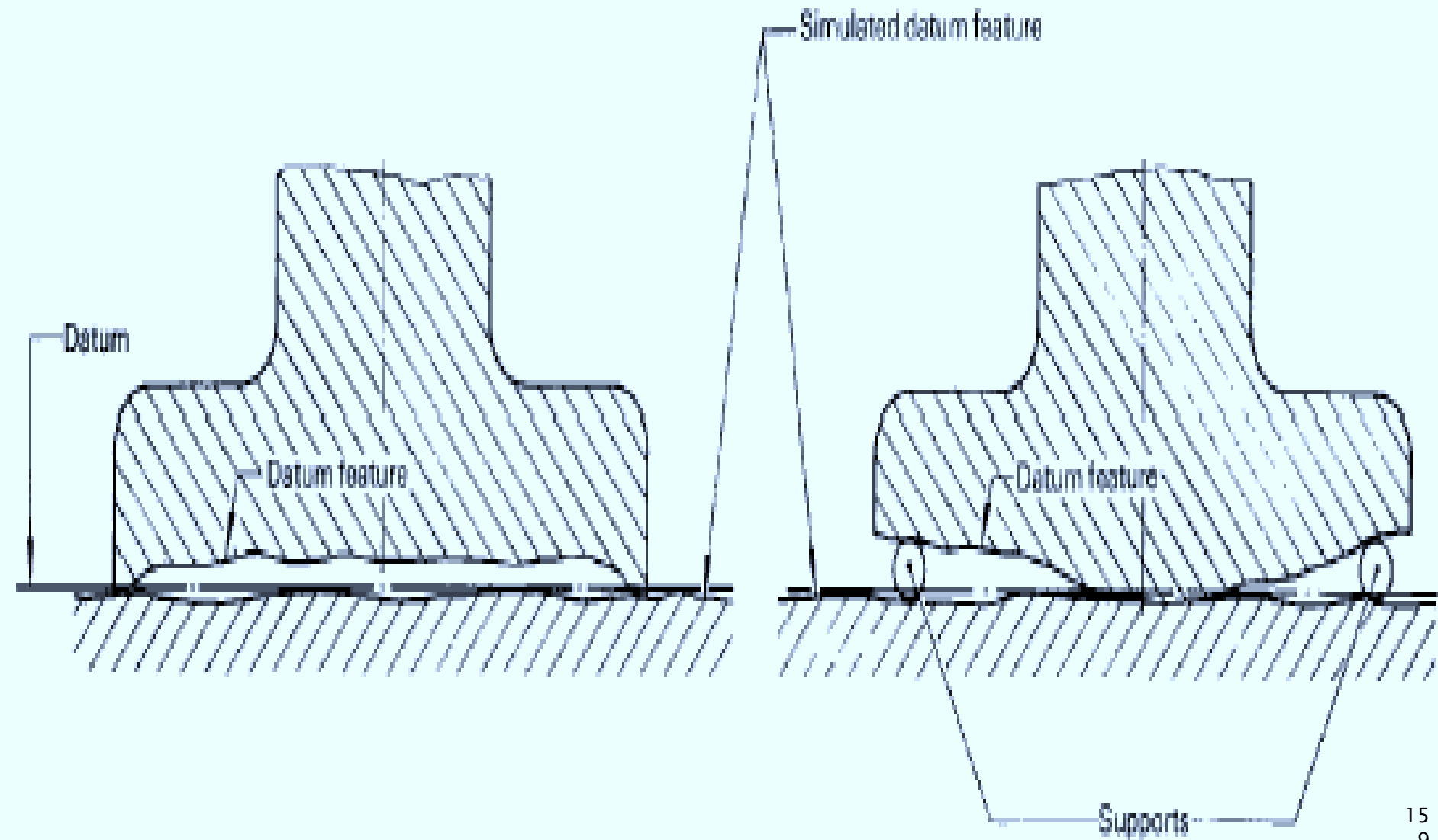
- Feature sizes, such as holes



- Sometimes a feature has a GD&T and is also a datum

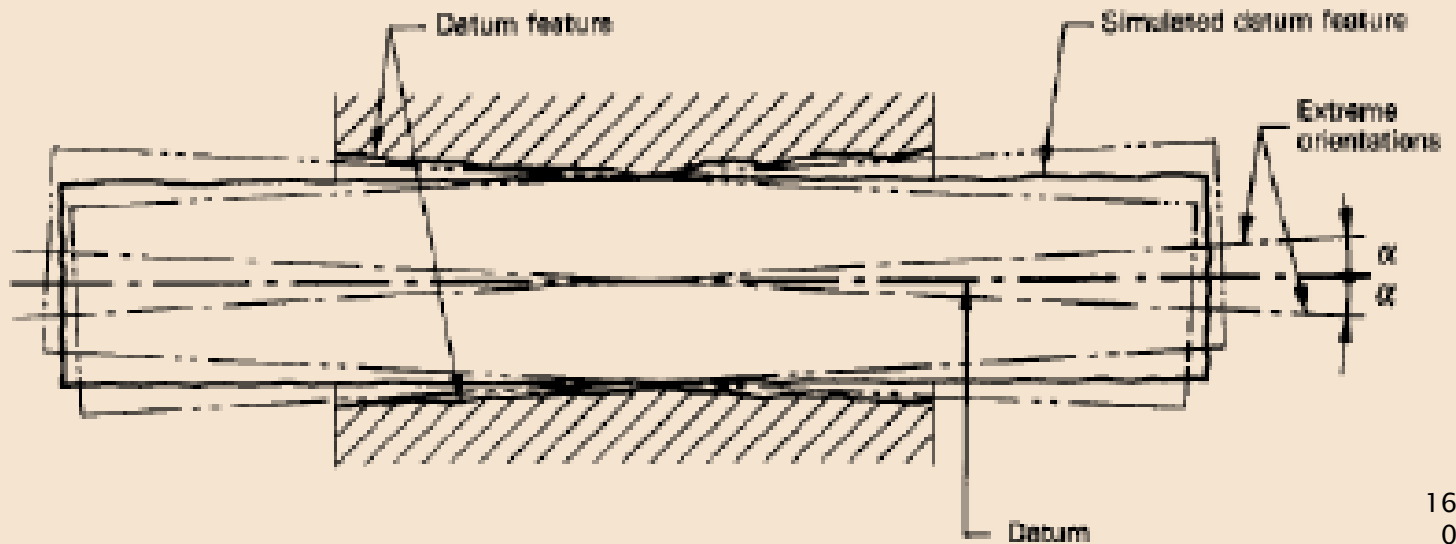
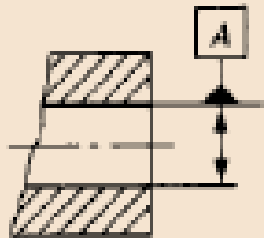
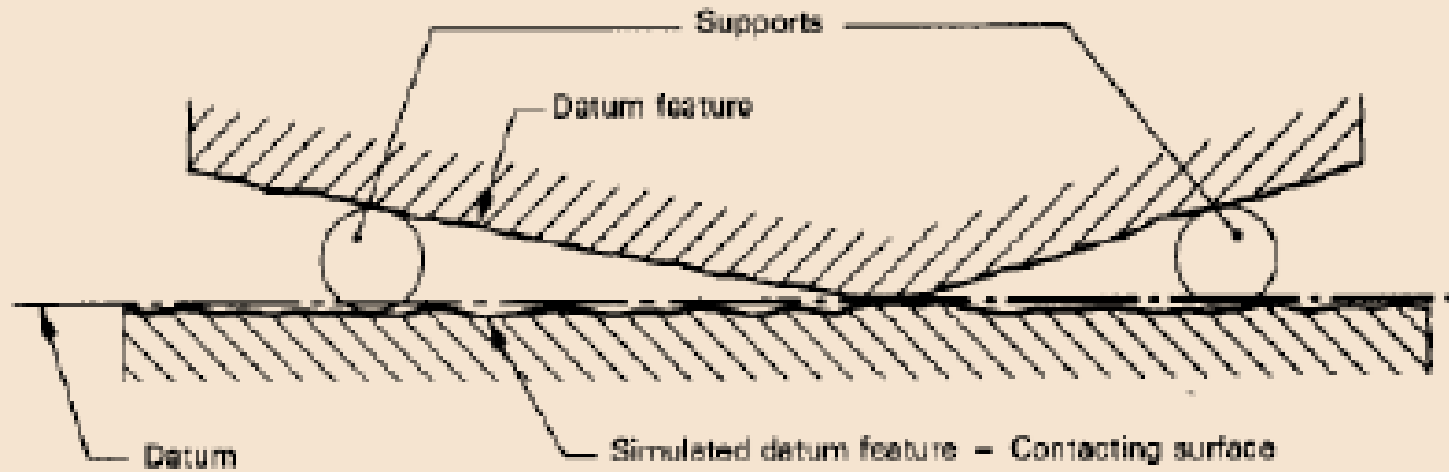
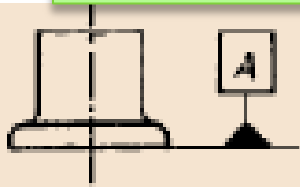


روش استفاده از مبنا (قطعه توخالی)



Datum

سطوح مبنا



- يك قطعه در فضا 6 درجه آزادي دارد
- هر نقطه از قطعه يك درجه آزادي را مهار مينمايد
- اولين مبنا در قطعات غير دوار با 3 نقطه تماس 3 درجه آزادي را مهار ميكند و نقش **Support** را دارد
- دومين مبنا در قطعات غير دوار با 2 نقطه تماس 2 درجه آزادي را مهار ميكند و نقش **Align** را دارد
- سومين مبنا در قطعات غير دوار با 1 نقطه تماس 1 درجه آزادي را مهار ميكند و نقش **Stop** را دارد
- هميشه نياز به 3 مبنا در تolerانسهاي هندسي وجود ندارد , گاهي نيز با يك مبنا يا با 2 مبنا (قطعات دوار) كار انجام ميشود و بستگي به عملکرد قطعه و فيچرهاي قطعه در مونتاژ دارد

■ سیستم سه صفحه ای (قطعات غیر دوار):

- در سیستم سه صفحه ای براحتی میتوان موقعیت هر فیچری را تعیین نمود
- در سیستم سه صفحه ای با اعمال سه صفحه مبنا تمامی 6 درجه آزادی آن مهار شده و قطعه فیکس میشود

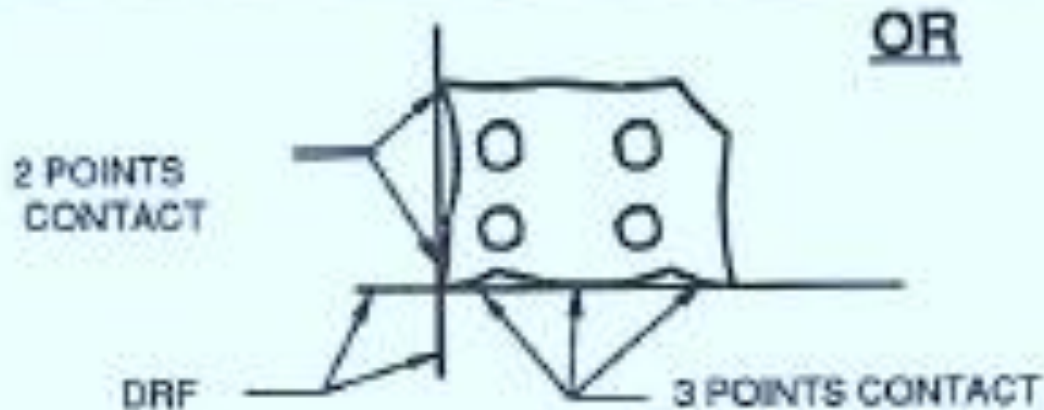
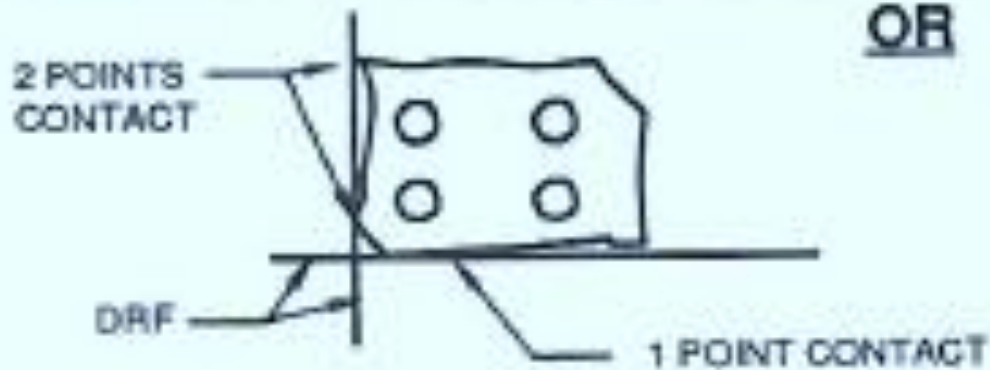
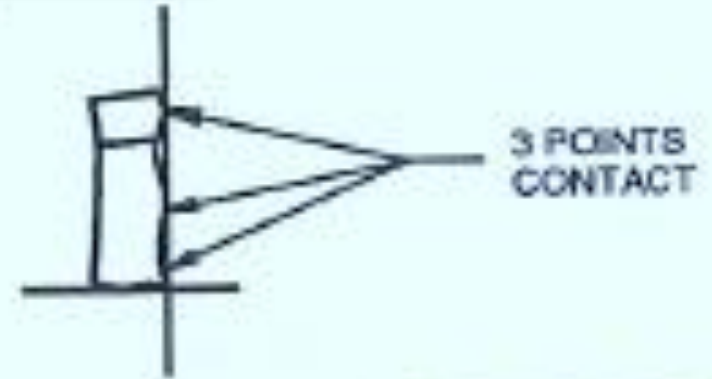
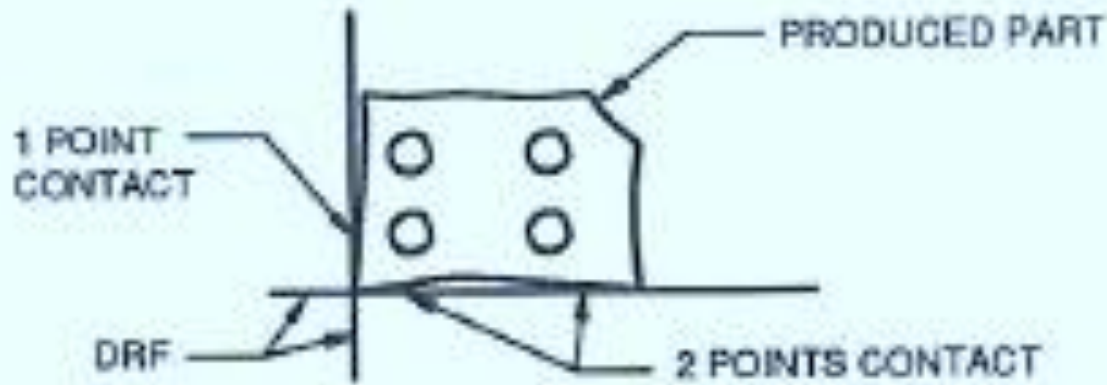
- اولین مبنا با 3 نقطه تماس 3 درجه آزادی را مهار میکند
- دومین مبنا با 2 نقطه تماس 2 درجه آزادی را مهار میکند
- سومین مبنا با 1 نقطه تماس 1 درجه آزادی را مهار میکند

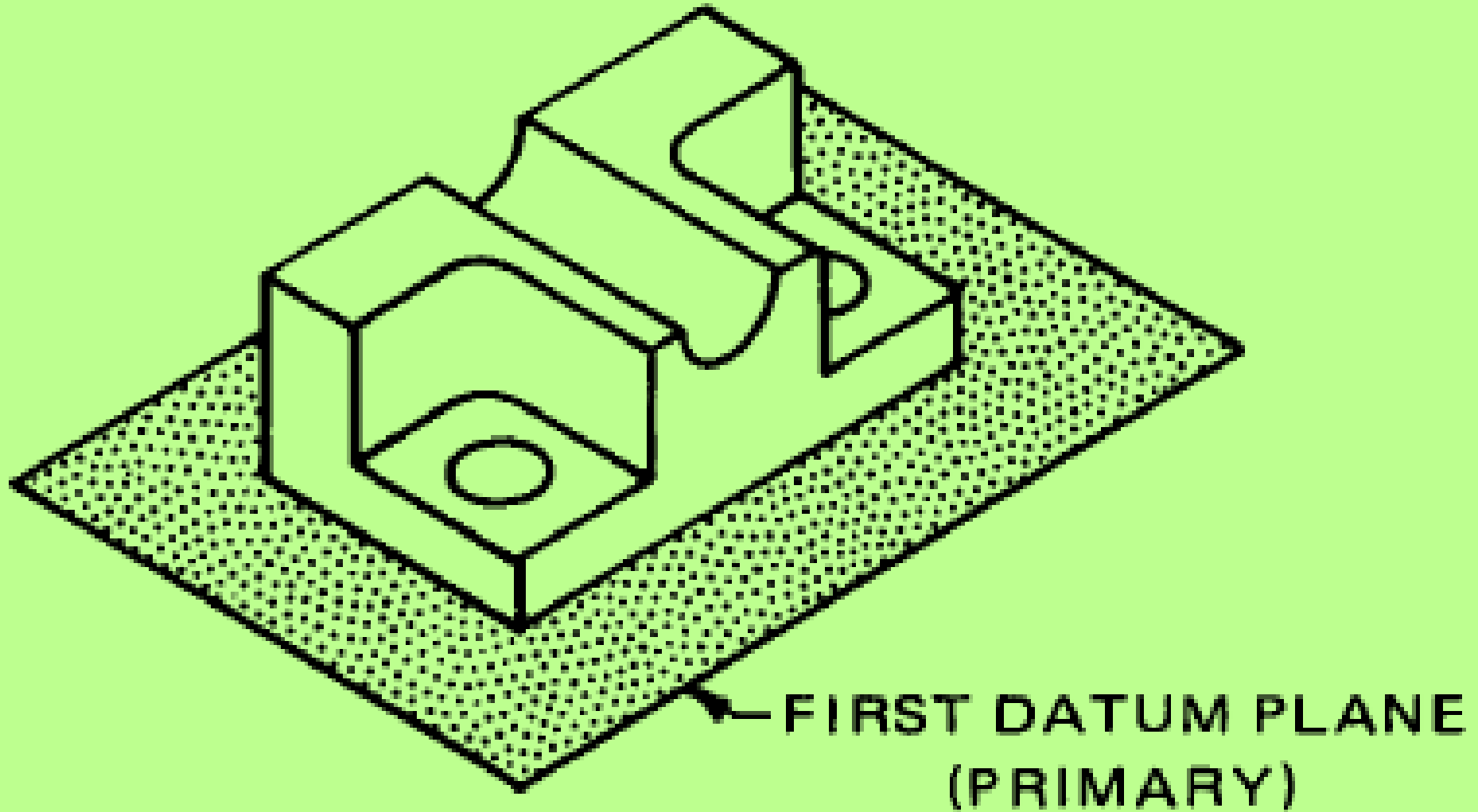
■ قطعات دوار:

- از سیستم سه صفحه ای برای قطعات دوار نمیتوان استفاده نمود و باید از طریق بین راهنما یا خار یا ... درجات آزادی قطعه را محدود نمود
- توسط سه نظام 4 درجه آزادی يك قطعه دوار مهار میشود

Datum

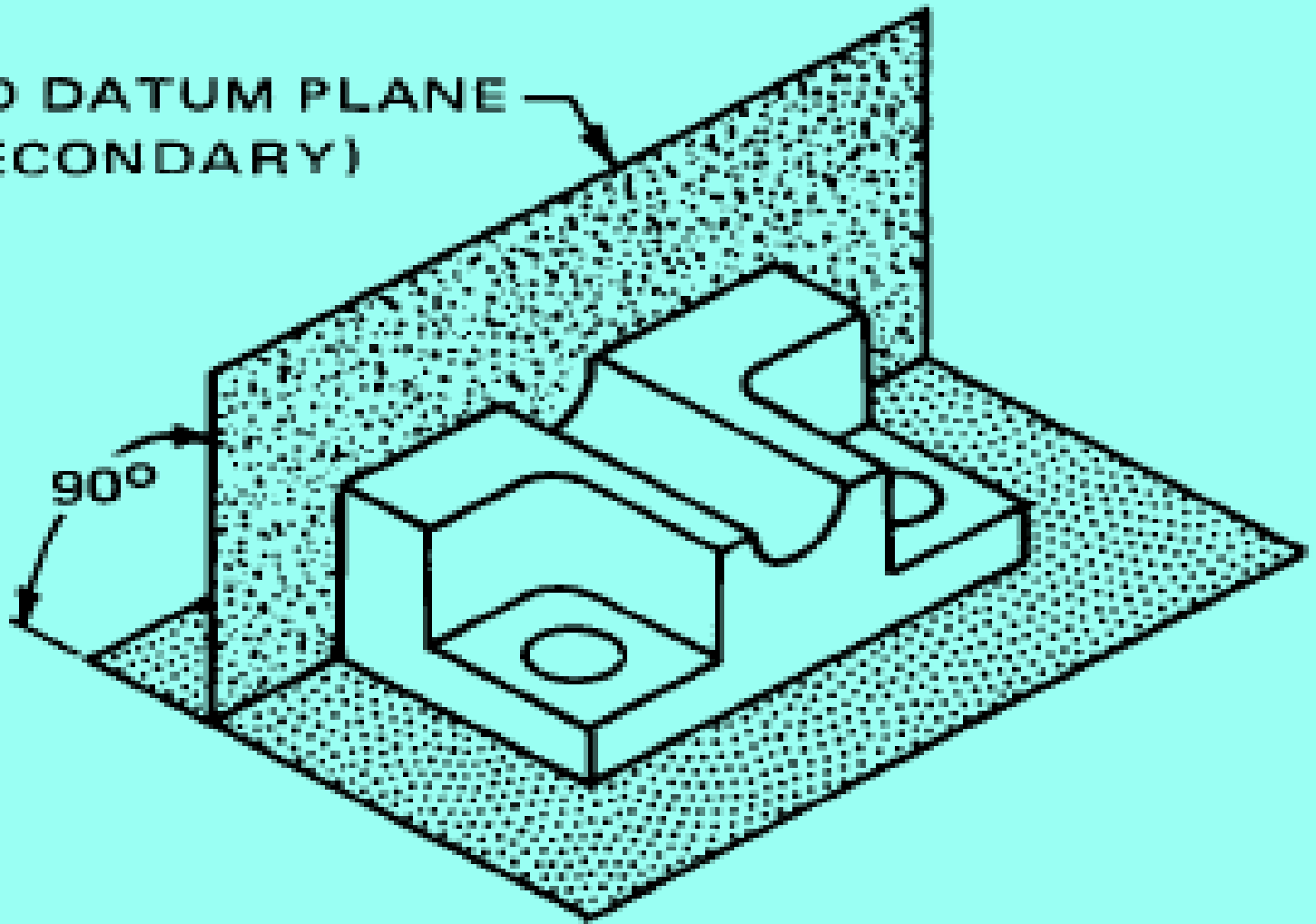
سطوح مبنا





(A) PRIMARY DATUM

SECOND DATUM PLANE
(SECONDARY)



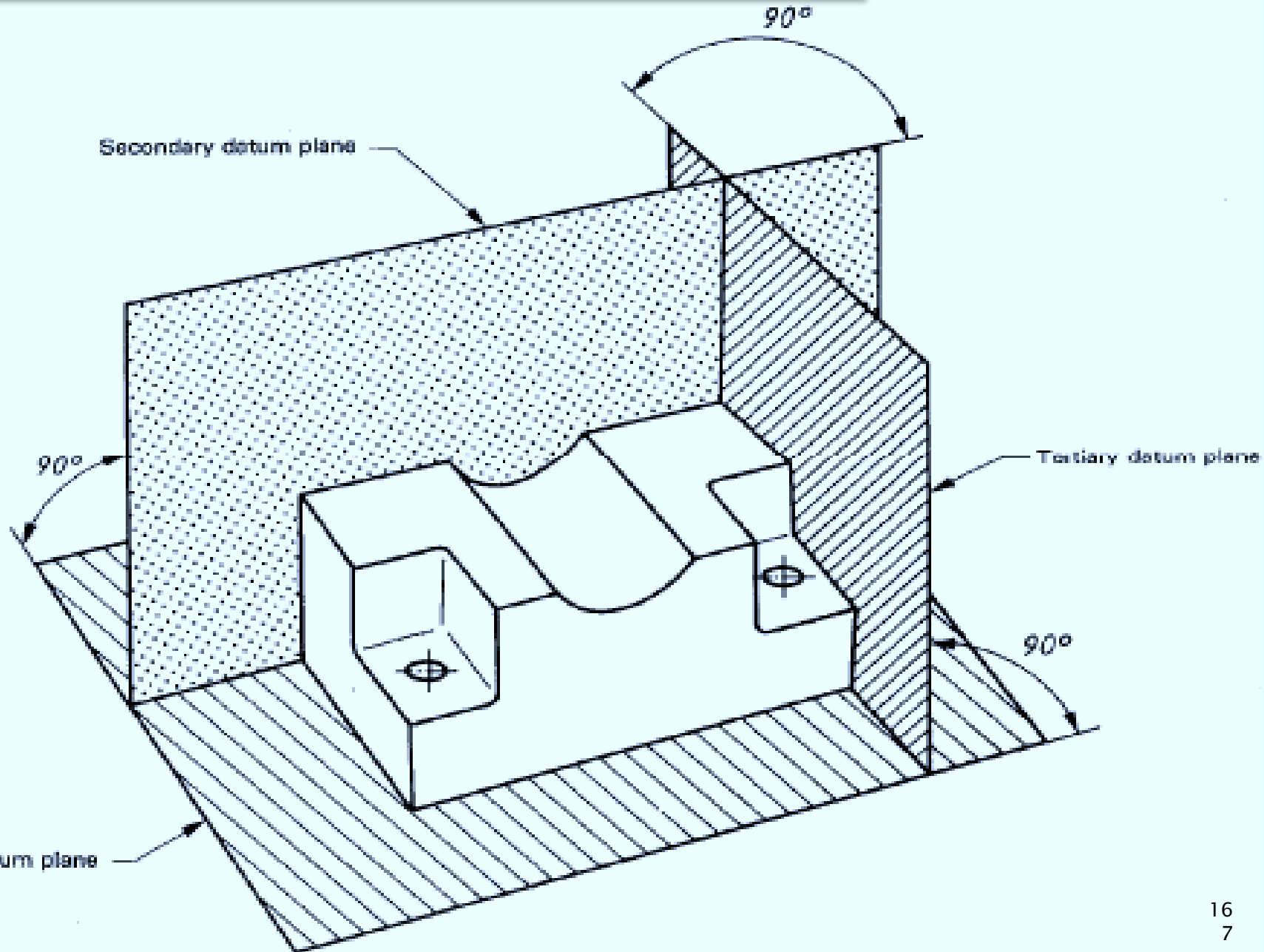
(B) SECONDARY DATUM

Datum

سطوح مبنا

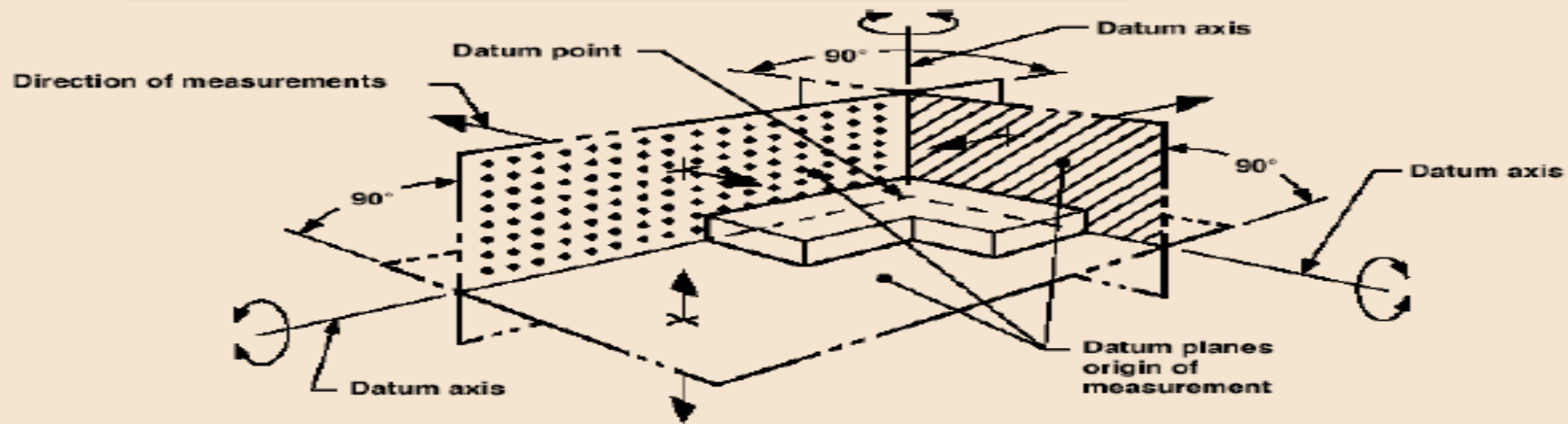


ایجاد مبنای دو صفحه ای

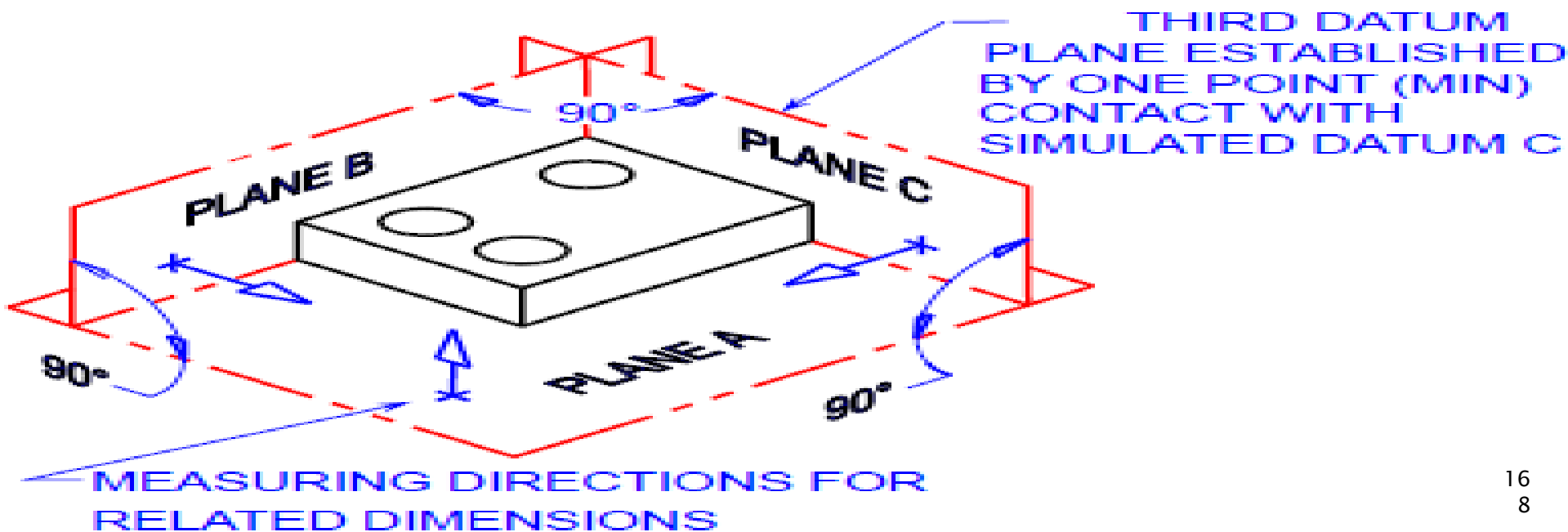


Datum

سطوح مبنا

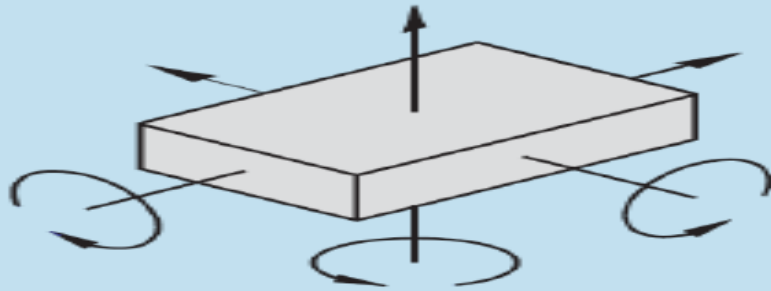


- Restricts 12 degrees of freedom.

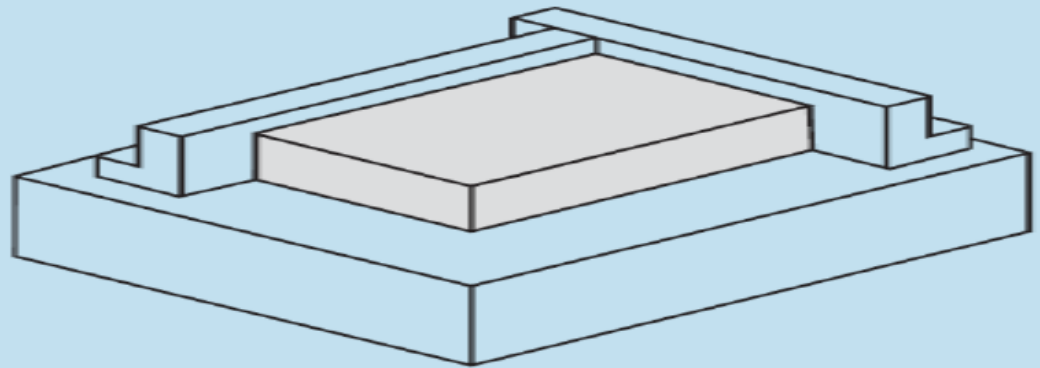


Datum

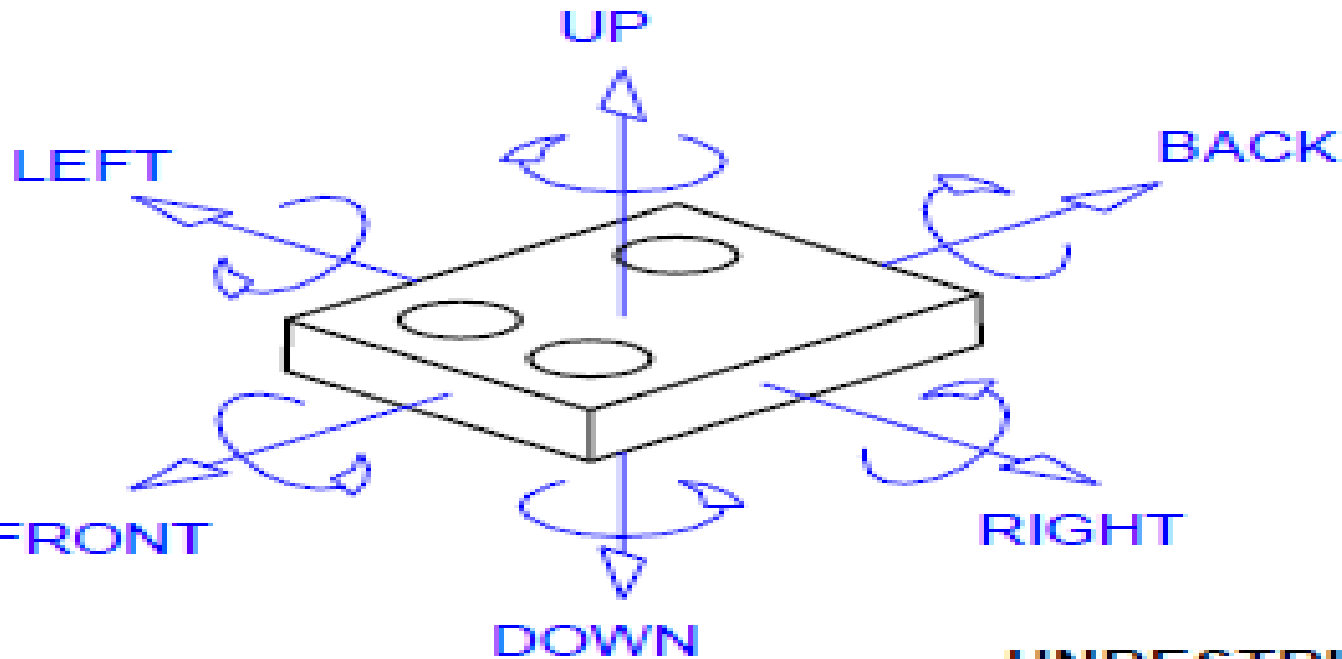
سطوح مبنا



FREE MOVEMENT



RESTRICTED MOVEMENT

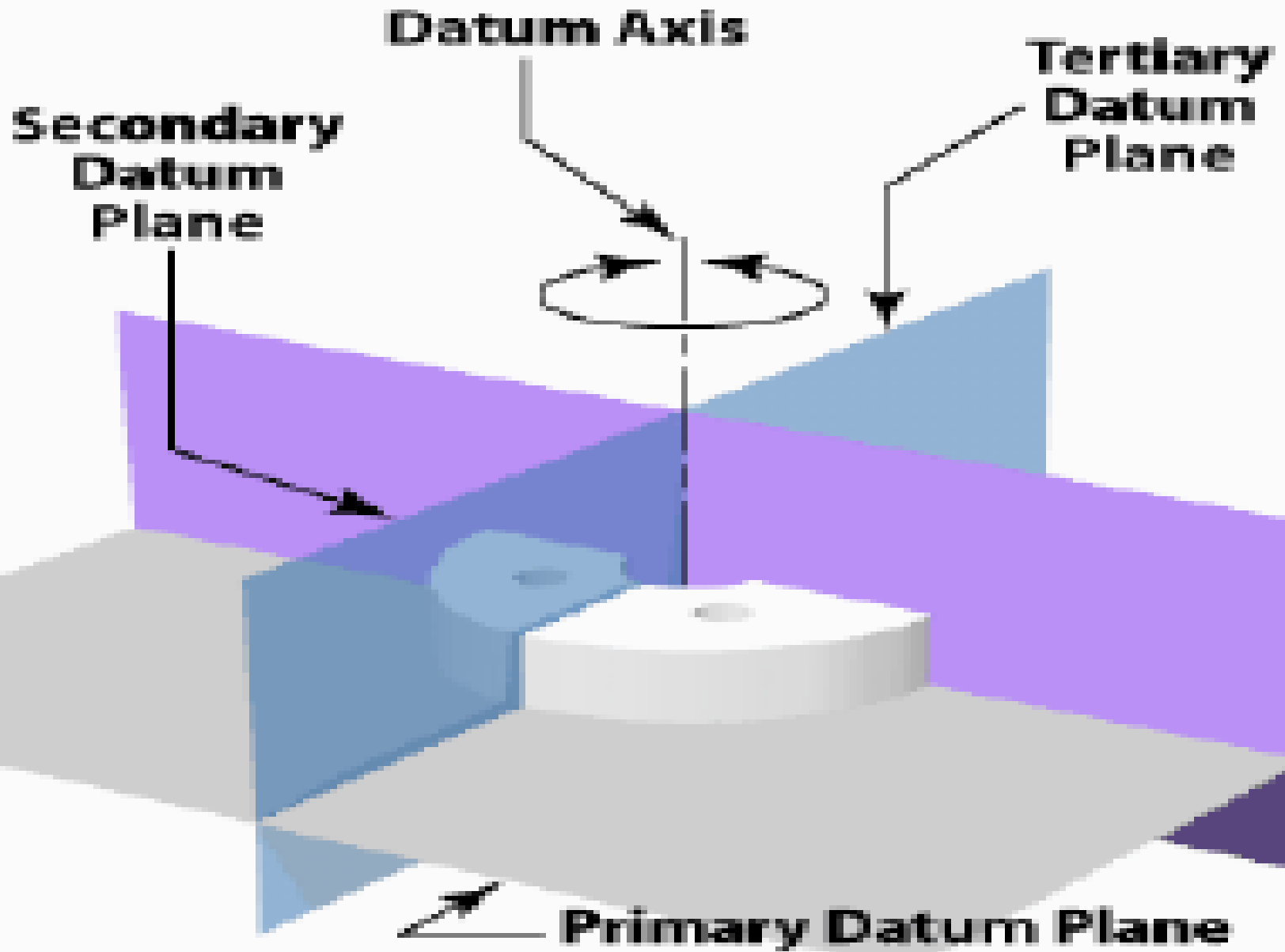


**6 LINEAR AND
6 ROTATIONAL
DEGREES OF
FREEDOM**

**UNRESTRICTED FREE
MOVEMENT IN SPACE**

Datum

سطوح مبنا



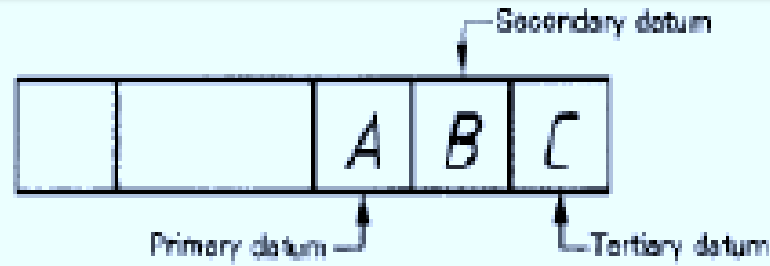
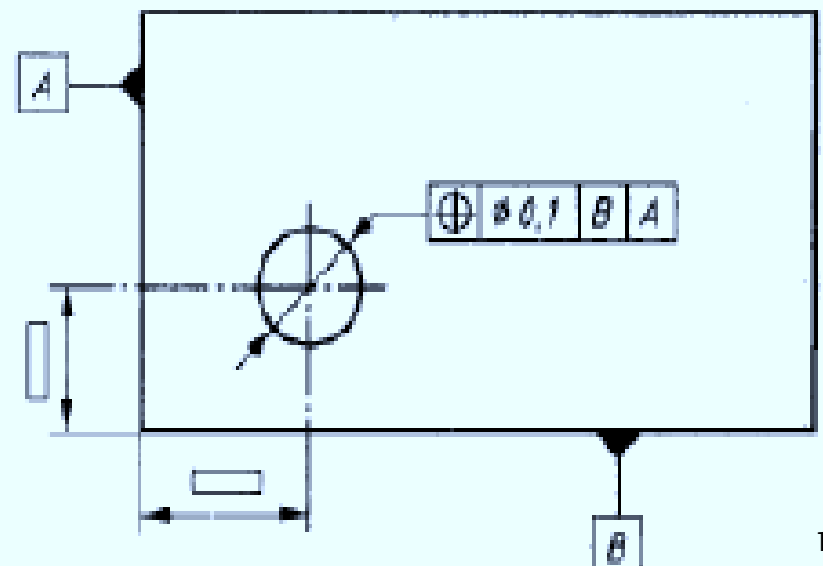
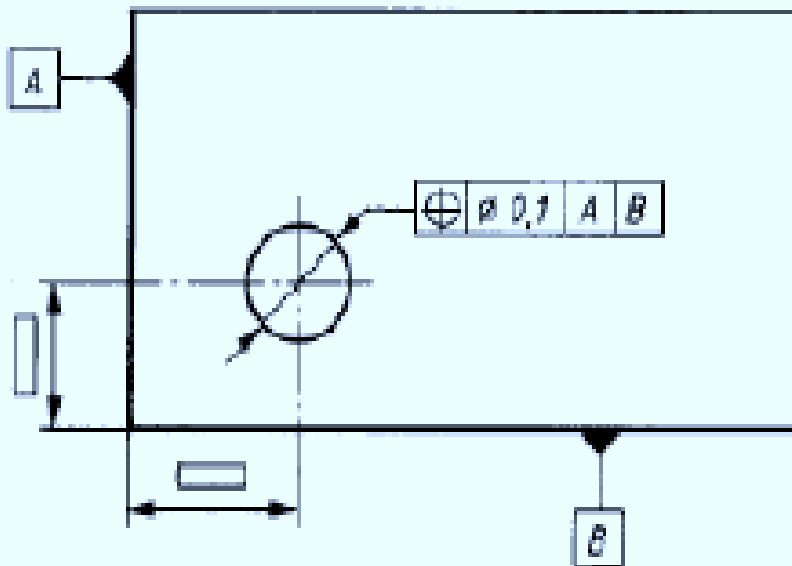


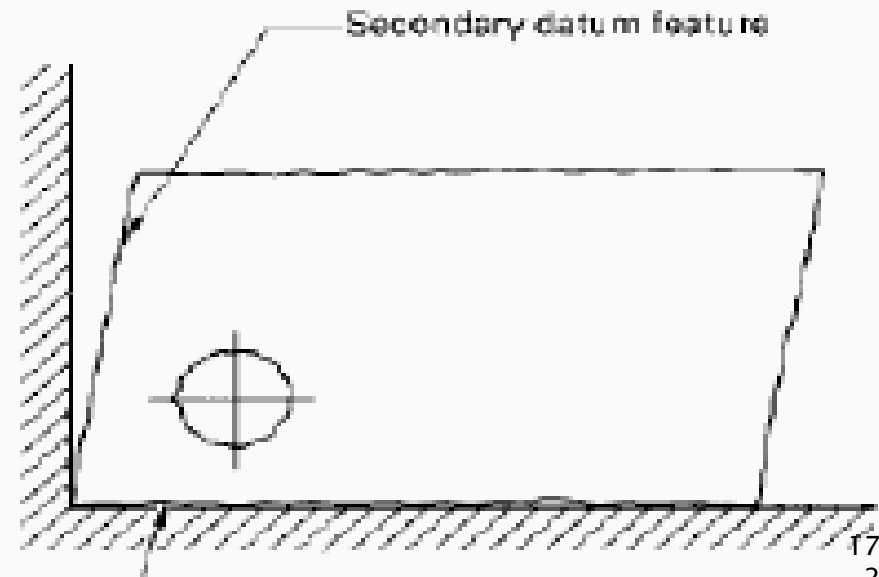
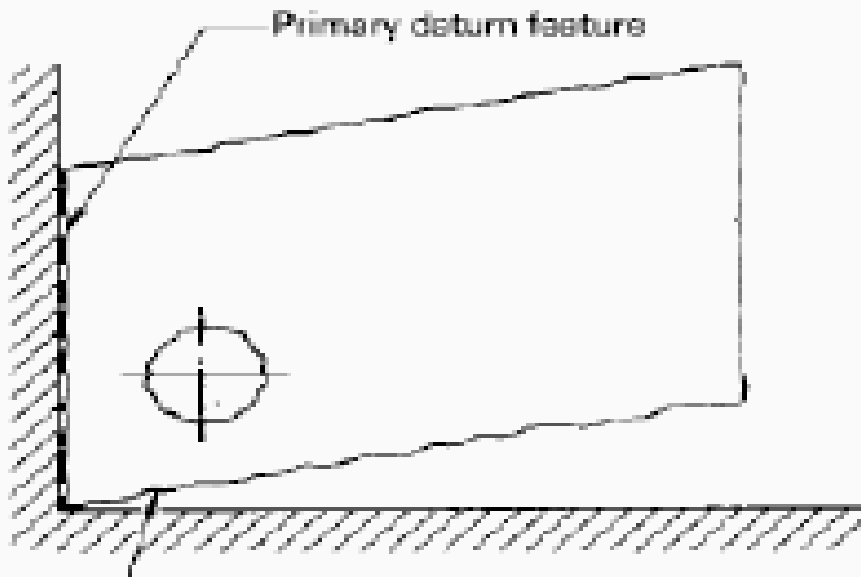
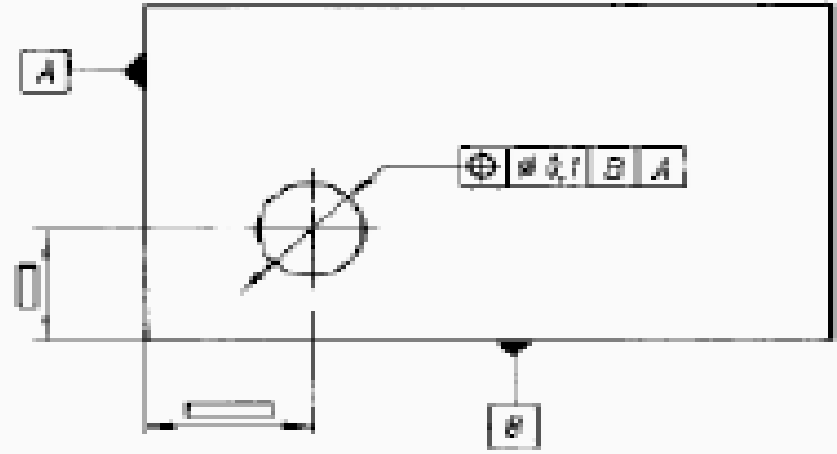
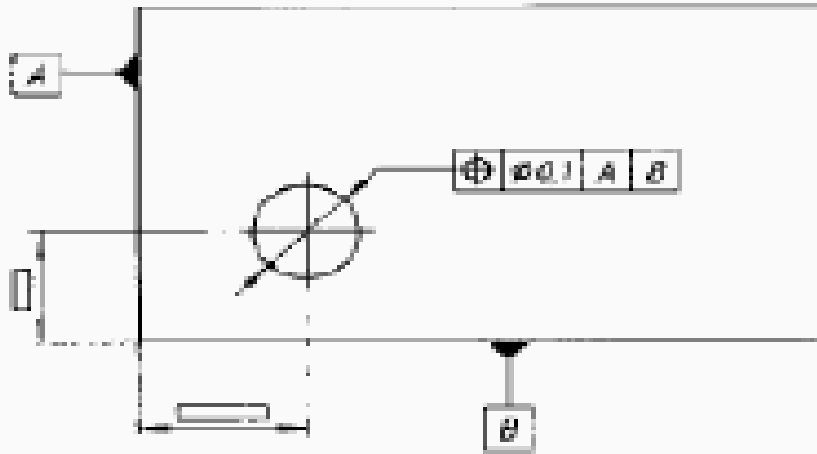
Figure 31

Indication on the drawing



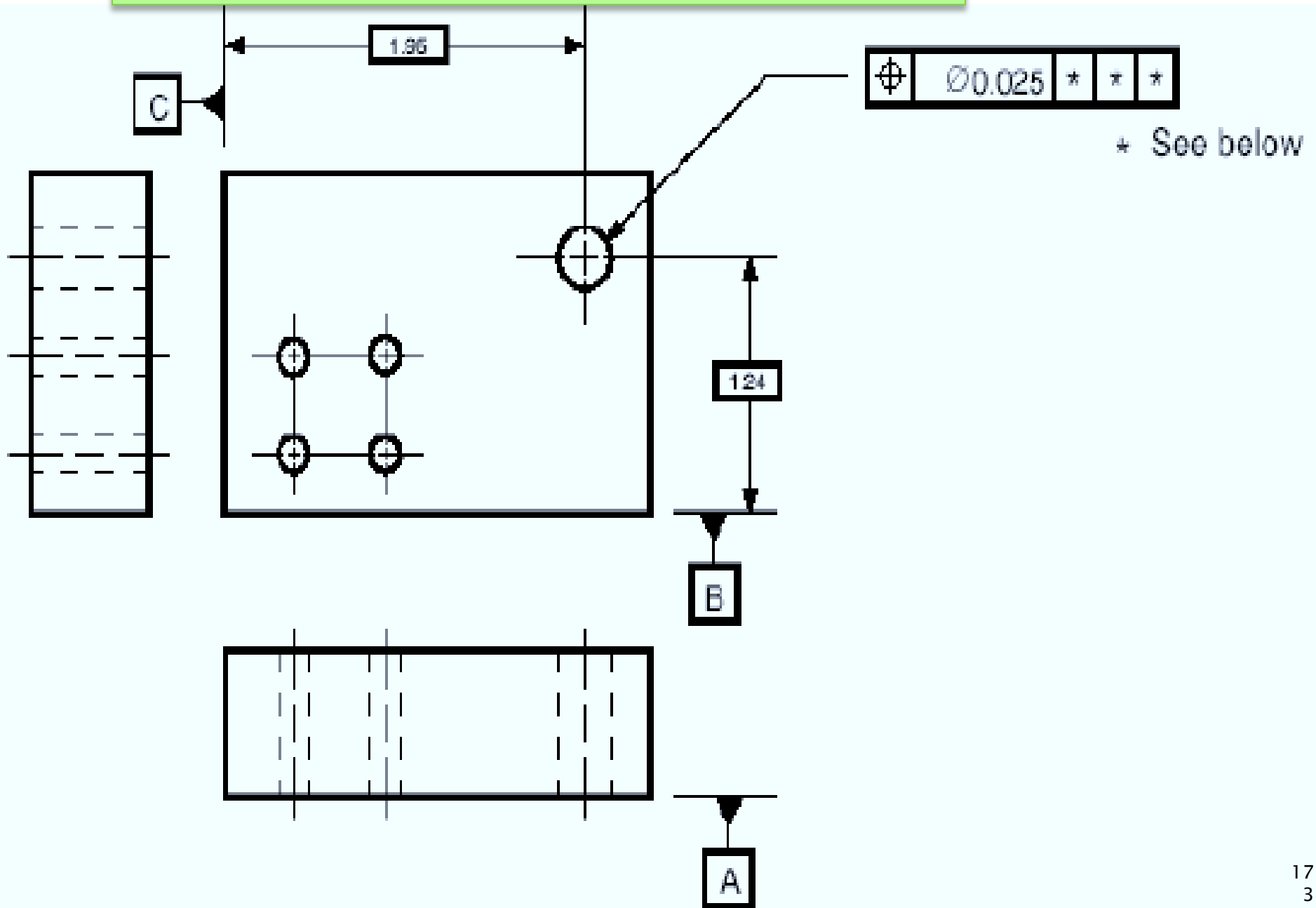
Datum

سطوح مبنا



Datum

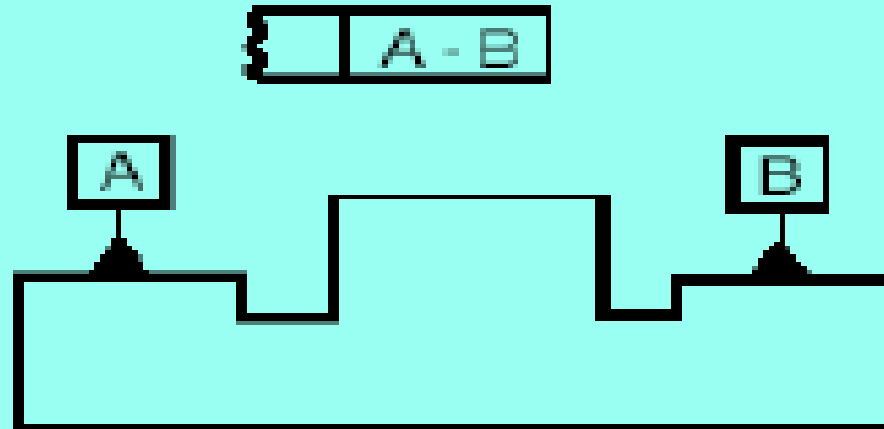
سطوح مبنا



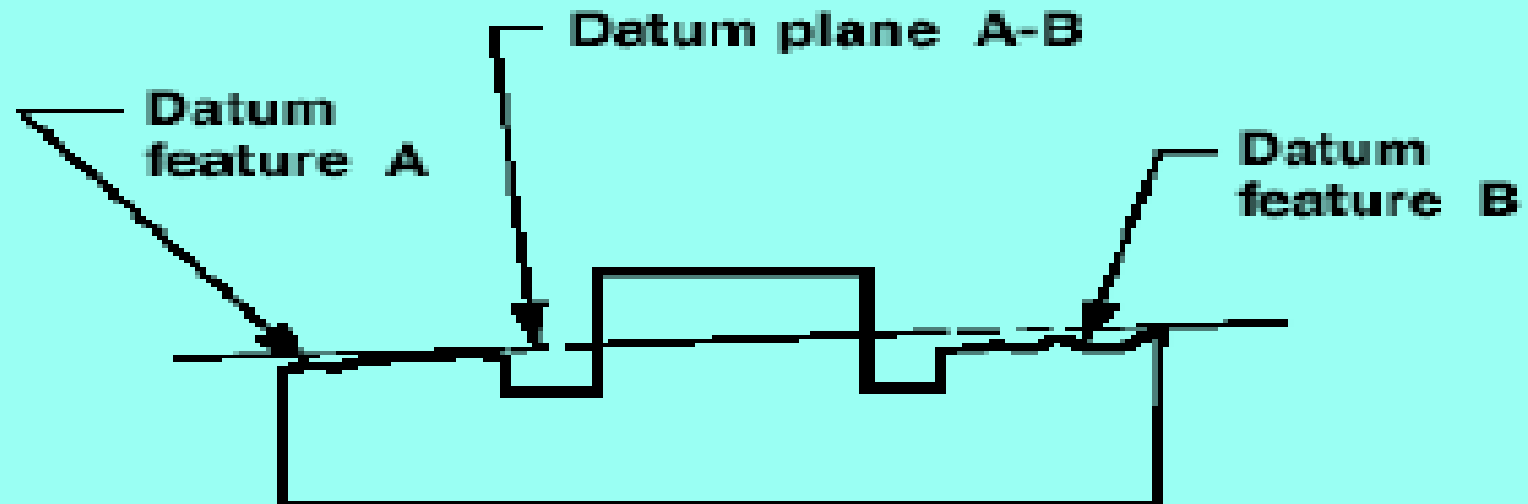
نحوه مینا گذاری روی نقشه:

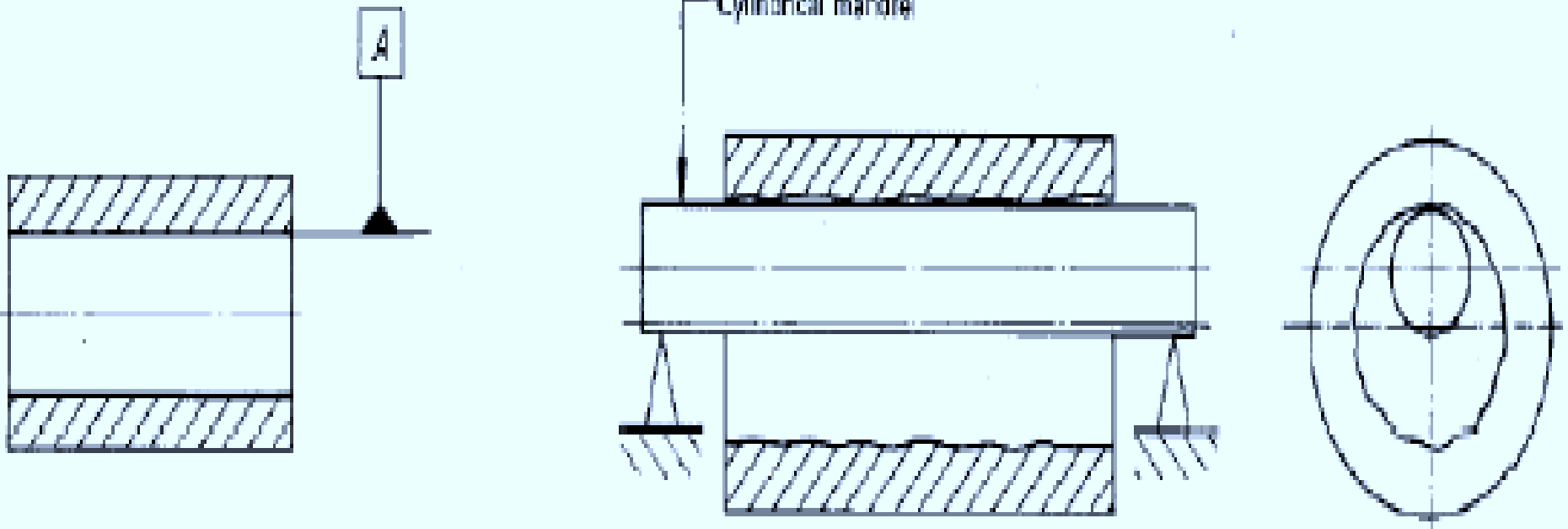
- علامت مینا
- ترتیب میناها
- يك قطعه میتواند يك مینا داشته باشد
- مینای مشترك
- سطح استوانه مینا
- محور استوانه مینا
- مرکز کره مینا
- میناهای جزئی Partial Datum

THIS ON THE DRAWING



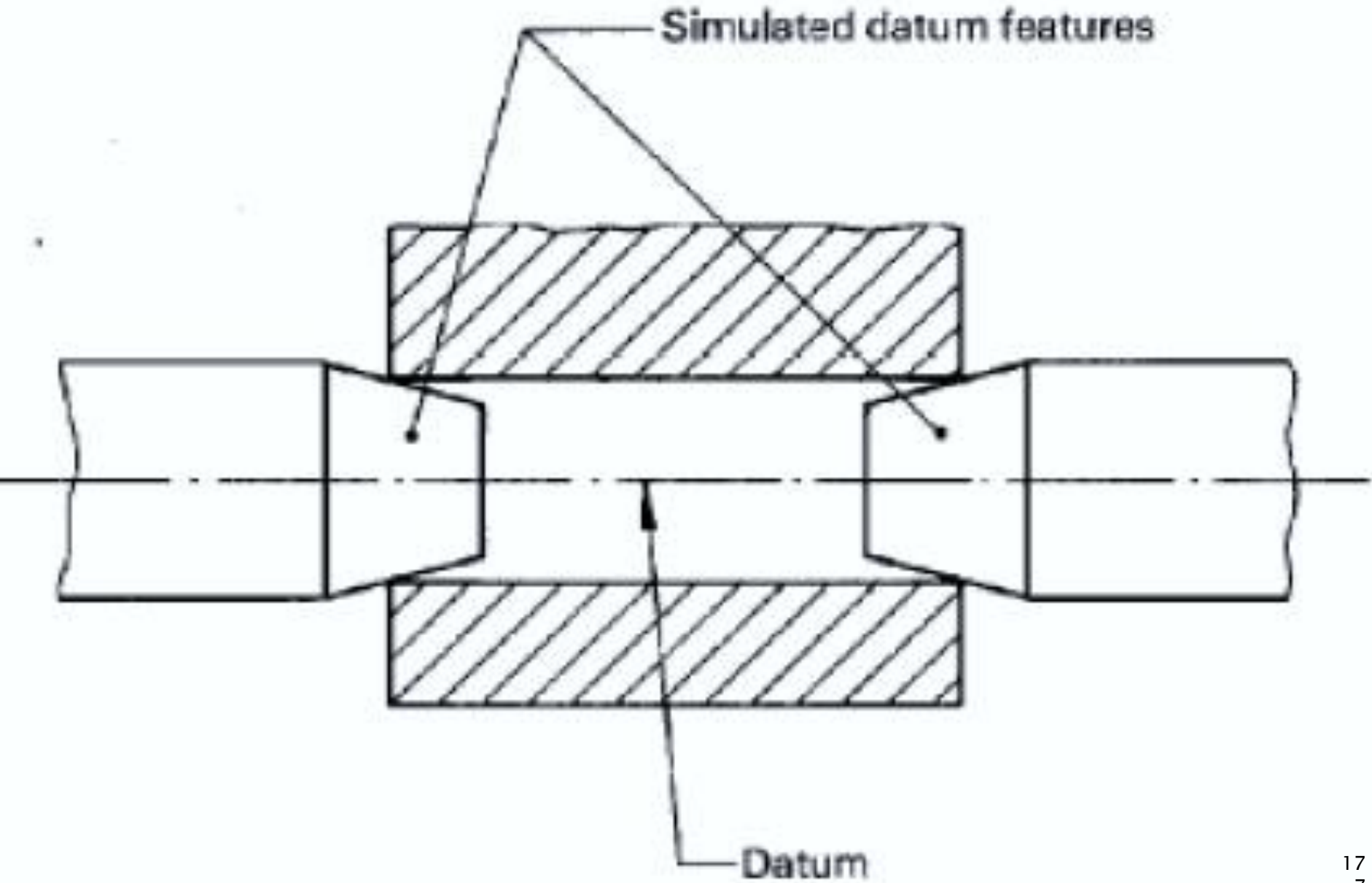
MEANS THIS





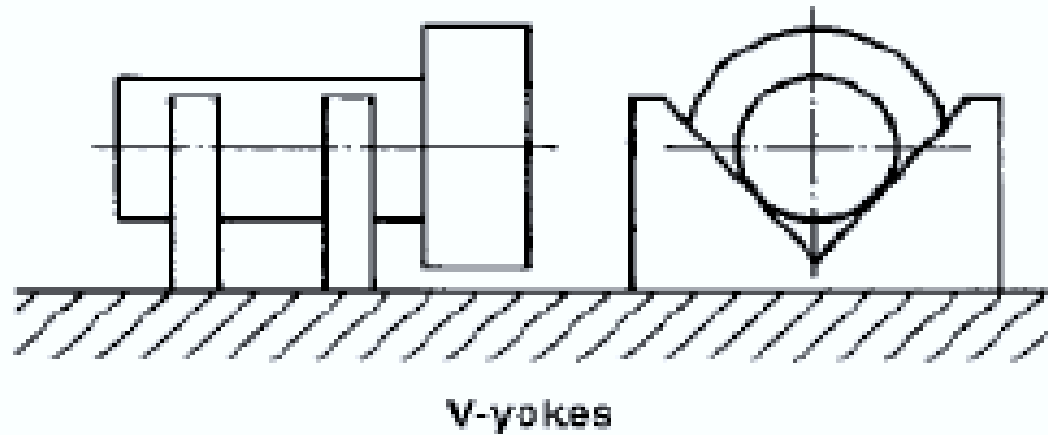
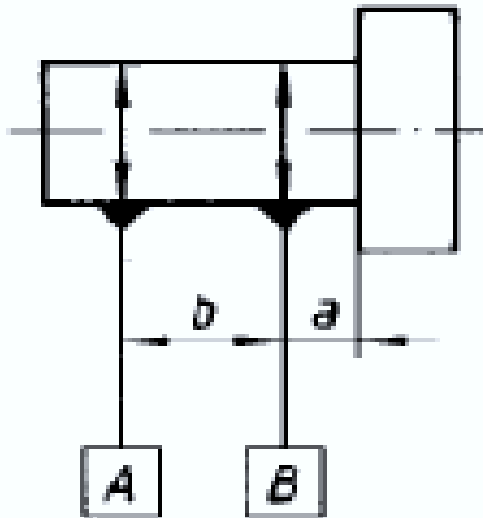
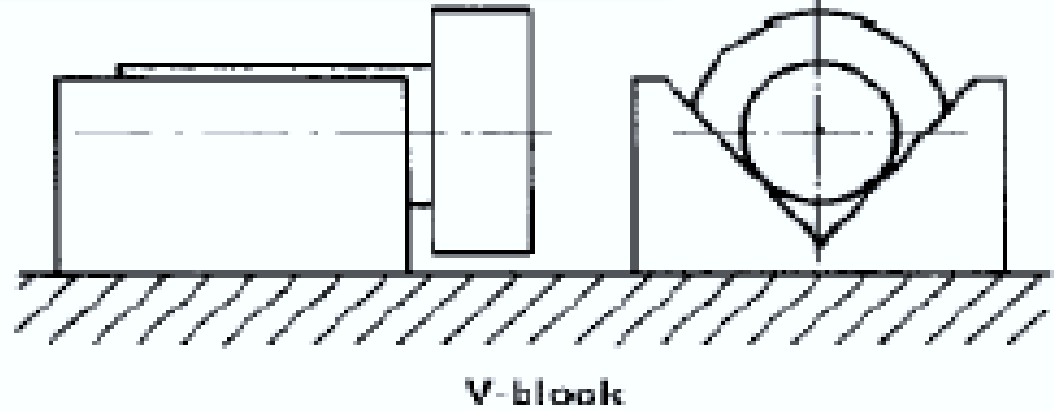
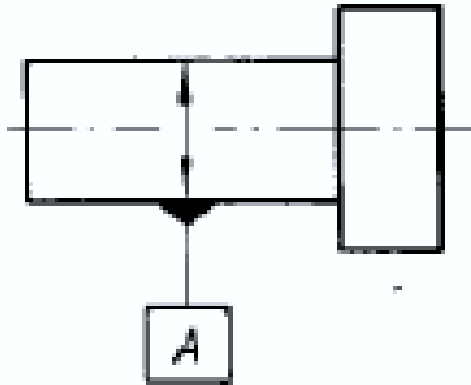
Datum

سطوح مبنا

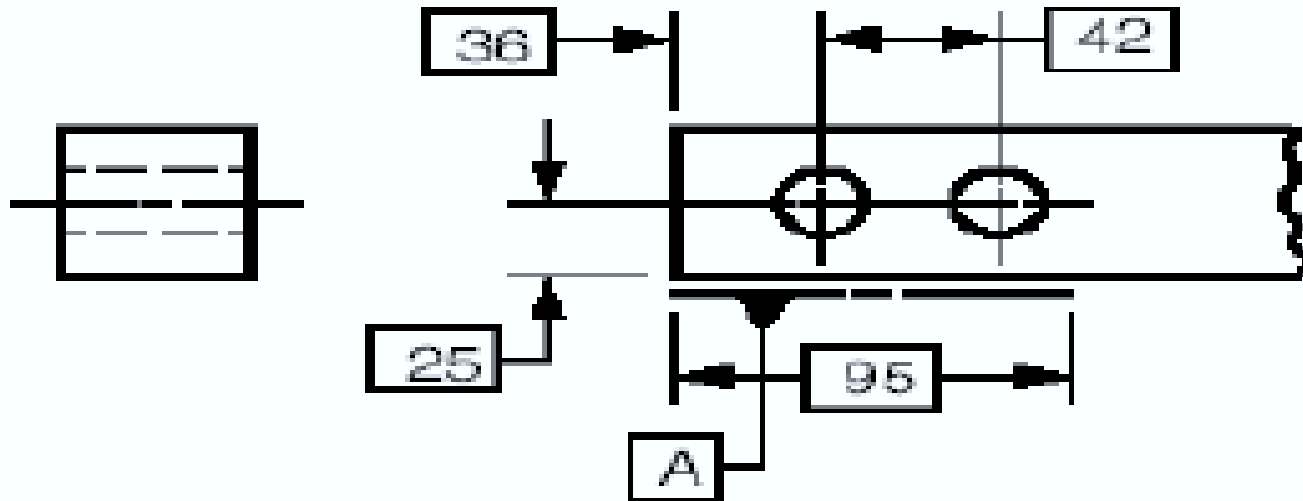


Datum

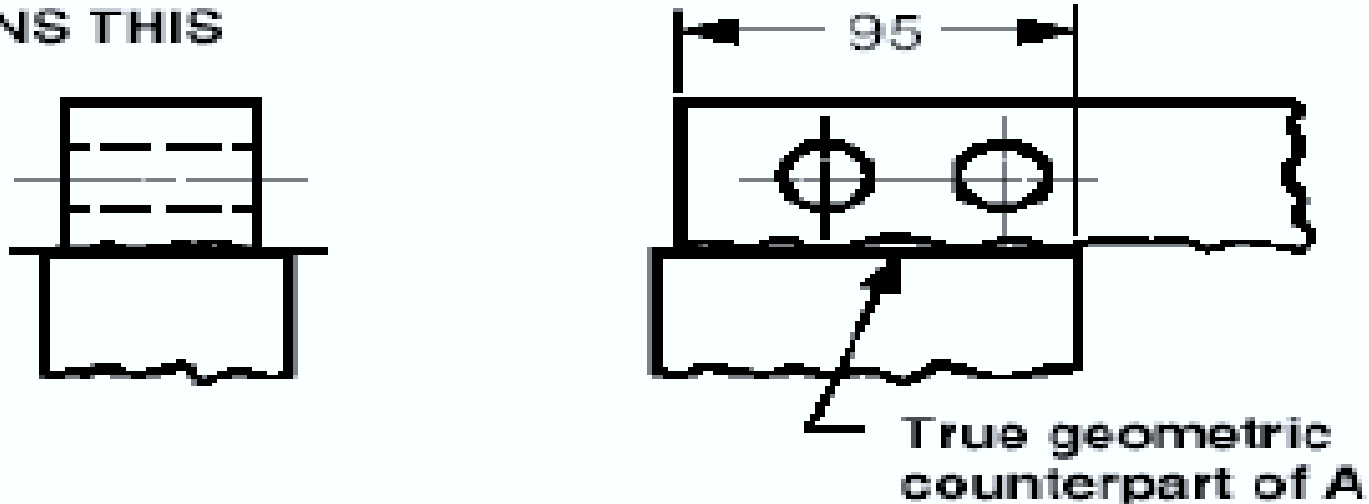
سطوح مبنا



THIS ON THE DRAWING



MEANS THIS

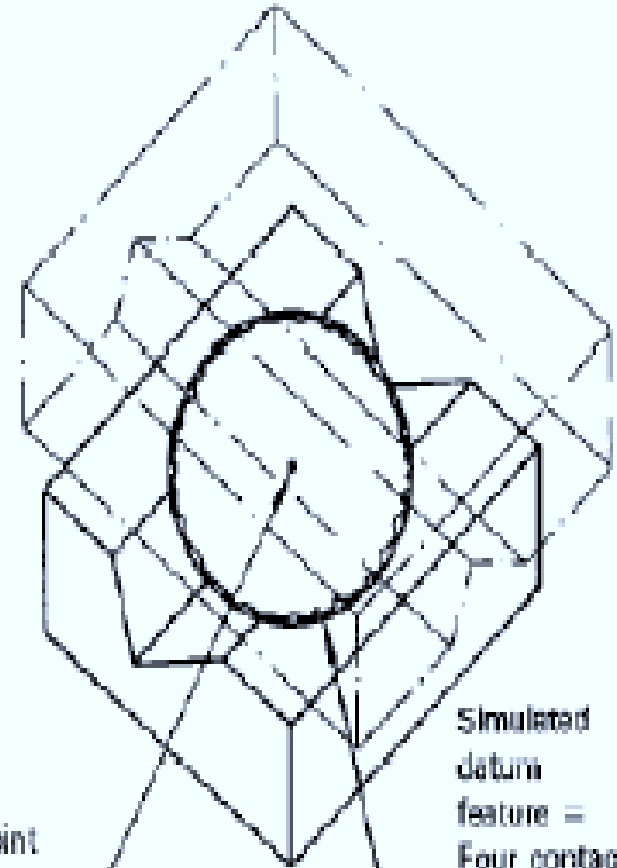
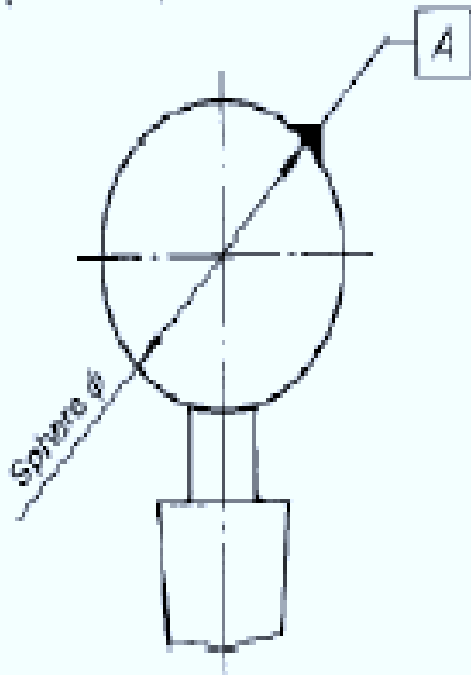


Datum

سطوح مينا

Datum - centre-point

Centre-point of a sphere

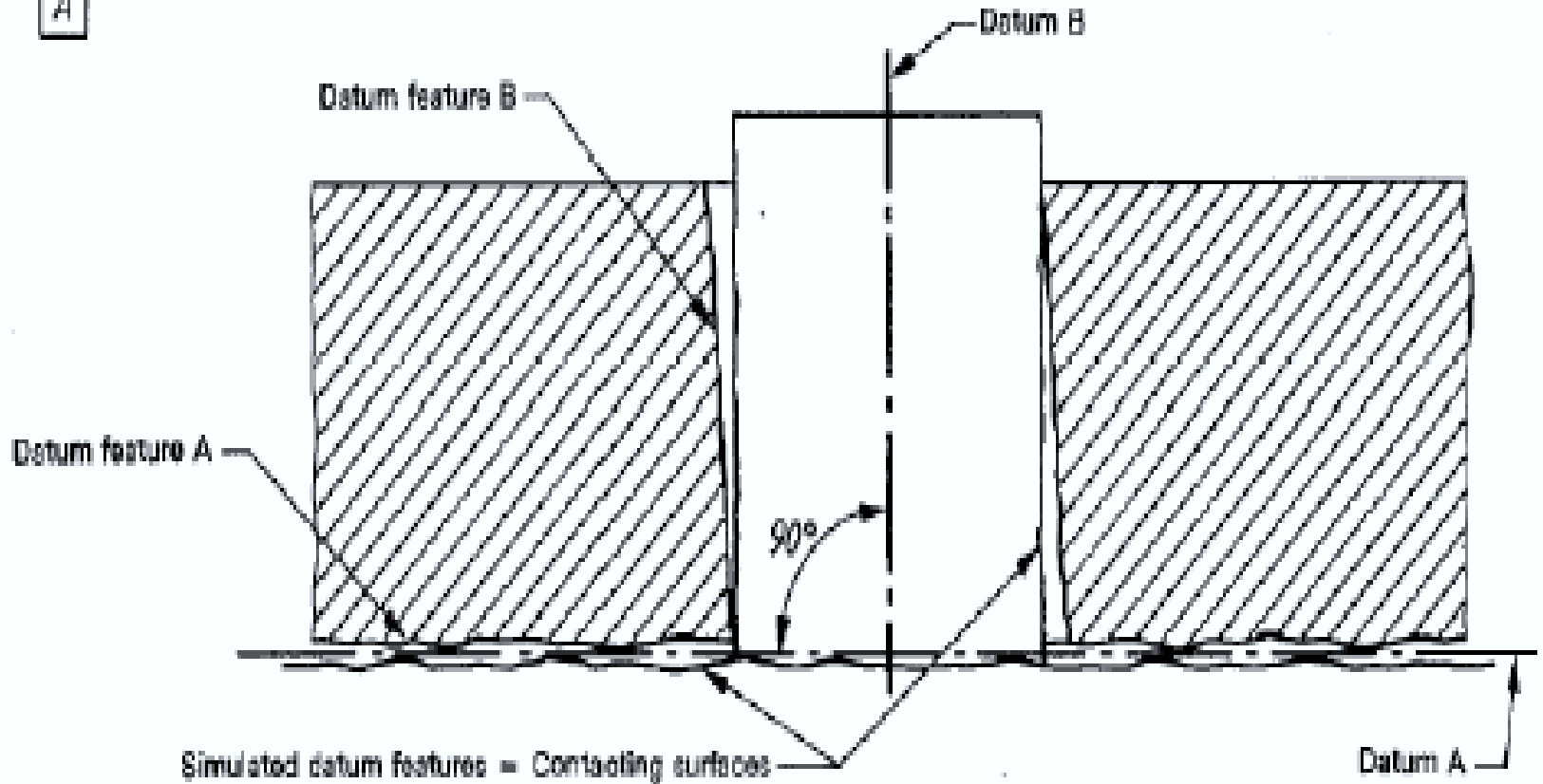
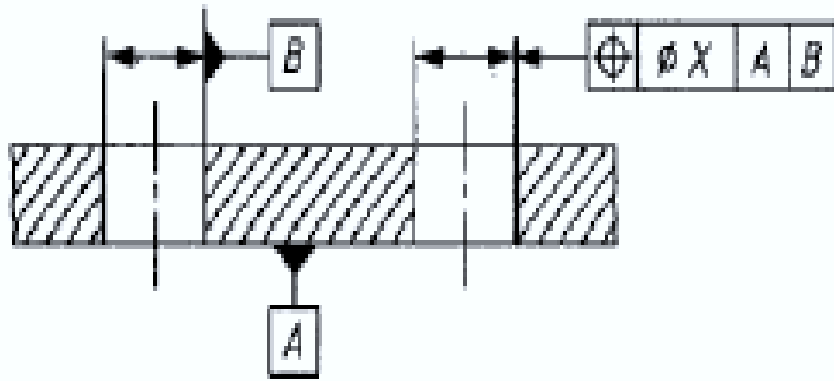


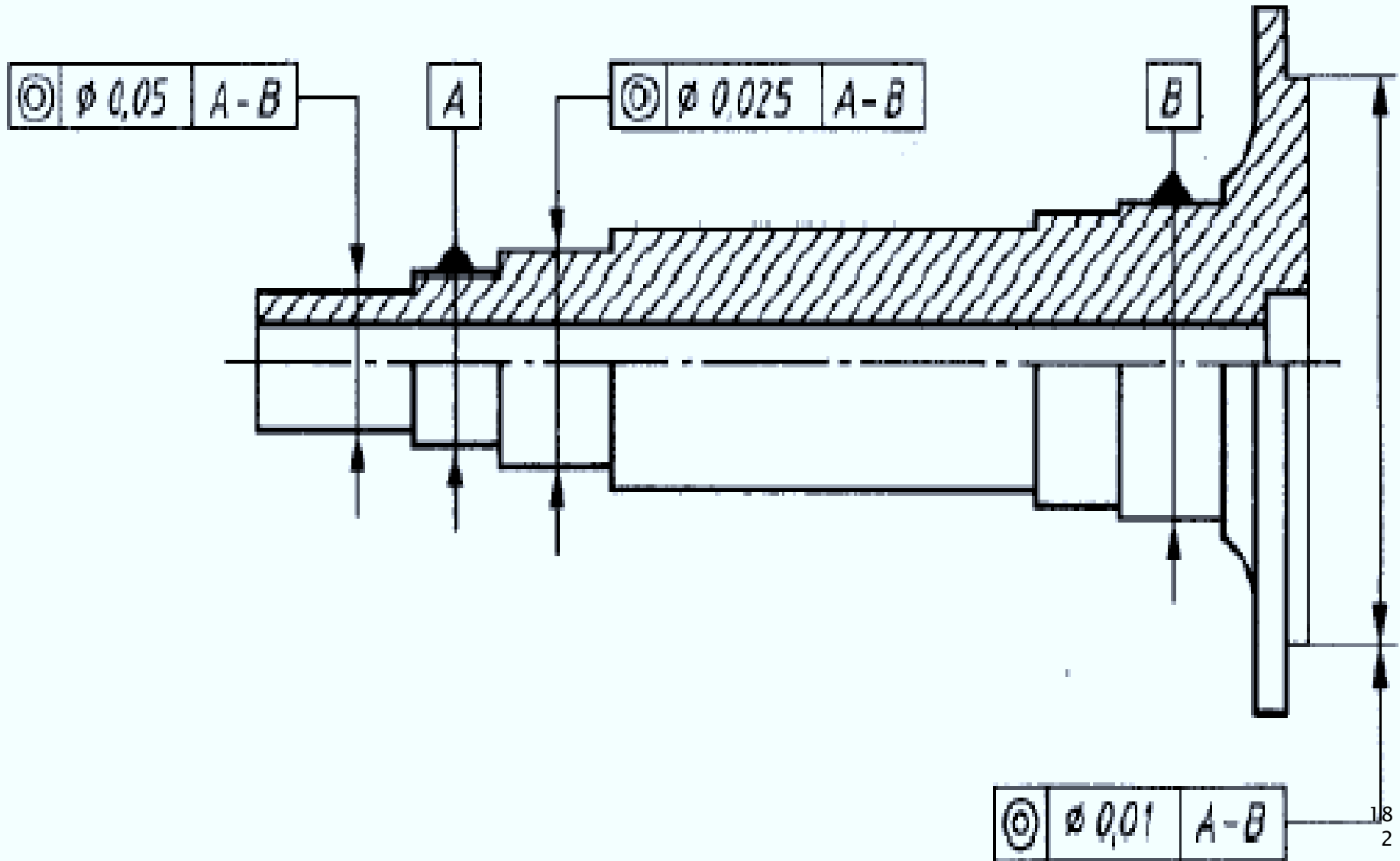
Datum =
Centre-point
of the
smallest
circumscribed
sphere

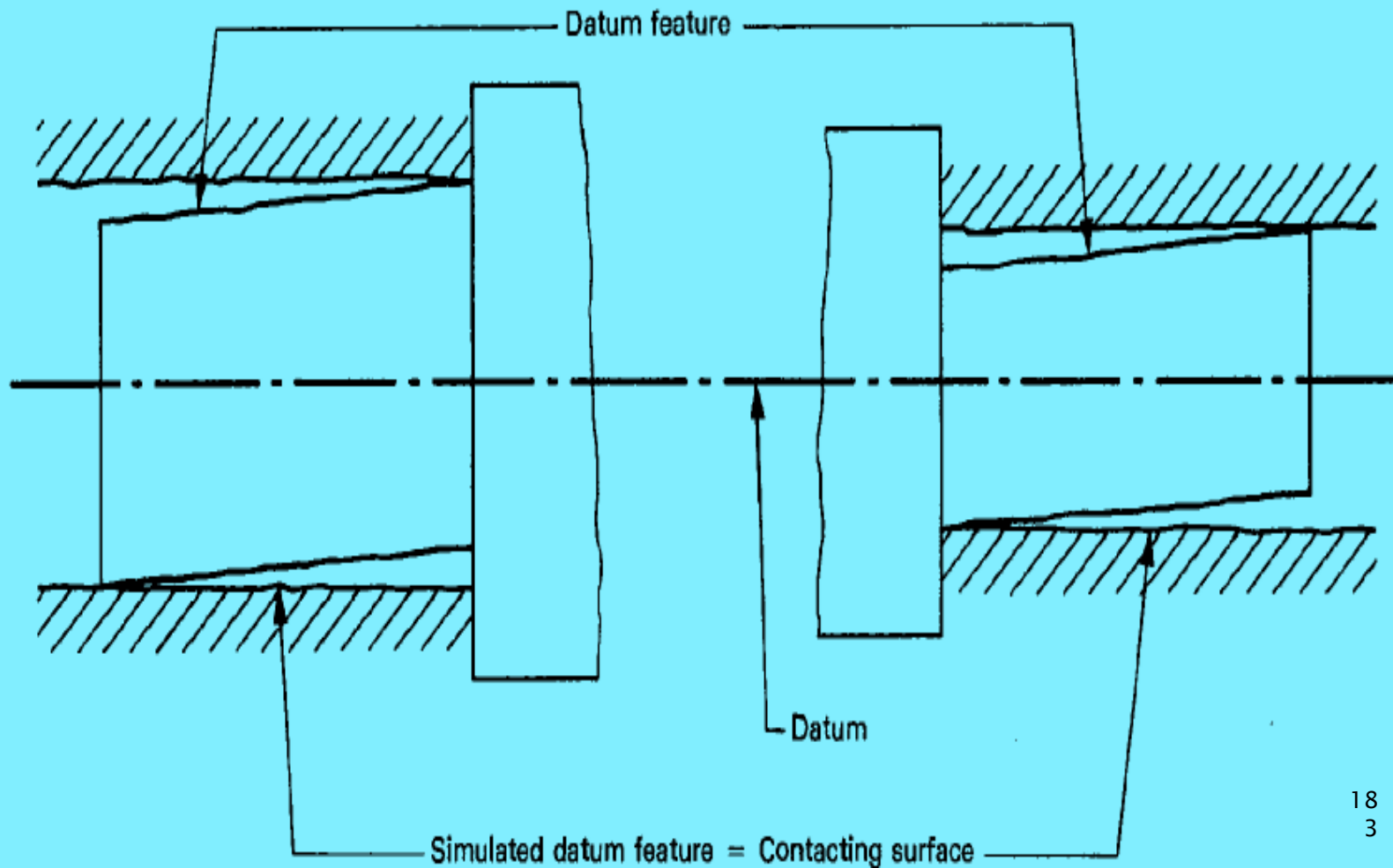
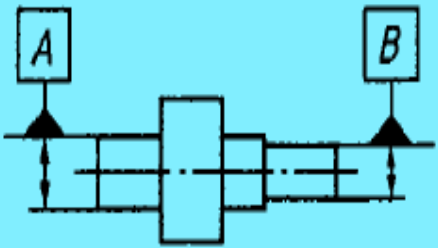
Simulated
datum
feature =
Four contacting
points
(representing
the smallest
circumscribed
sphere)
on the V-block

Datum

سطوح مبنا





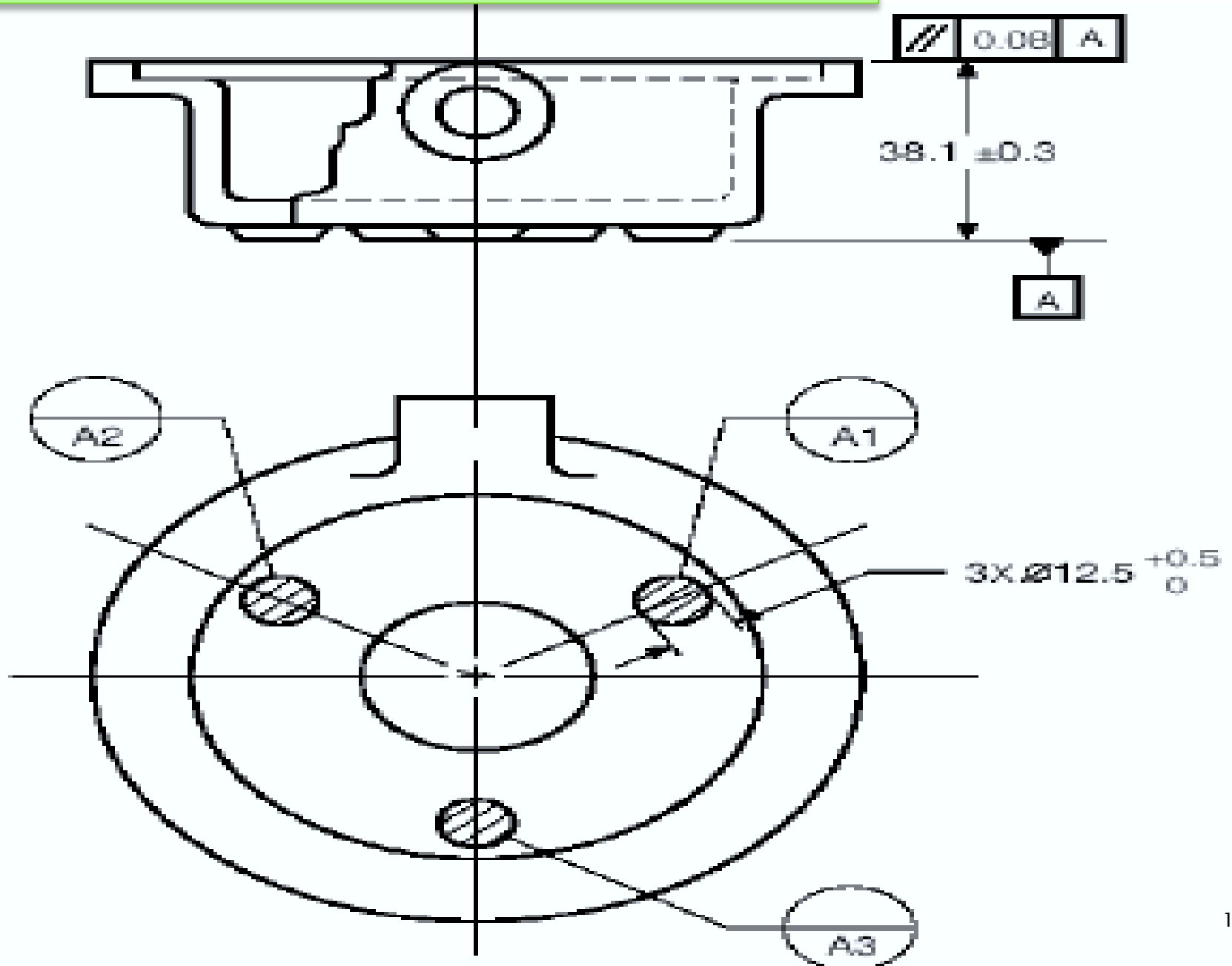


■ مبنا های جزئی (Partial Datum):

- زمانیکه سطح قطعه به شکلی است که نمیتوان از مبناي کامل براحتي استفاده نمود و هر مبنا را باید بصورت نقاط تماس در نظر گرفت و مبنا را خرد کرد.

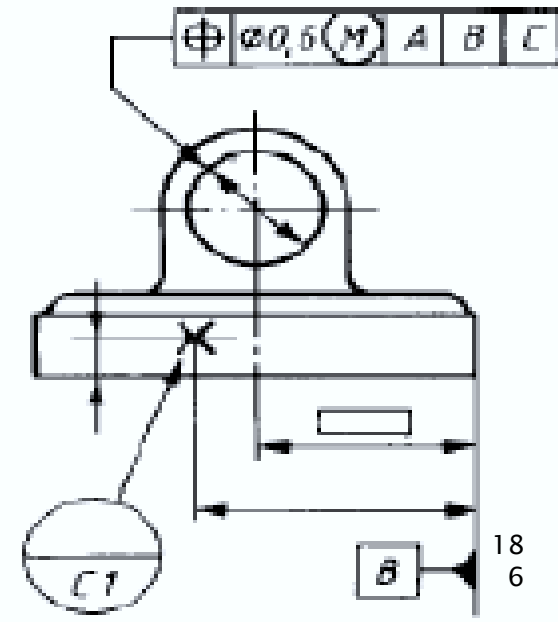
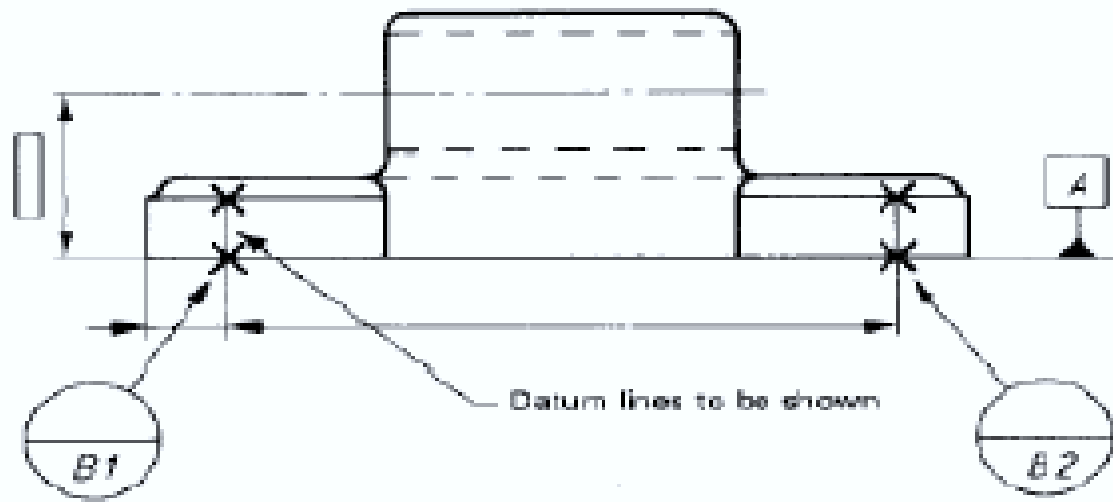
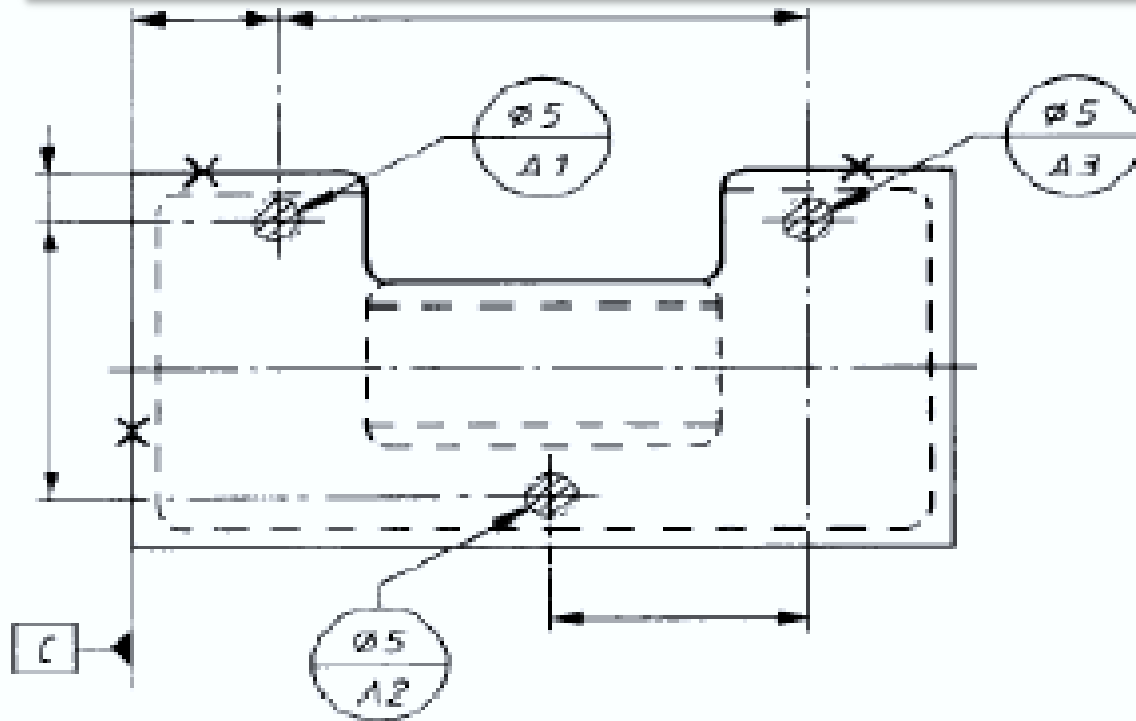
Datum

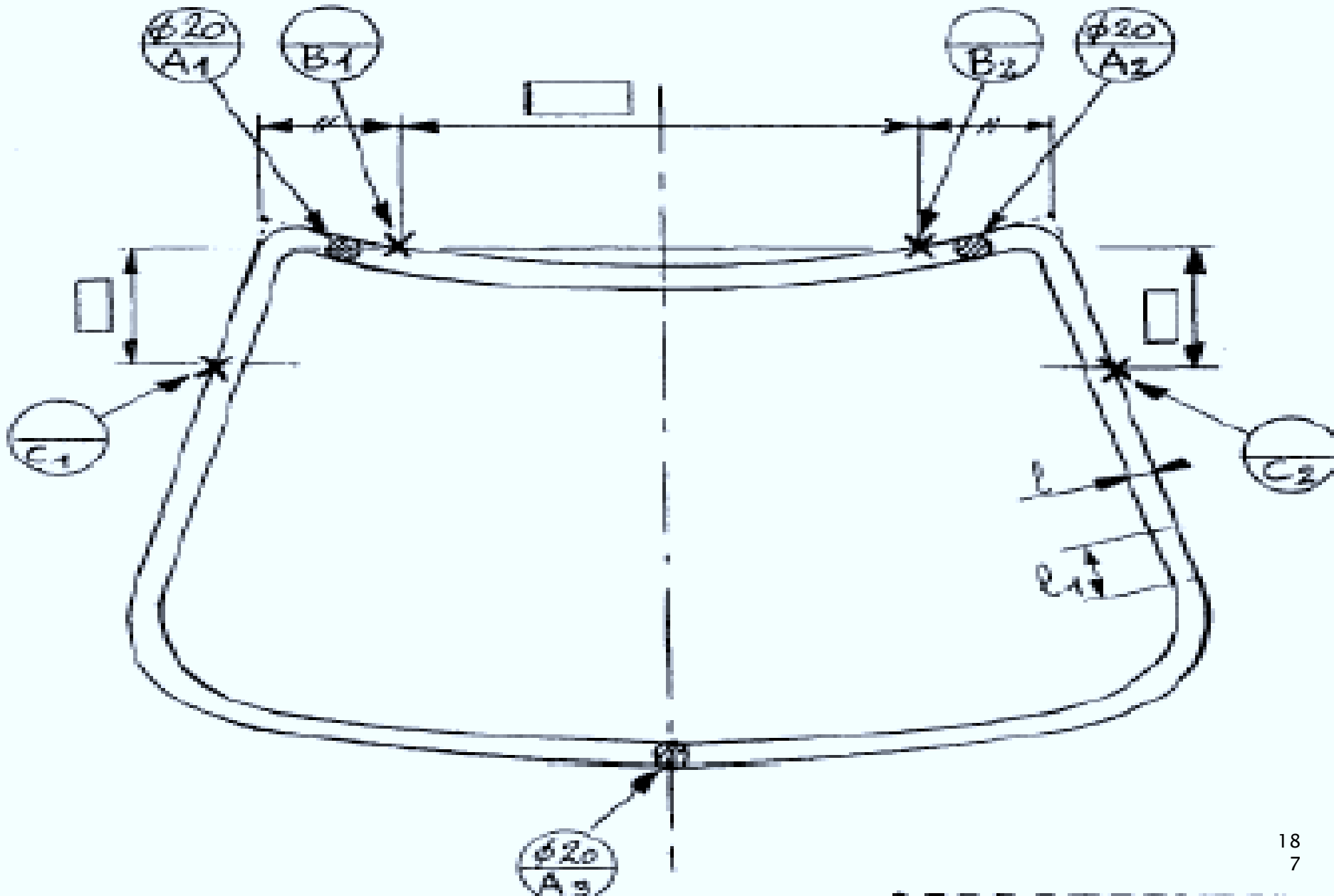
سطوح مبنا



Datum

سطوح مبنا





■ مبنا در ماکزیم ماده:

■ مونتاژ اصل است

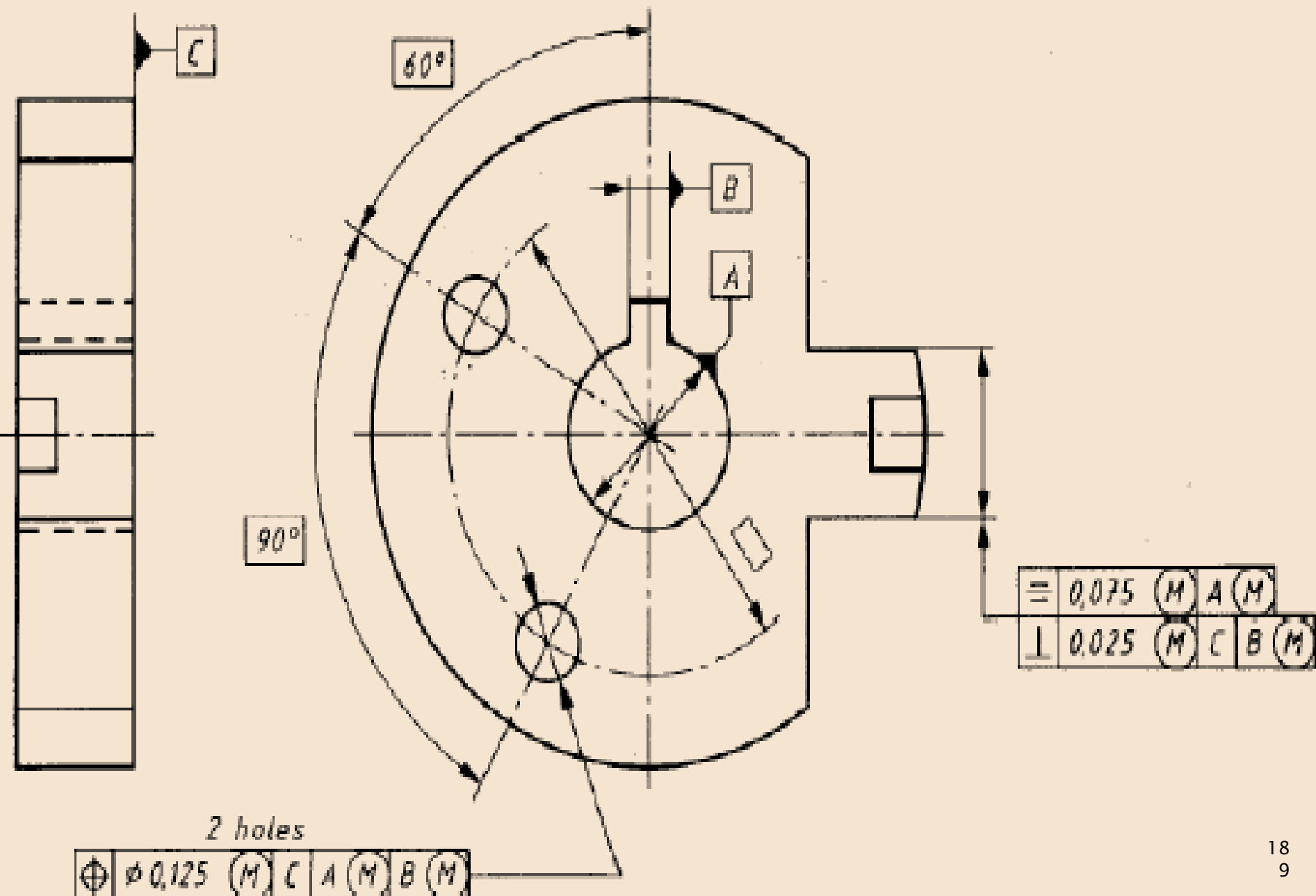
■ لقی تحت کنترل نیست (بعد از مونتاژ قطعه لقی بود مهم نیست)

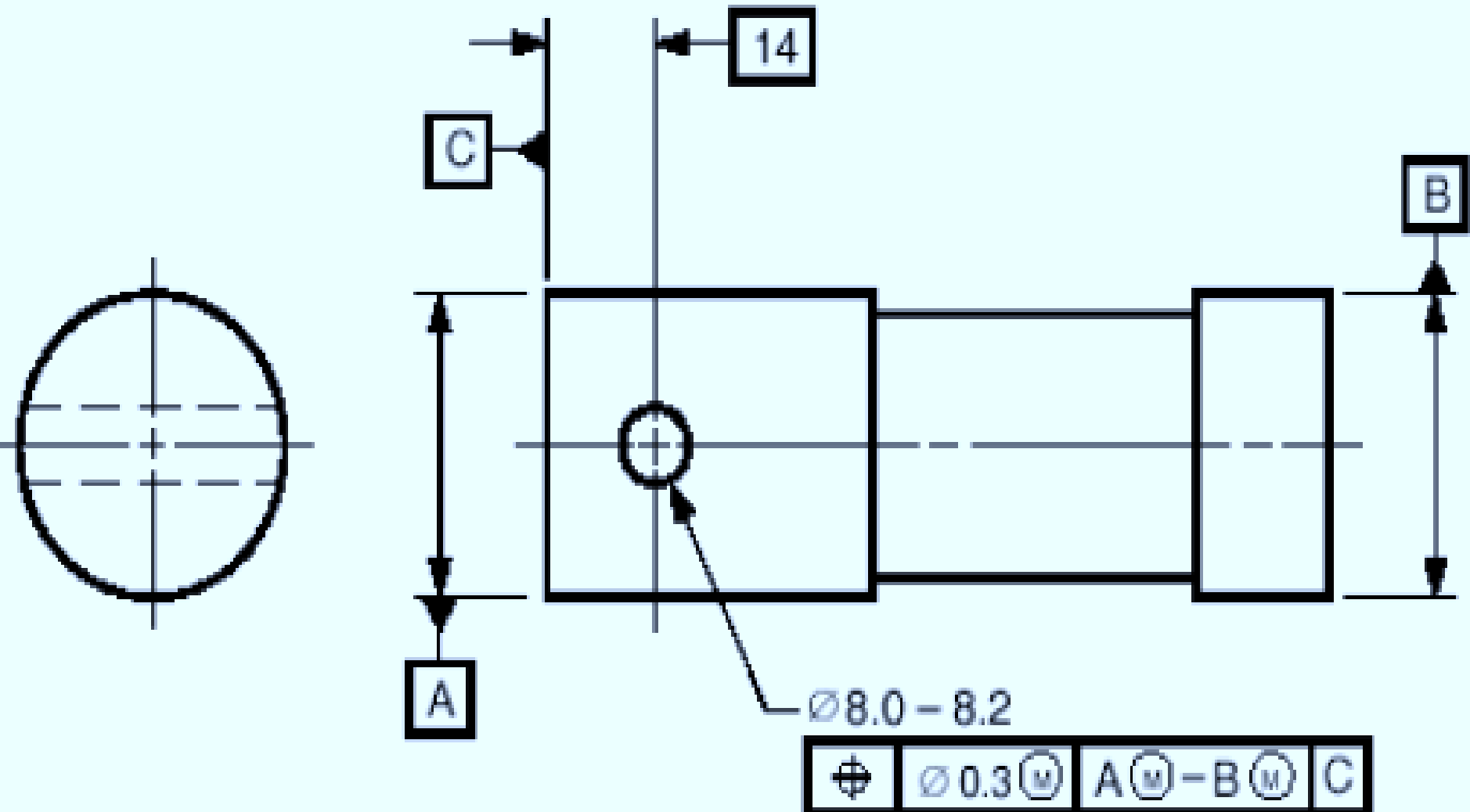
■ براده برداری آسان است

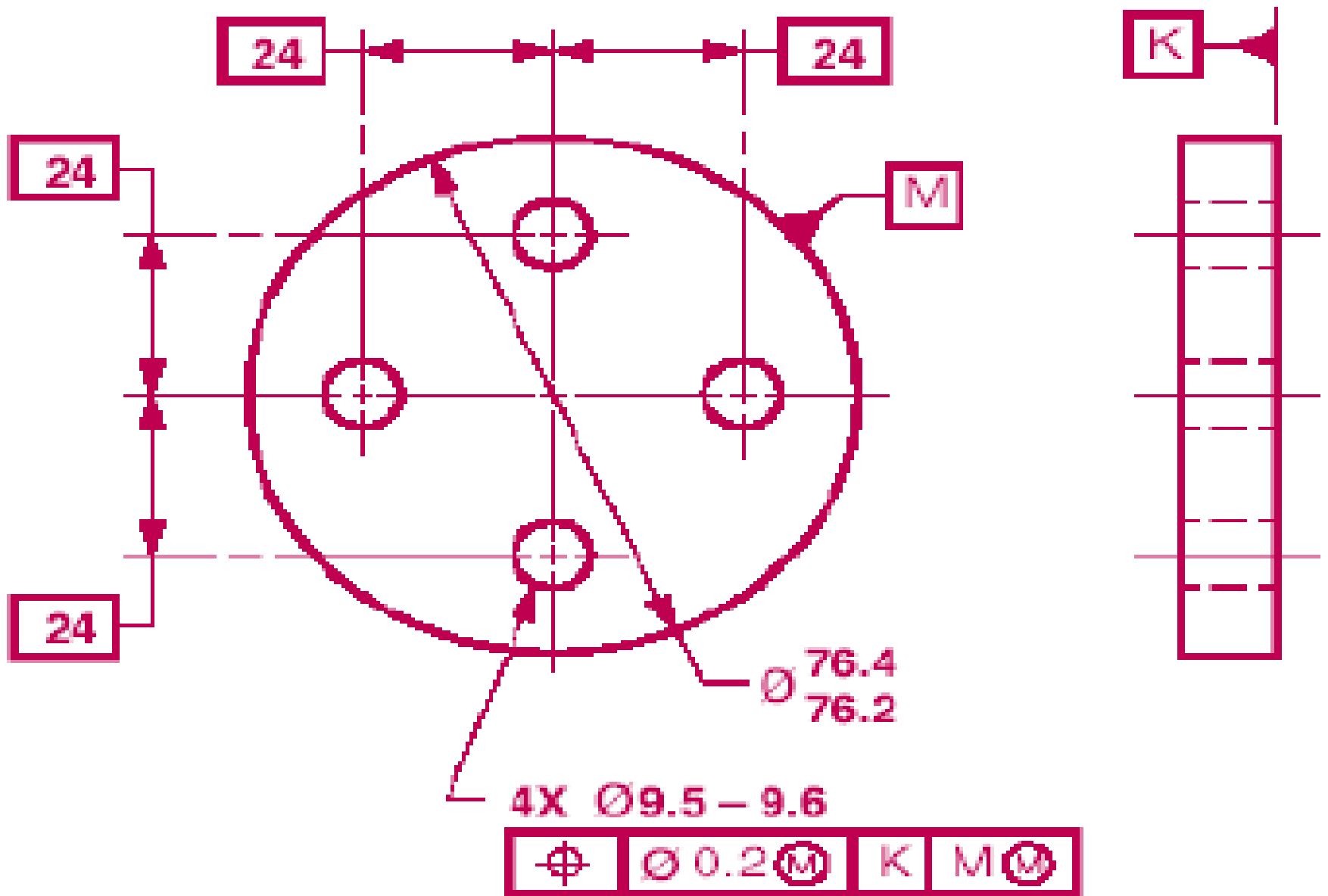
قطعه با مبنا در ماکزیم ماده آسانتر و ارزانتر تولید میشود

Datum

سطوح مبنا



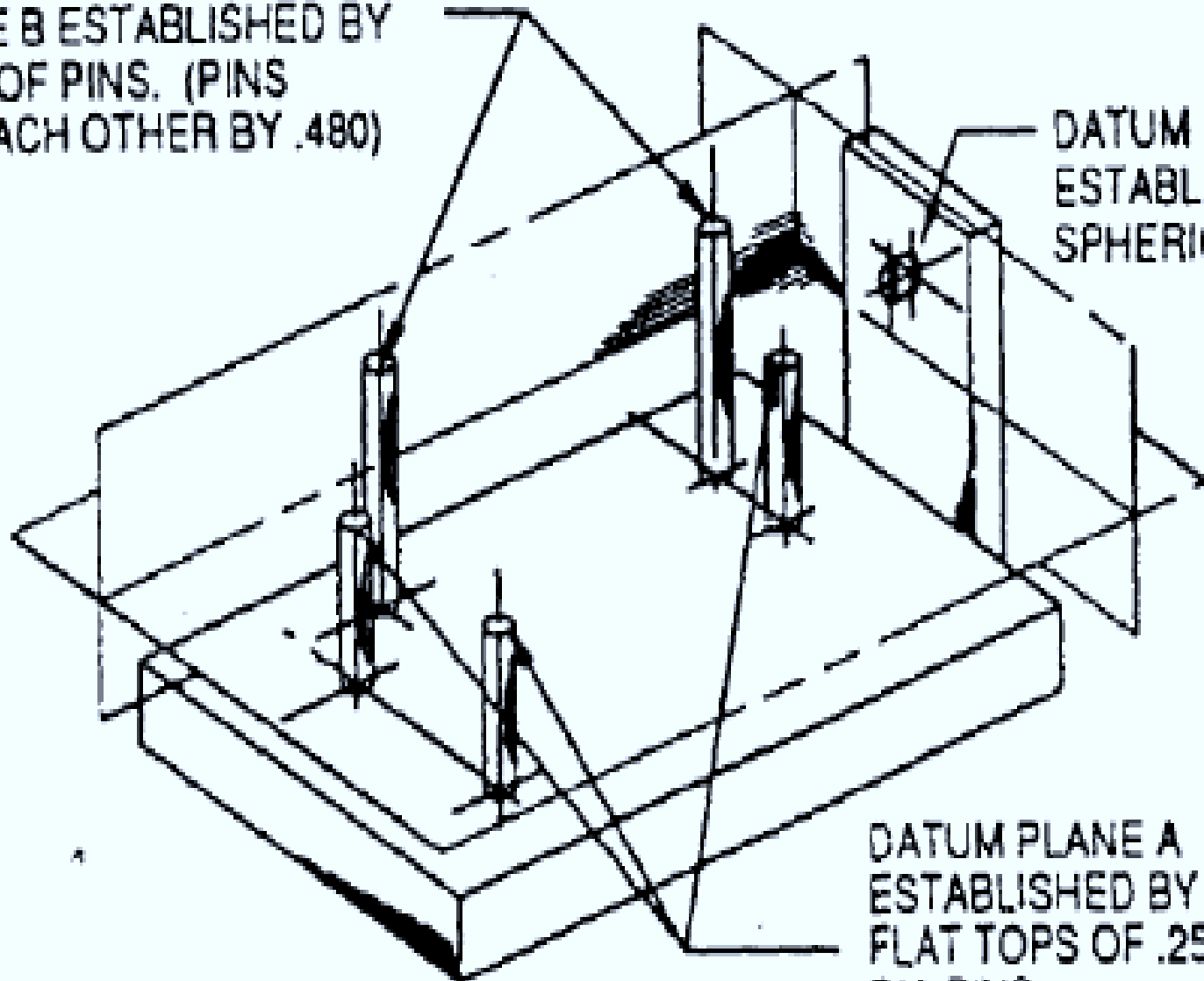




Datum

سطوح مبنا


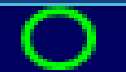
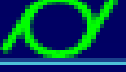


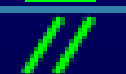




DATUM PLANE B ESTABLISHED BY
INSIDE EDGE OF PINS. (PINS
OFFSET TO EACH OTHER BY .480)



DATUM PLANE C
ESTABLISHED BY
SPHERICAL END

DATUM PLANE A
ESTABLISHED BY
FLAT TOPS OF .250
DIA PINS.

Tolerance Symbols

Characteristics	Symbol	Type
Flatness		Form
Straightness		
Roundness (Circularity)		
Cylindricity		
Line Profile		Profile
Surface Profile		
Perpendicularity		Orientation
Angularity		
Parallelism		
Circular Runout		Runout
Total Runout		
Position		Location
Concentricity		
Symmetry		

GD&T کلیات تفرانس هندسی

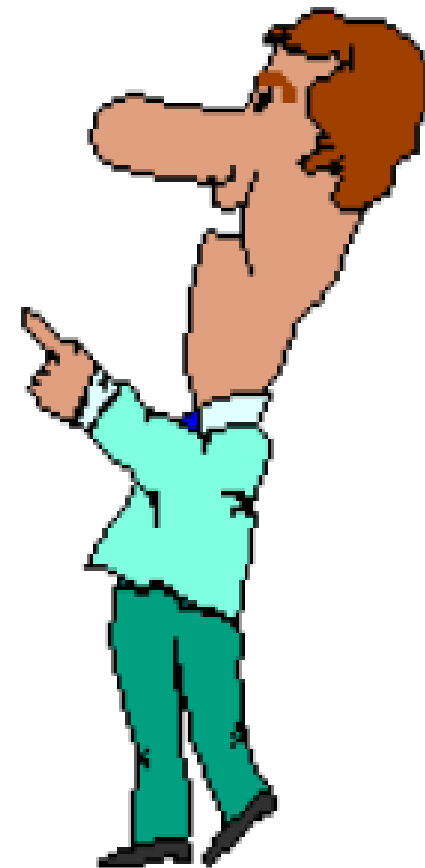
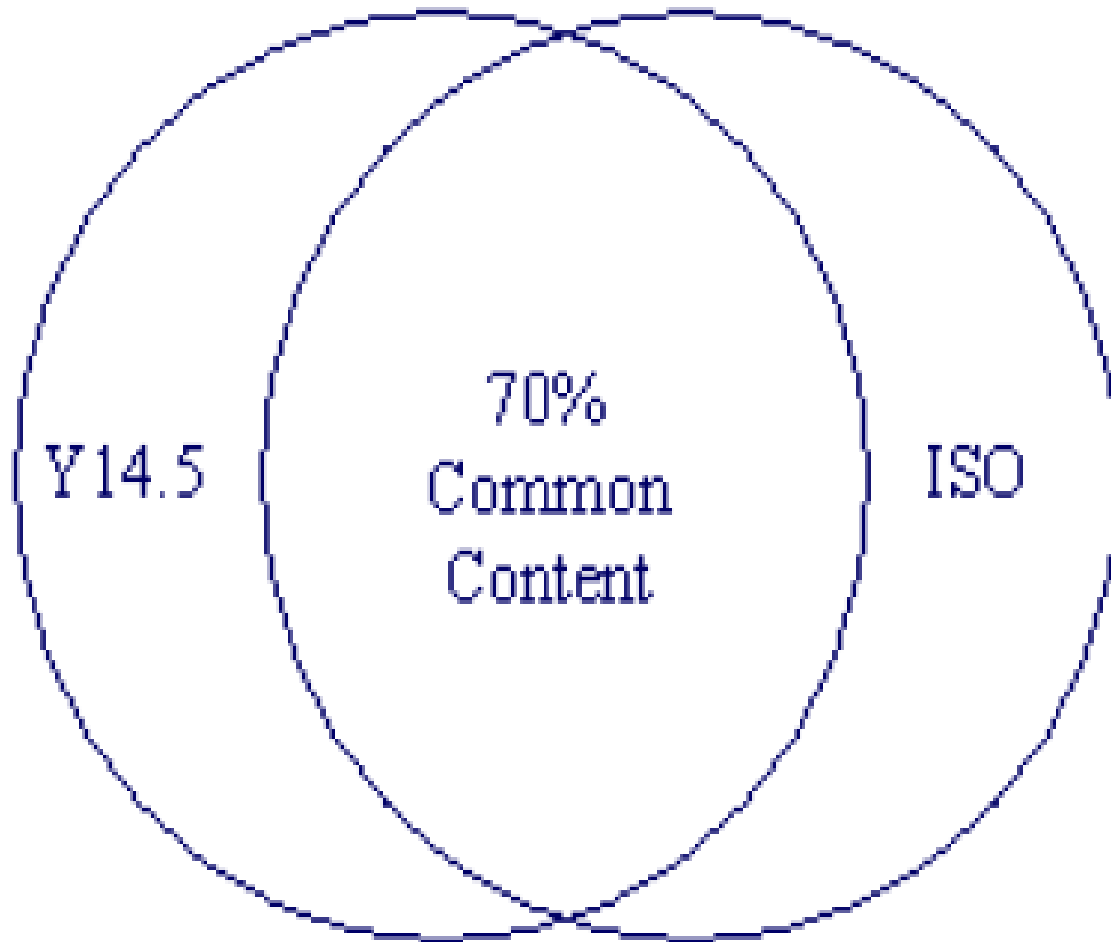
GEOMETRIC CHARACTERISTIC CONTROLS

14 characteristics that may be controlled

Geometric characteristic symbols				Modifying symbols		
	Type of Tolerance	Characteristic	Symbol	Term	Symbol	
For individual features	Form	Straightness		At maximum material condition	\textcircled{M}	
		Flatness		At least material condition	\textcircled{L}	
		Circularity (roundness)		Projected tolerance zone	\textcircled{P}	
		Cylindricity		Free state	\textcircled{F}	
For individual or related features	Profile	Profile of a line		Tangent plane	\textcircled{T}	
		Profile of a surface		Diameter	$\textcircled{\phi}$	
For related features	Orientation	Angularity		Spherical diameter	$S\textcircled{\phi}$	
		Perpendicularity		Radius	R	
		Parallelism		Spherical radius	SR	
	Location	Position		Controlled radius	CR	
		Concentricity		Reference	()	
		Symmetry		Arc length	$\textcircled{\sim}$	
	Runout	Runout	Circular runout		Statistical tolerance	\textcircled{SI}
			Total runout		Between	\longleftrightarrow

* ARROWHEADS MAY BE FILLED OR NOT FILLED

مقایسه استانداردها (GD&T)



مقایسه استانداردها (GD&T)

Comparison of ANSI and ISO Geometric Symbols ASME Y14.5M-1994

Symbol for	ANSI Y14.5	ISO	Symbol for	ANSI Y14.5	ISO	Symbol for	ANSI Y14.5	ISO
Straightness			Circular Runout ^a			Feature Control Frame		
Flatness			Total Runout ^a			Datum Feature ^a		
Circularity			At Maximum Material Condition			All Around - Profile		
Cylindricity			At Least Material Condition			Conical Taper		
Profile of a Line			Regardless of Feature Size	NONE	NONE	Slope		
Profile of a Surface			Projected Tolerance Zone			Counterbore/Spotface		
Angularity			Diameter			Countersink		
Perpendicularity			Basic Dimension			Depth/Deep		
Parallelism			Reference Dimension			Square (Shape)		
Position			Datum Target			Dimension Not to Scale		
Concentricity/Coaxiality			Target Point			Number of Times/Places		
Symmetry			Dimension Origin			Arc Length		
Radius			Spherical Radius			Spherical Diameter		

^a Arrowheads may be filled in.

مستقیم بودن (راستی) Straitness

تعریف خط راست: کوتاهترین فاصله بین دو نقطه

انواع راستی:

■ راستی برای سطح: (مثل: پایه و پیرو ؛ شفت جک هیدرولیک)

■ ناحیه تلرانسی: بین دو خط موازی است و سطح مورد نظر هر شکلی میتواند داشته باشد

■ این ناحیه تلرانسی موازی یا عمود به هیچ جایی نیست و کاملاً آزاد است

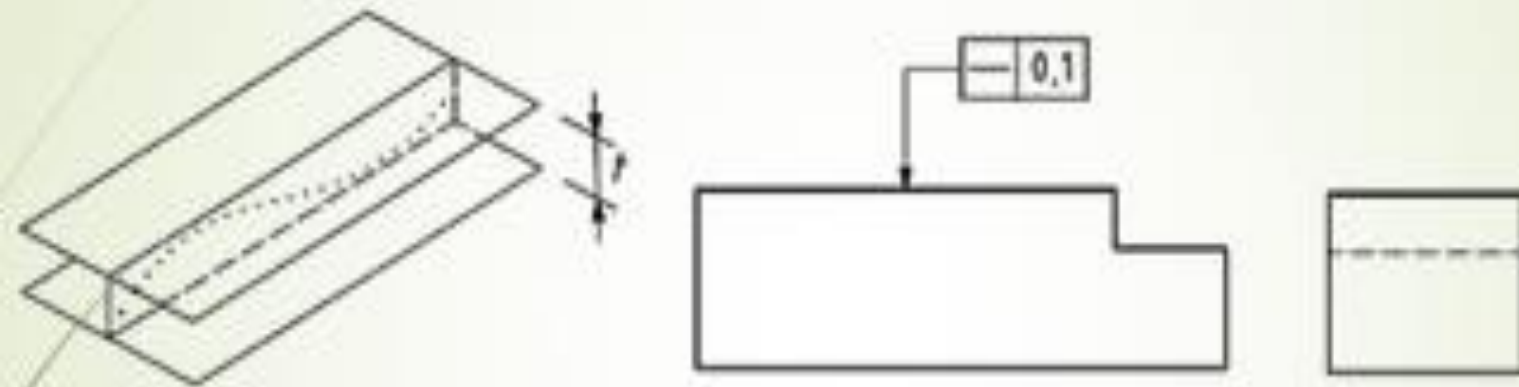
■ راستی برای محور: (مثل: گایدستونها)

■ ناحیه تلرانسی: یک استوانه به قطر $\varnothing t$

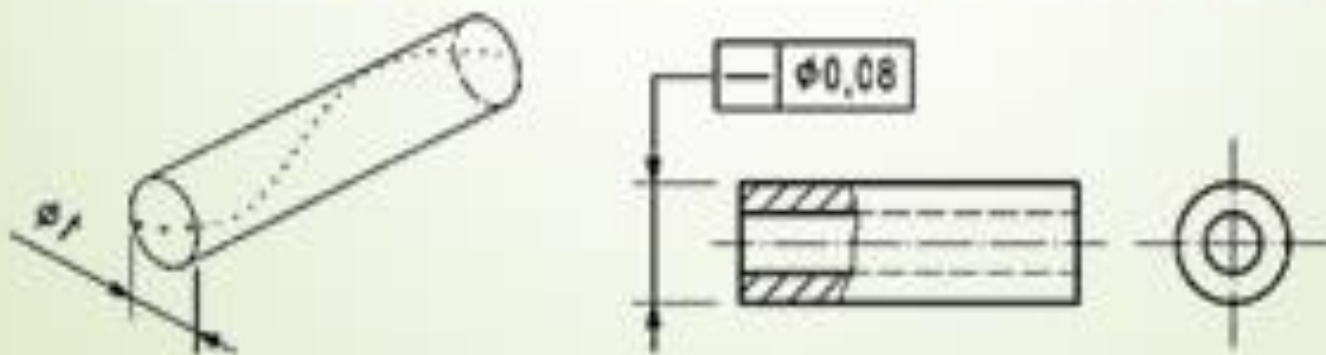
■ در یک استوانه اگر سطح آن راست باشد طبعاً محور آن نیز راست است اما عکس آن صادق نیست

تولرانس مستقیم بودن یا راستی (Straightness)

این تولرانس برای یک خط تعریف می شود و نشان می دهد که خط مورد نظری بین دو خط موازی با فاصله t قرار گرفته است.



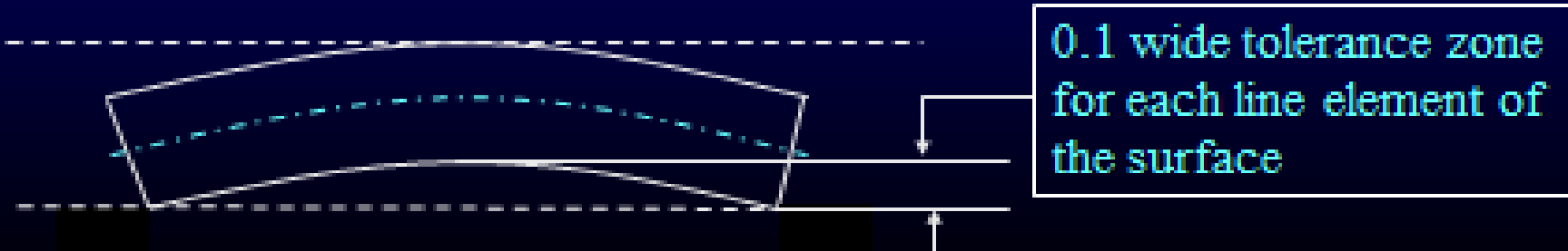
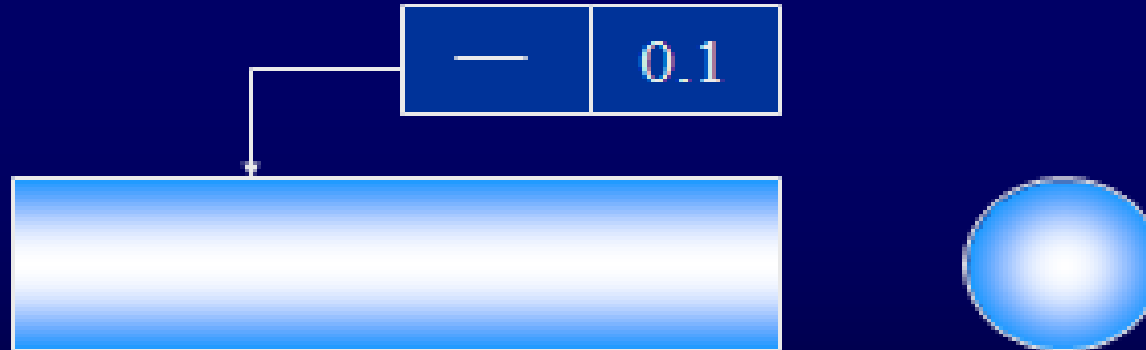
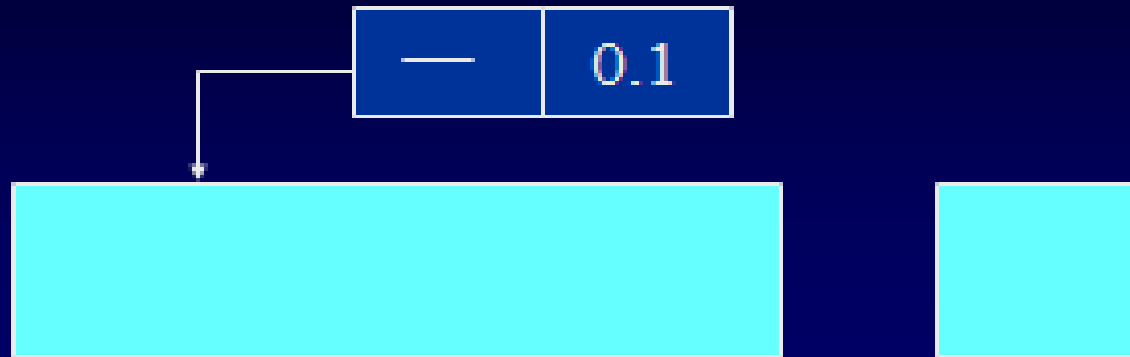
اگر قبل از عدد تولرانس از علامت \varnothing استفاده شود، نشان دهنده آنست که ناحیه تولرانسی حول محور خط مورد نظر و بصورت یک استوانه به قطر t محصور شده است.



Straightness

مستقیم بودن (راستی)

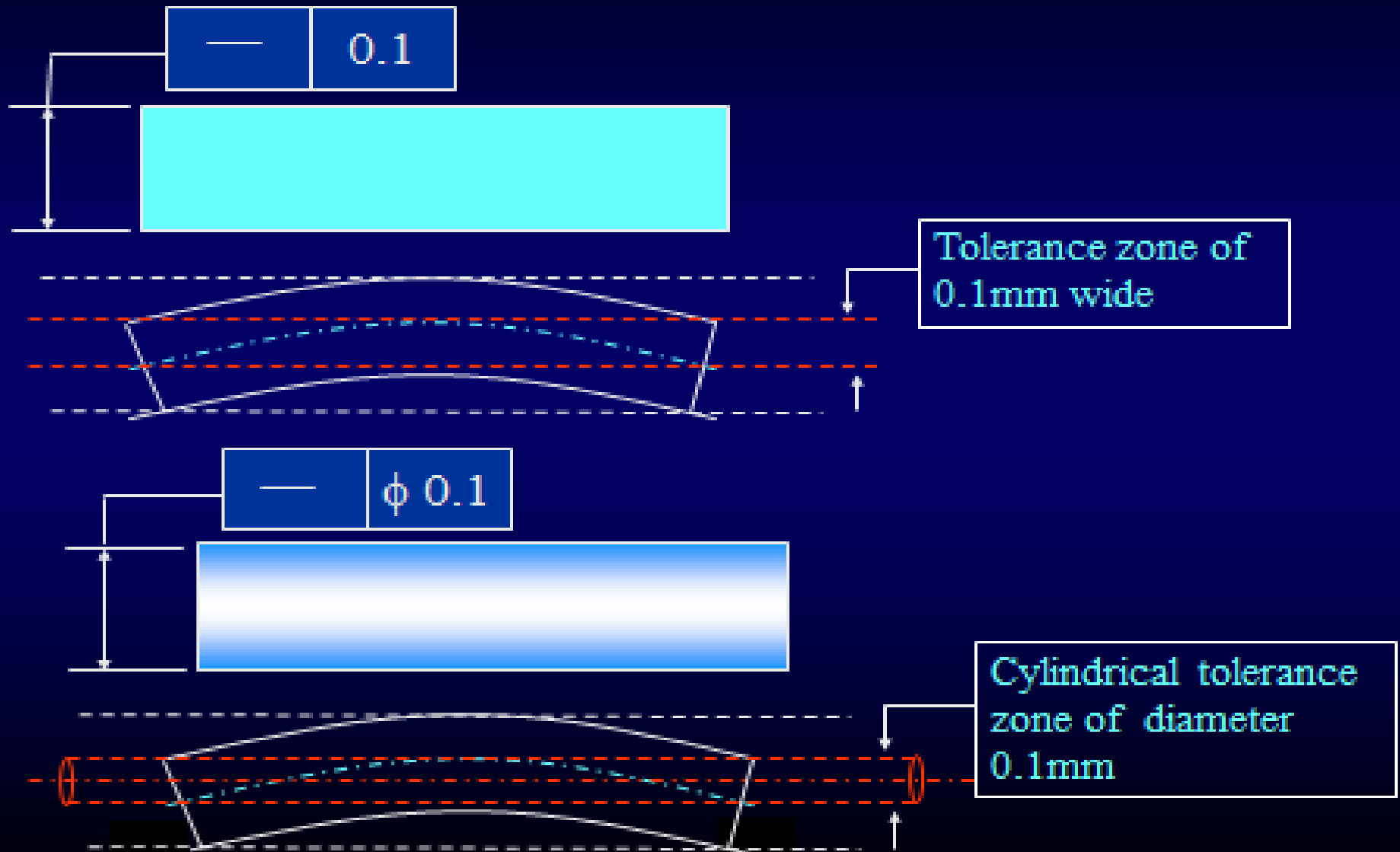
Straightness Tolerance - Surface



Straightness

مستقیم بودن (راستی)

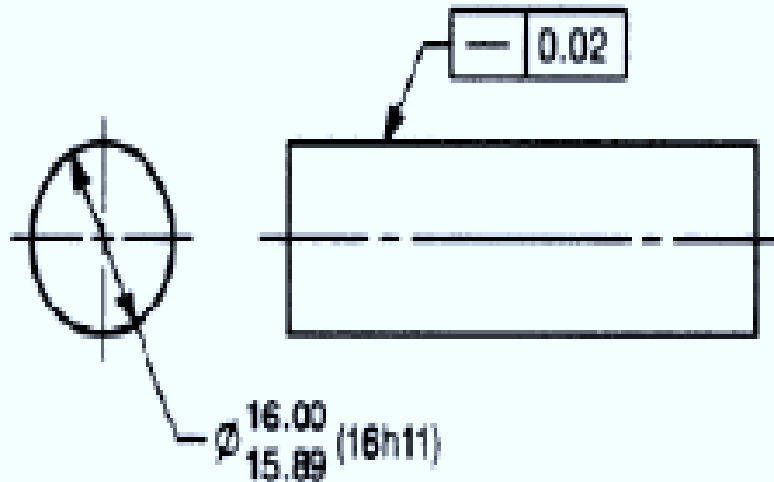
Straightness Tolerance - Axis



Straitness

مستقیم بودن (راستی)

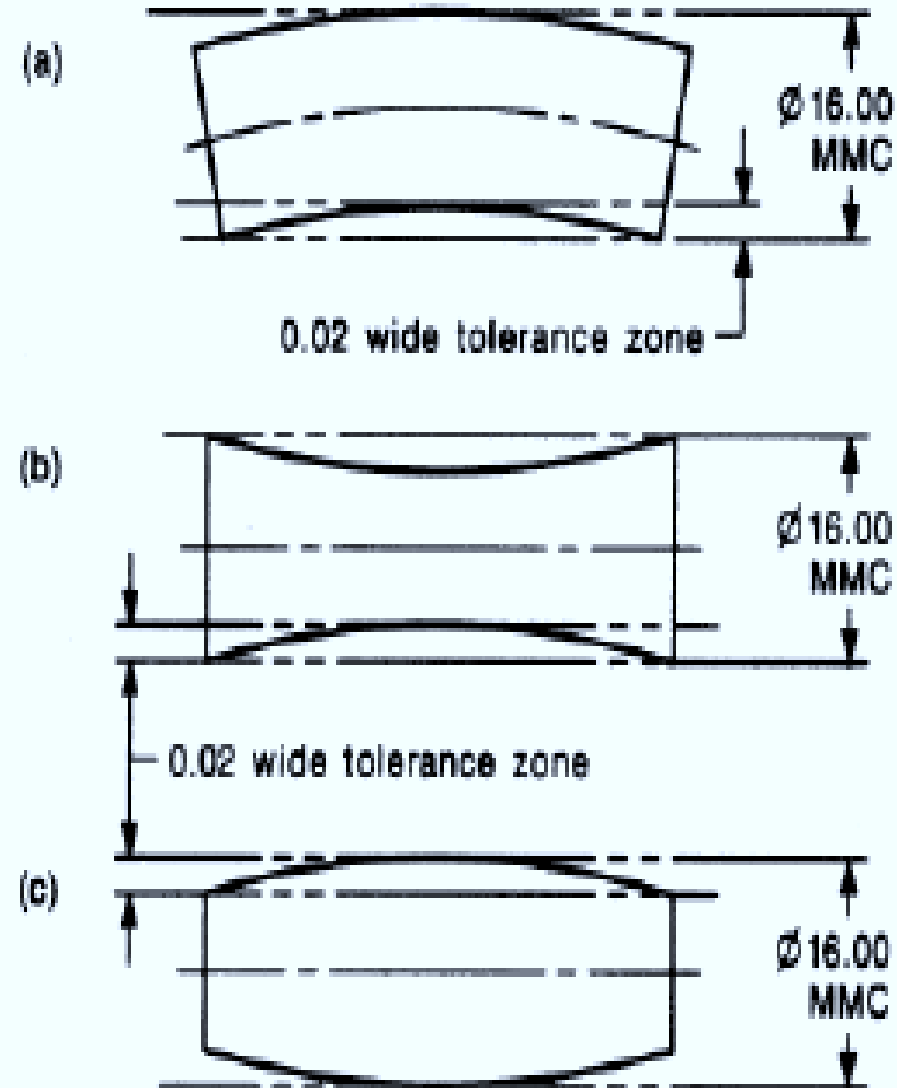
THIS ON THE DRAWING



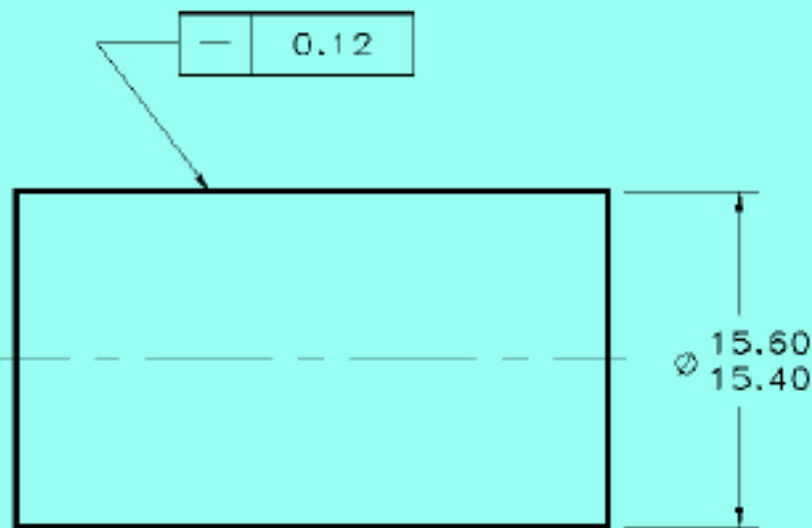
Each longitudinal element of the surface must lie between two parallel lines (0.02 apart) where the two lines and the nominal axis of the part share a common plane. The feature must be within the specified limits of size and the boundary of perfect form at MMC (16.00).

Note: Waisting (b) or barreling (c) of the surface, though within the straightness tolerance, must not exceed the limits of size of the feature.

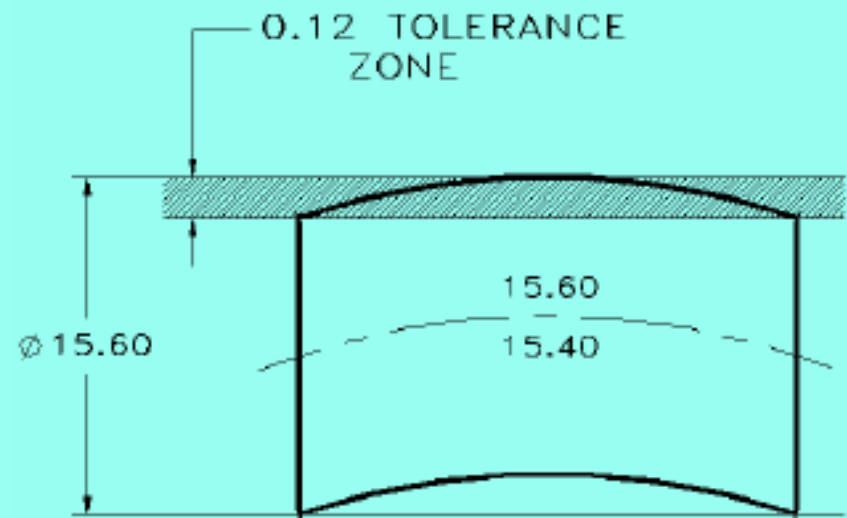
MEANS THIS



Straightness



STRAIGHTNESS



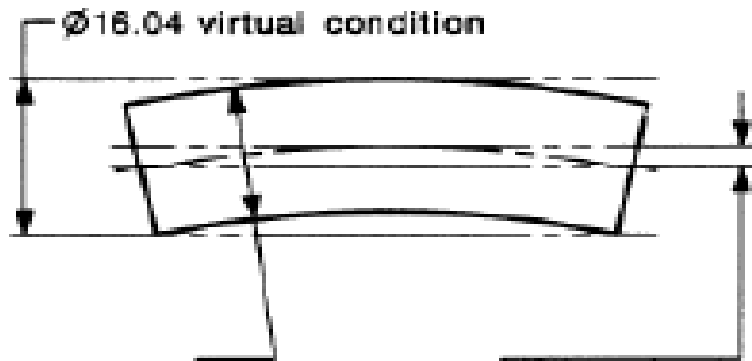
THE MEANING OF STRAIGHTNESS

Straitness

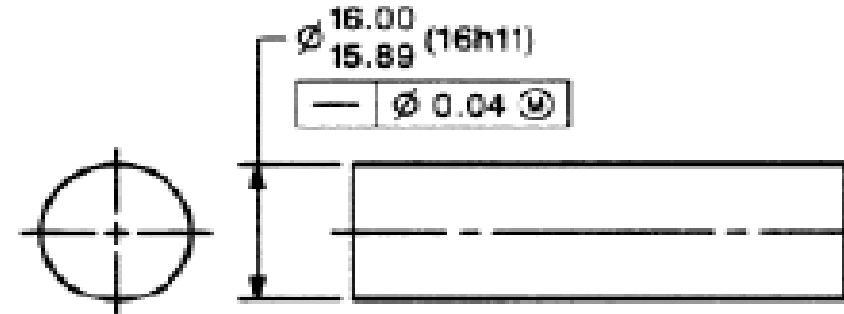
مستقیم بودن (راستی)

Straightness at MMC

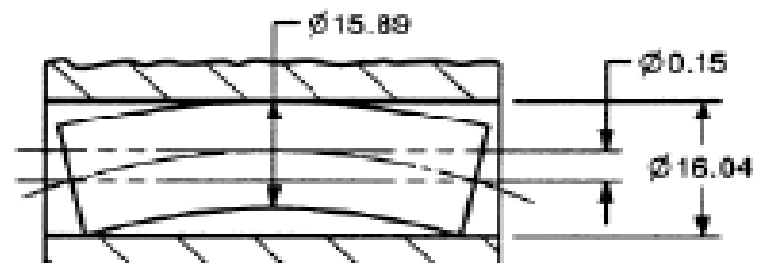
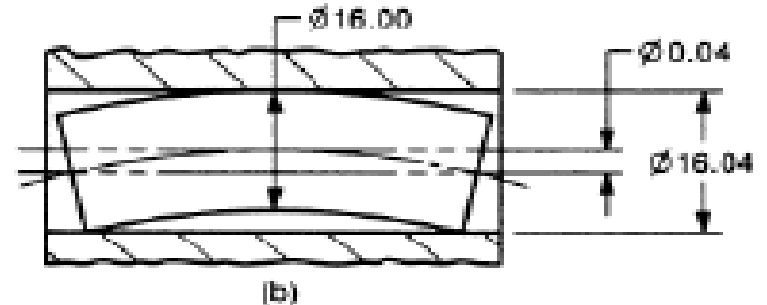
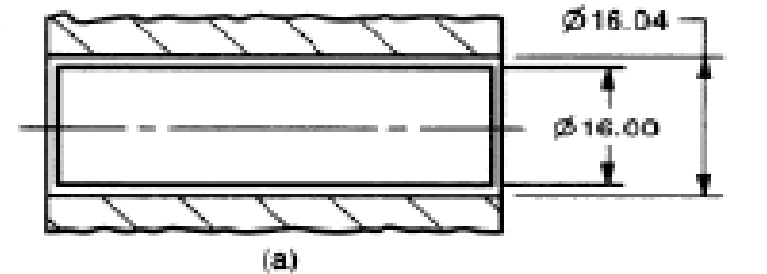
MEANS THIS



Feature size	Diameter tolerance zone allowed
16.00	0.04
15.99	0.05
15.98	0.06
↓	↓
15.90	0.14
15.89	0.15



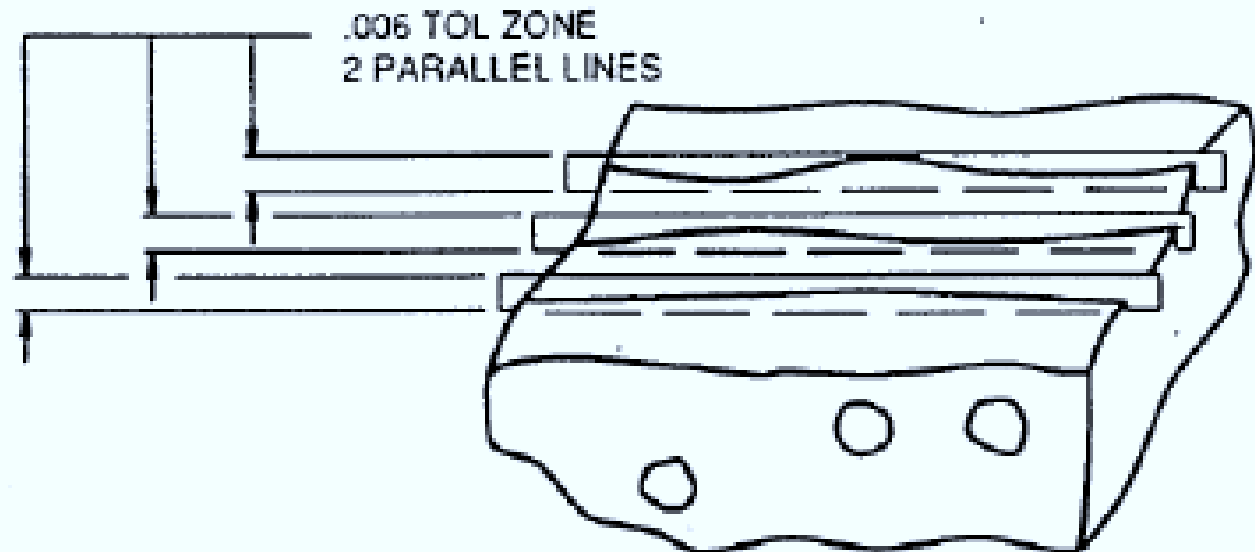
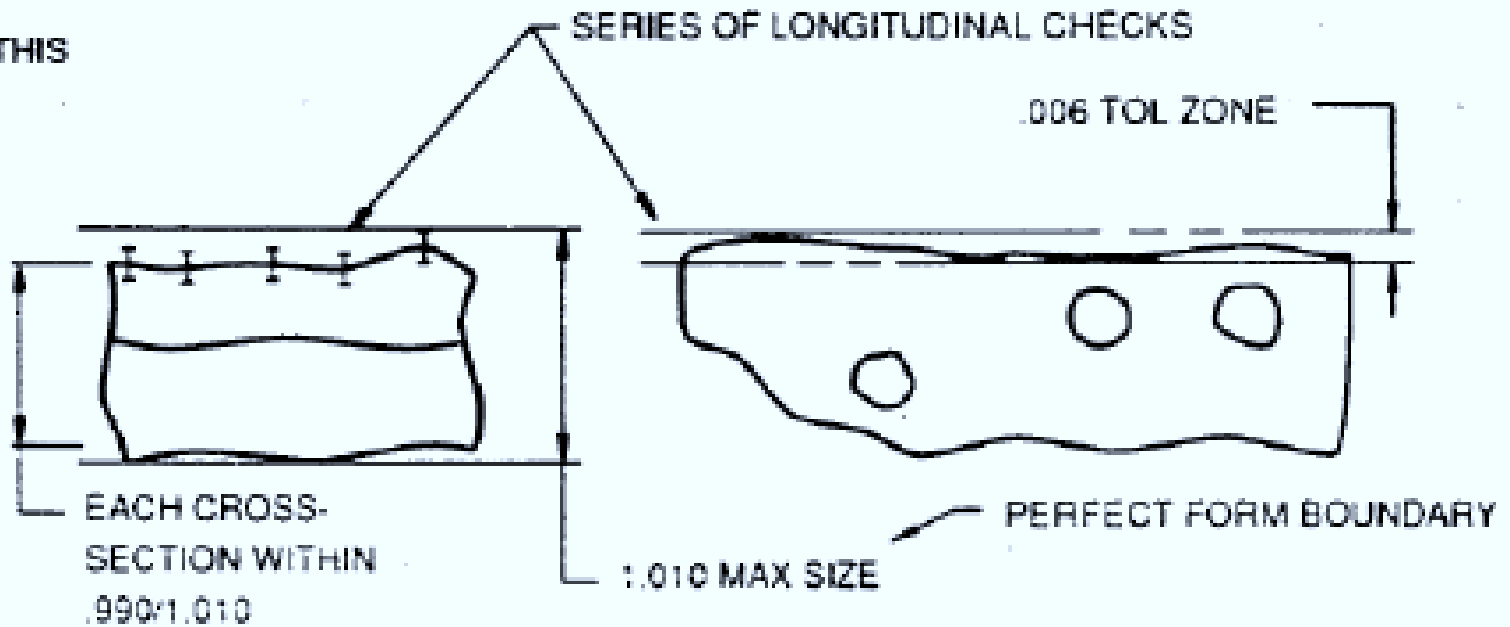
ACCEPTANCE BOUNDARY



Straitness

مستقیم بودن (راستی)

MEANS THIS



■ نکات:

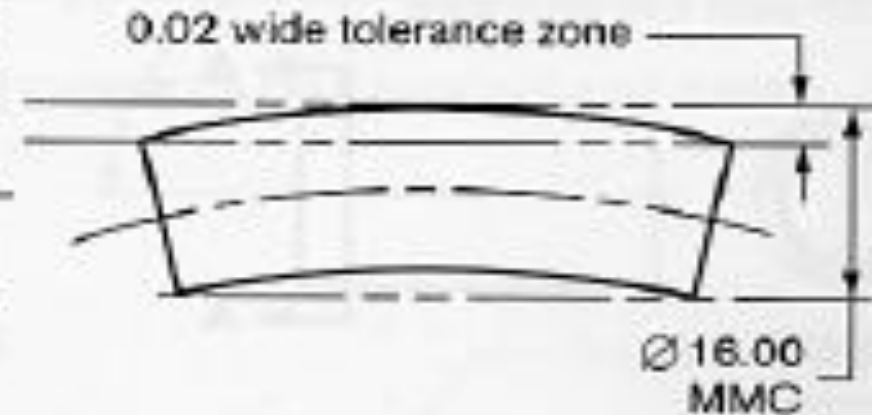
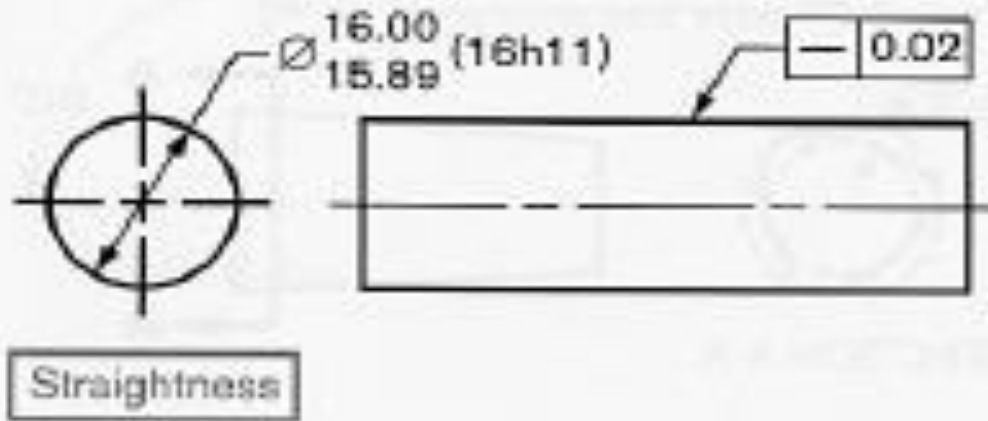
- تلرانسهای فرم همگی در مورد **سطح** بحث میکنند و تنها يك مورد از راستی وجود دارد که در مورد **محور** صحبت میکند
- مقدار تلرانس هندسی راستی در سطح همیشه بزرگتر یا برابر مقدار تلرانس هندسی راستی در محور يك استوار میباشد
- شرط ماکزیمم ماده در راستی امکان پذیر است
- توزیع خطای راستی در طول سطح:
- جهت جلوگیری از تمرکز خطا در يك نقطه میتوان نرخ توزیع خطا در طولهای کوچکتر در نظر گرفت (مثل میل ماهک)

Straitness

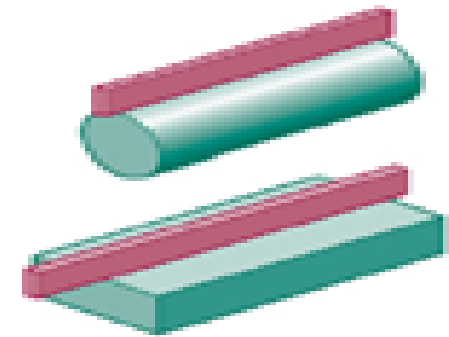
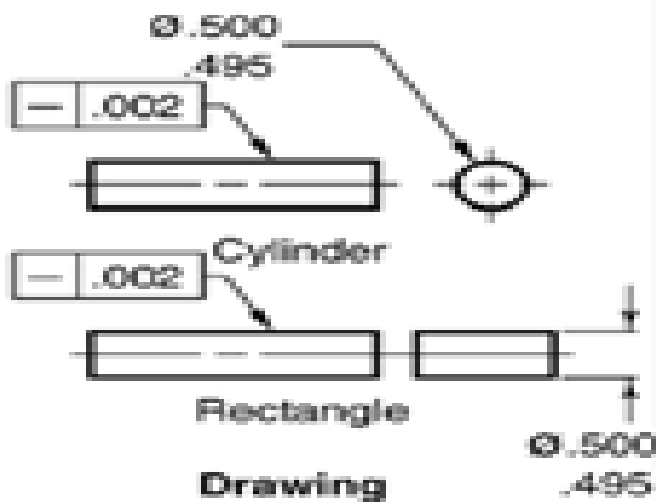
مستقیم بودن (راستی)

This on the drawing...

...means this



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

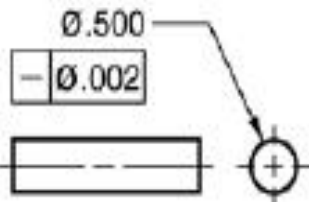


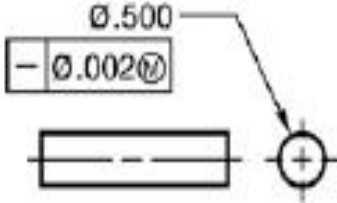

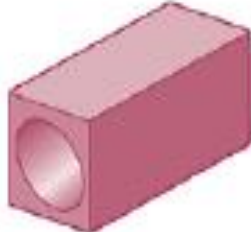


Tolerance Zones

Inspection Methods



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

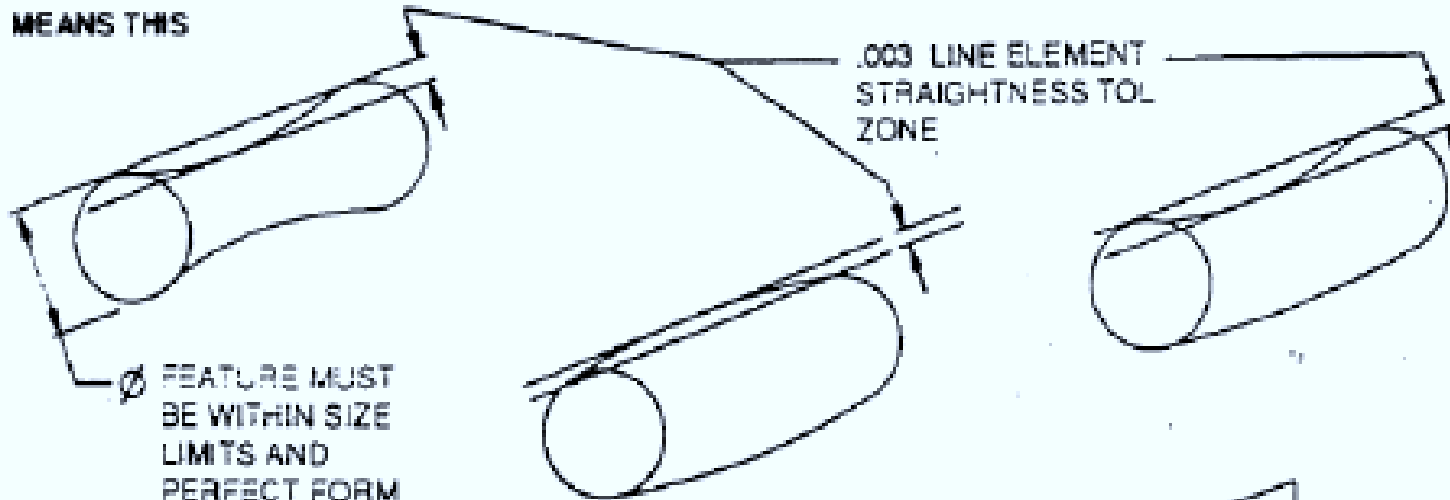
 <p>RFS Basis</p>	 <p>0.002 (always) True Axis of Shaft, 3-Dimensional Twist</p>	 <p>V-Block Inspection (locate the true axis)</p>
<p>MMC Modified</p>  <p>Drawing</p>	 <p>0.002 (at least) Plus any Bonus Tolerance True Axis of Shaft, 3-Dimensional Twist</p> <p>Effect (scale enlarged)</p>	 <p>Functional Gage</p> <p>Inspection Methods</p>

Straightness of axis (center plane)

Straitness

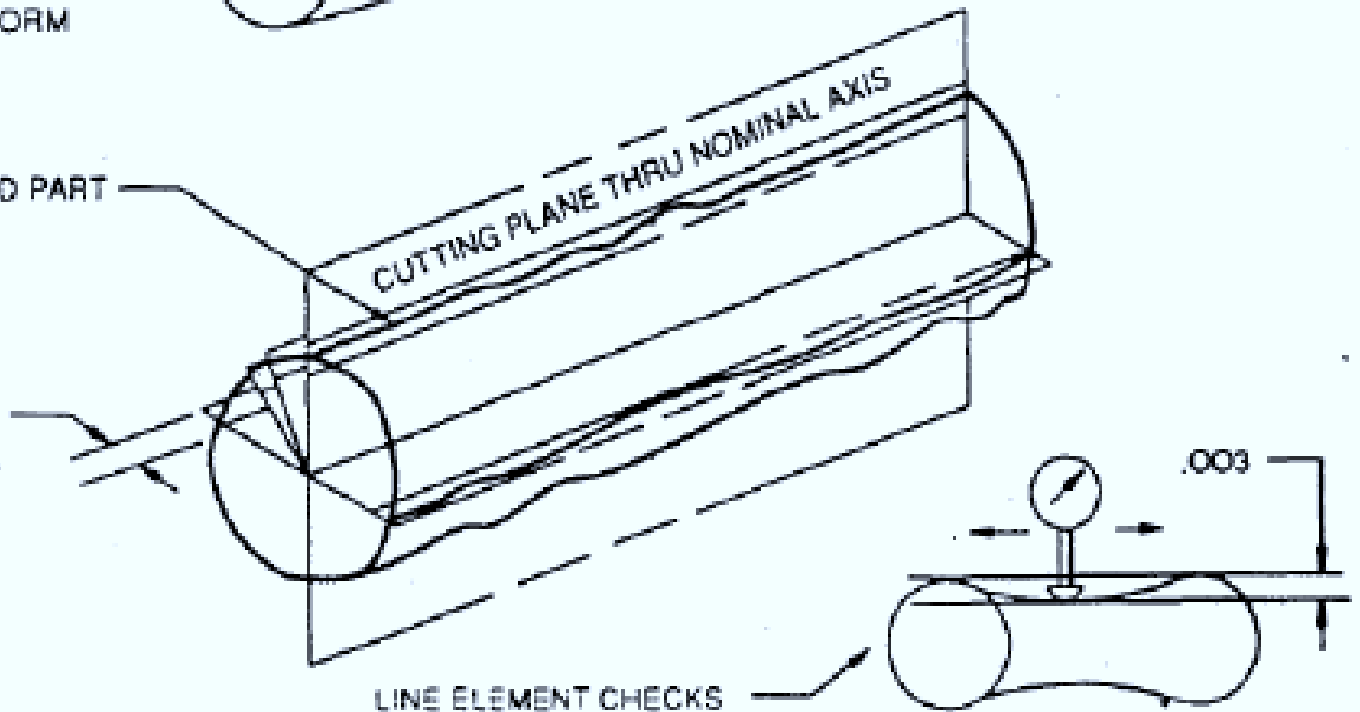
مستقیم بودن (راستی)

MEANS THIS



PRODUCED PART

.003 STRAIGHTNESS LINE ELEMENTS TOL ZONE. SERIES OF CHECKS.



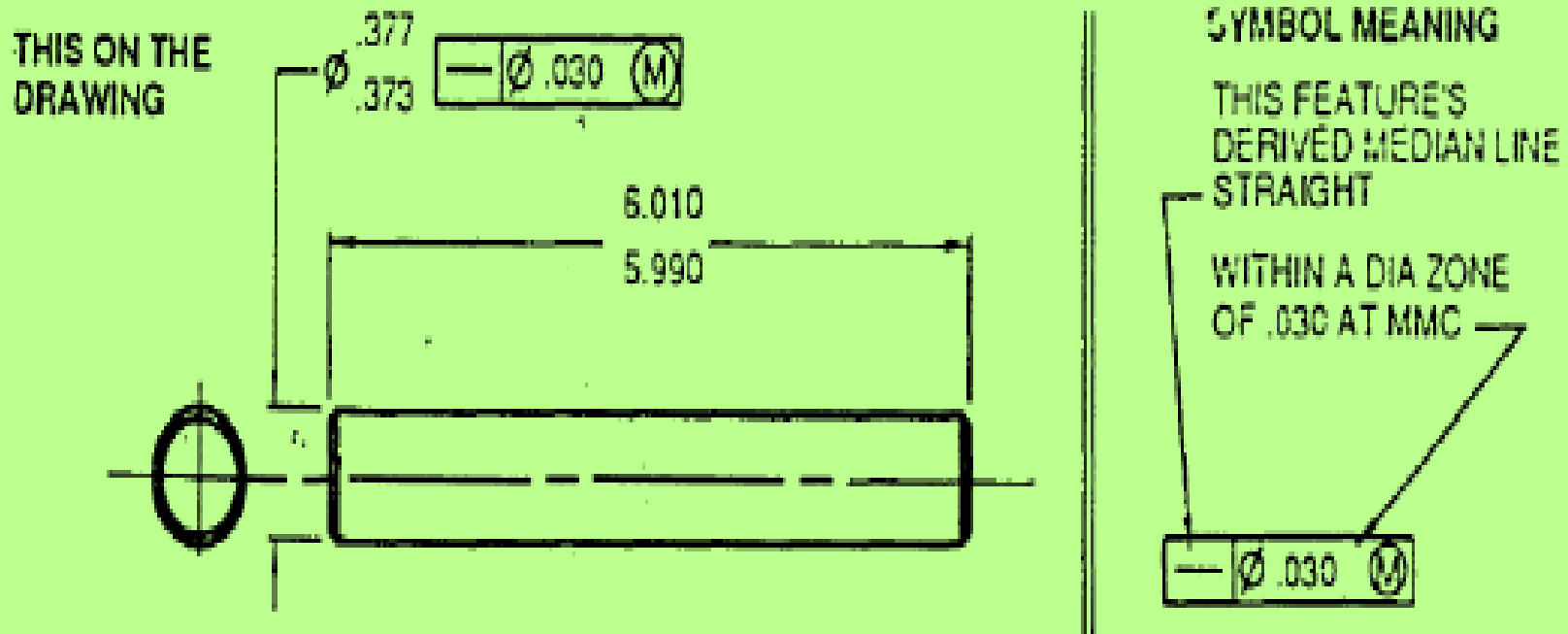
Straightness

مستقیم بودن (راستی)



Straitness

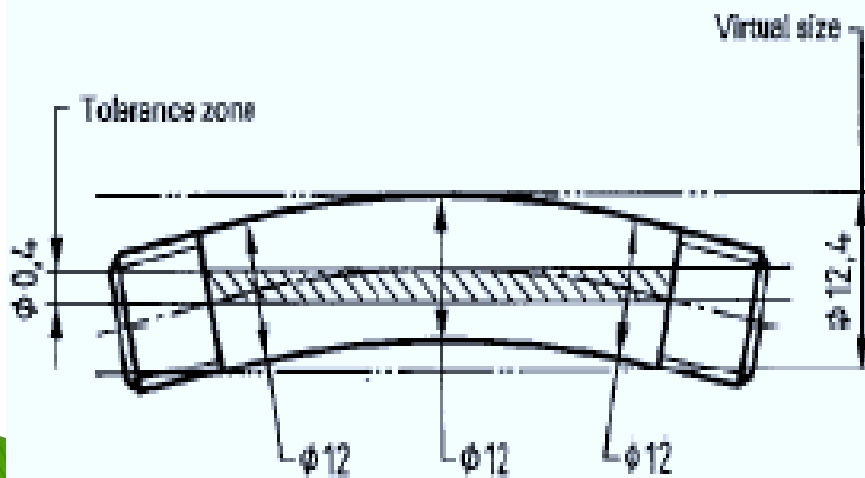
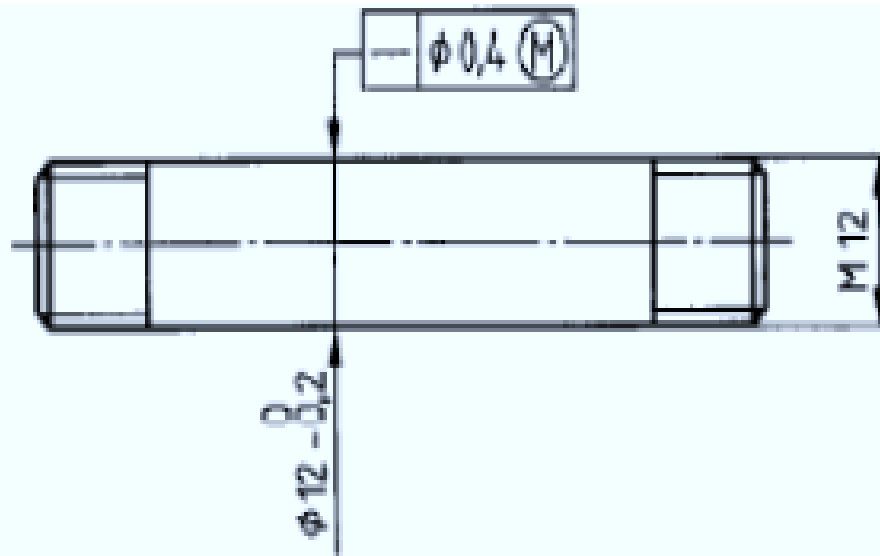
مستقیم بودن (راستی)



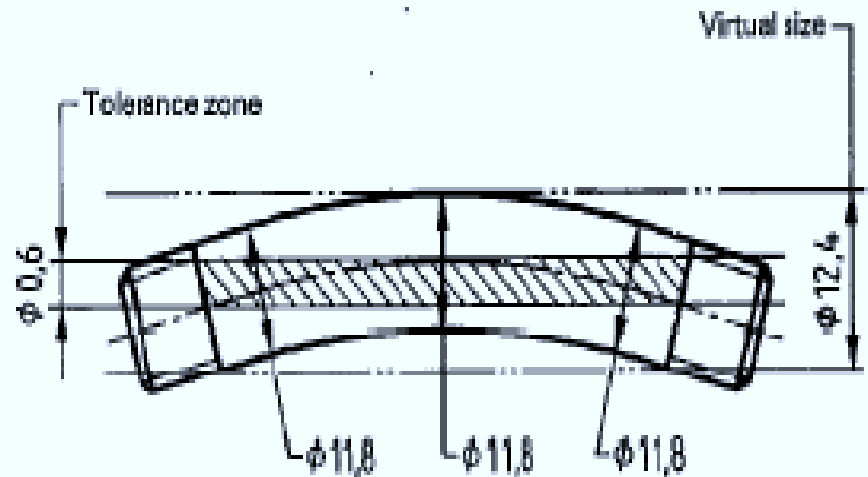
The derived median line of the feature's actual local sizes must lie within a cylindrical tolerance zone of .030 diameter at MMC. As each local size departs from MMC, an increase in the local diameter of the tolerance cylinder is allowed which is equal to the amount of such departure. Each circular element of the surface must be within the specified limit of size.

Straitness

مستقیم بودن (راستی)



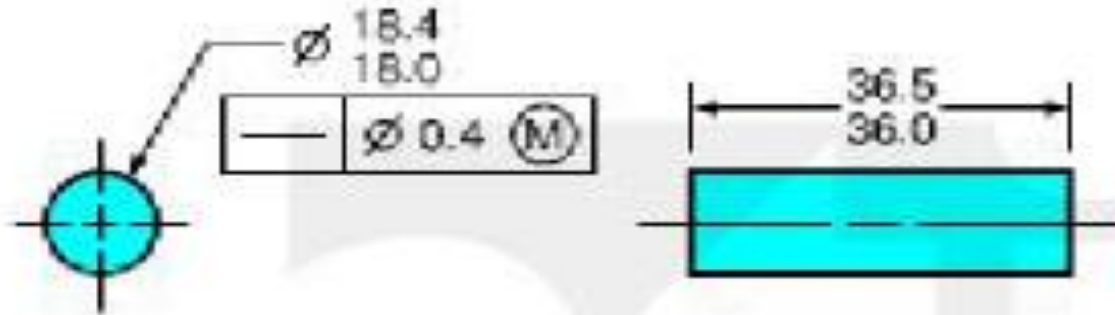
Actual local sizes



Actual local sizes

Straitness

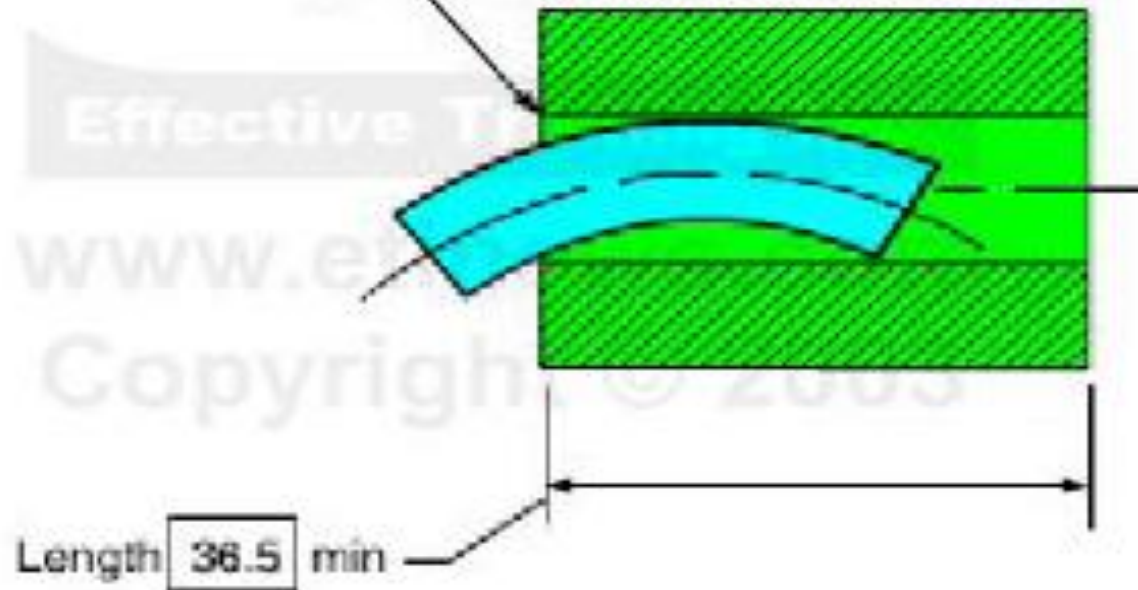
مستقیم بودن (راستی)



Gage for verifying the straightness control

$$\begin{array}{r} \varnothing 18.4 \\ + \varnothing 0.4 \\ \hline \varnothing 18.8 \end{array}$$

Virtual condition



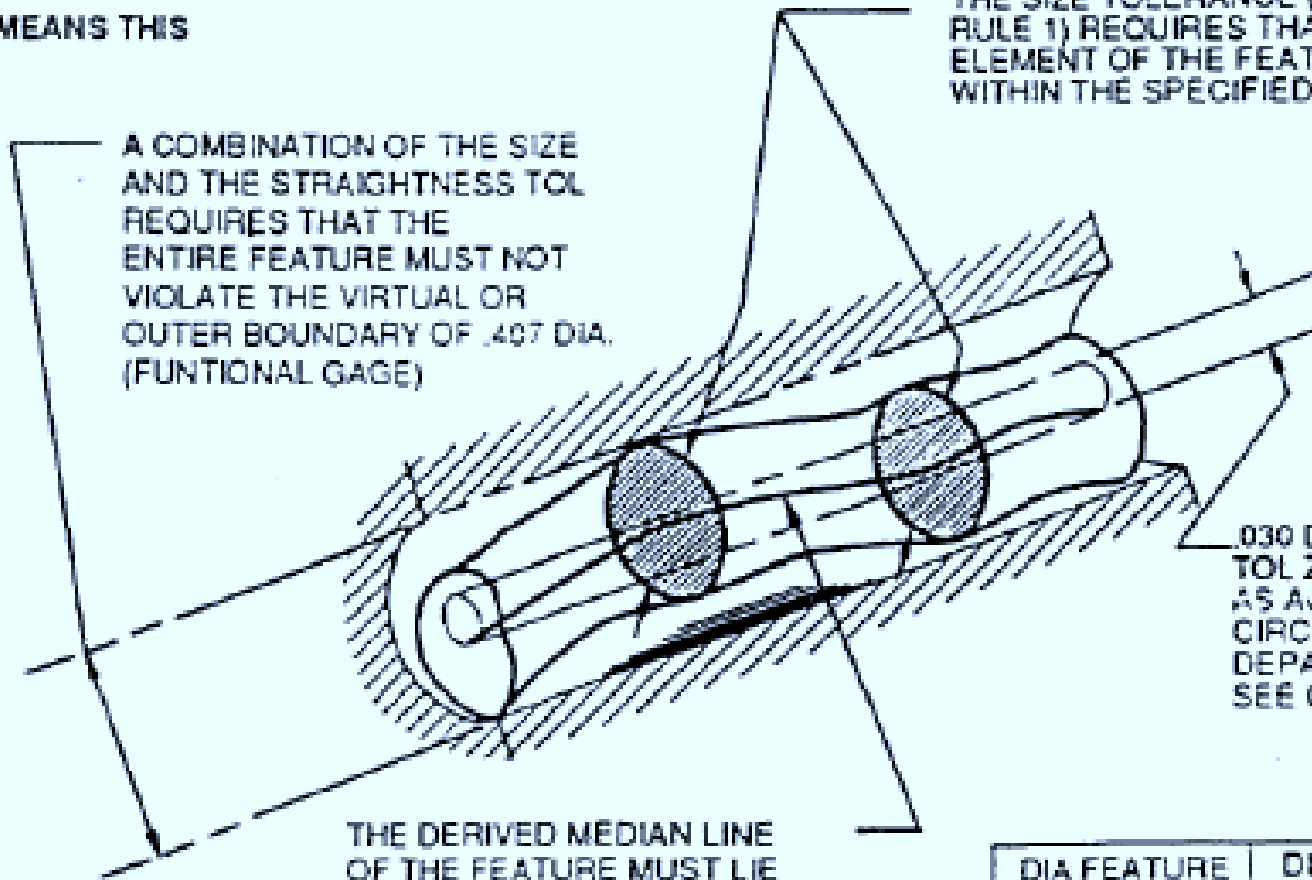
Straitness

مستقیم بودن (راستی)

MEANS THIS

A COMBINATION OF THE SIZE AND THE STRAIGHTNESS TOL REQUIRES THAT THE ENTIRE FEATURE MUST NOT VIOLATE THE VIRTUAL OR OUTER BOUNDARY OF .407 DIA. (FUNCTIONAL GAGE)

THE SIZE TOLERANCE (EXEMPTED FROM RULE 1) REQUIRES THAT EACH CIRCULAR ELEMENT OF THE FEATURE MUST BE WITHIN THE SPECIFIED LIMITS OF SIZE.



.030 DIA TOL ZONE AT MMC. TOL ZONE CAN INCREASE AS ACTUAL SIZE OF CIRCULAR ELEMENTS DEPART FROM MMC. SEE CHART

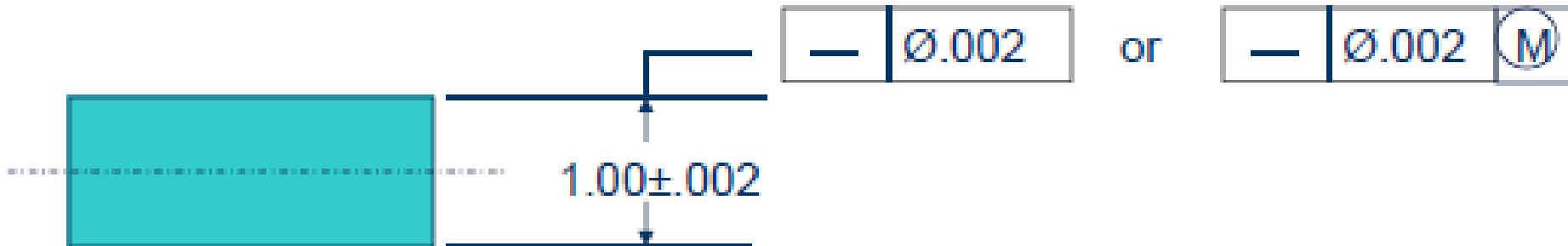
THE DERIVED MEDIUM LINE OF THE FEATURE MUST LIE WITHIN THE SPECIFIED DIA TOL ZONE.

DIA FEATURE SIZE	DIA TOL ZONE	VIRTUAL SIZE
.377	.030	.407
.376	.031	
.375	.032	
.374	.033	
.373	.034	

Straitness

مستقیم بودن (راستی)

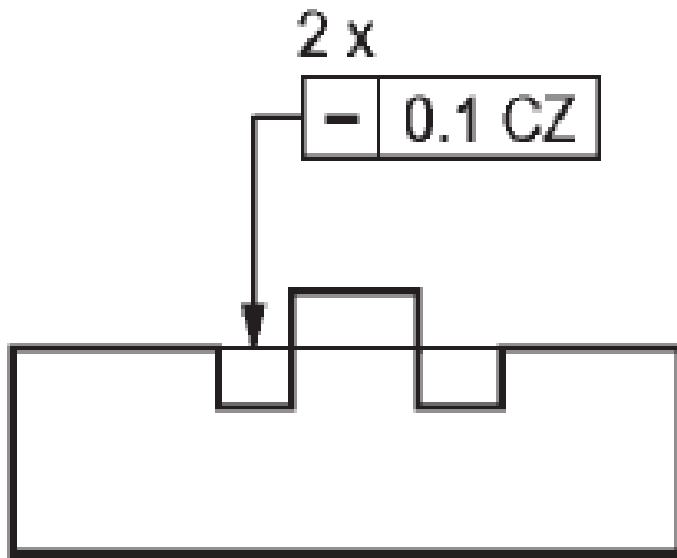
Compare MMC to RFS (Regardless of Feature Size)



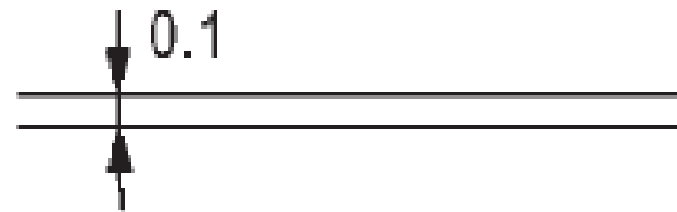
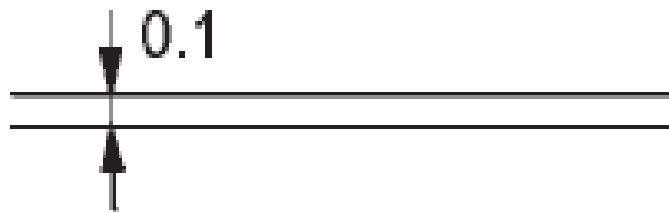
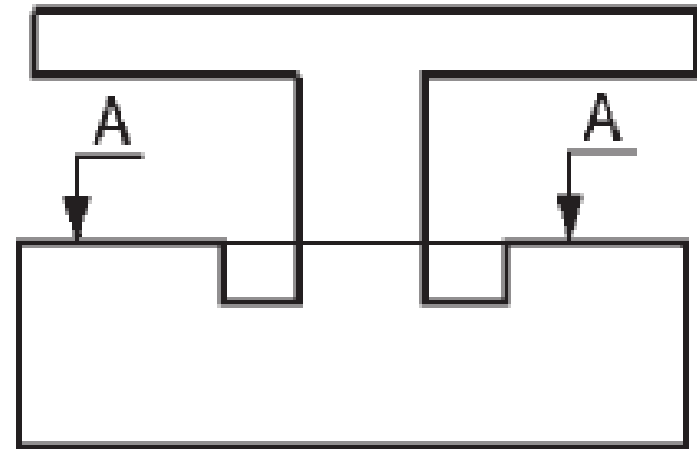
Produced size	Tolerance RFS	Tolerance MMC
1.002	.002	.002
1.001	.002	.003
1.000	.002	.004
.999	.002	.005
.998	.002	.006

Straitness

مستقیم بودن (راستی)



2 x A



Indication of a common tolerance zone

■ تعریف سطح تخت: سطحی که تمام نقاط آن در یک صفحه تخت قرار گرفته باشد

■ در تختی همیشه ناحیه تلرانسی یک فاصله است

■ فاصله بین دو صفحه تخت موازی که موازی یا عمود به هیچ جایی نیست و کاملاً آزاد است

راستی یک تلرانس دوبعدی است و تختی یک تلرانس سه بعدی است

■ توزیع خطای تختی در سطوح:

■ جهت جلوگیری از تمرکز خطا در یک نقطه میتوان نرخ توزیع خطا در مساحت‌های کوچکتر در نظر گرفت

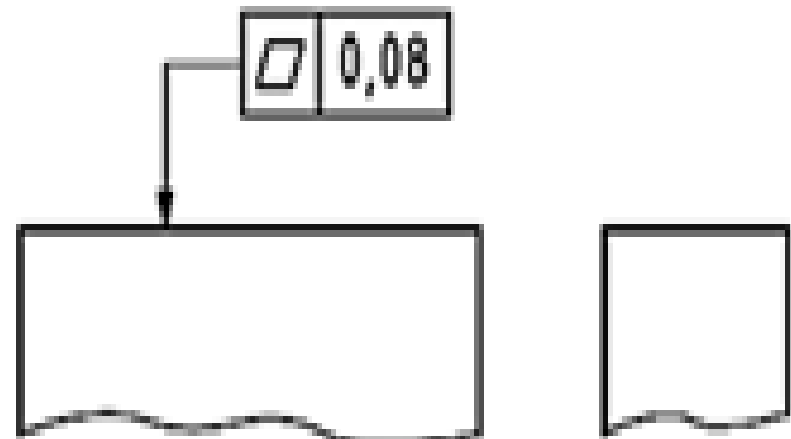
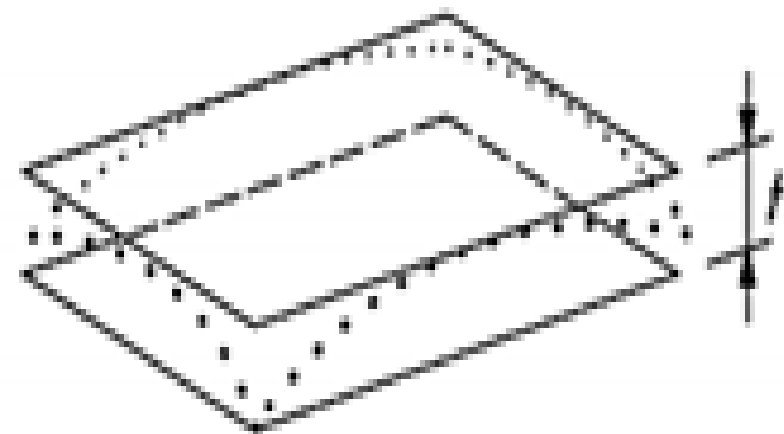
(مثل: سطح نیم تنه و سرسیلندر)

Flatness

تختی

تولرانس تختی (Flatness)

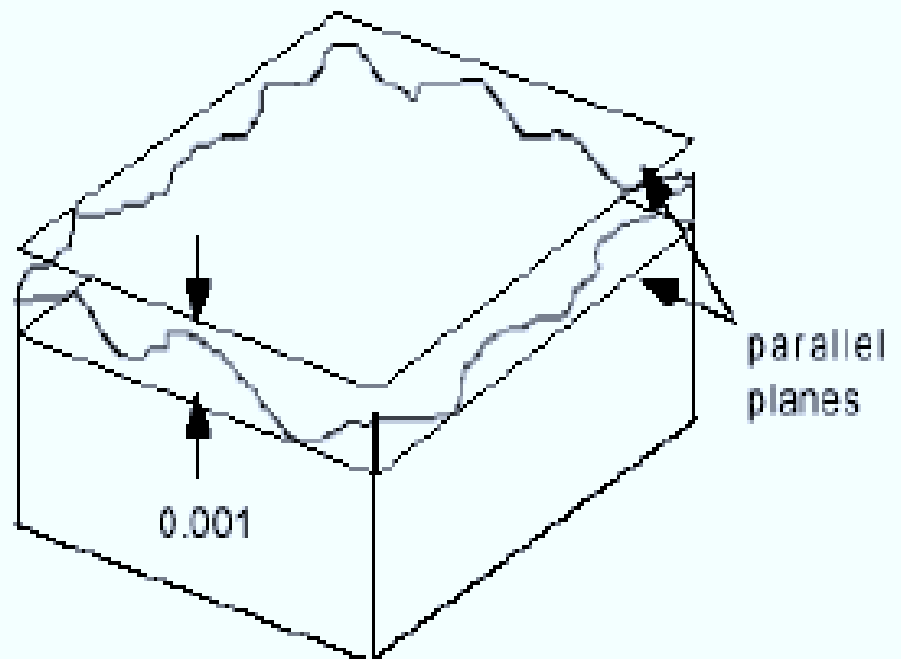
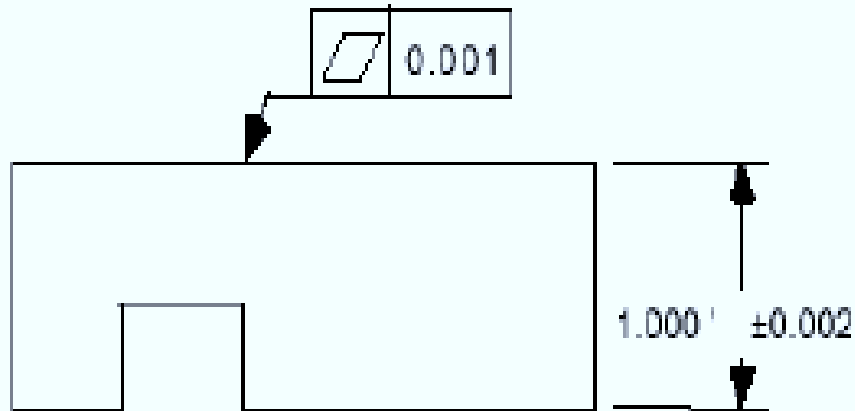
این تولرانس برای یک صفحه تعریف می شود و نشان می دهد که سطح مورد نظری بین دو سطح موازی با فاصله t قرار گرفته است.



Flatness

تختی

Tolerance zone defined by two parallel planes.



Flatness

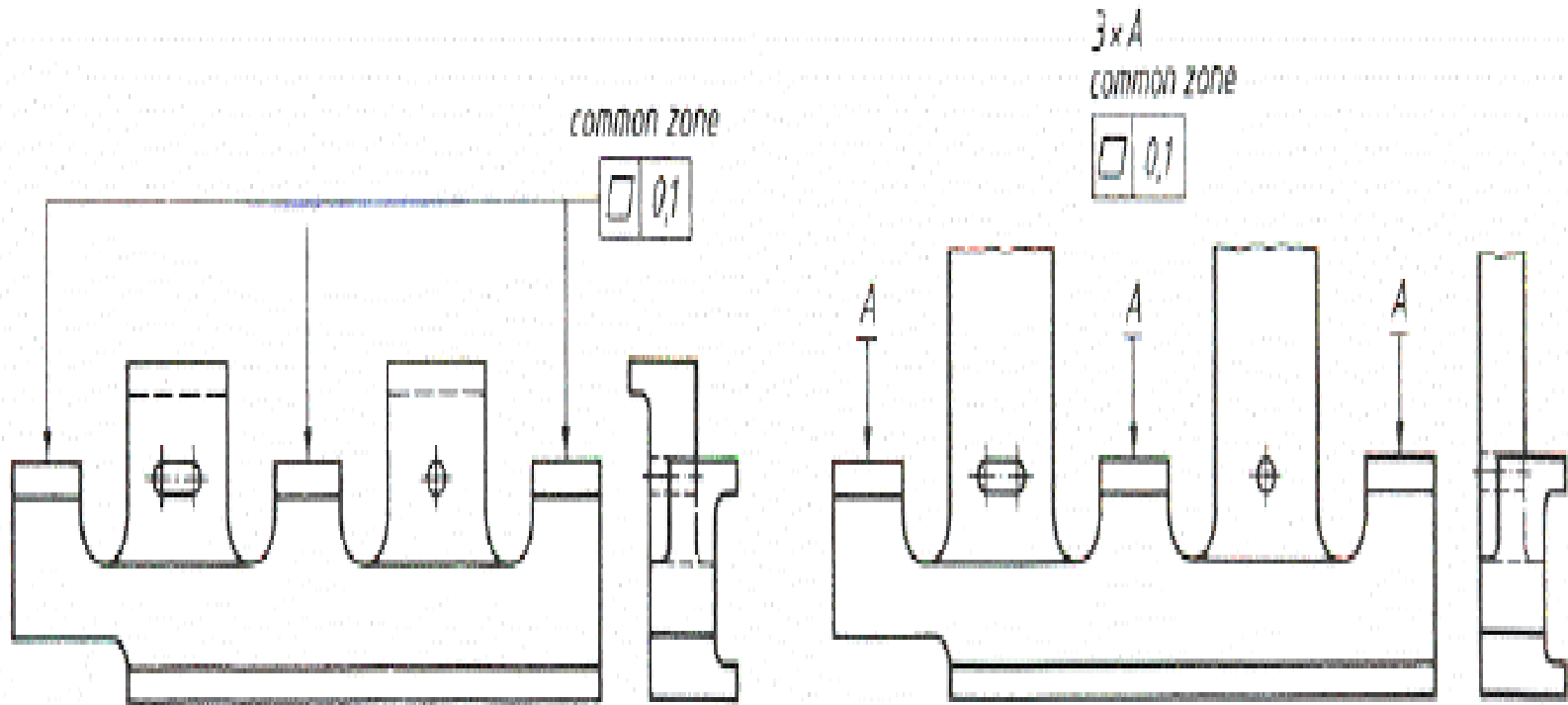
تختی

GD&T Trainer Professional E



Flatness

تختی

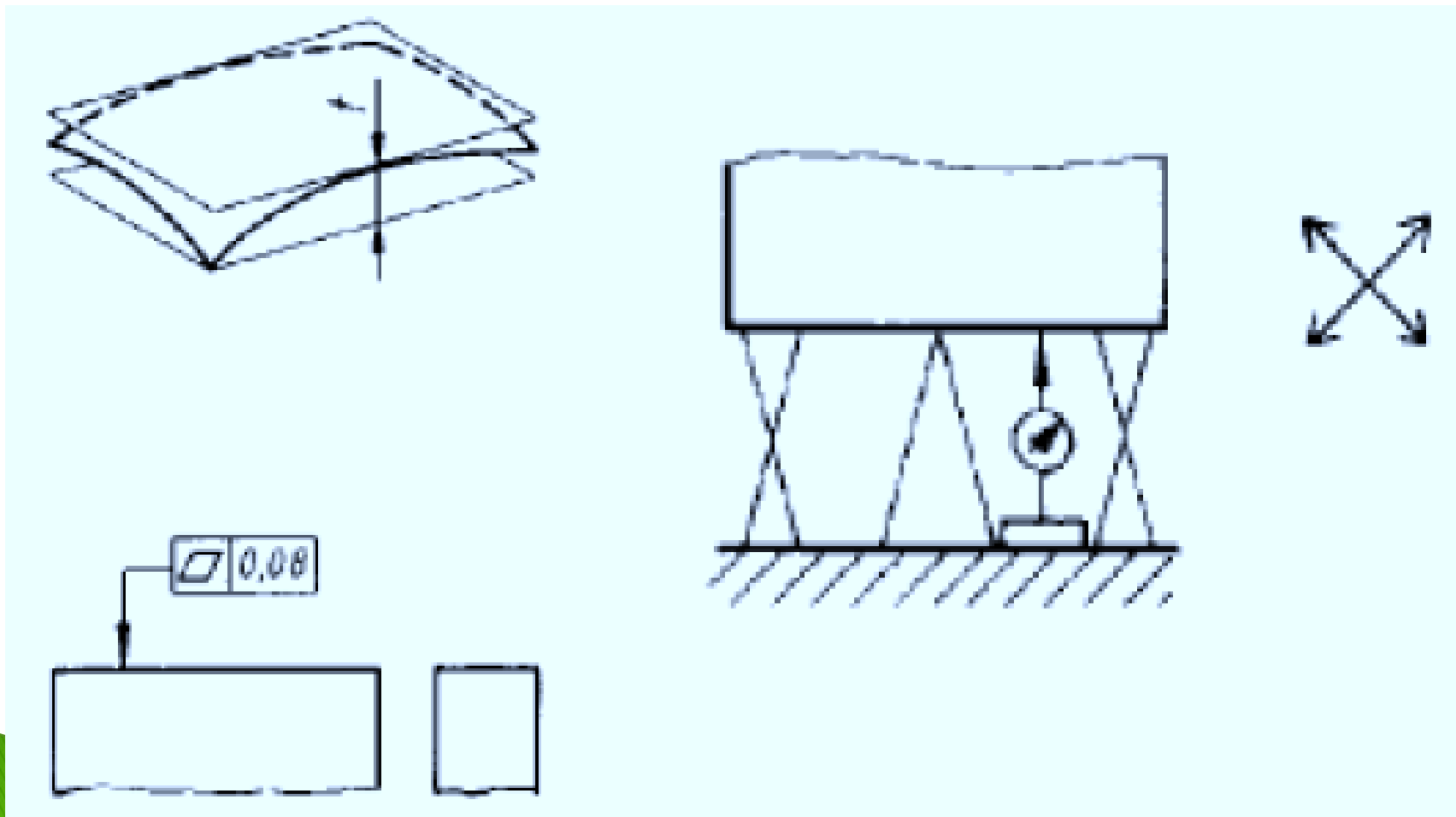


Flatness

تختی

اندازه گیری تختی:

تختی نمیتواند گیج بشود (یعنی با گیج بیرونرو کنترل کرد) آنرا باید اندازه گیری نمود

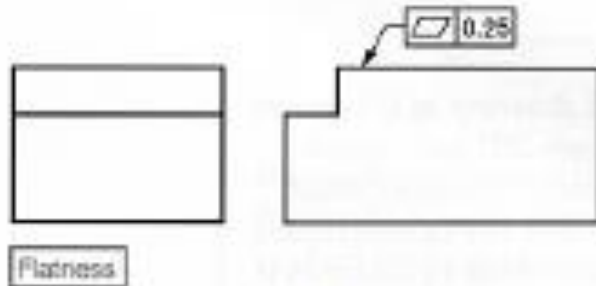


Flatness

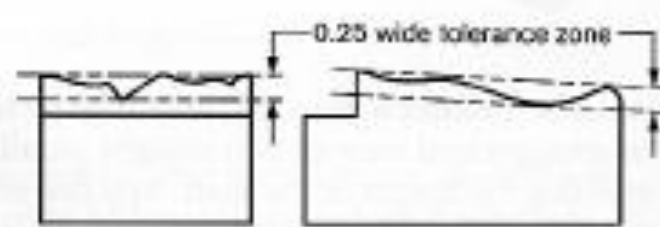
تختی

FIGURE 12.71
Flatness (ANSI
Y14.5M-1994.)

This on the drawing...



...means this

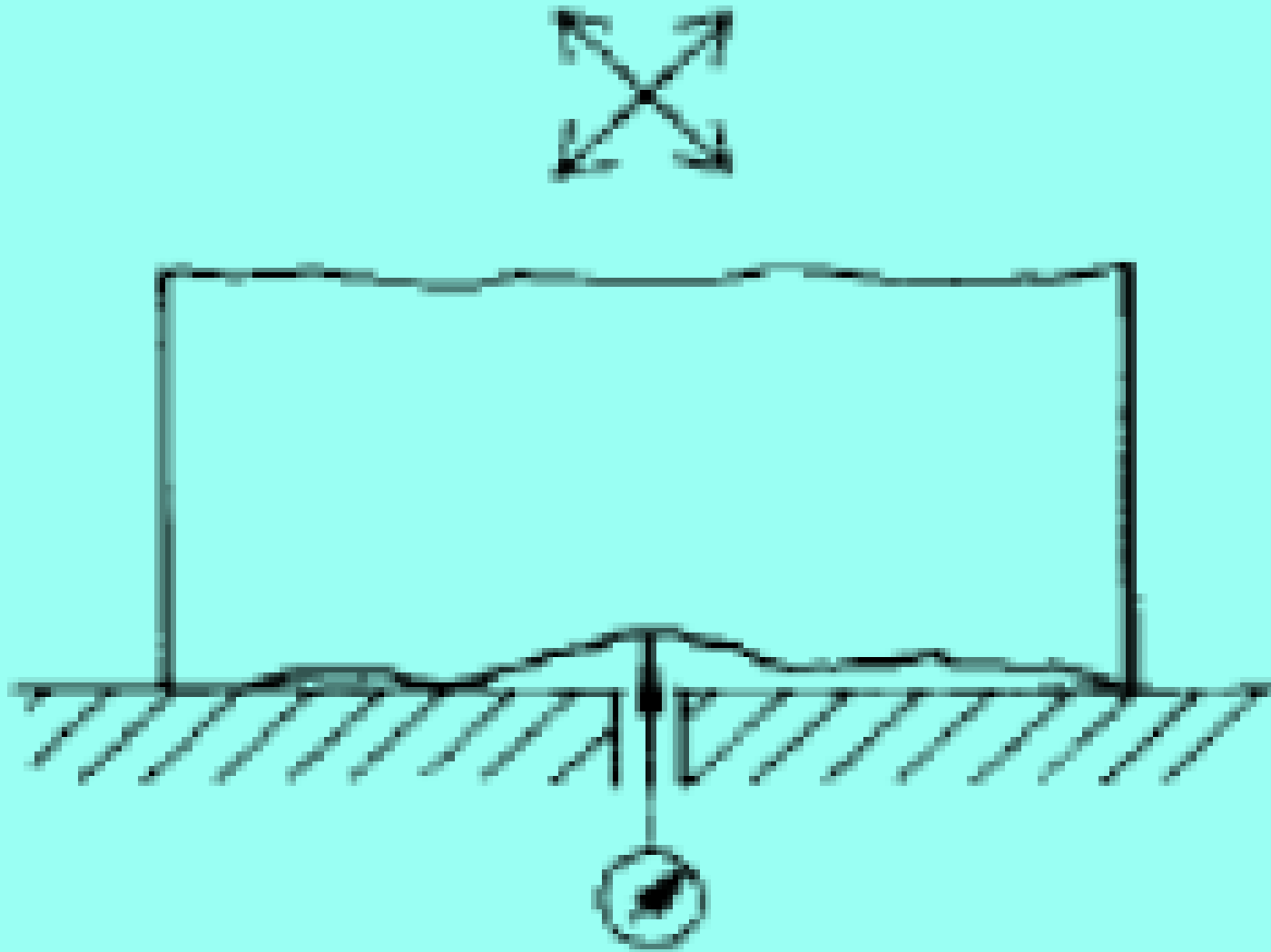


Engineering Design Communication – Lockhart and Johnson

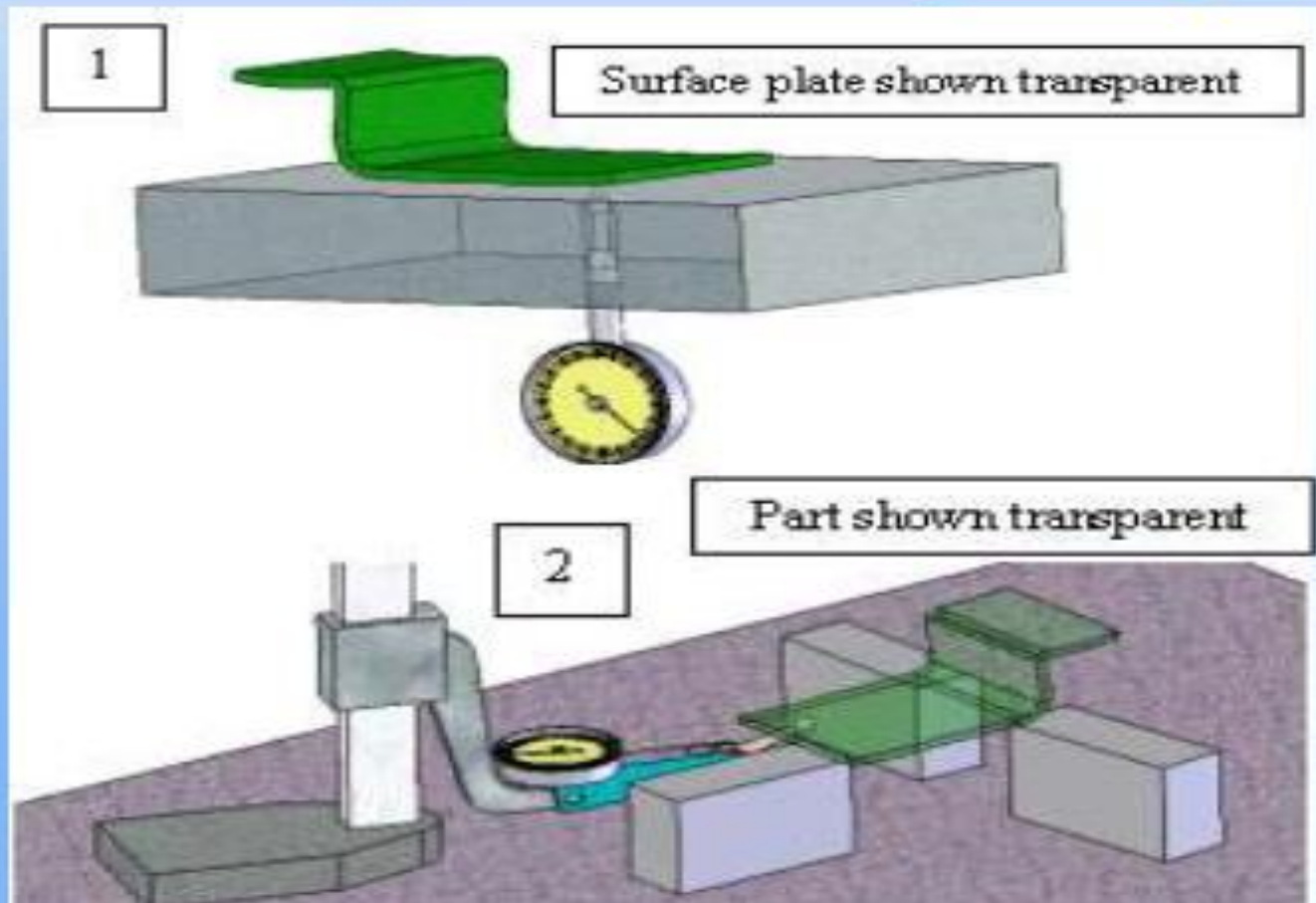
<p>Technical drawing of a hole with a flatness tolerance of .002. The drawing includes a feature control frame with a flatness symbol and the value .002.</p> <p>Drawing</p>	<p>.002 Tolerance Zone Size (2 planes)</p> <p>All Points on Surface Must Be between the 2 Planes</p> <p>Tolerance Zone</p>	<p>Leveling Feet, Adjust for Lowest Indicator Reading</p> <p>Surface Plate with Hole</p> <p>Inspection Methods</p>
---	---	---

Flatness

تختی



How Do We Inspect Flatness?



Verification of Flatness



Leveling plate

Level part and move indicator over surface, readings must not exceed total flatness tolerance. Good check but may be time consuming.



Feeler gage check

Quick check. It is good for large tolerances. May miss concave variations.



Set on gage blocks of same height, then indicate under part. Will not check surface under blocks.



Indicate thru hole in plate. Slide part over indicator. Good in process check. May misread on convex parts.

Flatness

تختی

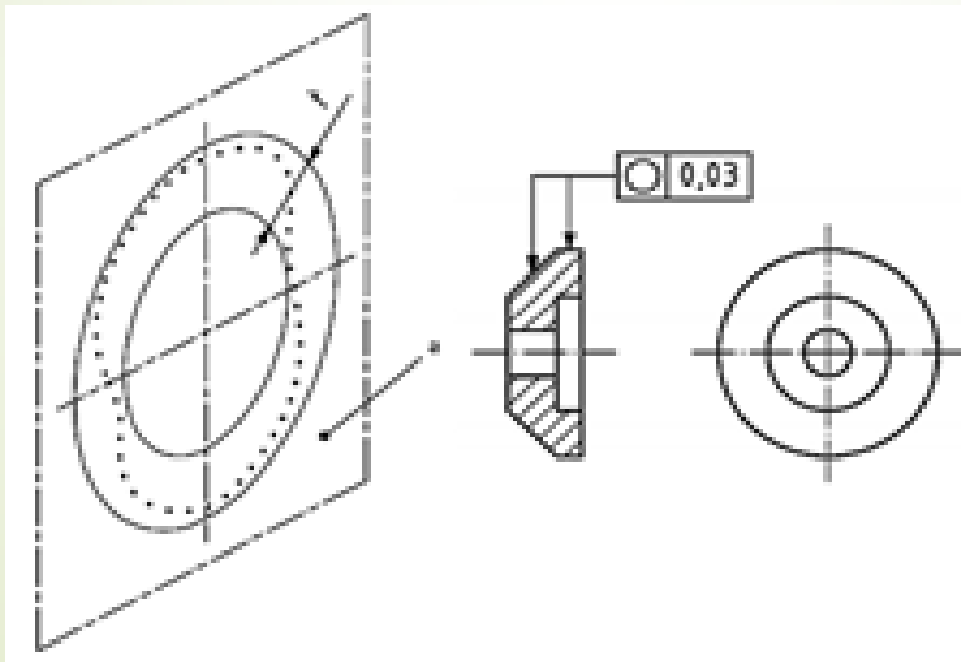


دایره ای بودن (گردی) (Circularity (Roundness))

❖ در گردی همیشه ناحیه تolerانسی یک فاصله می باشد.

❖ ناحیه تolerانسی : فاصله بین دو دایره هم مرکز که در محدوده سطح، می تواند هر فرمی داشته باشد.

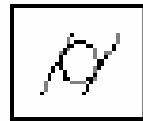
➡ این تolerانس نشان می دهد که دایره مورد نظر بین دو دایره که فاصله شعاعی آن برابر است قرار دارد.



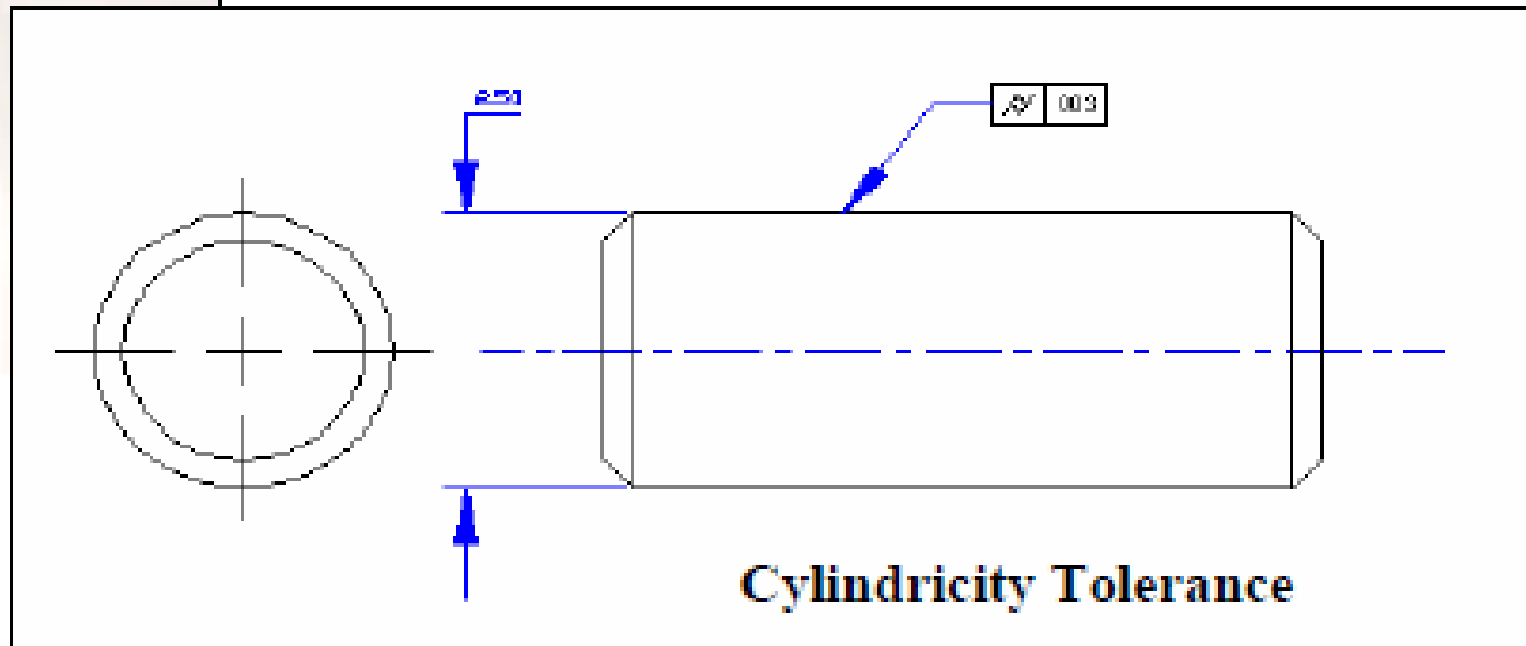
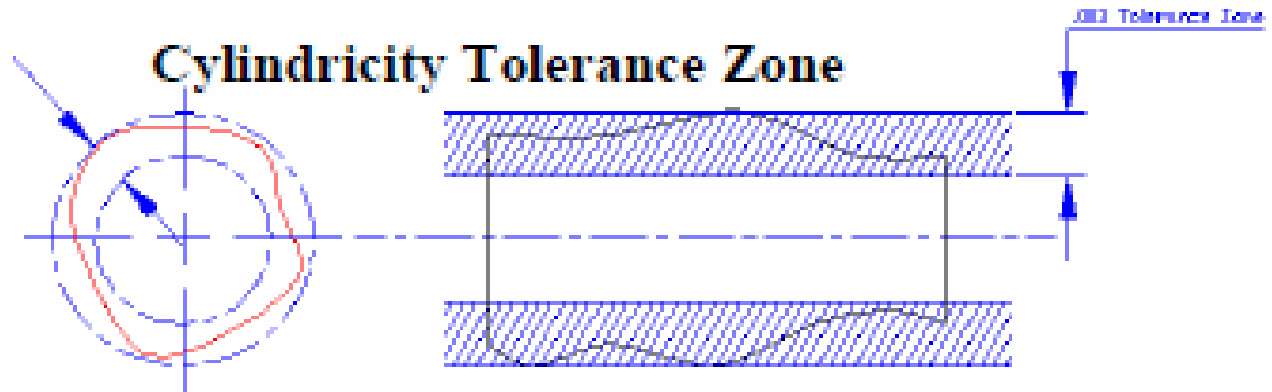
Circularity (Roundness) (دایره ای بودن (گردی))

Tolerance of Form

Cylindricity



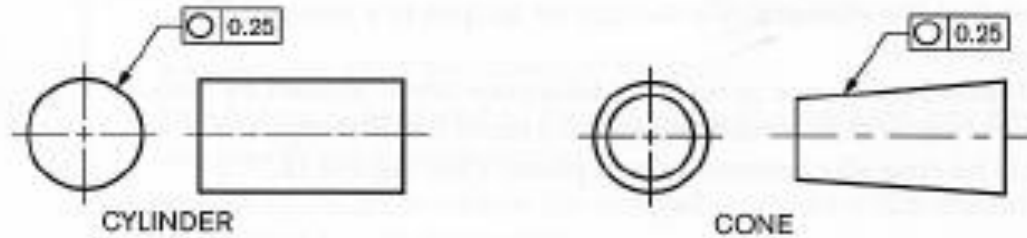
Cylindricity Tolerance Zone



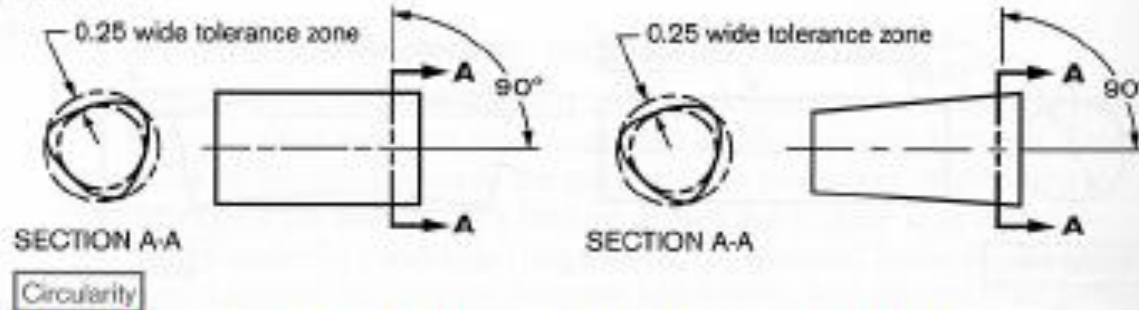
Circularity (Roundness) (دایره ای بودن (گردی))

FIGURE 12.72
Circularity (roundness)
(ANSI Y14.5M-1994.)

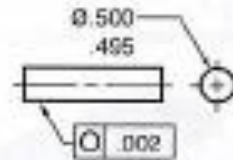
This on the drawing...



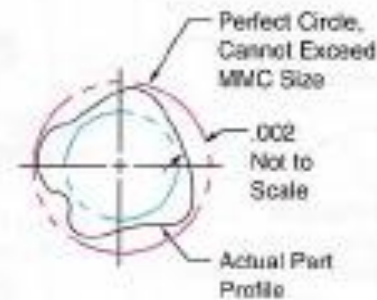
...means this



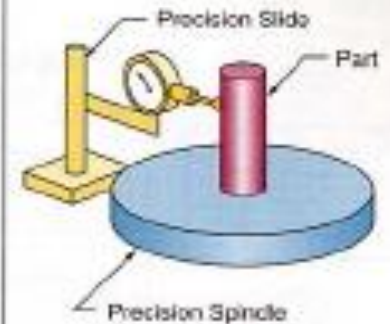
Engineering Design Communication — Lockhart and Johnson



Drawing



Tolerance Zone

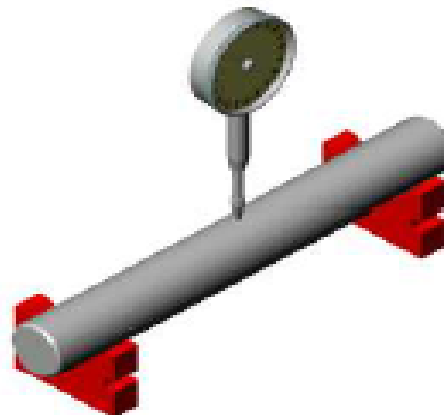
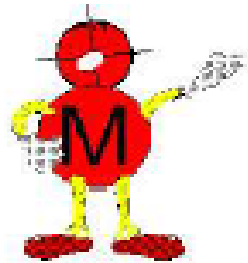


Inspection Method
(check only one slice at a time)

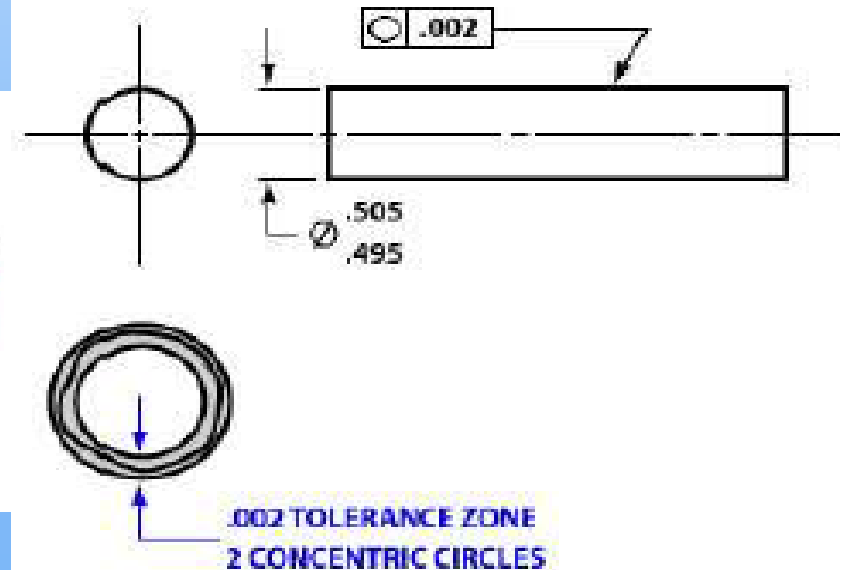
Circularity (Roundness) (دایره ای بودن (گردی)

Inspecting Circularity

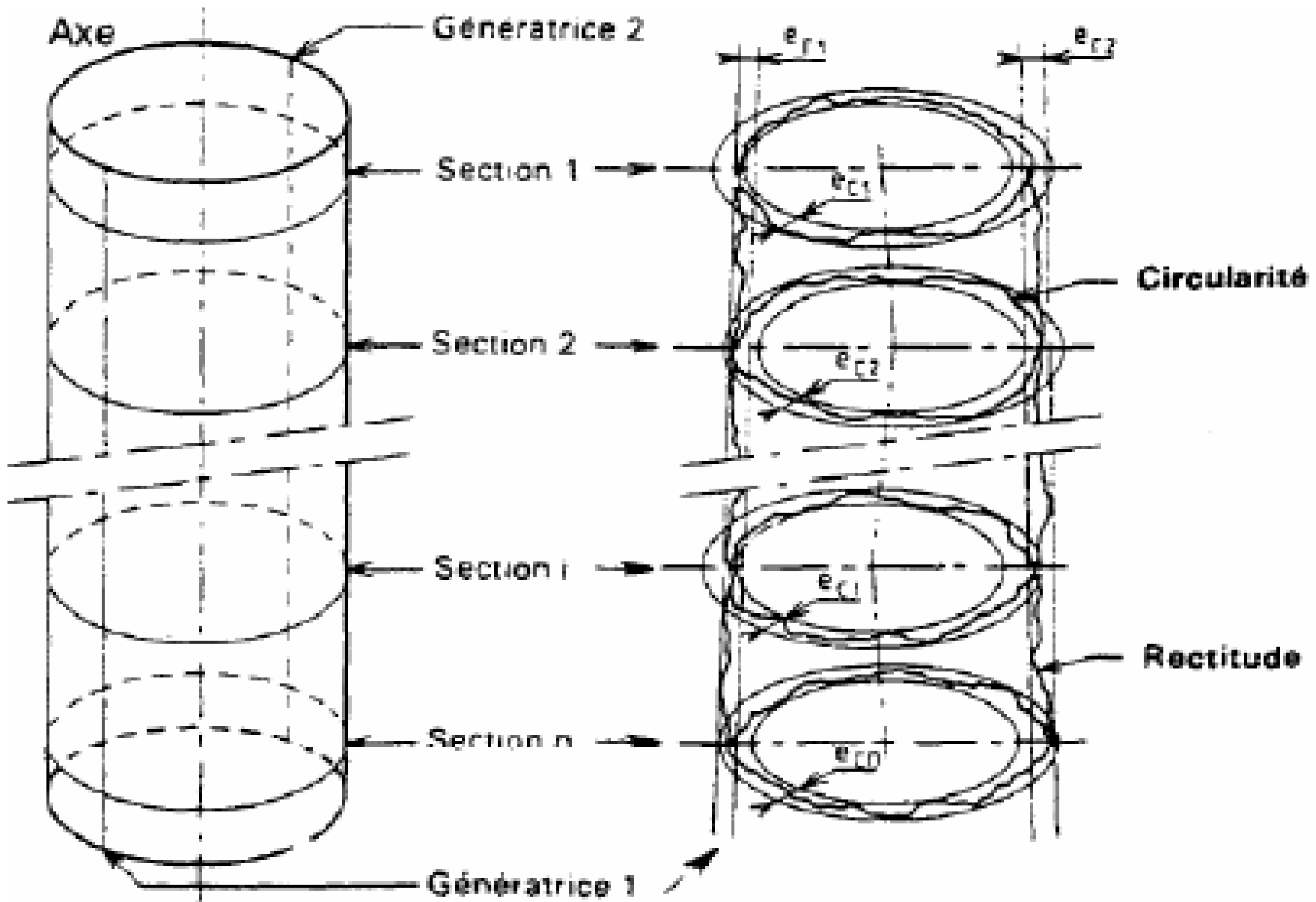
Circularity of a shaft



Circularity Control



Circularity (Roundness) (دایره ای بودن (گردی)



استوانه ای بودن (استوانه ای) Cylidricity

- تلرانس گردی به کلیه قطعاتیکه مقطع گرد داشته باشد قابل اعمال است (مثل: دمبل؛ مخروط؛ استوانه و ...) ولی تلرانس استوانه ای فقط به قطعات استوانه ای قابل اعمال است
- در استوانه ای همیشه ناحیه تلرانسی **یک فاصله** است
- فاصله بین دو استوانه هم محور که در این محدوده سطح هر فرمی میتواند داشته باشد

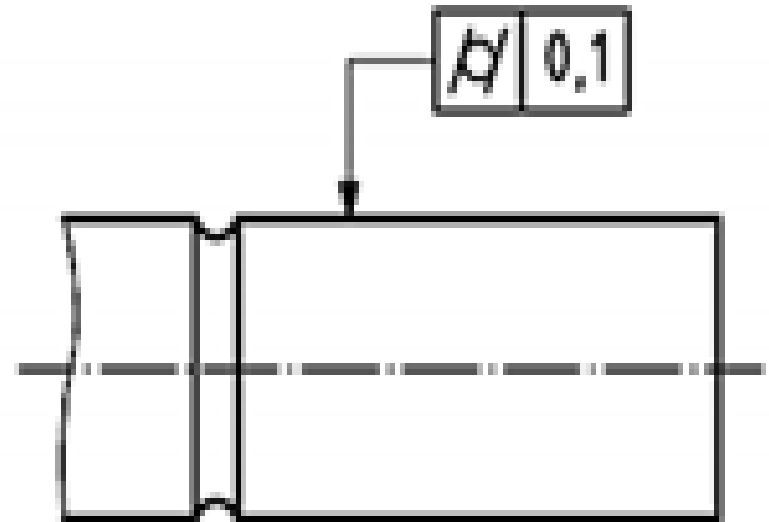
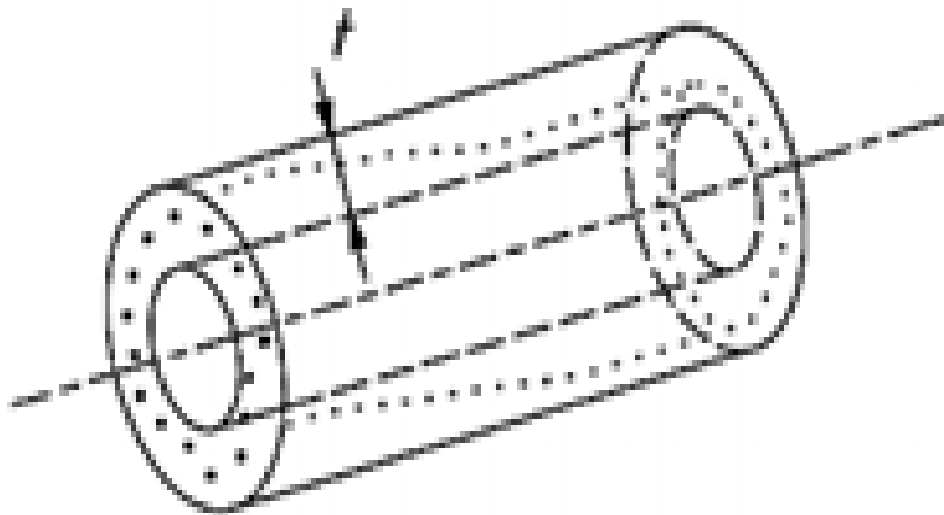
■ استوانه ای بودن یعنی:

- جسمی که دارای مقطع گرد (گردی) با یالهای راست (راستی) و زاویه (زاویه ای) نداشته باشد
- البته زاویه یالها (زاویه ای) با تلرانس ابعادی چک میشود بنابراین استوانه ای ترکیبی از گردی و راستی است

استوانه ای بودن (استوانه ای) Cylidricity

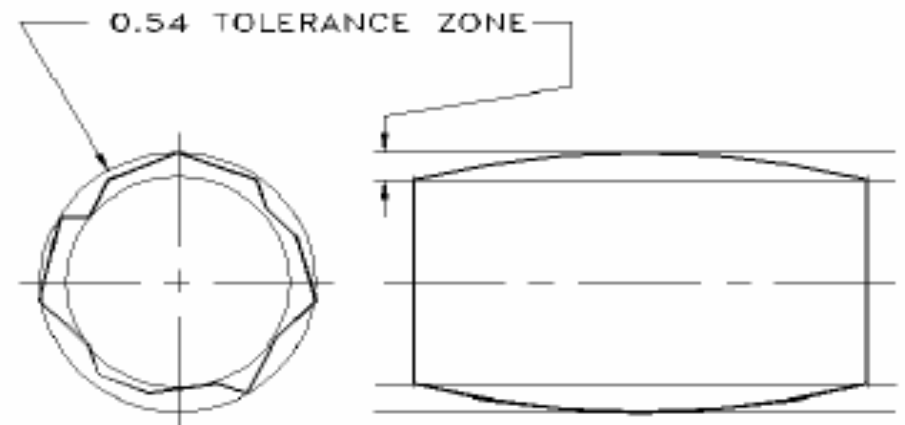
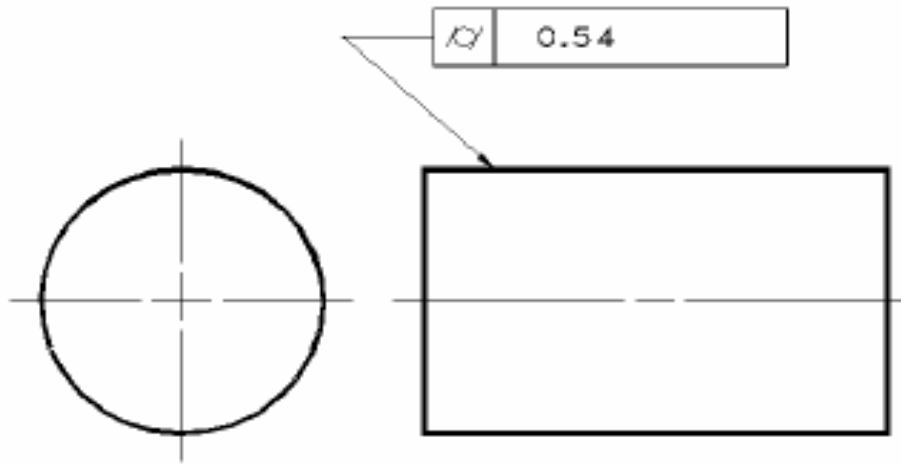
تولرانس استوانه ای بودن (Cylidricity)

این تolerانس نشان می دهد که سطح خارجی استوانه، بین دو سطح استوانه ای با فاصله شعاعی t قرار دارد. تولرانس استوانه ای ترکیبی از تولرانس مستیمی و گردی است.



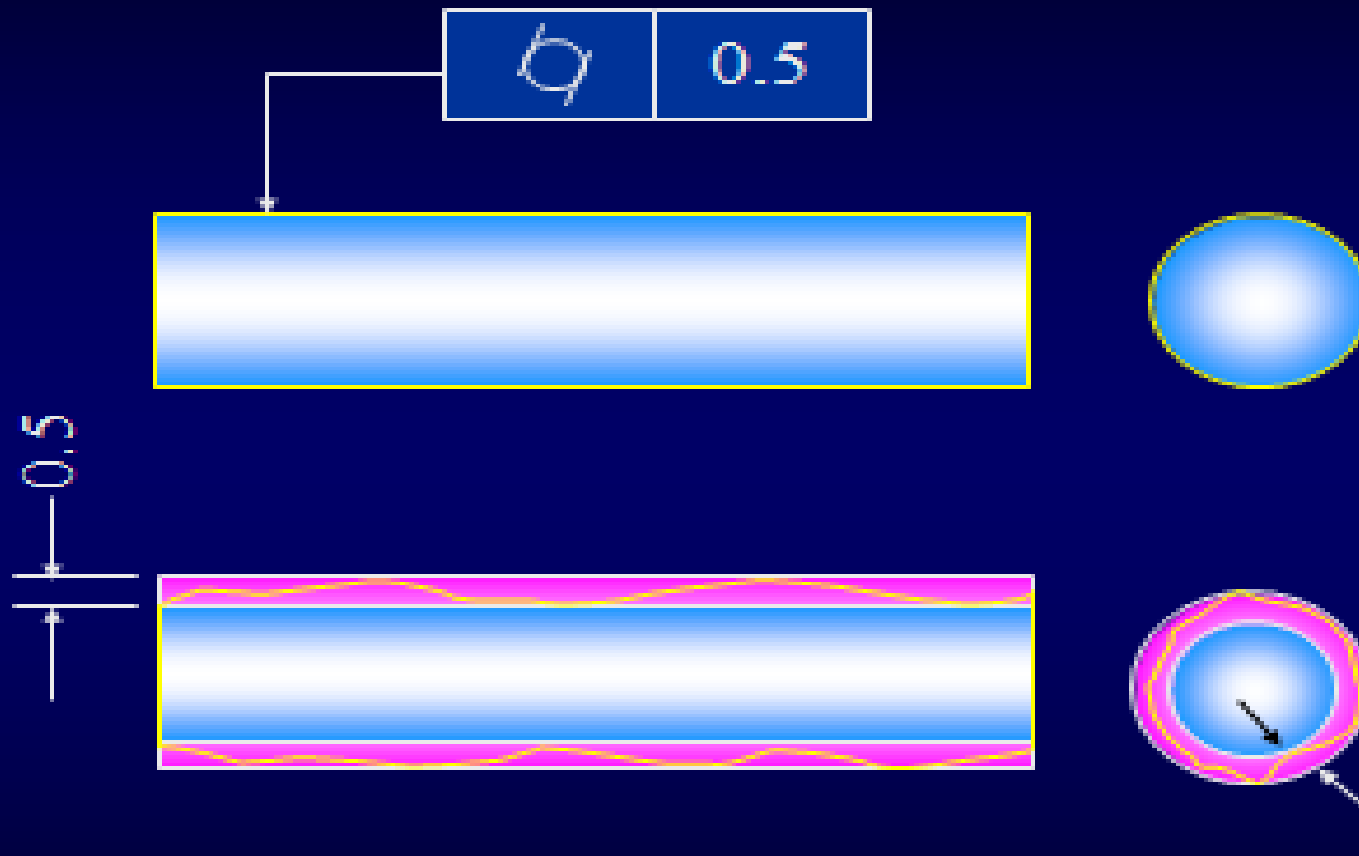
استوانه ای بودن (استوانه ای) Cylidricity

Cylindricity



Cylidricity (استوانه ای بودن) (استوانه ای)

Cylindricity Tolerance



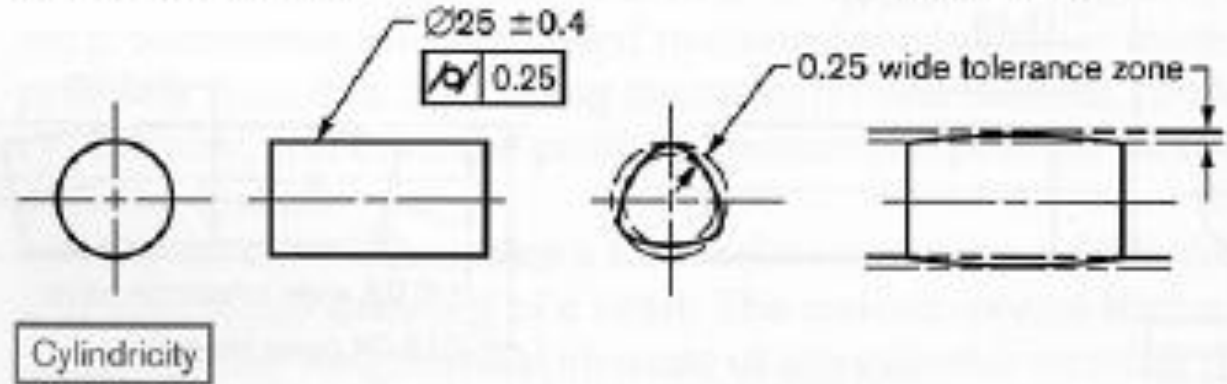
All element of the surface must lie within two concentric cylinders 0.5mm apart parallel to the axis

Cylindricity (استوانه ای بودن) (استوانه ای)

FIGURE 12.73
Cylindricity (ANSI
Y14.5M-1994.)

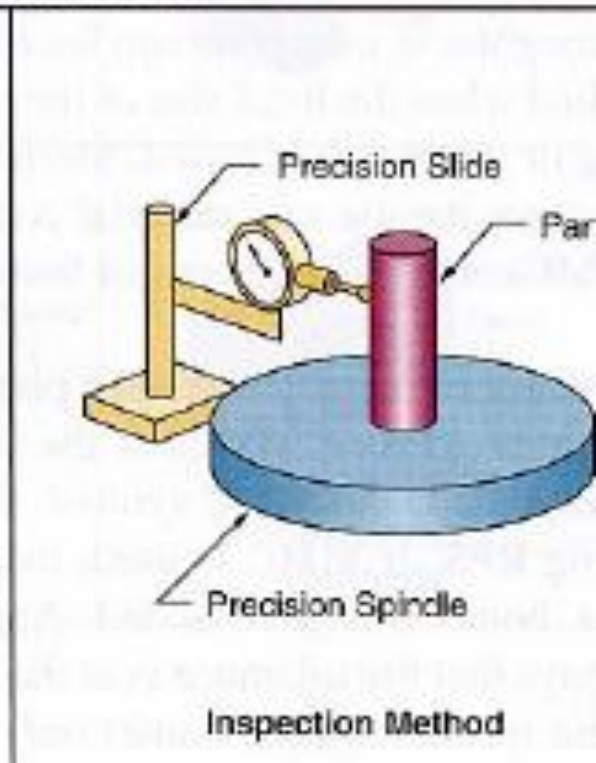
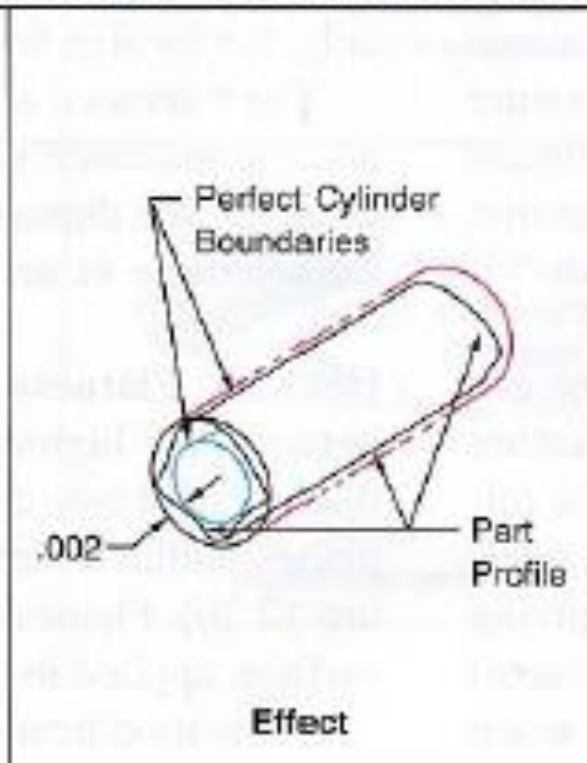
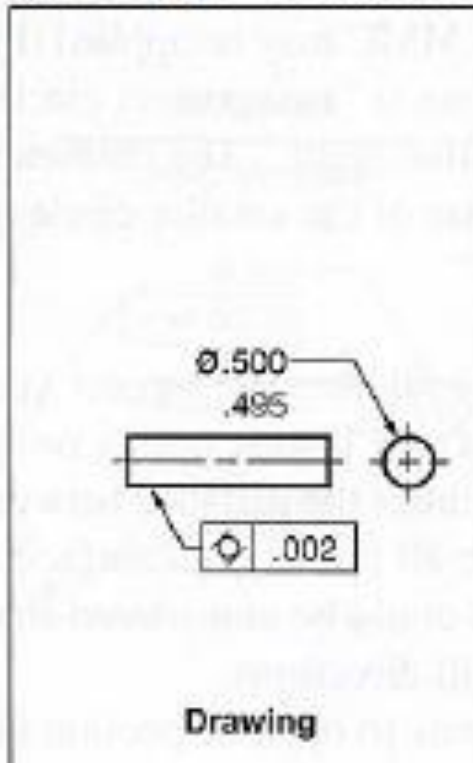
This on the drawing...

...means this



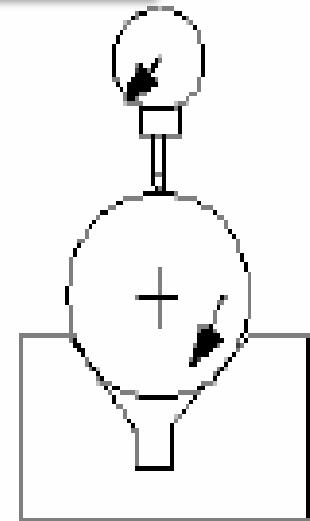
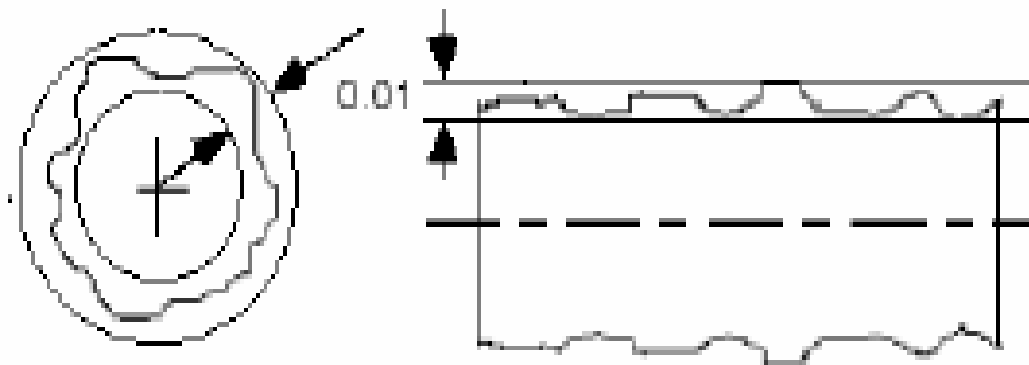
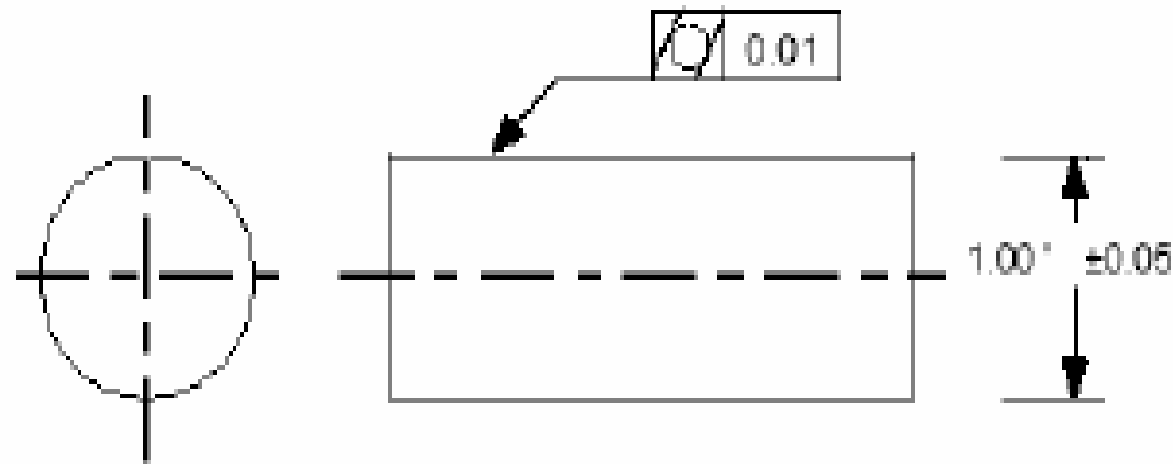
Cylindricity

Engineering Design Communication – Lockhart and Johnson

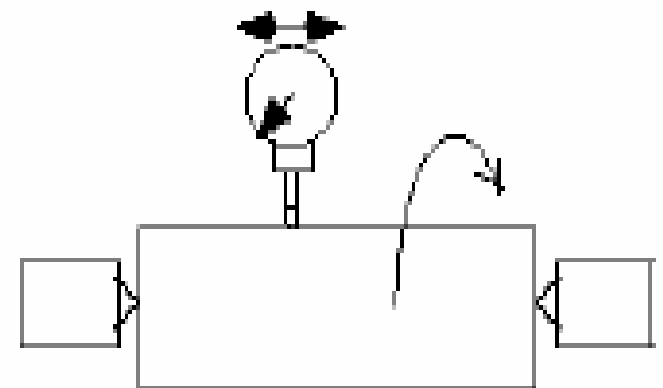


Cylindricity (استوانه ای بودن) (استوانه ای)

Tolerance zone bounded by two concentric cylinders within which the cylinder must lie.



Rotate in a V



Rotate between points

استوانه ای بودن (استوانه ای) Cylindricity

تِلرانس گردی یک تِلرانس دوبعدی است و تِلرانس استوانه ای یک تِلرانس سه بعدی است

■ محدود کردن خطای گردی و راستی در خطای استوانه ای:

■ با توجه به اجزای تشکیل دهنده تِلرانس استوانه ای (یعنی تِلرانسهای گردی و راستی)

میتوان علاوه بر تِلرانس استوانه ای محدودیت جداگانه ای برای هر یک از اجزا در نظر گرفت

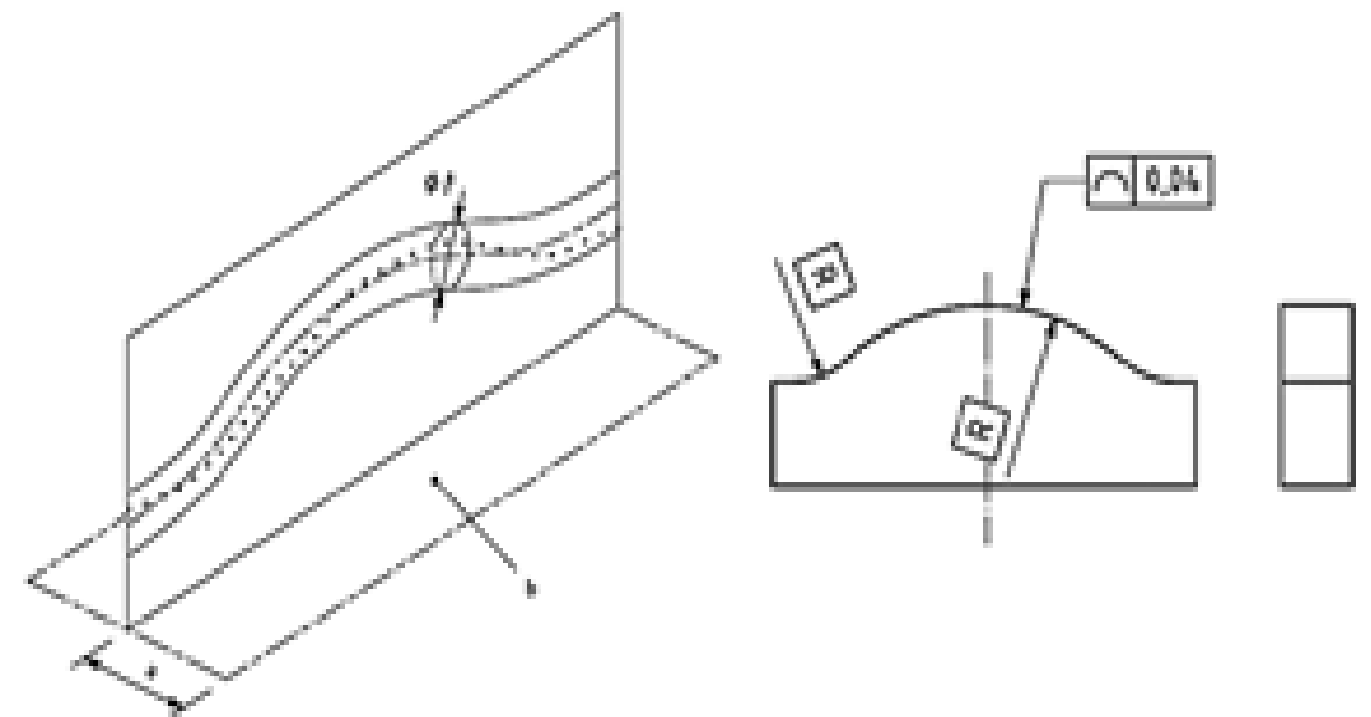
❖ تفرانس های پروفیل Profile

پروفیل خط Profile of Line

- ❖ ناحیه تفرانس پروفیل خط دو بعدی است . پروفیل خط ، یک تفرانس هندسی است که مقدار خطای المان های خطی را نسبت به پروفیل صحیح شان محدود می کند .
- ❖ تفرانس پروفیل ، دو خطی یکنواختی است که در هر سطح مقطع سطح ، بکار می رود .
- ❖ پروفیل خط ، فقط کنترل در یک جهت است .
- ❖ پروفیل خط ، فرم المان های خطی را بهبود می بخشد .

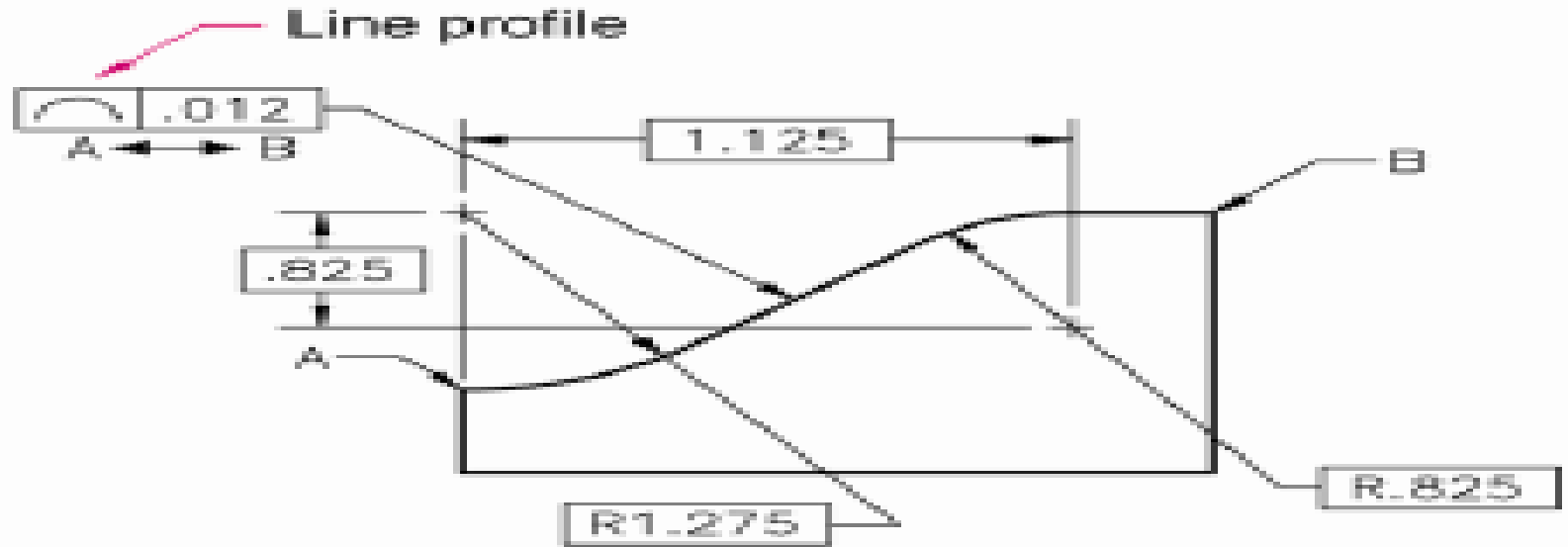
تولرانس پروفیل خطی (Profile of a line)

➤ ناحیه تولرانسی به وسیله دو منحنی محدود می شود. این دو منحنی توسط دایره هایی به قطر λ که مراکز همه آنها بر روی منحنی با فرم هندسی ایده آل قرار دارد مشخص می شوند. اگر ناحیه تولرانسی فضایی در نظر گرفته شود، بصورت تیوپی شکل بوده و توسط کره هایی به قطر λ محدود می شود.

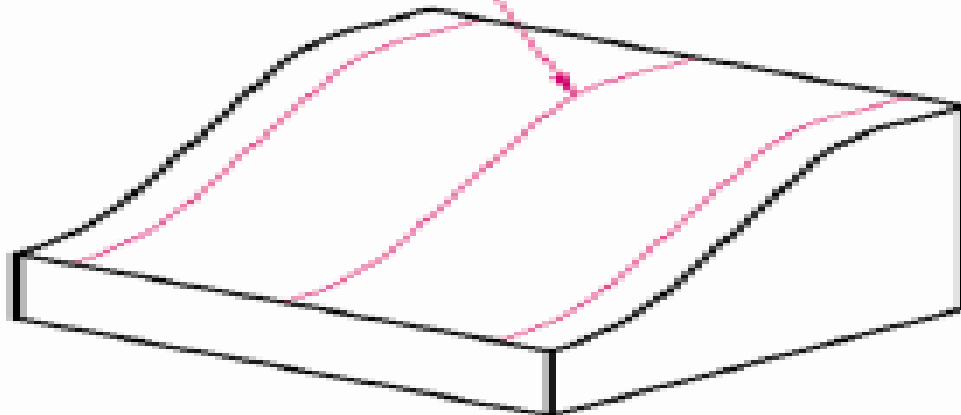


Profile of Line

پروفیل خط



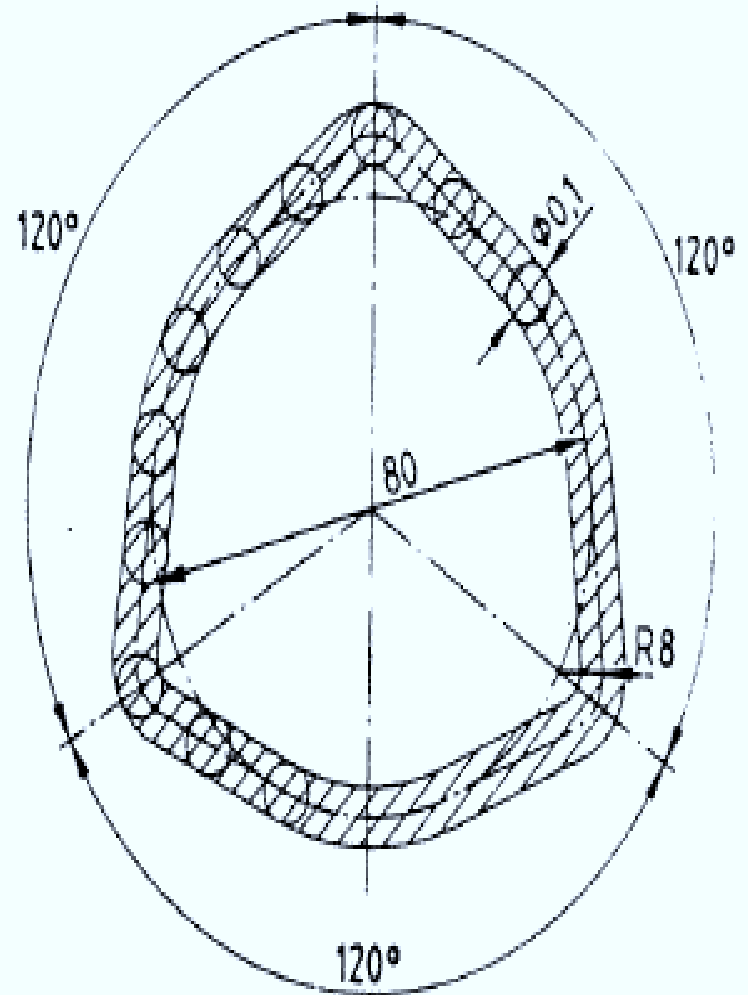
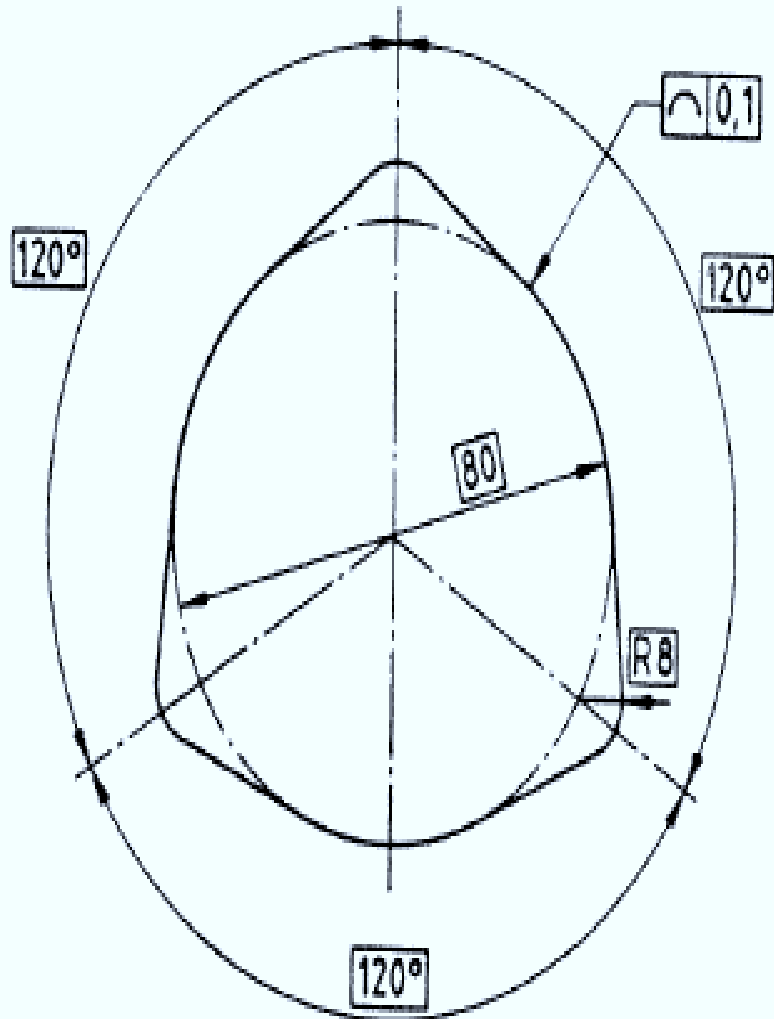
Individual line elements are controlled



Profile of Line

پروفیل خط

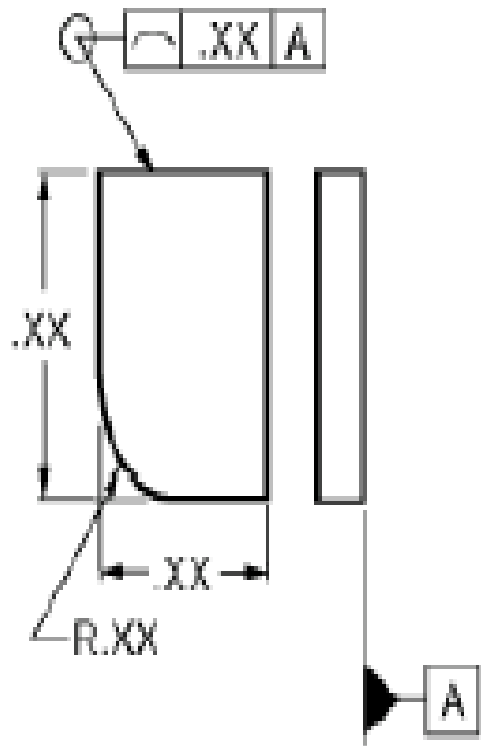
ISO
1660



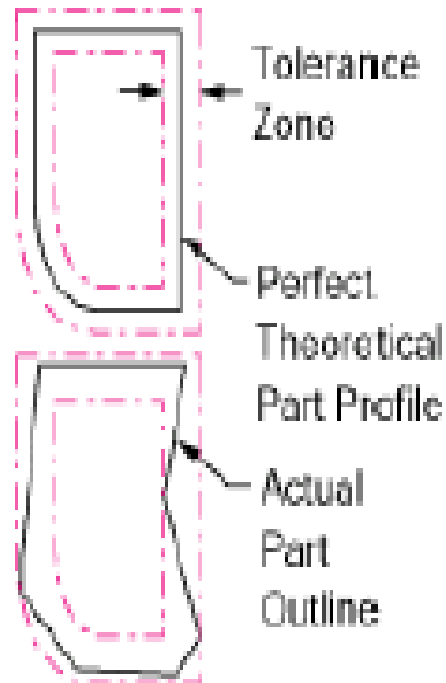
Profile of Line

پروفیل خط

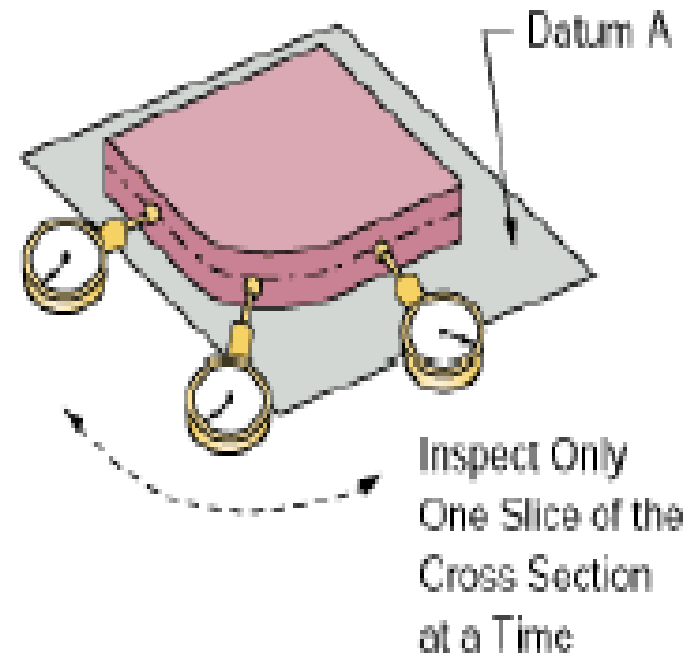
- Line profile



Drawing



Tolerance Zone

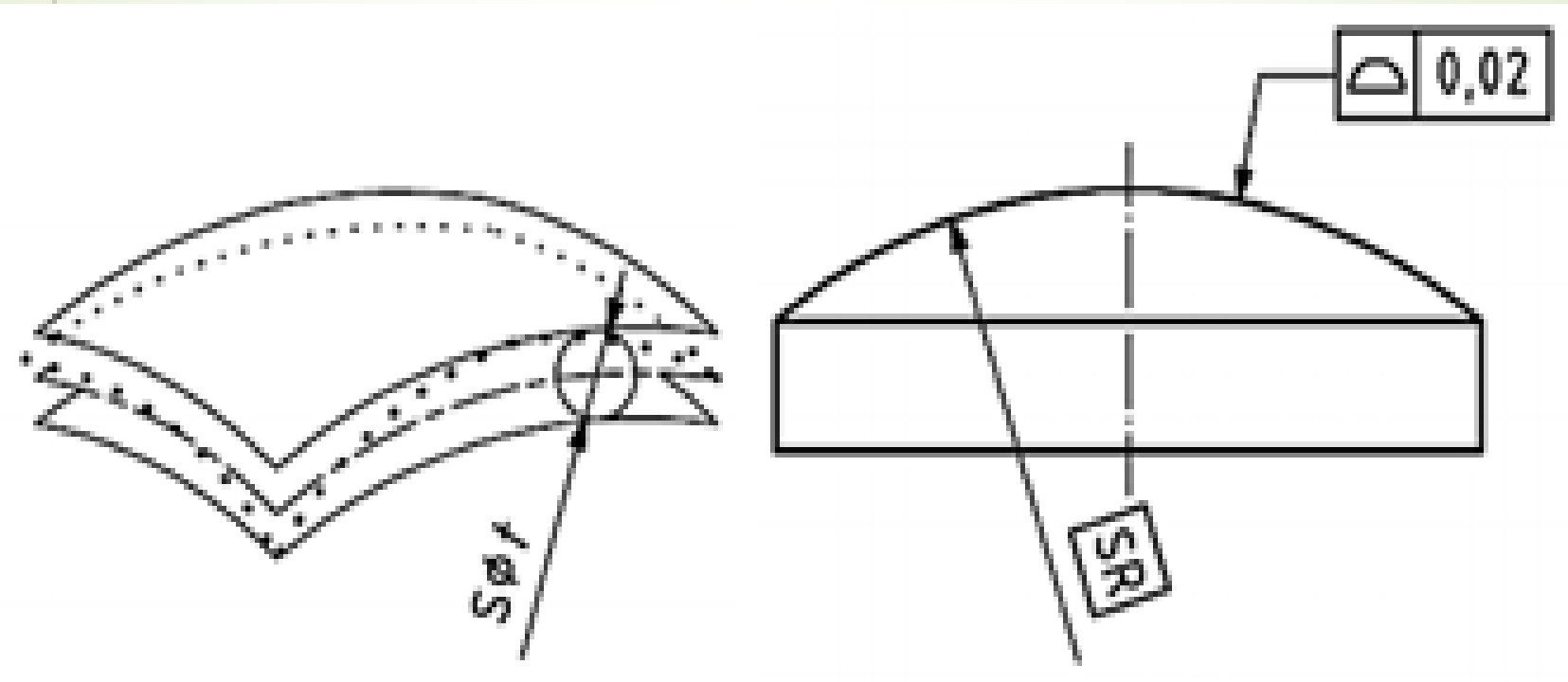


Inspection Method

Profile of Surface پروفیل سطح

(Profile of a surface) تولرانس پروفیل سطحی

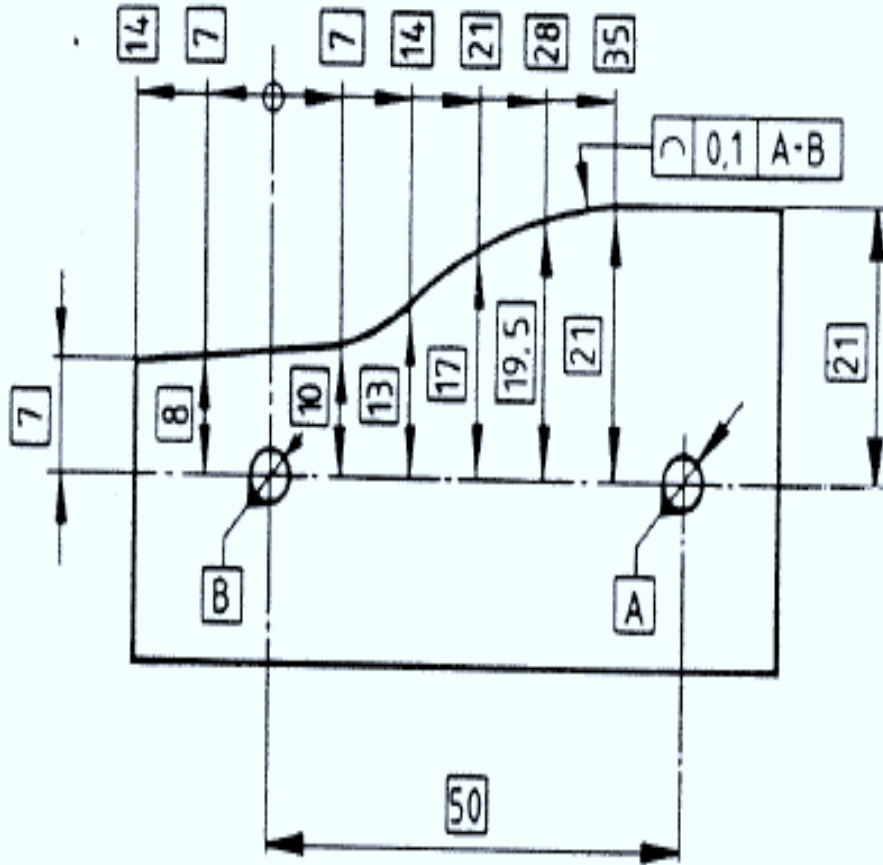
■ ناحیه تولرانسی به وسیله دو سطح در برگیرنده کره‌هایی به قطر λ محدود می‌شود که مراکز این کره‌ها روی یک سطح با فرم هندسی ایده‌آل قرار دارند.



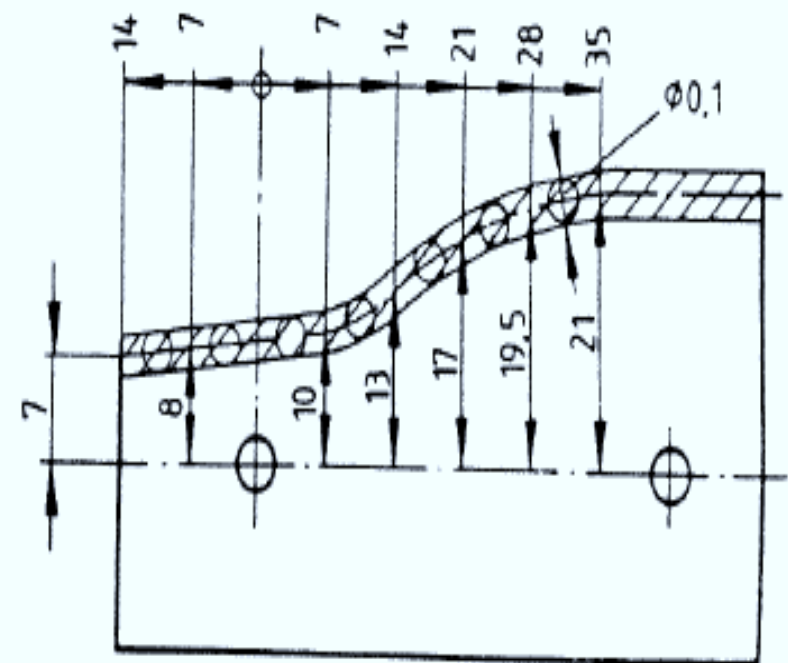
Profile of Surface پروفیل سطح

ISO
1660

The tolerance zone is related to datum features.



a) Indication on the drawing



b) Interpretation

پروفیل سطح Profile of Surface

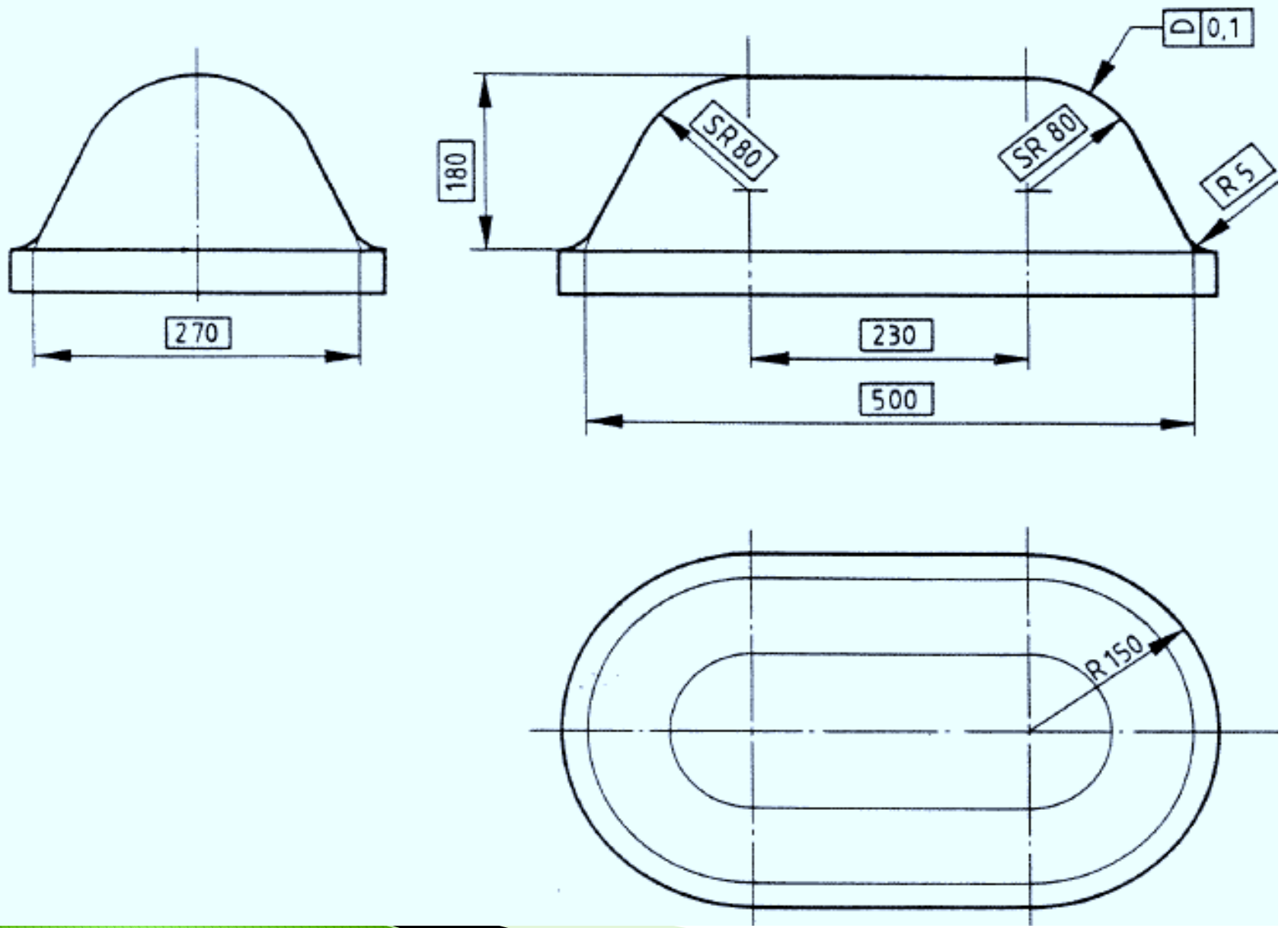
❖ پروفیل سطح، یک تئرانس هندسی است، و خطای یک سطح را که می تواند نسبت به پروفیل صحیحش داشته باشد محدود می کند.

❖ پروفیل سطح، بطور مستقل یا ترکیبی برای کنترل اندازه، مکان، جهت و فرم موارد زیر بکار می رود:

سطوح تخت ، منحنی منظم یا نامنظم .
چند ضلعی ها .
استوانه ها، سطوح دوار یا مخروط ها.
سطوح هم صفحه.

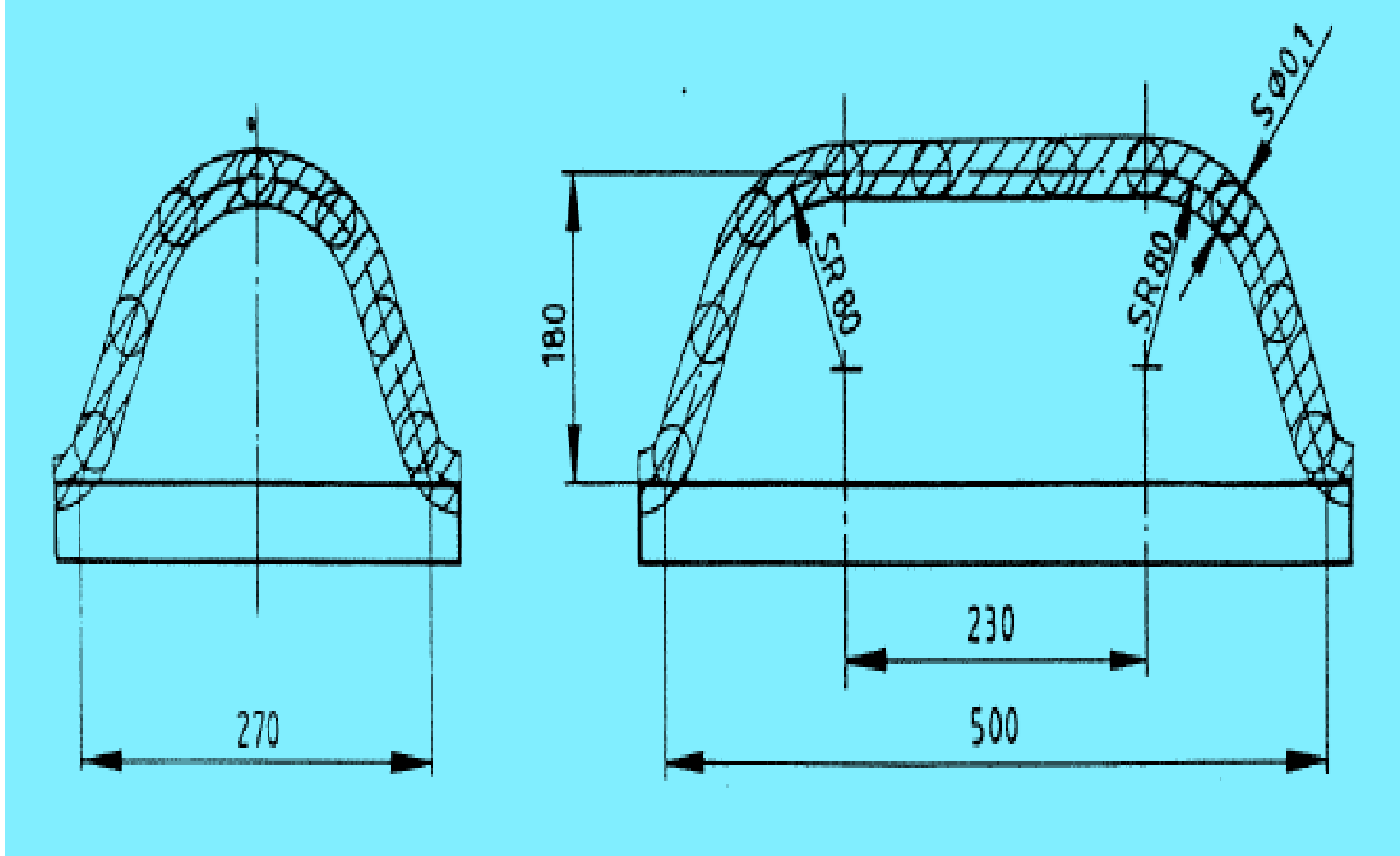
Profile of Surface پروفیل سطح

ISO
1660

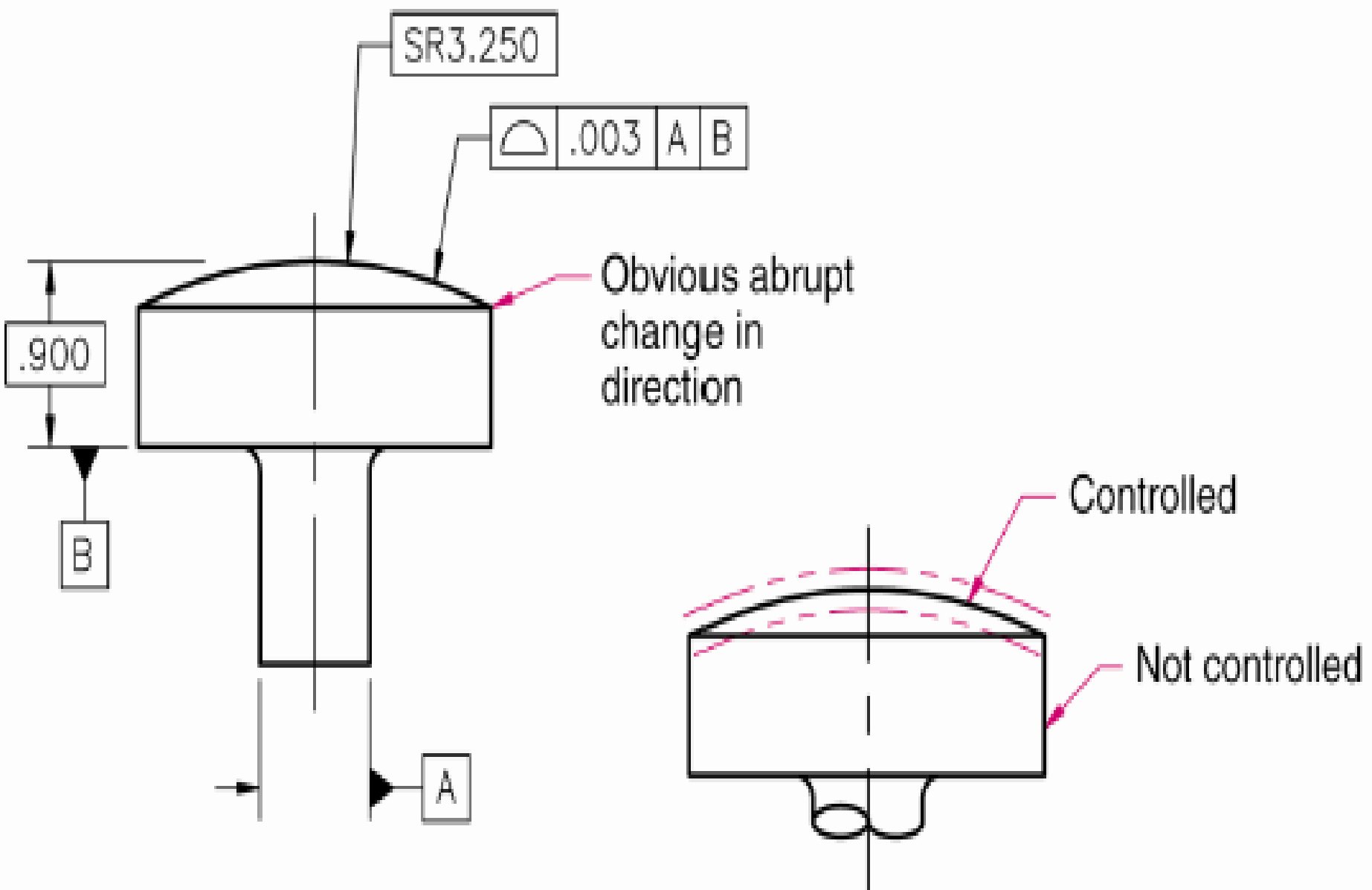


Profile of Surface پروفیل سطح

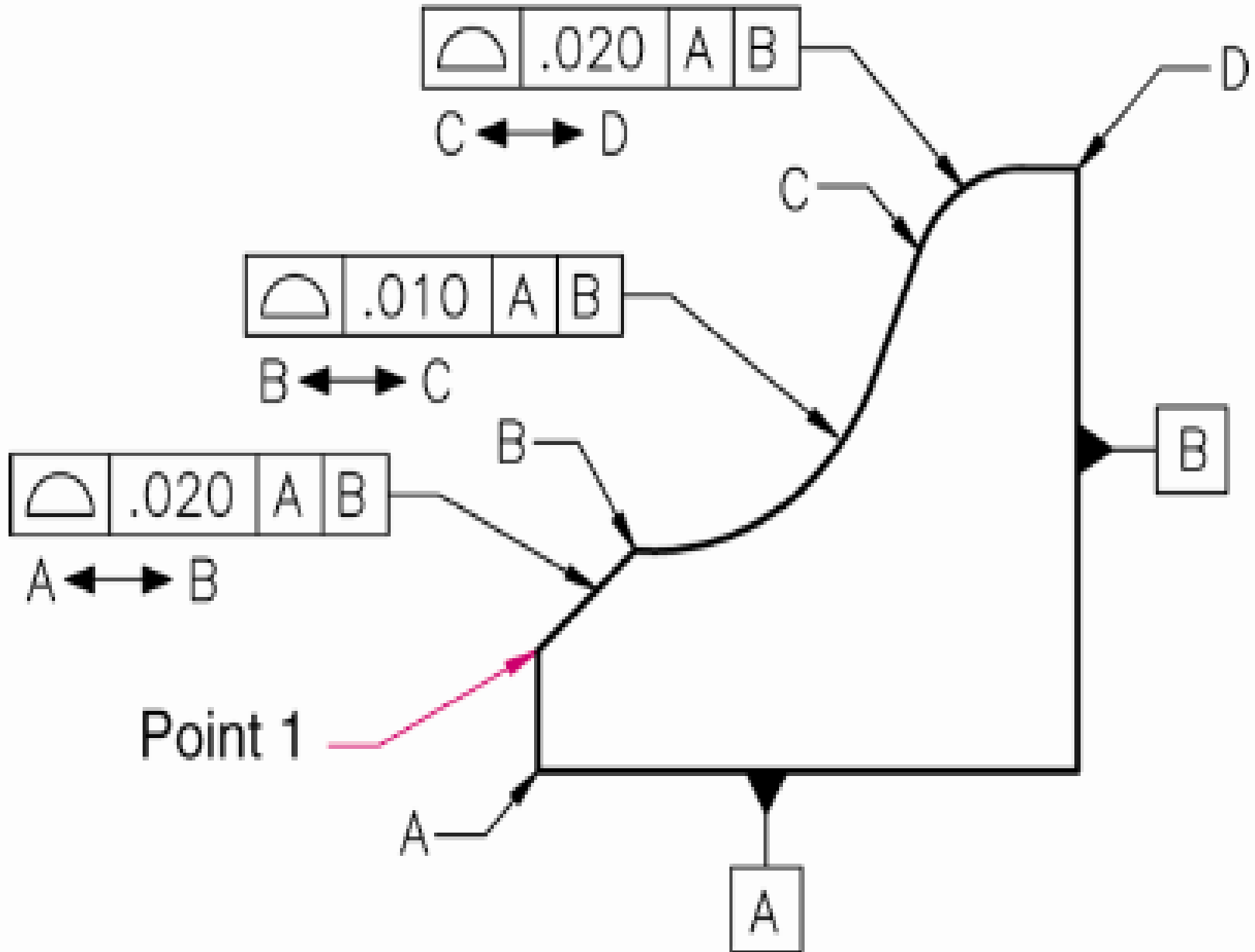
ISO
1660



Profile of Surface پروفیل سطح

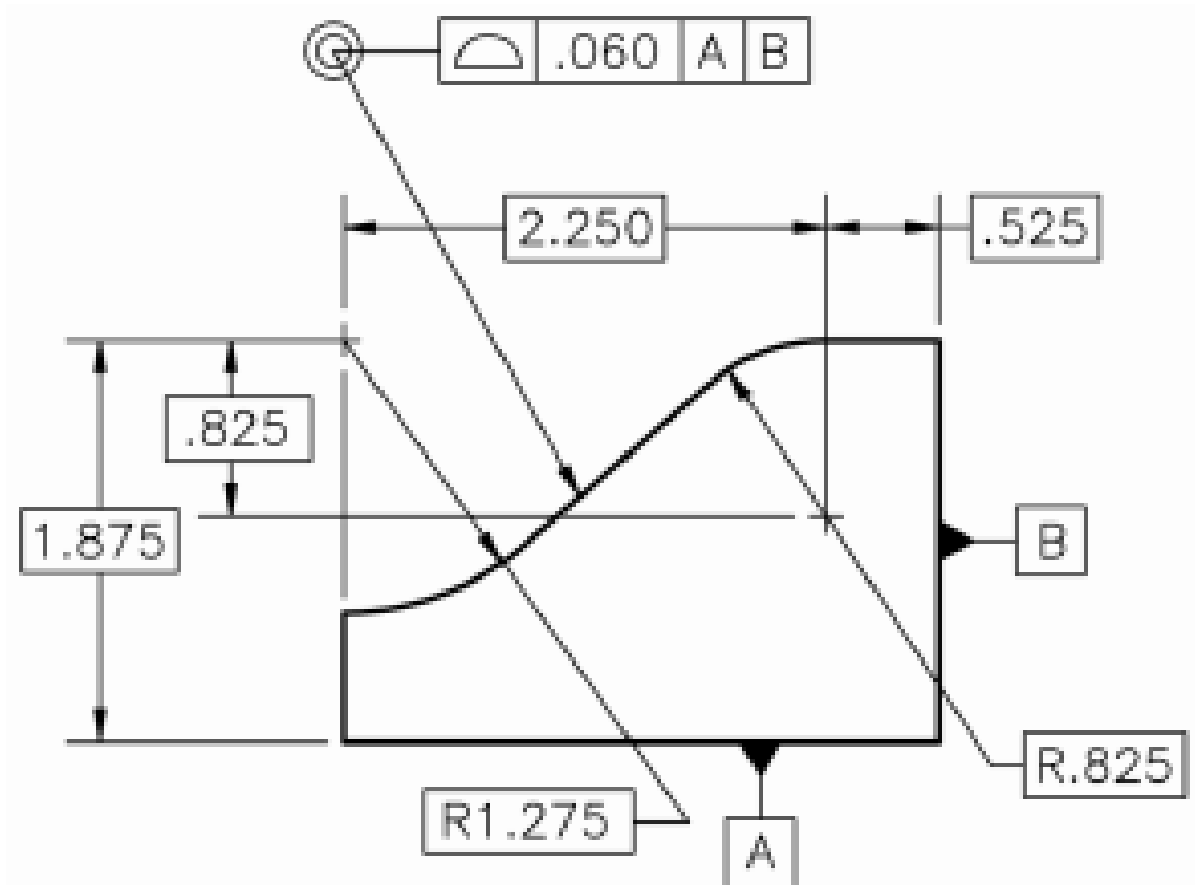


Profile of Surface پروفیل سطح



Profile of Surface پروفیل سطح

- Applies to all features of a part
- May apply additional tolerances




Profile of Surface پروفیل سطح

	.018
---	------

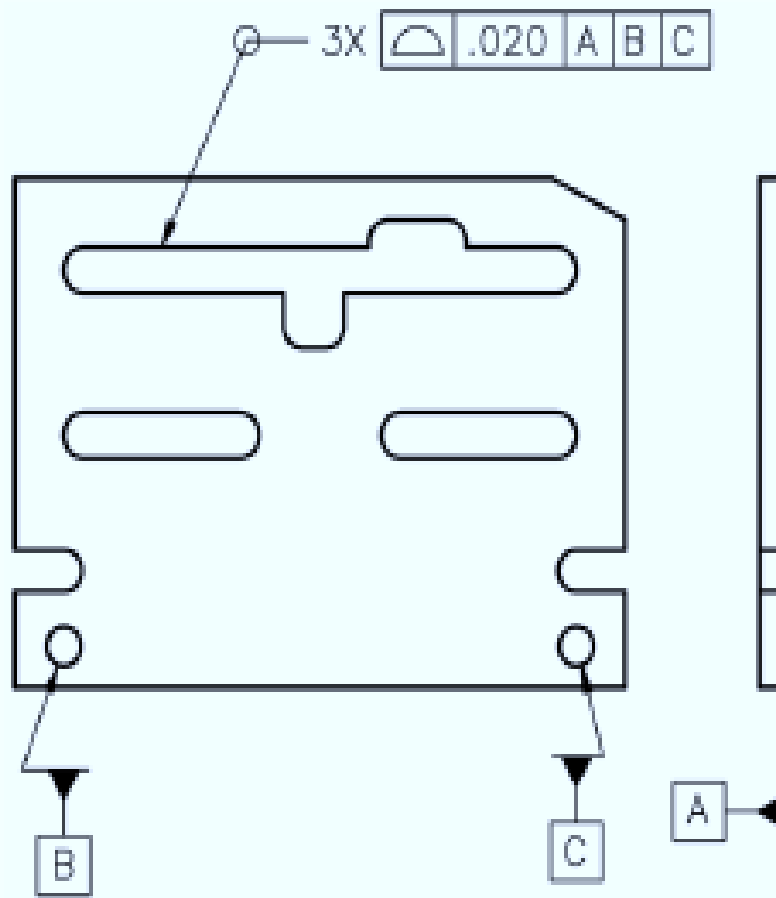
	.018	A
---	------	---

	.018	A	B	C
---	------	---	---	---

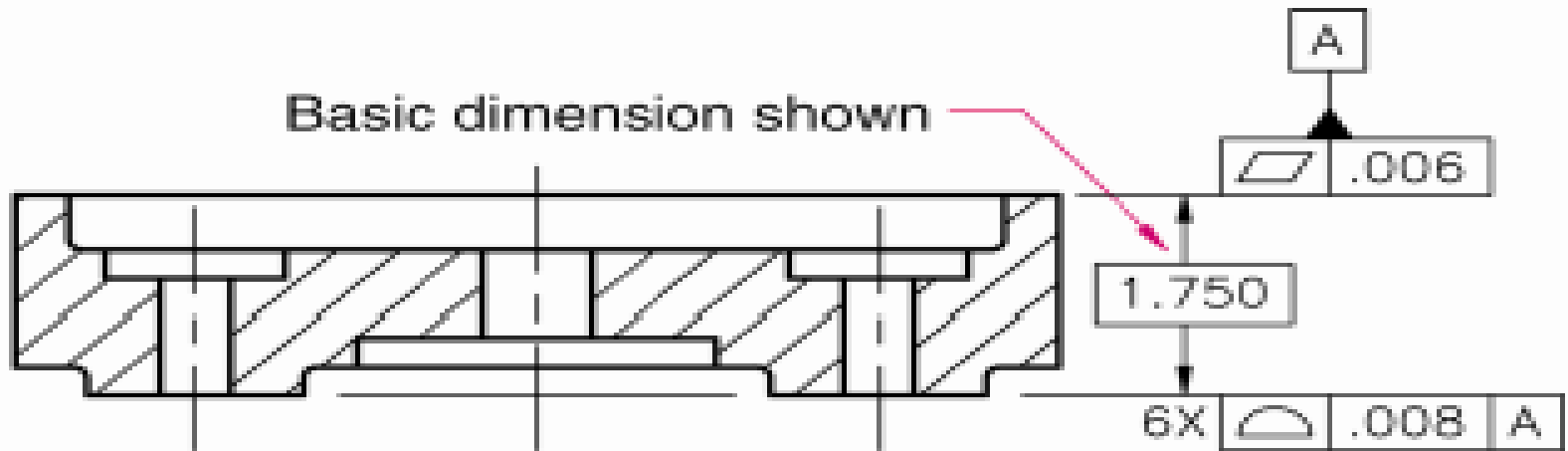
	.018	A	B	C
	.007	A	B	

Profile of Surface پروفیل سطح

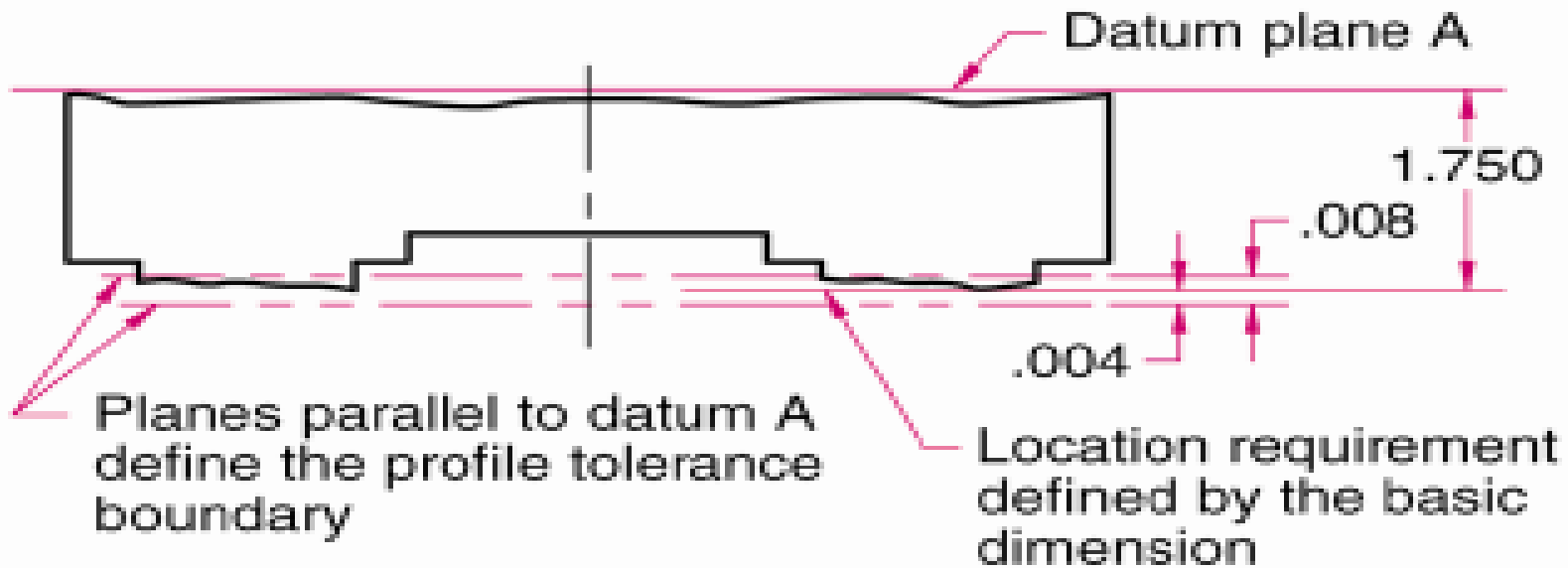
- Symbol is similar to welding all around
- Only applies to the feature as seen in toleranced view



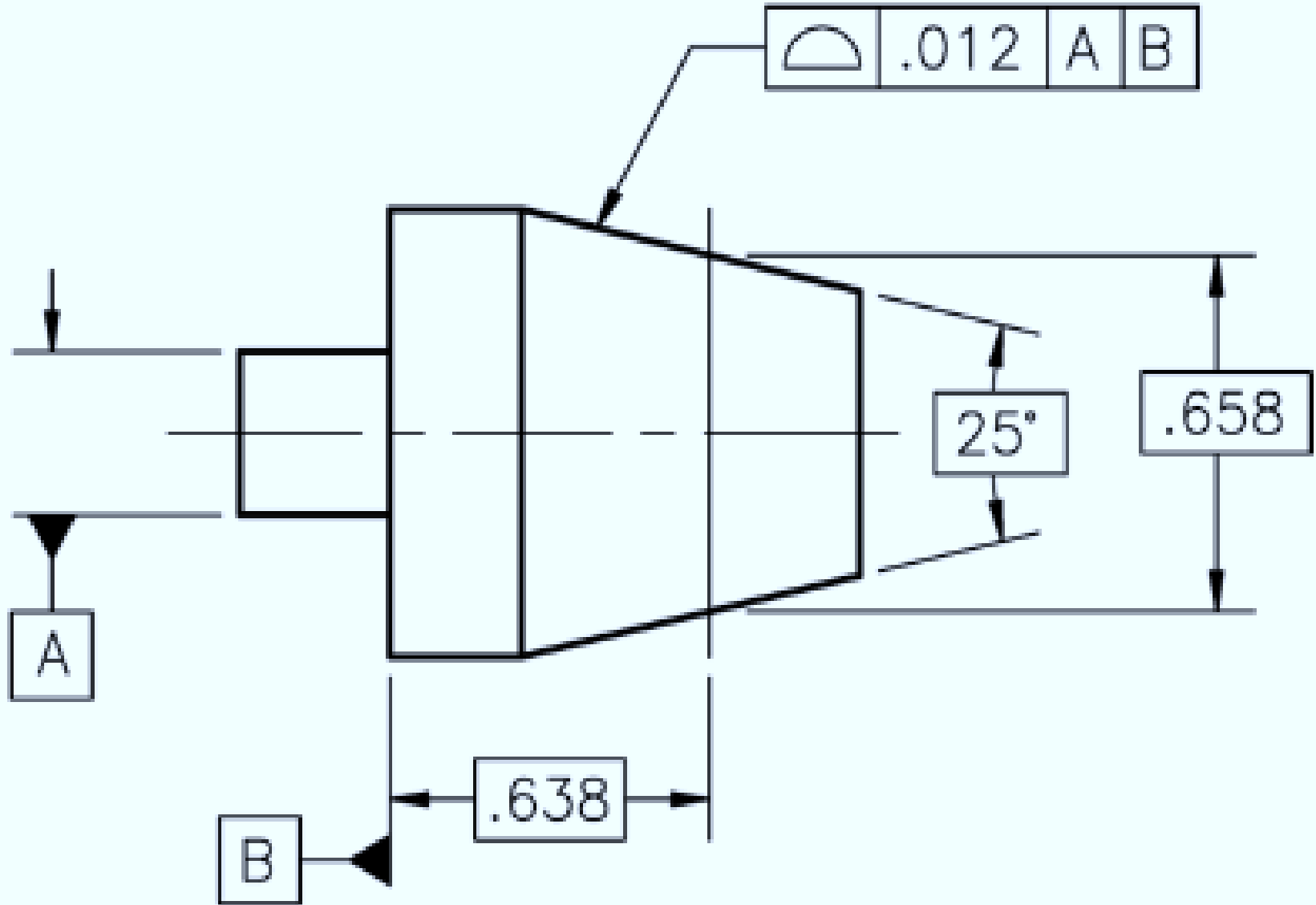
Profile of Surface پروفیل سطح



Datum feature A referenced

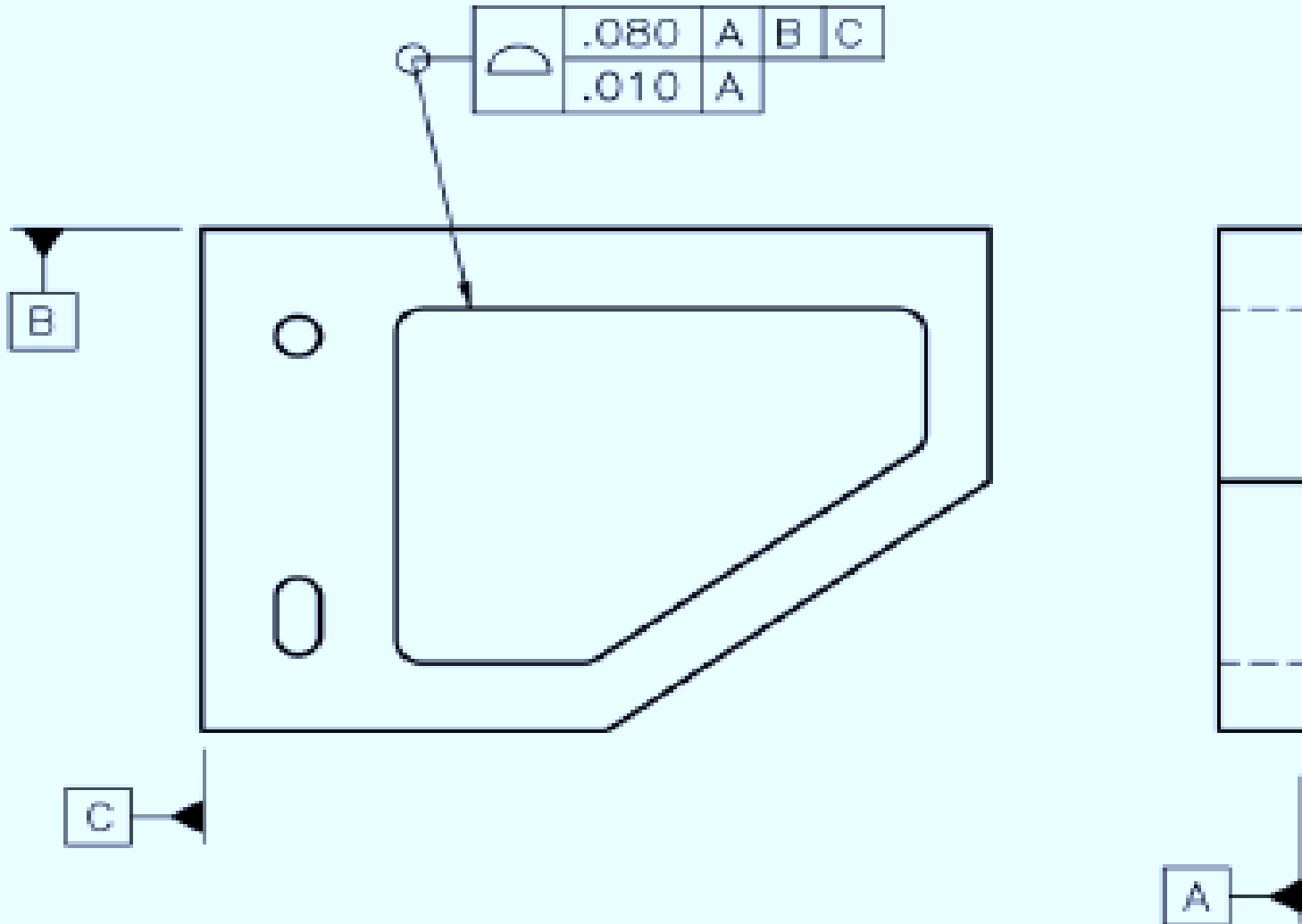


Profile of Surface پروفیل سطح



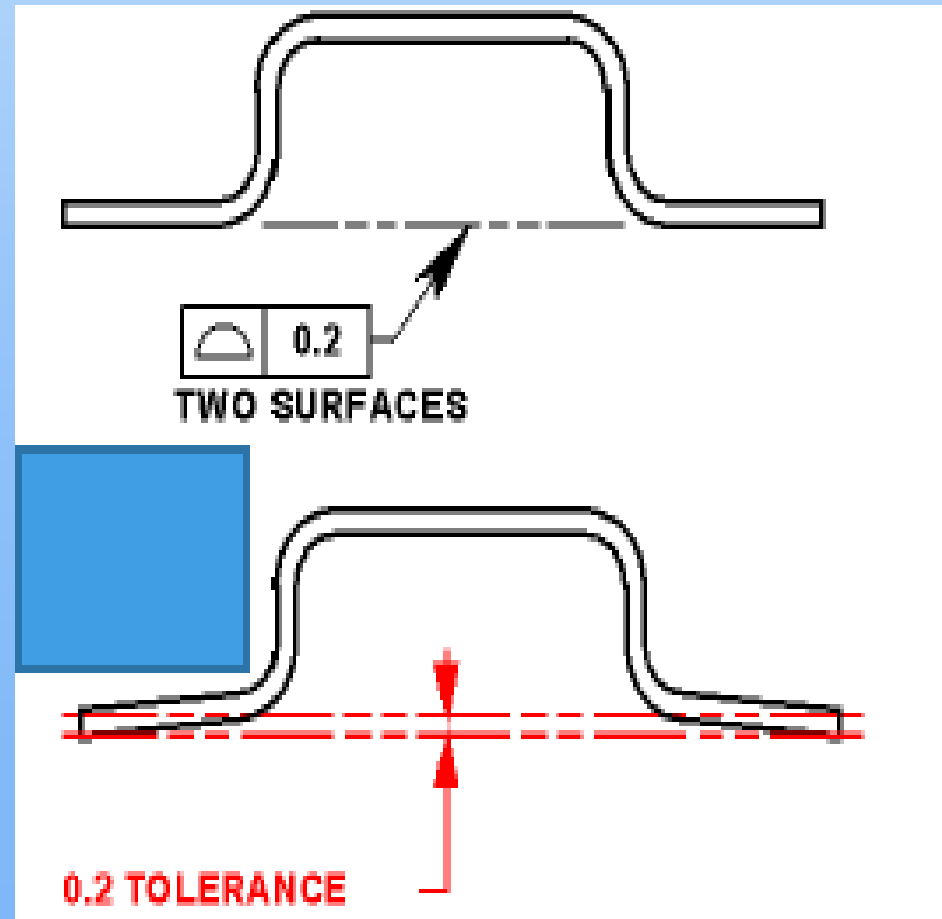
Profile of Surface پروفیل سطح

پروفیل ترکیبی دور تادور



Profile of Surface پروفیل سطح

- Coplanar surfaces are two or more surfaces that are on the same plane.
- Coplanar datum features are two or more datum features that are on the same plane.



Profile of Surface پروفیل سطح

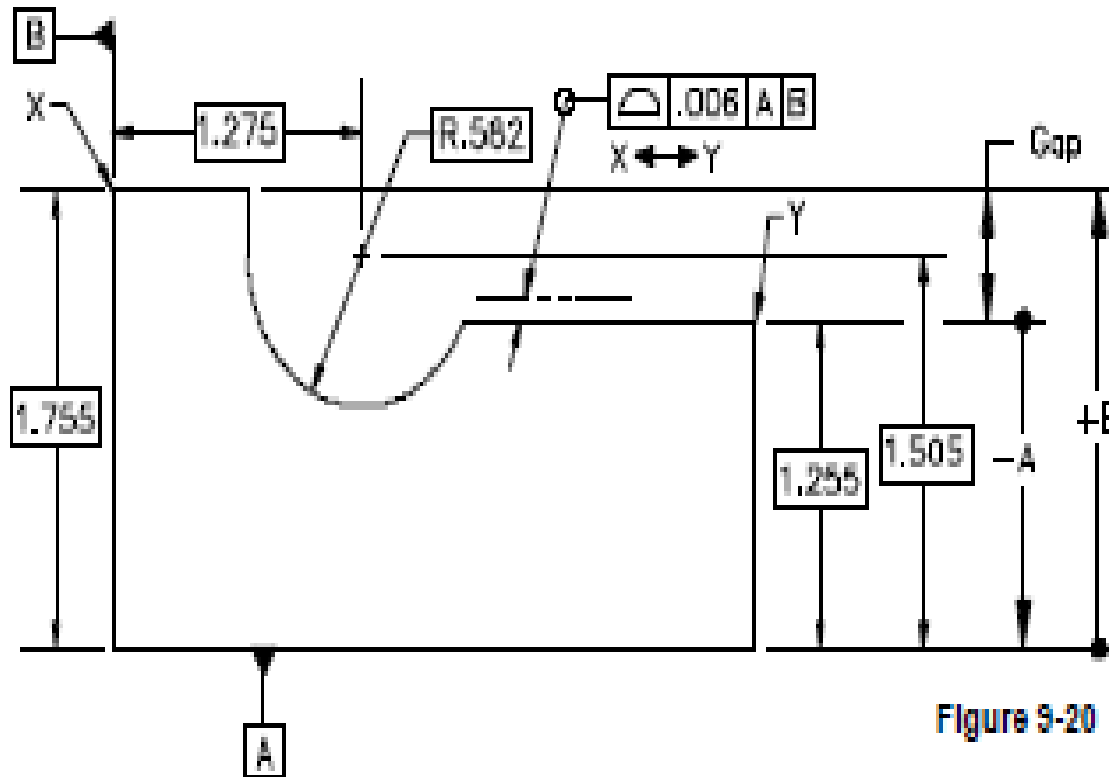


Figure 9-20 Unilateral tolerance profile

In this example, however, we need to change the basic dimensions and unilateral tolerances to mean dimensions and equal bilateral tolerances.

Therefore,

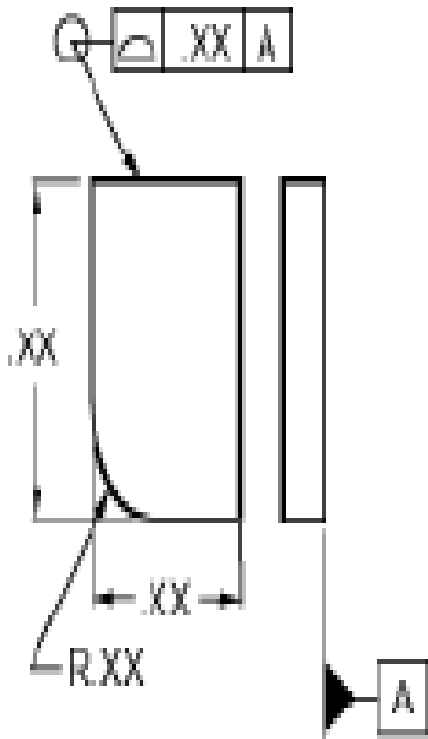
$$A = 1.258 \pm .003$$

$$B = 1.758 \pm .003$$

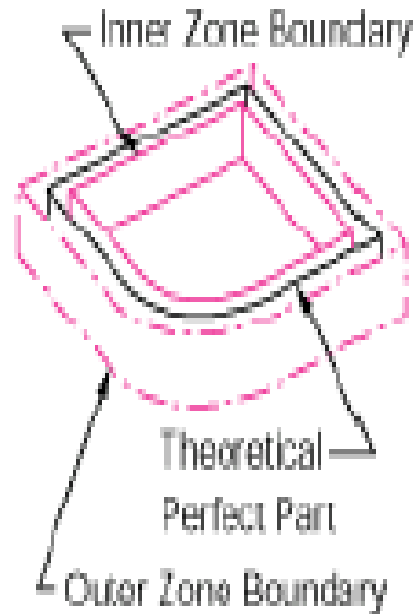
Profile of Surface

پروفیل سطح

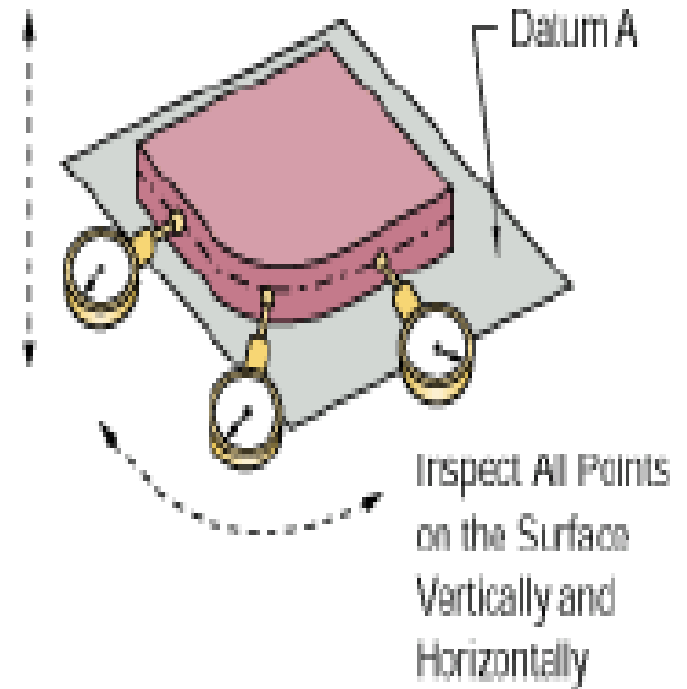
- Surface profile



Drawing

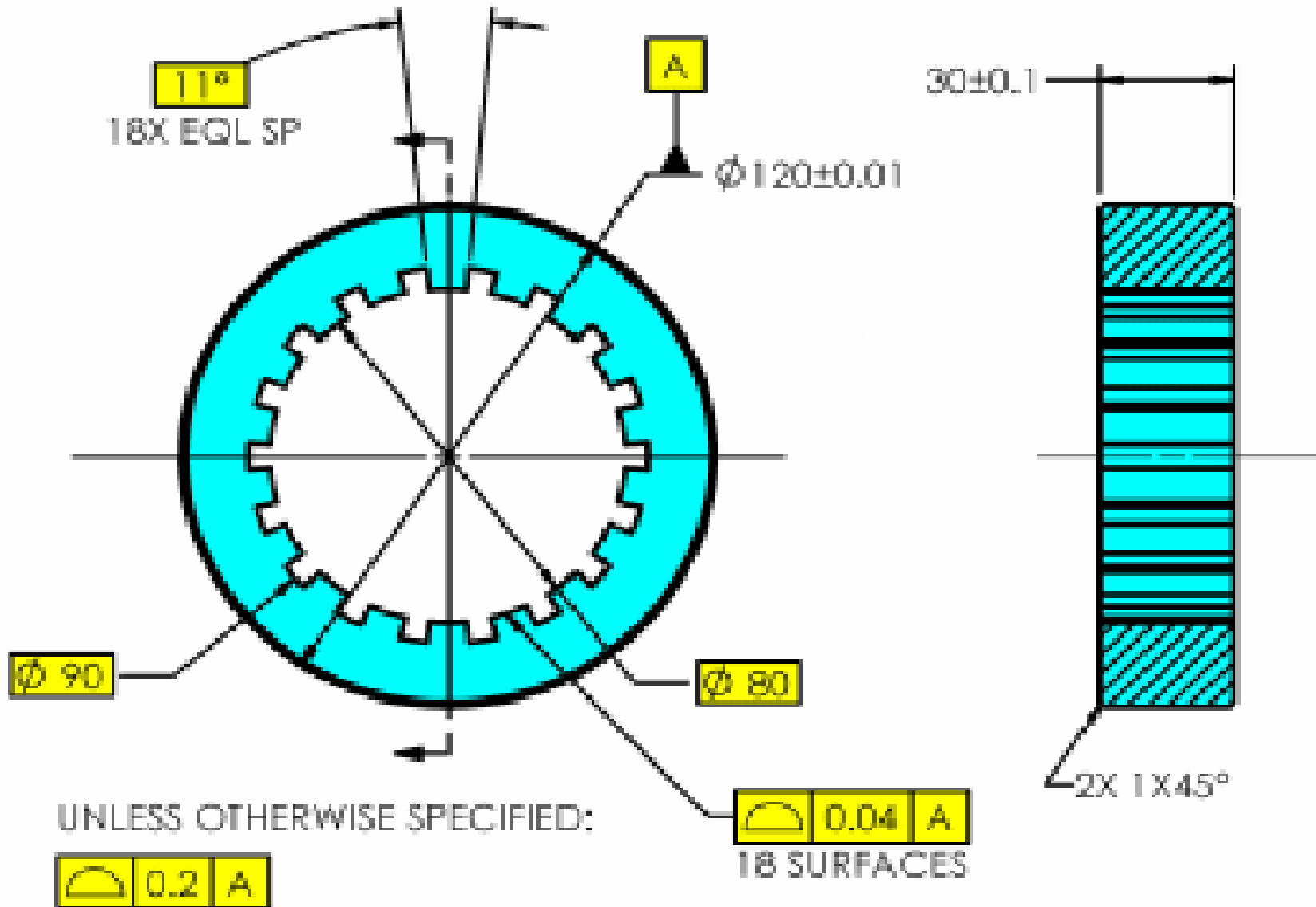


Tolerance Zone



Inspection Method

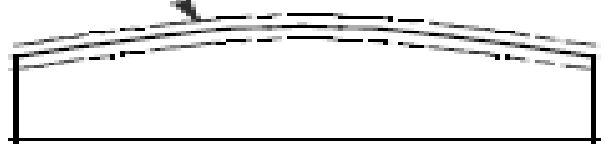
Profile of Surface پروفیل سطح



Profile of Surface پروفیل سطح



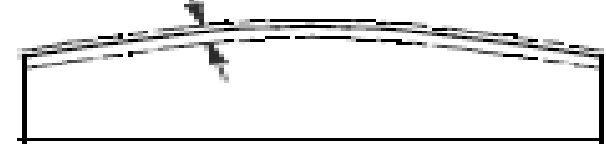
.020 Wide Tolerance Zone
.010 Outside & .010 Inside



A. Bilateral Tolerance



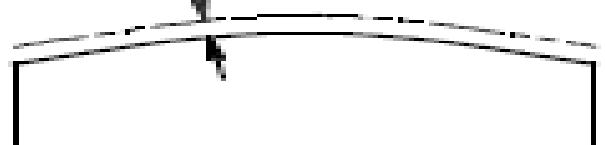
.020 Wide Tolerance Zone
.005 Outside & .015 Inside



B. Unequally Distributed Bilateral Tolerance



.020 Wide Tolerance Zone
All Outside the Profile



C. Unilateral Tolerance Outside

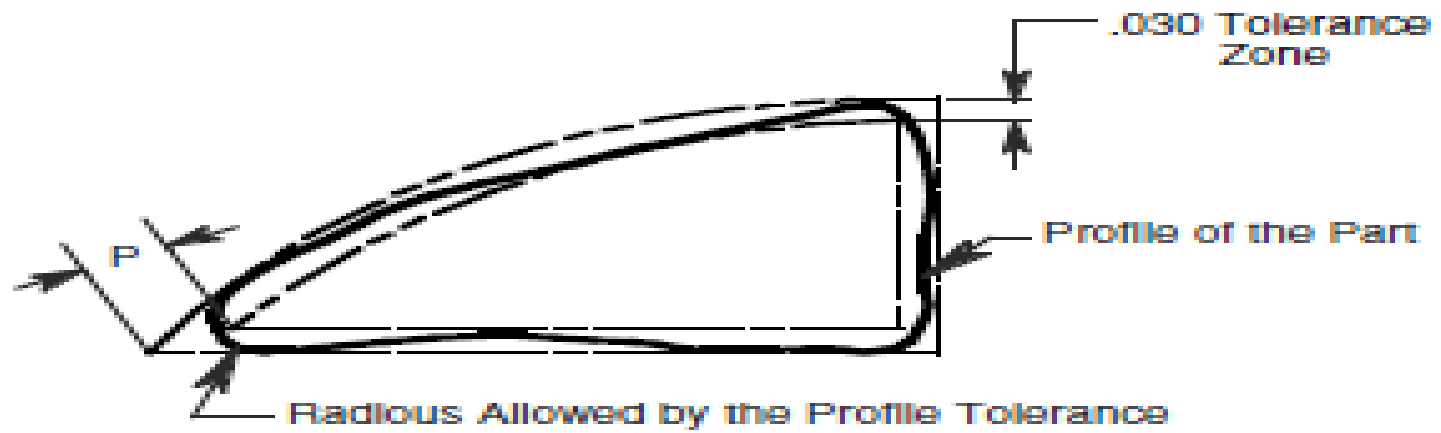
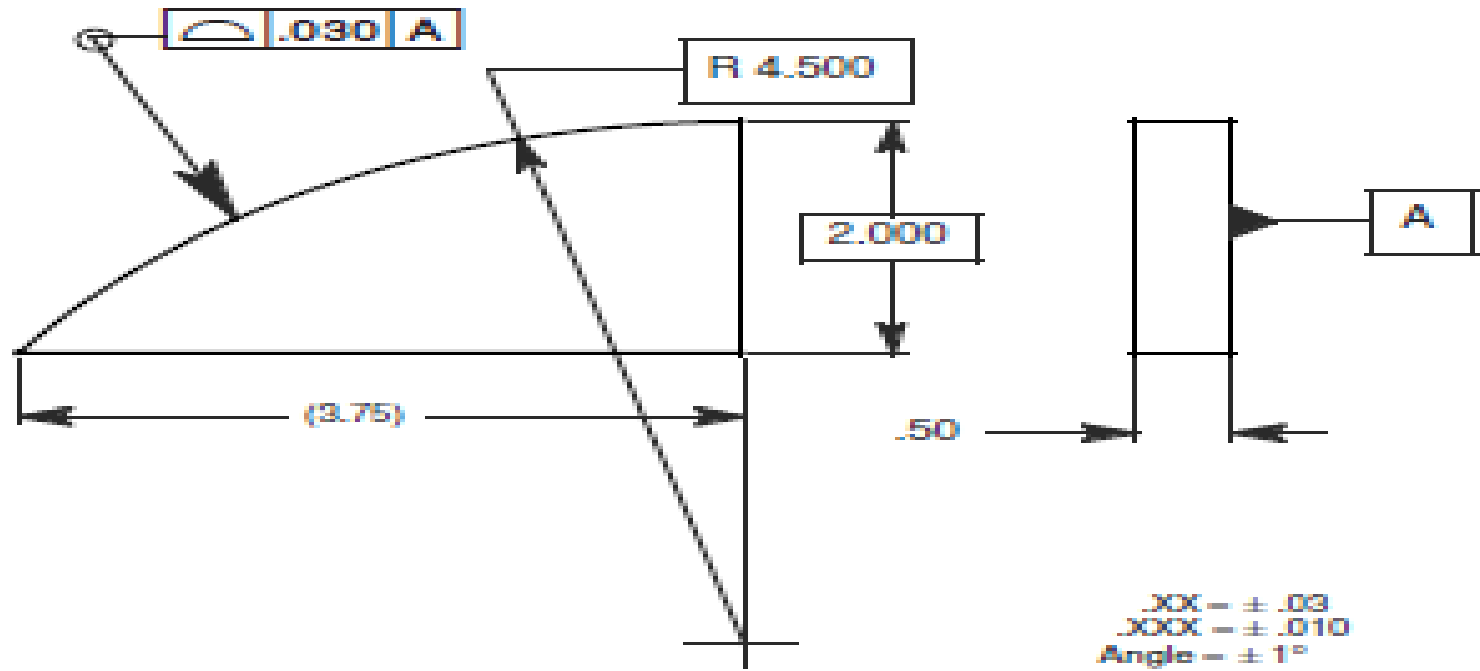


.020 Wide Tolerance Zone
All Inside the Profile

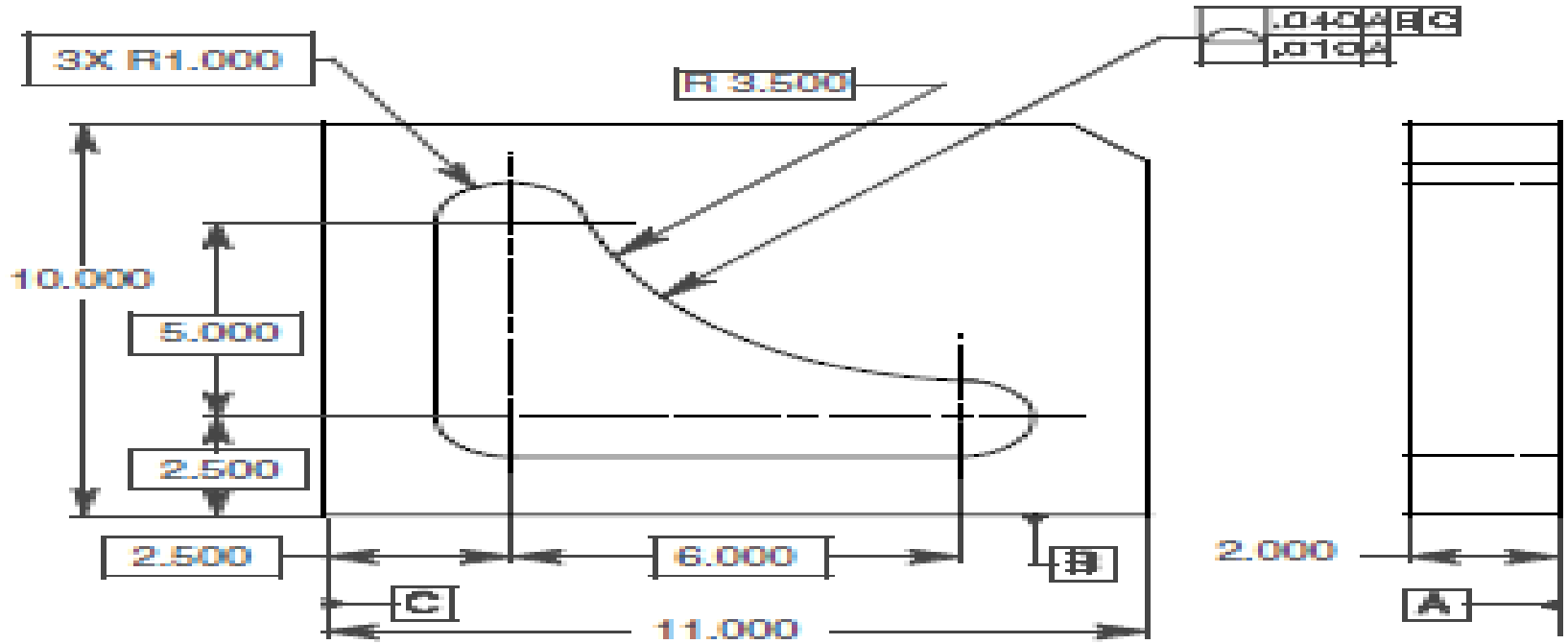


D. Unilateral Tolerance Inside

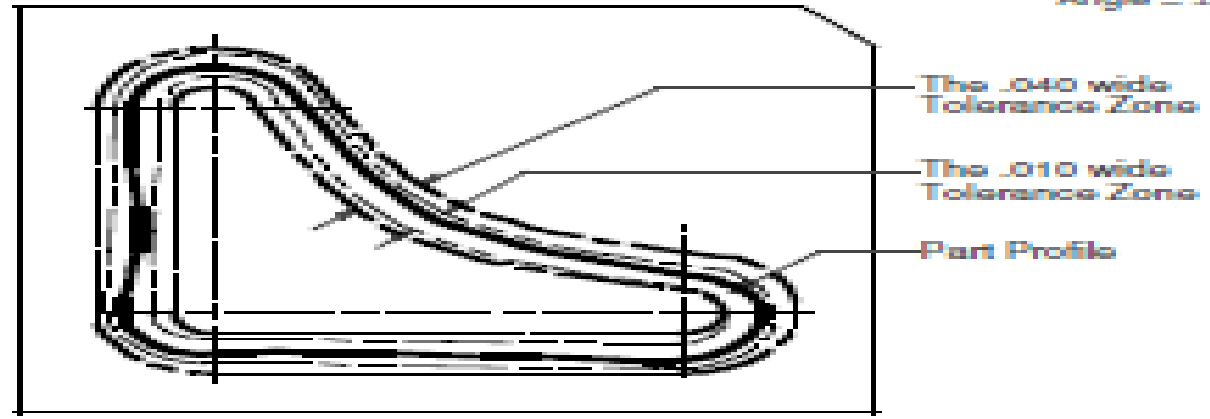
Profile of Surface پروفیل سطح



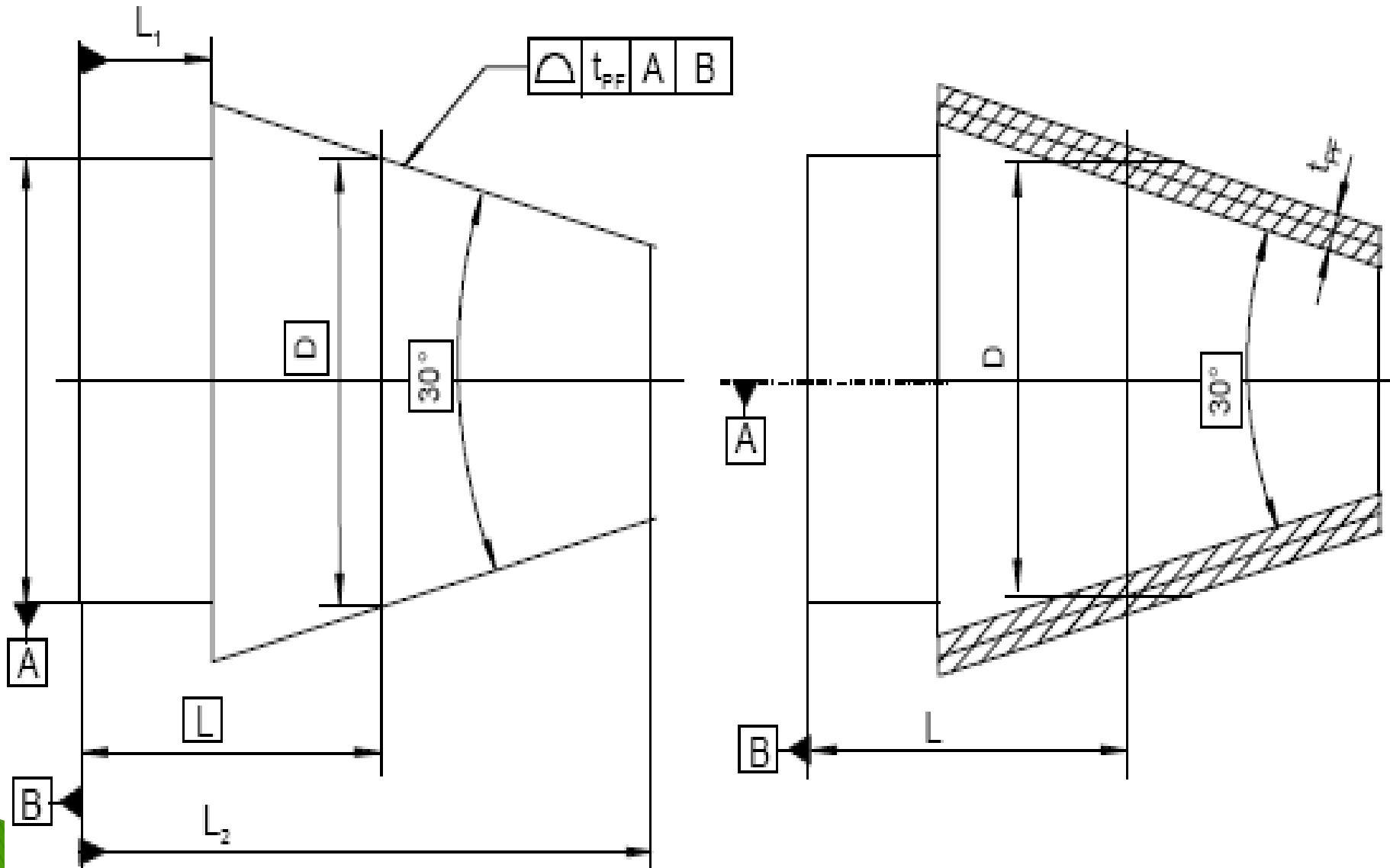
Profile of Surface پروفیل سطح



.000 = ± .03
 .000 = ± .010
 Angle = ± 1°



Profile of Surface پروفیل سطح



Related profile tolerance zone as converter input

❖ تفرانس های وضعیت (راستا) Orientation

■ تفرانسهای راستا:

- تعامد
- زاویه ای
- توازی

■ ناحیه های تفرانسی:

- صفحه نسبت به سطح (صفحه)
- خط نسبت به سطح (صفحه)
- صفحه نسبت به خط
- خط نسبت به خط

❖ تکرانس های وضعیت (راستا) Orientation

- در تکرانسه های راستا جنس مقدار تکرانس هندسی از **درجه** نبوده بلکه از **mm** میباشد
- در تکرانسه های راستا میتوان از تکرانسه های فرم برای محدود کردن رفتار سطح نیز استفاده کرد
- ارتباط تکرانسه های راستا با تکرانسه های ابعادی
 - تکرانسه های راستا در تکرانسه های ابعادی شناور هستند
 - همیشه تکرانسه های راستا کوچکتر از تکرانسه های ابعادی است
- شرایط محدودیت مبنای اول:
 - حتما باید تکرانس تختی داشته باشد
 - میتوان گفت که حتی محدب نباشد Not convex

❖ تفرانس های وضعیت (راستا) Orientation

■ تفرانس زاویه ای یک مبحث عمومی از تفرانس راستا بوده و تفرانسهای تعامد و توافی حالتهاى خاص میباشد

■ ناحیه تفرانسی صفحه نسبت به صفحه:

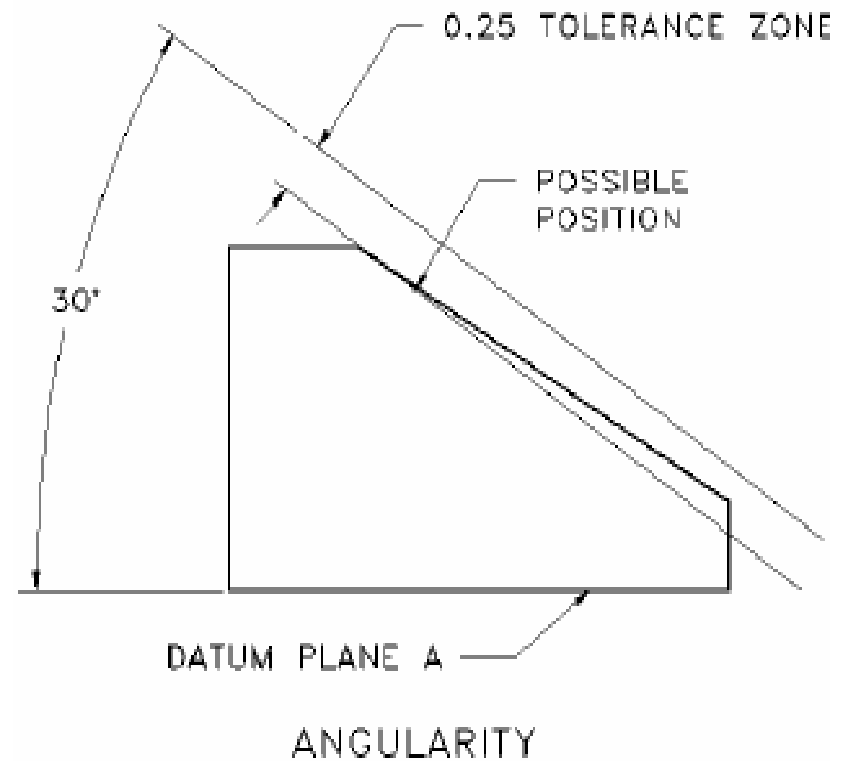
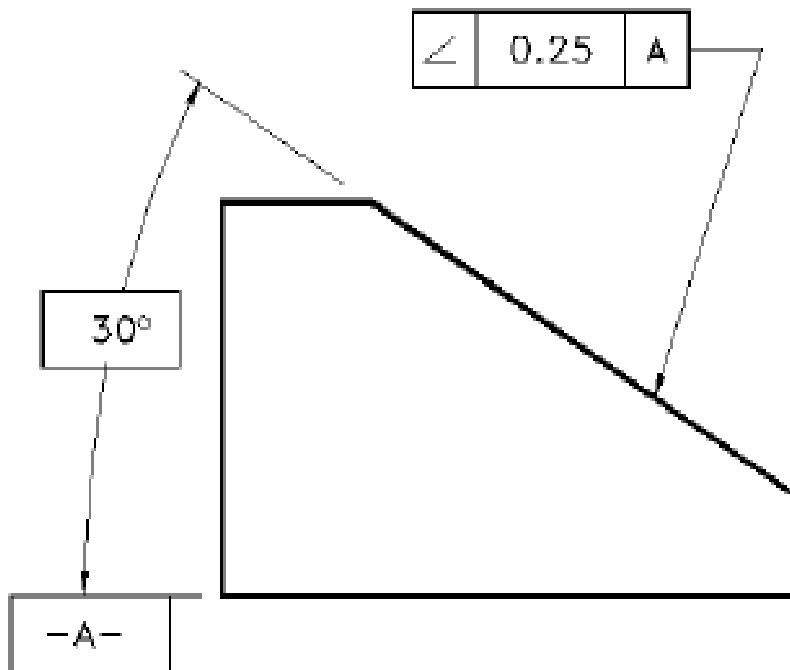
■ زاویه ای: ناحیه تفرانسی بین دو صفحه تخت موازی با زاویه مورد نظر نسبت به سطح مبنا میباشد و سطح مورد نظر در این ناحیه هر شکلی میتواند داشته باشد

■ تعامد: ناحیه تفرانسی بین دو صفحه تخت موازی بوده و عمود به سطح مبنا میباشد و سطح مورد نظر در این ناحیه هر شکلی میتواند داشته باشد

■ توافی: ناحیه تفرانسی بین دو صفحه تخت موازی بوده و موازی به سطح مبنا میباشد و سطح مورد نظر در این ناحیه هر شکلی میتواند داشته باشد

Angularity

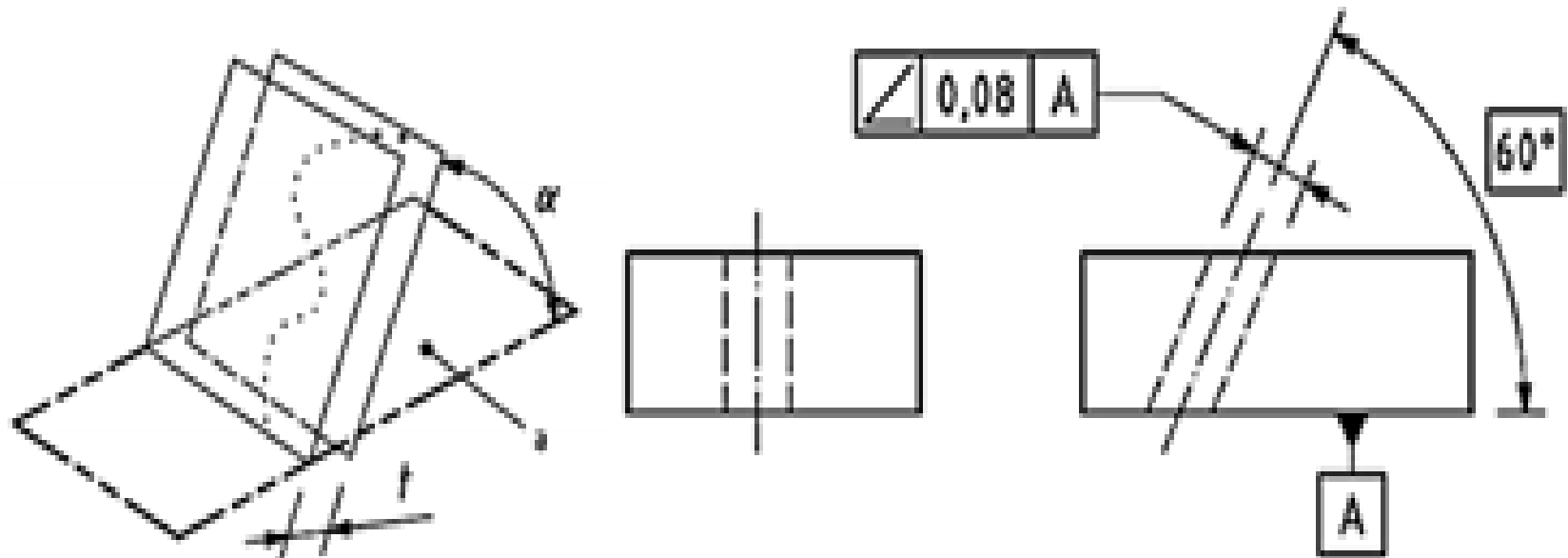
ANGULARITY



Angularity زاویه دار بودن

تولرانس زاویه ای (Angularity)

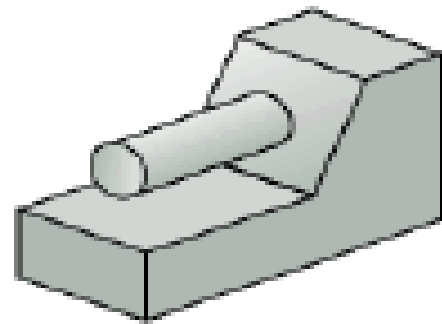
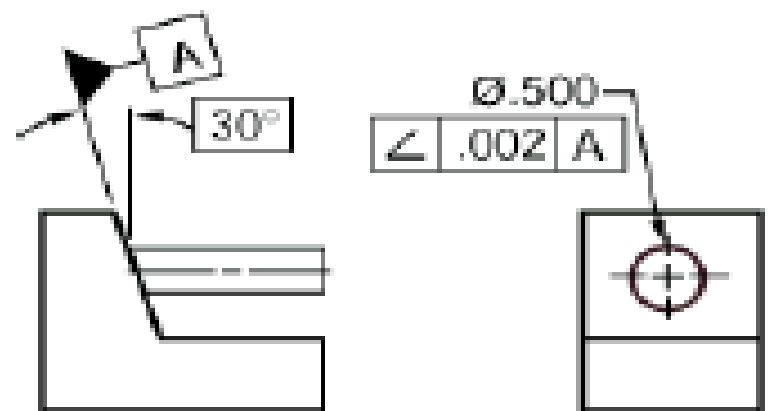
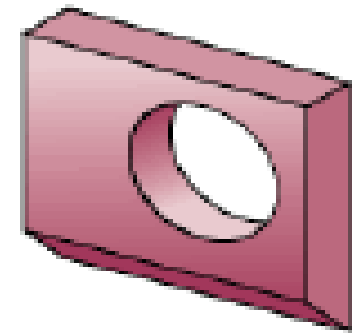
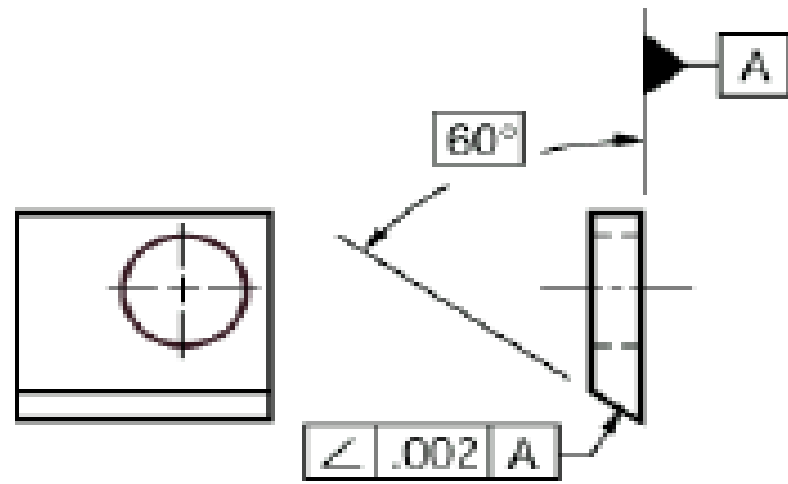
در این تولرانس ضلع بزرگتر زاویه به عنوان سطح مرجع انتخاب می شود و وضعیت ضلع کوچکتر زاویه بررسی می شود. در این حالت ضلع کوچکتر باید بین دو سطح شیبدار موازی با فاصله t از یکدیگر قرار گیرند.



Angularity زاویه دار بودن

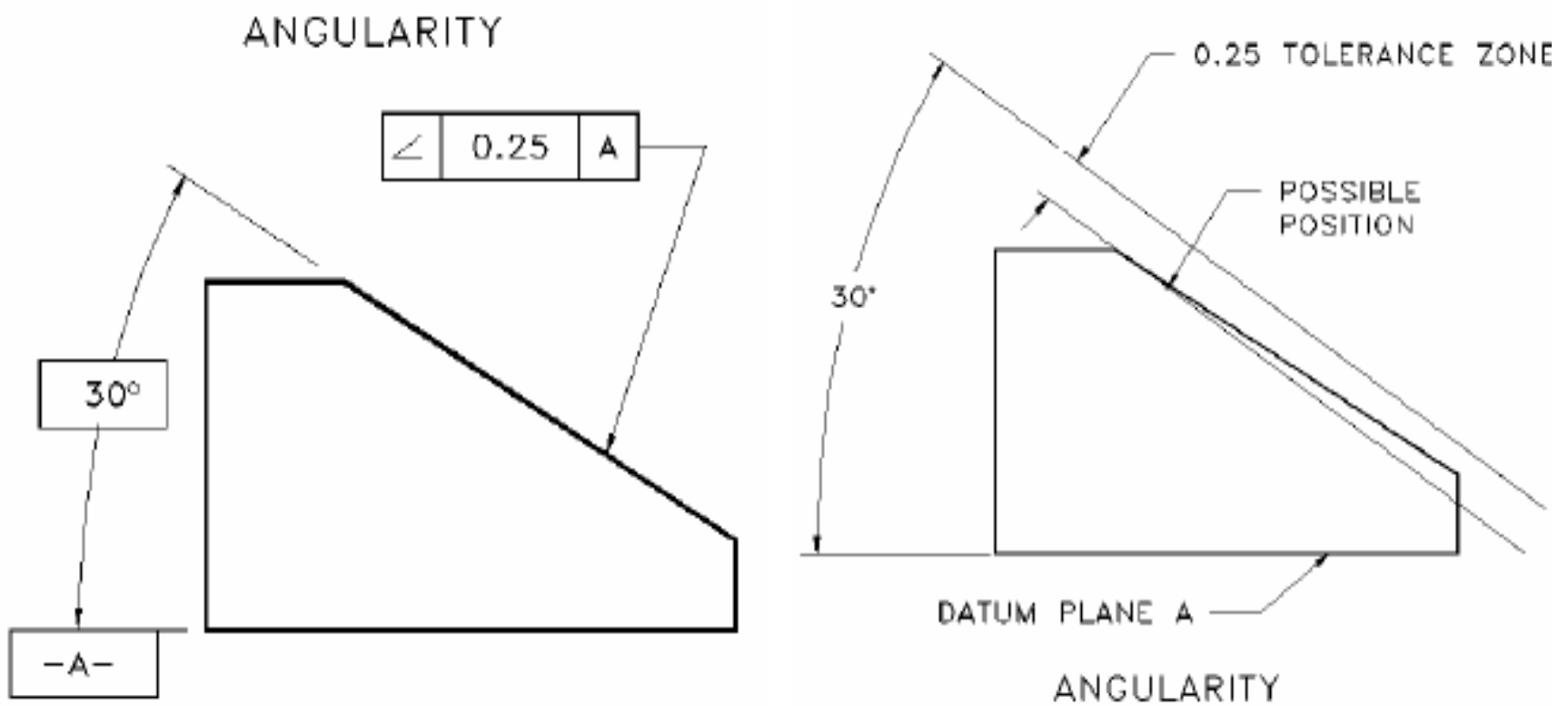
- Orientation

- Angularity



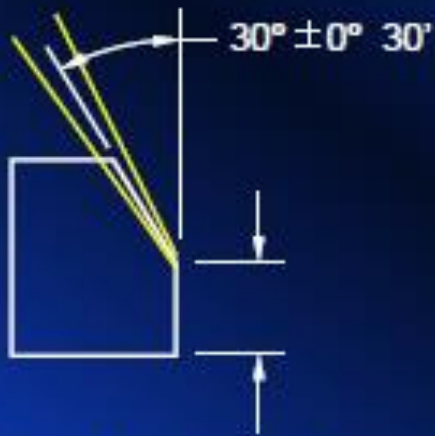
Angularity زاویه دار بودن

Angularity



Angularity زاویه دار بودن

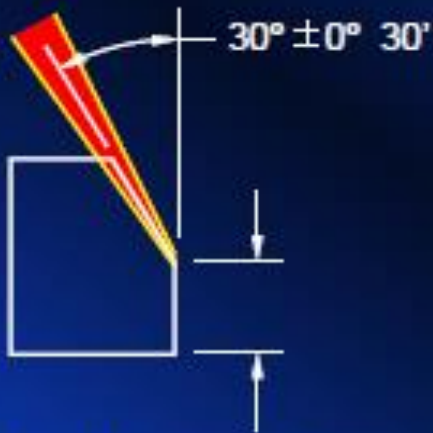
Dimensioning Angles and Resulting Wedge-Shaped Tolerance Zones



A combination of Cartesian and polar coordinates used to dimension angles results in a wedge-shape tolerance zone. The tolerance zone increases in size as it extends out and away from the vertex of the angle.

Angularity زاویه دار بودن

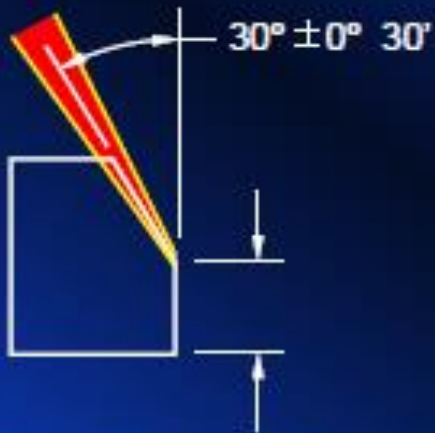
Dimensioning Angles and Resulting Wedge-Shaped Tolerance Zones



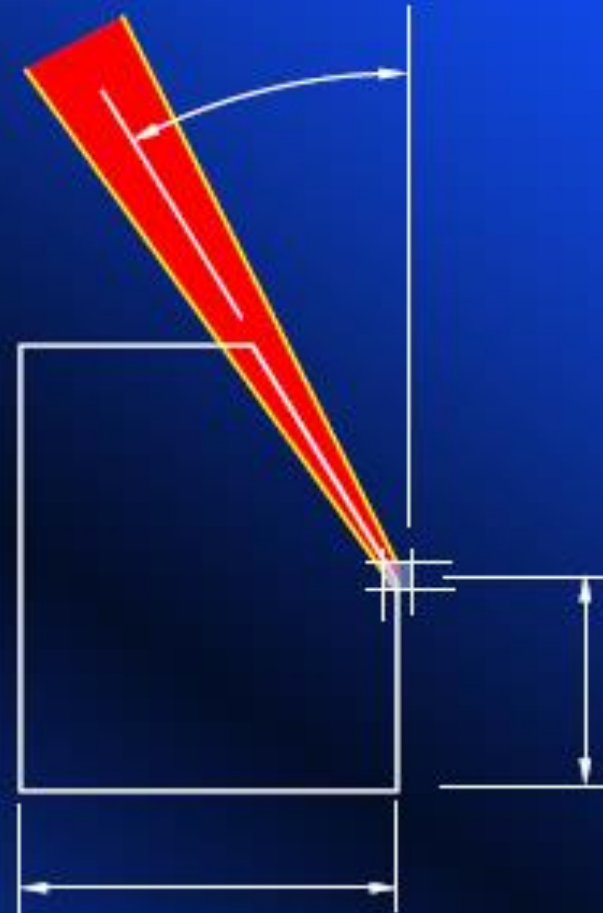
A combination of Cartesian and polar coordinates used to dimension angles results in a wedge-shape tolerance zone. The tolerance zone increases in size as it extends out and away from the vertex of the angle.

Angularity زاویه دار بودن

Dimensioning Angles and Resulting Wedge-Shaped Tolerance Zones

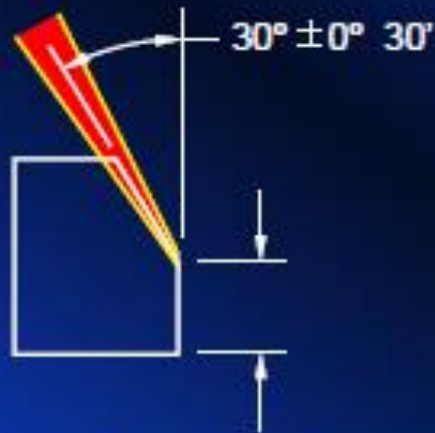


A combination of Cartesian and polar coordinates used to dimension angles results in a wedge-shape tolerance zone. The tolerance zone increases in size as it extends out and away from the vertex of the angle.

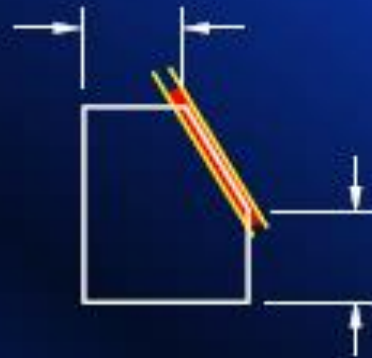


Angularity زاویه دار بودن

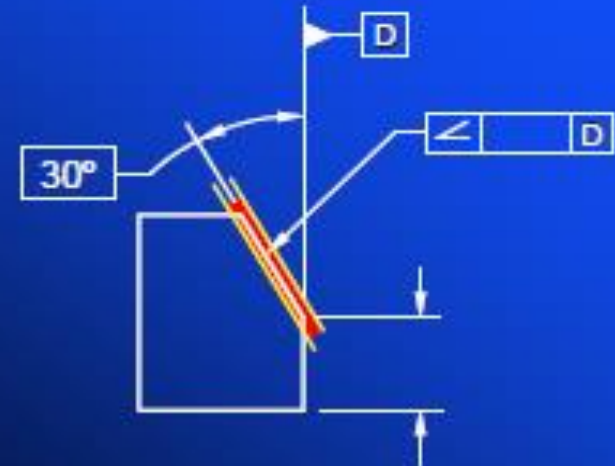
Dimensioning Angles and Resulting Wedge-Shaped Tolerance Zones



A combination of Cartesian and polar coordinates used to dimension angles results in a wedge-shape tolerance zone. The tolerance zone increases in size as it extends out and away from the vertex of the angle.



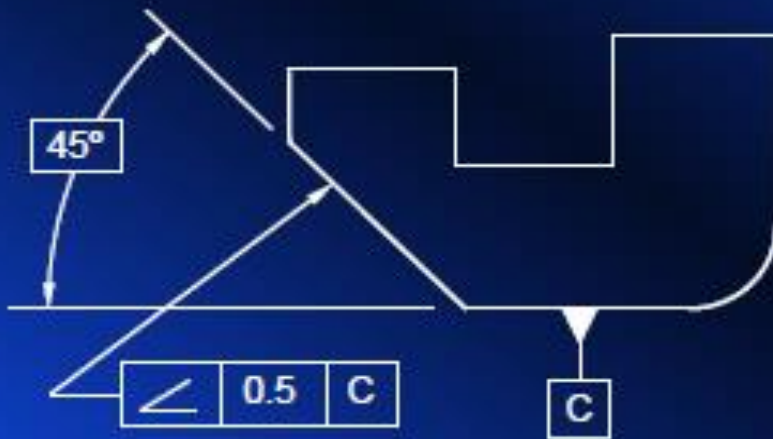
When Cartesian coordinate dimensions and tolerances are used without polar angle dimensions, the tolerance zone is parallel. Tight tolerances are necessary to assure assembly of precision parts, and the absence of a datum reference or precedence may create concerns in critical design problems.



Geometric tolerances require the angle to be established as basic. *The tolerance zone consists of two parallel planes that are oriented at an exact angle in relation to the datum plane.* All surface elements must be between the two parallel planes relative to datum D.

Angularity زاویه دار بودن

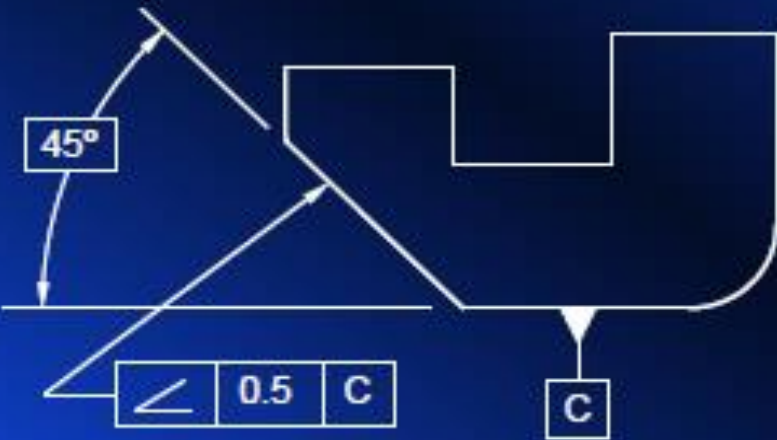
Applications—Features Controlled for Angularity



The feature control frame, when applied to a *surface* that is being controlled for angularity, is attached by means of a leader, from the feature control frame to the controlled surface. The angle is always specified as *basic*. The limits of size cannot be violated, at least one datum is required in the feature control frame, and no modifiers can be used. The interpretation of this illustration would be that *all* elements on the controlled surface must be within a tolerance zone consisting of two parallel planes, oriented exactly 45° from datum plane C, and with a linear distance between them of 0.5 mm.

Angularity زاویه دار بودن

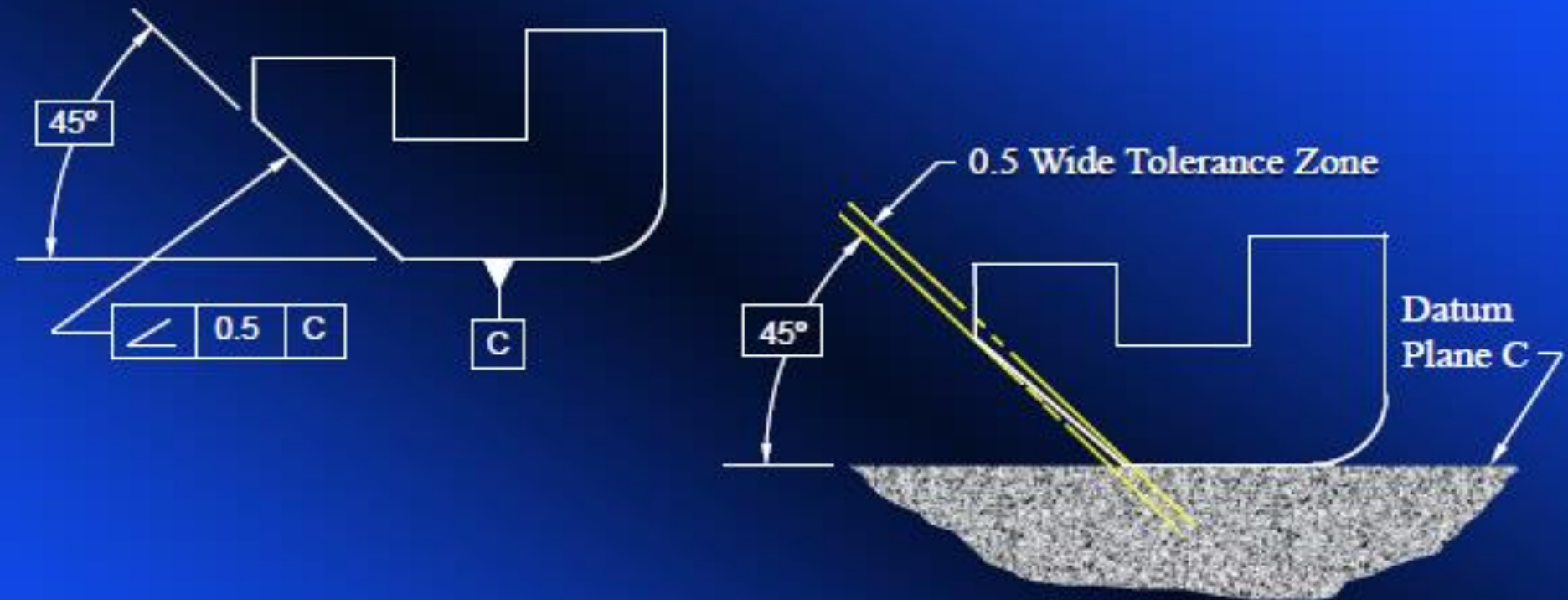
Applications—Features Controlled for Angularity



The interpretation of the angularity control is represented by placing the part on a surface plate which simulates the datum plane. Points of contact between the two surfaces establish the datum, from which the angle can be verified.

Angularity زاویه دار بودن

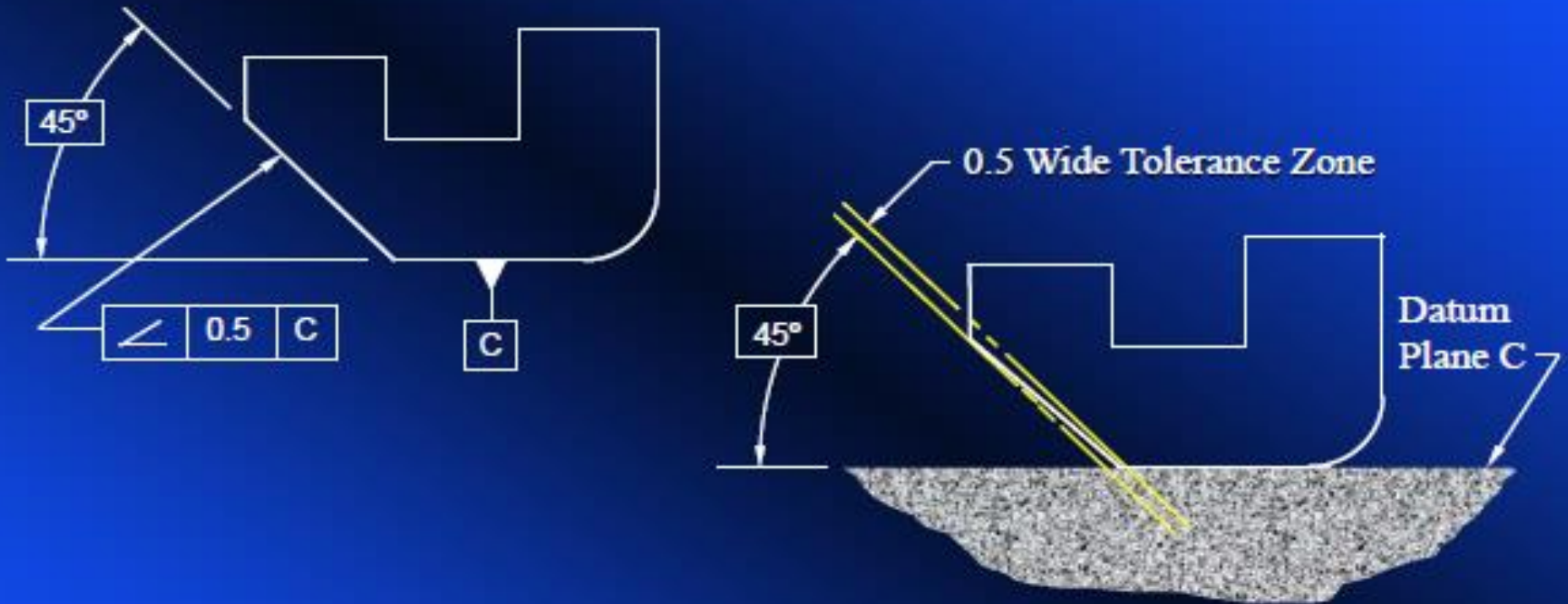
Applications—Features Controlled for Angularity



The tolerance zone is two parallel planes oriented exactly 45° from the surface plate or other surface gage. The gage is brought into contact with the high point on the angled surface. A second plane is established .5 mm away and parallel to the first. All elements on the surface must lie between the two parallel planes.

Angularity زاویه دار بودن

Applications—Features Controlled for Angularity

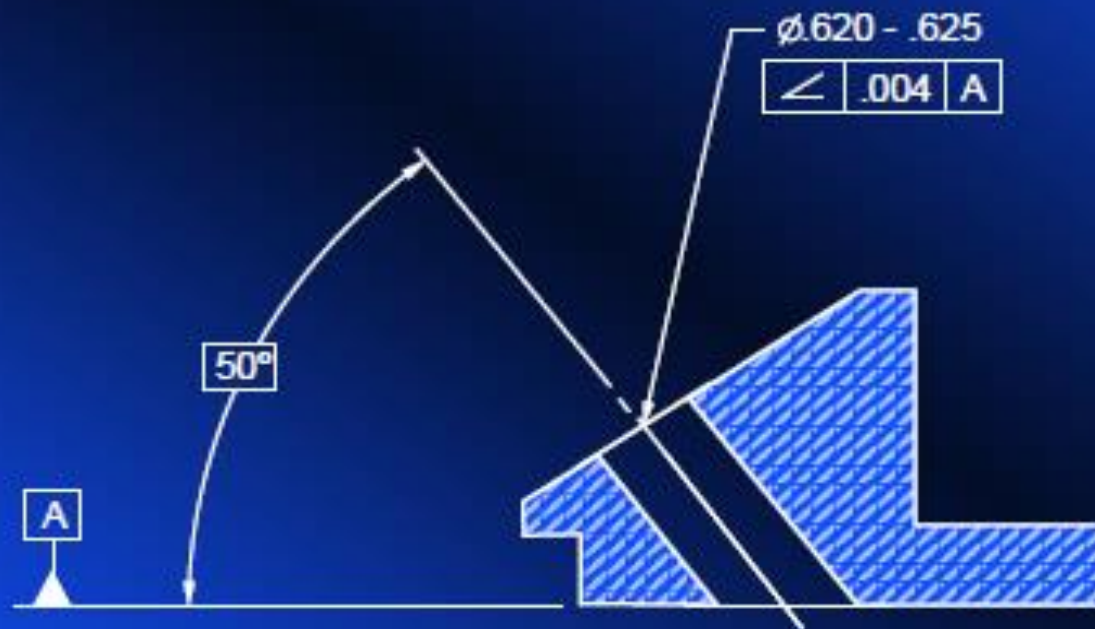


Note: When angularity is applied to a feature, a basic angle must be specified from a datum reference. The established tolerance is a linear distance between two parallel planes. Thus, the *flatness* of the surface is also controlled within the same tolerance. The tolerance applies regardless of feature size, but the limits of size cannot be violated. Angularity always requires a datum reference.

Angularity زاویه دار بودن

Angularity Controlled Between Two Parallel Planes

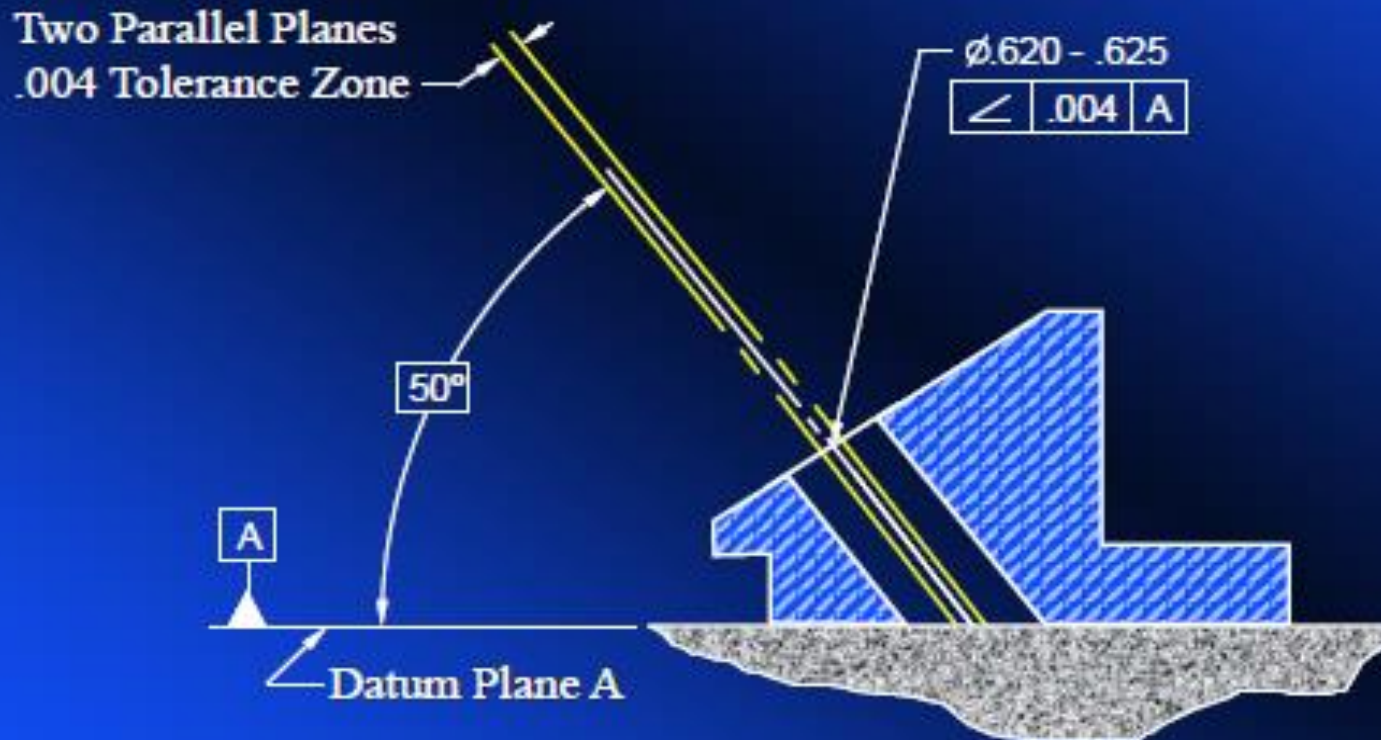
The *axis* of the hole is controlled only in the orientation of the view in which it is called out. Therefore, the tolerance zone (in the absence of a zone descriptor), is two parallel planes .004 inch apart and oriented exactly 50 degrees from the datum plane.



Angularity زاویه دار بودن

Angularity Controlled Between Two Parallel Planes

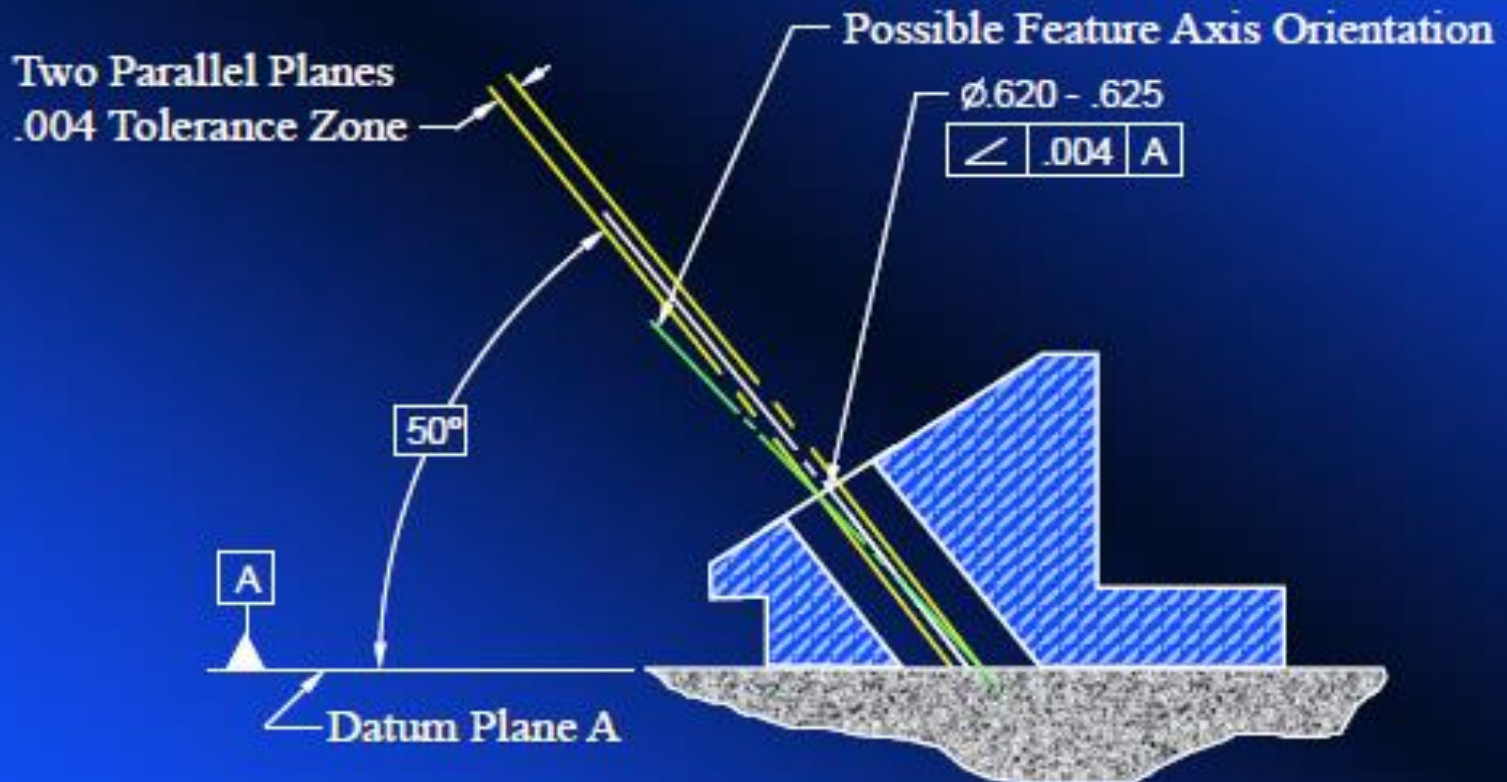
The lines depicting the limits of the tolerance zone, represent parallel planes, running perpendicular to the screen. This is a two-dimensional application of the geometric tolerance because there is no zone descriptor in the feature control frame. Control in any direction other than between the tolerance boundaries, must be determined from a general note or from the application of tolerances in the title block of the drawing.



Angularities زاویه دار بودن

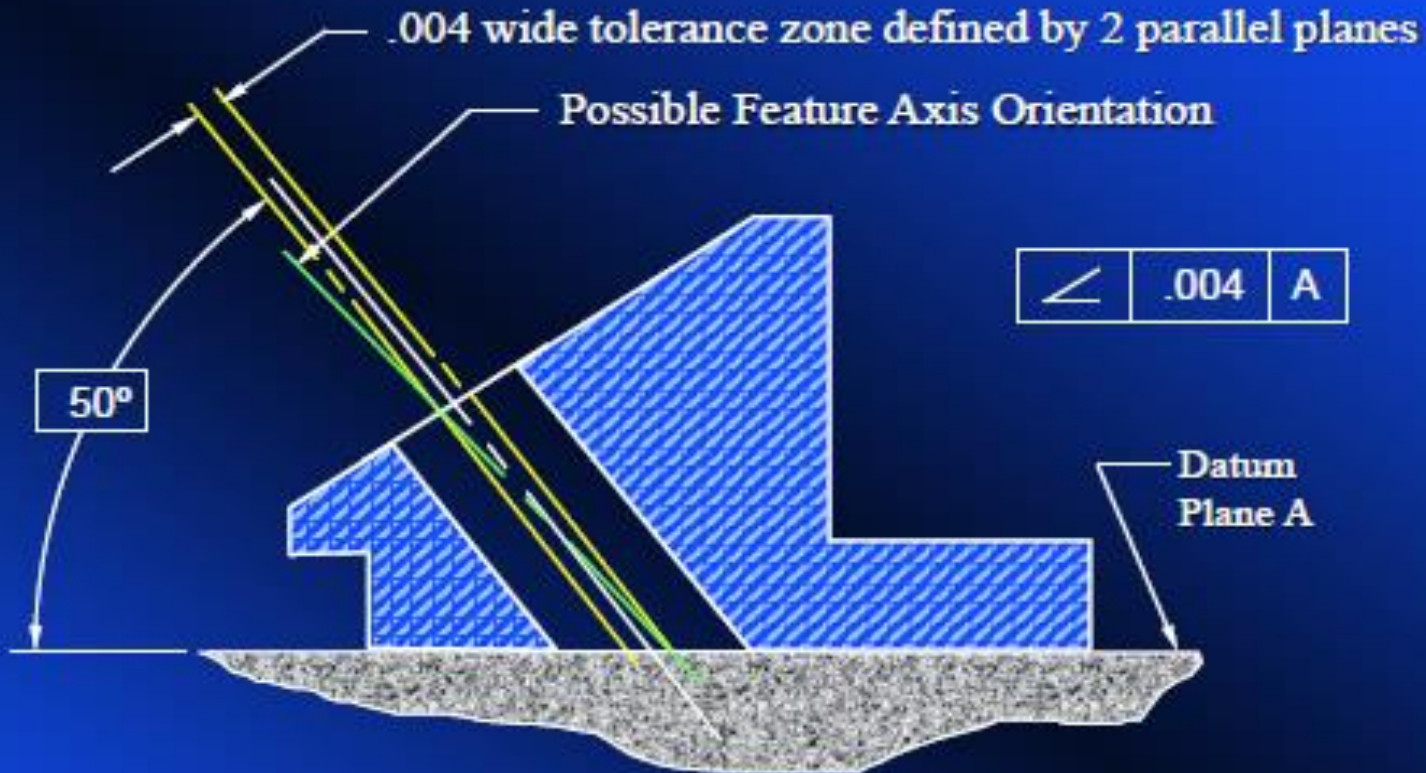
Angularity Controlled Between Two Parallel Planes

The axis of the *hole* can be anywhere within the boundaries of the tolerance zone (which may be visualized as an extended rectangular prism). What you see depicted here is a worse case possibility. The axis is shown at the extreme orientation, but still within the acceptable angularity limits.



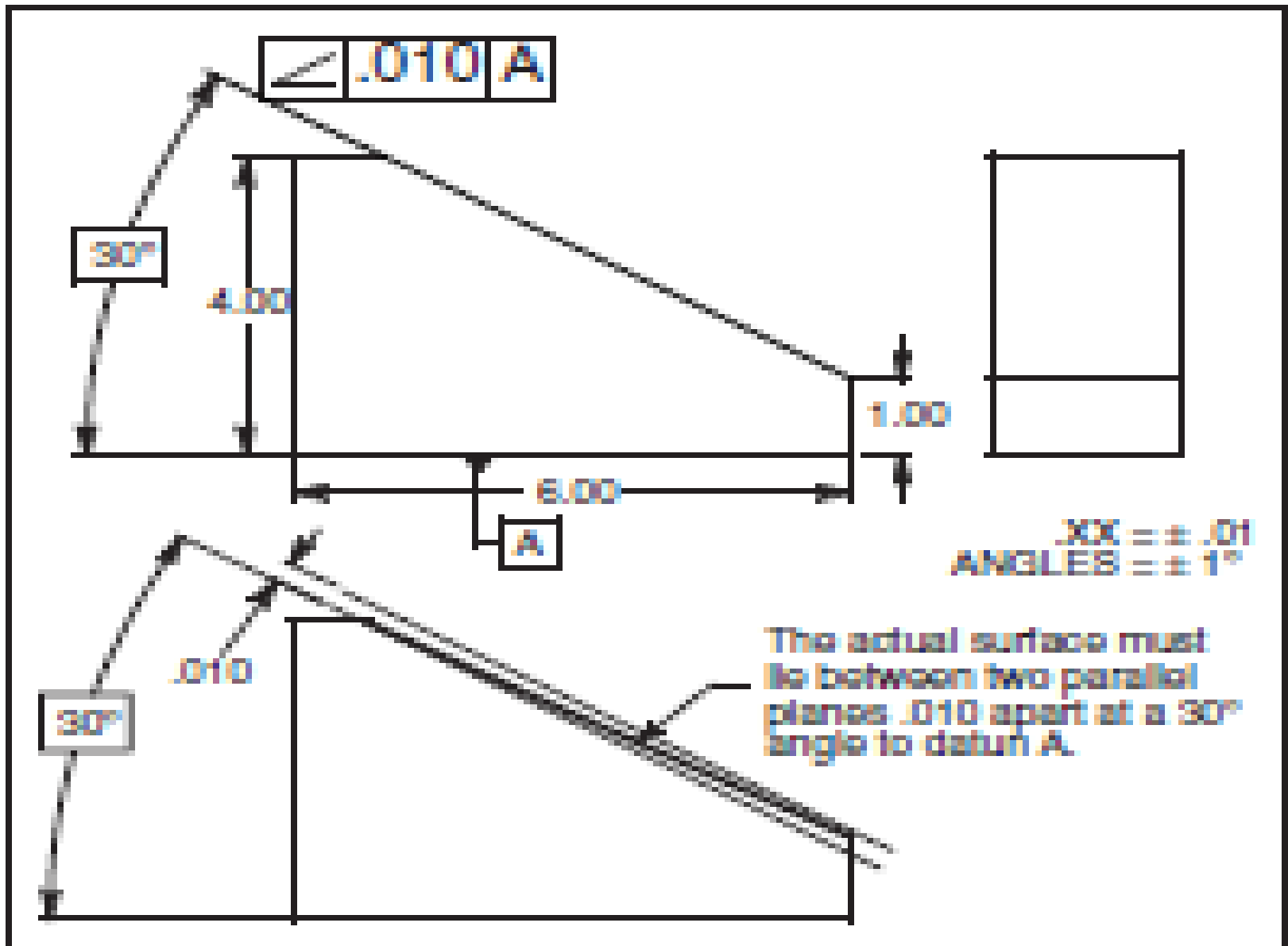
Angularity زاویه دار بودن

Angularity Controlled Between Two Parallel Planes

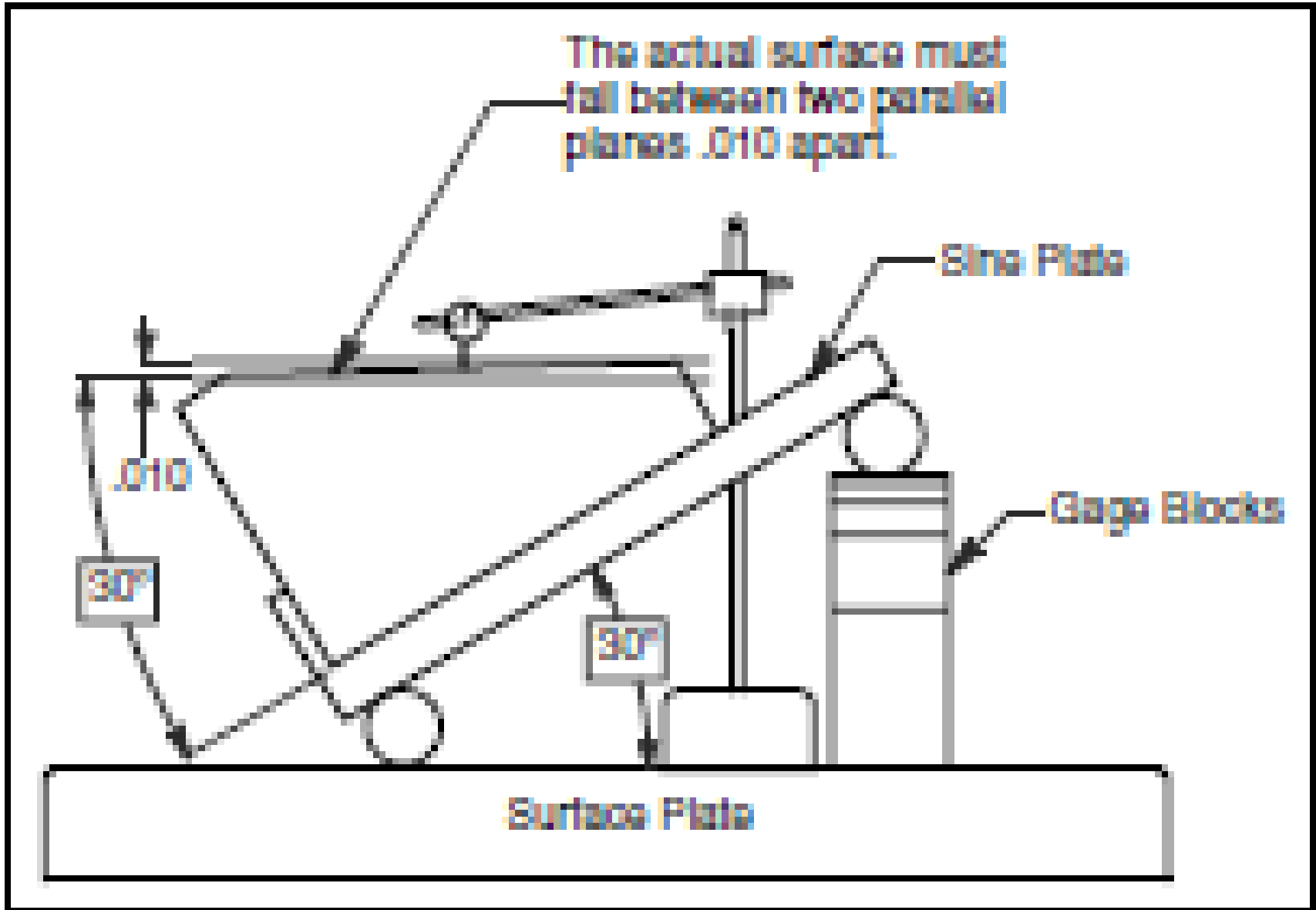


Note: Regardless of feature size, the axis must lie between two parallel planes .004 apart which are inclined 50 degrees to datum plane A. (This control applies only to the view on which it is specified.) The limits of size cannot be overridden, and no additional tolerance is available. Remember, the specified angle must be a basic dimension, and there must always be a datum reference.

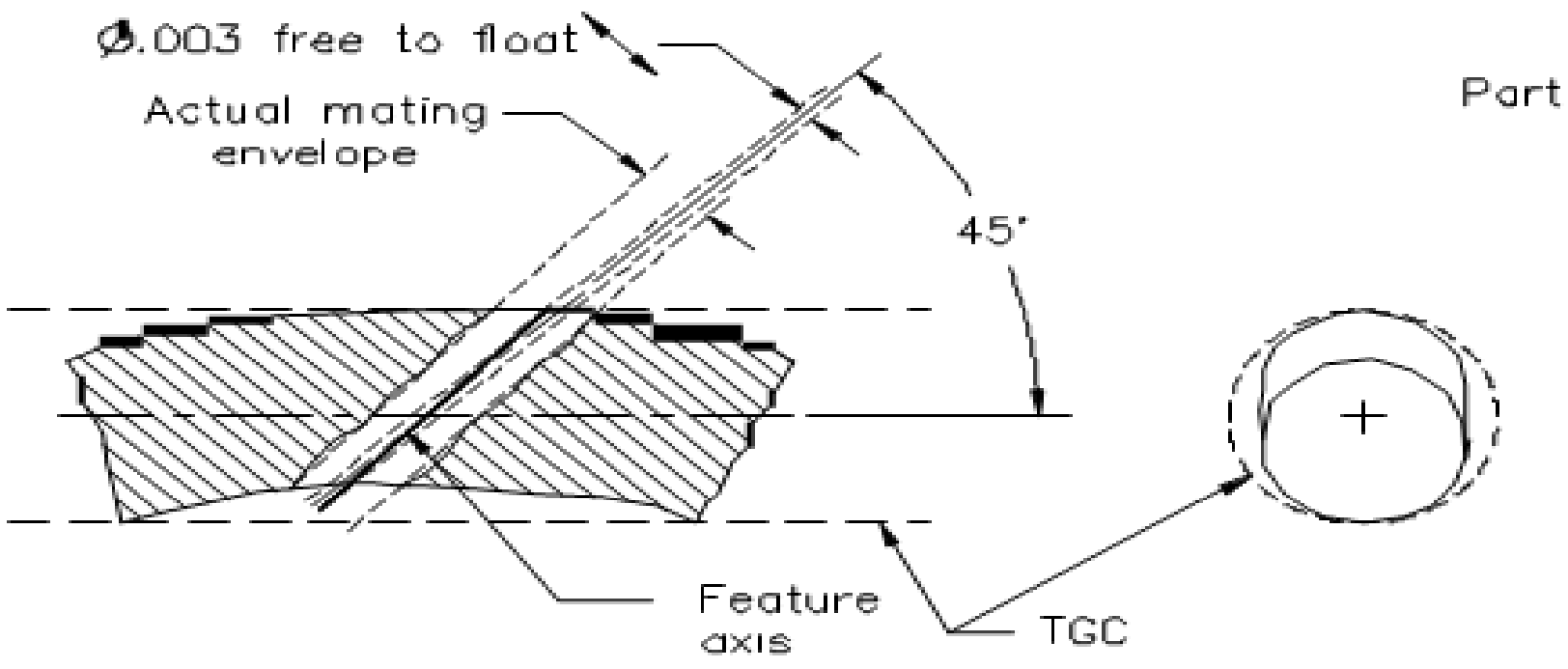
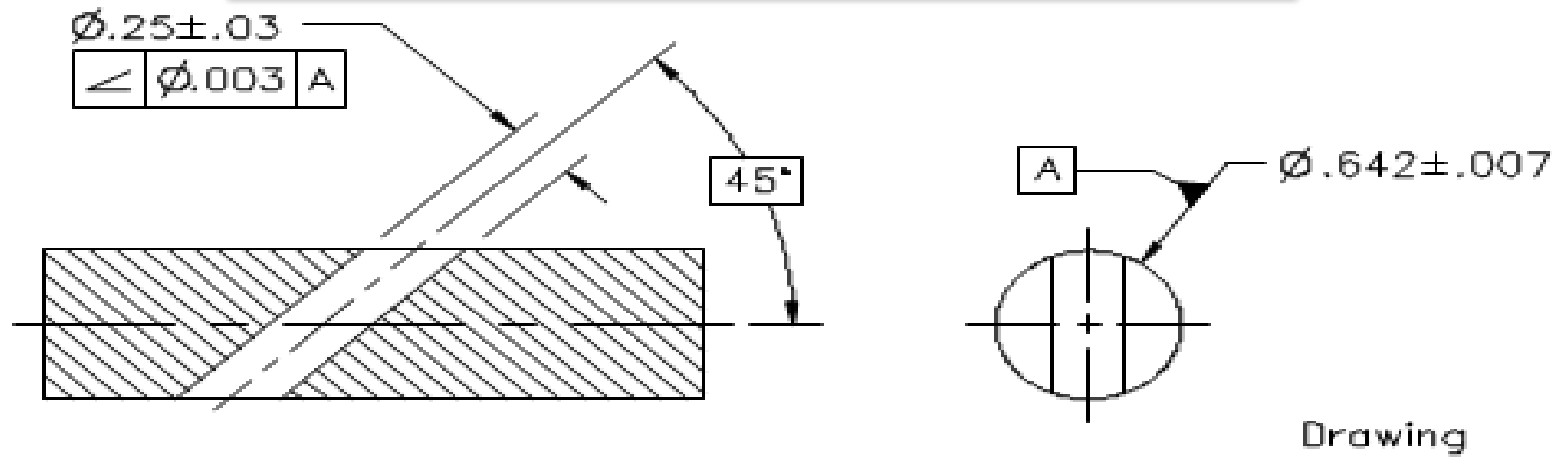
Angularity زاویه دار بودن



Angularity زاویه دار بودن



Angularity زاویه دار بودن



Parallelism موازی بودن (توازی)

■ اندازه گیری توازی:

- برای این تolerانس با یک مبنا نیز امکان پذیر است و تمامی نقاط سطح مورد نظر باید توسط ساعت لمس شود. $FIM \leq Tol.$

■ اندازه گیری تعامد:

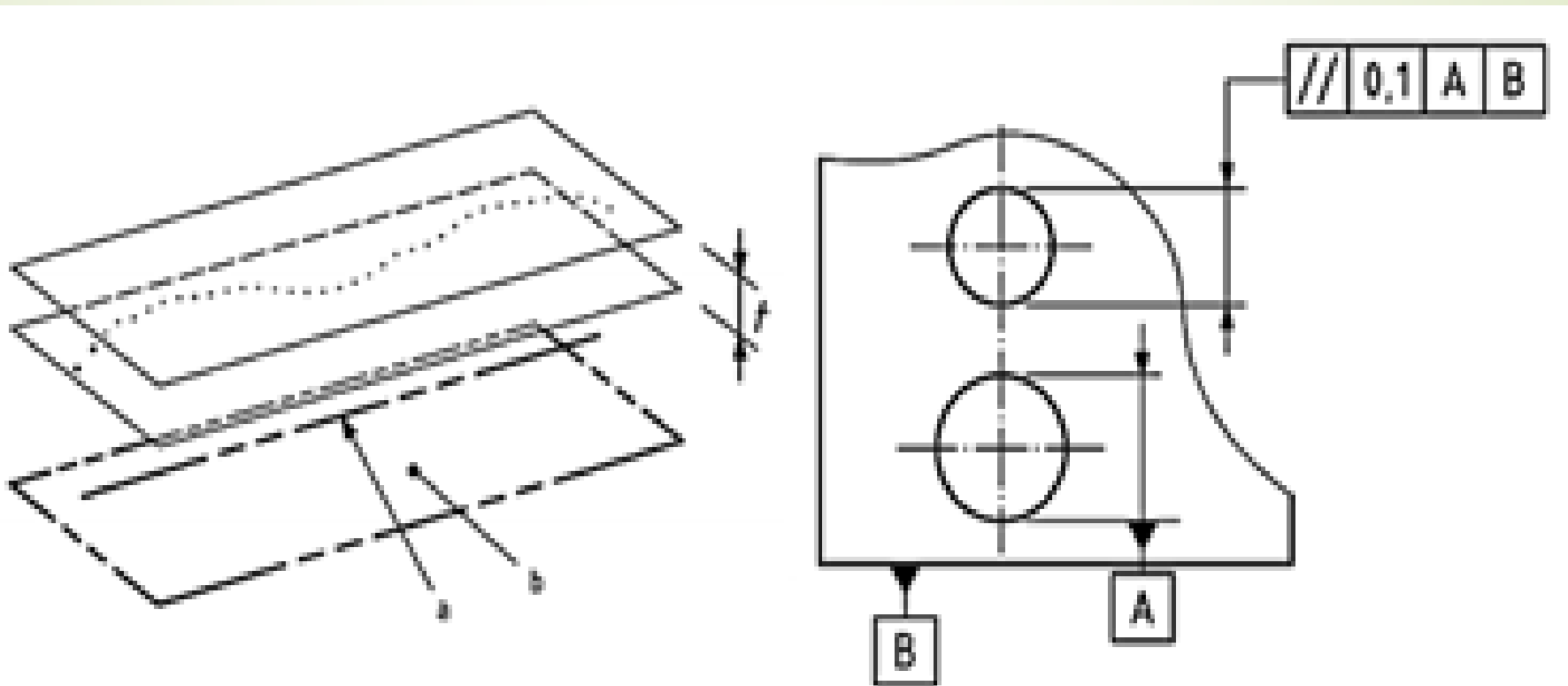
- برای این تolerانس با یک مبنا نیز امکان پذیر نیست و باید حداقل دو مبنا داشته باشد
- در نقشه ای که مبنای دوم وجود ندارد:

 - طراح میتواند مبنای دوم را انتخاب نماید
 - اگر طراح در دسترس نبود، باید سراغ عملکرد قطعه رفت
 - اگر هیچکدام نبود، روشی که کمترین خطا را نشان میدهد صحیح ترین اندازه گیری میباشد

Parallelism (موازی بودن) (توازی)

تولرانس توازی (Parallelism)

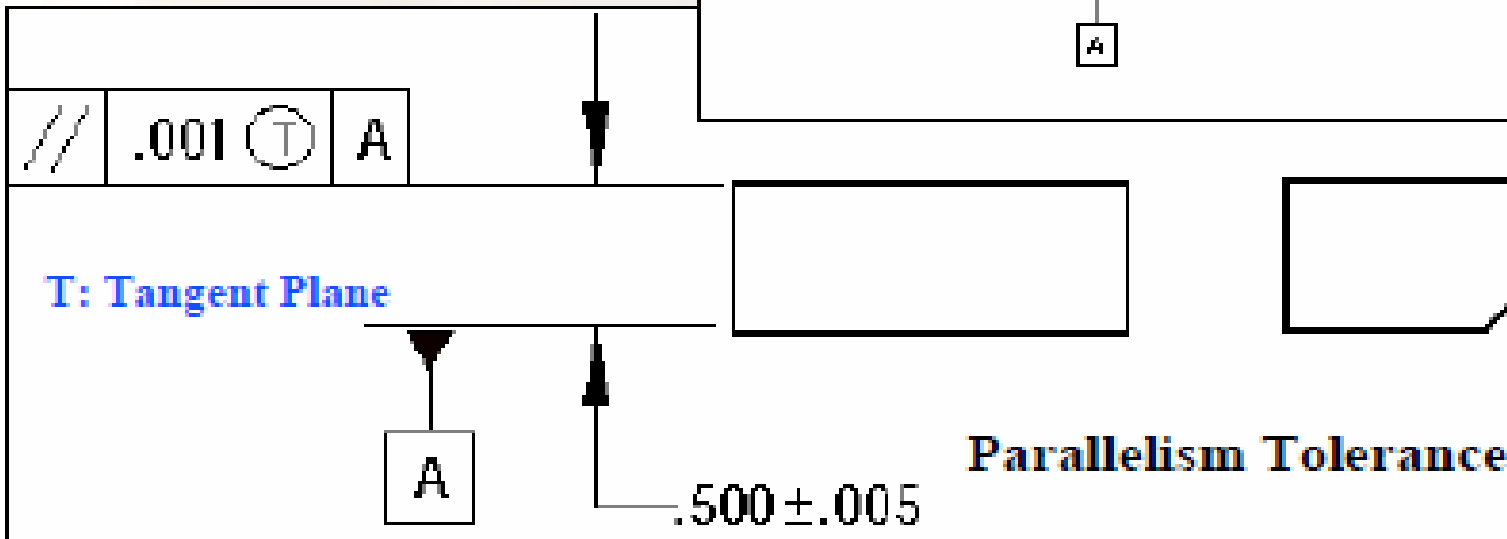
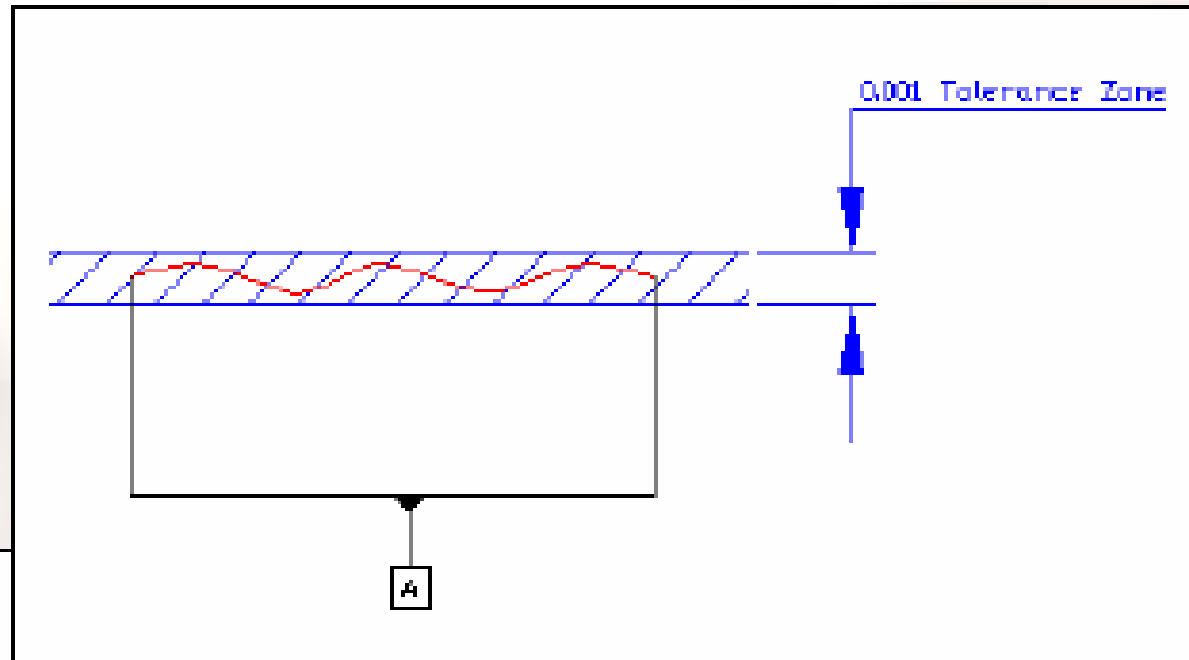
این تولرانس نشان می‌دهد که سطح تولرانس باید بین دو سطح که با سطح مرجع موازی هستند و فاصله آنها از یکدیگر برابر است قرار گیرد.



Parallelism موازی بودن (توازی)

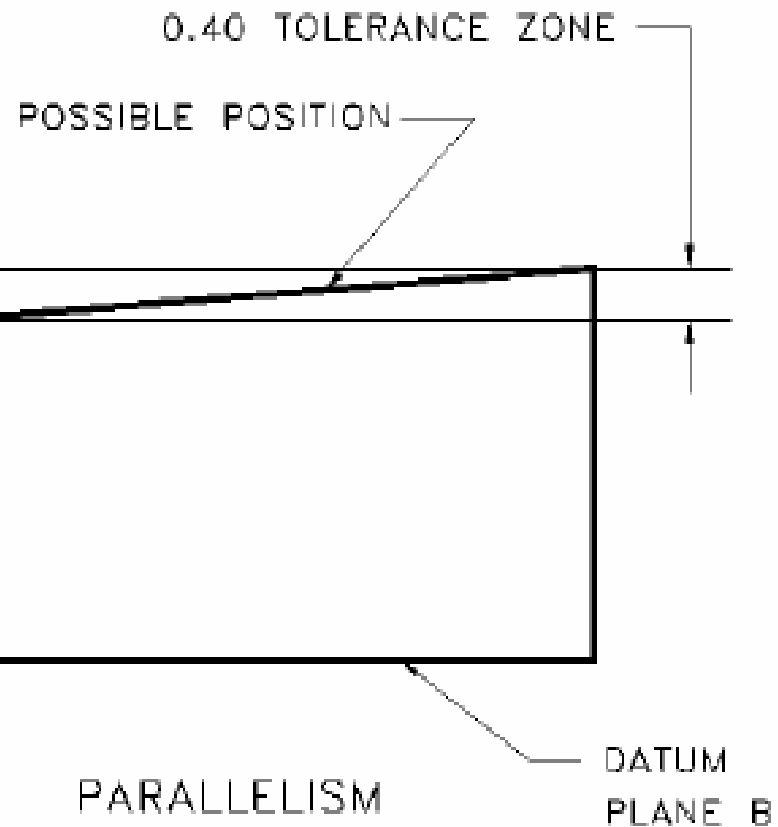
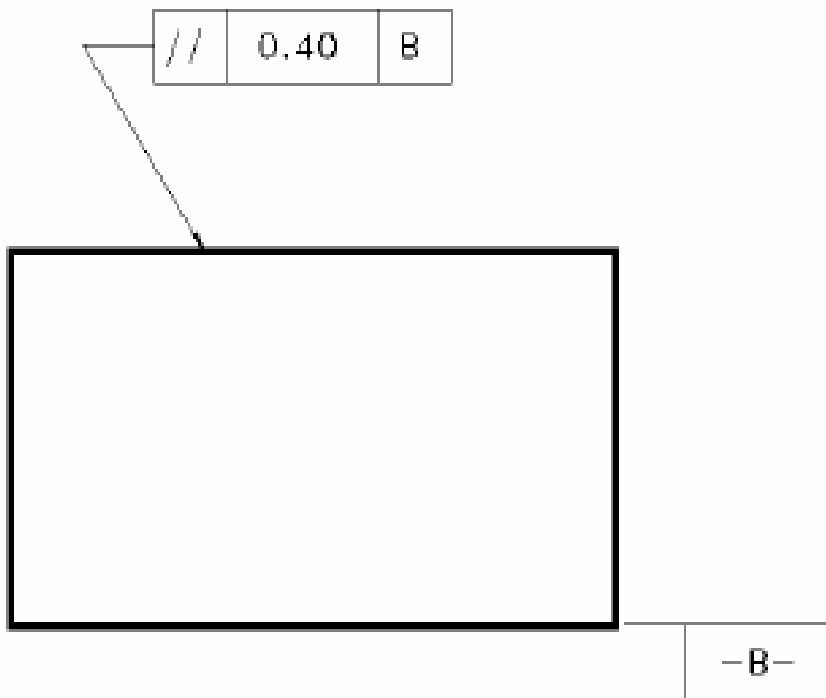
Tolerance of Orientation

Parallelism



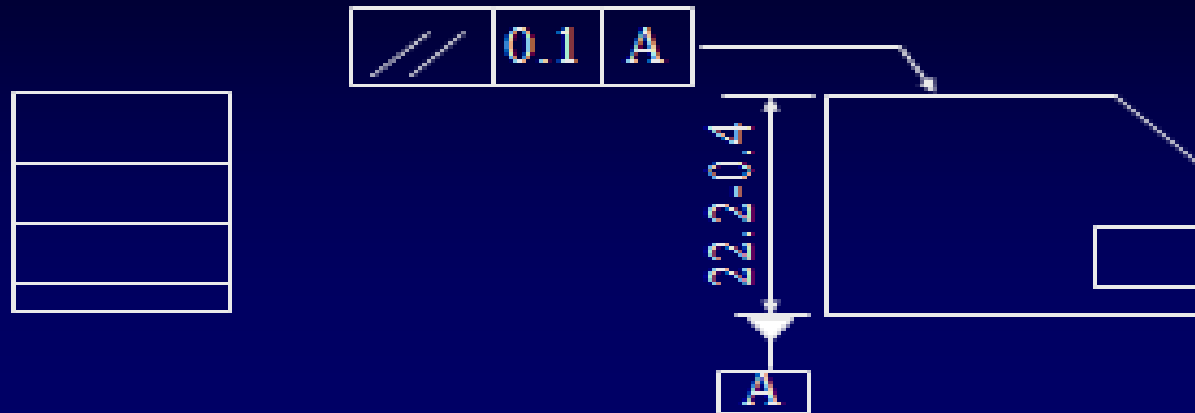
Parallelism موازی بودن (توازی)

PARALLELISM



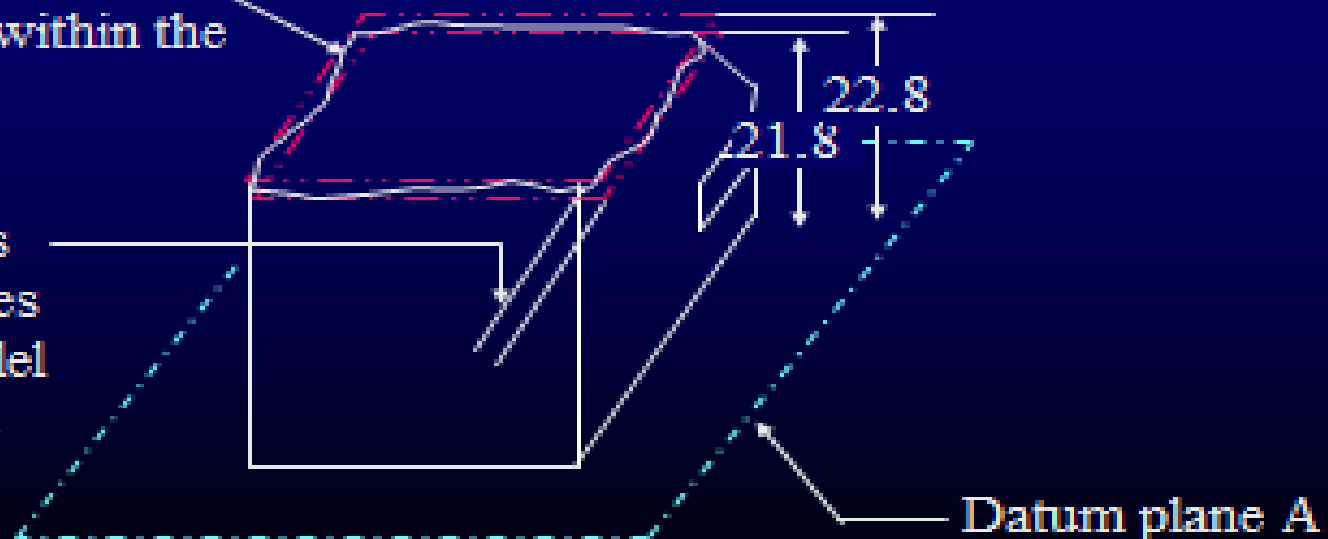
Parallelism موازی بودن (توازی)

Parallelism of Surface

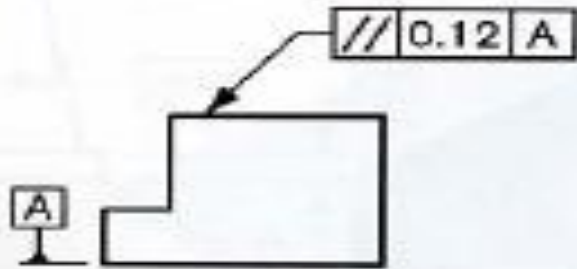


All elements of the part surface must be within the tolerance zone

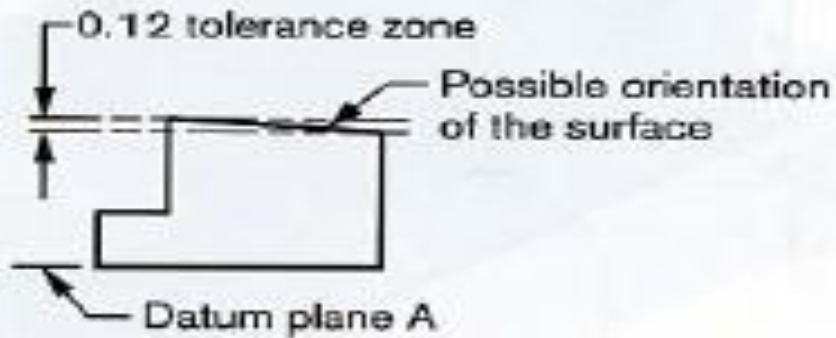
Tolerance zone is two parallel planes 0.1 apart & parallel to datum plane A



Parallelism (موازی بودن) (توازی)



This on the drawing...



...means this

FIGURE 12.78

Parallelism for a plane surface

Engineering Design Communication – Lockhart and Johnson

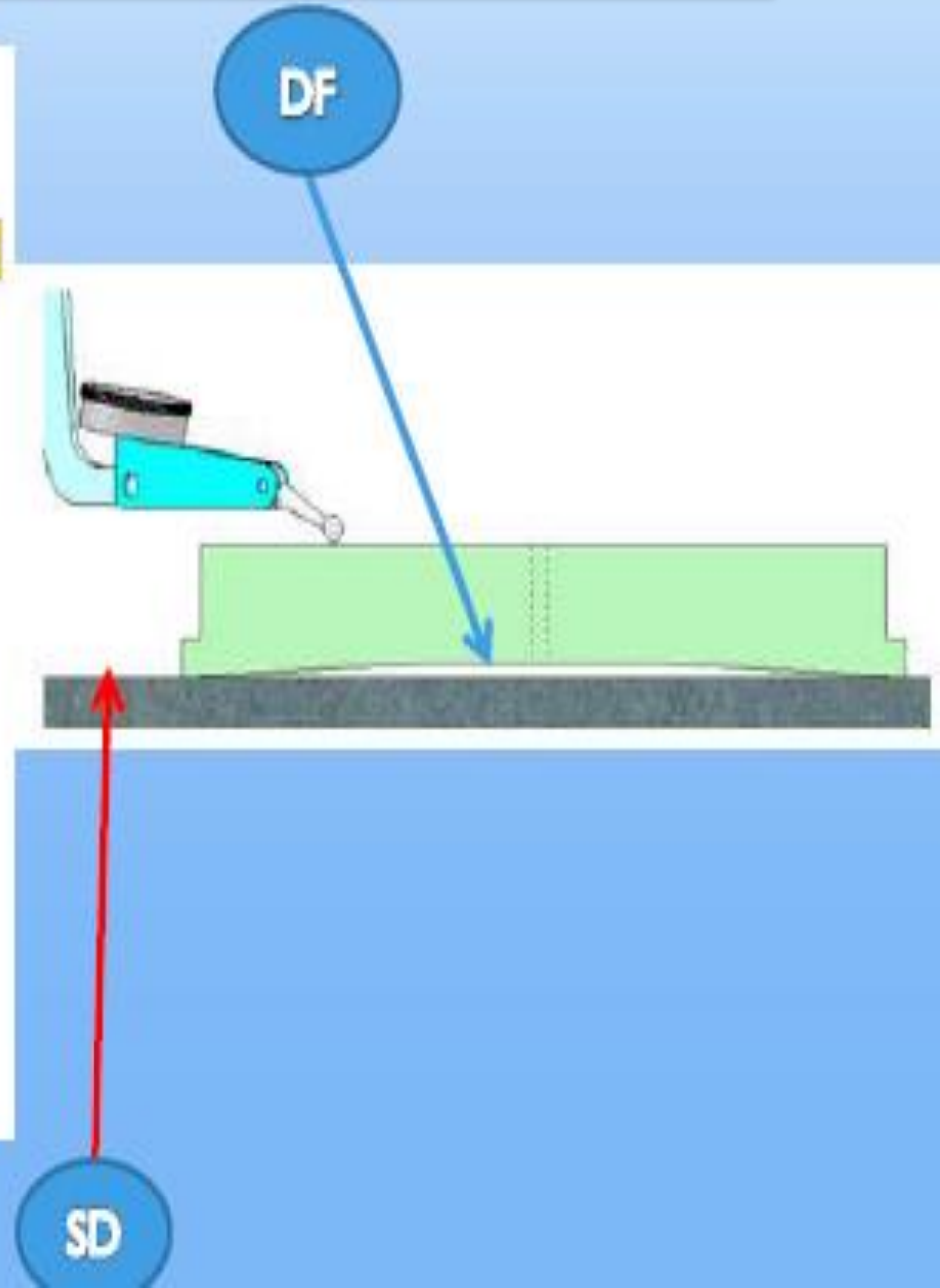
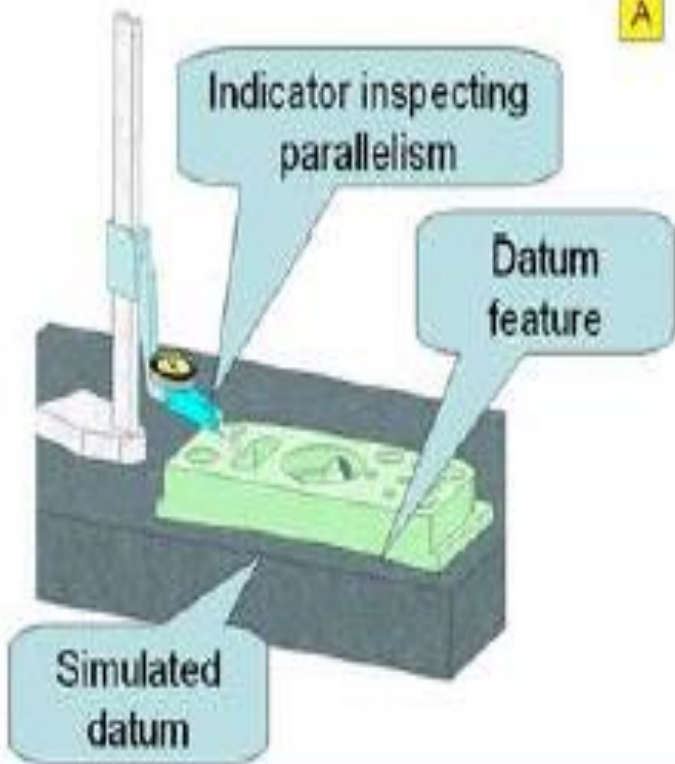
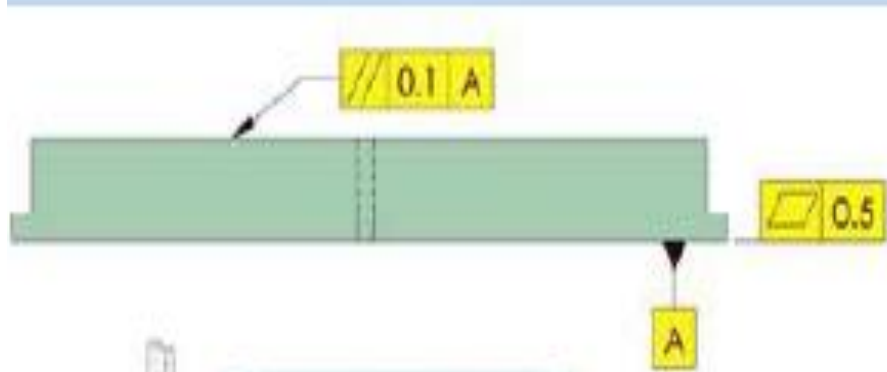
	<p>.002 Between Perfect Planes (parallel to datum)</p> <p>Datum A</p>	<p>Dial Indicator Movement</p>
	<p>True Axis of the Shaft (3-D twist)</p> <p>.002 Tolerance Zone (is Parallel to Datum)</p>	<p>Inspection Methods</p>

Drawing

Tolerance Zones

Inspection Methods

Parallelism (موازی بودن) (توازی)



Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications -- Parallelism

The large flat surface on the top of the object is to be parallel to the base of the part within a total range of 0.3 mm. The tolerance zone consists of two parallel planes, which are also parallel to the datum plane



Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications -- Parallelism

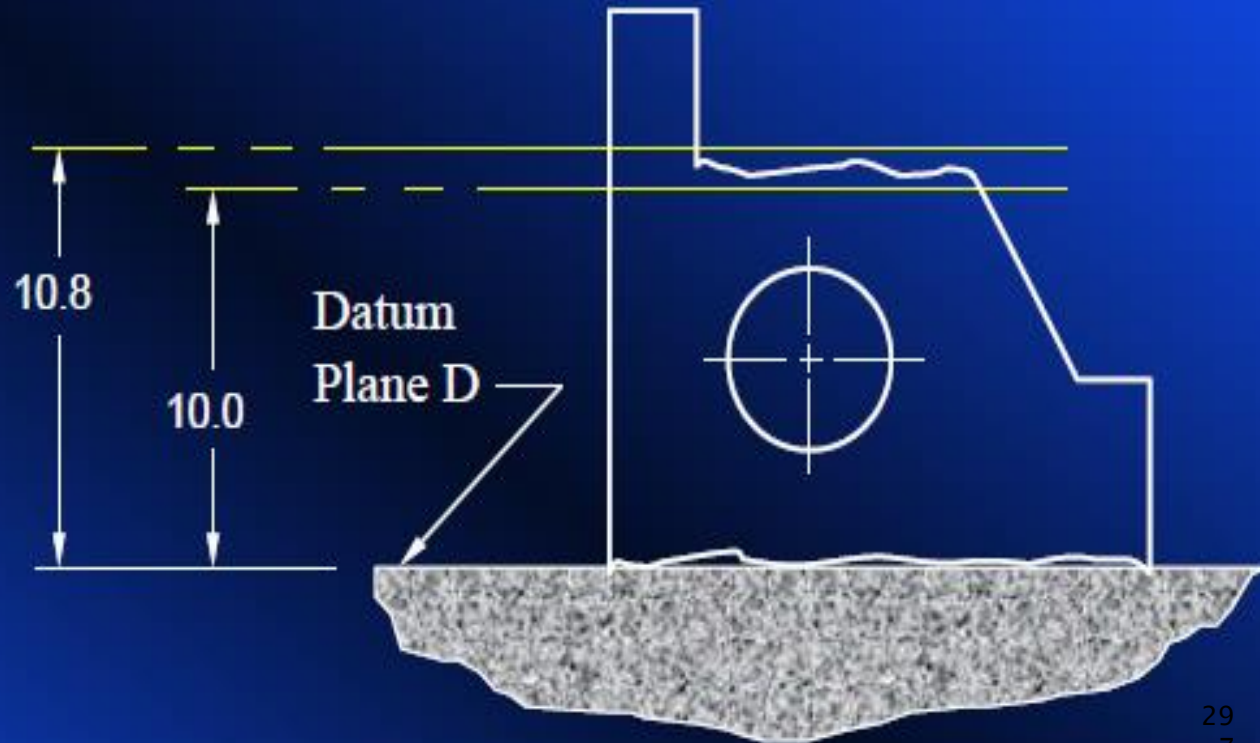
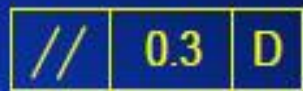
The large flat surface on the top of the object is to be parallel to the base of the part within a total range of 0.3 mm. The tolerance zone consists of two parallel planes, which are also parallel to the datum plane



Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications -- Parallelism

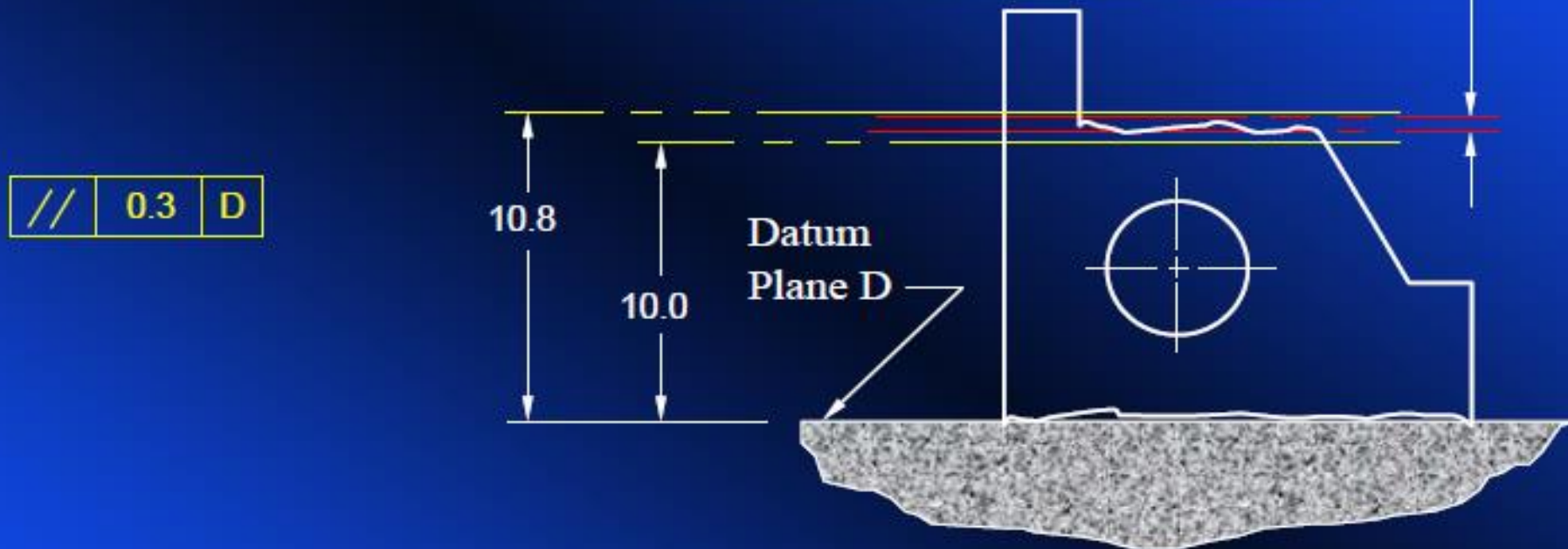
The physical dimensions locating the surface that must be parallel to the datum plane define the upper and lower limits of a dimensional tolerance zone. This feature must be verified before the parallelism tolerance can be checked.



Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications -- Parallelism

The tolerance zone is 2 parallel planes 0.3 apart, and parallel to datum Plane D (this refined tolerance may float within the larger size tolerance).



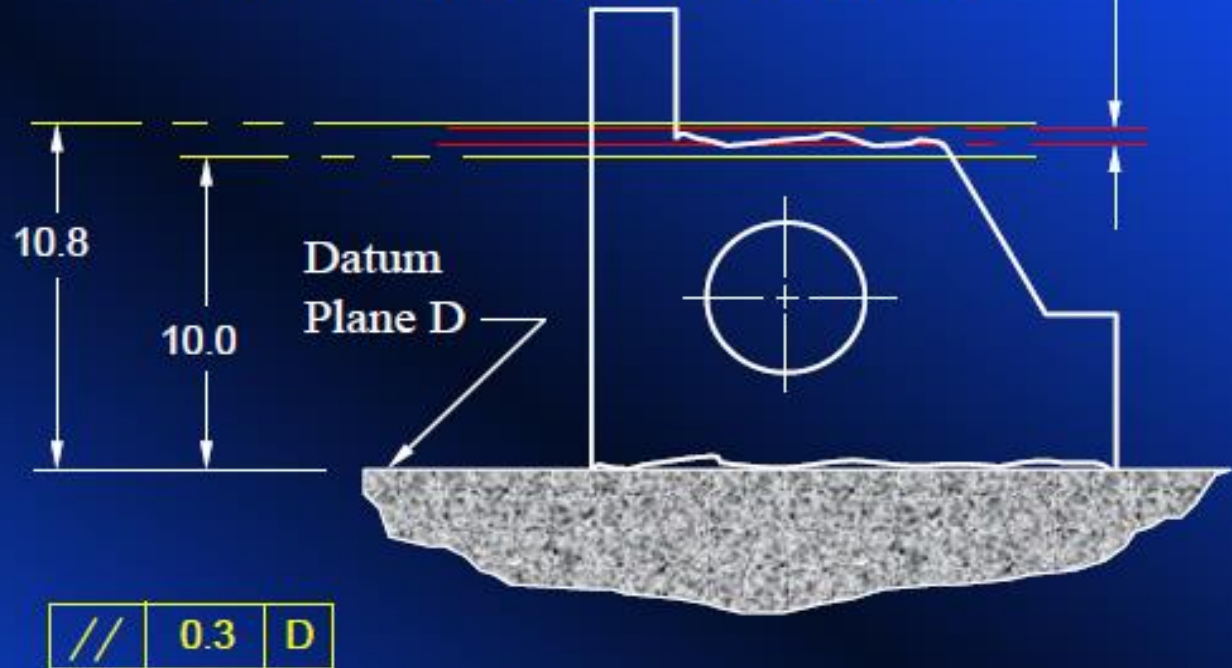
The parallelism geometric tolerance requires that the elements of the surface be within 0.3 mm of perfect parallelism with the datum plane. Also, because it is a feature that is being controlled, none of the elements of the surface can violate the boundaries of the size dimensions (MMC or LMC).

Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications -- Parallelism

The tolerance zone is 2 parallel planes 0.3 apart, and parallel to datum Plane D (this refined tolerance may float within the larger size tolerance).

Note: When a parallelism control is applied to a feature, the straightness and flatness of the feature is indirectly controlled by the boundaries of the parallelism tolerance. A parallelism tolerance must be less than the size tolerance, and a datum reference is always required. The MMC/perfect form envelope is in effect (see Rule #1).



Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications – Parallelism

Axis Parallelism Controlled by Parallel Planes



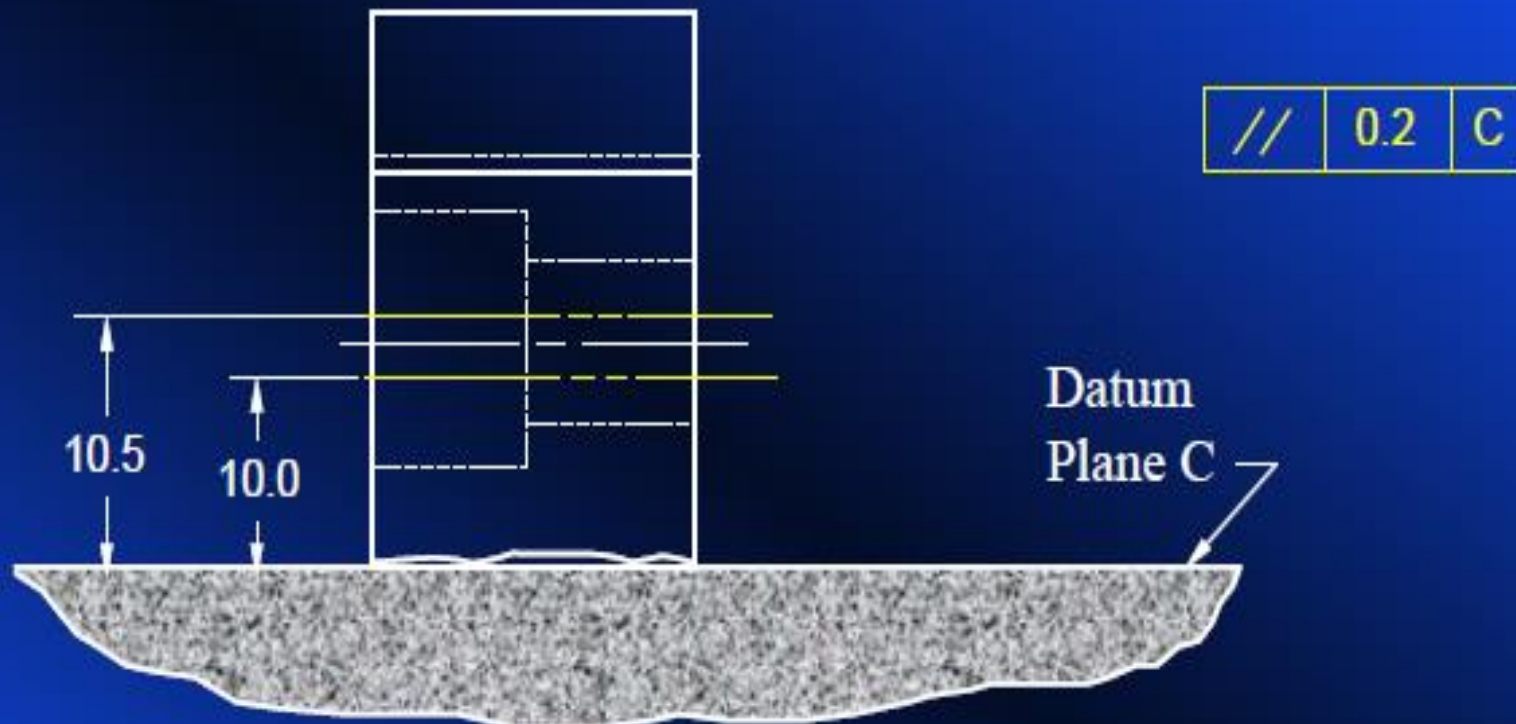
A tolerance consisting of two parallel planes can be demonstrated in this illustration. A tolerance of 0.5 mm has been established from the base of the part to the location of the hole. Notice that the control is applied to a feature of size, but there is no zone descriptor in the feature control frame. Therefore, the zone is two parallel planes.

Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications – Parallelism

Axis Parallelism Controlled by Parallel Planes

Looking from the side view, our line of sight is parallel to the planes defining the zone formed by the location dimensions—0.5 mm (yellow lines). The parallelism tolerance, however, is 0.2 mm, and must be within the boundaries of the locating tolerance.

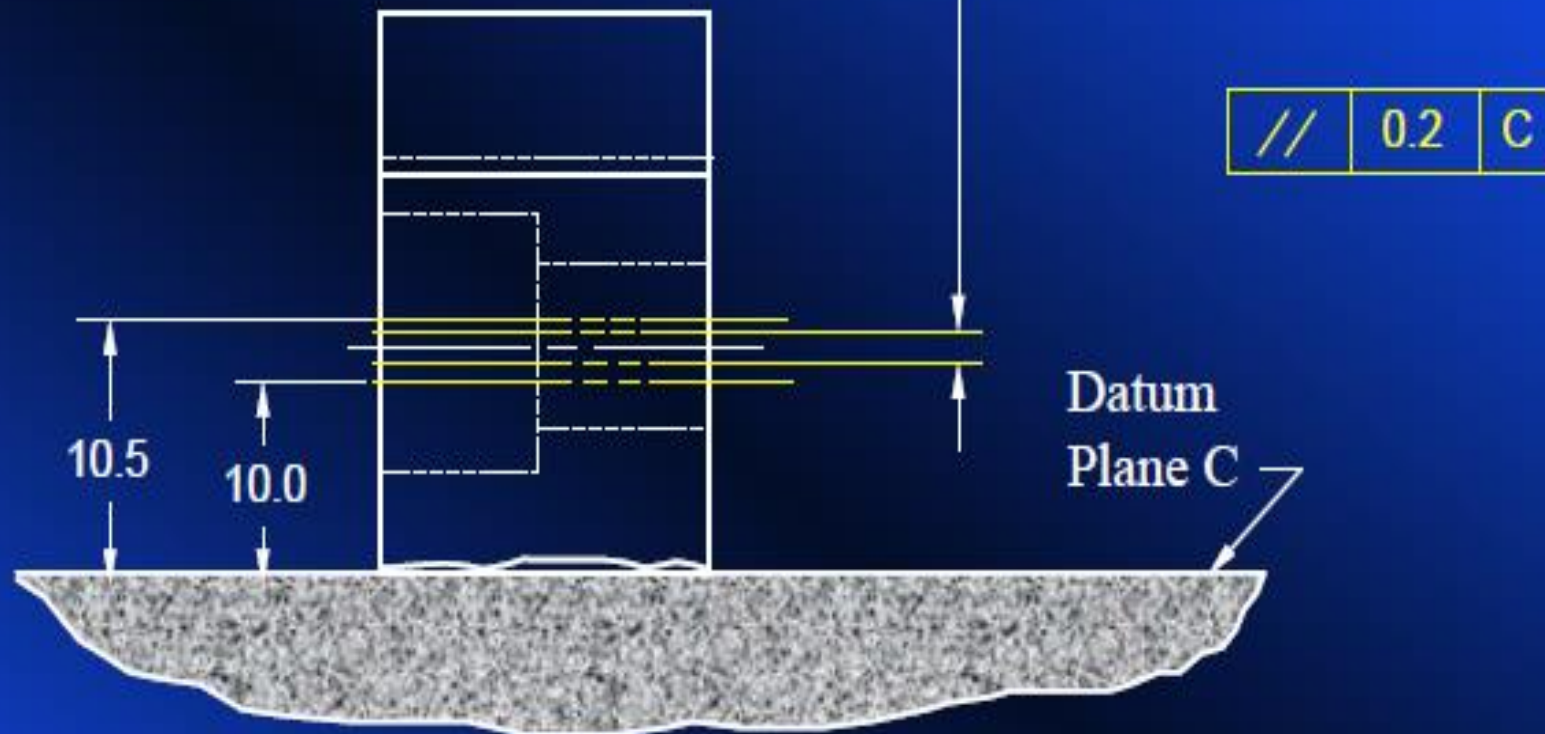


Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications – Parallelism

Axis Parallelism Controlled by Parallel Planes

Two parallel *planes*, 0.2 apart, and parallel to datum Plane C, form the boundaries of the controlling tolerance zone. This refined tolerance may float within the larger location tolerance

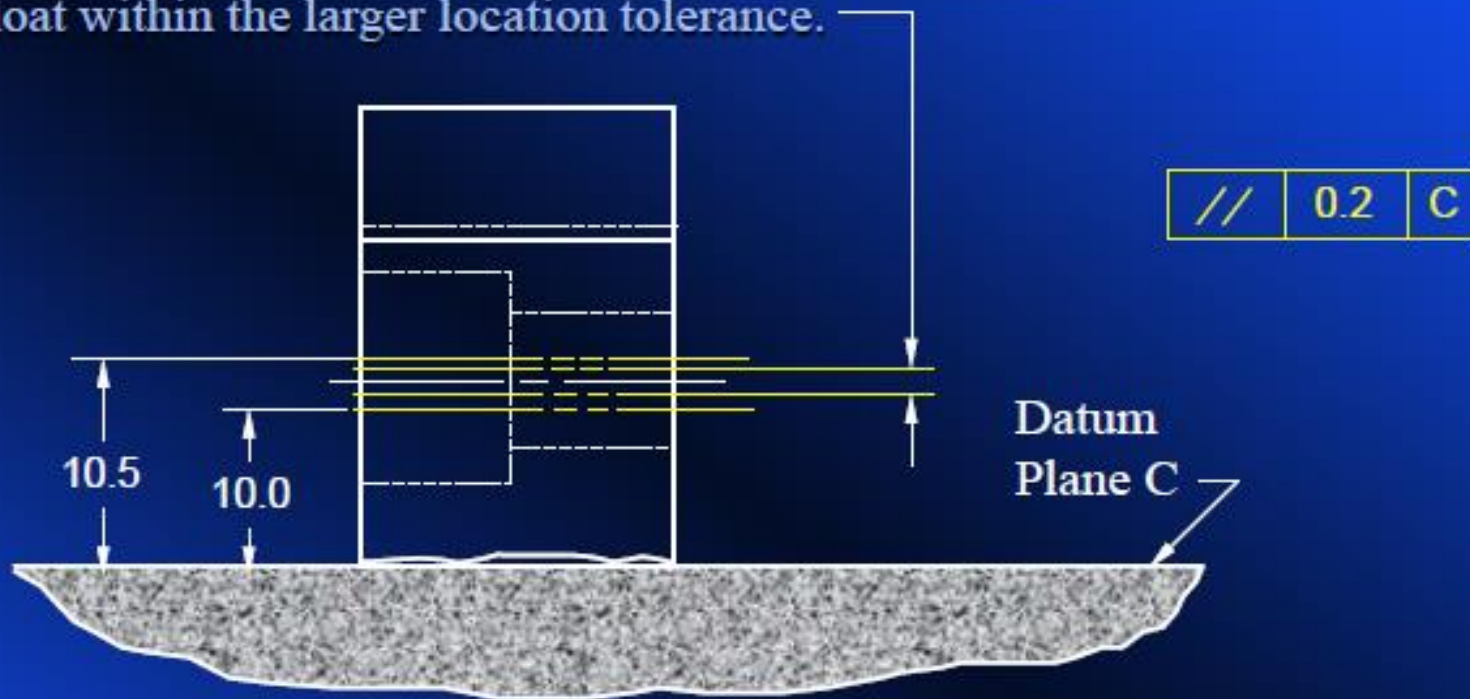


Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications – Parallelism

Axis Parallelism Controlled by Parallel Planes

Two parallel *planes*, 0.2 apart, and parallel to datum Plane C, form the boundaries of the controlling tolerance zone. This refined tolerance may float within the larger location tolerance.



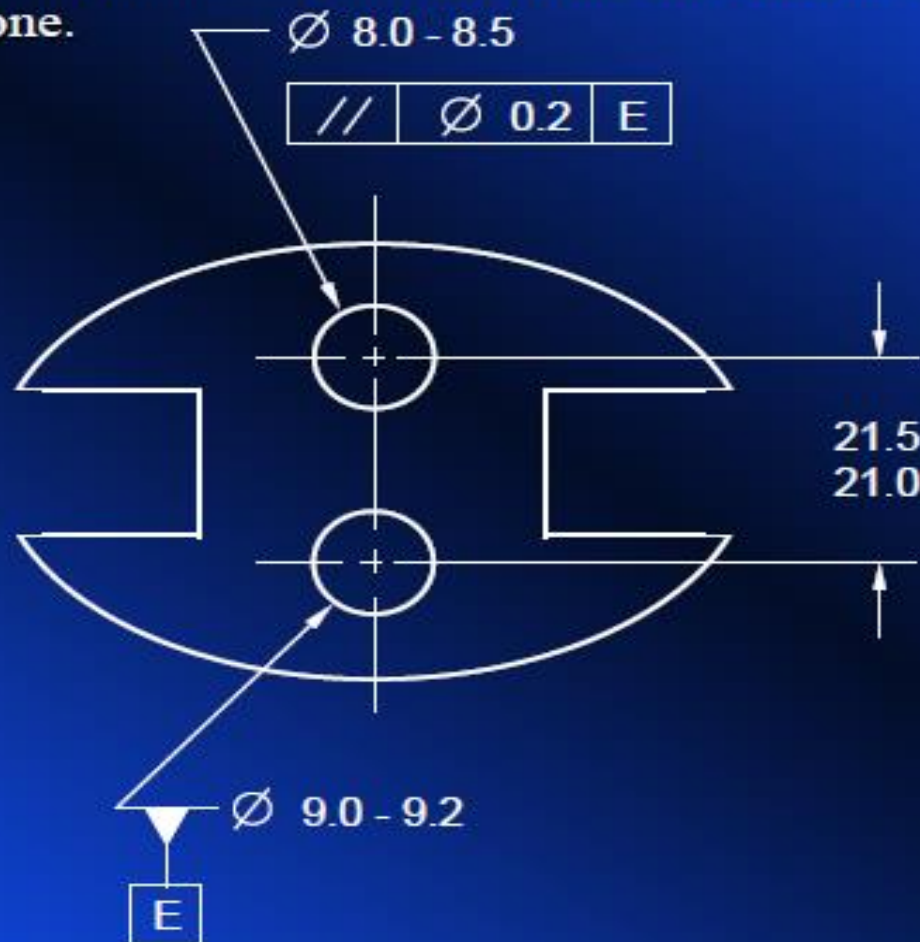
Note: Rule #1 is overridden when parallelism is applied to a feature of size (Virtual Condition Applies). The straightness of the feature axis is controlled within the restrictions of the parallelism tolerance zone. Because no modifiers have been used in this case, it applies regardless of feature size.

Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications – Parallelism

A Cylindrical Tolerance Zone (RFS)

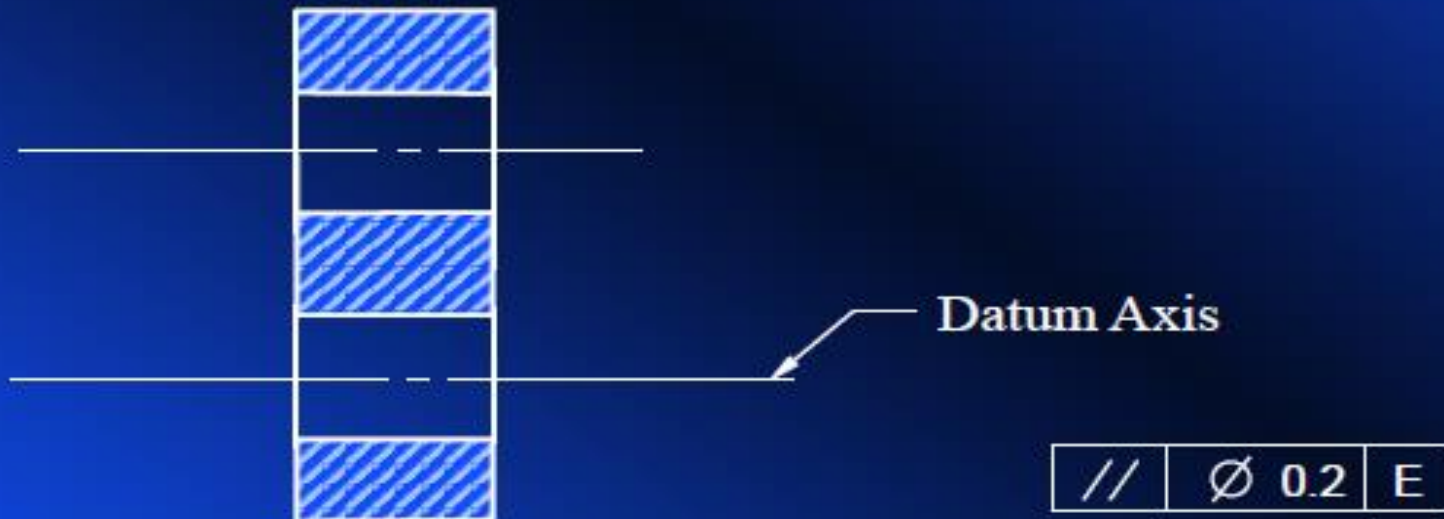
Datum feature E is used to establish the datum Axis. A second hole is located a specified distance away on the same vertical center plane. The axis of the second hole (the controlled feature) must be parallel to the datum axis within the specified cylindrical tolerance zone.



Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications – Parallelism A Cylindrical Tolerance Zone (RFS)

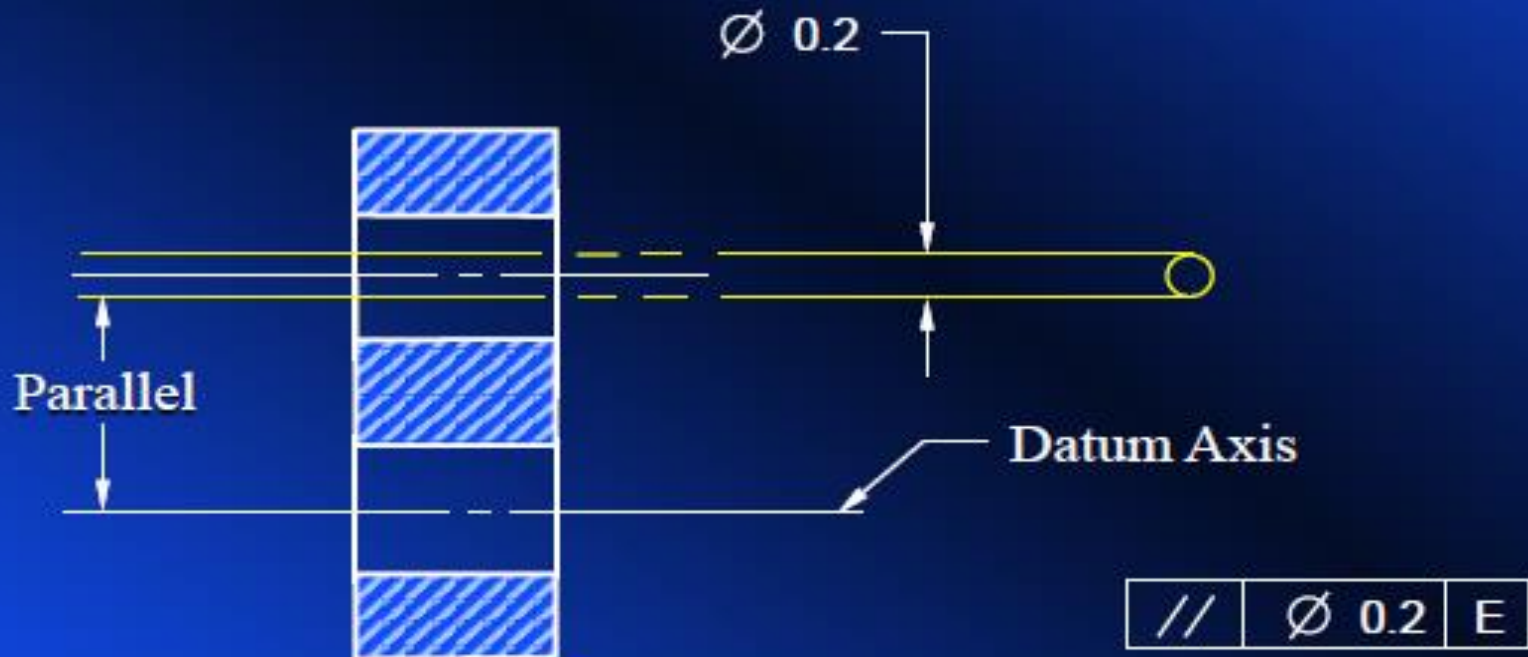
The datum axis is established by high points on the internal surface of the hole in contact with a gage surface. Once the contact has been made, the gage axis becomes the datum axis.



Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications – Parallelism A Cylindrical Tolerance Zone (RFS)

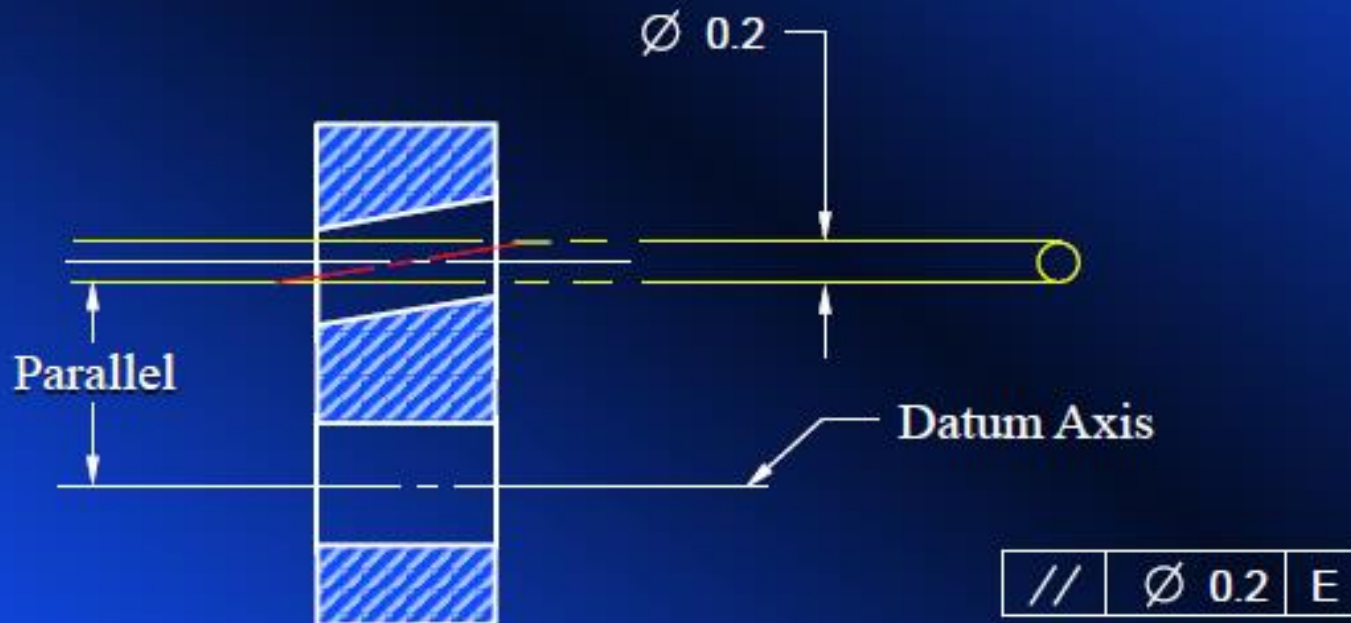
Regardless of feature (hole) size, the tolerance zone for the controlled hole is a cylinder, 0.2 mm in diameter, parallel to the datum axis, within the location tolerance, and extending through the part



Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications – Parallelism A Cylindrical Tolerance Zone (RFS)

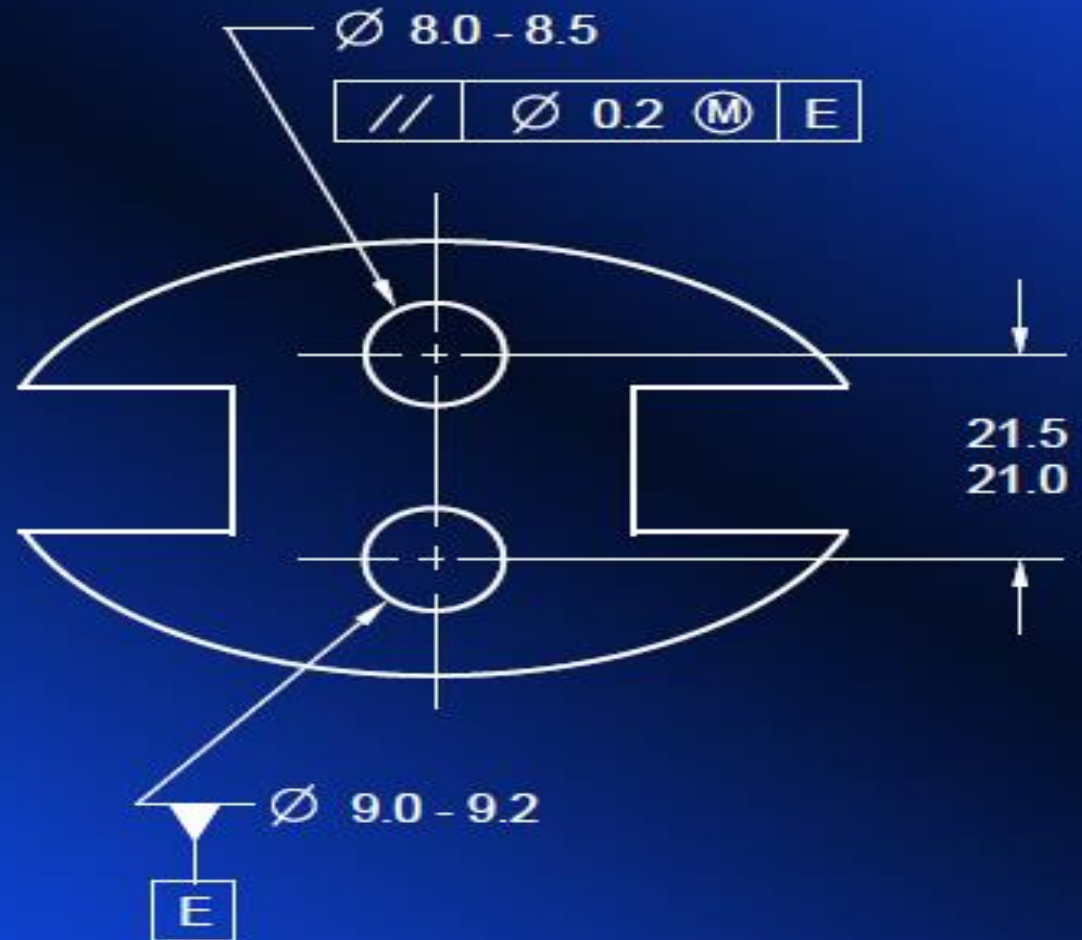
Because the parallelism tolerance was assigned to a feature of size, both parallelism and straightness of the feature axis is constrained within the tolerance zone. A parallelism tolerance should be less than the feature location tolerance, and in this case, there is no bonus or additional tolerance because the parallelism tolerance was not modified to apply at MMC.



Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications – Parallelism A Cylindrical Tolerance Zone (MMC)

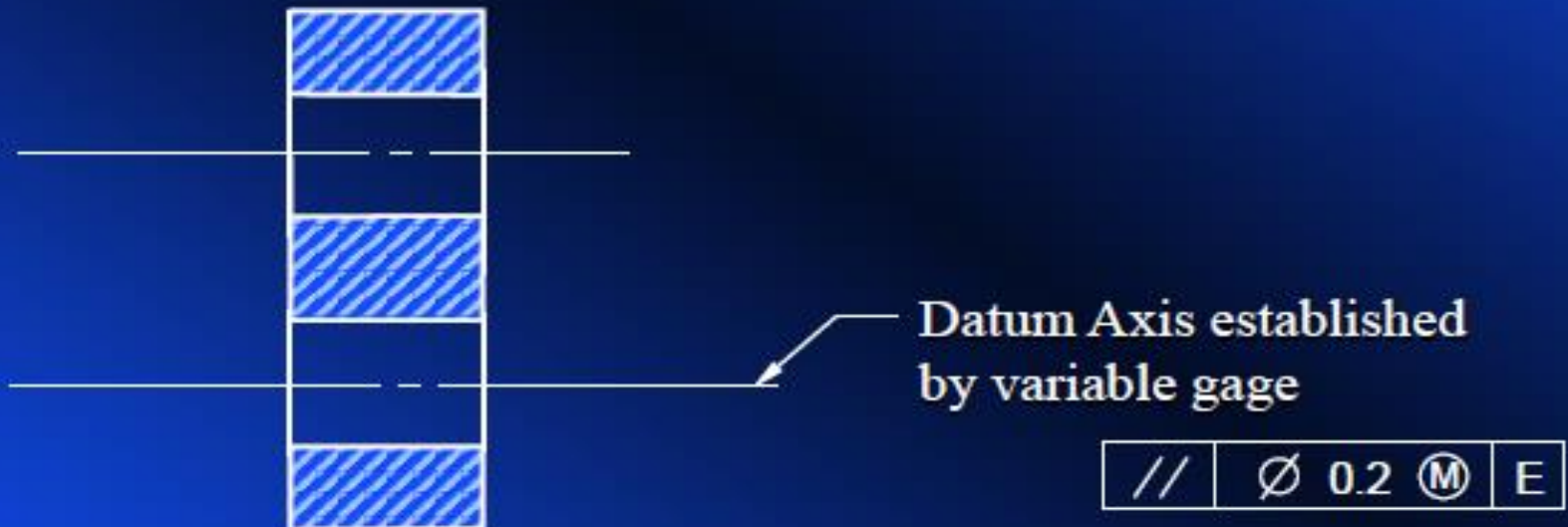
Datum feature E is used to establish the datum axis, and the axis of the second hole is to be parallel to the first within a cylindrical tolerance zone of 0.2 mm. In this case, however, the tolerance has been modified to apply when the feature is at MMC. As the feature increases in size, the tolerance for parallelism is allowed to increase proportionately.



Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications – Parallelism A Cylindrical Tolerance Zone (MMC)

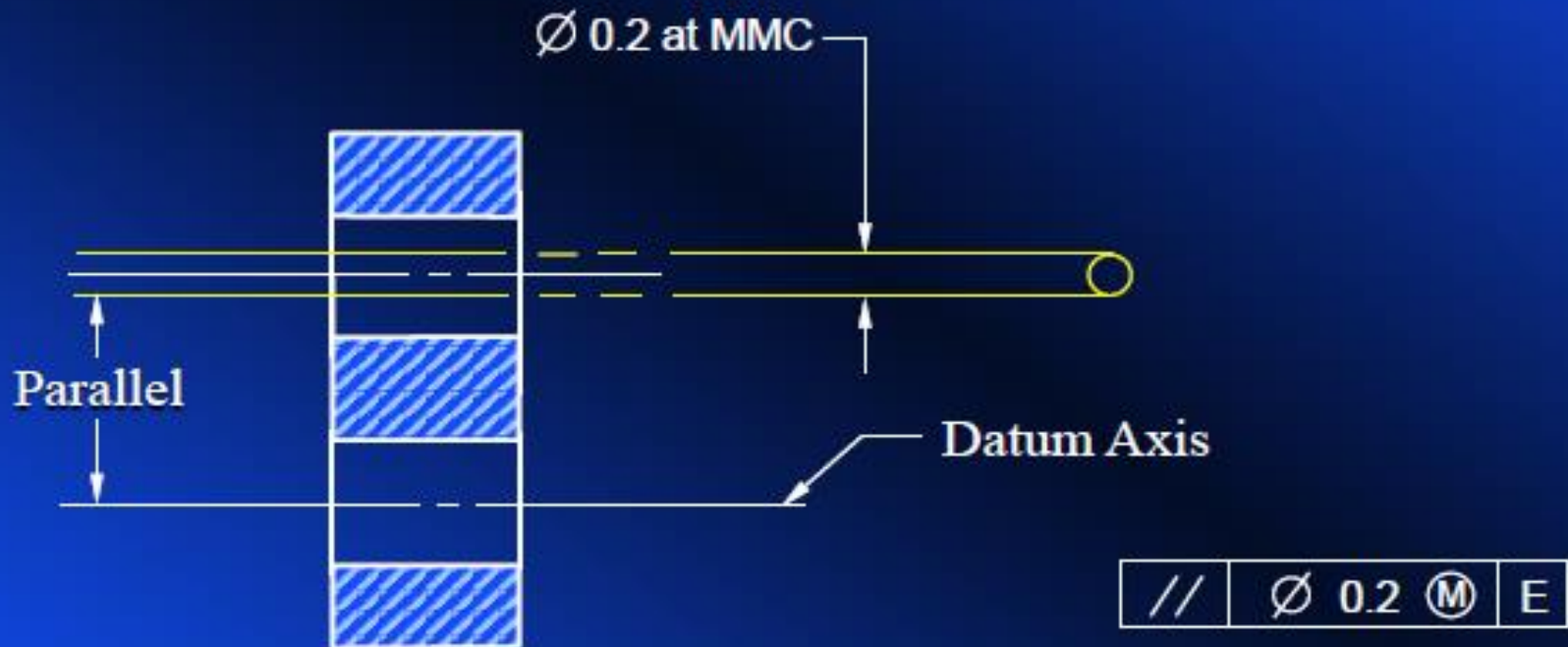
The datum axis is established by high points on the internal surface of the datum feature (lower hole) in contact with a gage surface. Remember, once the contact has been established, the *gage axis* becomes the datum axis.



Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications – Parallelism A Cylindrical Tolerance Zone (MMC)

When the feature (hole) is at MMC, the tolerance zone for the controlled hole is a cylinder, 0.2 mm in diameter, parallel to the datum axis, within the location tolerance, and extending through the part

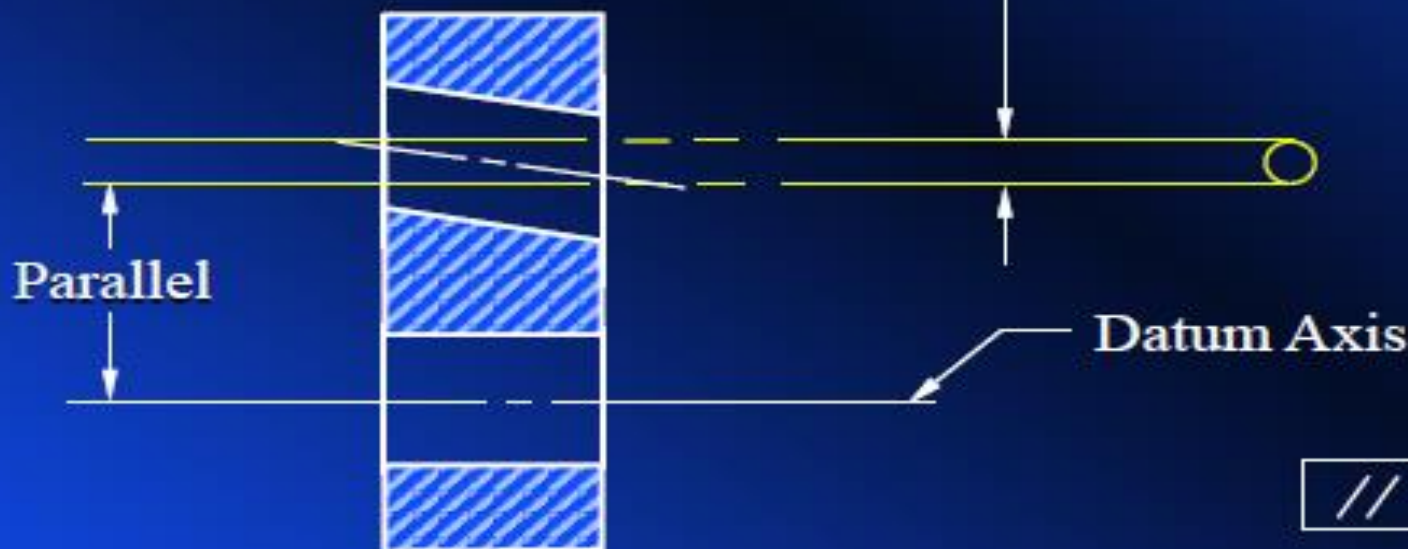


Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications – Parallelism

A Cylindrical Tolerance Zone (MMC)

The axis of the controlled feature must be fully contained within the cylindrical tolerance zone established by the tolerance in the feature control frame

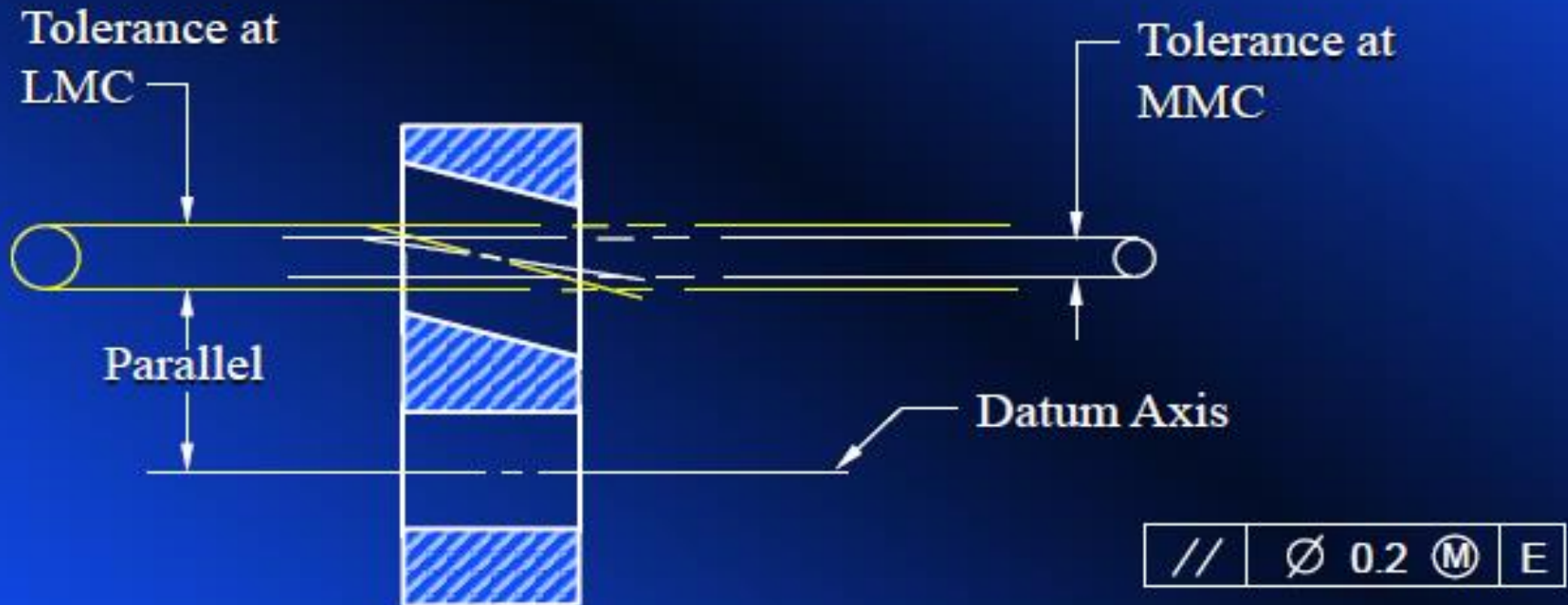


Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications – Parallelism

A Cylindrical Tolerance Zone (MMC)

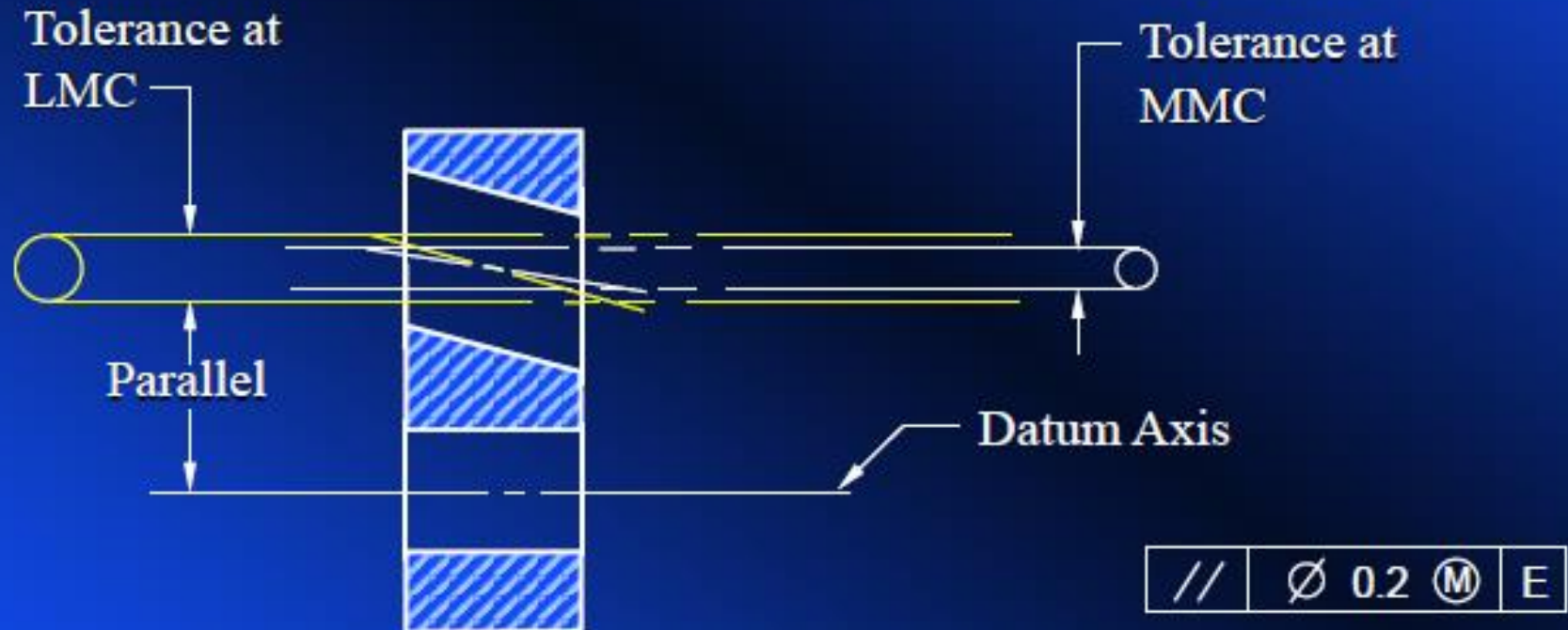
As departure from MMC occurs, the cylindrical tolerance zone for the controlled axis is allowed to grow in direct proportion—to the extent of the size tolerance, LMC. The zone must remain parallel to the datum axis, within the location tolerance, and extend through the part.



Parallelism (موازی بودن) (توازی)

Applications – Parallelism A Cylindrical Tolerance Zone (MMC)

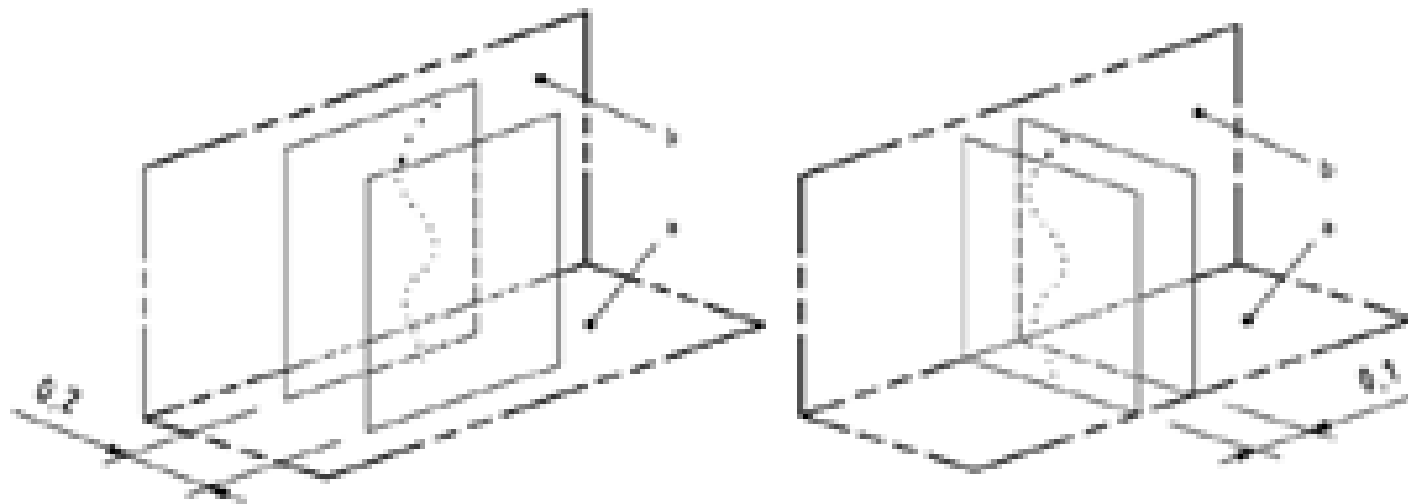
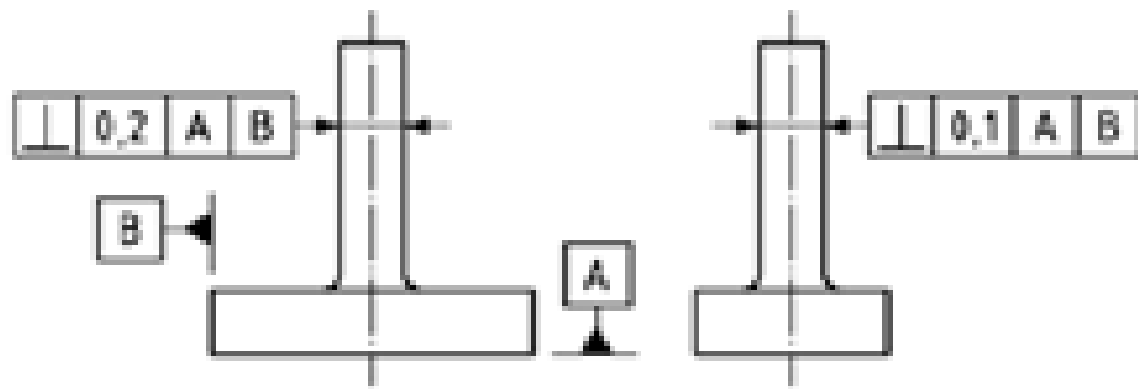
Because the parallelism tolerance is applied to a size feature and modified to apply at MMC, Rule #1 is overridden, and bonus tolerance is available. Also, permissible variation from perfect straightness of the feature axis is only controlled by the extents of the parallelism tolerance zone.



متعامد بودن perpendicularity

تولرانس تعامد (Perpendicularity)

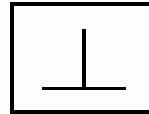
تولرانس تعامد، عمود بودن یک سطح را نسبت به سطح مرجع نشان می دهد.



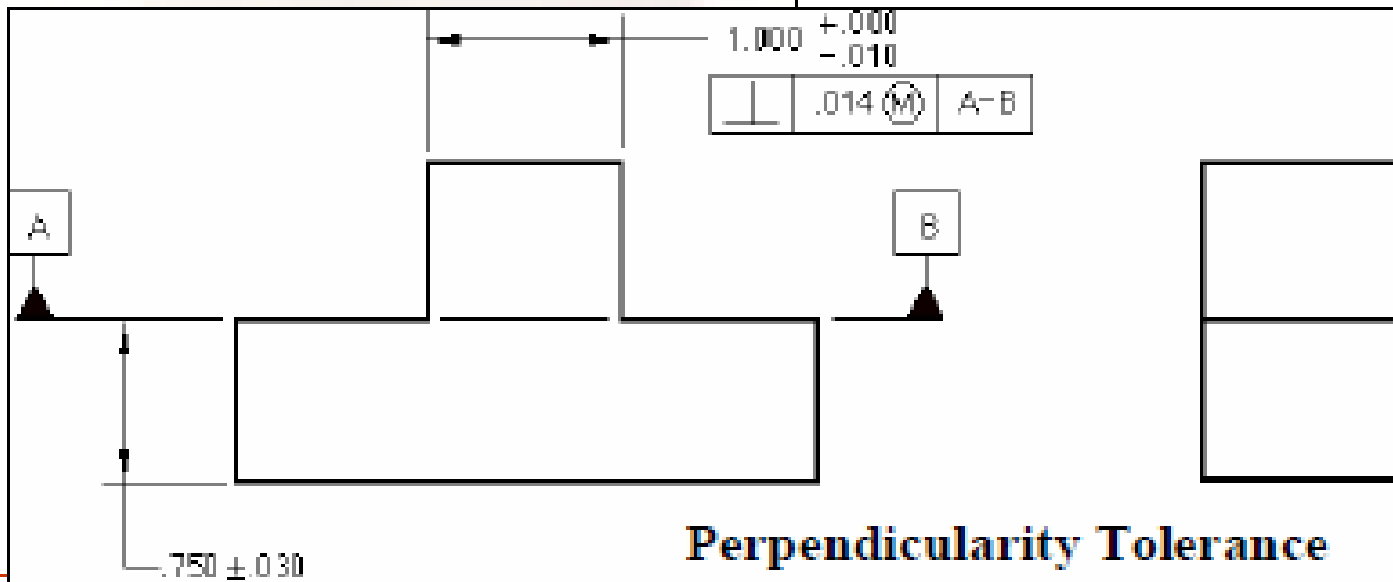
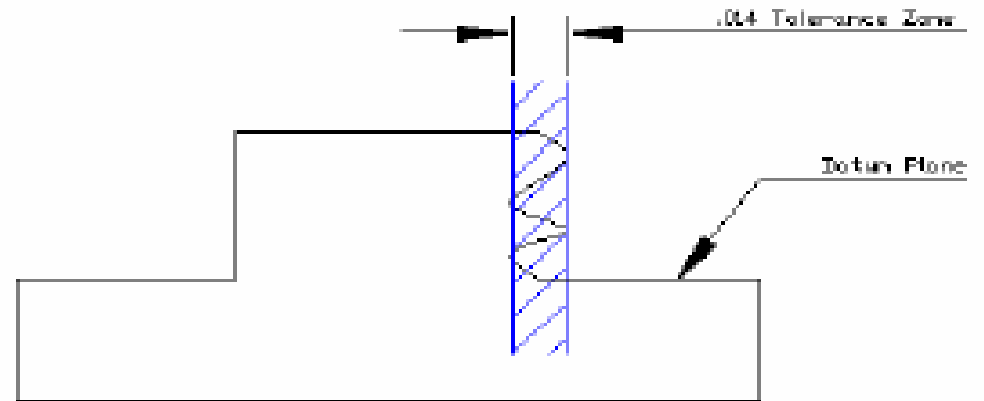
perpendicularity متعامد بودن

Tolerance of Orientation

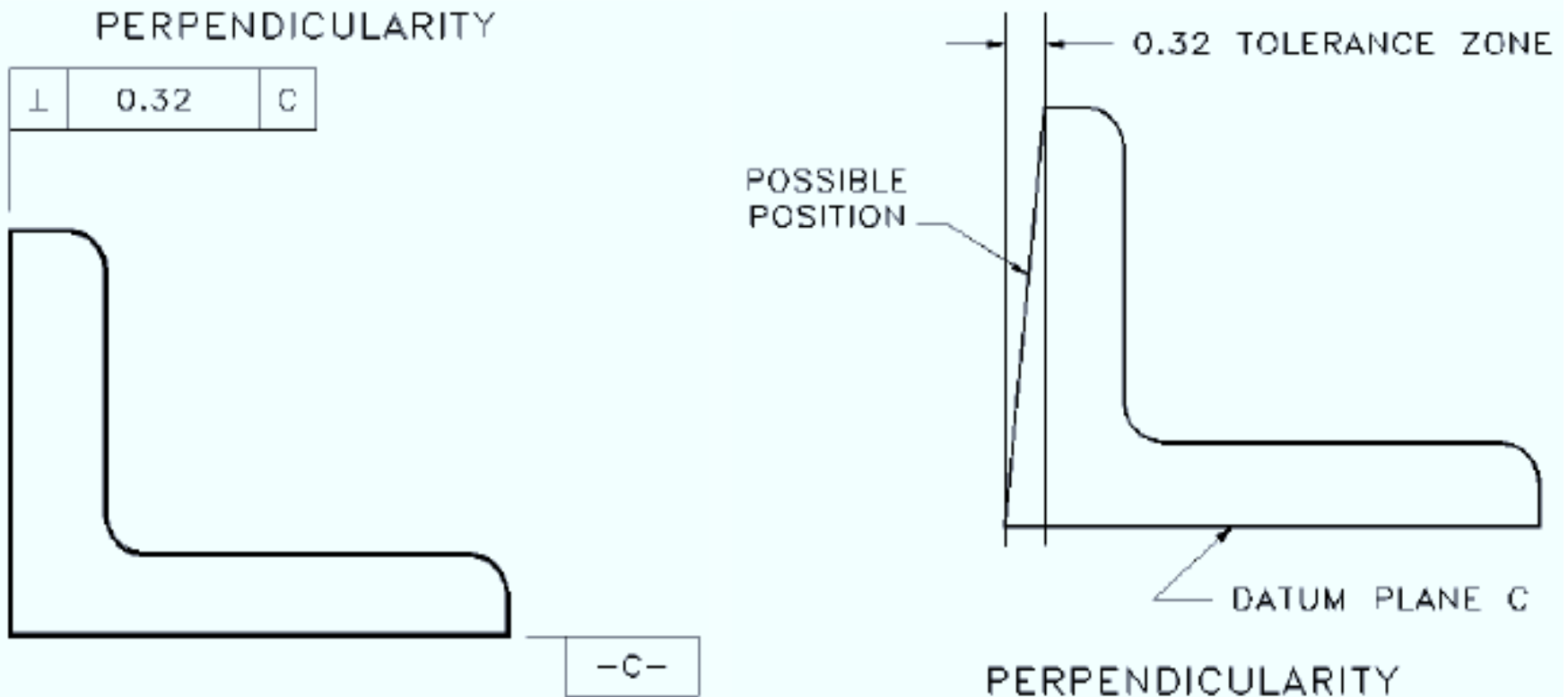
Perpendicularity



Perpendicularity Tolerance Zone

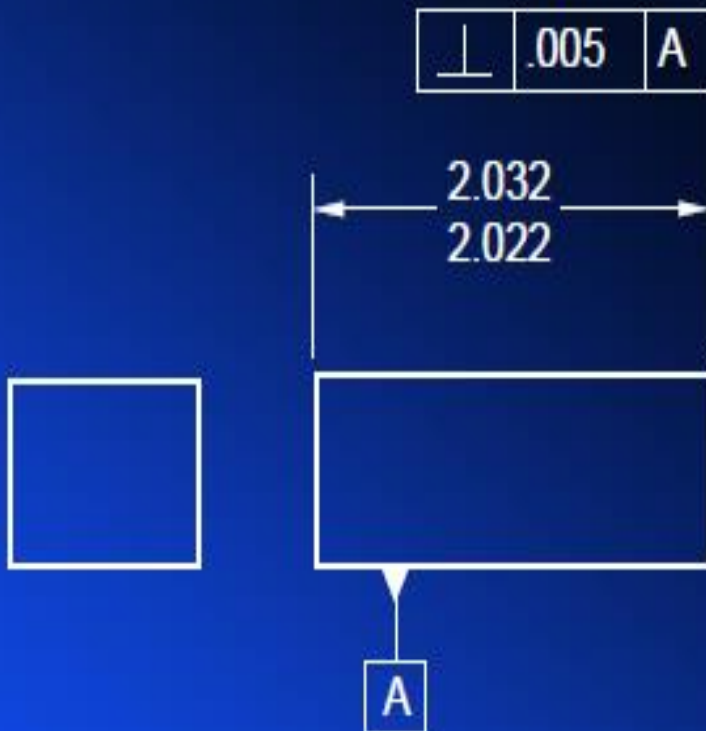


Perpendicularity



Applications—Perpendicularity

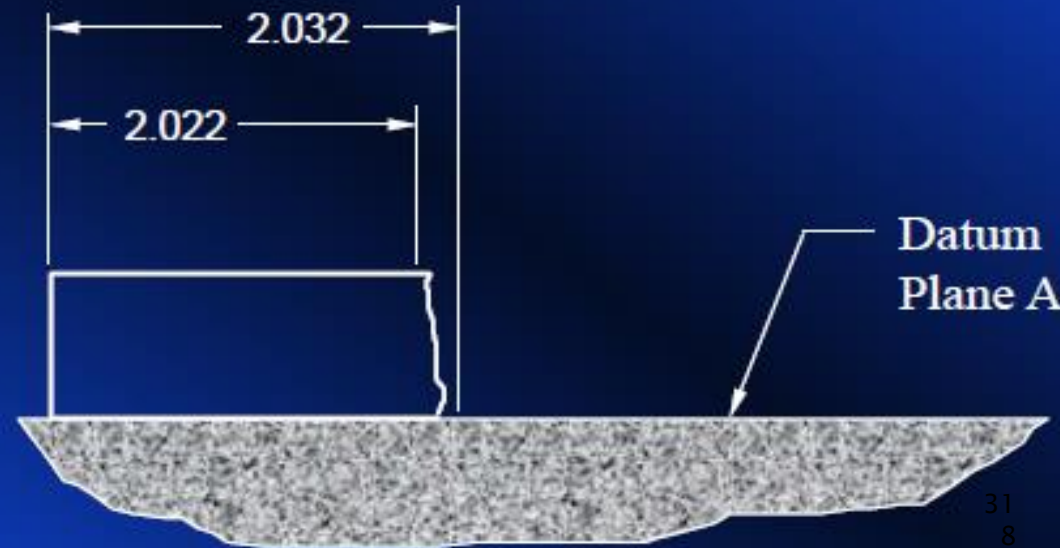
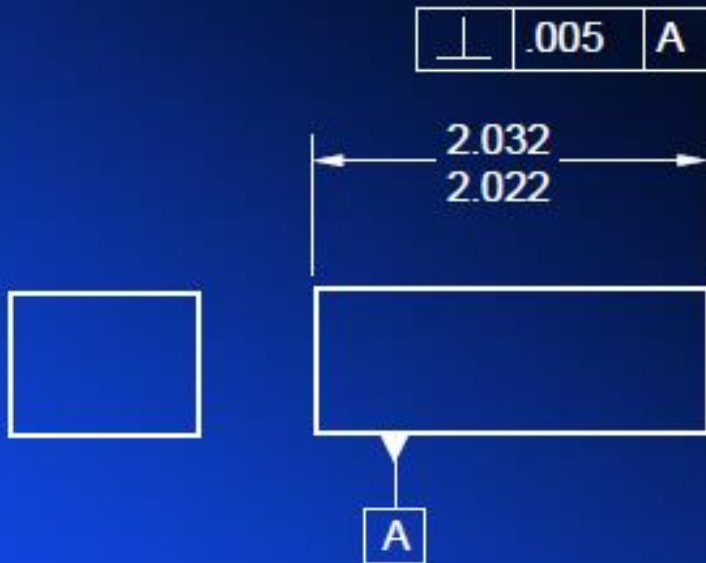
When perpendicularity is applied to a planar surface, the attitude of the surface is defined relative to the specified datum. In this case all of the elements of the surface defining the right side of the object, must be within a zone defined by two parallel planes, .005 apart, and perpendicular to datum plane A.



perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity

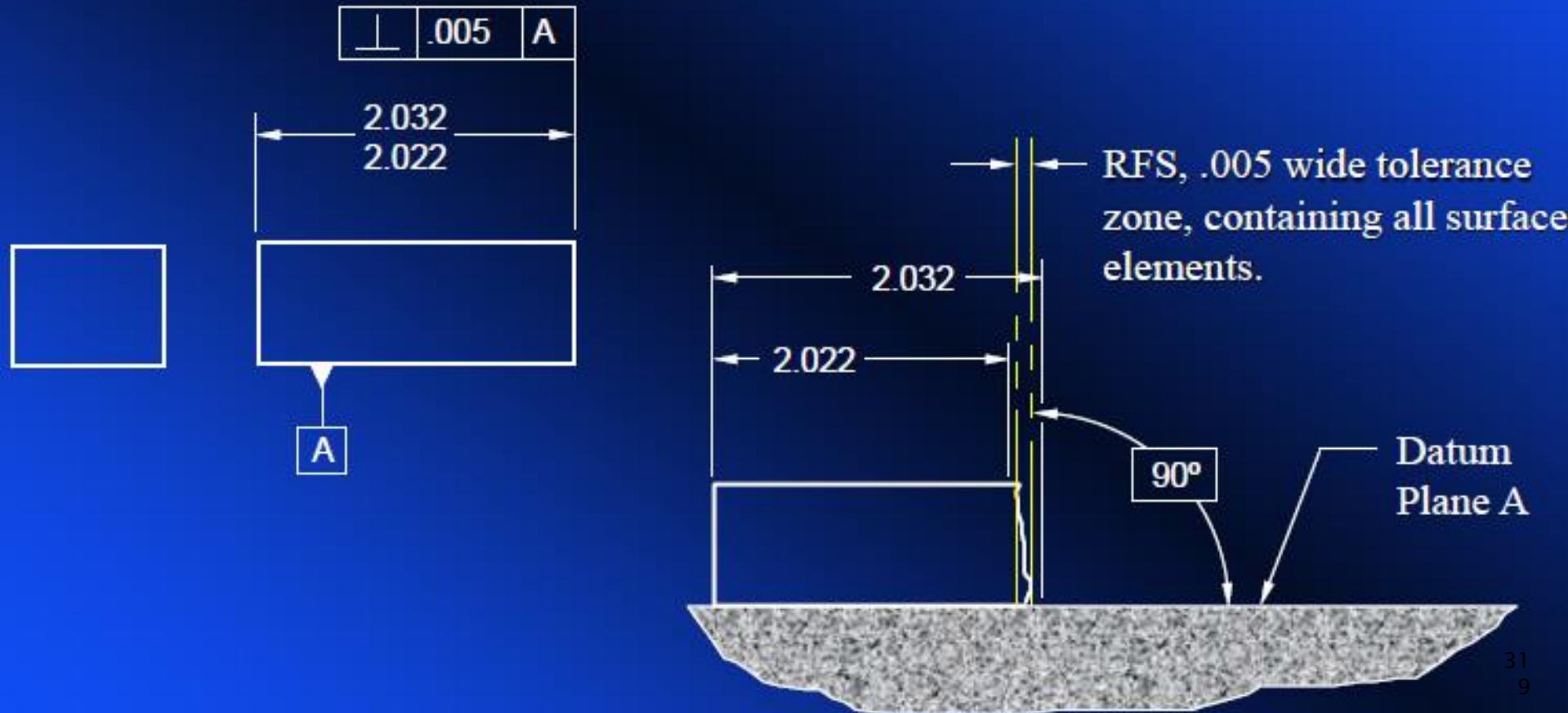
When inspecting the part, the size is verified first. The size of the part must be within the specified limits. Once the size have been verified, the required perpendicularity is then checked.



perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity

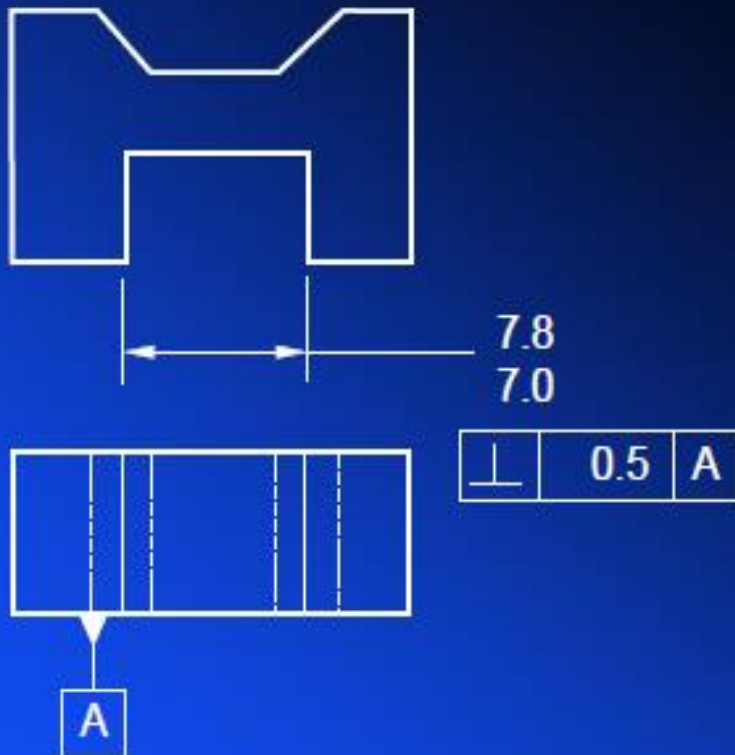
In verifying the perpendicularity of the surface, it also becomes obvious that the *flatness* of the surface is also controlled by the perpendicularity tolerance (two parallel planes .005 apart). The *tolerance zone* for perpendicularity can 'float' within the size limits tolerance, but must be maintained normal to datum plane A.



perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity

Let's consider a case where perpendicularity is applied to a feature of size. In such cases, perpendicularity controls the *median* plane of the size feature relative to the datum plane.

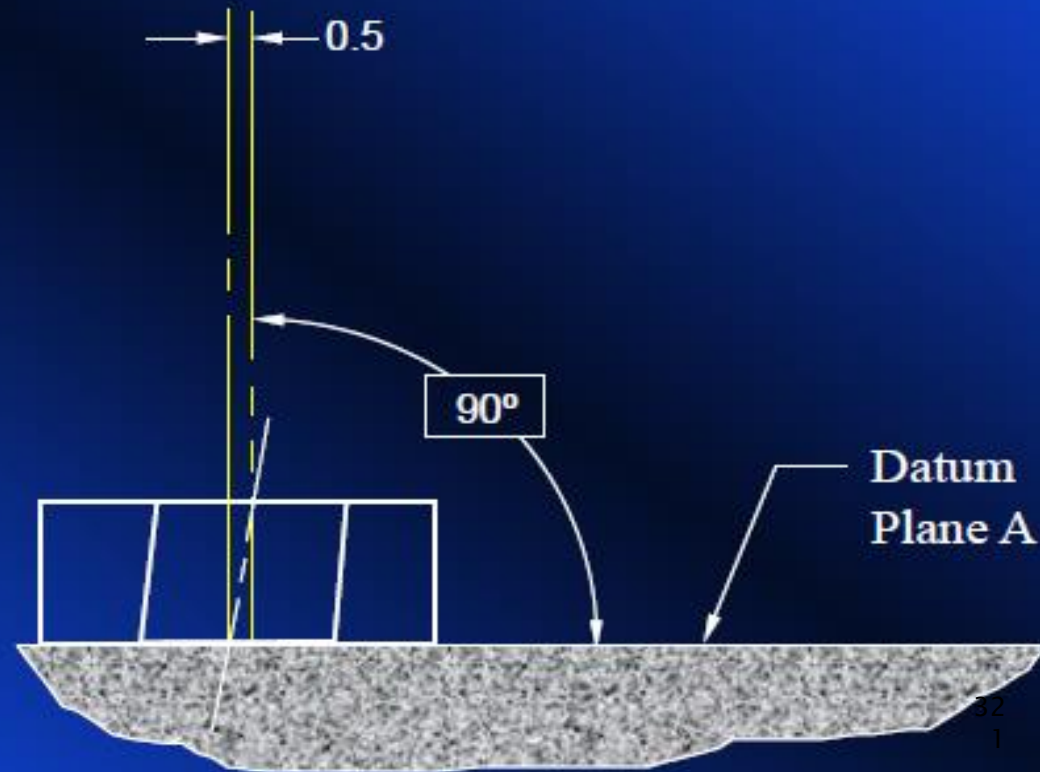
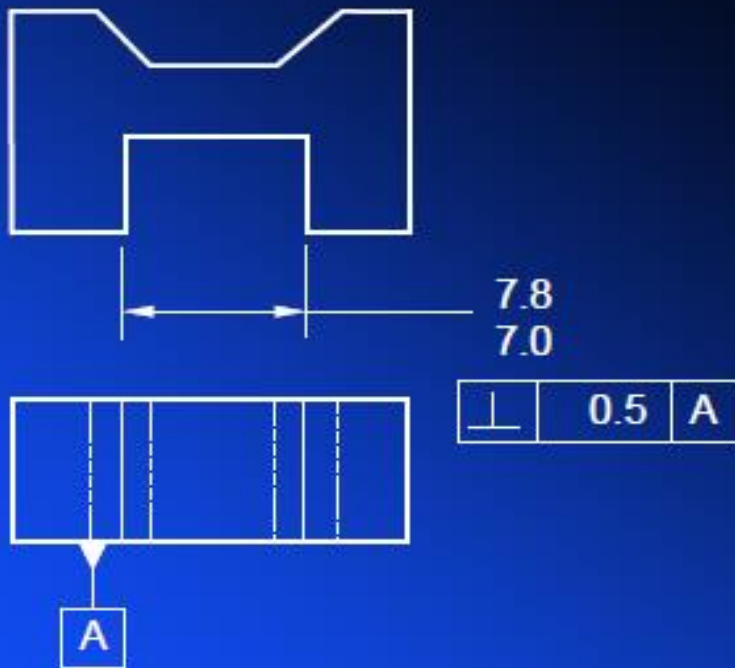


perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity

Interpretation: Regardless of feature size, the center plane must lie between two parallel planes, establishing a 0.5 wide tolerance zone, oriented 90° to datum plane A.

Note: The form of the groove is controlled by a combination of the size tolerance and the perpendicularity tolerance.



Applications—Perpendicularity

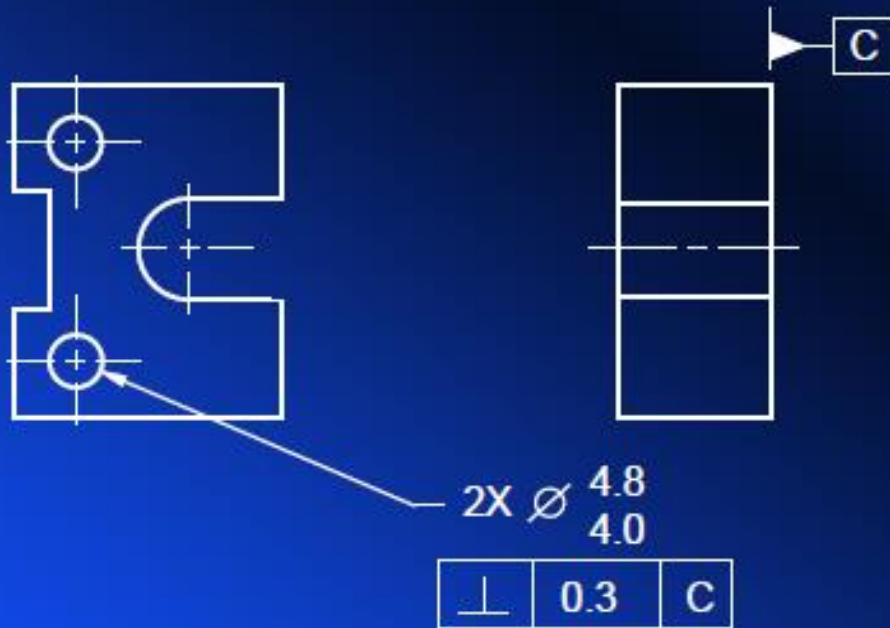
Perpendicularity Applied to a Cylindrical Feature (2-Dimensional Control)

The tolerance zone is defined by two parallel planes, perpendicular to a datum plane and within which the axis of the tolerated size feature must lie.



Applications—Perpendicularity

Perpendicularity Applied to a Cylindrical Feature (2-Dimensional Control).



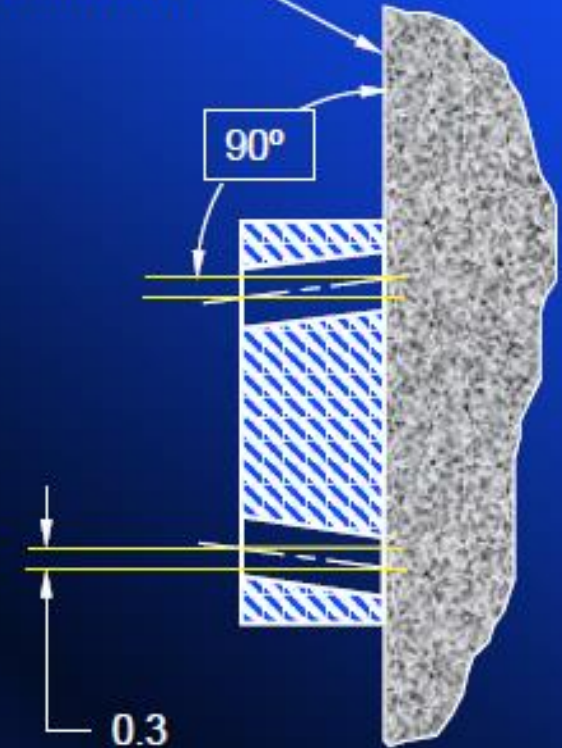
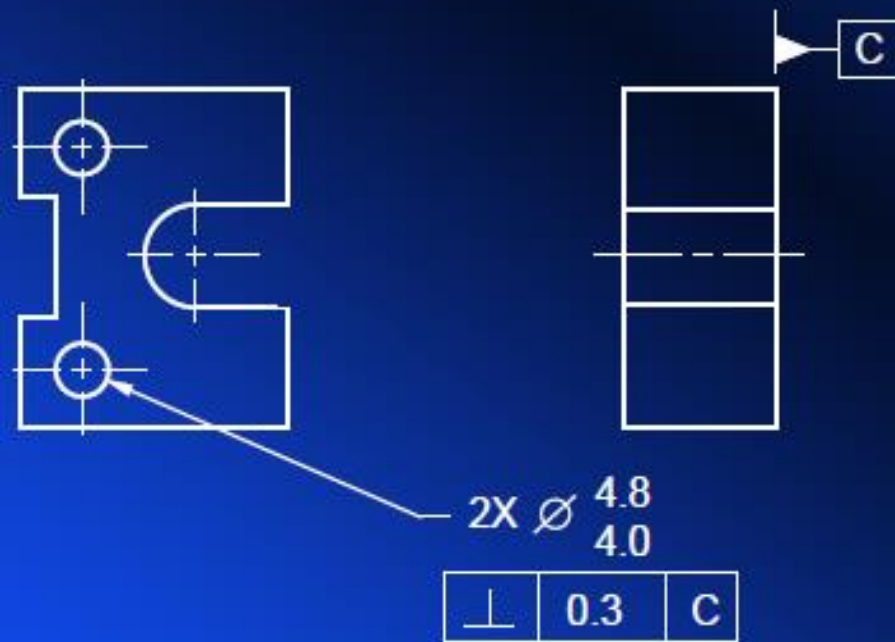
While the stipulated control is for the perpendicularity of the two holes, relative to datum plane C, the absence of the zone descriptor in the feature control frame indicates that the zone is to be formed by two parallel *planes* that are perpendicular to the datum plane—restricting the axes to a two-dimensional control.

perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity

Perpendicularity Applied to a Cylindrical Feature (2-Dimensional Control).

Datum Plane C Simulator



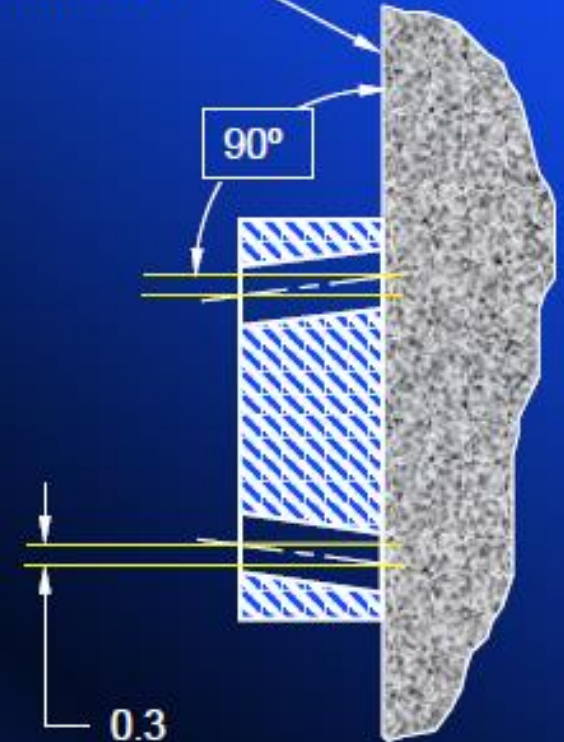
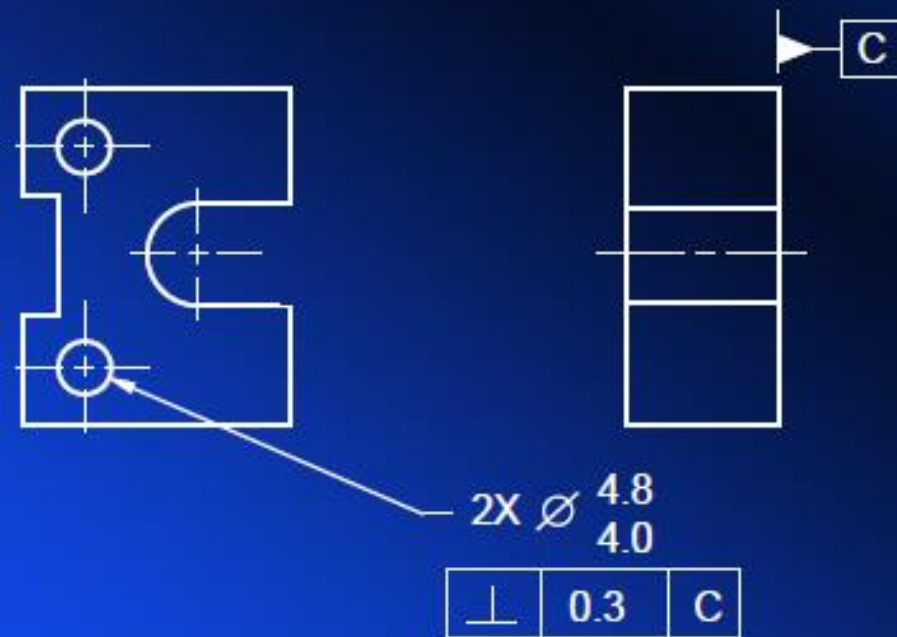
Regardless of the hole sizes (within their specified size limits), both axes must lie between two parallel planes that are 0.3 mm apart and perpendicular to datum plane C.

perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity

Perpendicularity Applied to a Cylindrical Feature (2-Dimensional Control).

Datum Plane C Simulator



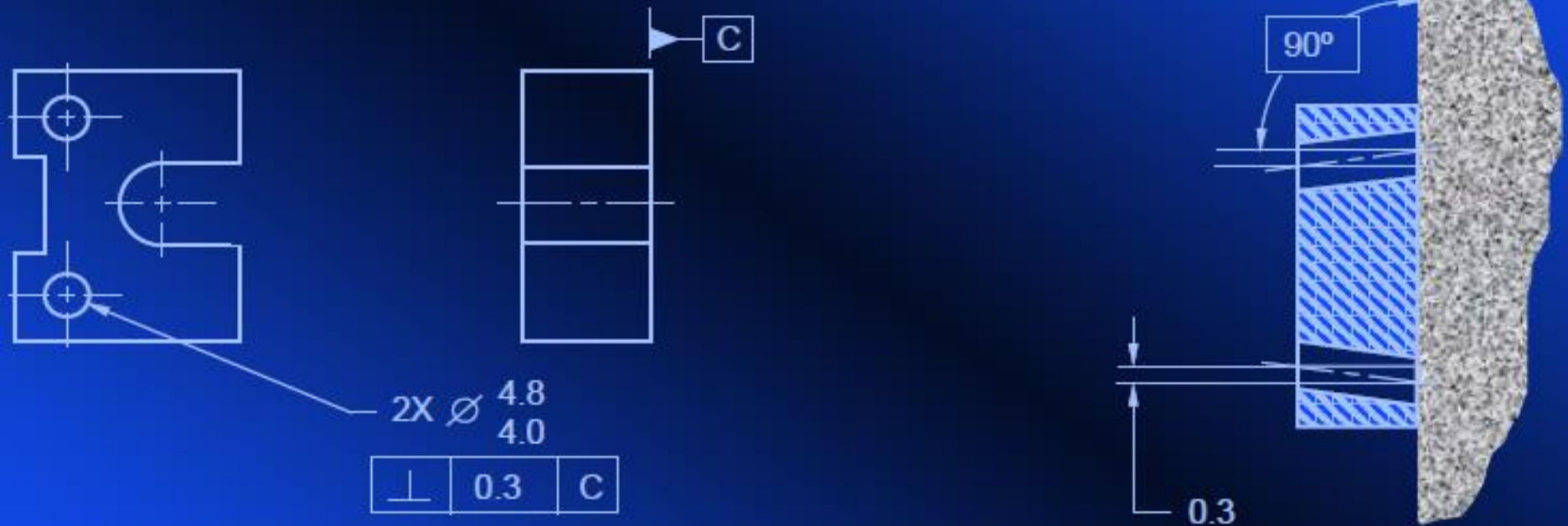
Note: If no zone descriptor is present in the feature control frame, the tolerance zone is always the linear distance between two parallel planes. In this case the planes are established perpendicular to the datum plane.

Regardless of the hole sizes (within their specified size limits), both axes must lie between two parallel planes that are 0.3 mm apart and perpendicular to datum plane C.

Applications—Perpendicularity

Perpendicularity Applied to a Cylindrical Feature (2-Dimensional Control).

Datum Plane C Simulator



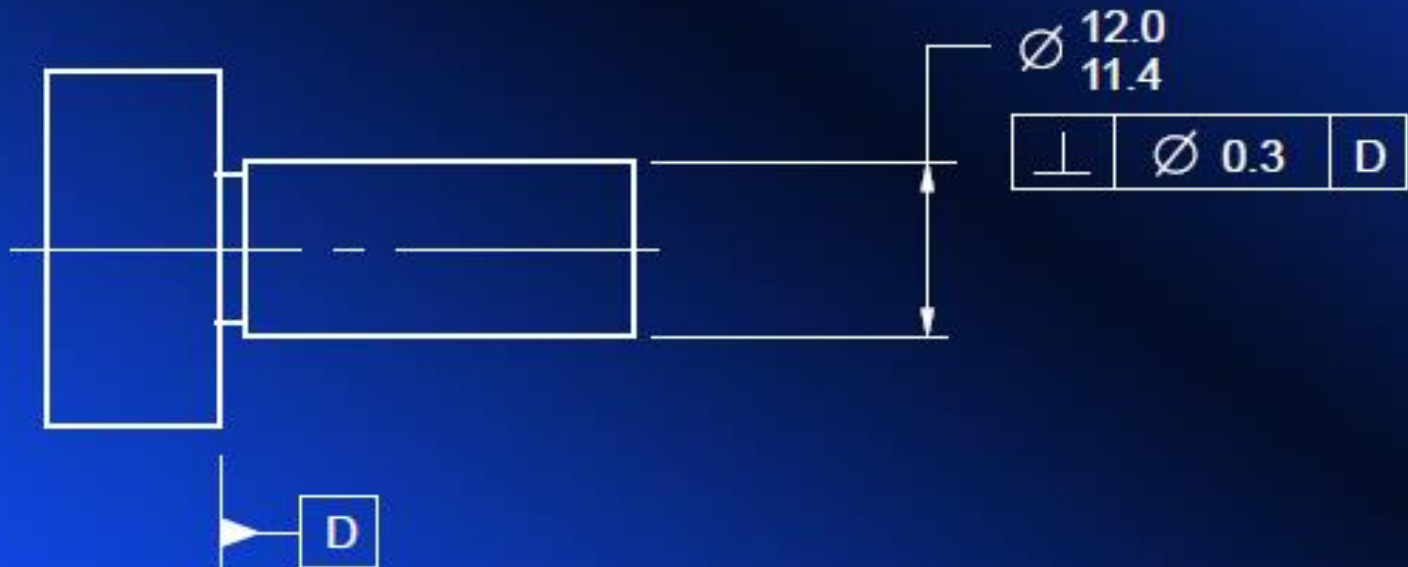
As we established earlier, where *related* geometric tolerancing controls are called for, the features themselves must first be certified to be within their tolerance limits—in this case the diameter sizes of the holes. Then the specified relationship(s) to the controlling datum or datums can be verified.

perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity

Perpendicularity Control of an Axis -- Regardless of Feature Size.

When a zone descriptor (diameter symbol) is used in the tolerance portion of the feature control frame, a cylindrical tolerance zone is established. When used in conjunction with perpendicularity, the zone will be perpendicular to a datum plane or axis, within which the axis of the specified size feature must lie.



Applications—Perpendicularity

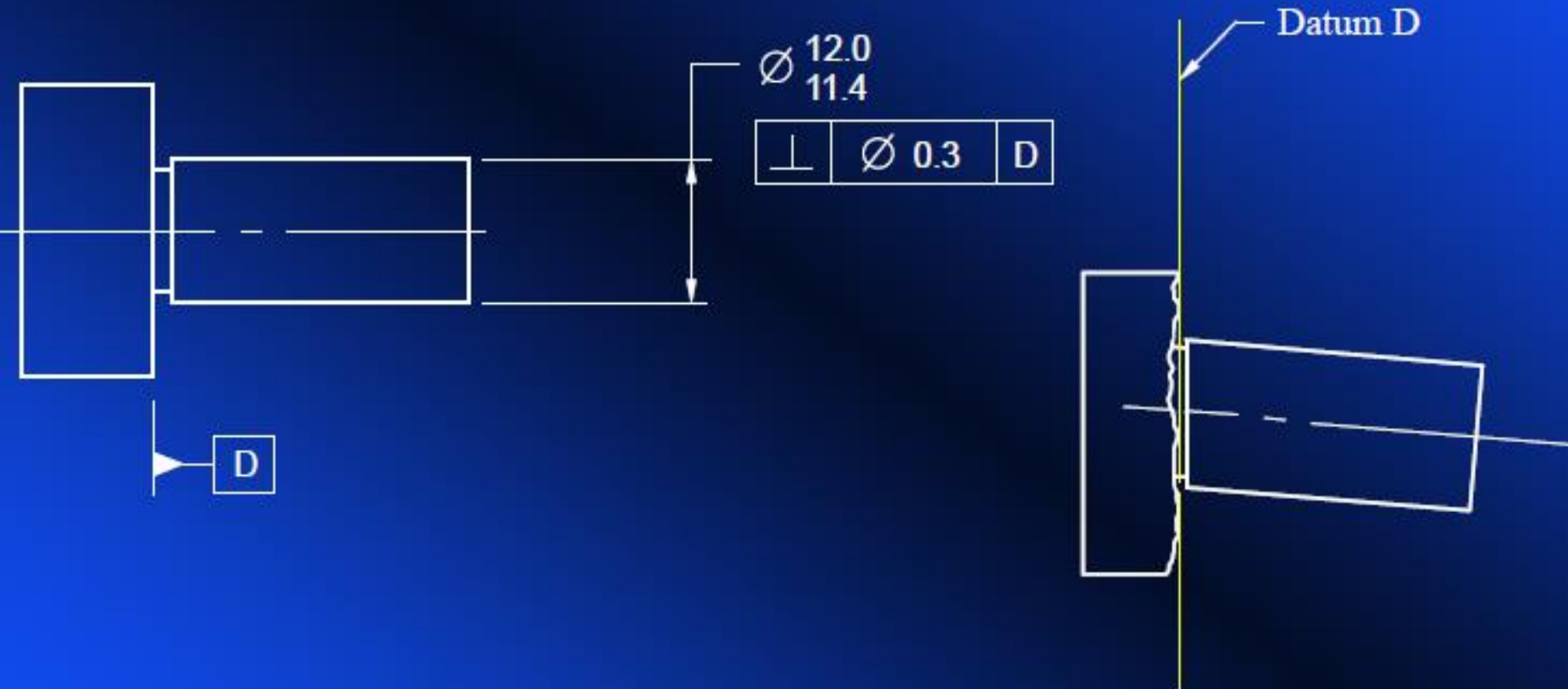
Perpendicularity Control of an Axis -- Regardless of Feature Size.



The axis is determined by the diameter dimension—accompanied by the feature control frame—which orients the axis' cylindrical tolerance zone to planar datum D.

Applications—Perpendicularity

Perpendicularity Control of an Axis -- Regardless of Feature Size.

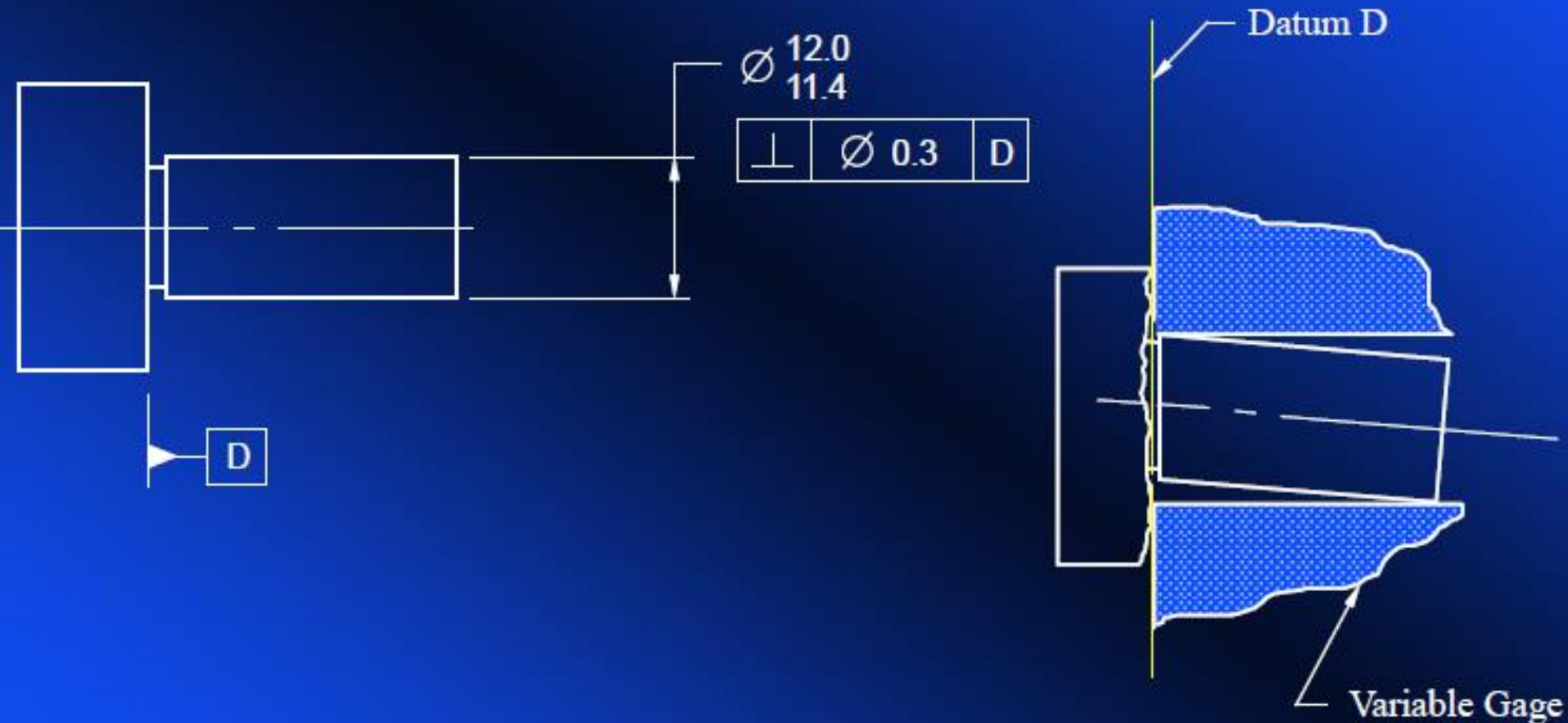


Planar datum D is established by a minimum of three high points on the surface, in contact with a gage surface.

perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity

Perpendicularity Control of an Axis -- Regardless of Feature Size.

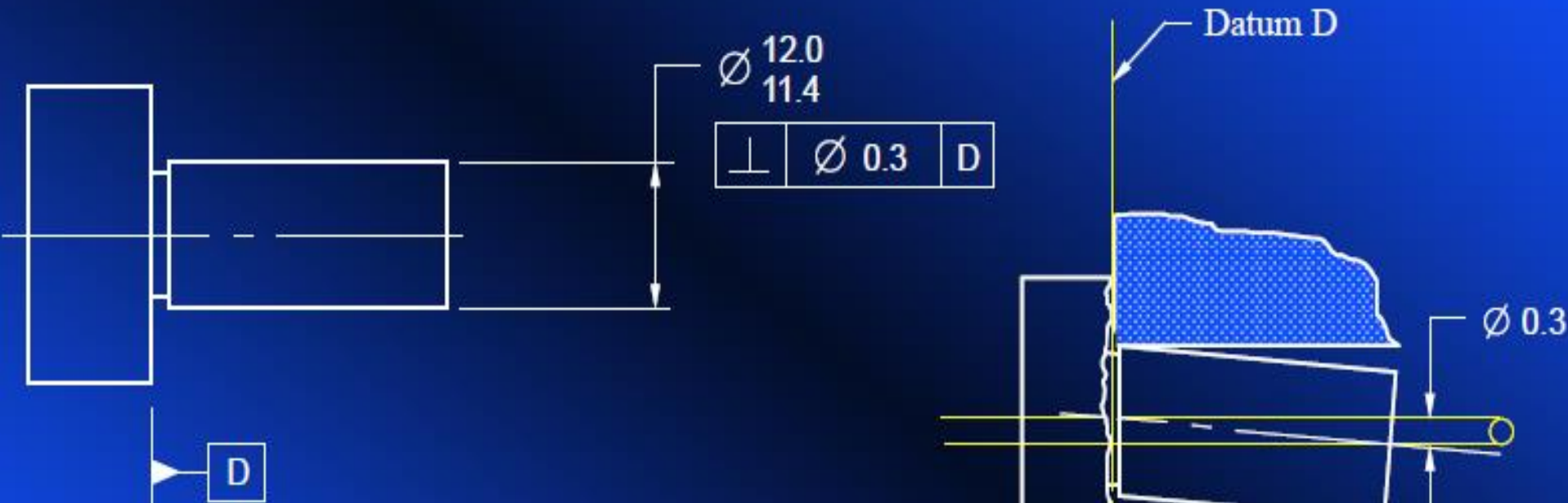


A variable gage circumscribes the diameter of the shank of the pin until the high points on the pin surface are in contact with the gage.

perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity

Perpendicularity Control of an Axis -- Regardless of Feature Size.

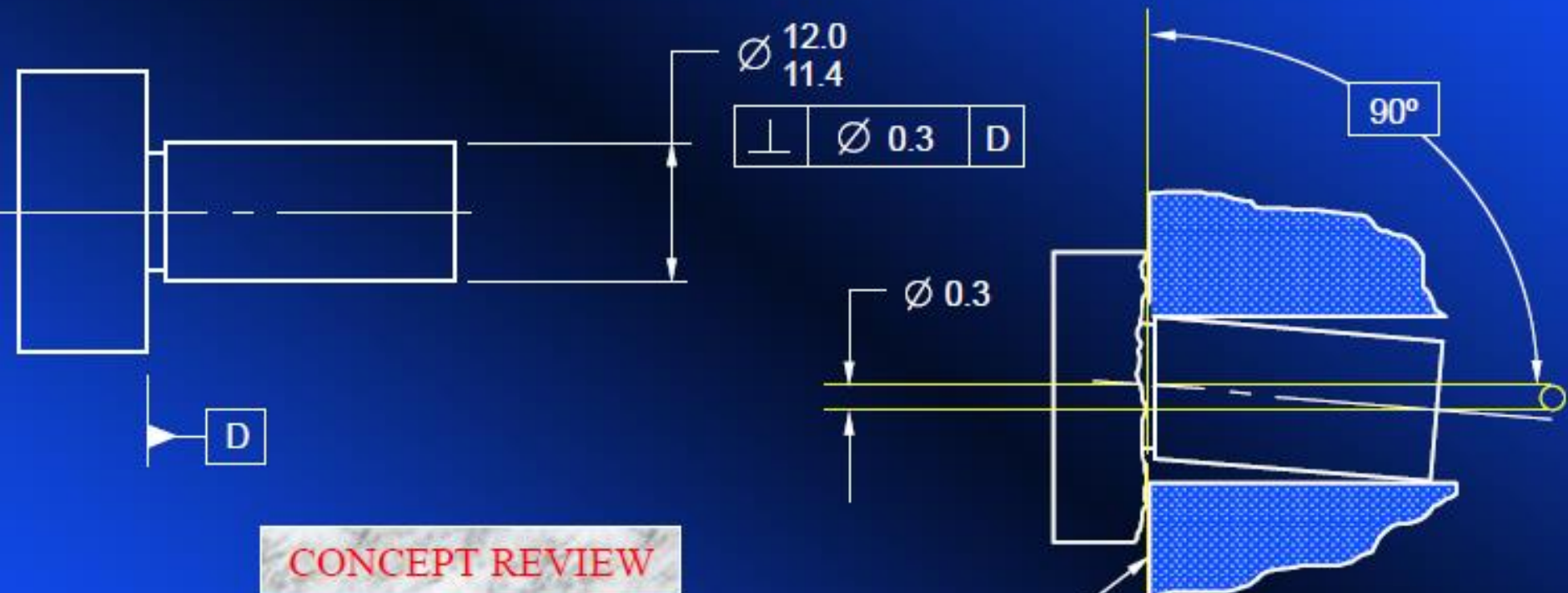


The axis of the gage establishes the *location* of the axis tolerance zone. The axis of the pin is then checked to ascertain whether or not it is within the limits of the specified perpendicularity specification.

perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity

Perpendicularity Control of an Axis -- Regardless of Feature Size.

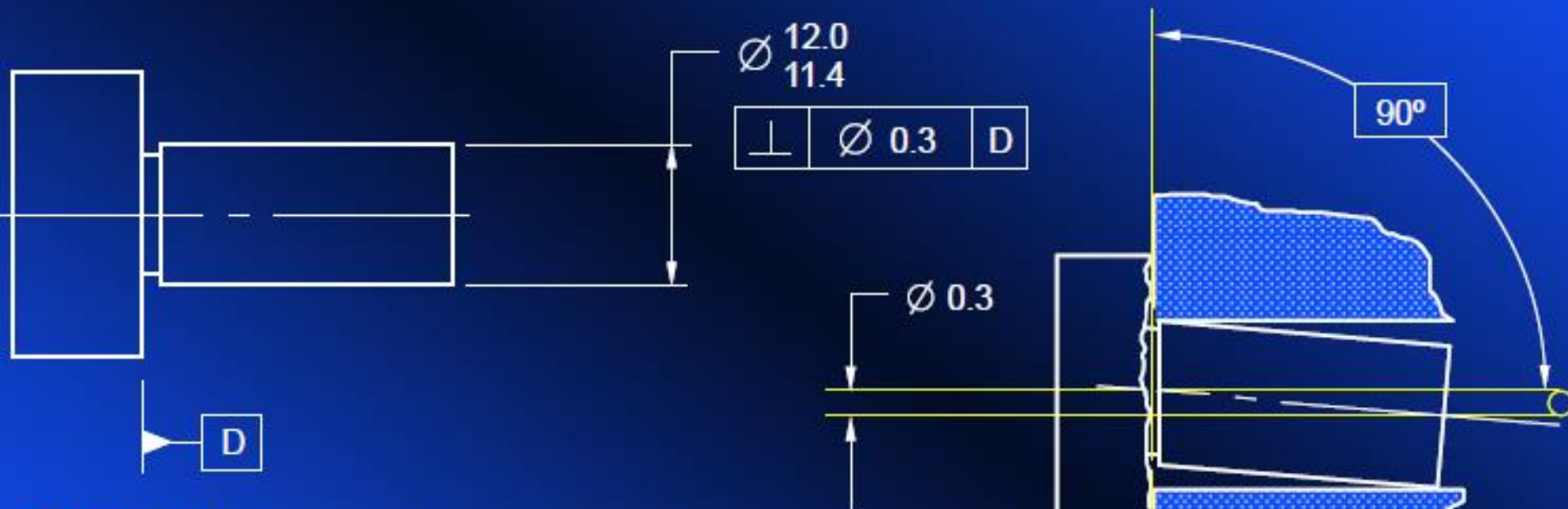


At all possible variations within the specified size limits, the axis of the body of the pin must lie within the cylindrical tolerance zone relative to datum surface D.

Variable gage contacting the high points of the diametrical surface with a minimum of 3 points of contact on datum surface D.

Applications—Perpendicularity

Perpendicularity Control of an Axis -- Regardless of Feature Size.

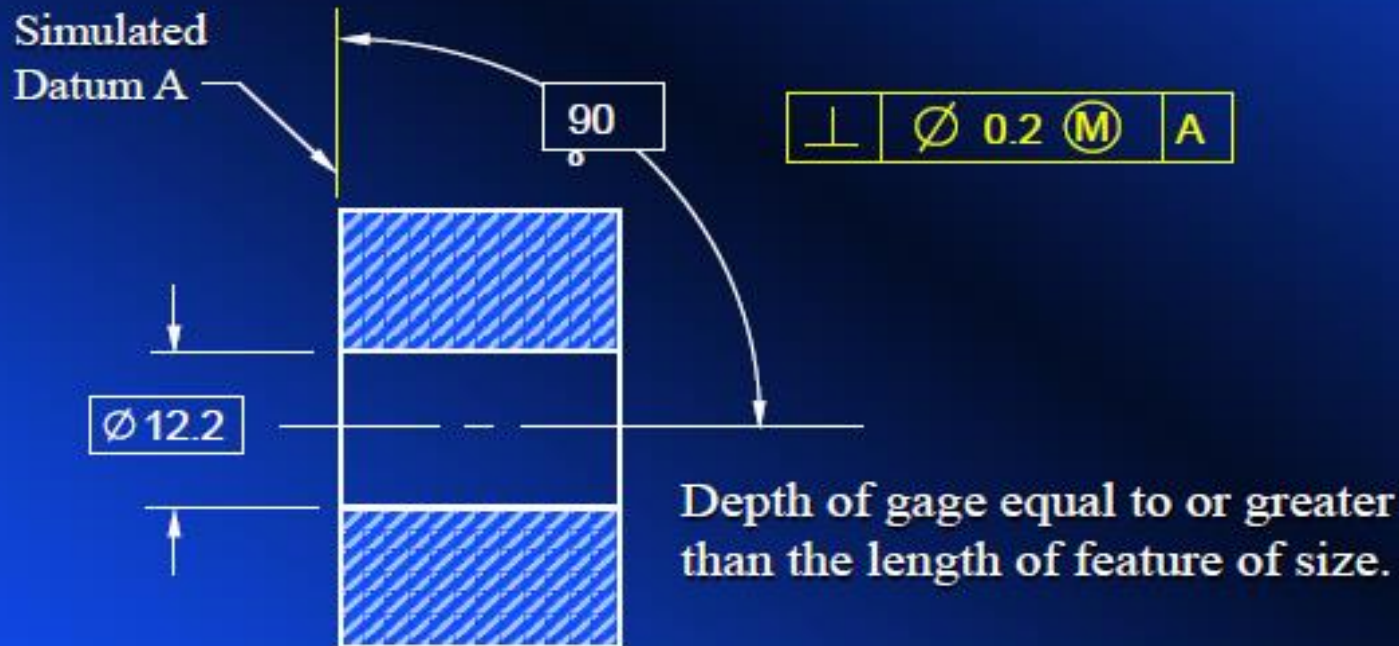


Note: When a zone descriptor is applied to a diametrical feature of size for perpendicularity control, it establishes a cylindrical tolerance zone within which the axis of the feature must lie. Rule #1 is overridden because the control is associated with a feature of size. No bonus tolerance is available however, because no modifier is present. Because the tolerance zone is cylindrical, the tolerance zone is 3-dimensional, controlling the axis in all directions.

perpendicularity متعامد بودن

Applications -- Gages

A fixed gage for checking the previous example --perpendicularity at MMC

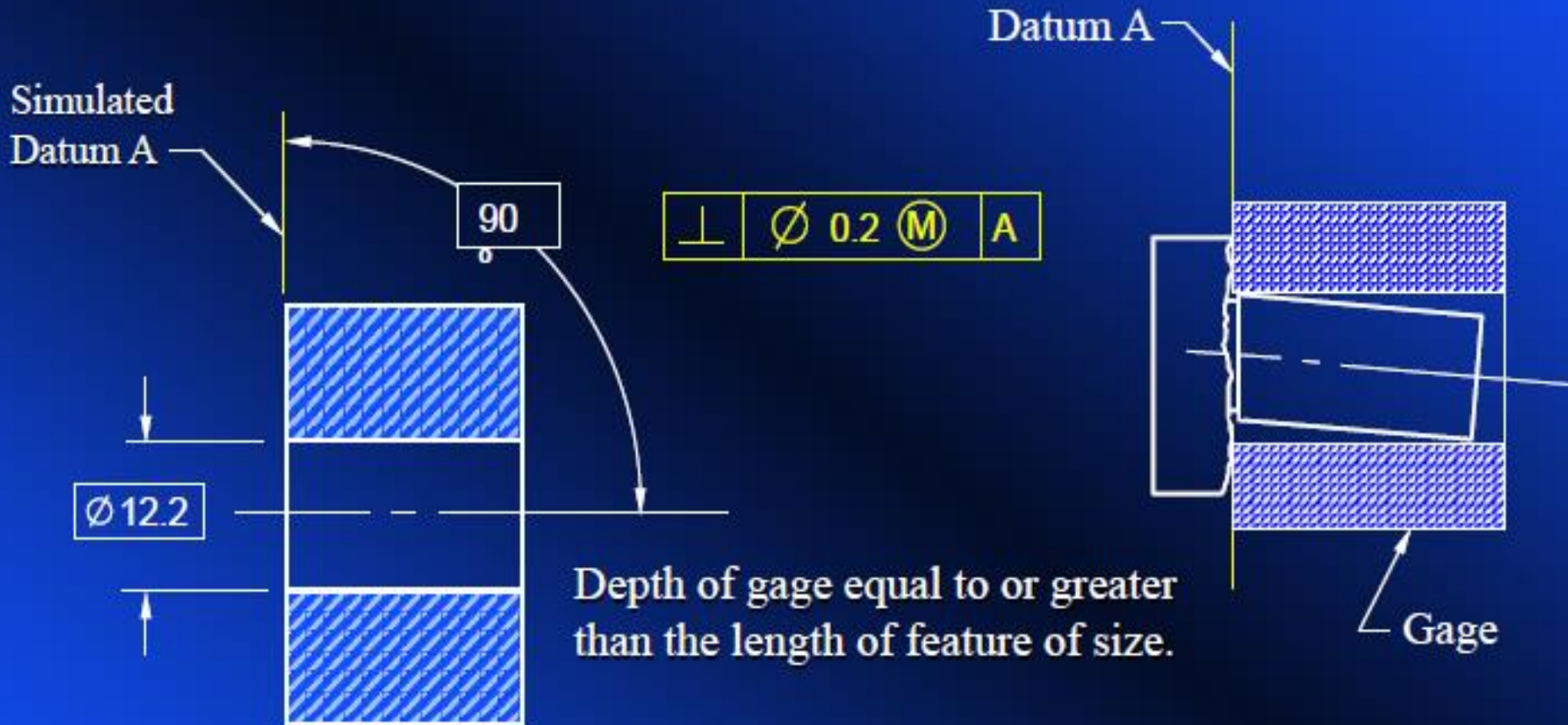


$$\text{MMC (12.0) + GT (0.2) = VC (12.2)}$$

For a part to be acceptable, it must fit into the gage and have a minimum of three points of contact on datum feature A

Applications -- Gages

A fixed gage for checking the previous example --perpendicularity at MMC

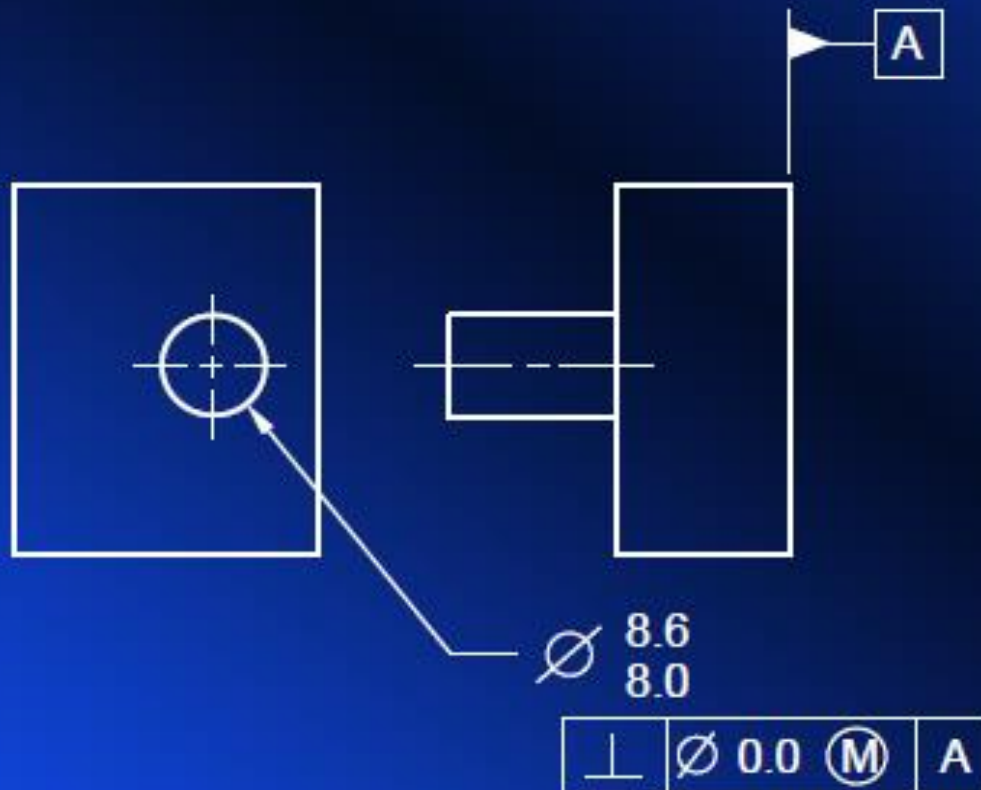


$$\text{MMC (12.0) + GT (0.2) = VC (12.2)}$$

perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity

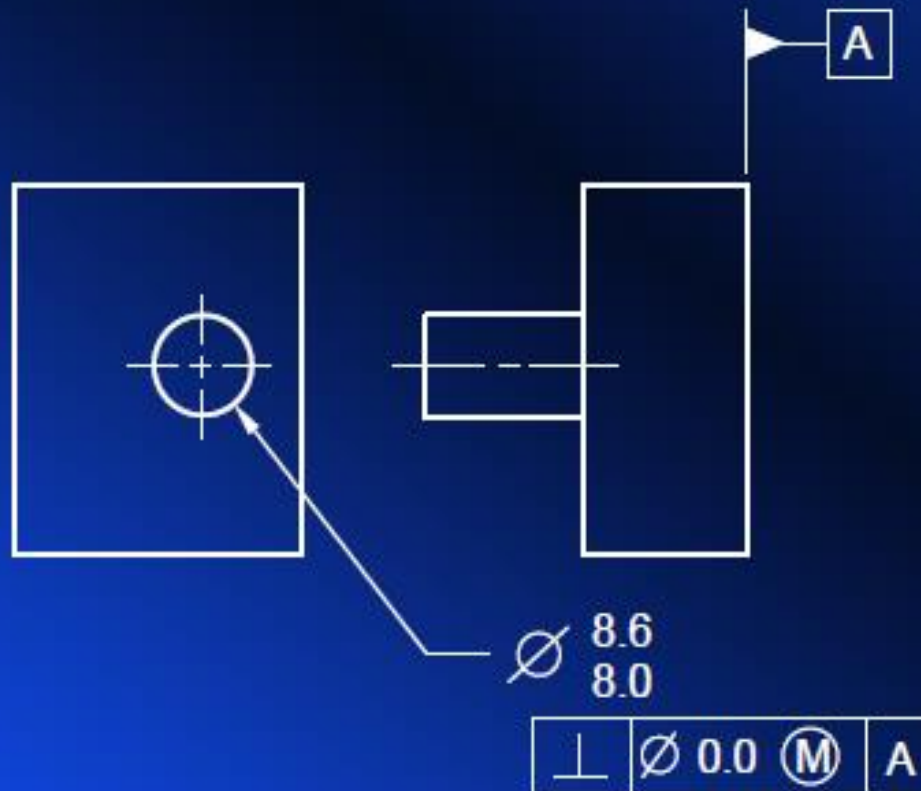
When a design requires perfect orientation at MMC, it can be specified by using zero for the tolerance value in the feature control frame.



perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity

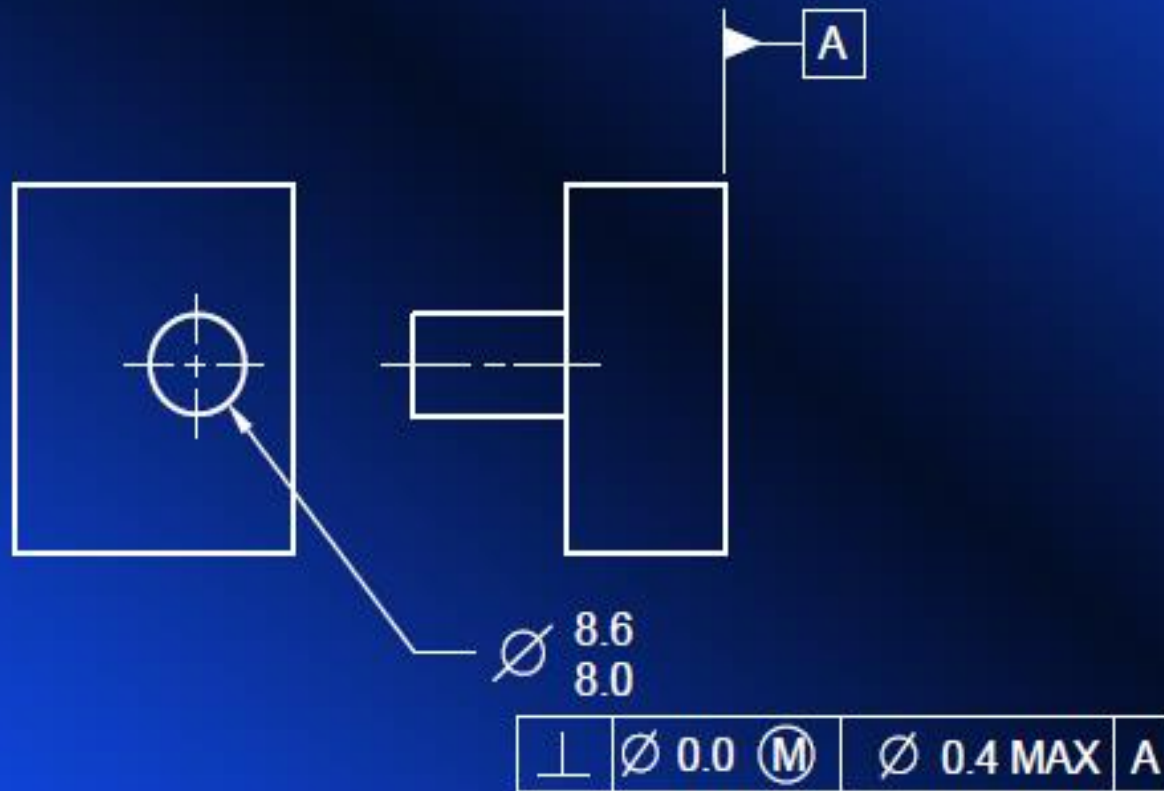
If it is necessary to limit the bonus tolerance effect to a maximum limit, an additional section can be added to the feature control frame to indicate this requirement.



perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity

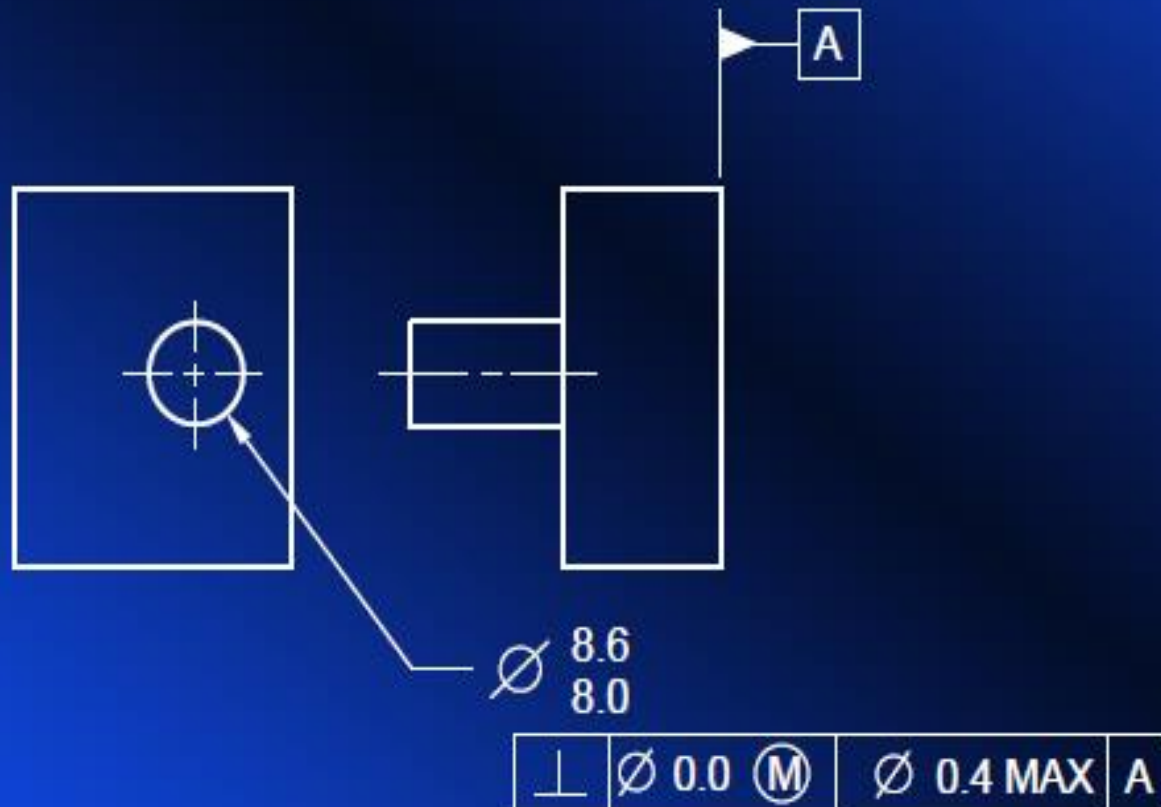
The additional cell in the feature control frame specifies a maximum tolerance diameter that can be permitted to control the perpendicularity of the feature relative to datum A, as departure from MMC occurs.



perpendicularity متعامد بودن

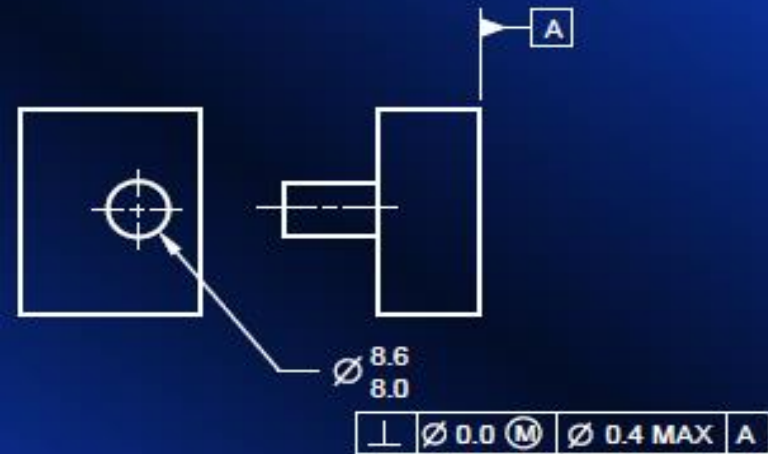
Applications—Perpendicularity

The next series of slides will demonstrate the concept of zero tolerance at MMC, coupled with a constraining maximum tolerance allowed for variation of perpendicularity, as the actual produced size varies from MMC to LMC of the controlled size feature.

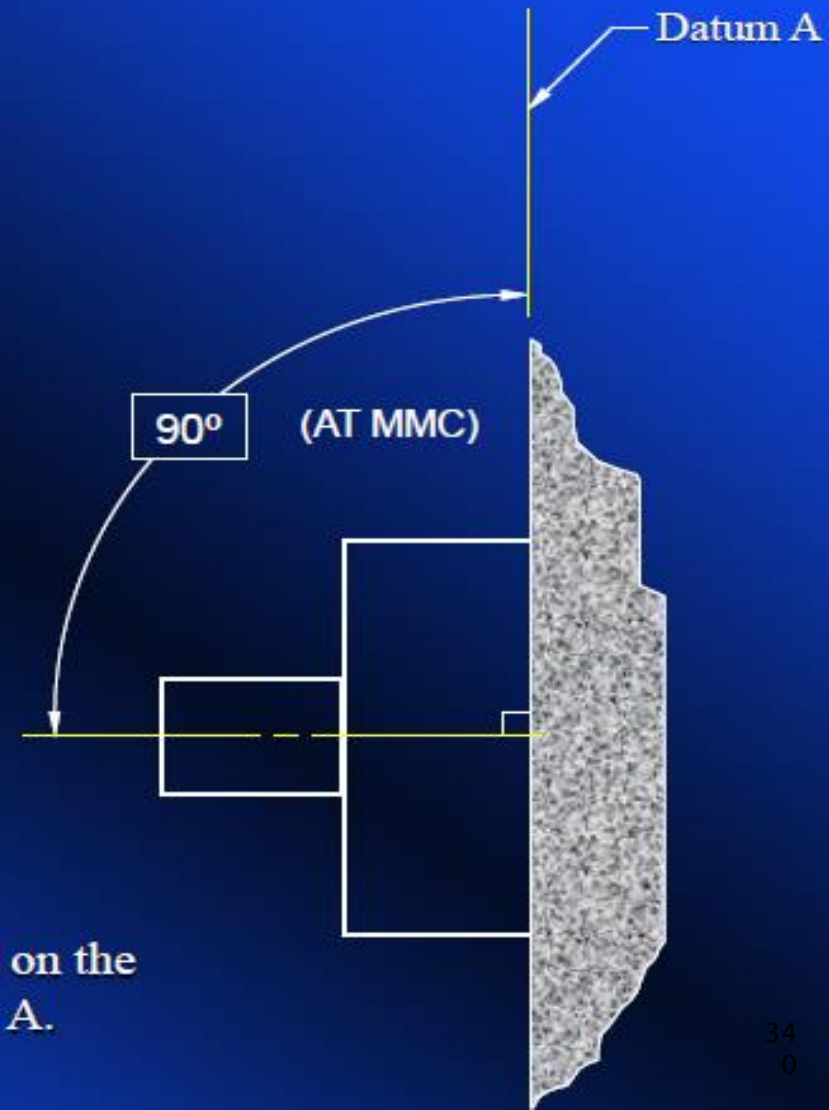


perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity



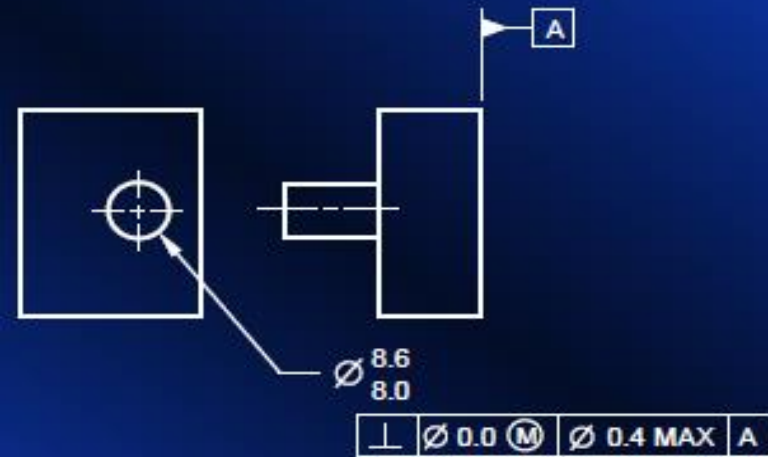
Stud Size Diameter	\varnothing Tolerance Allowed
8.6 MMC	0



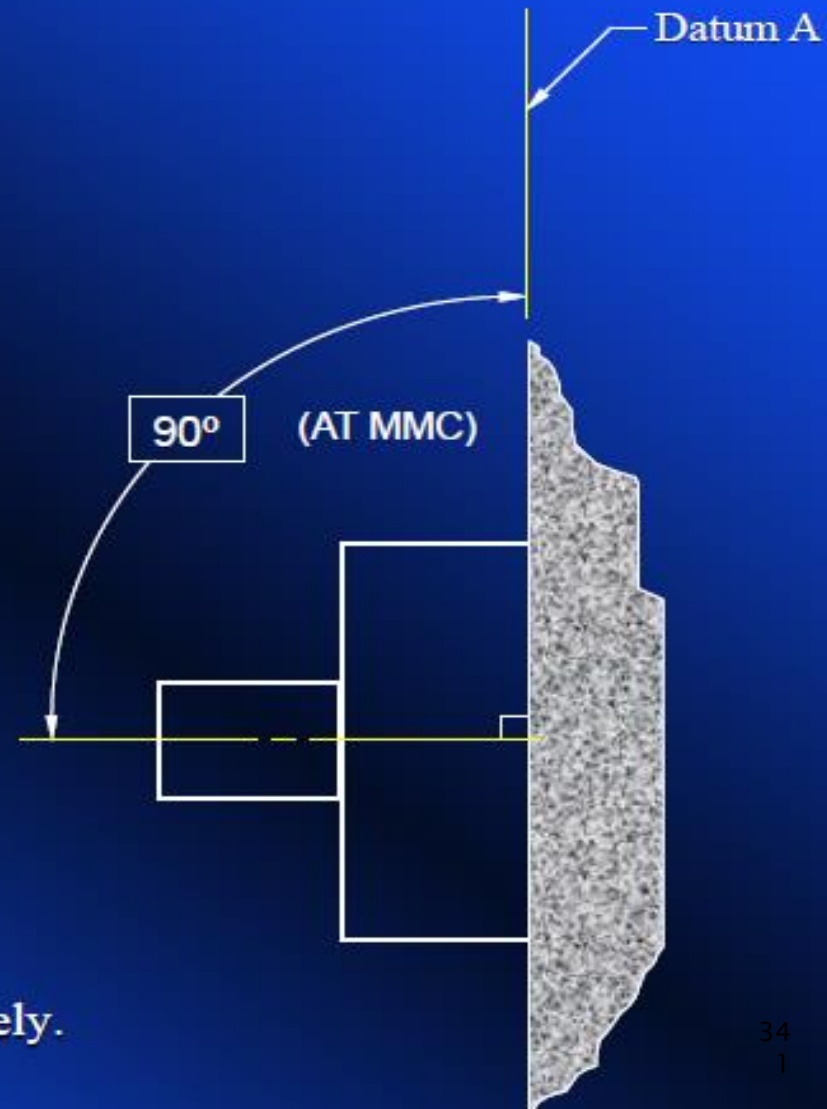
At MMC (8.6) diameter, zero tolerance is permitted on the perpendicularity of the stud axis—relative to datum A.

perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity



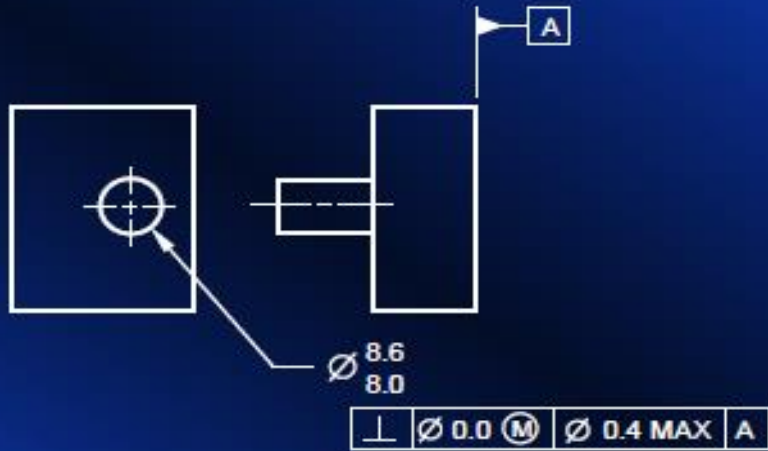
Stud Size Diameter	\varnothing Tolerance Allowed
8.6 MMC	0
8.5	0.1



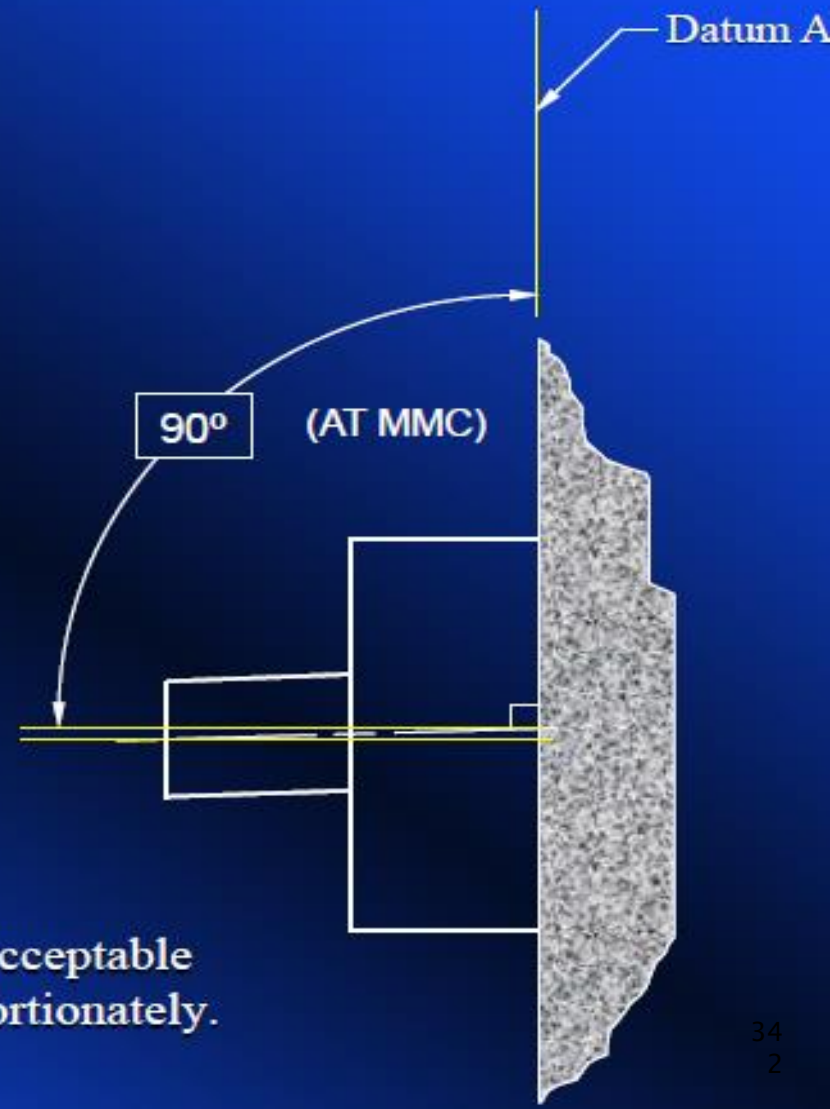
As departure from MMC occurs, the tolerance for perpendicularity is allowed to increase proportionately.

perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity



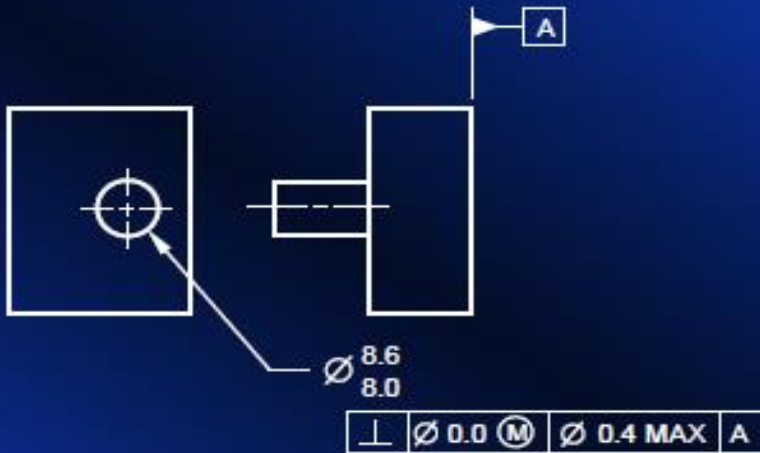
Stud Size Diameter	\varnothing Tolerance Allowed
8.6 MMC	0
8.5	0.1
8.4	0.2



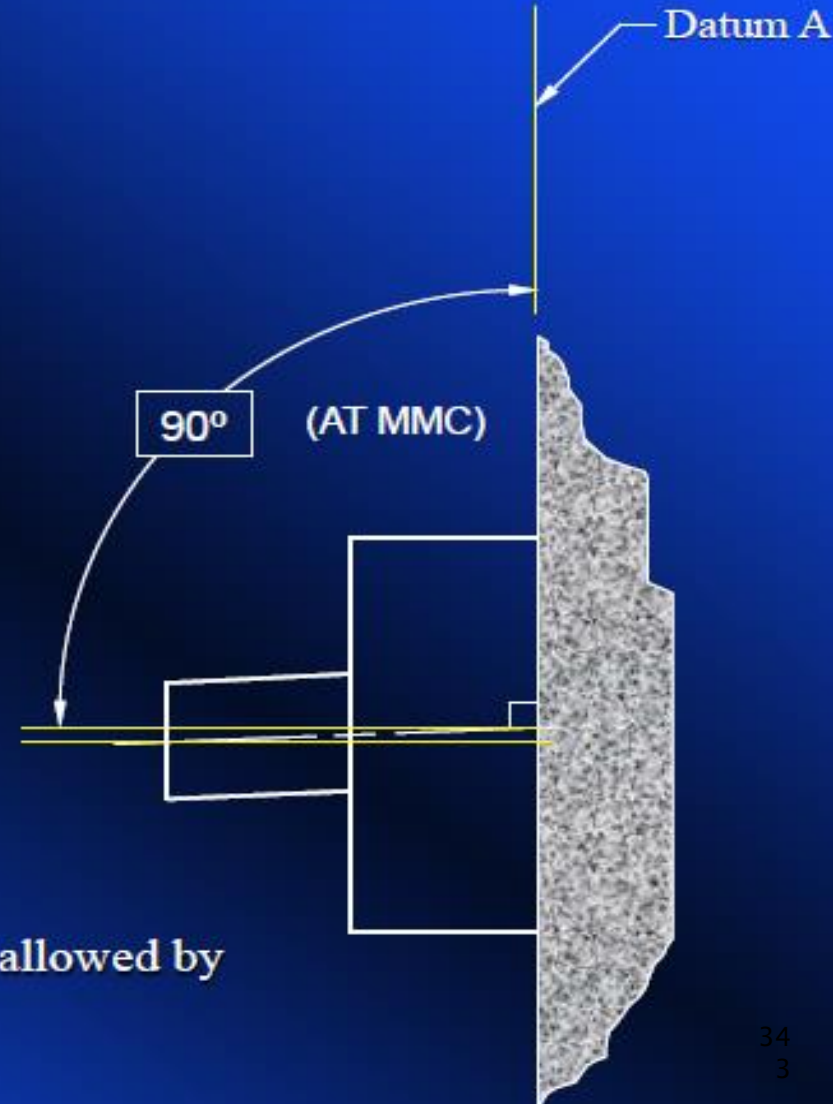
As departure from MMC increases, the amount of acceptable variation from perpendicularity also increases proportionately.

perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity



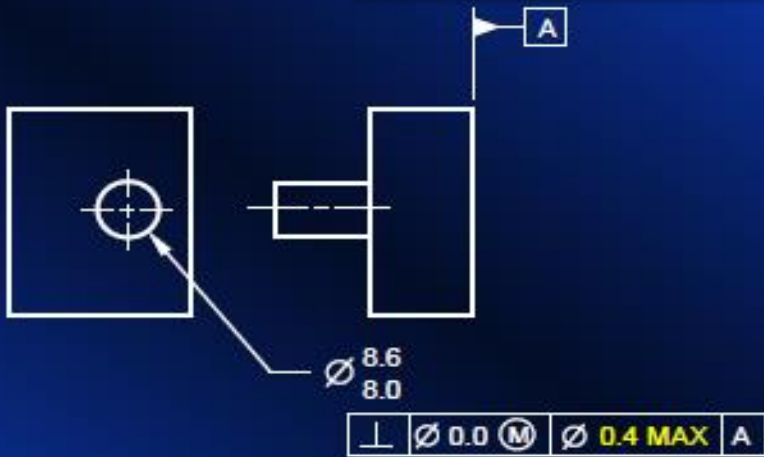
Stud Size Diameter	\varnothing Tolerance Allowed
8.6 MMC	0
8.5	0.1
8.4	0.2
8.3	0.3



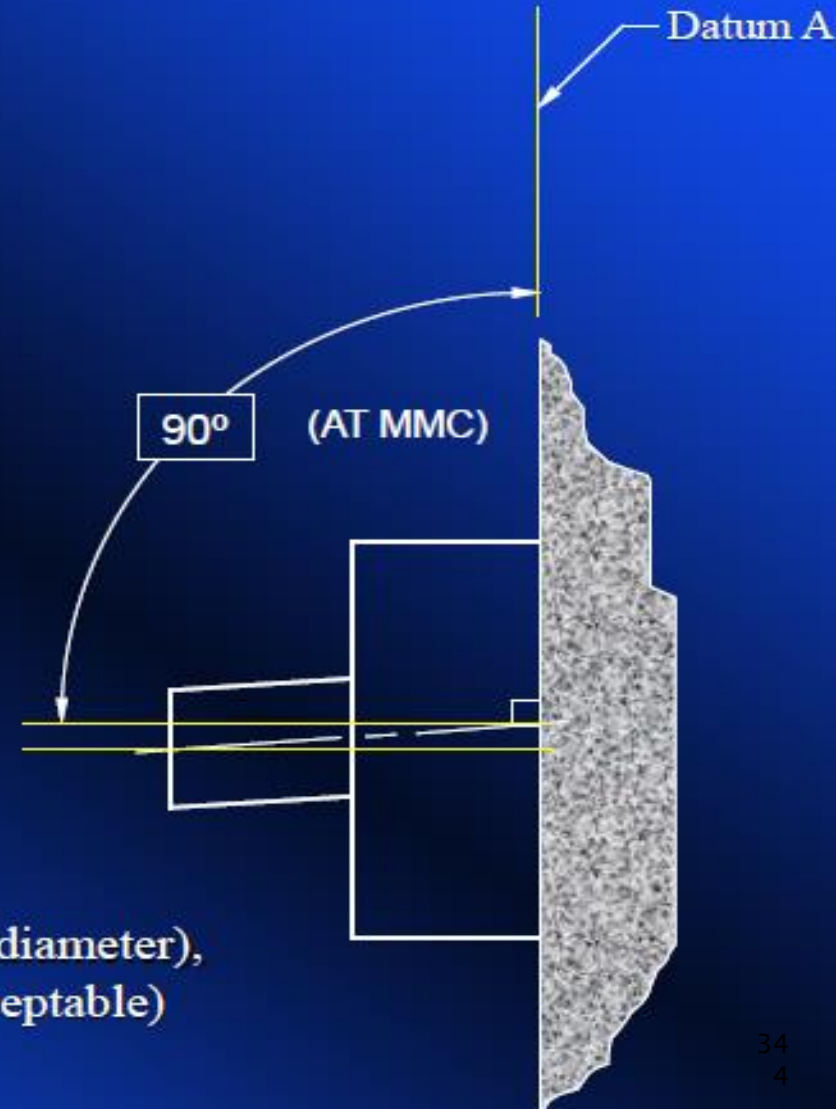
The process of change continues through the limits allowed by tolerance zone for the stud axis perpendicularity.

perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity



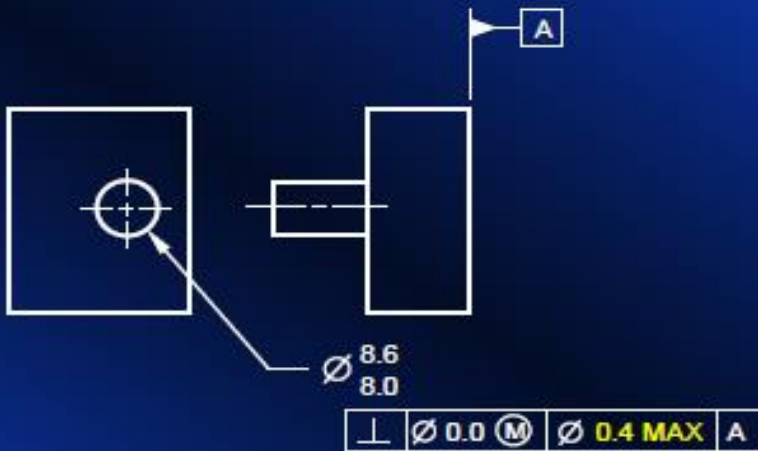
Stud Size Diameter	\varnothing Tolerance Allowed
8.6 MMC	0
8.5	0.1
8.4	0.2
8.3	0.3
8.2	0.4



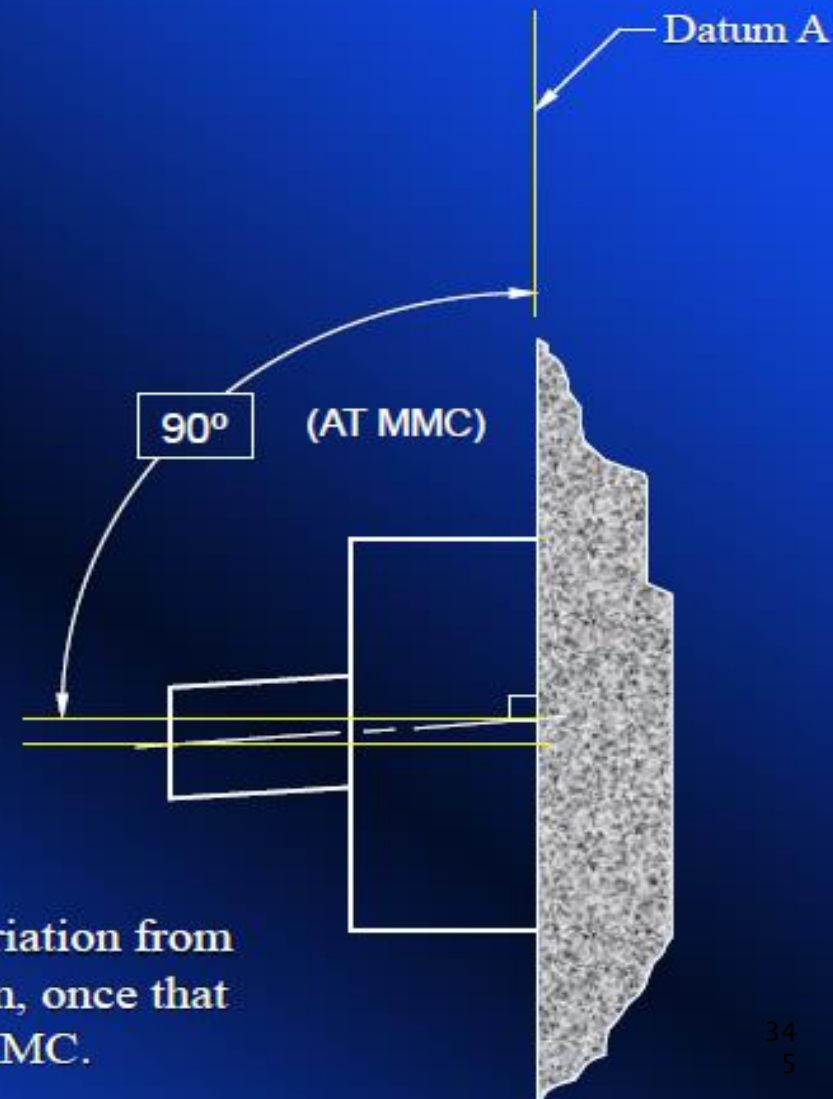
As the maximum allowed tolerance is reached (0.4 diameter), it remains at that level, regardless of additional (acceptable) size changes towards least material condition.

perpendicularity متعامد بودن

Applications—Perpendicularity

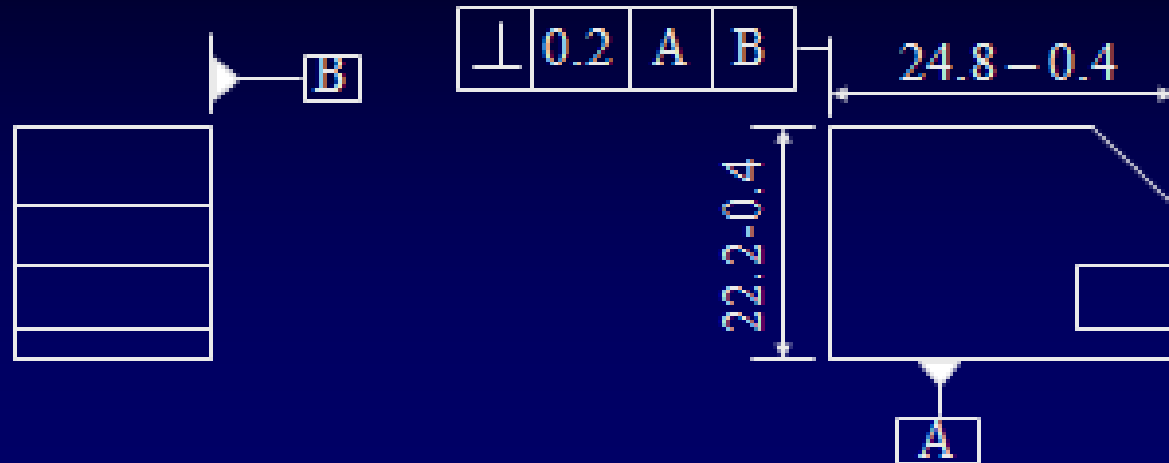


Stud Size Diameter	\varnothing Tolerance Allowed
8.6 MMC	0
8.5	0.1
8.4	0.2
8.3	0.3
8.2	0.4
8.1	0.4
8.0 LMC	0.4



Note that the diametrical tolerance zone for axis variation from perpendicularity is maintained at 0.4 mm, maximum, once that limit is reached by departure of feature size from MMC.

Perpendicularity of Surface



Tolerance zone
two parallel planes
0.2 apart,
perpendicular to A

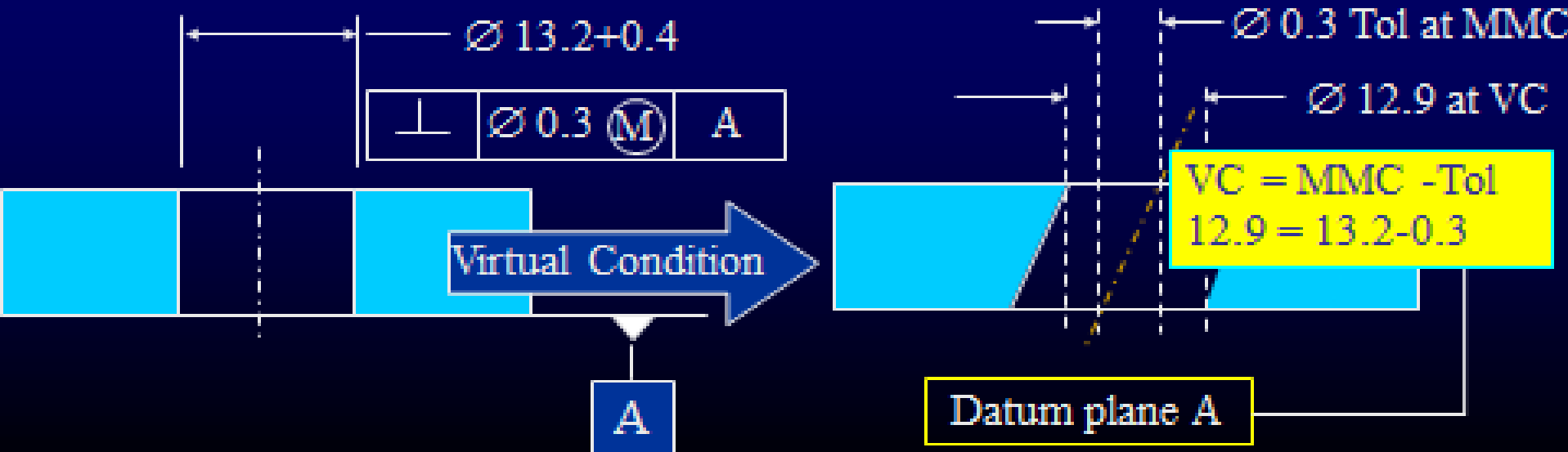
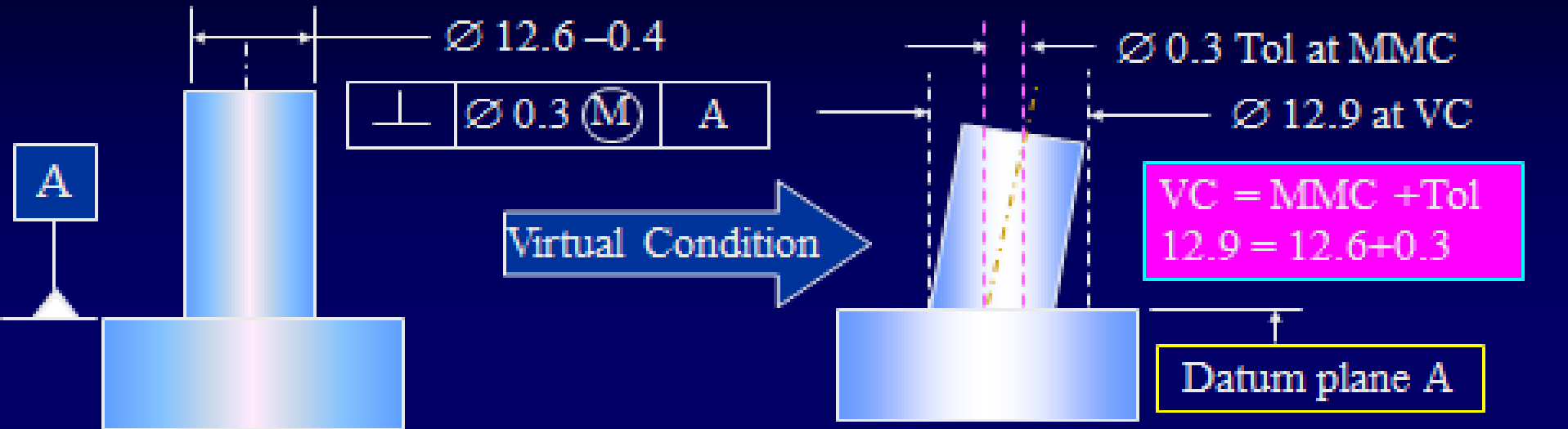
All elements of the part surface
must be within the tolerance zone

Datum plane B

Part contacts datum plane
A first and datum plane B
second

Datum plane A

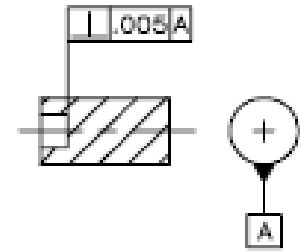
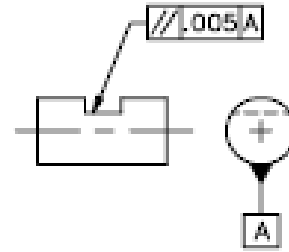
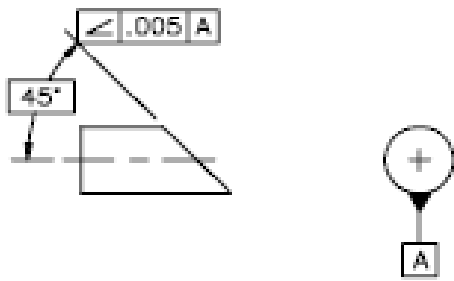
Virtual Condition



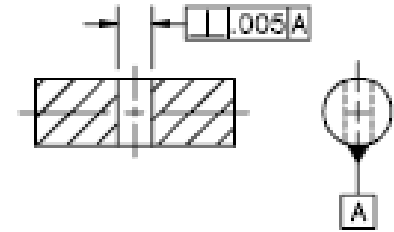
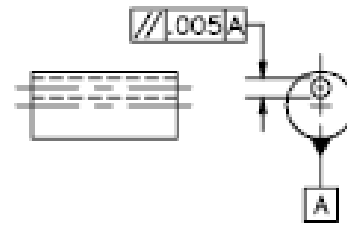
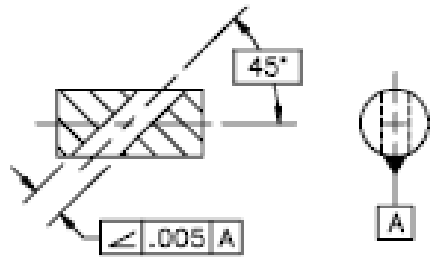
حالات مختلف تعريف تolerانس هندسى

Datum Axis

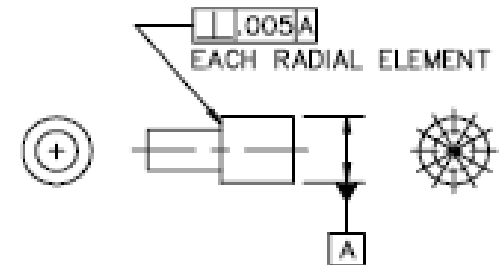
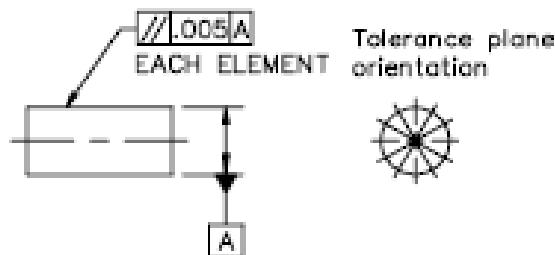
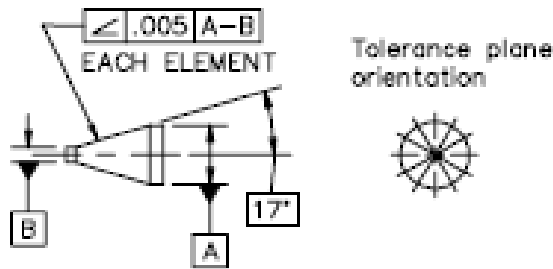
Parallel Planes



Cylindrical



Parallel Lines



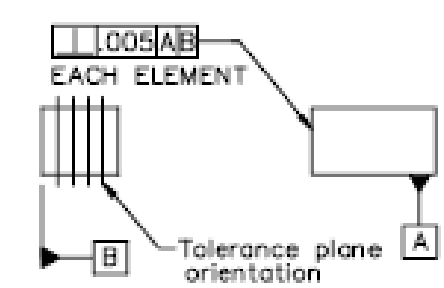
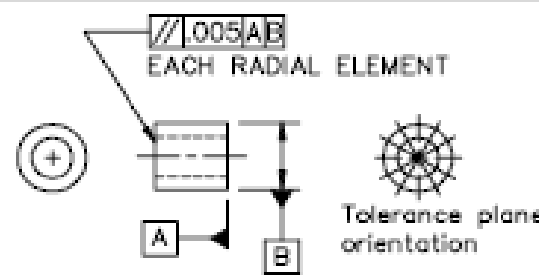
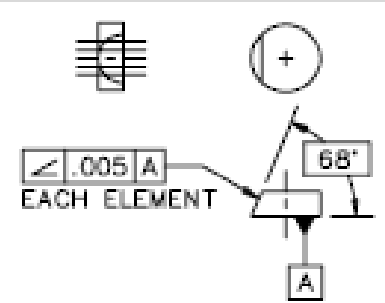
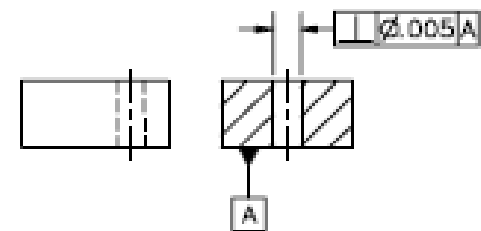
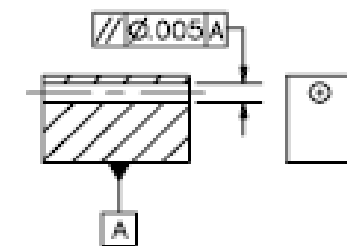
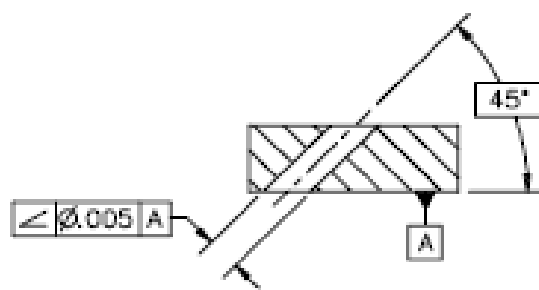
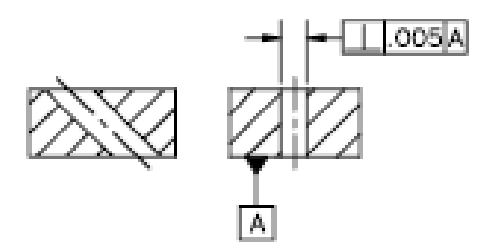
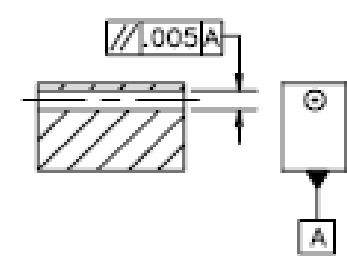
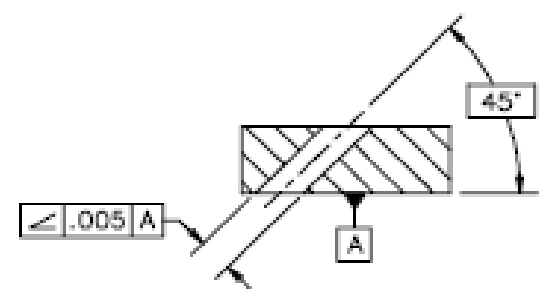
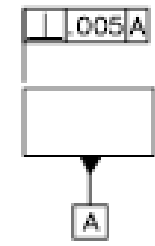
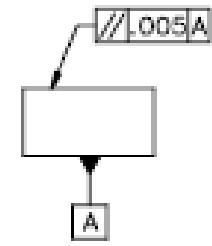
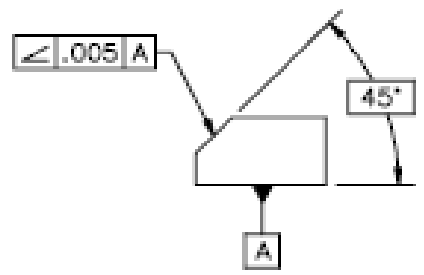
حالات مختلف تعريف تolerانس هندسى

Datum Plane

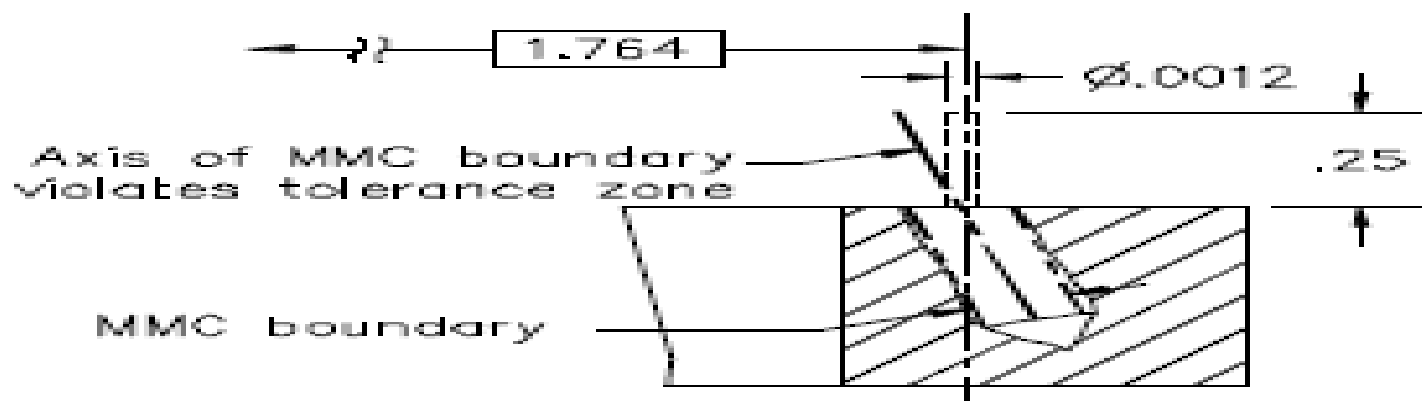
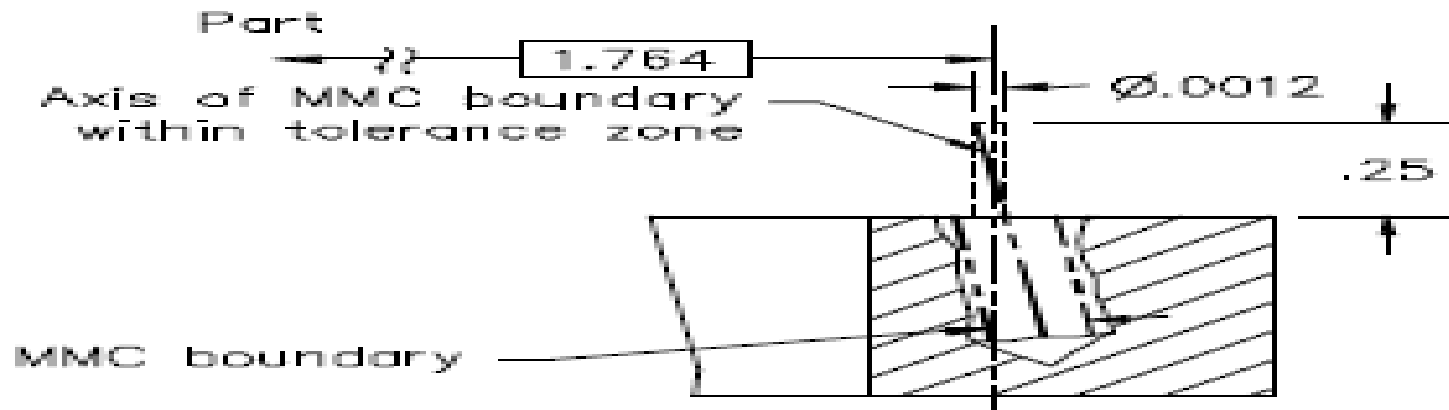
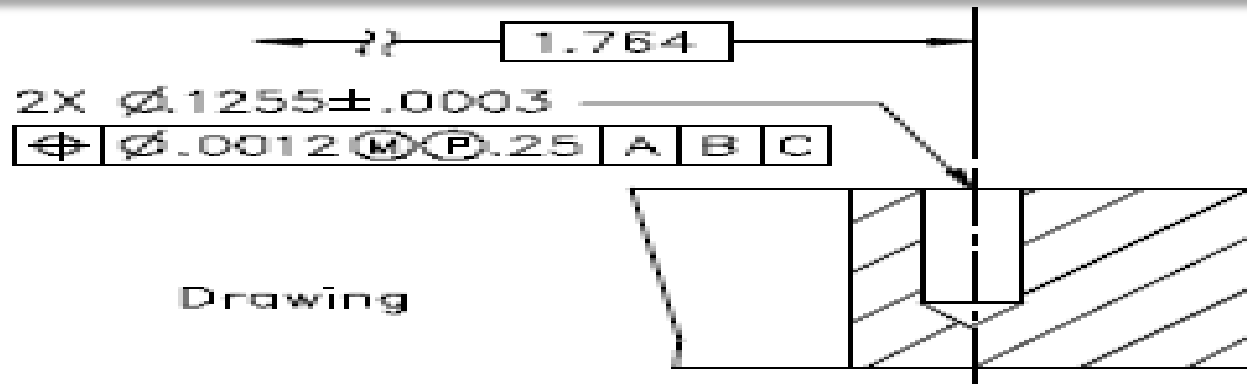
Surf/Cen Pl/Tan Pl

Feature Axis

Surface Line Element



حالات مختلف تعريف تolerانس هندسى



❖ تلرانس های لنگی Run out

لنگی Run out

■ انواع لنگی :

■ لنگی ساده (Circular Run-out) Simple Run-out

■ لنگی کلی Total Run-out

لنگی ساده یک تلرانس دو بعدی است و لنگی کلی یک تلرانس سه بعدی است

■ لنگی جزء تلرانسهایی است که نیاز به مبنا دارد ، پس مستطیل تلرانس حداقل سه خانه است

■ ناحیه تلرانسی همیشه **یک فاصله** است

■ لنگی همیشه **نسبت به محور** است پس مبنا همیشه محور است

Run out لنگی

■ لنگی همیشه نسبت به محور است پس مینا همیشه محور است :

■ اگر راستای فلش مستطیل ترازاس در جهت محور مینا باشد به آن لنگی محوری (پیشانی) Axial Run-out گفته میشود

■ اگر راستای فلش مستطیل ترازاس در جهت عمود بر محور مینا باشد به آن لنگی شعاعی Radial Run-out گفته میشود

Run out **لنگی**

■ **لنگی ساده Simple Run-out**

- **لنگی ساده محوری Axial Simple Run-out**
- **لنگی ساده شعاعی Radial Simple Run-out**

■ ناحیه تolerانسی **فاصله** بین دو دایره هم مرکز میباشد

- **در لنگی ساده شعاعی ، برای هر دفعه اندازه گیری ساعت صفر می شود**
 - **بزرگترین FIM ساعت بعنوان خطای لنگی ساده شعاعی می باشد**

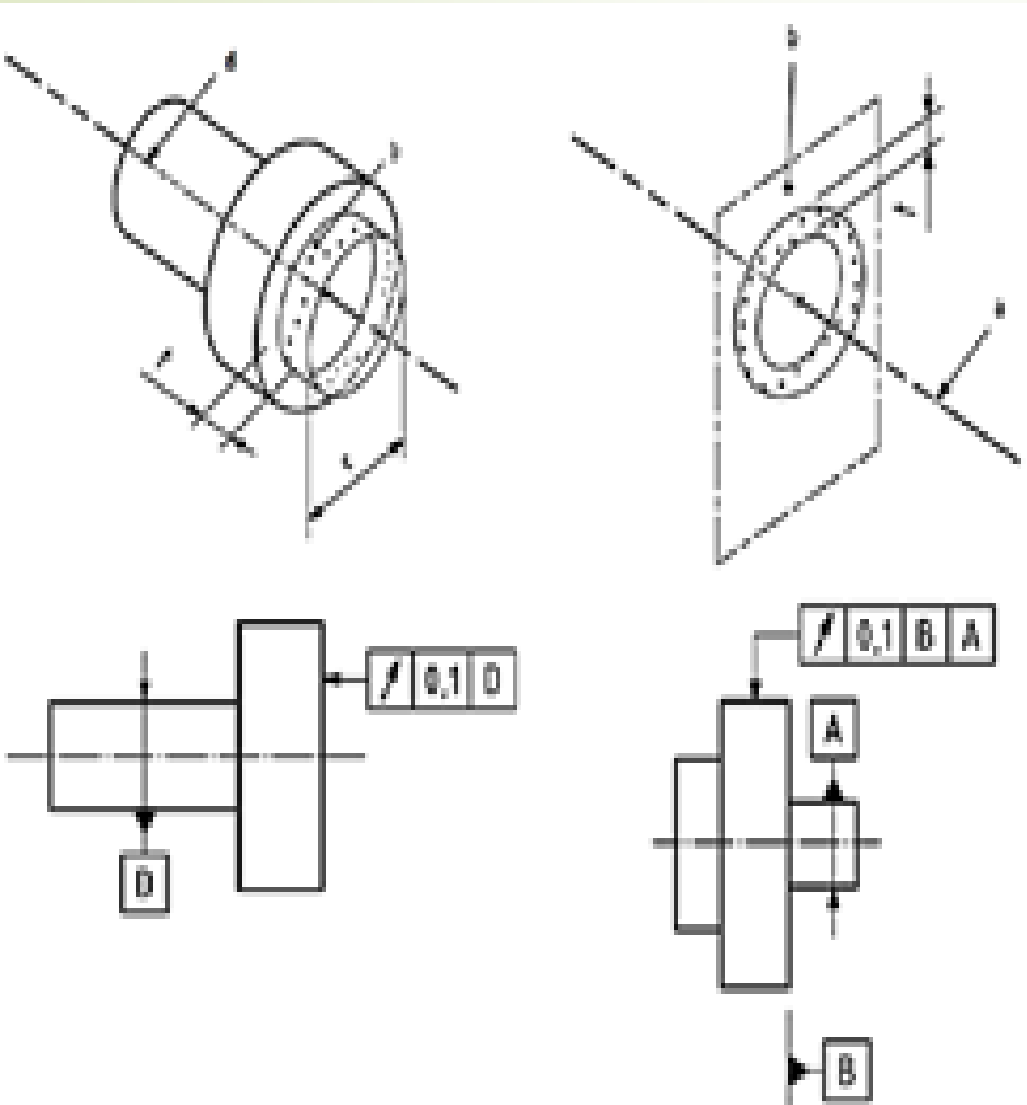
$$FIM \leq Tol$$

■ **لنگی ساده میتواند صفر باشد ولی لنگی کلی غیر صفر باشد**

■ **لنگی کلی از کل سطح صحبت میکند ولی لنگی ساده فقط از یک نقطه از سطح صحبت میکند**

لنگی Run out

تولرانس لنگی موضعی (شعاعی یا محوری) (Circular Runout)

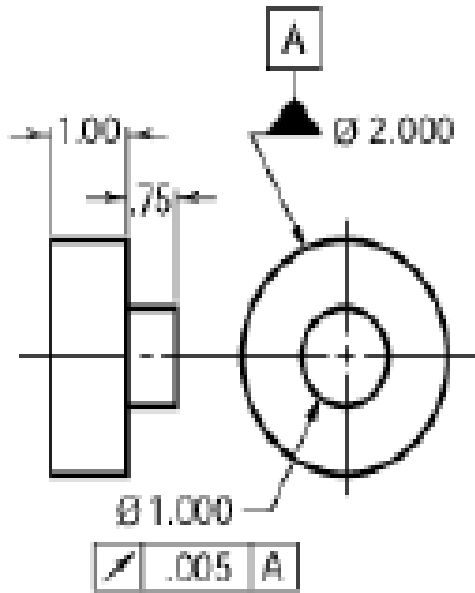


این تolerانس برای نشان دادن لنگی مقطعی از یک محور در هنگام دوران تعریف می شود و بیانگر آن است که میزان لنگی در آن مقطع به اندازه Δ است.

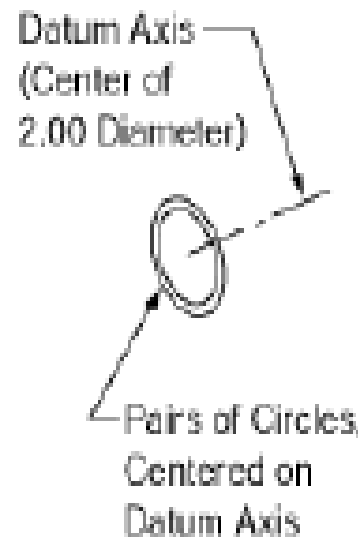
اگر راستای فلش مستطیل تولرانس در جهت محور مینا باشد به آن لنگی دایره ای محوری و اگر در جهت عمود بر محور باشد به آن لنگی دایره ای شعاعی گفته می شود.

Run out لنگی

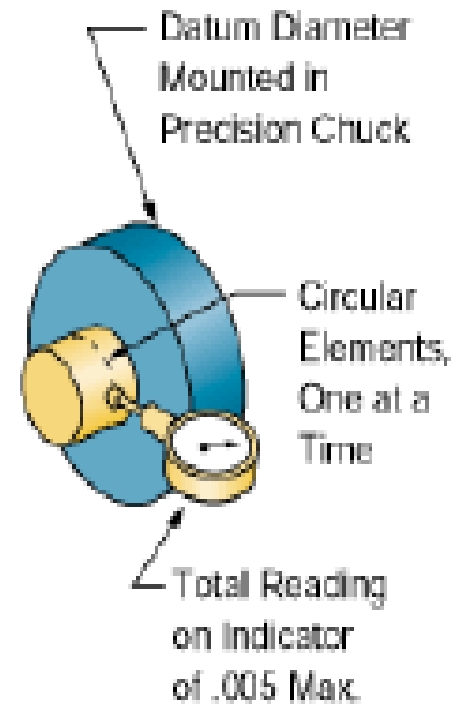
- Runout



Drawing

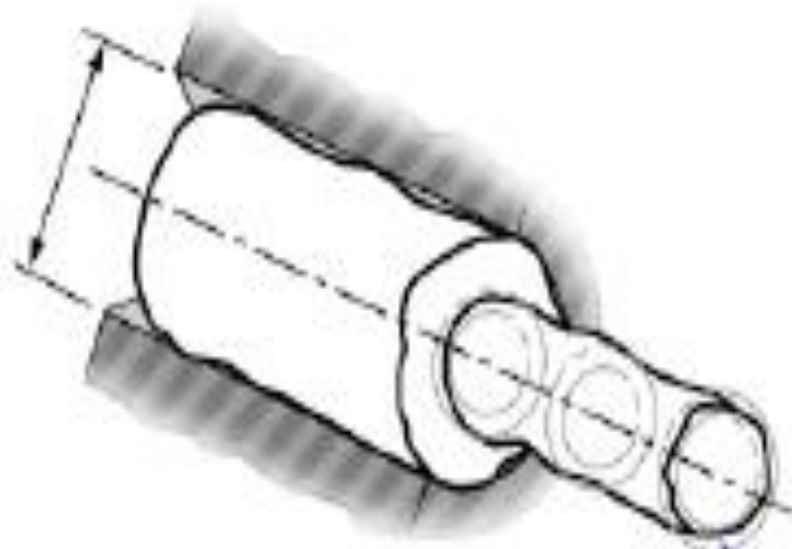
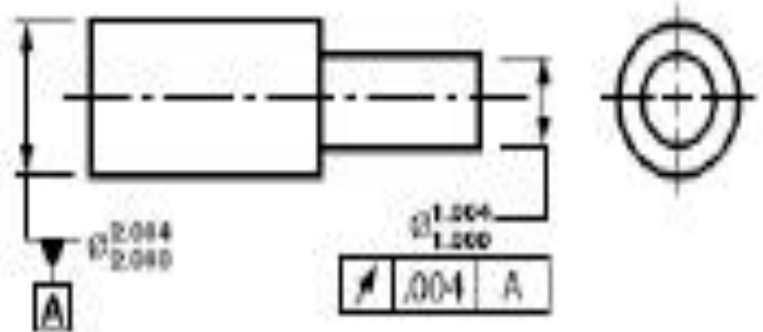


Tolerance Zone



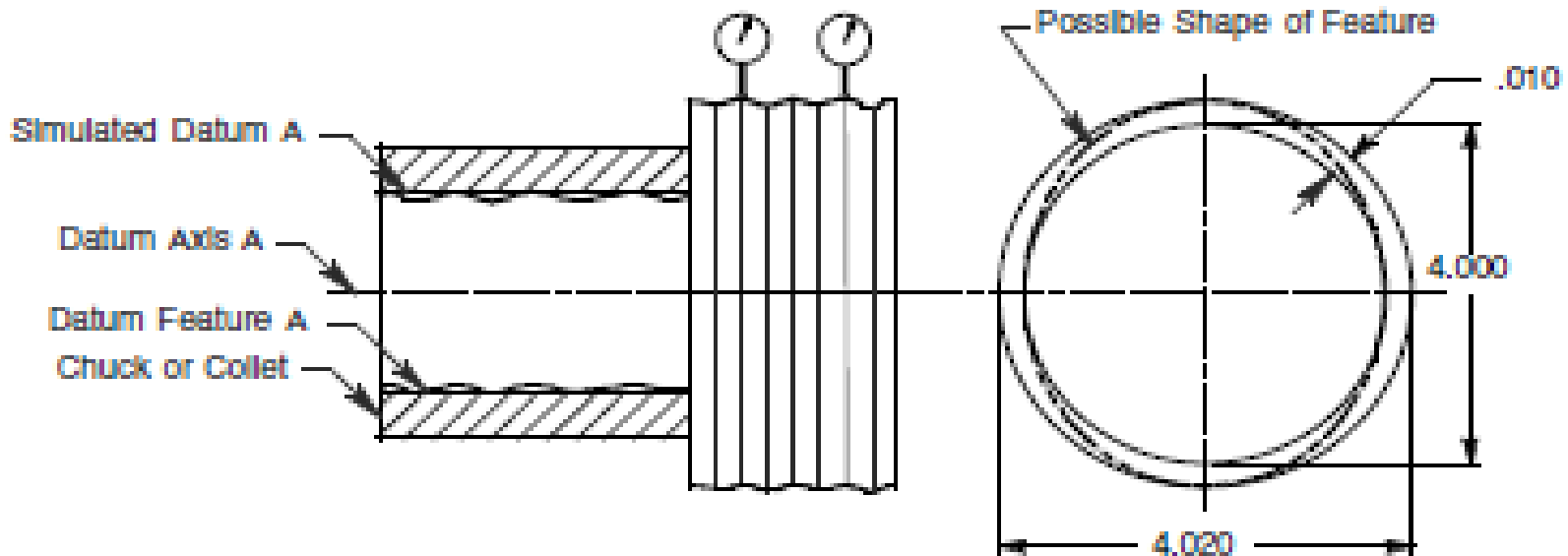
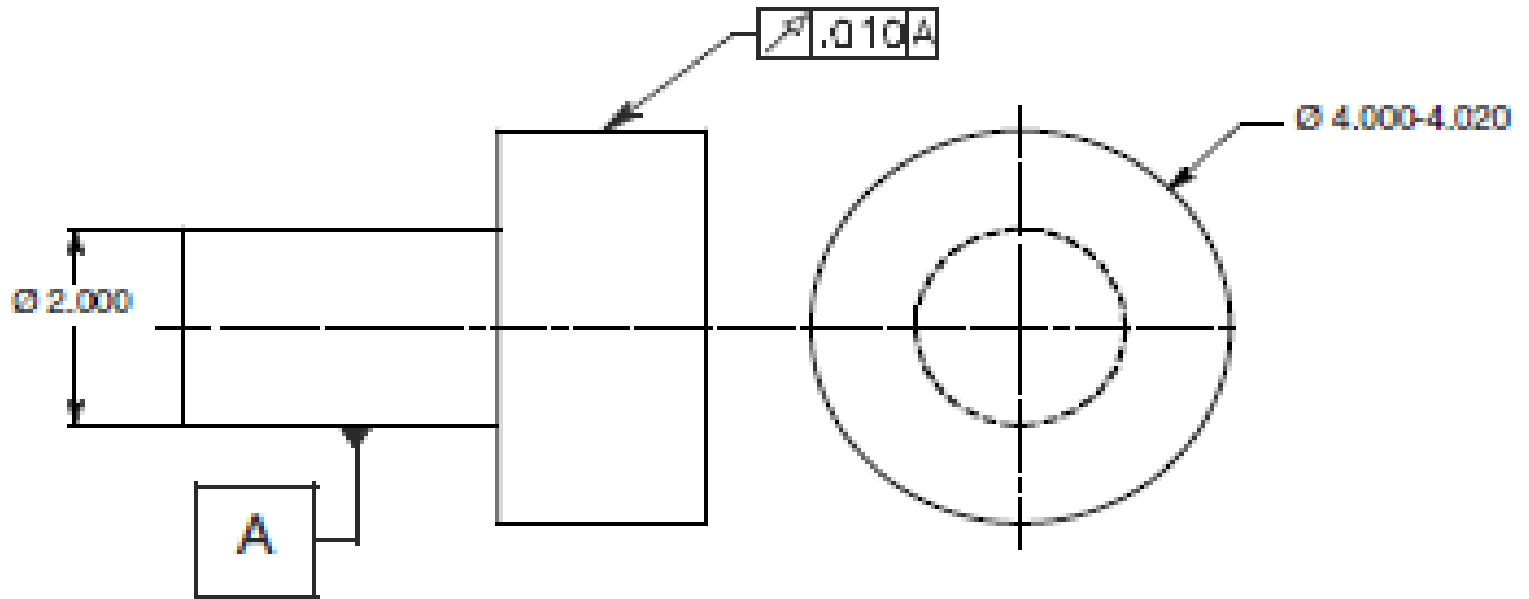
Inspection Method

Run out لنگی

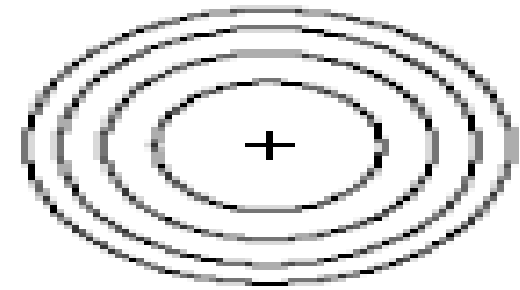
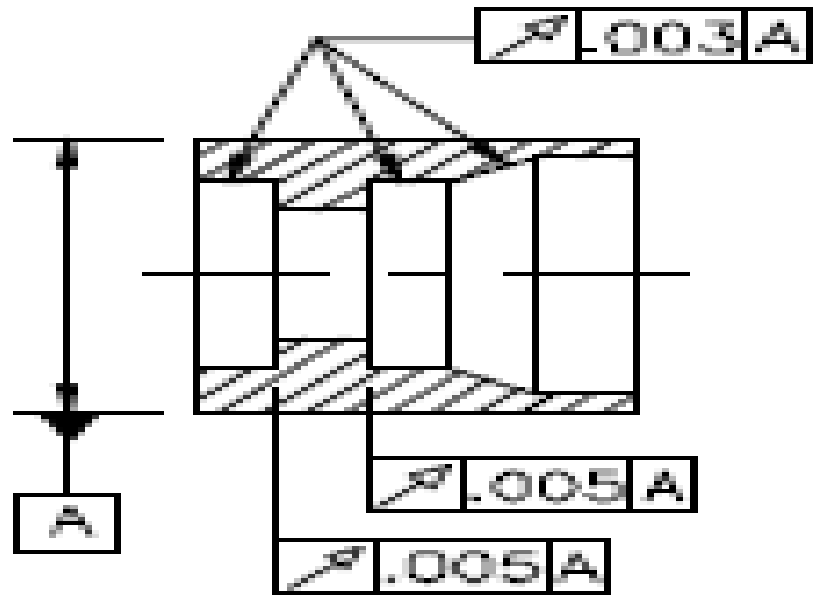


EACH CIRCULAR ELEMENT OF THE SURFACE MUST LIE BETWEEN TWO CONCENTRIC CIRCLES, ONE HAVING A RADIUS OF .004 LARGER THAN THE OTHER.

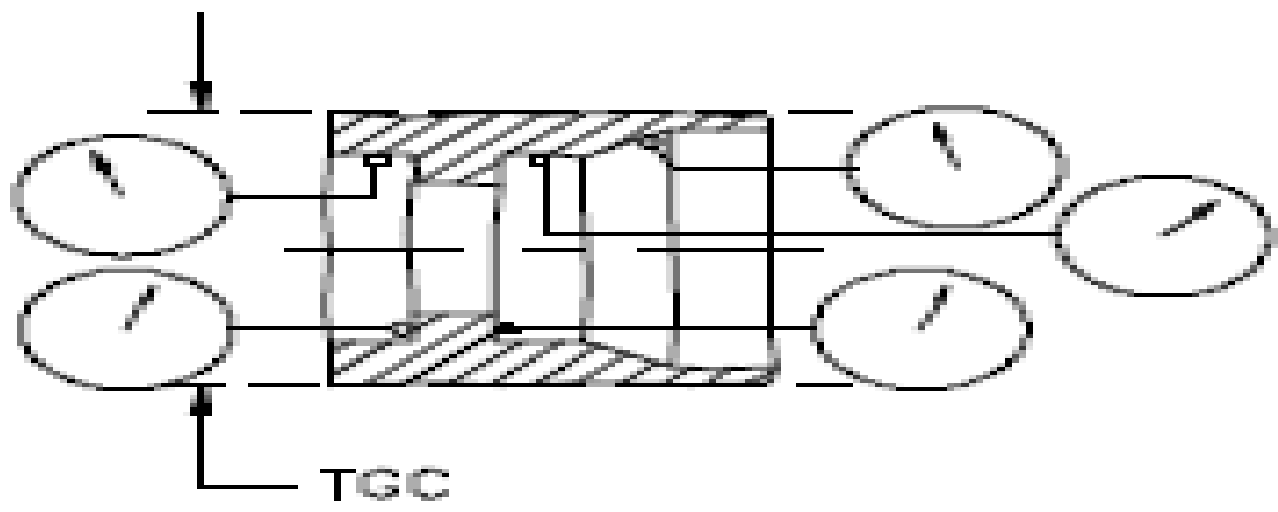
Run out لنگی



Run out لنگی

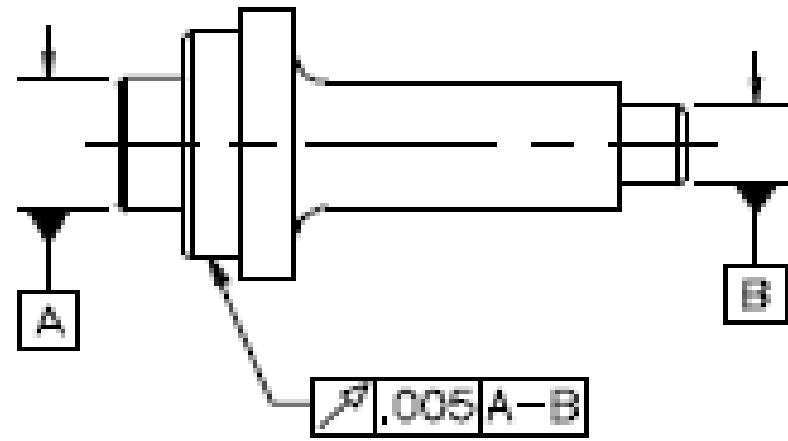


Drawing



Part

Run out لنگی

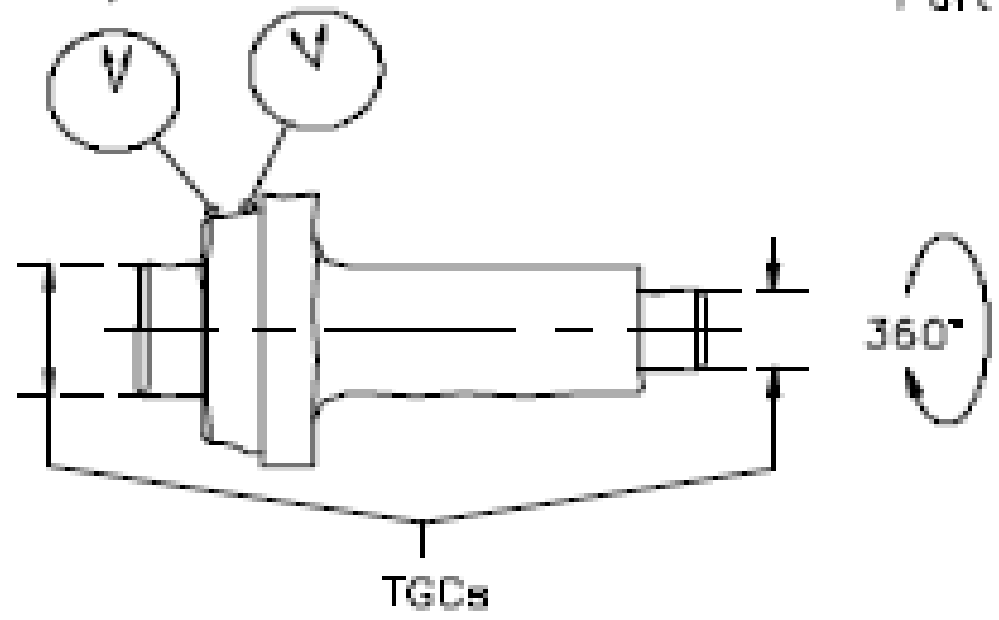


Drawing

$\text{Circular Runout} = .003 \text{ } (-.001, +.002)$

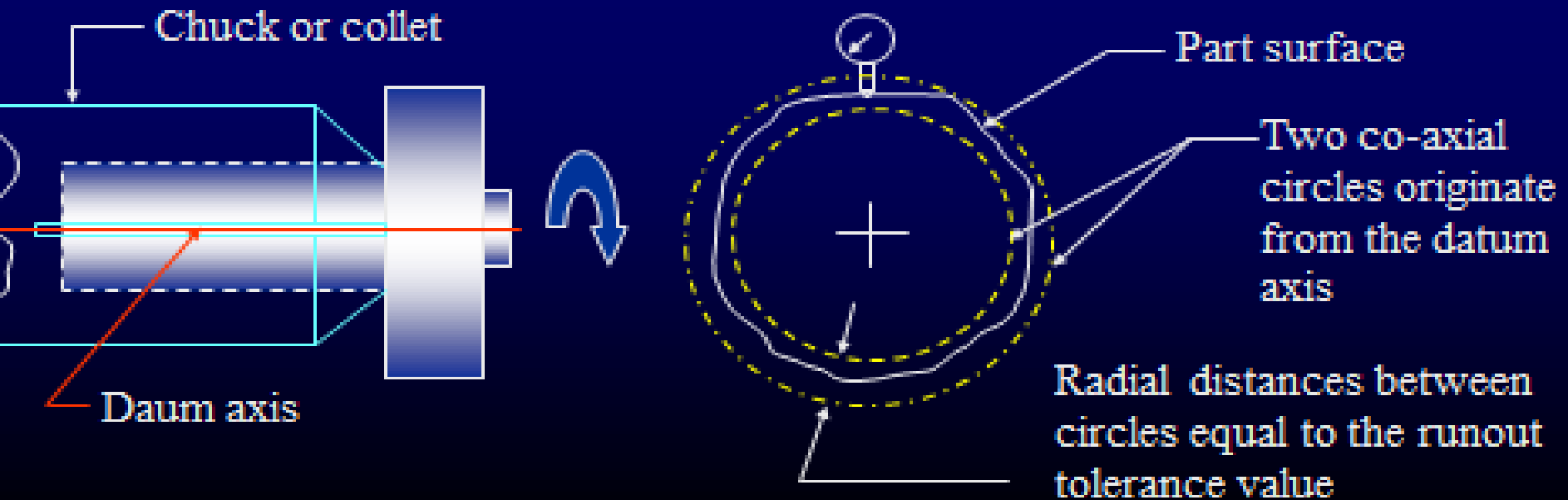
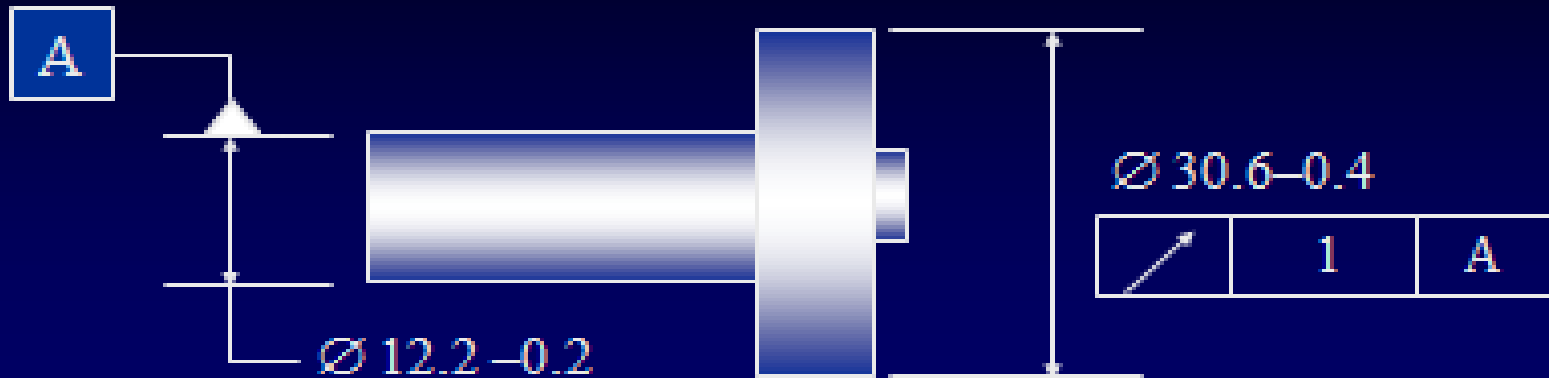
$\text{Circular Runout} = .004 \text{ } (-.003, +.001)$

Part



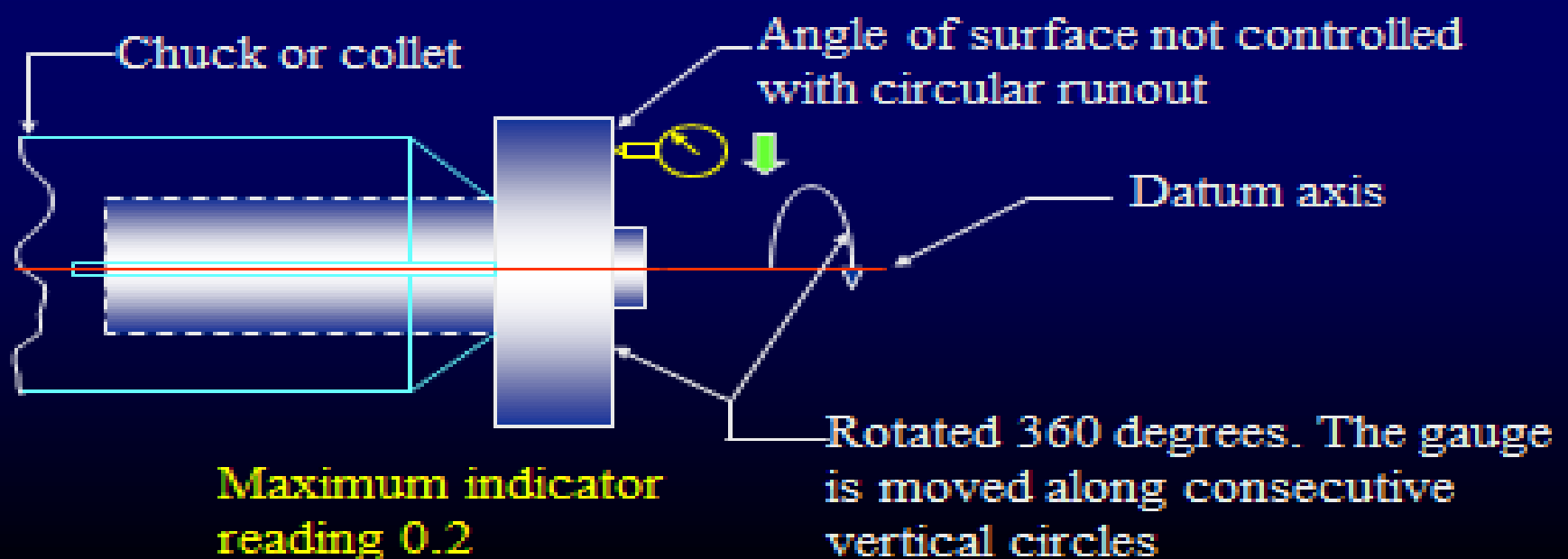
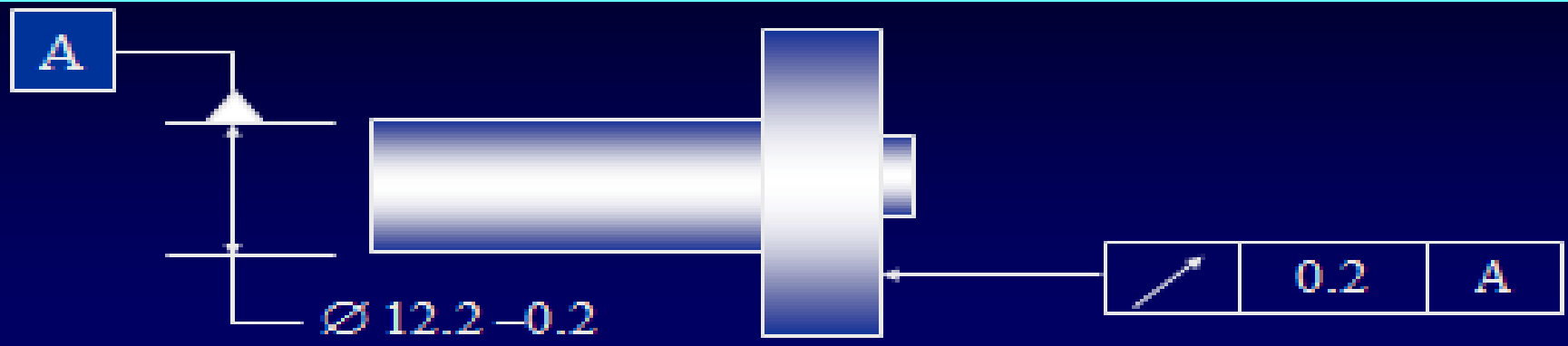
Run out لنگی

Circular Runout



Run out لنگی

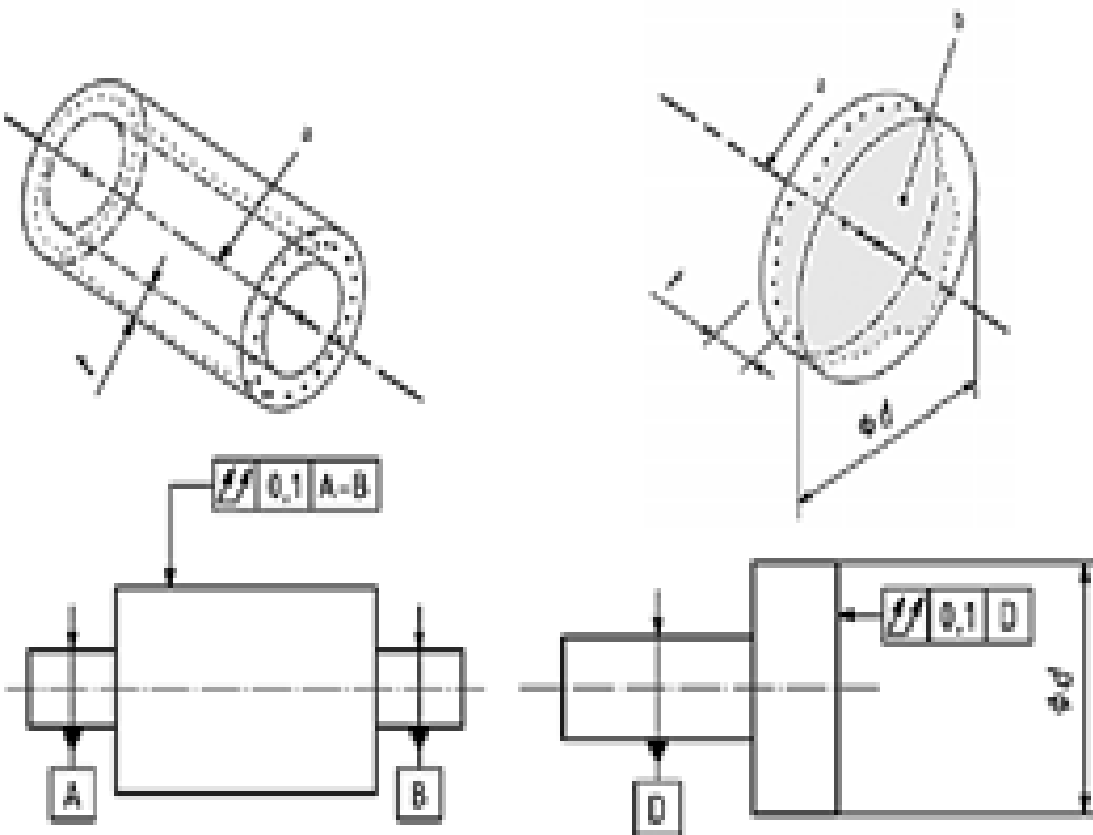
Circular Runout to a Surface



Total Run out لنگی کلی

تولرانس لنگی کل (شعاعی یا محوری) (Total Runout)

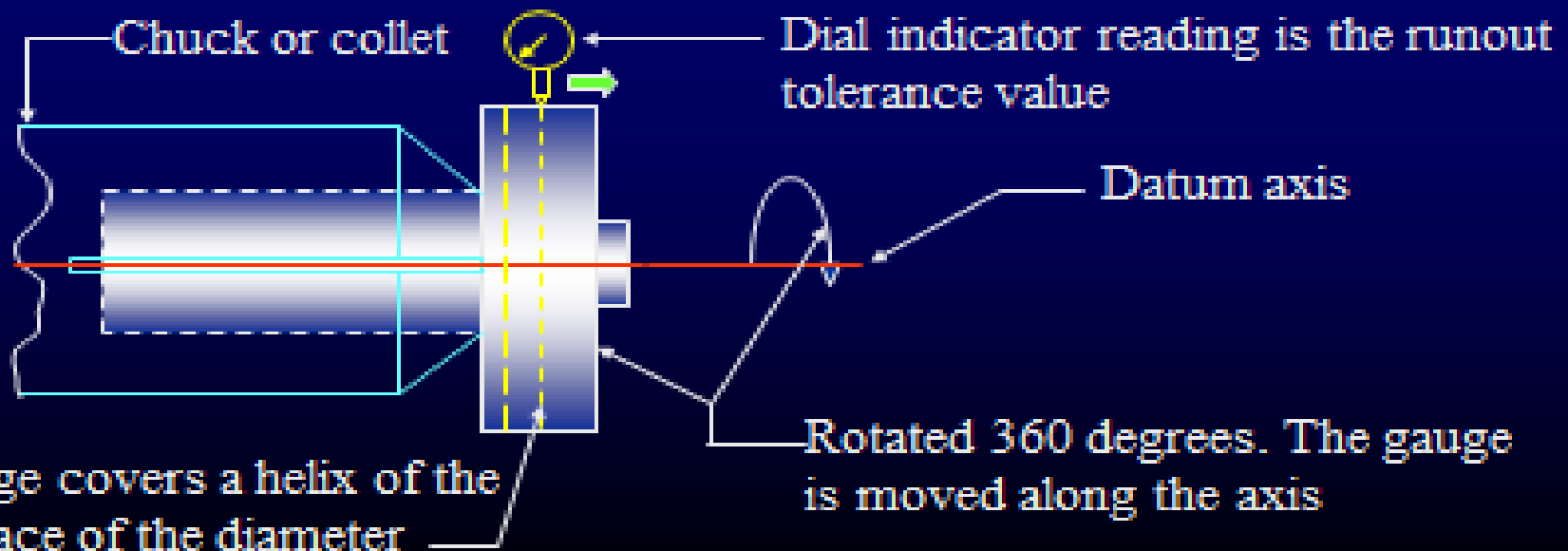
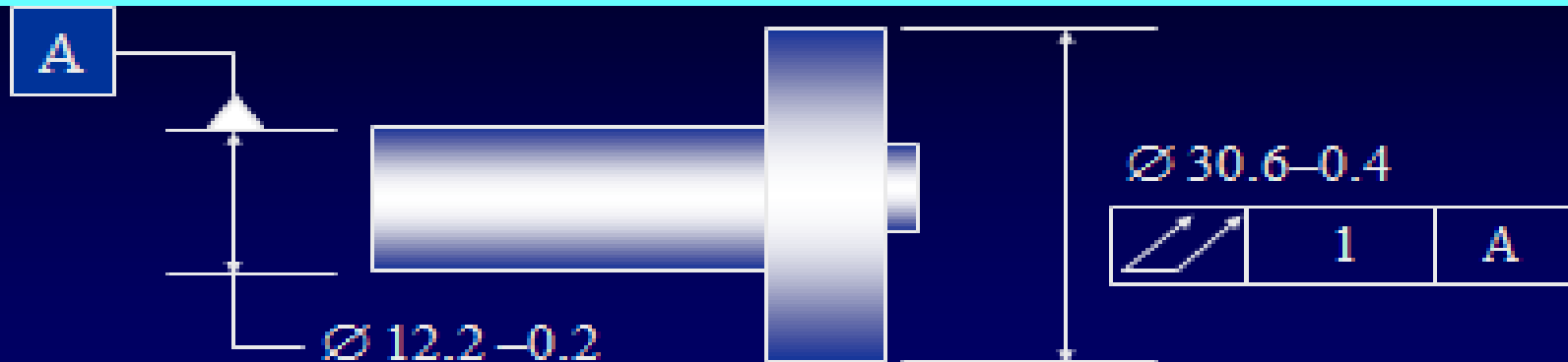
این تolerانس بیانگر آن است که تمام نقاط سطح خارجی محور باید در هنگام دوران بین دو استوانه هم محور به فاصله A قرار گیرند.



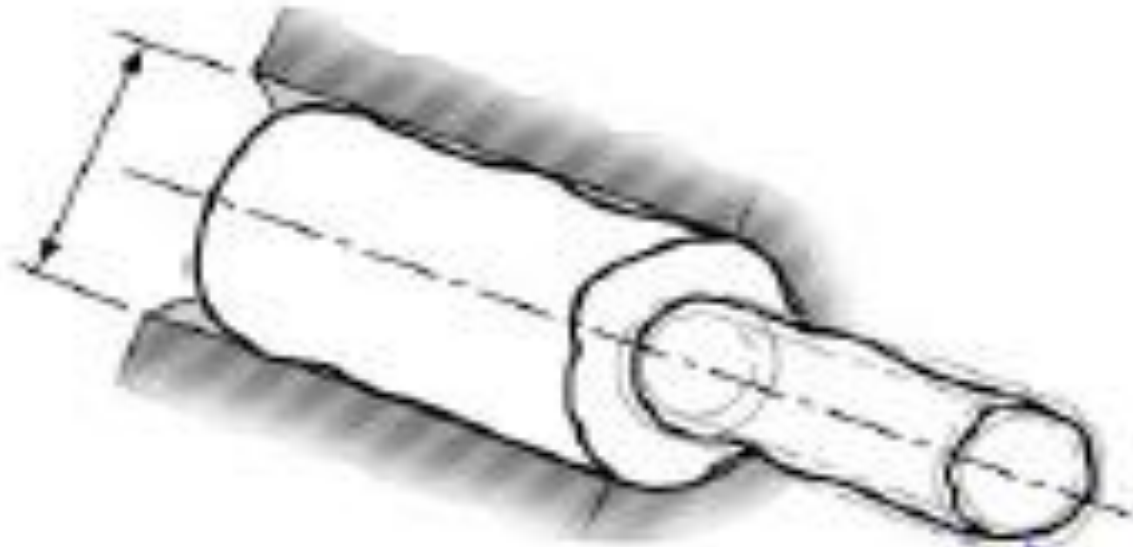
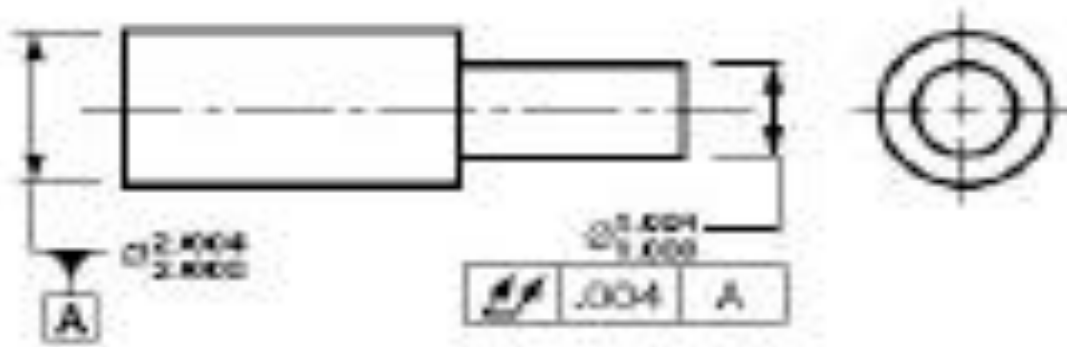
- اگر راستای فلش مستطیل تولرانس در جهت محور مینا باشد به آن لنگی کل محوری و اگر در جهت عمود بر محور باشد به آن لنگی کل شعاعی گفته می شود.

Total Run out لنگی کلی

Total Runout

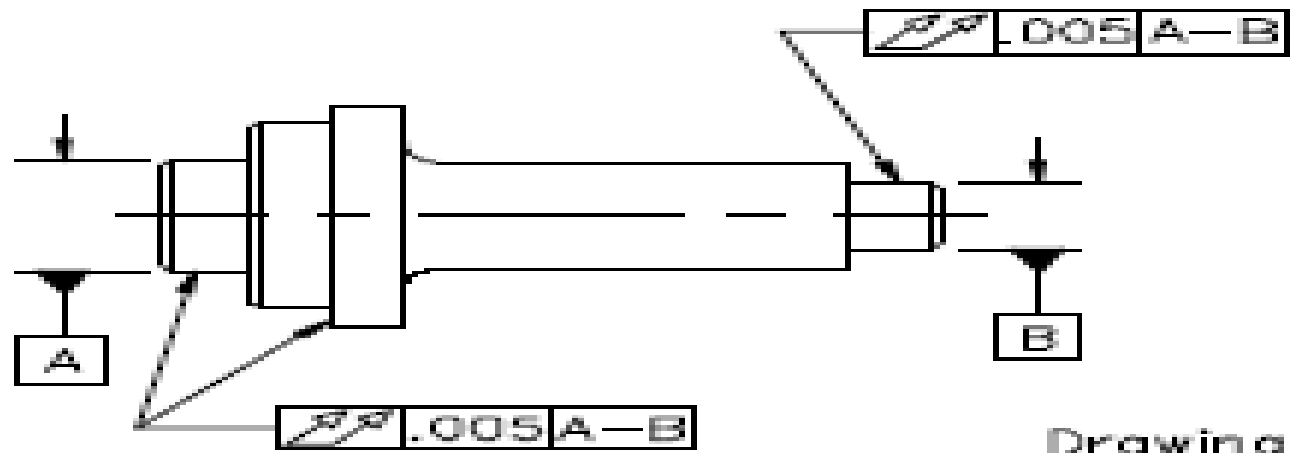


Total Run out لنگی کلی



EACH ELEMENT OF THE SURFACE
MUST LIE BETWEEN TWO CONCENTRIC
CYLINDERS, ONE HAVING A RADIUS
OF .004 LARGER THAN THE OTHER

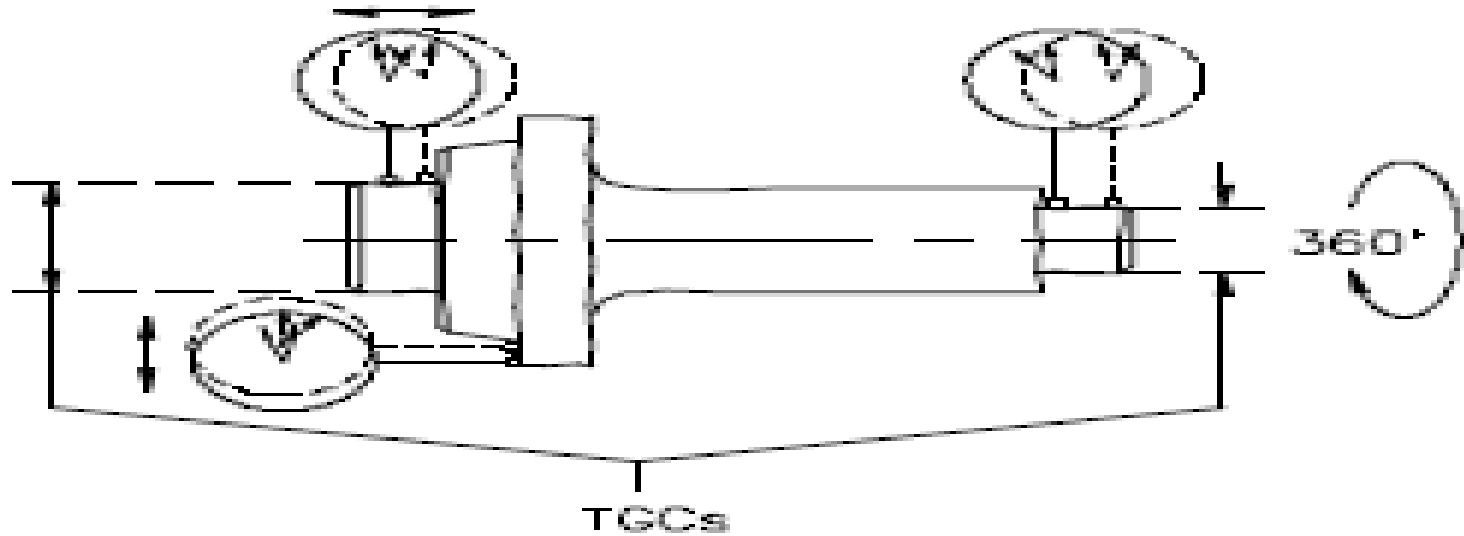
Total Run out لنگی کلی



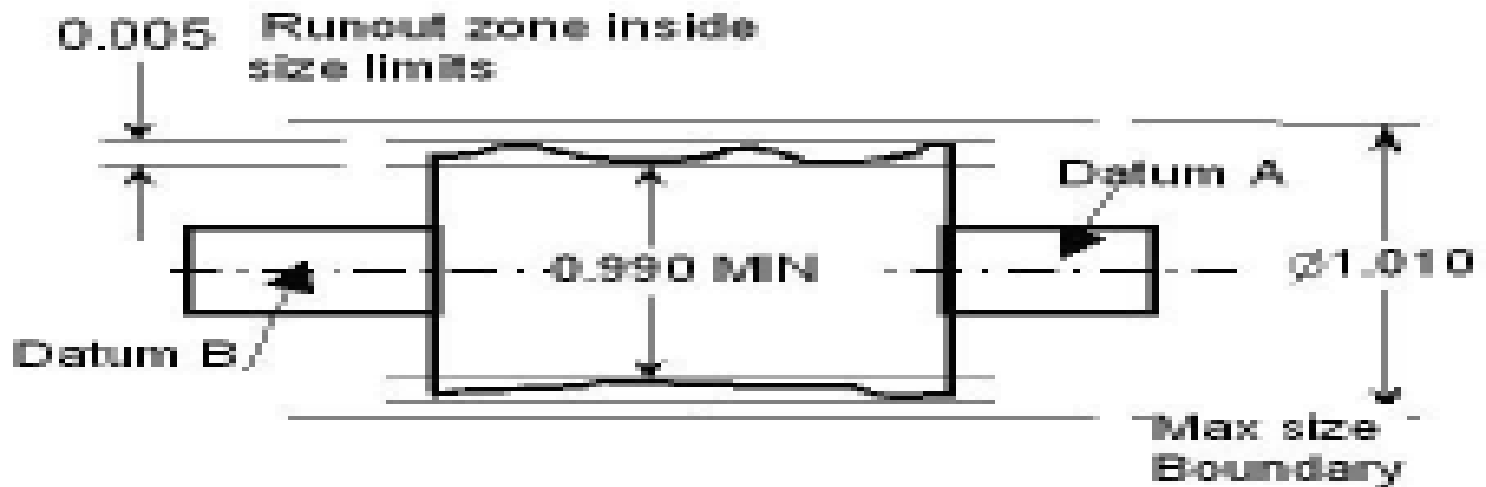
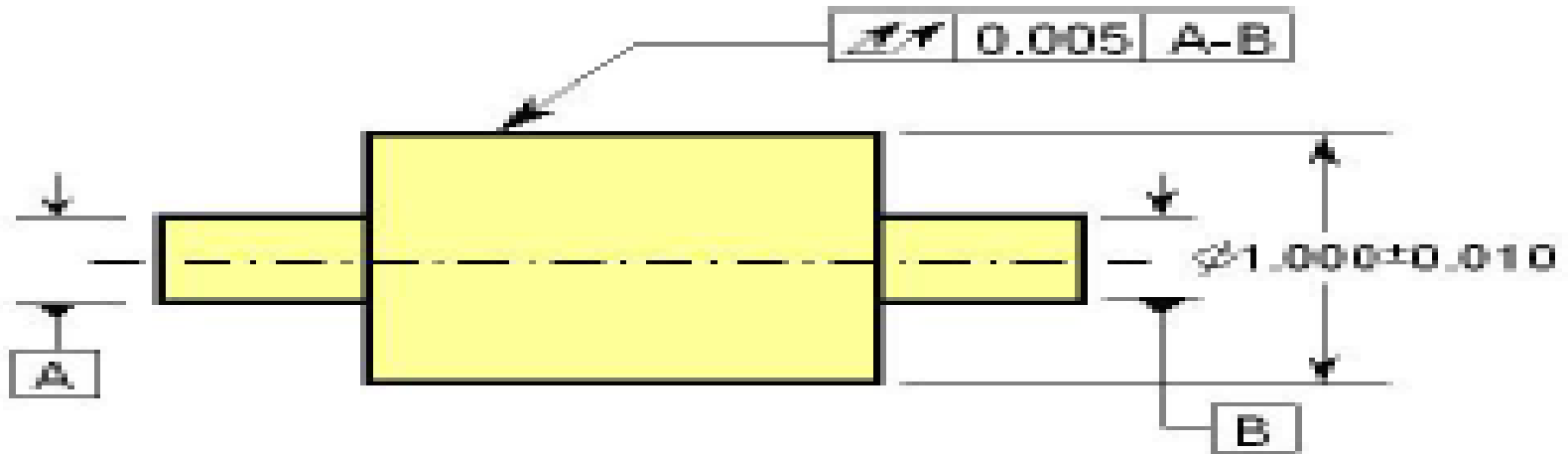
Drawing

$\text{Circular Runout} = .005$
 $(-.001, +.002) \quad (-.003, +.001)$

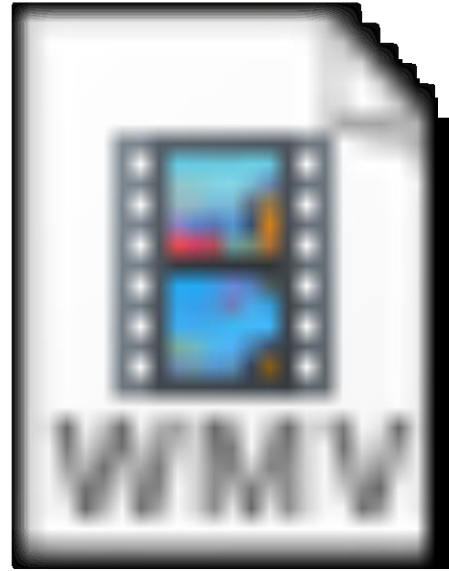
Part



Total Run out لنگی کلی



Total Run out لنگی کلی



Aug_09.wmv

❖ تفرانس های مکان Location

■ موقعیت

■ هم محوری و هم مرکزی

■ تقارن

تفرانس موقعیت یک مبحث عمومی از تفرانس مکان بوده و تفرانسهای هم محوری و تقارن حالتی خاص میباشند

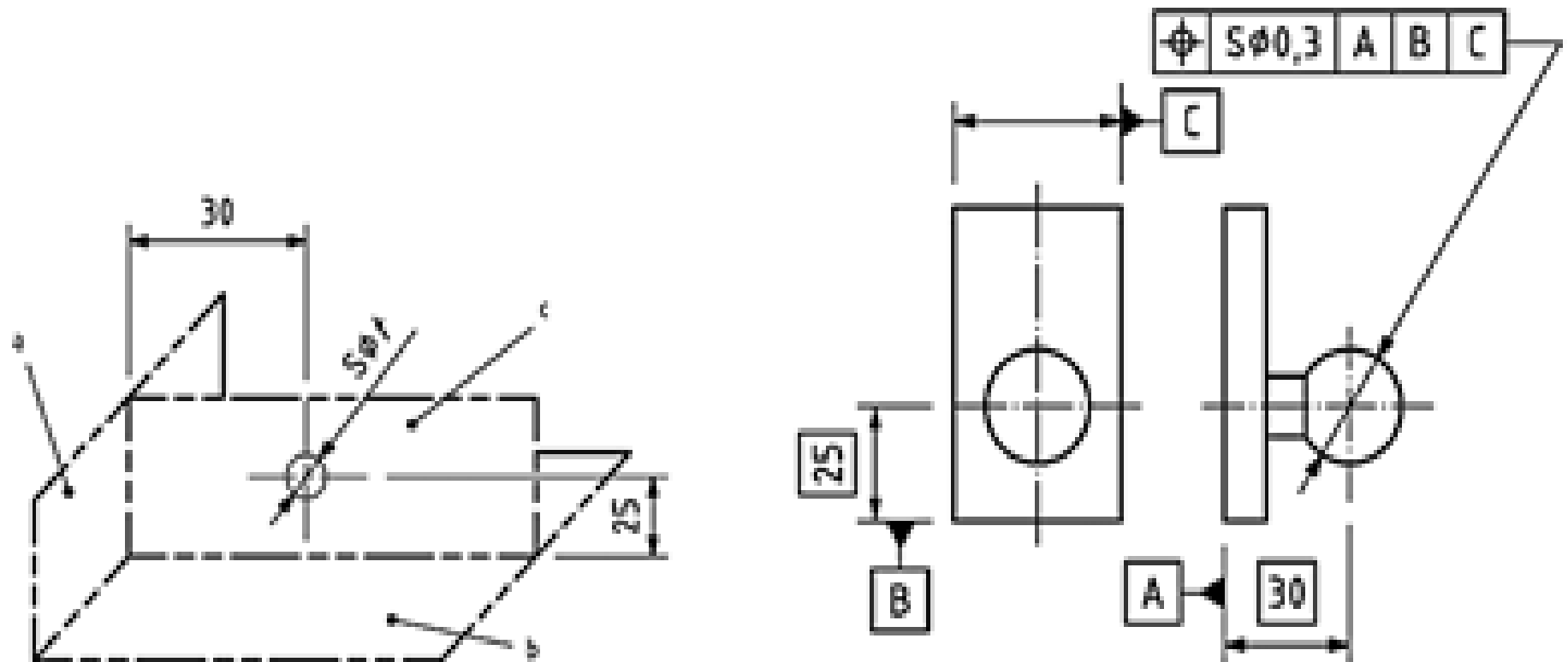
Position

موقعیت

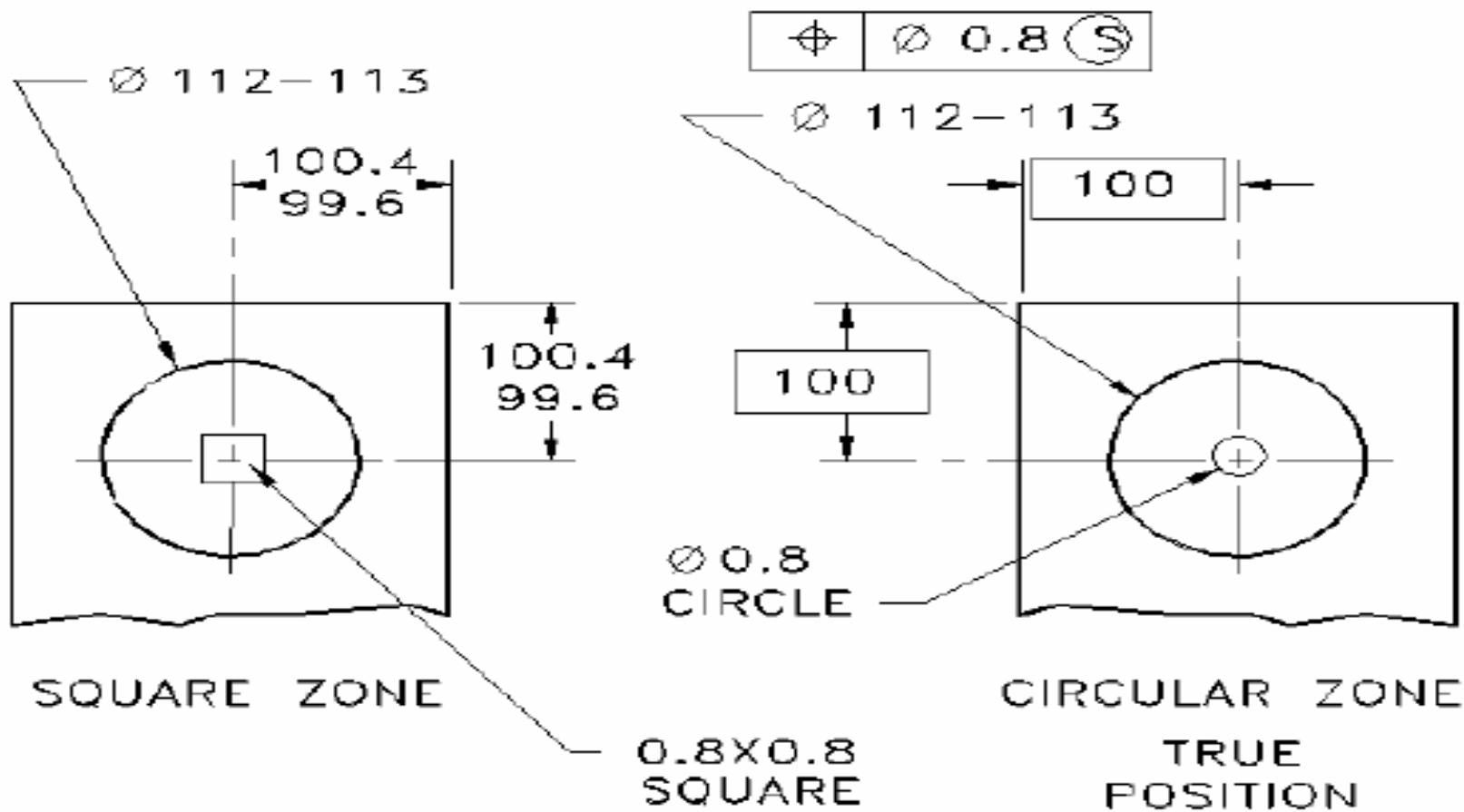
- سیستم دکارتی
- ناحیه تلرانسی چهارگوش
- سیستم هندسی
- ناحیه تلرانسی دایره
- ترکیب تلرانسهای موقعیت و تعامد در حالت سه مبنا
- موقعیت در ماکزیمم ماده
- موقعیت بدون مبنا (ناحیه تلرانسی به جایی عمود نیست و فقط ناحیه تلرانسی سوراخها نسبت به همدیگر موازی هستند)
- مبنا در ماکزیمم ماده

تحرانم موقعبت (Position)

در این تحرانم، میزان انحراف بک موقعبت مشخص را نسبت به موقعبت تئوری آن بیان می کنند. به عنوان مثال میزان انحراف موقعبت مرکز بک سوراخ توسط تحرانم موقعبت بیان می شود.

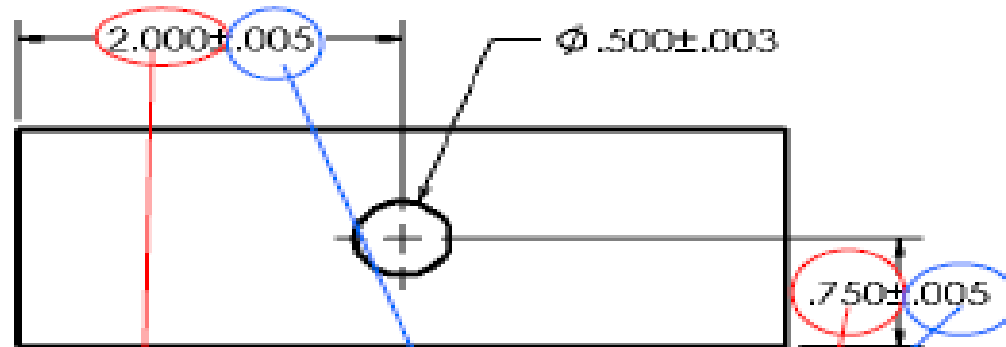


Position

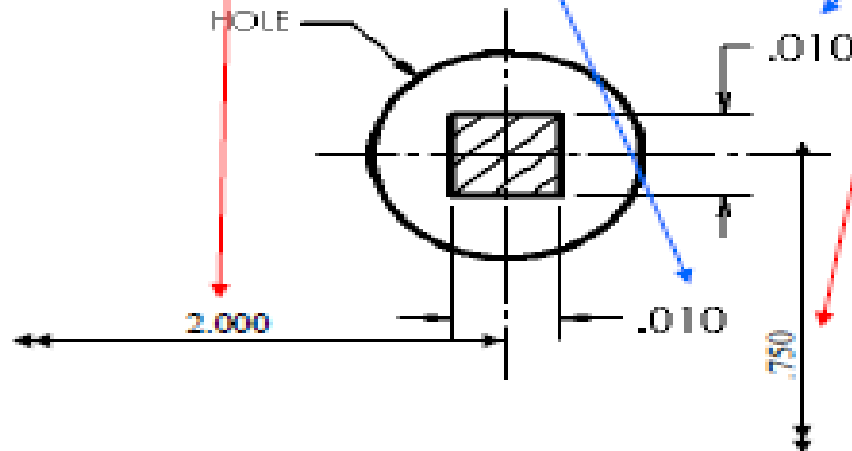


Coordinate System Position

- Consider the following hole dimensioned with coordinate dimensions:

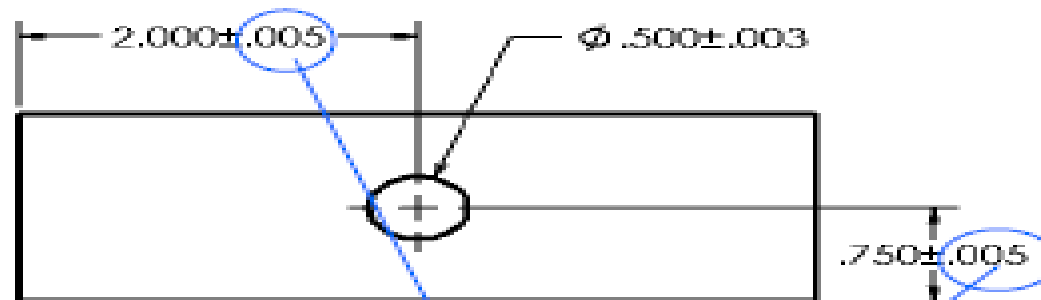


- The tolerance zone for the location of the hole is as follows:

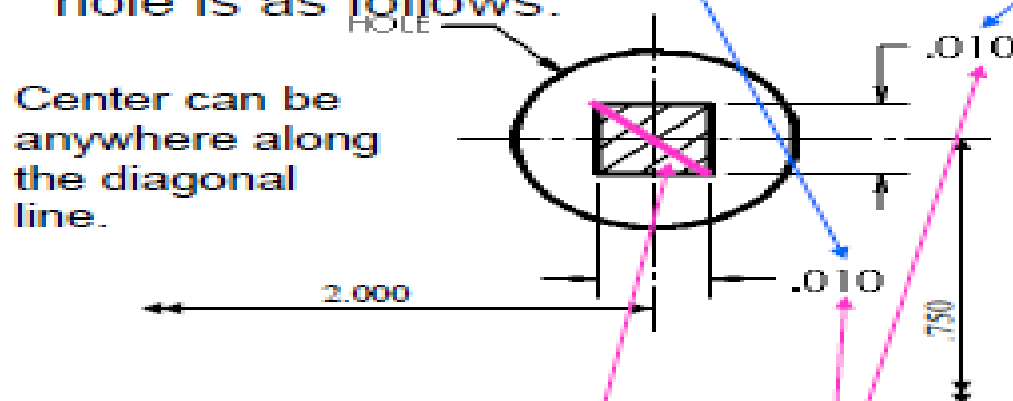


Coordinate System Position

- Consider the following hole dimensioned with coordinate dimensions:



- The tolerance zone for the location (axis) of the hole is as follows:

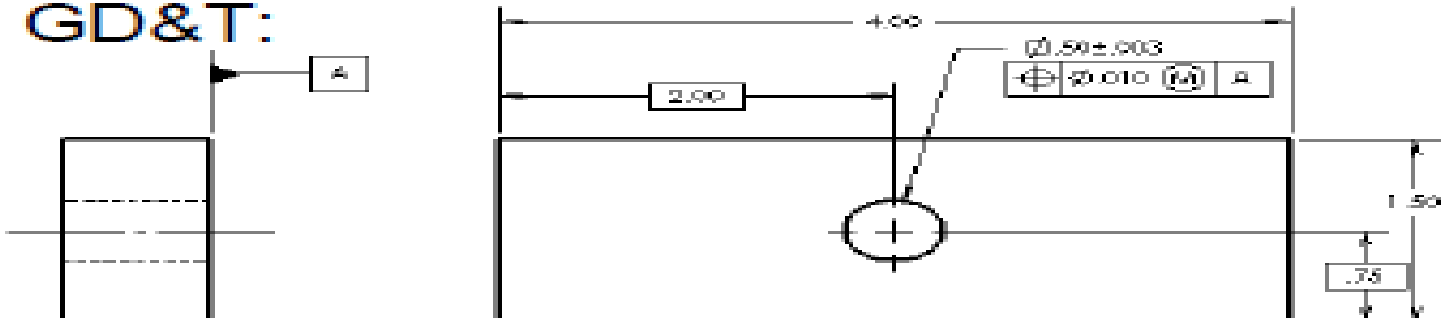


Center can be anywhere along the diagonal line.

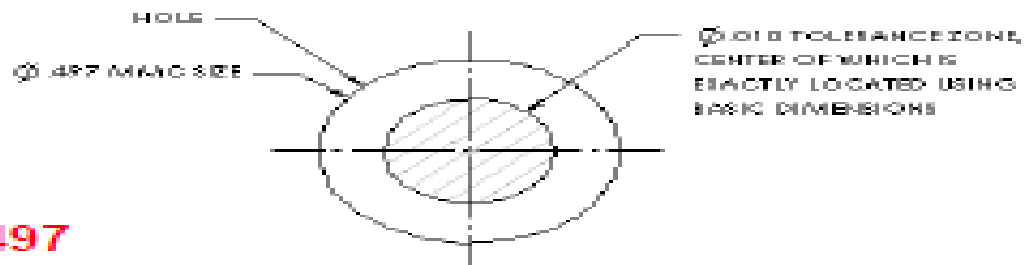
- Several Problems:
 - Two points, equidistant from true position may not be accepted.
 - Total tolerance diagonally is $.014$, which may be more than was intended. ($1.4 \times s >, 1.4 \cdot .010 = .014$)

Position Tolerancing

- Consider the same hole, but add GD&T:



- Now, overall tolerance zone is:

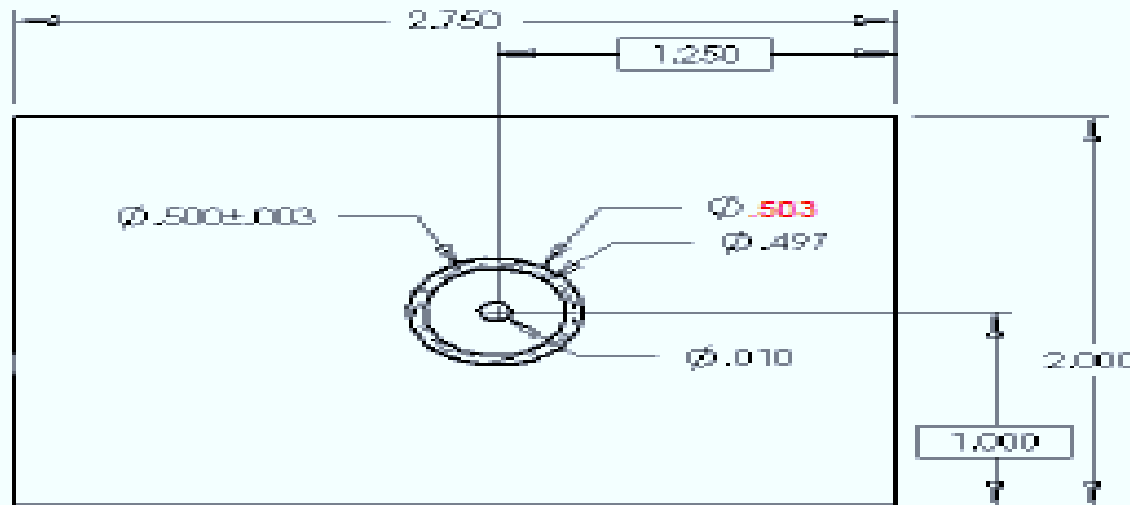


MMC =

$$.500 - .003 = .497$$

- The actual center of the hole (axis) must lie in the round tolerance zone. The same tolerance is applied, regardless of the direction.

Bonus Tolerance Example



This means that the tolerance is **.010** if the hole size is the MMC size, or **.497**. If the hole is bigger, we get a **bonus** tolerance equal to the difference between the MMC size and the actual size.

Actual Hole Size	Bonus Tol.	Φ of Tol. Zone
$\varnothing .497$ (MMC)	0	.010
$\varnothing .499$ ($.499 - .497 = .002$)	.002 ($.010 + .002 = .012$)	.012
$\varnothing .500$ ($.500 - .497 = .003$)	.003 ($.010 + .003 = .013$)	.013
$\varnothing .502$.005	.015
$\varnothing .503$ (LMC)	.006	.016
$\varnothing .504$?	?

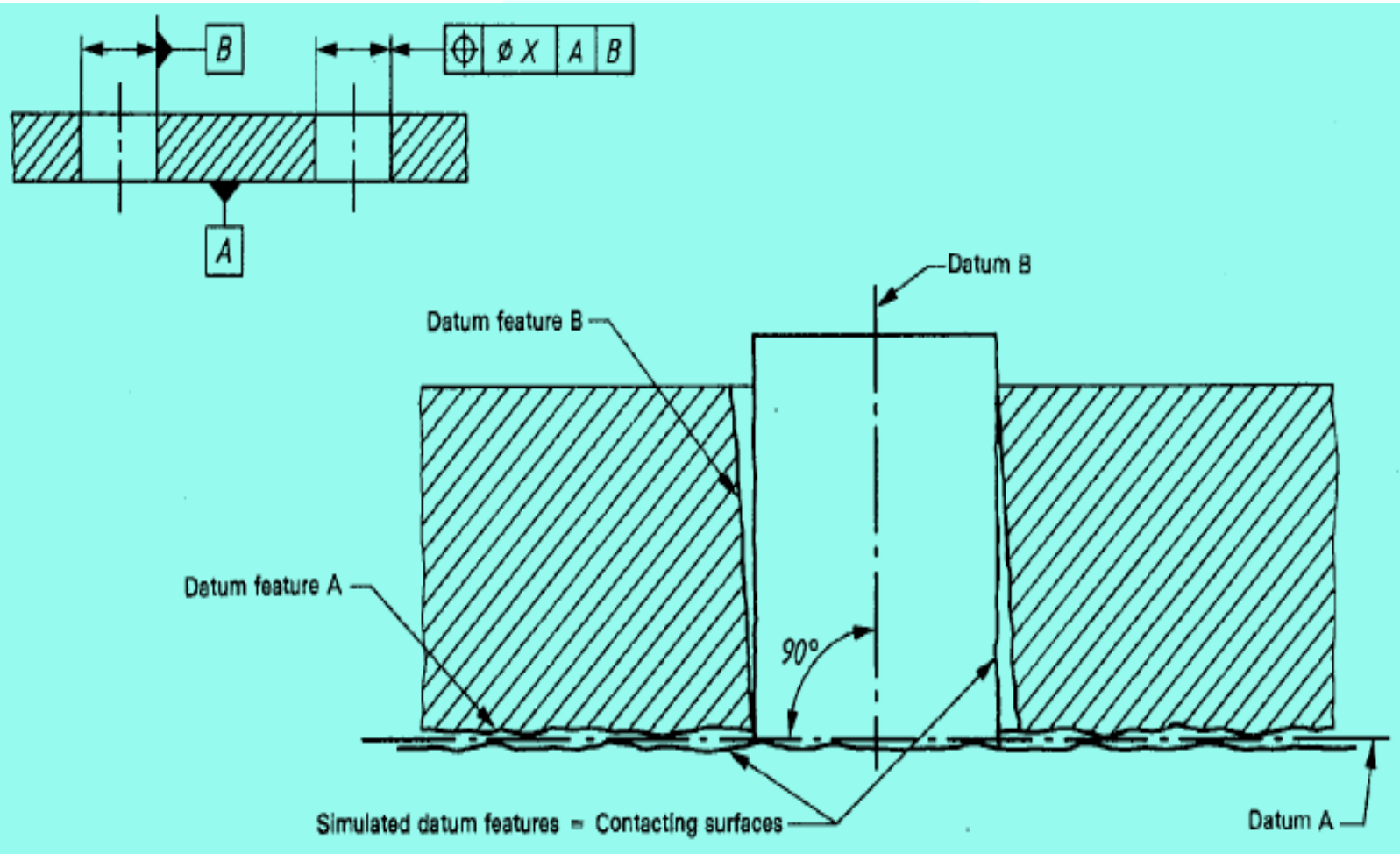
- This system makes sense... the larger the hole is, the more it can deviate from true position and still fit in the mating condition!

Location

مكان

Position

ISO 5459-1981 (E)

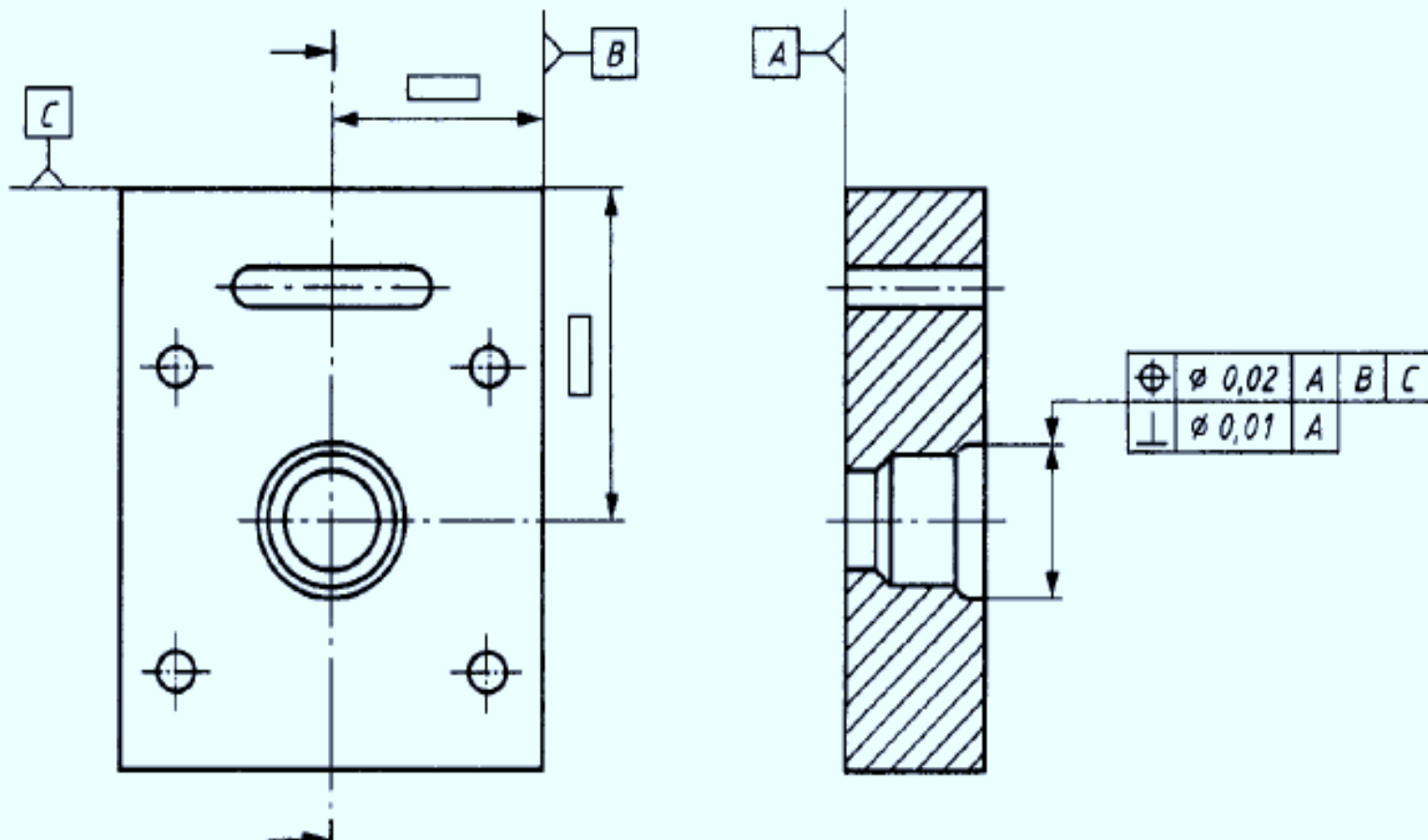


Location

مكان

Position موقعيت

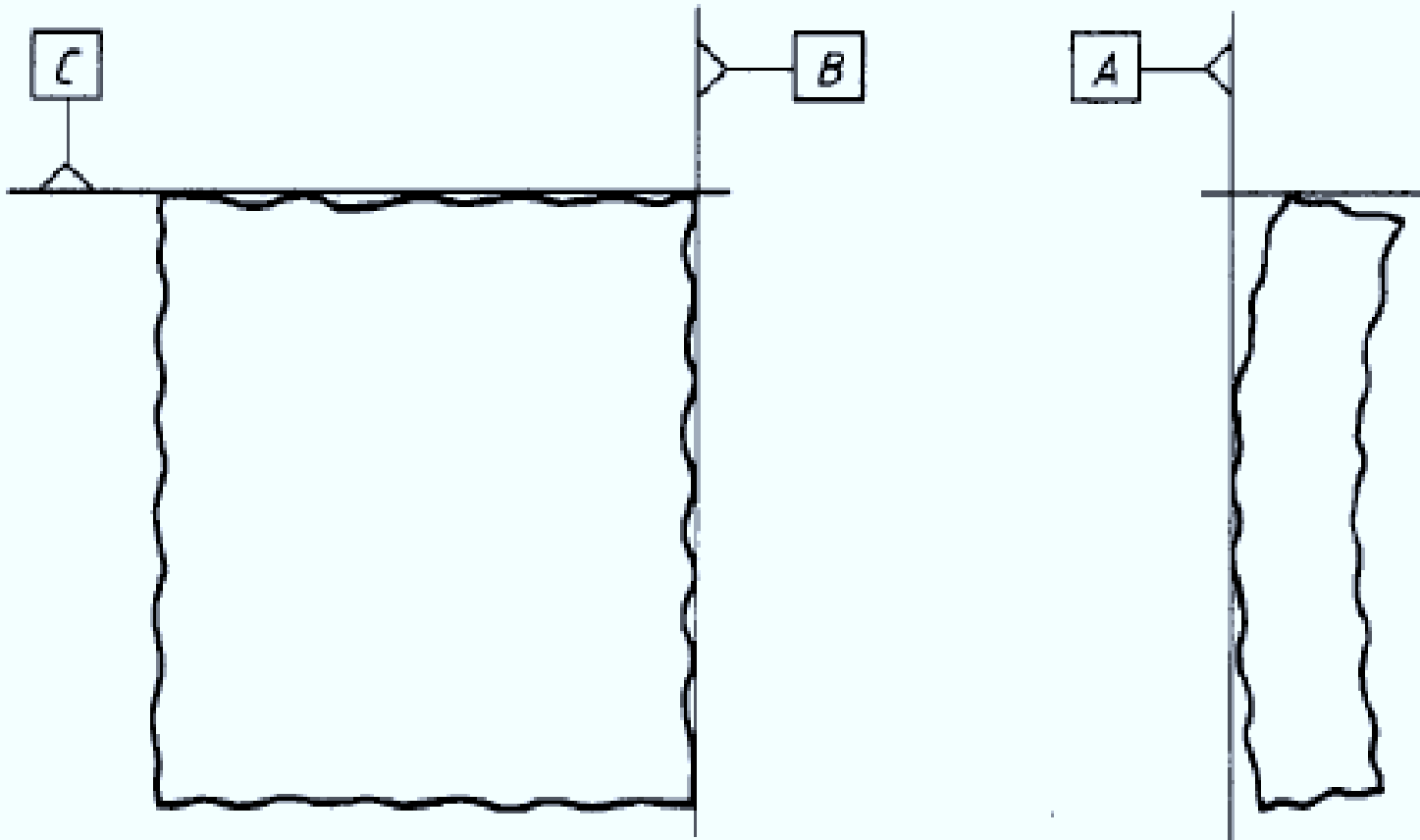
ISO 5459-1981 (E)



Location

مكان

Position موقعيت

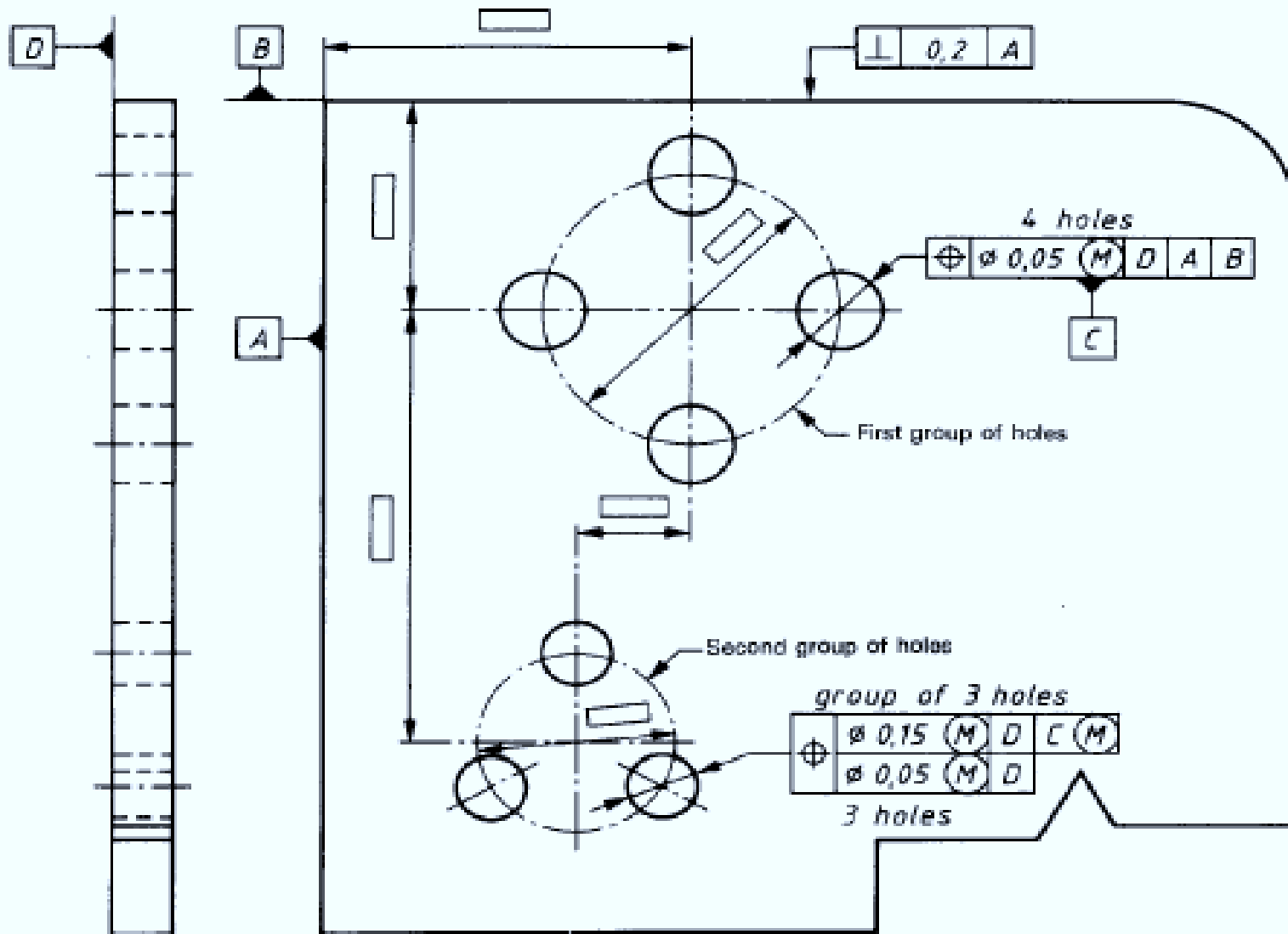


Location

مكان



Position موقعيت

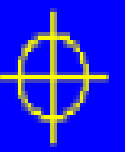

ISO 5459-1981 (E)


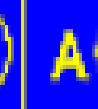



Maximum Material Indication in Tolerance Frame

The maximum material condition, when used, is indicated by a symbol placed after the tolerance value, after the datum letter, or both.

	$\varnothing 0,05$ 	A
---	--	---

	$\varnothing 0,5$	A 
--	-------------------	--

	$\varnothing 0,05$ 	A 
---	--	---

Location

مكان

Position موقعیت

Datums

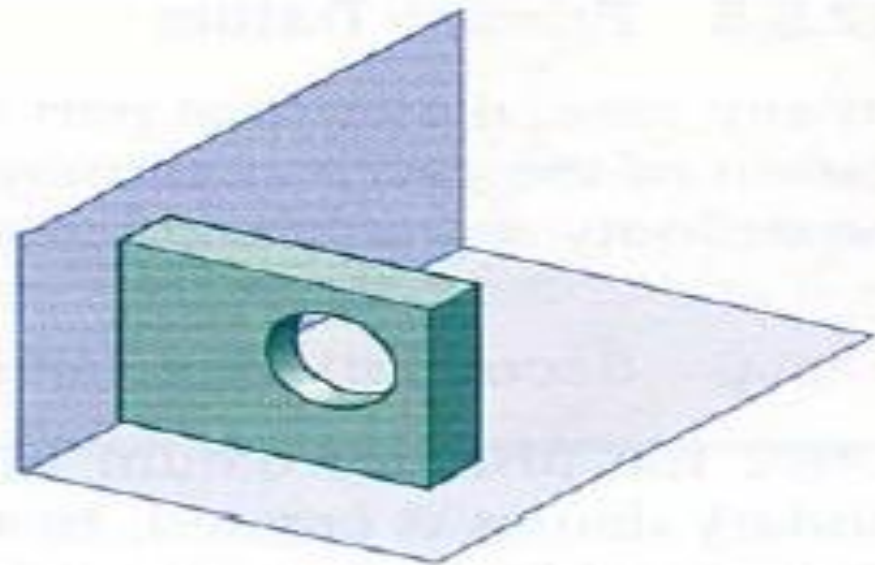
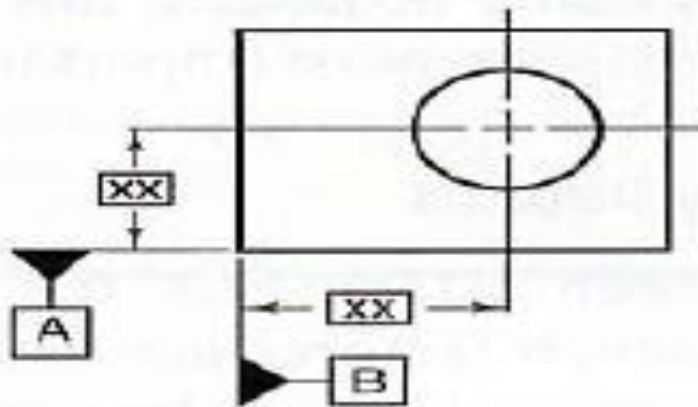


Figure 12.12

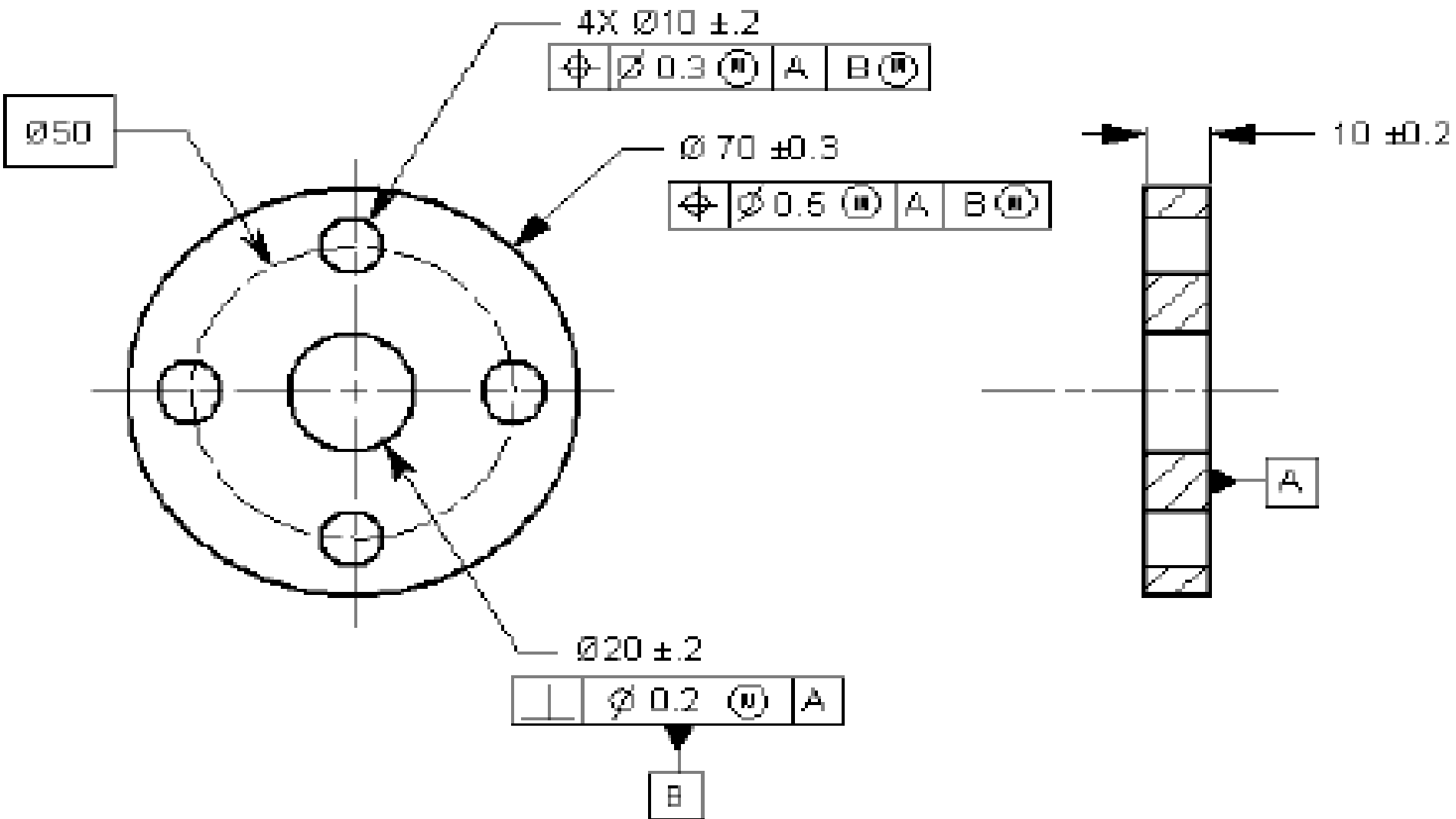
Two-plane datum reference frame in which the hole is dimensioned from the left and bottom

Location

مكان

Position

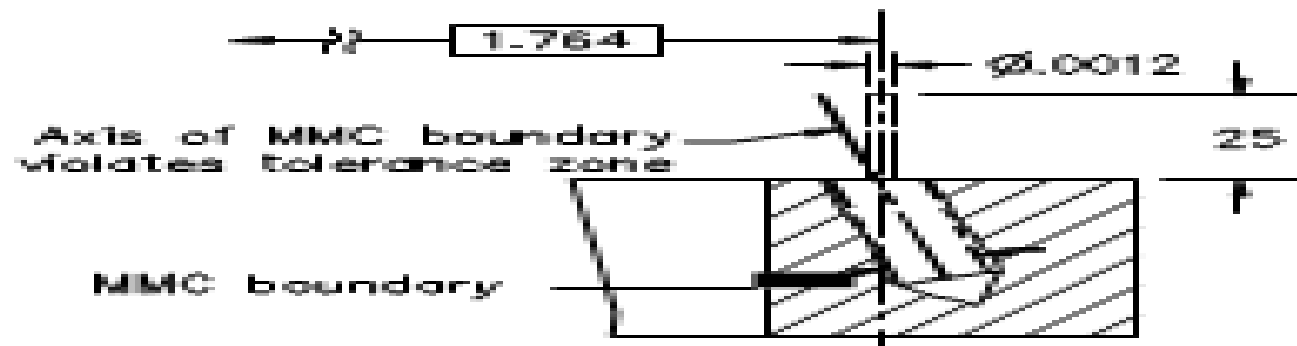
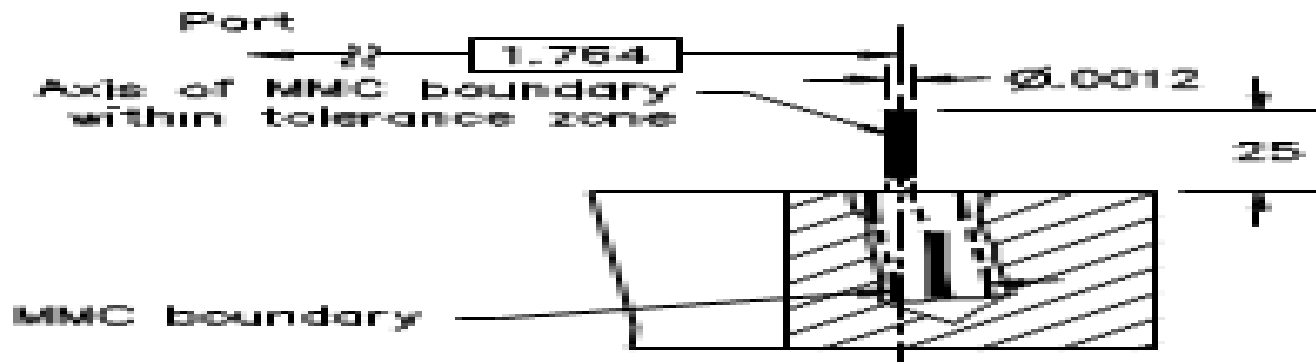
موقعیت



Location

مكان

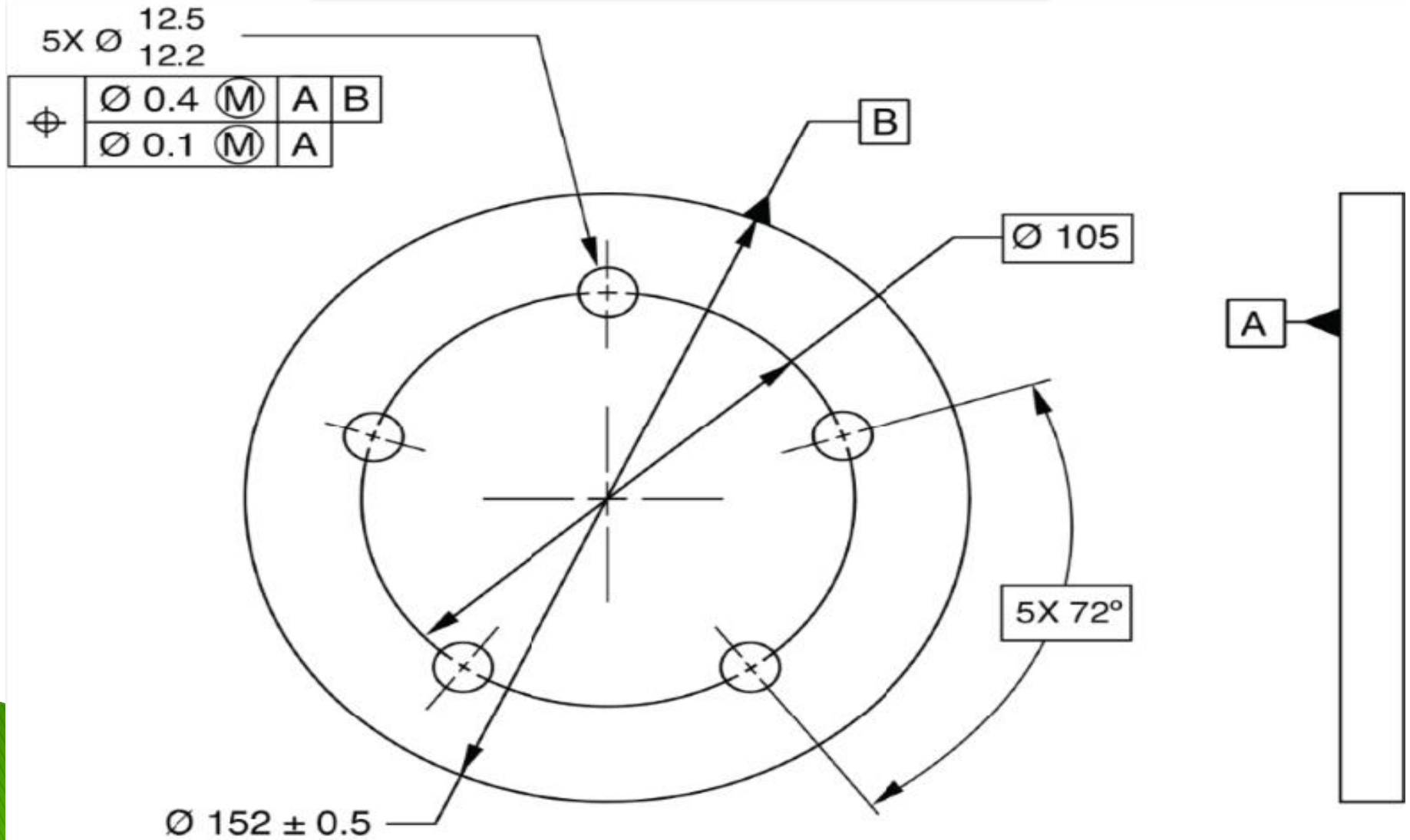
Position موقعیت



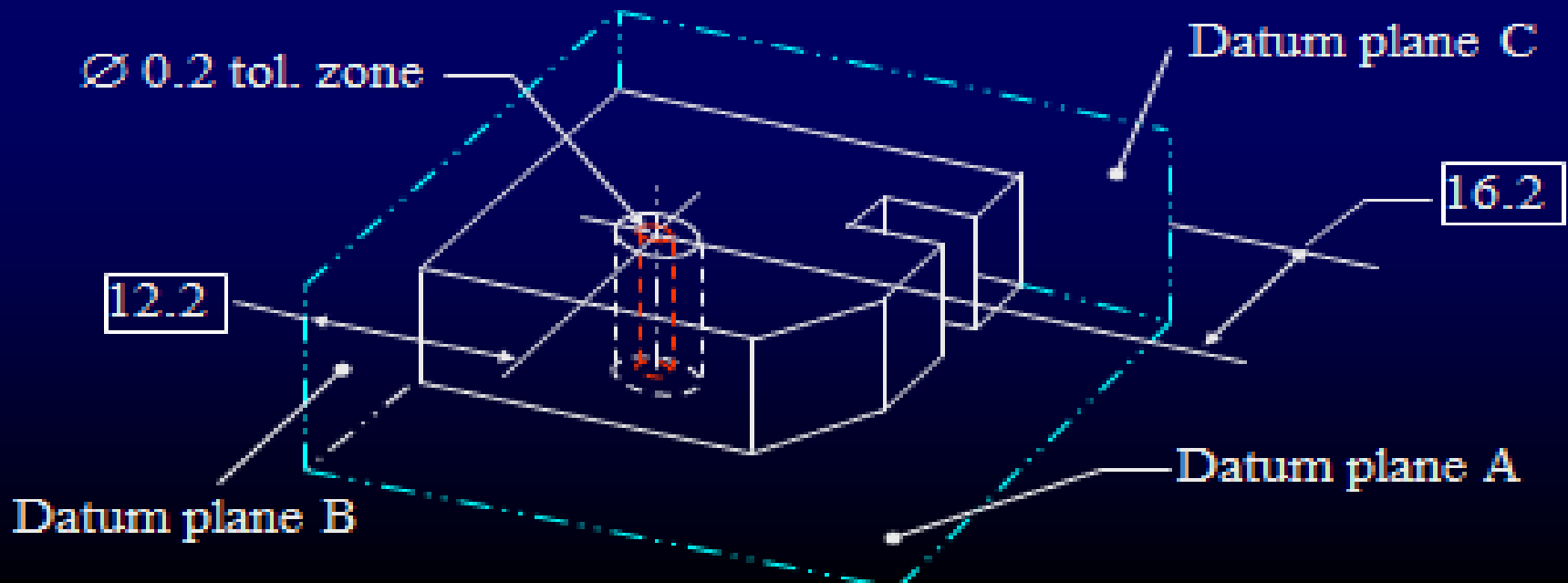
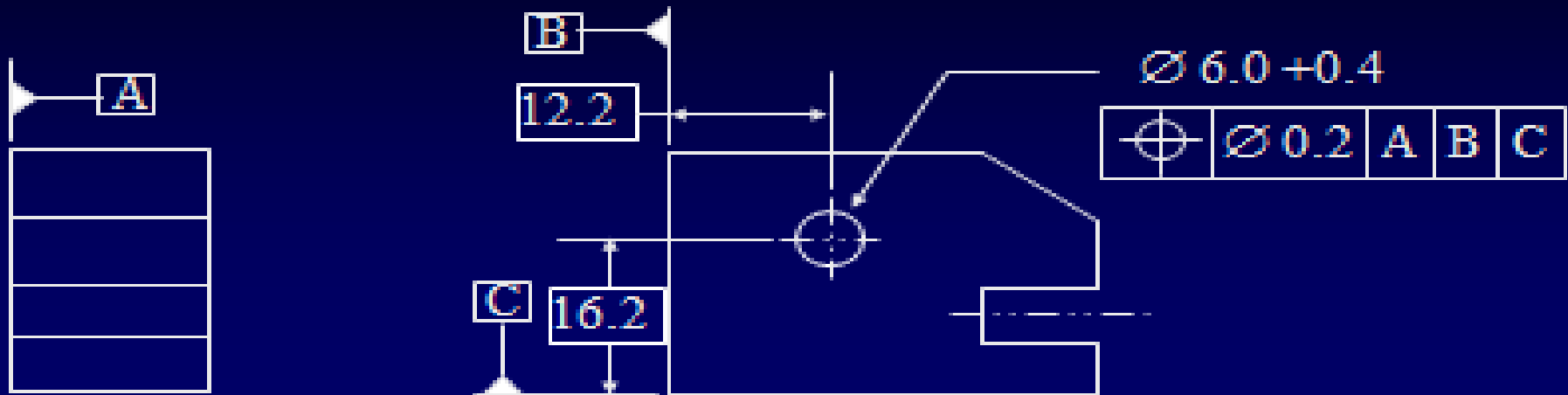
Location

مكان

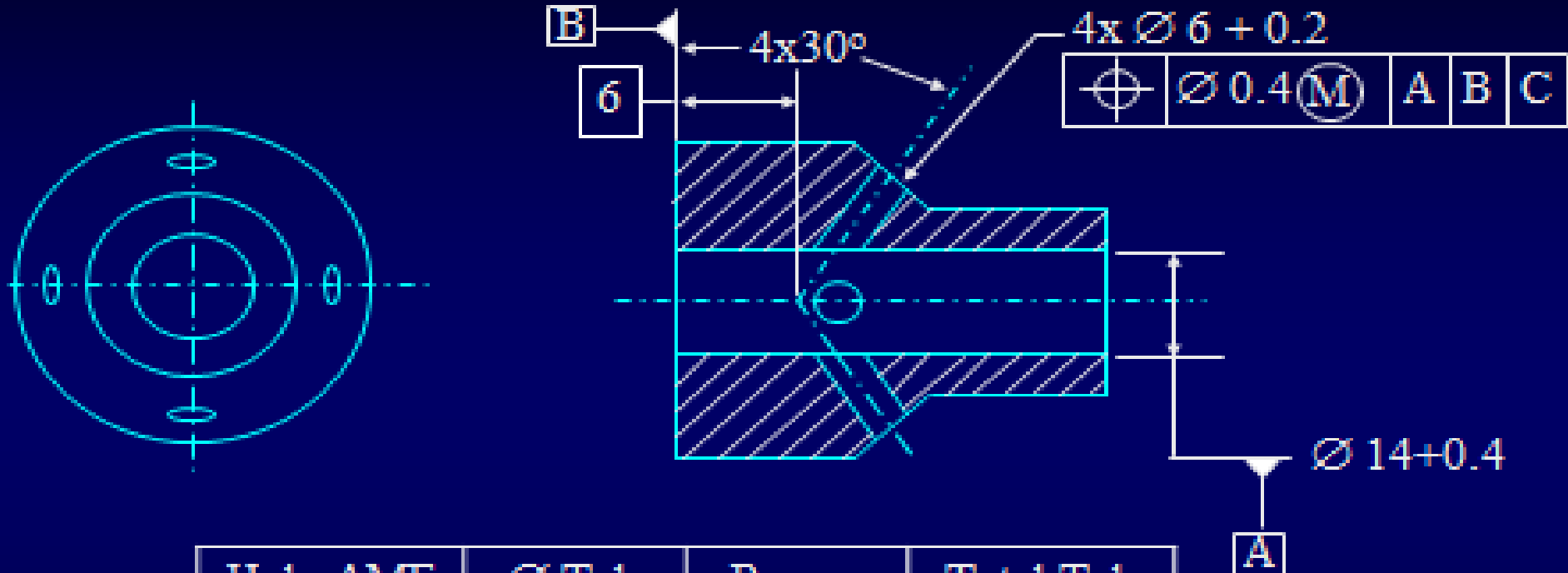
Position موقعيت



Tolerance of Position



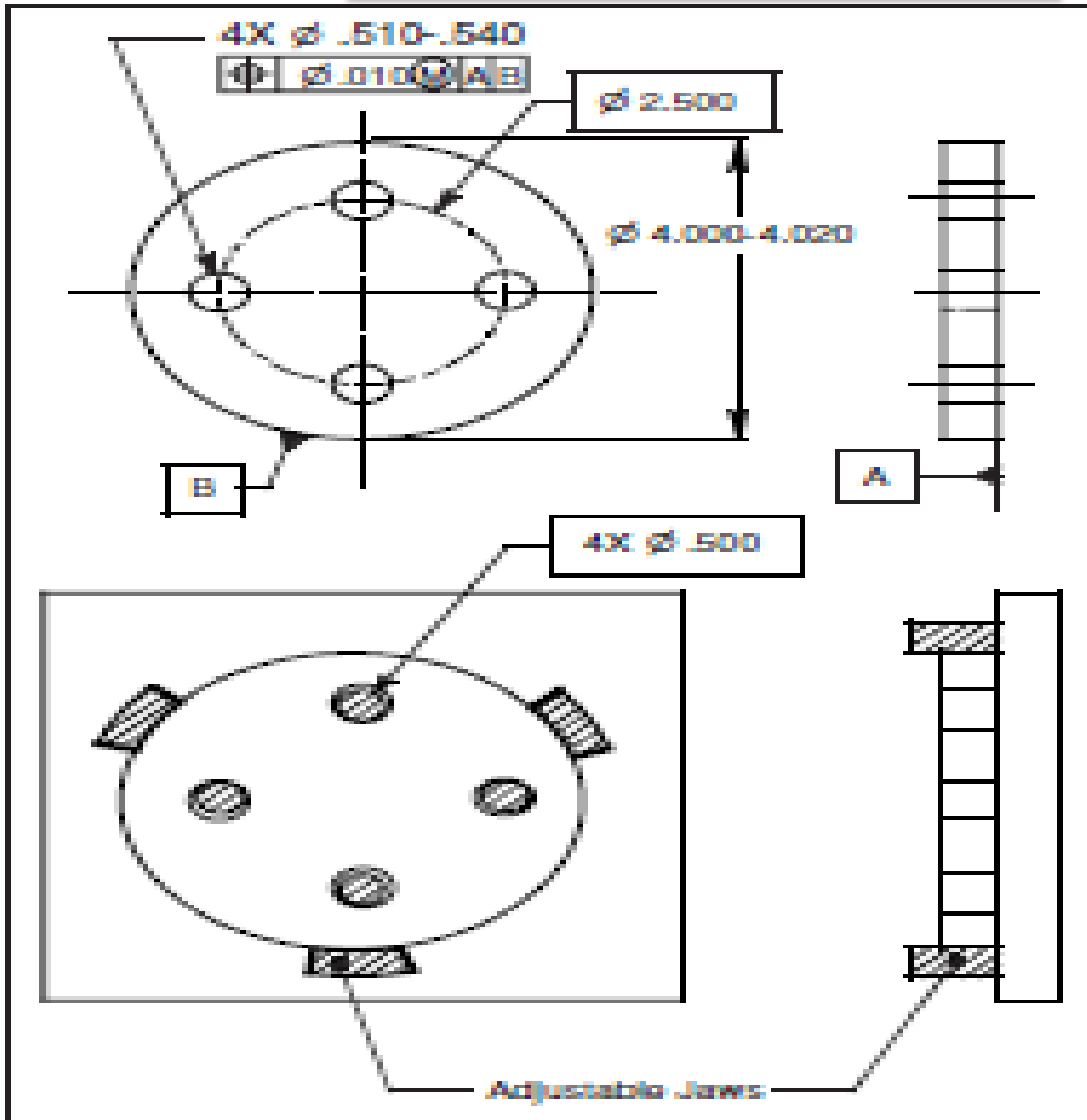
Tolerance of Position to Non-parallel Hole



Hole AME	\varnothing Tol. Dia.	Bonus Tol.	Total Tol. Dia
6.0	0.4	0	0.4
6.1	0.4	0.1	0.5
6.2	0.4	0.2	0.6

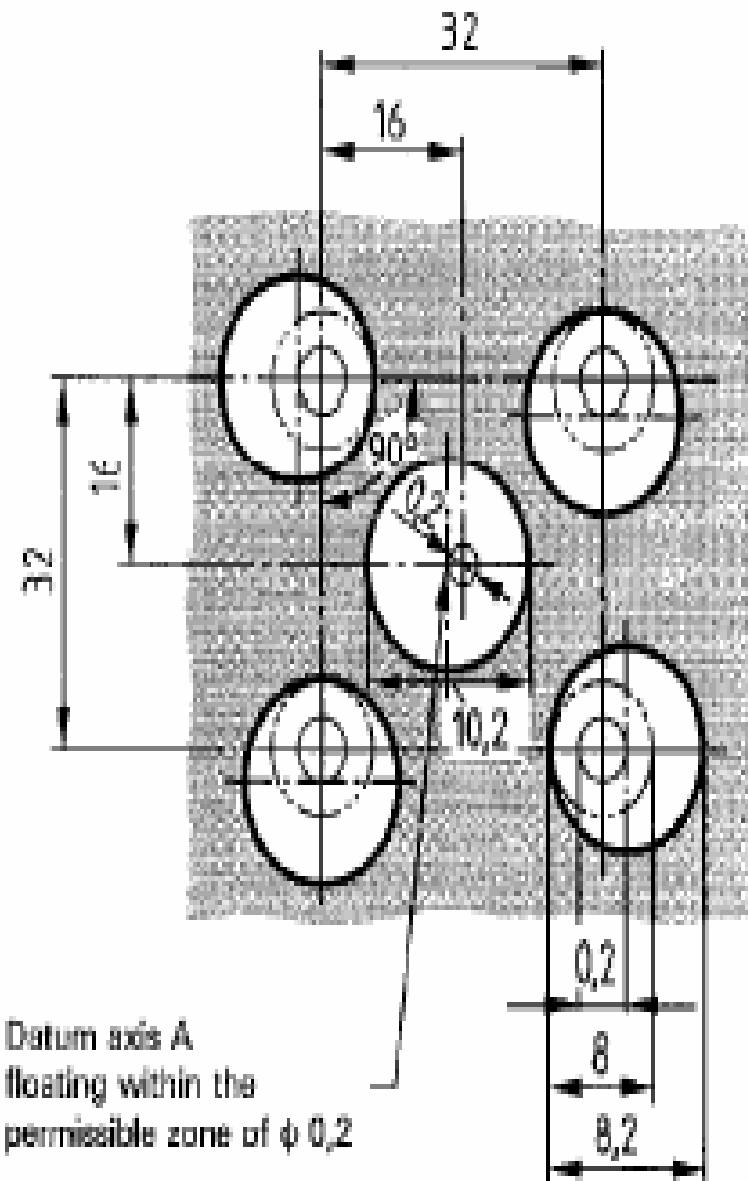
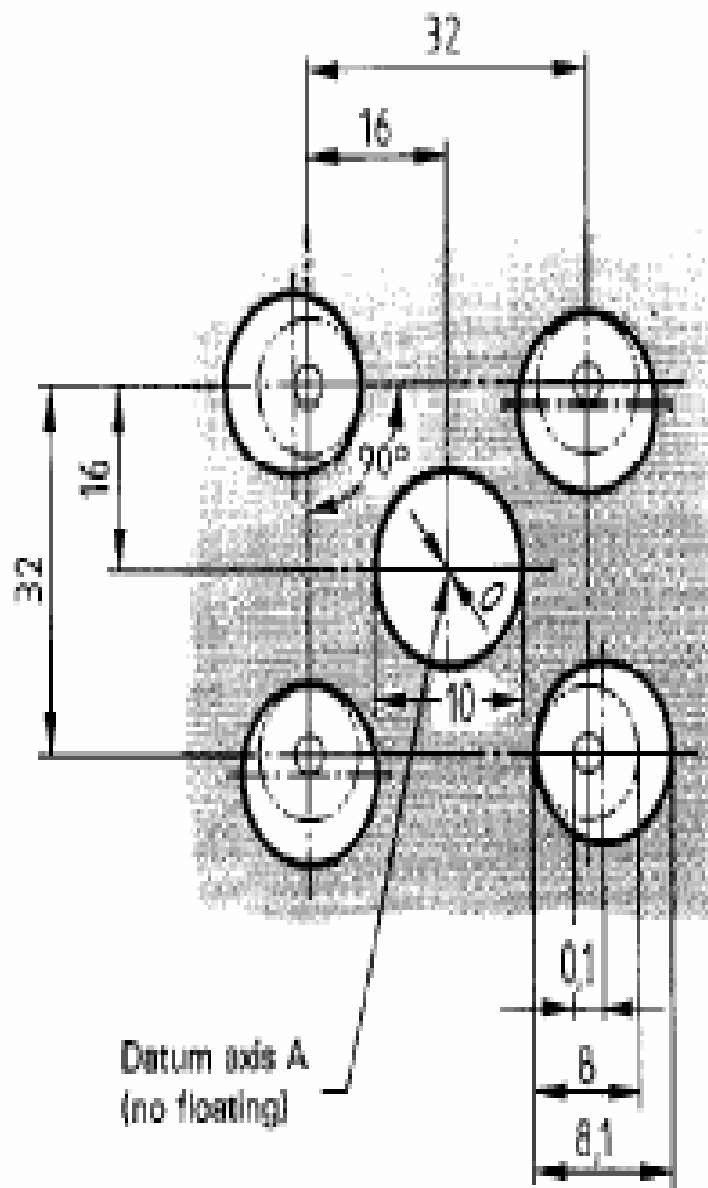
Location

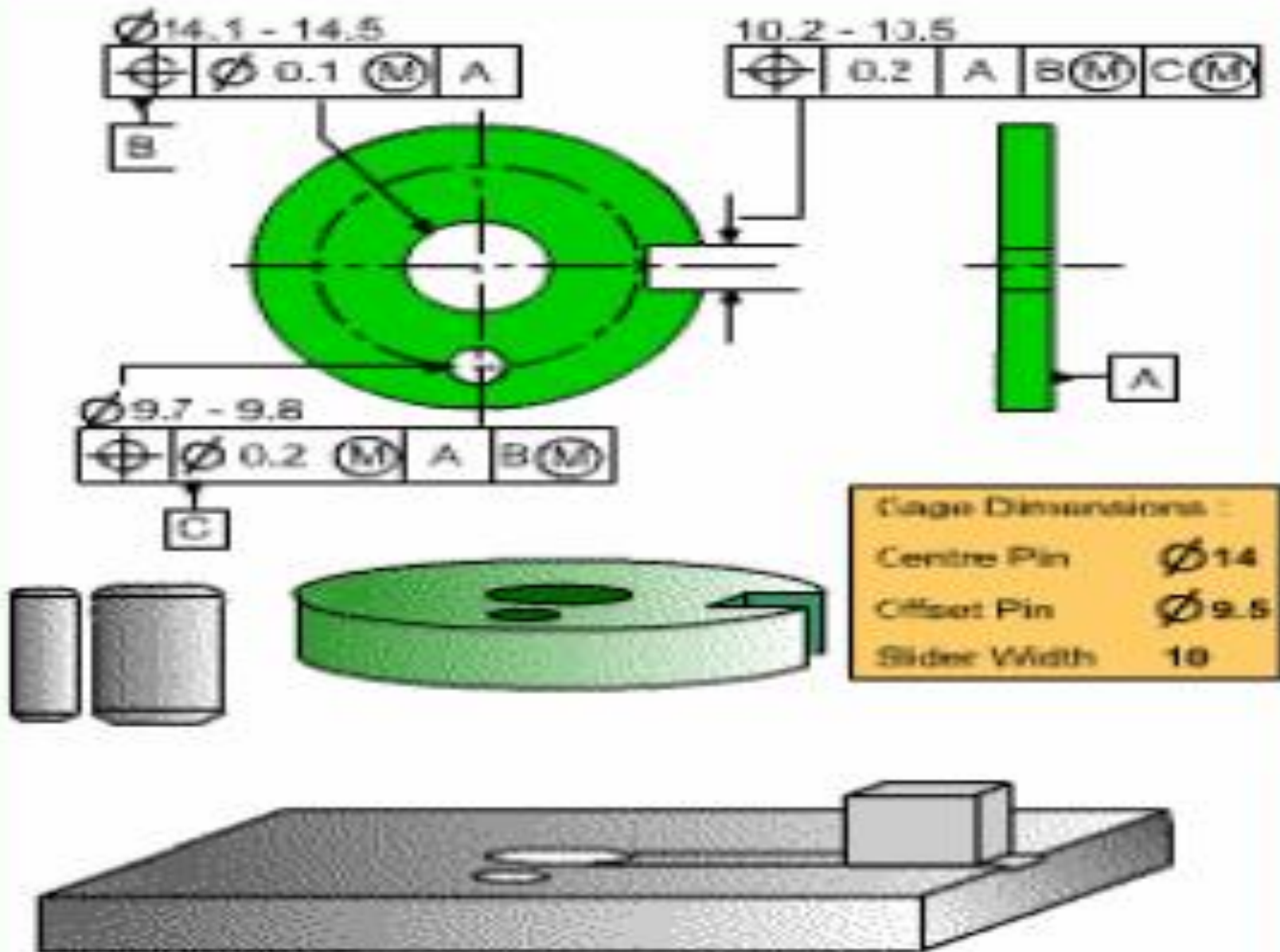
مكان



Location

مكان

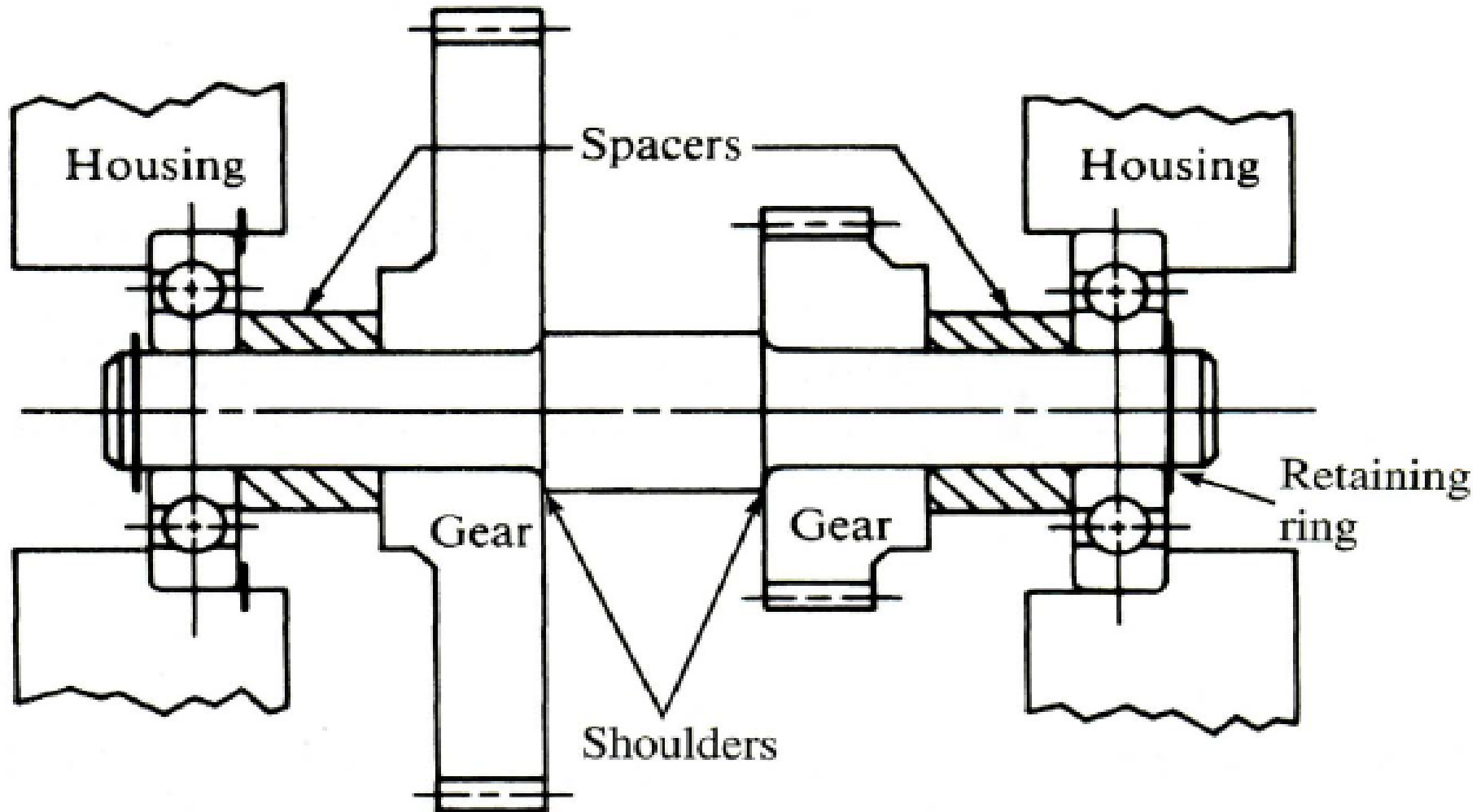




Location

مكان

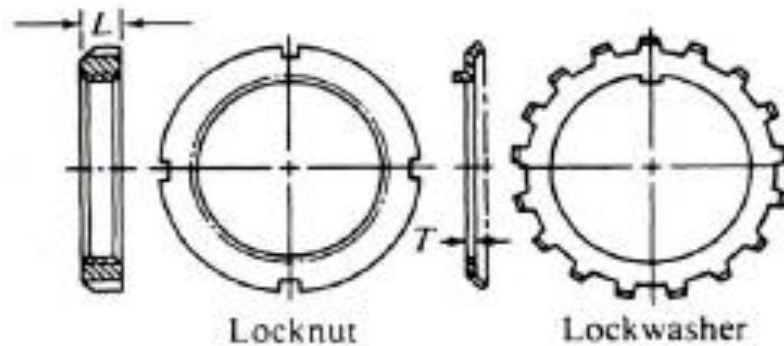
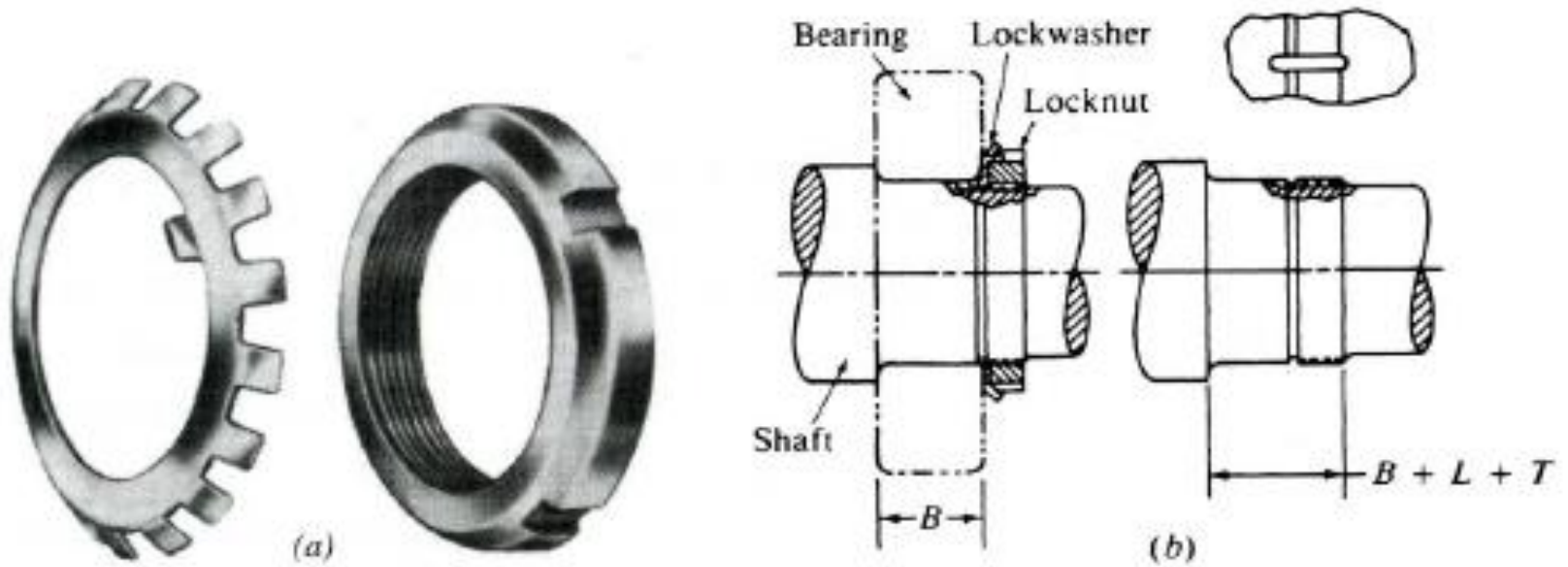
Shoulder – a vertical surface produced when a diameter change occurs on a shaft.



Spacer – a ring slid over the shaft against the machine element that is to be located, i.e. it is positioned between two elements and thus controls only the relative position between them.

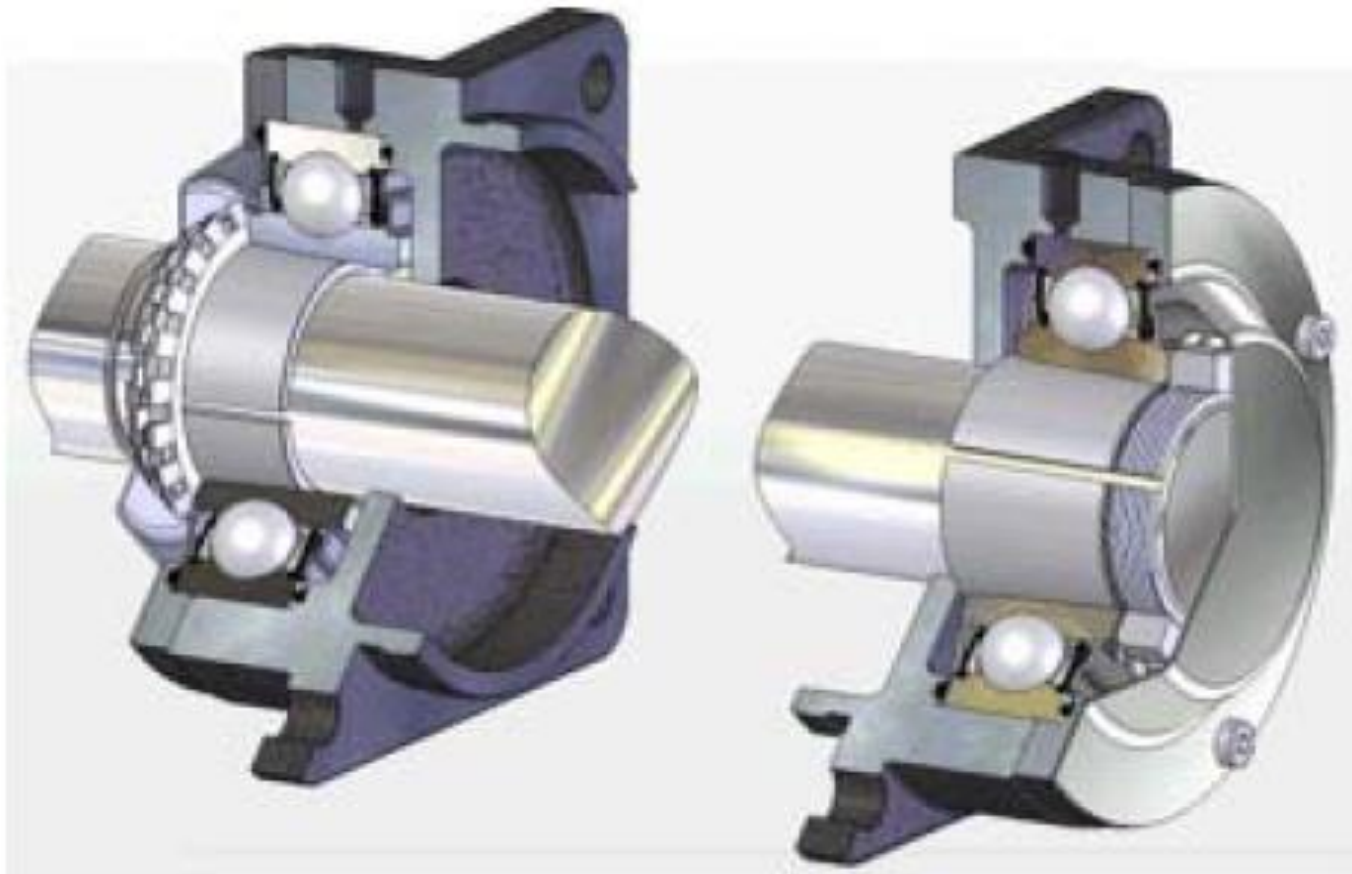
Locknut – can be used when an element is located at the end of the shaft. Needs the thread on the shaft.

Lockwasher can be added to fix the locknut.



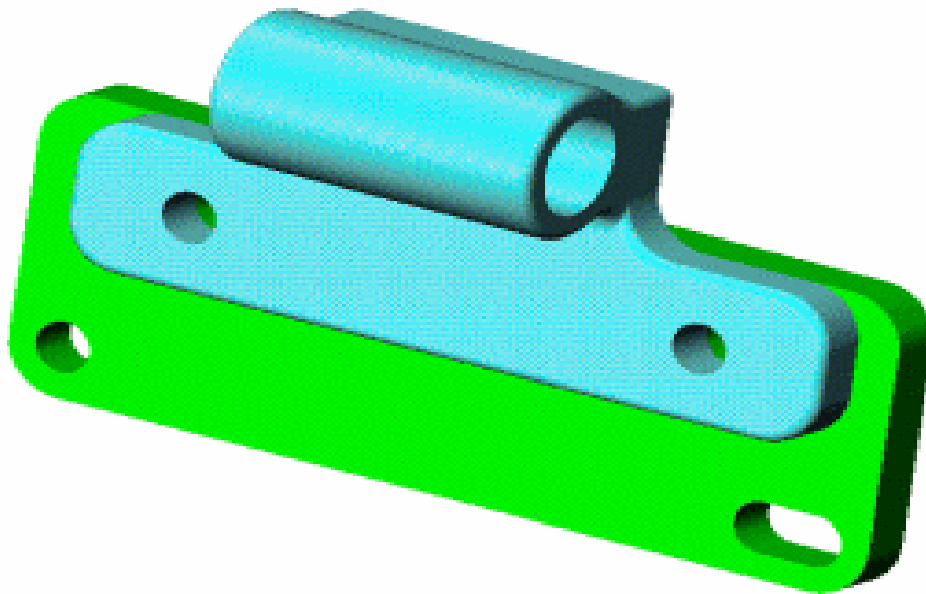
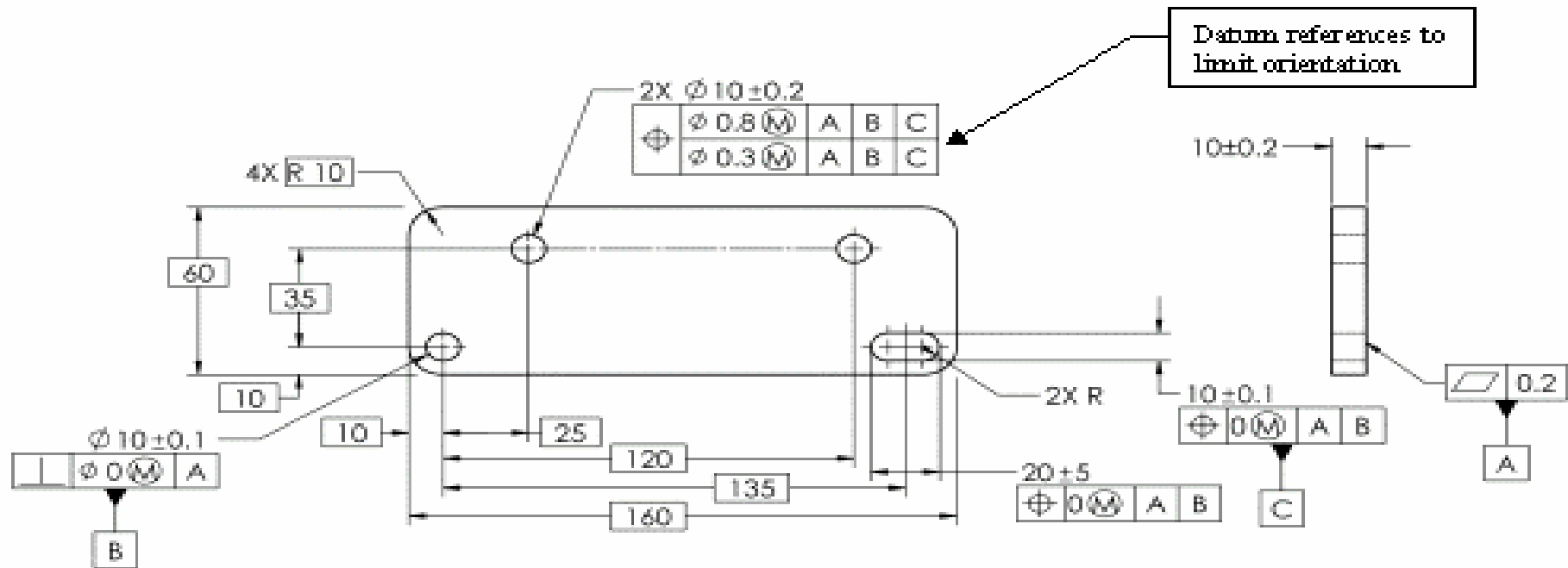
Collar – a ring similar to a spacer slid over the shaft, but positioned adjacent to a machine element for the purpose of axial location. It is held in position, typically, by set screws, and axial location can be set virtually anywhere along the shaft.

Adapter Sleeve – similar to collar, but with tapered outer surface & slit, and is placed between the bearing and the shaft. Locknuts are used to clamp the collar.



Location

مكان



هم محوری (هم مرکزی) Conentricity

■ در بحث قبلی هر جاییکه بحث موقعیت است ، یک **فاصله** در کار است

■ هم محوری و تقارن زمانی مطرح میشود که مقدار **فاصله صفر** باشد یعنی بحث **انطباق** صورت میگیرد

■ هم محوری و هم مرکزی در مورد **محور یا مرکز** صادق است ولی تقارن در سایر موارد (غیر محور یا مرکز) صادق است

هم محوری (هم مرکزی) Conentricity

■ وقتی گفته میشود هم محوری Coaxiality , یعنی:

■ محور نسبت به محور

■ وقتی گفته میشود هم مرکزی Concentricity , یعنی:

■ مرکز نسبت به مرکز

■ محور نسبت به مرکز

■ مرکز نسبت به محور

■ وقتی میگوییم مرکز یعنی : ضخامت صفر (مثل: ورقها , واشرها و ...)

هم محوری (هم مرکزی) Conentricity

■ در هم محوری Coaxiality :

■ ناحیه تلرانسی همیشه مقطع \emptyset دارد یعنی دایره یا استوانه است

■ مبنا همیشه محور است

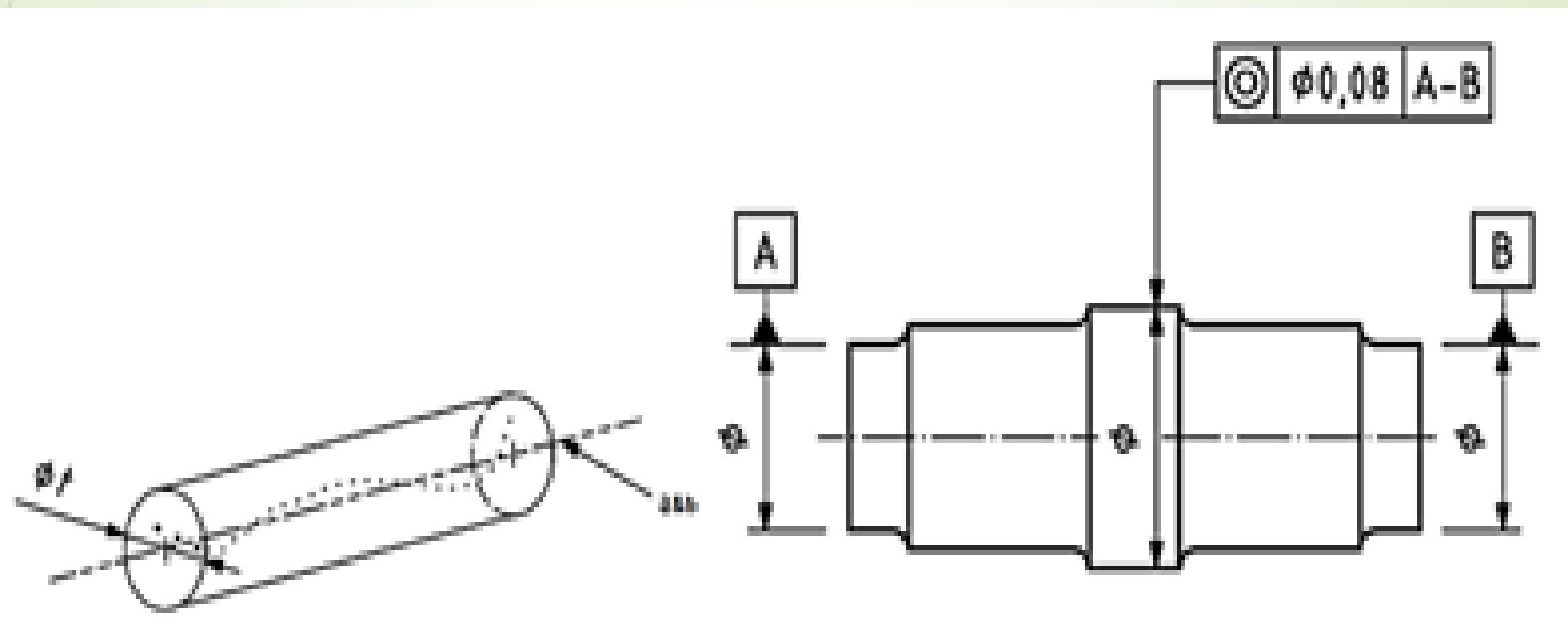
■ جهت فلش تلرانس هندسی باید روی محور استوانه مورد نظر باشد

■ هم محوری در ماکزیمم ماده امکان پذیر است

هم محوری (هم مرکزی) Conentricity

تولرانس هم محوری (Conentricity)

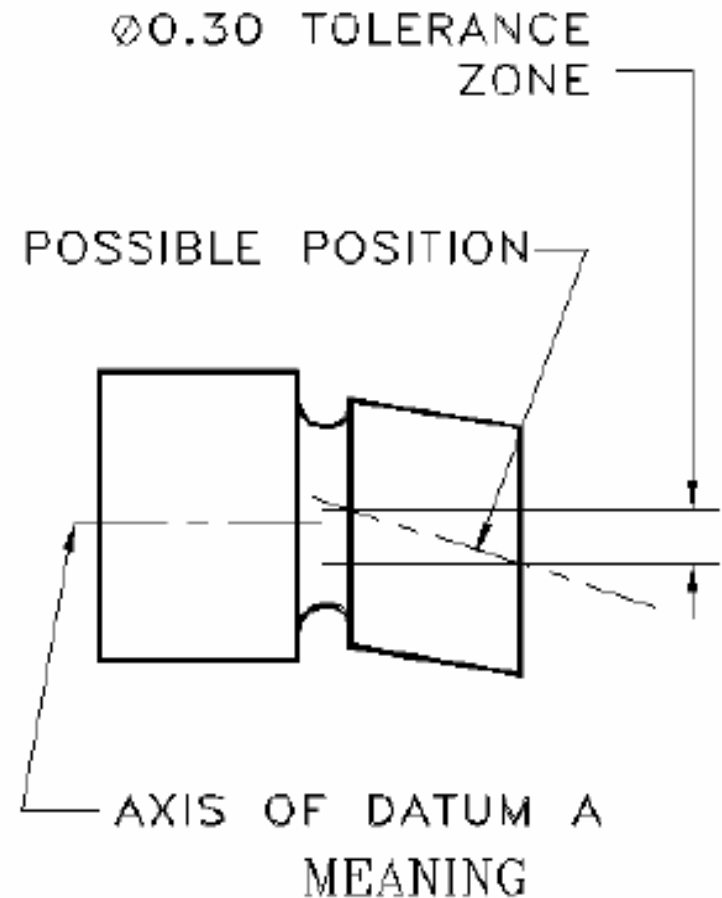
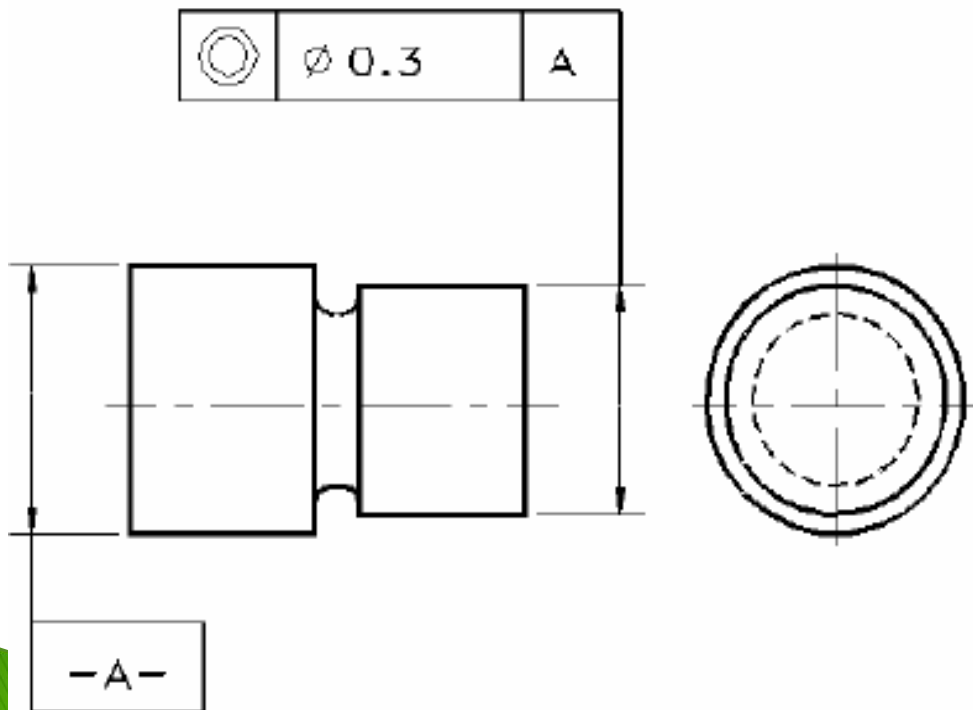
محوری که این تolerانس برای آن بیان شده است، باید در داخل استوانه ای هم مرکزیست به محور مرجع و به قطر A قرار گیرد.

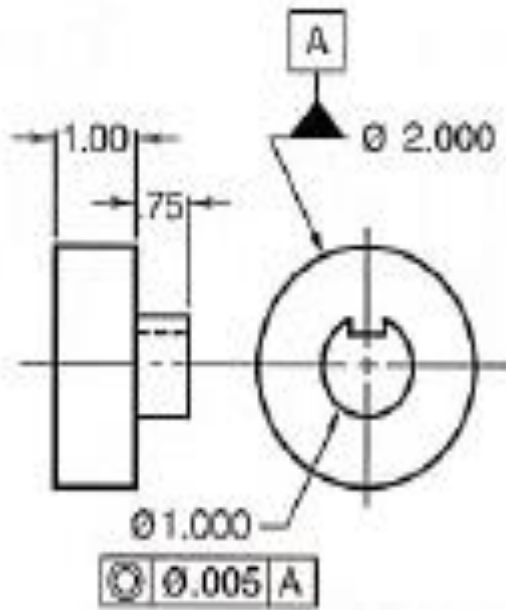


هم محوری (هم مرکزی) Conentricity

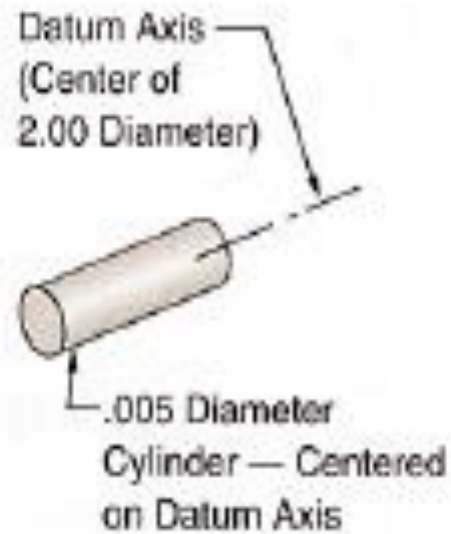
Concentricity

CONCENTRICITY

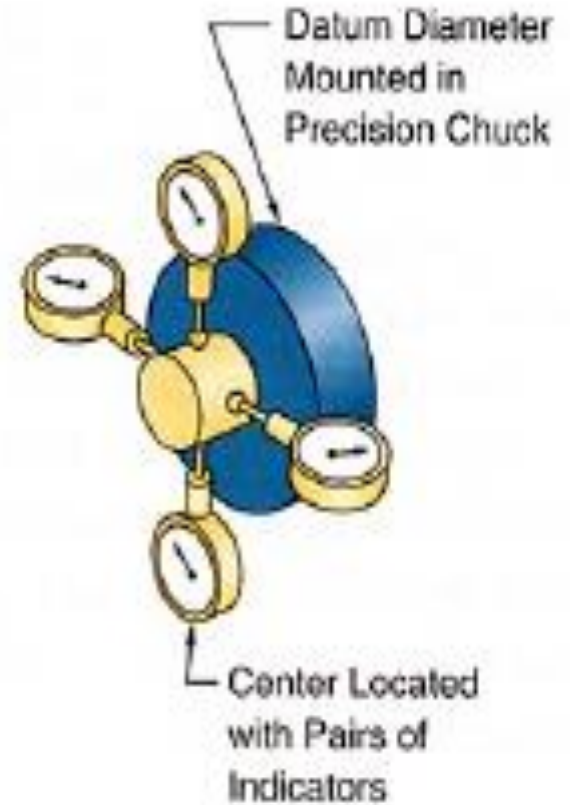




Drawing



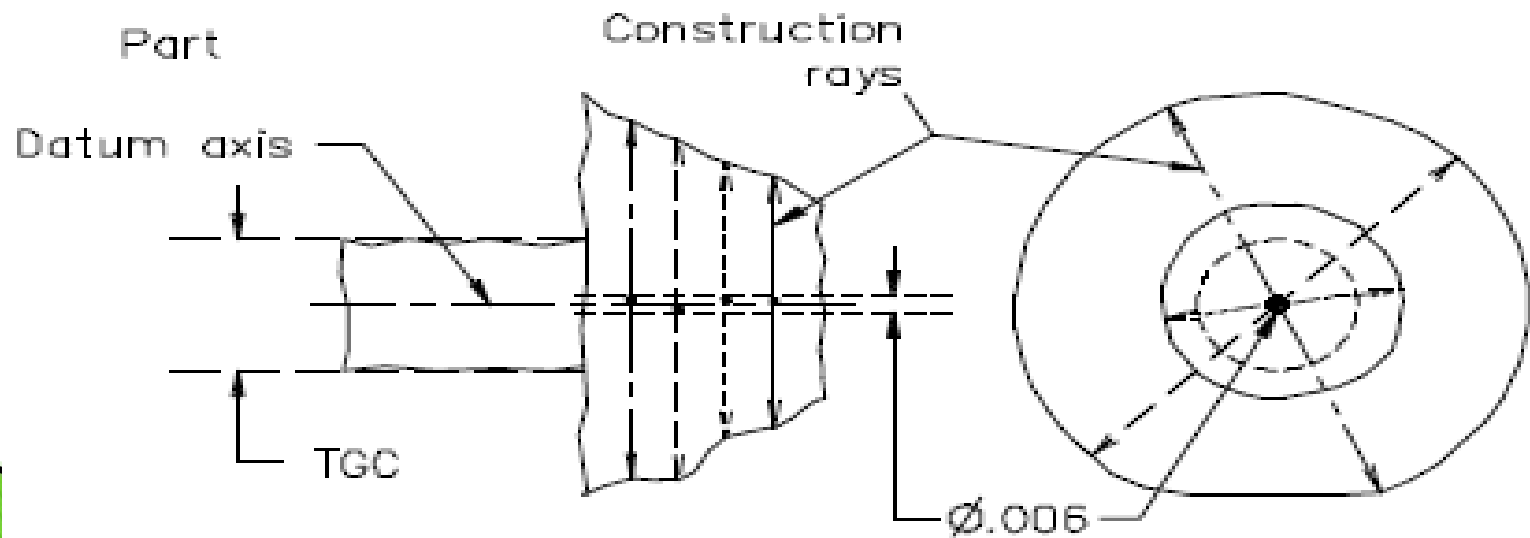
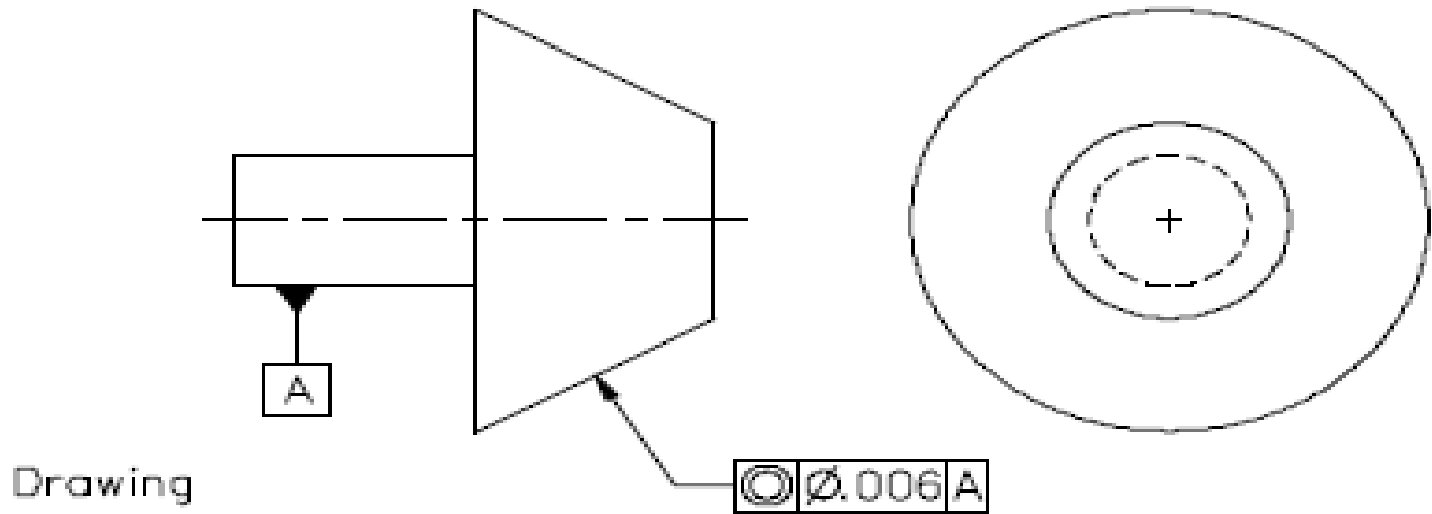
Tolerance Zone



Inspection Method

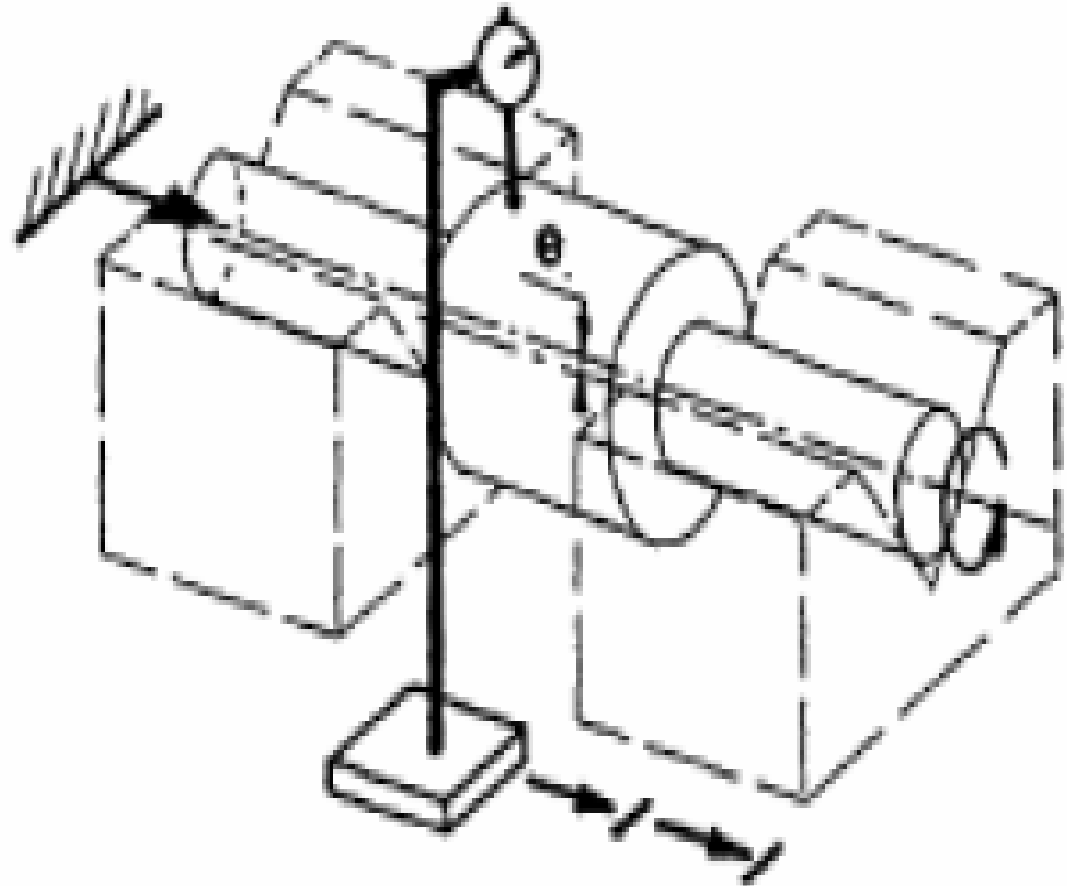
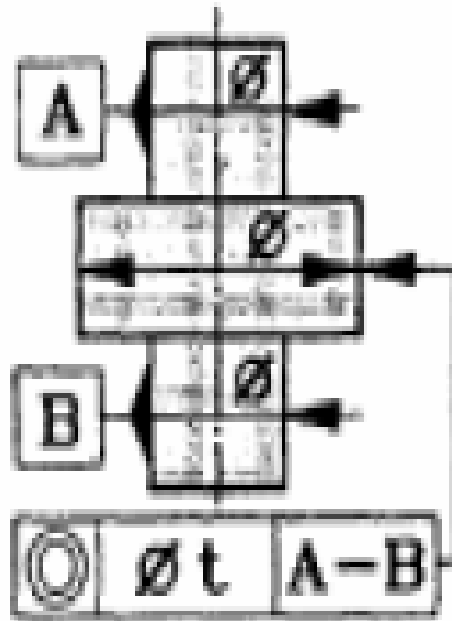
Concentricity

هم محوری



Concentricity

هم محوری

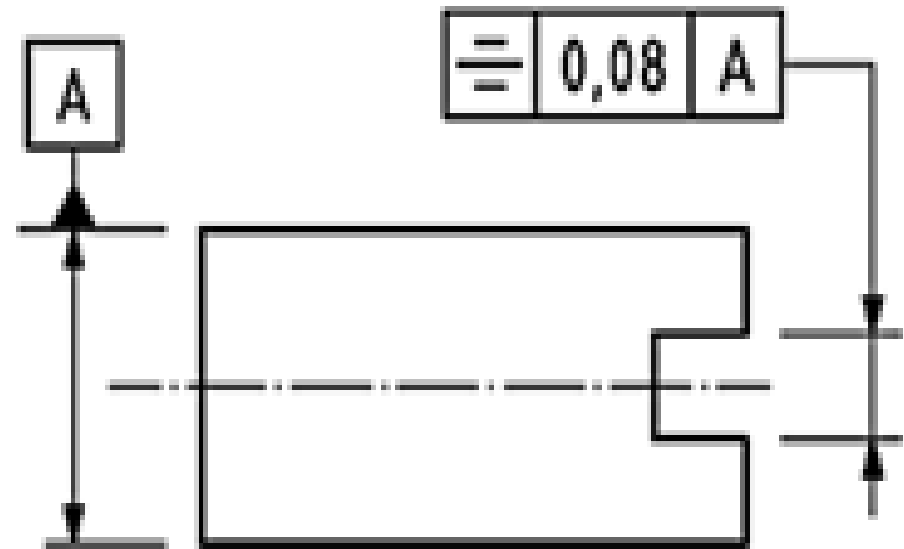
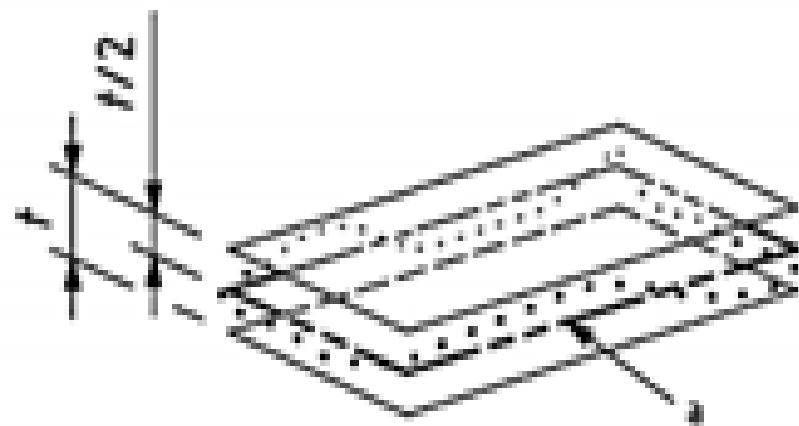


Symmetrt متقارن بودن (تقارن)

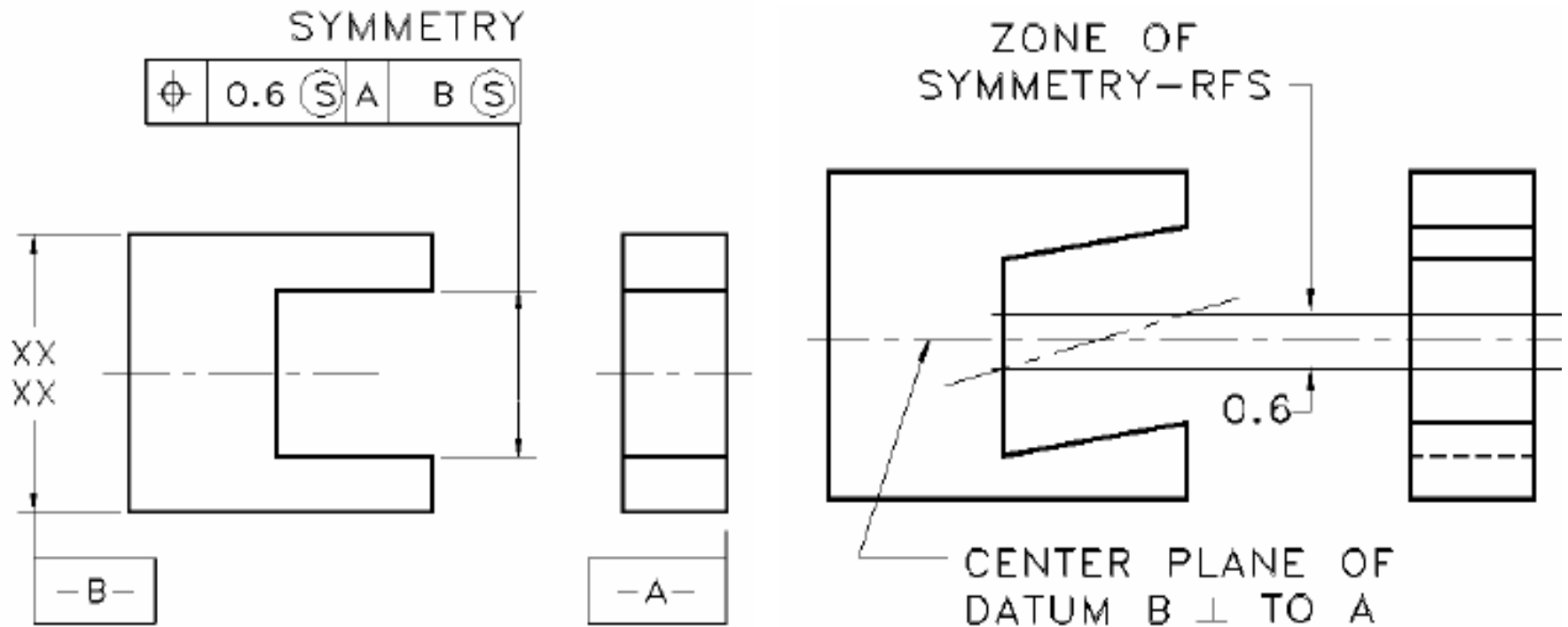
- هم محوری و هم مرکزی زمانی مطرح میشود که مقدار **فاصله صفر** باشد یعنی بحث **انطباق** (در مورد محور یا مرکز) صورت میگیرد
- **تقارن یعنی انطباق در سایر موارد (غیر محور یا مرکز) صادق است**
 - انطباق مرکز نسبت به مرکز یعنی هم مرکزی
 - انطباق محور نسبت به محور یعنی هم محوری
 - انطباق صفحه نسبت به صفحه یعنی تقارن
 - انطباق صفحه نسبت به محور یعنی تقارن
 - انطباق محور نسبت به صفحه یعنی تقارن
- همانطوریکه در بحث هم محوری ناحیه تکرانی حول محور مبنا تشکیل میشود ، در بحث تقارن نیز ناحیه تکرانی **بطور مساوی حول مبنا** تشکیل میشود (**بدون فاصله**)
- **تقارن در ماکزیمم ماده امکان پذیر است**

تولرانیس تقارن (Symmetry)

▶ ناحیه تولرانیس در امتداد فلش مستطیل تولرانیس، بین دو صفحه موازی به فاصله t و موازی با صفحه مینا در وسط موضع تولرانیس تشکیل می شود و مقدار انحراف نسبت به صفحه مینای A سنجیده می شود.

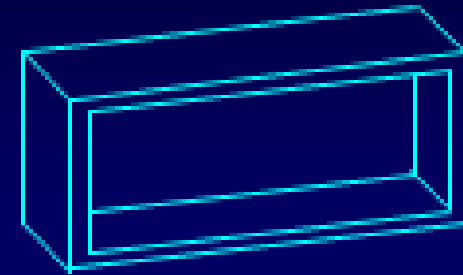
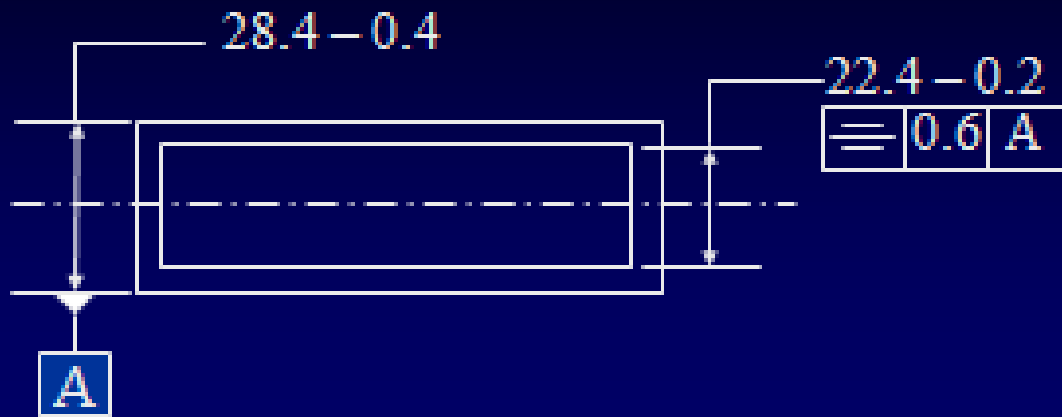


Symmetry



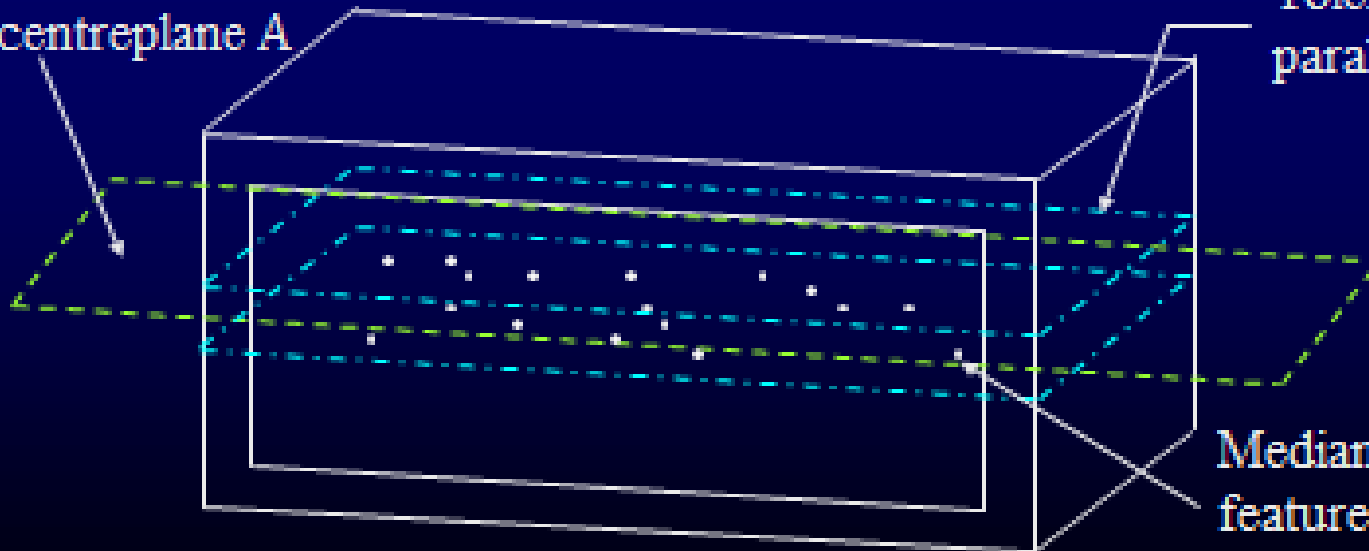
Symmetrt متقارن بودن (تقارن)

Symmetry



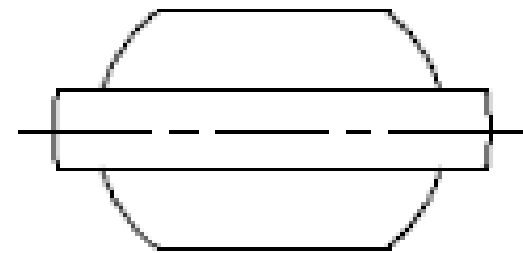
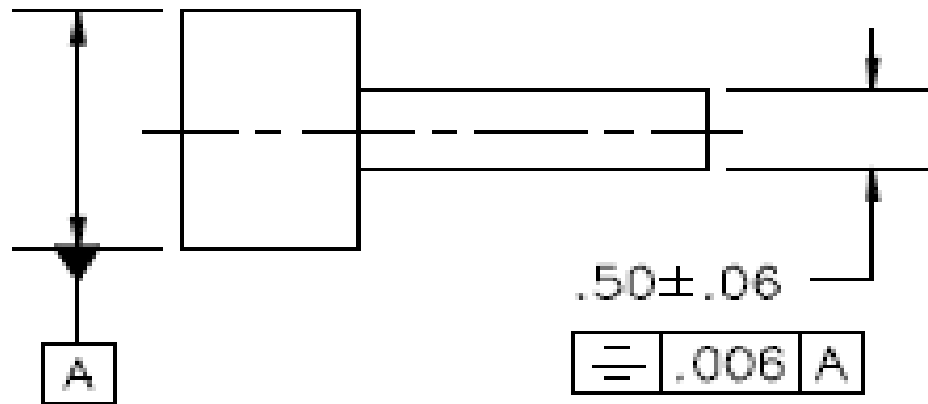
Datum
centreplane A

Tolerance zone – 2
parallel planes 0.6 apart

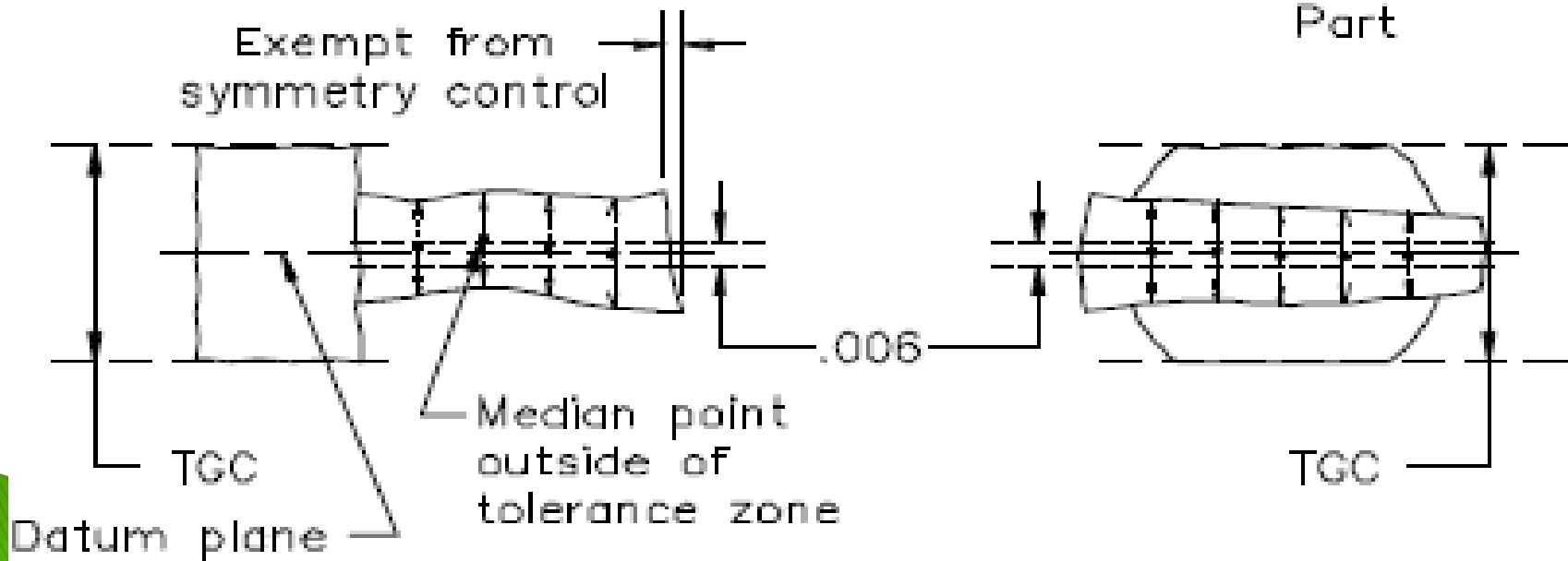


Median points of toleranced
feature lie within the tolerance
zone

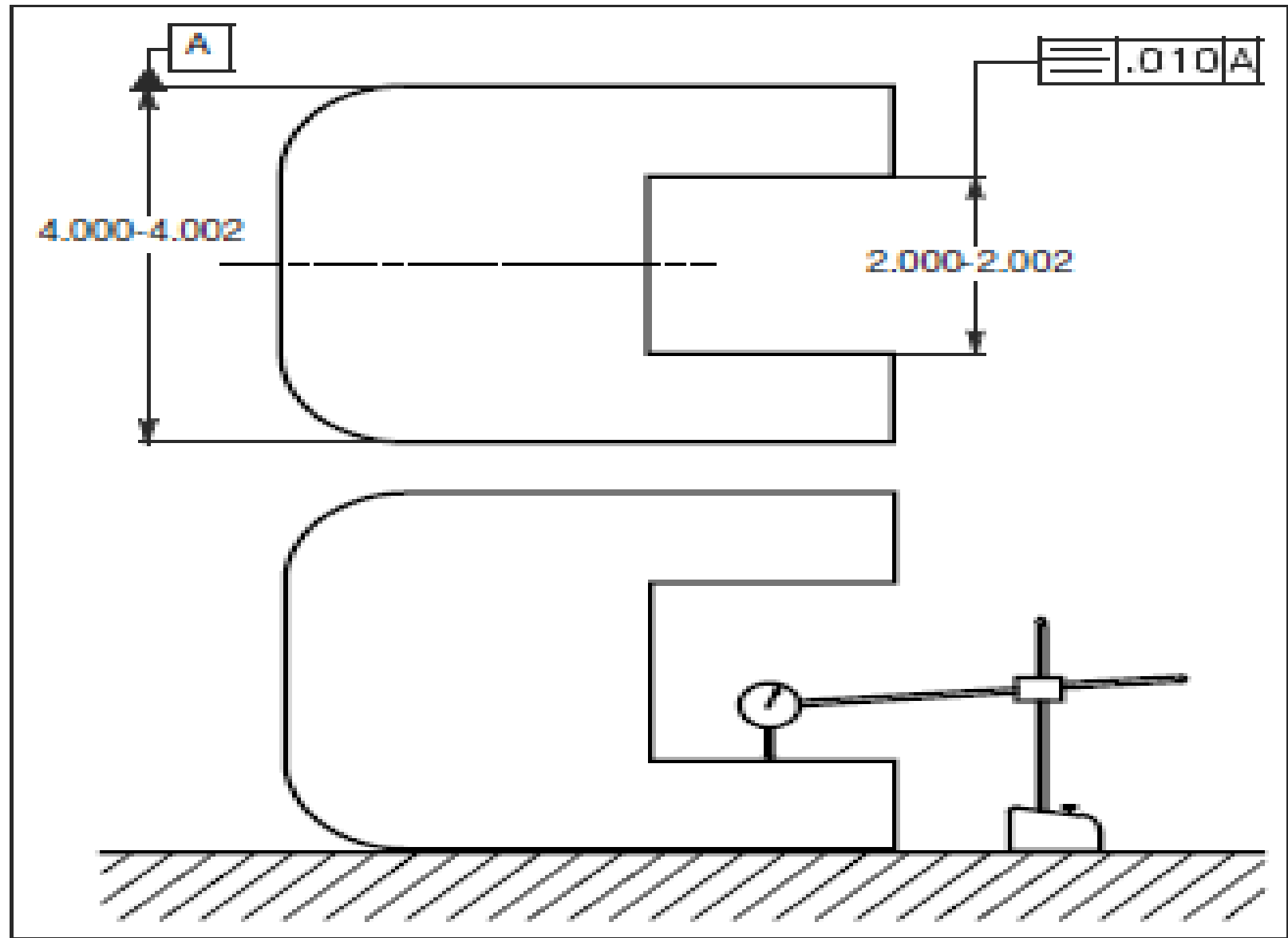
Symmetri متقارن بودن (تقارن)



Drawing

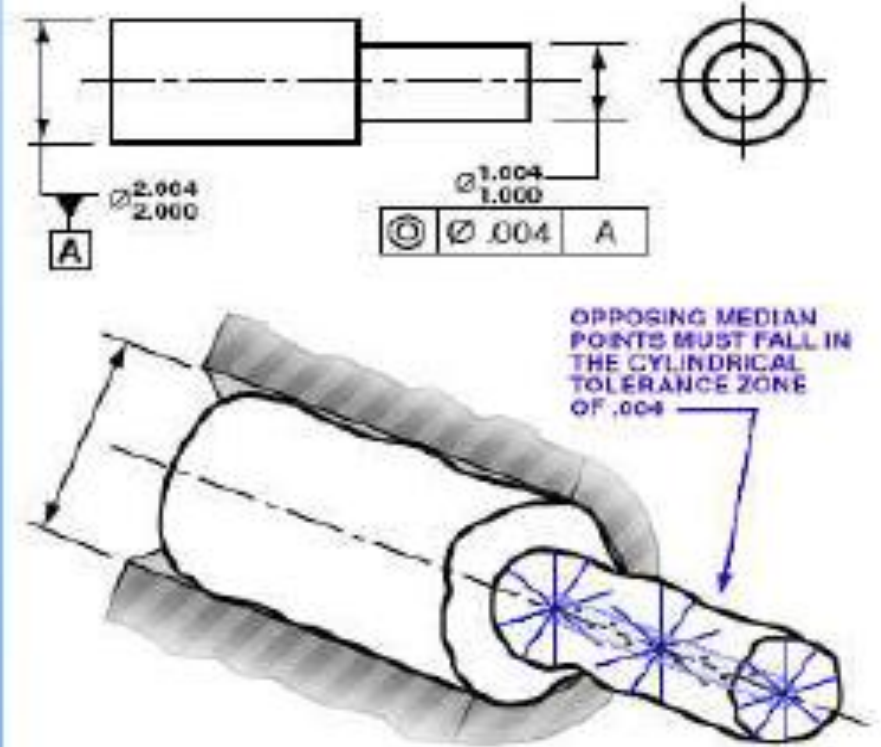
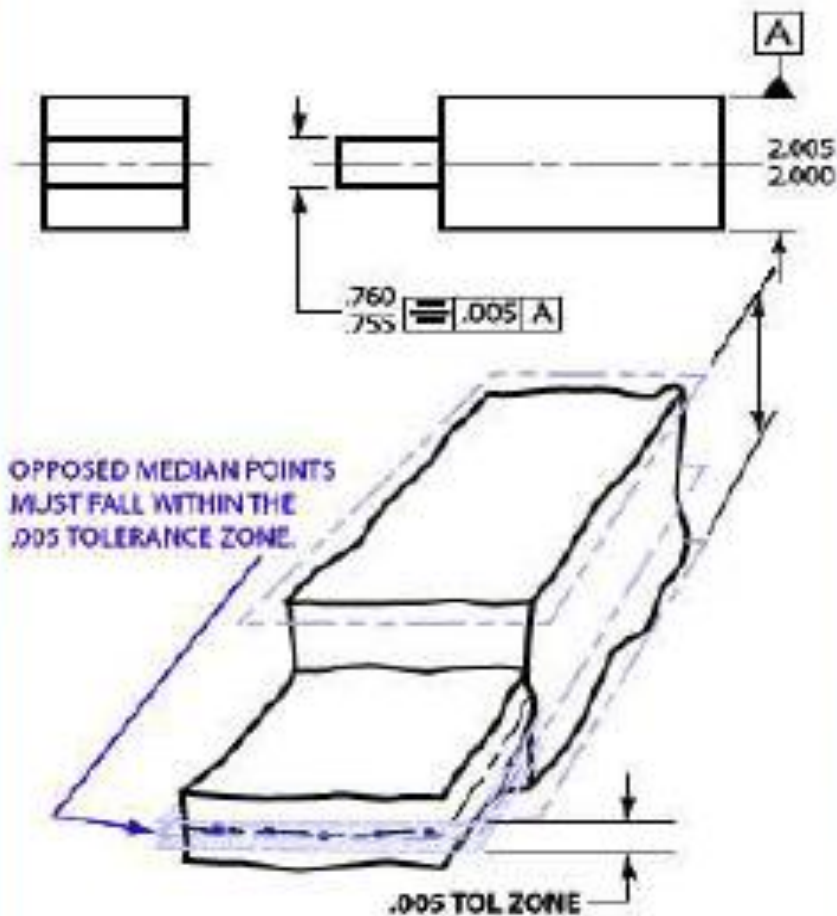


Symmetrt متقارن بودن (تقارن)

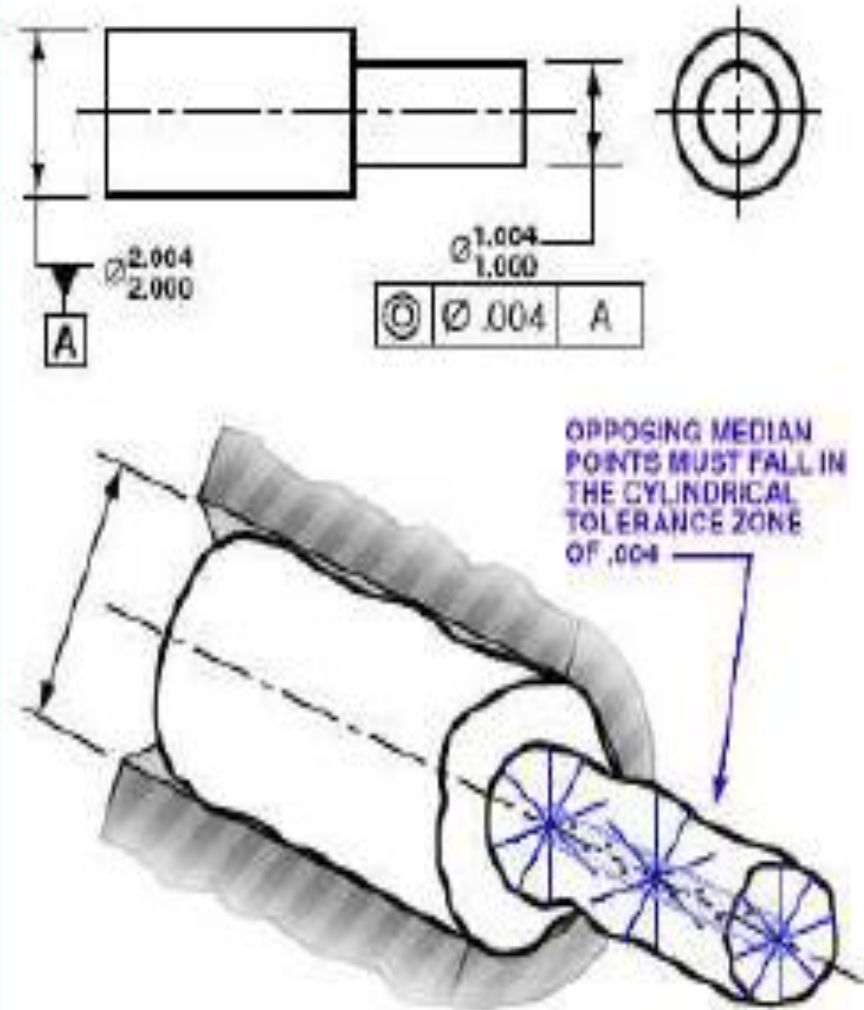
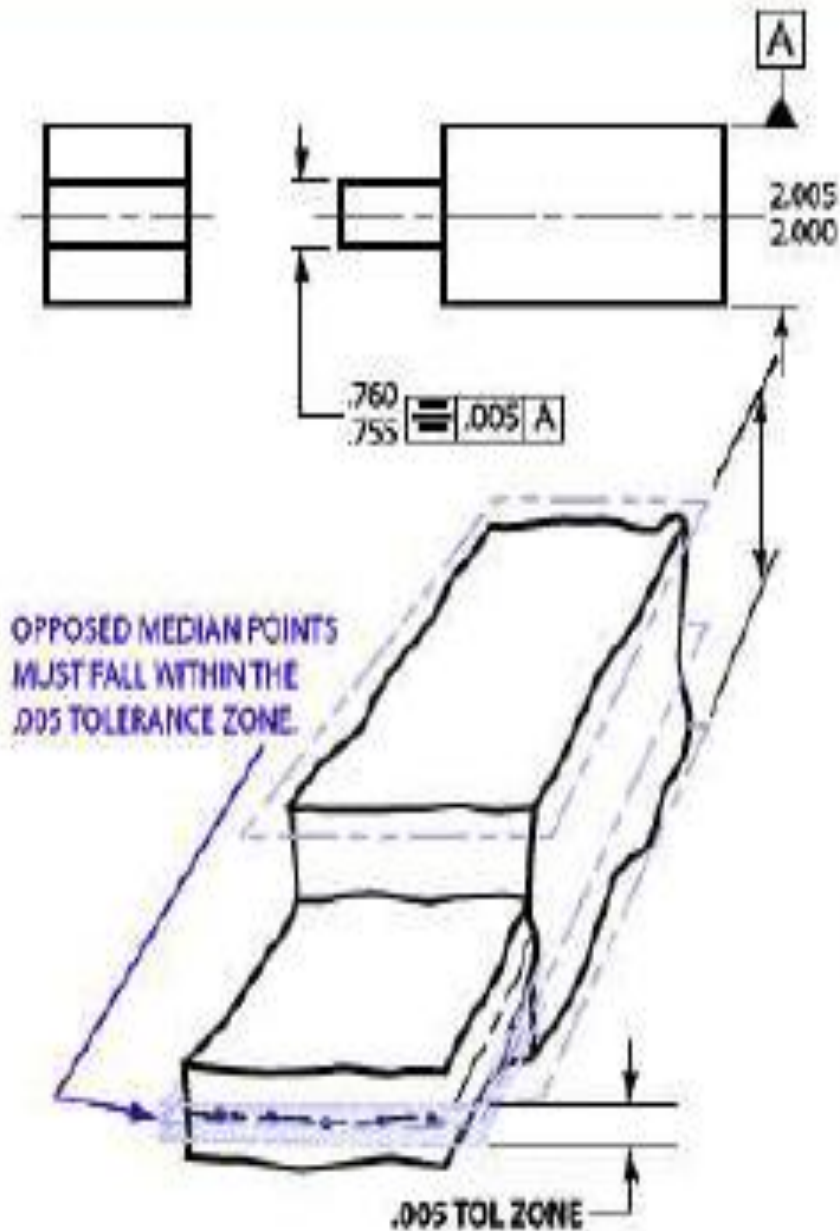


Symmetrt متقارن بودن (تقارن)

Datum Axis/Centerplane RFS Primary



Symmetry (متقارن بودن) (تقارن)



فرمول های بدترین حالت مرزی

INTRODUCTION TO VIRTUAL CONDITION A BOUNDARY CONDITIONS

Part Specification	FOS Type	The worst case boundary (WCB) is equal to...
FOS with no GD&T specified	Internal	$IB = MMC$
	External	$OB = MMC$
FOS with GD&T specified at RFS	Internal	$IB = MMC - Tol^*$
	External	$OB = MMC + Tol^*$
FOS with GD&T specified at MMC	Internal	$VC = IB = MMC - Tol^*$
	External	$VC = OB = MMC + Tol^*$
FOS with GD&T specified at LMC	Internal	$IB = MMC - Tol^* - Bonus$
	External	$OB = MMC + Tol^* + Bonus$
* Tol represents the geometric control tolerance value		

F O S = Feature Of Size

نمای اندازه

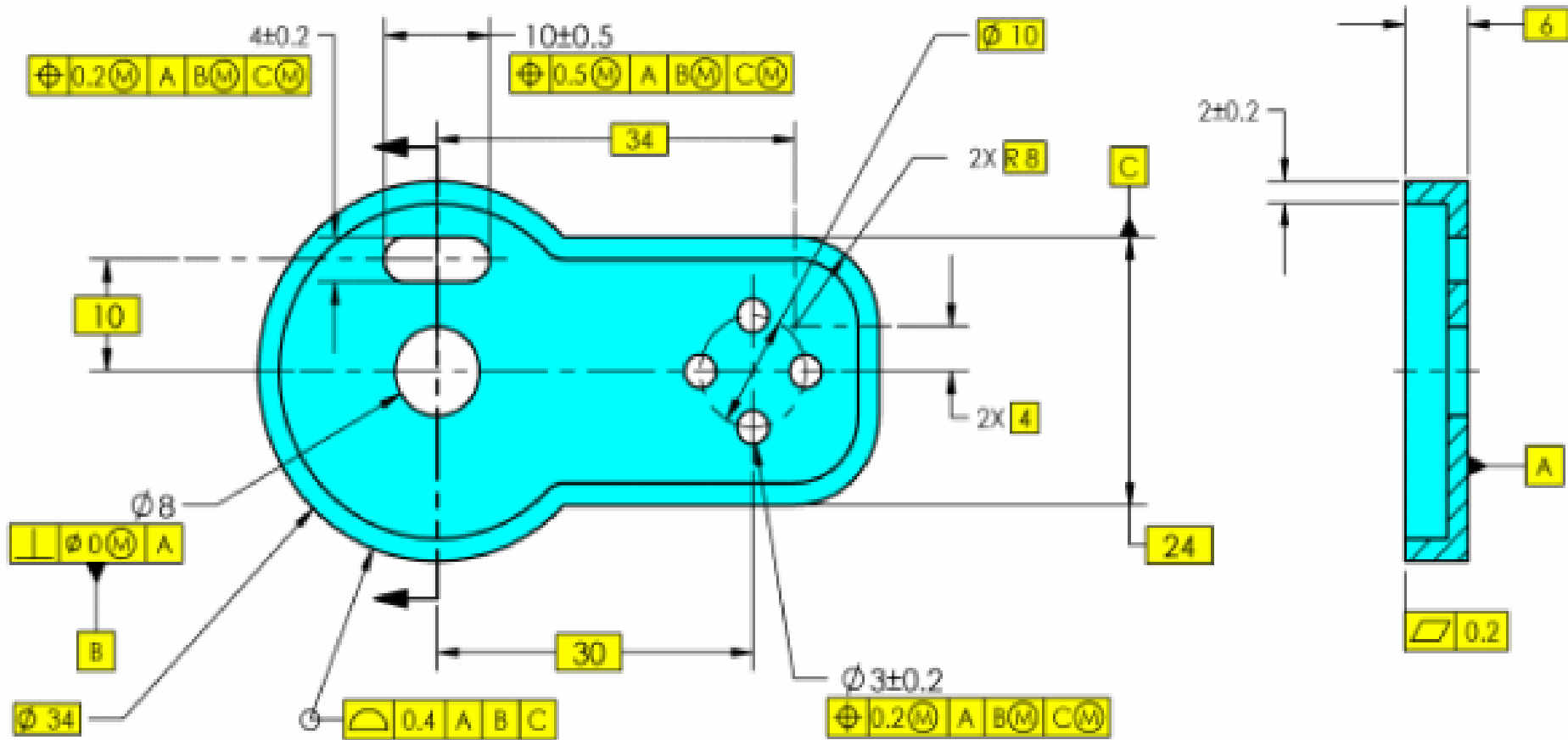
V C = Virtual Condition

شرط مجازی

IB & OB = Inner & outer Boundray

مرزهای داخلی و بیرونی

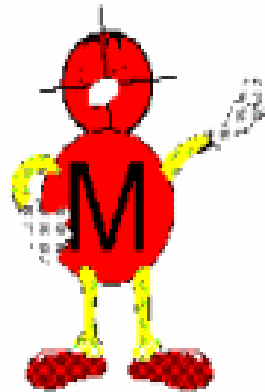
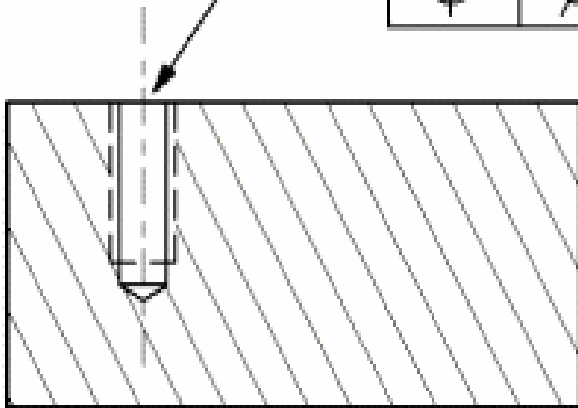
تمرین های GD&T



تمرین های GD&T

.250-20 UNC 2B

⊕	$\text{⌀} .020$	Ⓜ	Ⓟ	.455	A	B	Ⓜ
------------	-----------------	------------	------------	------	---	---	------------

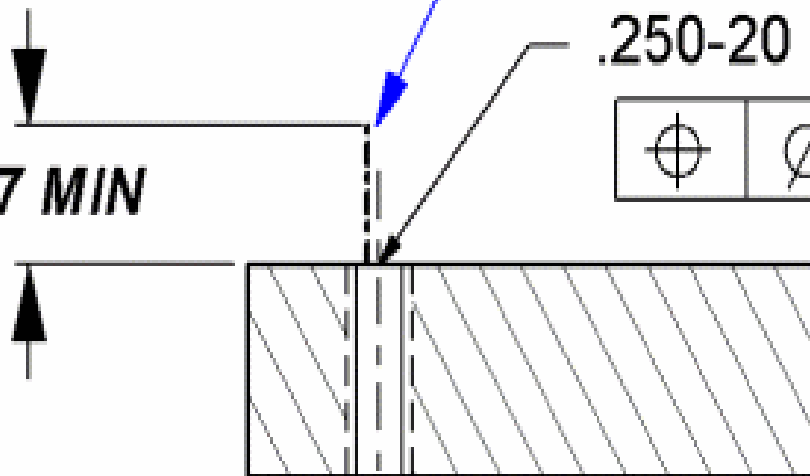


Chain line

.250-20 UNC 2B

⊕	$\text{⌀} .020$	Ⓜ	Ⓟ	A	B	Ⓜ
------------	-----------------	------------	------------	---	---	------------

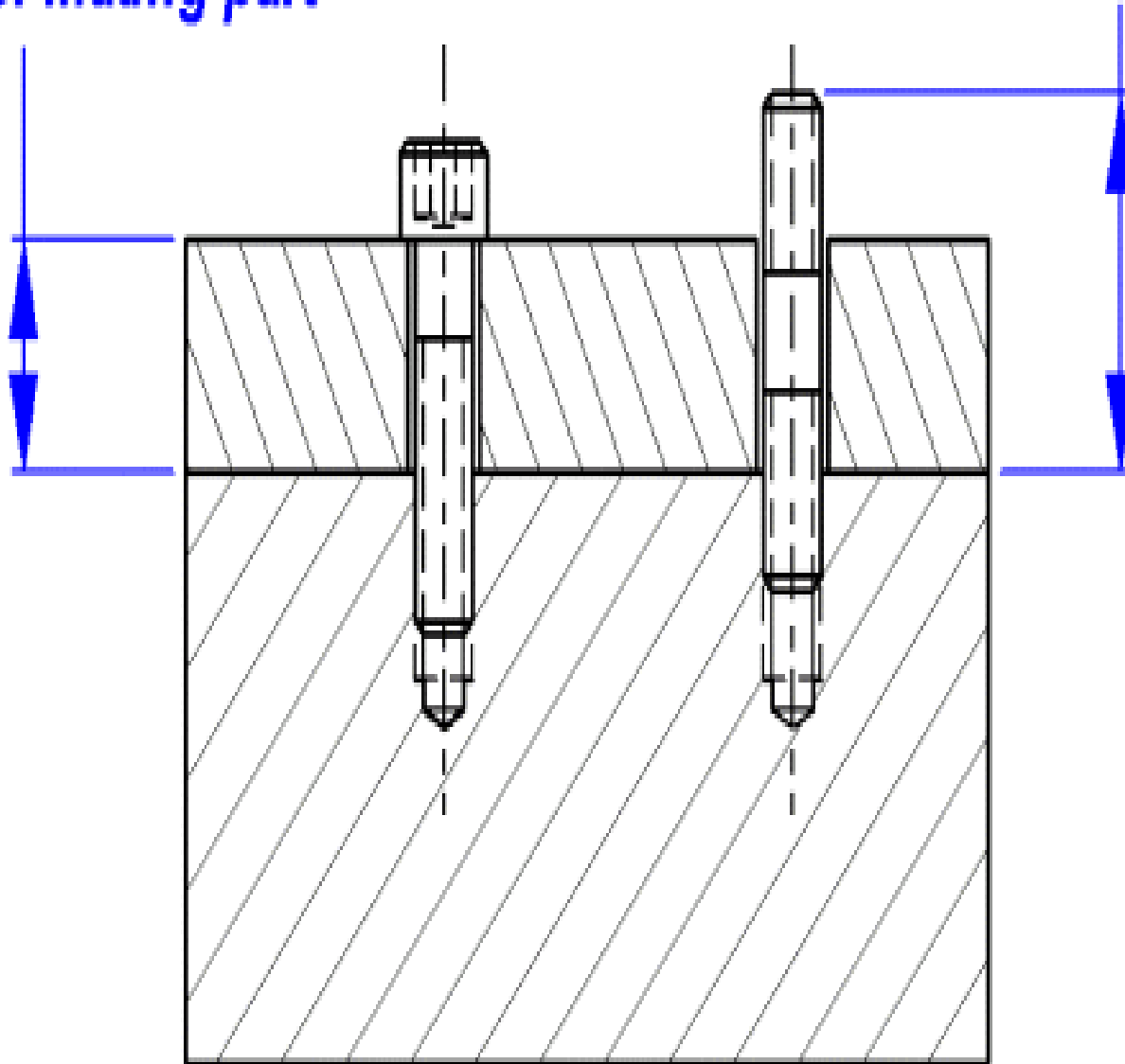
.657 MIN



تمرین های GD&T

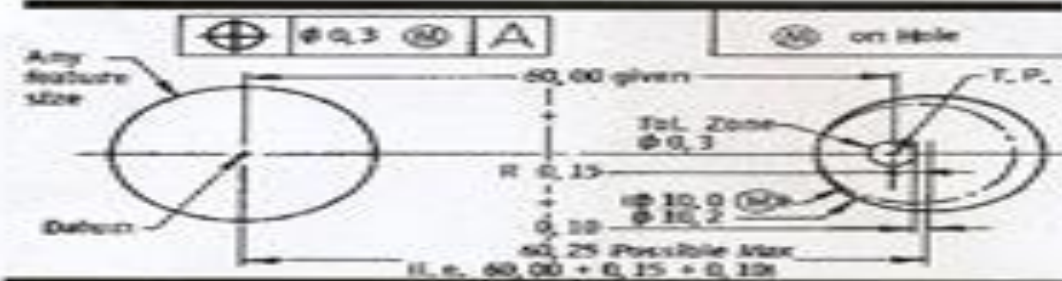
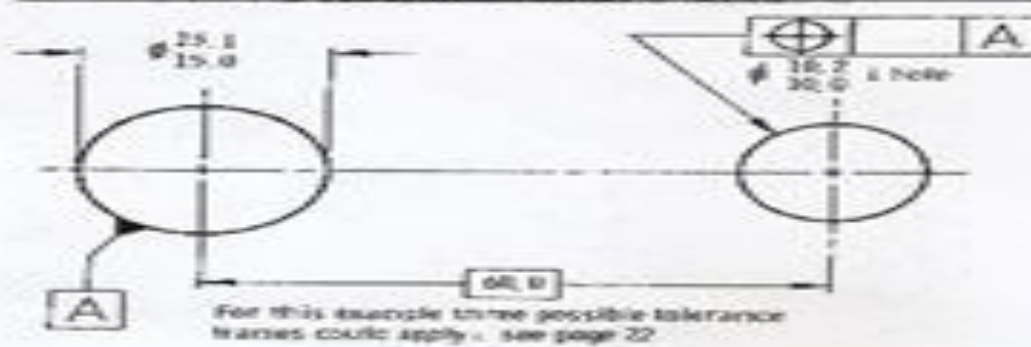
Thickness of mating part

Height of stud or dowel pin



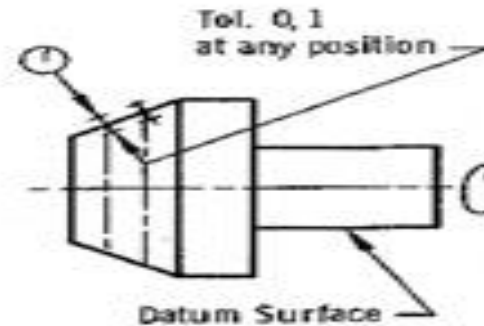
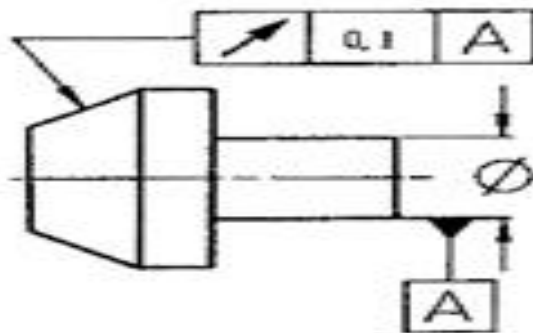
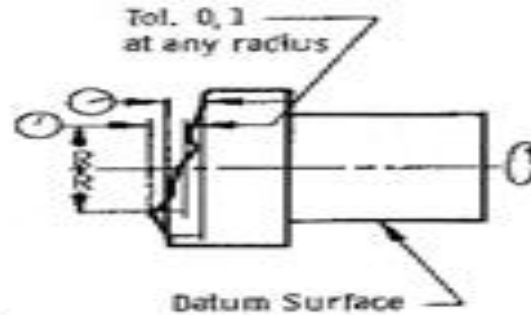
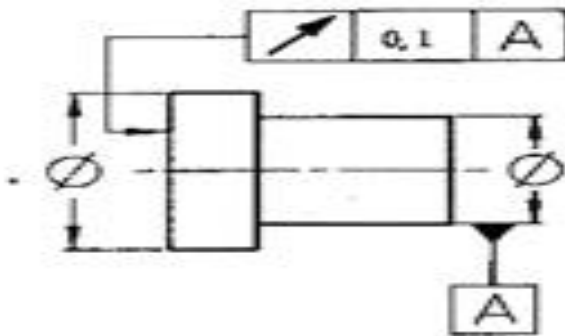
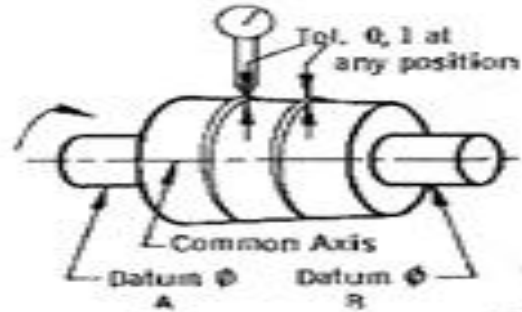
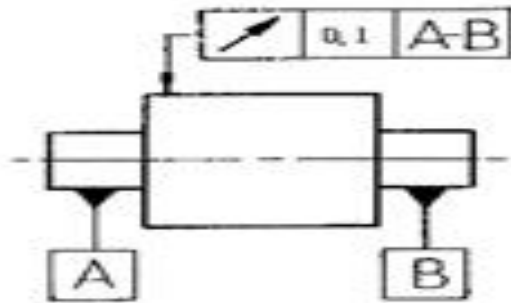
تمرین های GD&T

EXAMPLE - CENTRE DISTANCE OF TWO HOLES



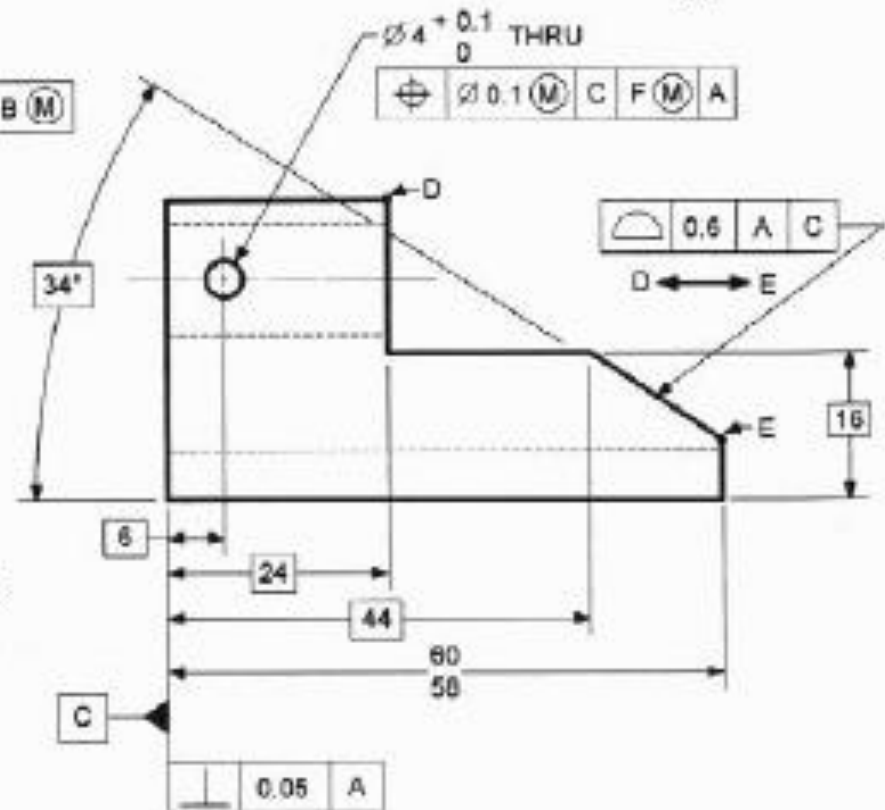
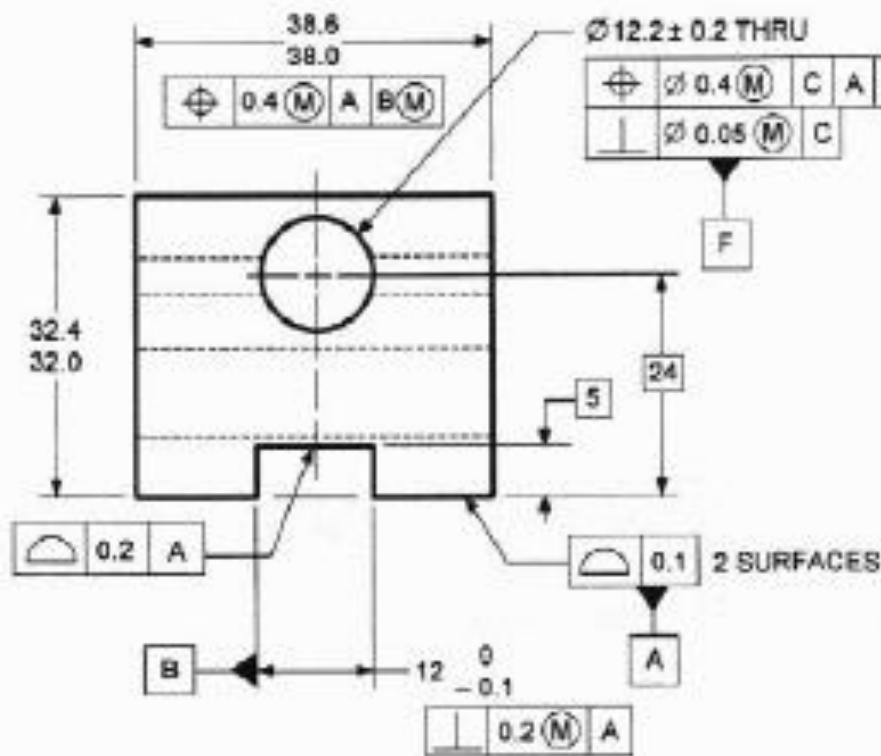
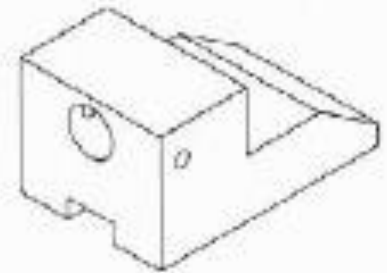
تمرین های GD&T

Examples of Runout



Note: Runout is a composite tolerance including the effects of Cylindricity, and Concentricity

What do They all Mean?



تمرین های GD&T



PowerPoint kit for presenting Geometric Tolerancing Fundamentals Training [Low, 360p].webm

تمرین های GD&T



Inspection of Concentricity [3D Low, 240p].mp4

تمرین های GD&T



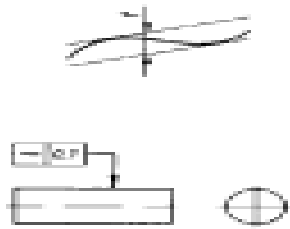
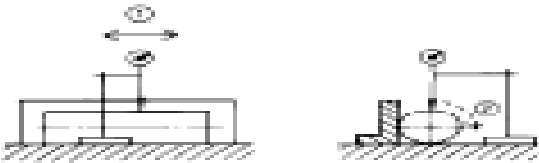
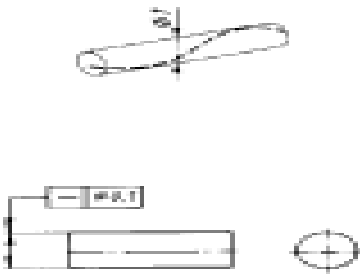
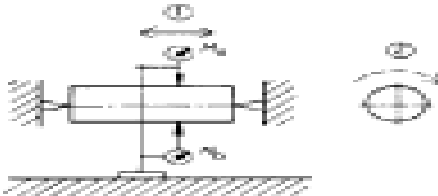
Engineers Edge - Inspection GD&T Angularity Training Video - www.engineersedge.com.flv

تمرین های GD&T



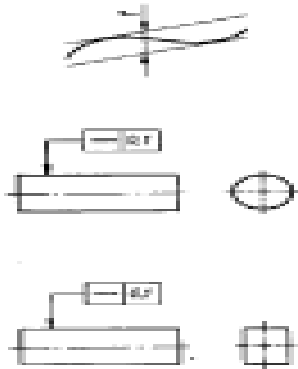
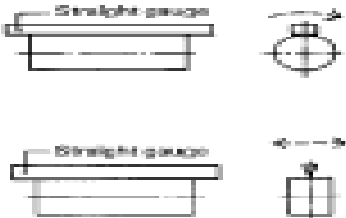
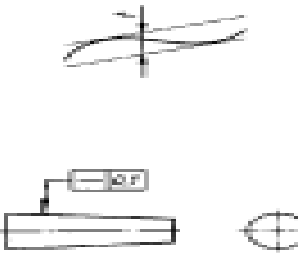
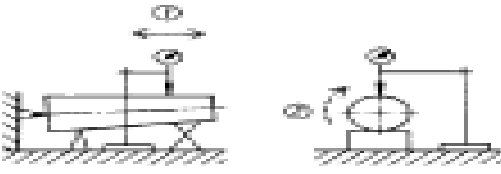
Engineers Edge - Inspection for Perpendicularity GD&T Training Video - www.engineersedge.com.flv

7.1 Principle 1 — Verifying straightness deviations by comparing with a straight element (continued)

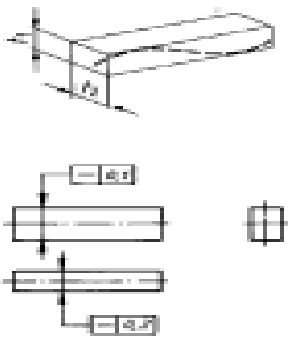
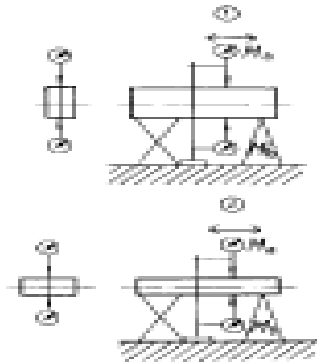
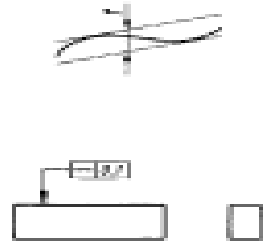

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 7.1.3</p>  <p>Place the object on a surface plate and against a square plate.</p> <p>Take indicator readings along the entire generating lines and transfer them to a diagram.</p> <p>The straightness deviation is evaluated from the diagram. ①</p> <p>Measure the required number of generating lines. ②</p>	
		<p>Method 7.1.4</p>  <p>Clamp the object between two coaxial centers parallel to the surface plate.</p> <p>Record the measurements along the two generating lines. ①</p> <p>Record half the difference between the two indicator readings at each point in a diagram, that is :</p> $\frac{M_a - M_b}{2}$ <p>The straightness deviation is evaluated from the diagram.</p> <p>Measure the required number of axial sections. ②</p> <p>The straightness deviation is considered to be the maximum recorded value of any axial section.</p>	

7 Verification of straightness

7.1 Principle 1 — Verifying straightness deviations by comparing with a straight element

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 7.1.1</p>  <p>Place the gauge on the object in such a position that the maximum distance between the gauge and the object is a minimum. The straightness deviation is the maximum distance between the generating line of the object and that of the gauge.</p> <p>Measure the required number of generating lines.</p>	<p>Test wire could be used for large objects (> 1 m).</p>
		<p>Method 7.1.2</p>  <p>Place the object with the upper generating line parallel to the surface plate.</p> <p>Record the measurements along the entire generating line. ①</p> <p>The straightness deviation is the maximum difference in indicator readings of the measured generating line.</p> <p>Measure the required number of generating lines. ②</p>	

7.1 Principle 1 – Verifying straightness deviations by comparing with a straight element (continued)

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
—		<p>Method 7.1.6</p>  <p>Align the object parallel to the surface plate.</p> <p>Record the measurements along the two generating lines, (1) and (2).</p> <p>Record half the difference between the two indicator readings at each point in the diagram, that is :</p> $\frac{M_a - M_b}{2}$ <p>Carry out the measurement in the two specified directions, (1) and (2).</p> <p>The straightness deviation is evaluated from the diagrams.</p>	
		<p>Method 7.1.6</p>  <p>Align the telescope parallel to the surface.</p> <p>Measure the deviations with a target which is moved along the surface. Transfer the deviations to a diagram and evaluate the straightness from there.</p> <p>Measure the required number of generating lines.</p>	<p>This method is mainly used for large objects.</p> <p>A straightness measuring laser could also be used.</p>

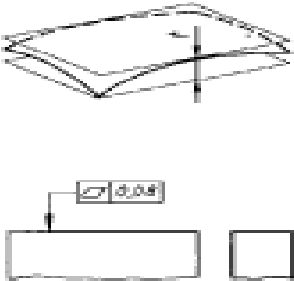
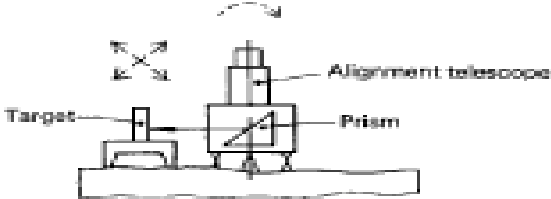
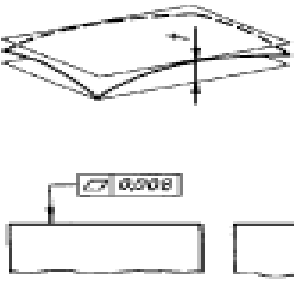

ISO/TR 5480-1995 (E)

7.1 Principle 1 — Verifying straightness deviations by comparing with a straight element (continued)

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
—		<p>Method 7.1.1</p> <p>Set the indicator to zero on a surface plate.</p> <p>Move the instrument in specified steps, C, along the generating line under consideration. Record the indicator reading at each step. ①</p> <p>The straightness deviation is evaluated from a cumulative diagram.</p> <p>Measure the required number of generating lines. ②</p>	<p>This method is mainly used for large objects.</p> <p>Errors in setting the zero will cumulate by the repetition of measuring steps.</p>



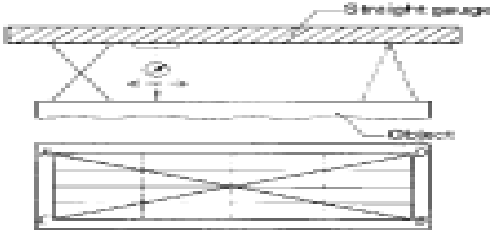

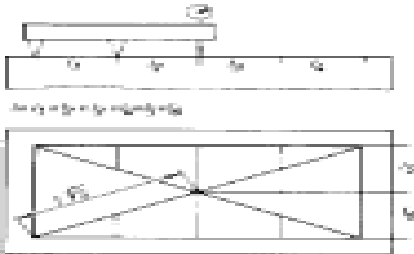
7.2 Principle 2 — Verifying straightness deviations by measuring angle deviations


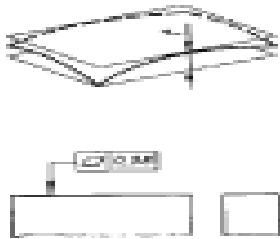
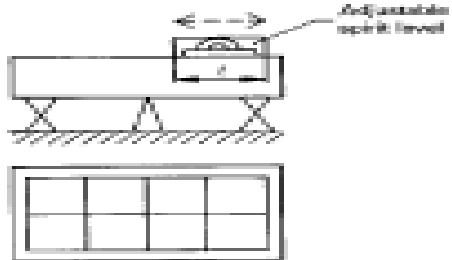
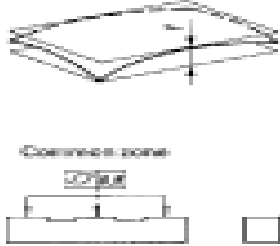
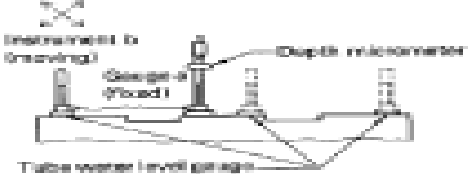
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
—		<p>Method 7.2.1</p> <p>Place the adjustable spirit level at one end of the generating line and set it to zero.</p> <p>Move the spirit level in specified steps along the generating line under consideration. Record the values at each step. ①</p> <p>The straightness deviation is evaluated from a cumulative diagram, where the incremental straightness deviation = $L \times$ indication values.</p> <p>Measure the required number of generating lines. ②</p>	<p>This method is mainly used for large objects.</p> <p>If the spirit level is not adjustable, the object shall be horizontally aligned.</p> <p>A pendulum instrument with foot may also be used.</p>

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
□		<p>Method 8.1.3</p>  <p>Place the alignment telescope on the object. Align the rotating axis perpendicular to the superimposed surface of the object.</p> <p>The flatness deviation is the maximum difference from the calculated superimposed surface.</p>	<p>This method is suitable for large surfaces.</p> <p>The alignment of the rotating axis can be corrected mathematically.</p>
□		<p>Method 8.1.4</p>  <p>Place the optical flat on the object and observe it in monochromatic light.</p> <p>The flatness deviation is the number of interference lines counted, multiplied by $\lambda/2$ of the light used.</p> $\left(\frac{\lambda}{2} = 0,3 \mu\text{m}\right)$	<p>This method demands a highly reflective surface.</p> <p>This method is practical only for small objects with flatness deviations up to 20 μm, depending on the size of the optical flat.</p> <p>The optical flat should be adjusted to the object in such a way that the deviation is minimized.</p>

ISO/TR 5460-1995 (E)


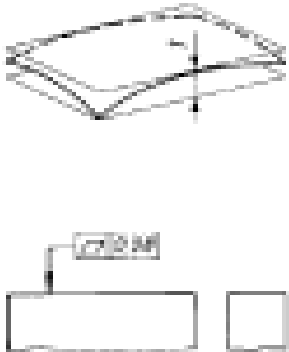
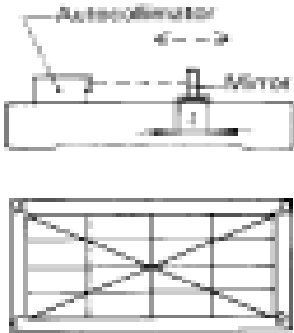
8.2 Principle 2 — Verifying flatness deviations by comparing with a straight element in several directions



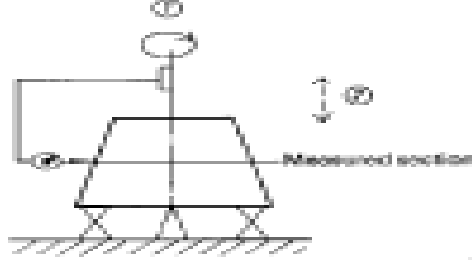
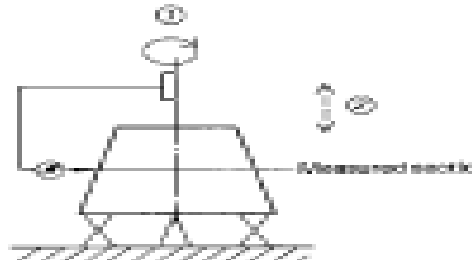
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 8.2.1</p>  <p>Place a straight gauge diagonally on one adjustable support and one fixed support, with both ends at the same distance from the object.</p> <p>Measure the distance between the object and straight gauge at specified positions along the diagonal (A-B) in relation to the measured value at the centre.</p> <p>Repeat the measurement along the other diagonal (C-D), and record the values in a diagram after correction for the median point distance.</p> <p>These two diagonals form a reference plane from which all other points are determined.</p> <p>The flatness deviation is evaluated from the diagram.</p>	<p>This measurement is self-controlling to a certain extent, as many points are determined several times using the straight gauge in a different direction.</p> <p>Generally used to measure surface plates.</p>
		<p>Method 8.2.2</p>  <p>Set the indicator to zero on a surface plate.</p> <p>Move the instrument in steps, J, in three directions.</p> <p>The flatness deviation is evaluated from a cumulative diagram.</p>	<p>This method is mainly used for large surfaces.</p> <p>Errors in setting the zero will cumulate by the repetition of measuring steps.</p> <p>If another pattern is used, the formula will be changed.</p>

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 8.3.1</p>  <p>Place an adjustable spirit level of a specified length on the object.</p> <p>Take measurements step-by-step in several sections in one direction.</p> <p>Record the deviations from the horizontal in a cumulative diagram.</p> <p>Repeat the measurements, as previously described, but at right angles to those already taken and also record them in the diagram.</p> <p>The flatness deviation is evaluated from the cumulative diagram where the incremental deviation = $I \times$ Indication of the level.</p>	<p>This method is mainly used for large surfaces.</p> <p>The horizontal alignment is achieved either by means of an adjustable support or an adjustable spirit level.</p> <p>The measurements are self-controlling as many points are determined twice.</p> <p>A pendulum instrument may also be used.</p>
		<p>Method 8.3.2</p>  <p>The water level gauge a and instrument b are initially located as shown in the figure.</p> <p>Set gauge a to zero.</p> <p>Then move instrument b along any flat element and record the readings on gauge a.</p> <p>The flatness deviation is evaluated from a diagram.</p>	<p>This method is mainly used for large surfaces.</p> <p>Practical for horizontal surfaces only.</p>

ISO/TR 5460-1985 (E)


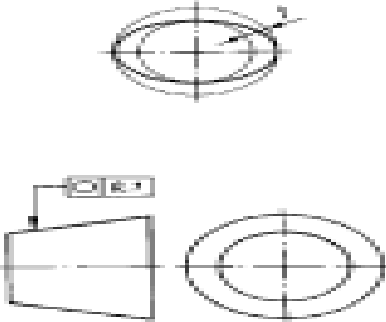
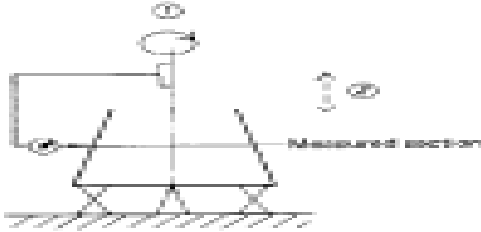
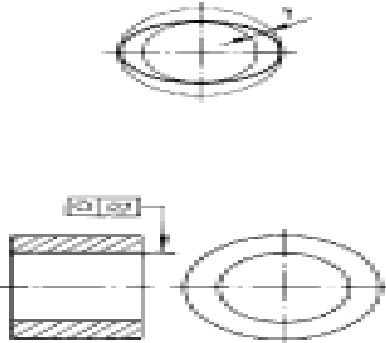
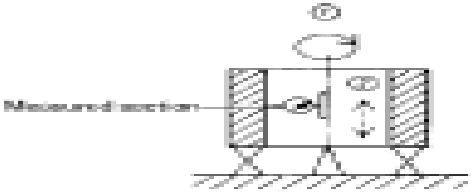
8.4 Principle 4 — Verifying flatness deviations by measuring angle deviations in several directions

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 8.4.1</p>  <p>Place a mirror with feet at a specified distance, f, at a corner of the object. Adjust the autocollimator parallel to the object surface.</p> <p>Measure the angle deviation in specified positions along the diagonal direction (A-B) and record the values in a diagram.</p> <p>Repeat the measurement in the direction of the other diagonal (C-D).</p> <p>These two diagonals form a reference plane from which all other points are determined, using an appropriate feet distance. The flatness deviation is evaluated from the cumulative diagram where the incremental deviation = $f \times$ the reading of the autocollimator.</p>	<p>This measurement is self-controlling to a certain extent, as many points are determined several times.</p> <p>Continuous movement may also be used when recording the result.</p> <p>An angle measuring laser device may also be used.</p>


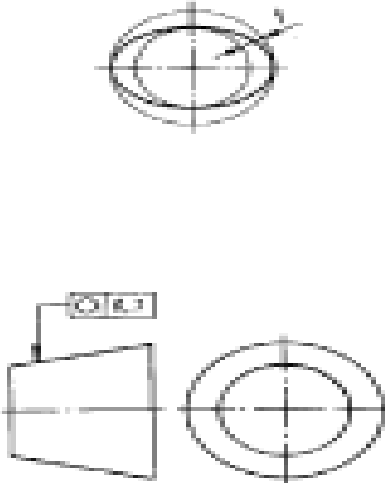
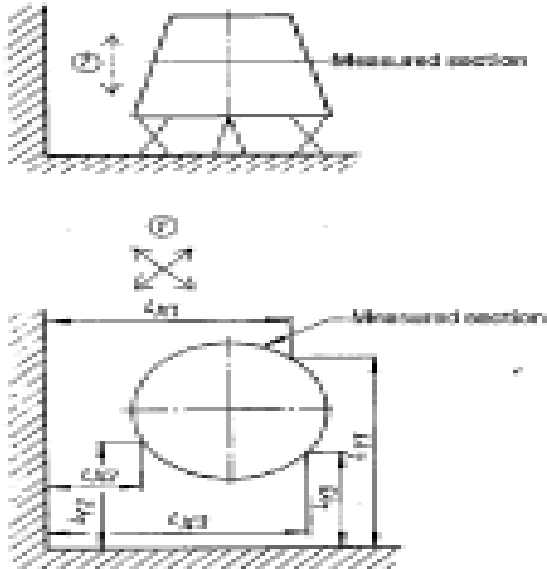
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 9.1.1 — Minimum zone centre</p>  <p>Align the object with the measuring equipment. Their axes shall be coaxial.</p> <p>Record the radial differences during one complete revolution. ①</p> <p>Evaluate the minimum zone centre from a polar diagram and/or by computers.</p> <p>Measure the required number of sections. ②</p> <p>The circularity deviation is the minimum radial difference obtained between two concentric circles.</p>	<p>Applicable for both external and internal surfaces.</p> <p>Equipment for measurement of radius variation from fixed centre: rotating stylus or rotating table, with recorder or computer, to be used.</p>
		<p>Method 9.1.2 — Least square centre</p>  <p>Align the object with the measuring equipment. Their axes shall be coaxial.</p> <p>Record the radial differences during one complete revolution. ①</p> <p>Evaluate the least square centre from a polar diagram and/or by computers.</p> <p>Measure the required number of sections. ②</p> <p>The circularity deviation is the radial difference obtained between inscribed and circumscribing circles with their centres coinciding with the centre of the mean circle.</p>	<p>Applicable for both external and internal surfaces.</p> <p>This method is recommended for diagram and/or computer evaluation.</p> <p>Equipment for measurement of radius variation from fixed centre: rotating stylus or rotating table, with recorder or computer, to be used.</p>

ISO/TR 5460-1985 (E)


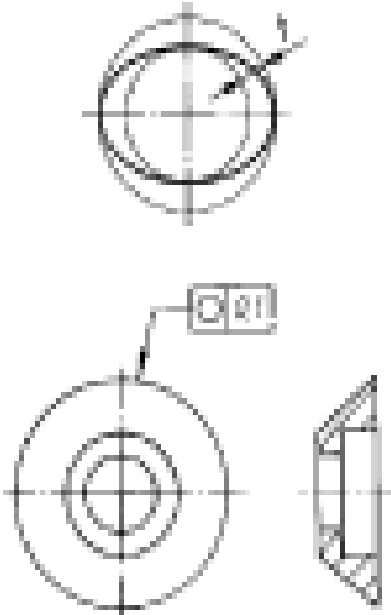
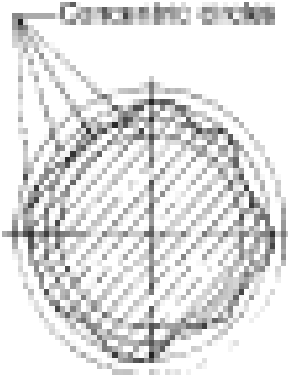
9.1 Principle 1 — Verifying circularity deviations by measuring variation in radius from a fixed common centre (continued)


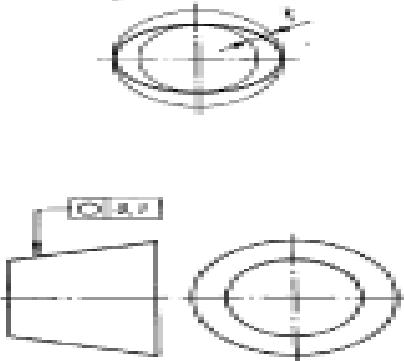
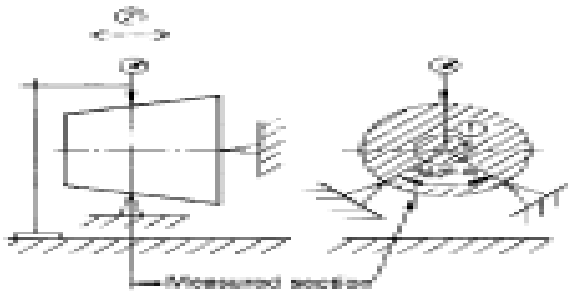
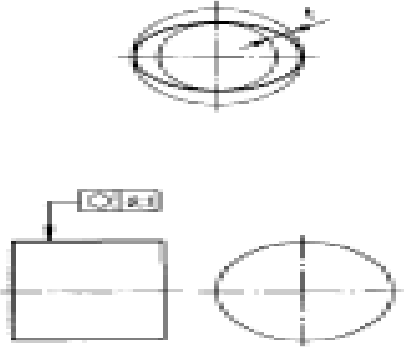

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 9.1.3 — Minimum circumscribing circle</p>  <p>Align the object with the measuring equipment. Their axes shall be coaxial.</p> <p>Record the radial differences during one complete revolution. ①</p> <p>The evaluation is made by minimum circumscribing circle.</p> <p>Measure the required number of sections. ②</p> <p>The circularity deviation is the radial difference between inscribed circle and the smallest circumscribing circle having the same centre.</p>	<p>Applicable for external surfaces.</p> <p>This method is recommended with diagram and/or computer evaluation.</p> <p>Equipment for measurement of radius variation from fixed centre: rotating tables or rotating table, with recorder or computer, to be used.</p>
		<p>Method 9.1.4 — Maximum inscribed circle</p>  <p>Align the object with the measuring equipment. Their axes shall be coaxial.</p> <p>Record the radial differences during one complete revolution. ①</p> <p>The evaluation is made by maximum inscribed circle.</p> <p>Measure the required number of sections. ②</p> <p>The circularity deviation is the radial difference between the largest inscribed circle and the circumscribing circle having the same centre.</p>	<p>Applicable for internal surfaces.</p> <p>This method is recommended with diagram and/or computer evaluation.</p> <p>Equipment for measurement of radius variation from fixed centre: rotating tables or rotating table, with recorder or computer, to be used.</p>

9.2 Principle 2 — Verifying circularity deviations by measuring coordinates

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 9.2.1</p>  <p>Align the object with the coordinate measuring equipment.</p> <p>Measure distance L in two coordinates at any point on the circular section.</p> <p>Measure the required number of points on the circumference. ①</p> <p>The circularity evaluation may be carried out by calculation from the least square centre.</p> <p>Measure the required number of sections. ②</p>	<p>Applicable for both external and internal surfaces.</p> <p>Coordinate measuring machine or measuring microscope, with computer, to be used.</p>


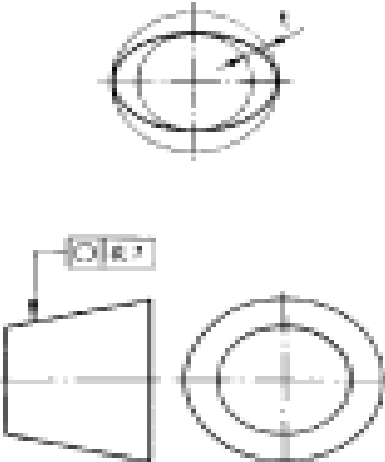
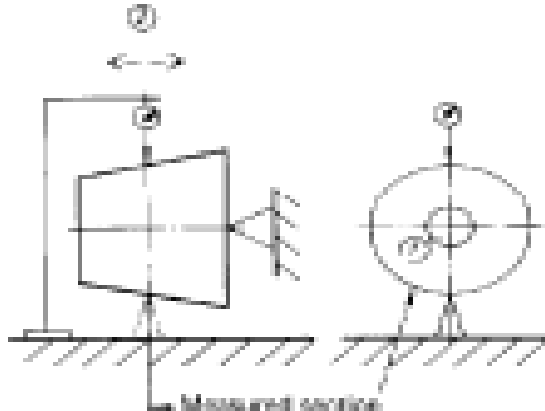
9.3 Principle 3 – Verifying circularity deviations by profile projection


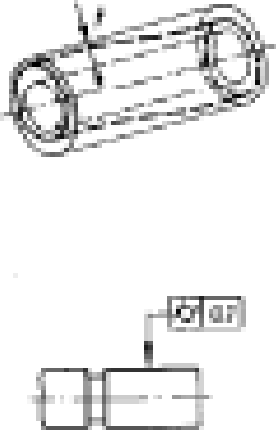
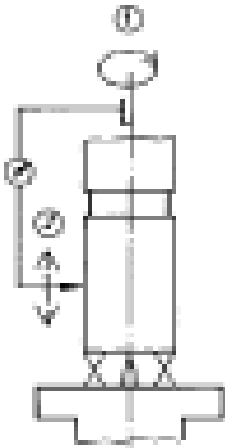
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p data-bbox="681 548 877 579">Method 9.3.1</p>  <p data-bbox="681 1119 1437 1150">Compare the profile of the object to concentric circles.</p> <p data-bbox="681 1200 1379 1232">The circularity is evaluated from concentric circles.</p>	<p data-bbox="1535 629 1827 779">This method is limited to features within the capacity of the projector.</p> <p data-bbox="1535 829 1827 1051">Profile projector apparatus or light section equipment (luminescent belt scanning equipment) to be used.</p>


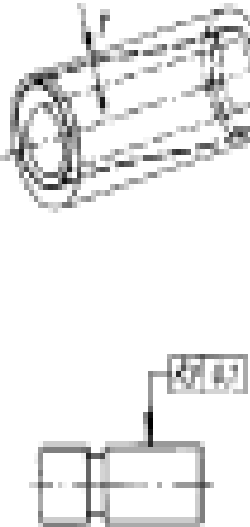
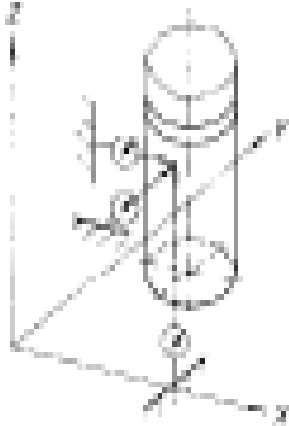
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 9.4.1 — Summit (three-point measurement)</p>  <p>Align the object with the measuring equipment. The object axis shall be perpendicular to the measuring direction and fixed axially.</p> <p>The indicator reading during one complete revolution is used for the calculation. (1)</p> <p>Repeat the measurements at the required number of sections. (2)</p> <p>The circularity deviation should be evaluated from the indicator readings, taking into consideration the α-value and the number of lobes.</p>	<p>The measurement is carried out to check odd lobed-form errors. The even lobed-form errors can be checked by two-point measurement.</p> <p>The most common angles are :</p> <p>or = 90° and 120° or 72° and 108°</p> <p>This method can be used for rotation of either the object or equipment.</p> <p>Applicable for both external and internal surfaces.</p>
		<p>Method 9.4.2 — Rider (three-point measurement)</p>  <p>Align the object with the measuring equipment. The object axis shall be perpendicular to the measuring direction and fixed axially.</p> <p>The indicator reading during one complete revolution is used for the calculation. (1)</p> <p>Repeat the measurements at the required number of sections. (2)</p> <p>The circularity deviation should be evaluated from the indicator readings, taking into consideration the α-value and the number of lobes.</p>	<p>The measurement is carried out to check odd lobed-form errors. The even lobed-form errors can be checked by two-point measurement.</p> <p>The most common angles are :</p> <p>or = 90° and 120° or 72° and 108°</p> <p>This method can be used for rotation of either the object or equipment.</p> <p>Applicable for both external and internal surfaces.</p>



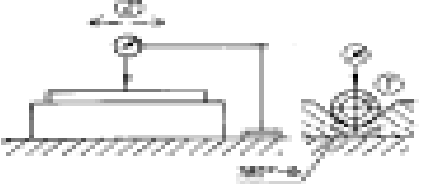

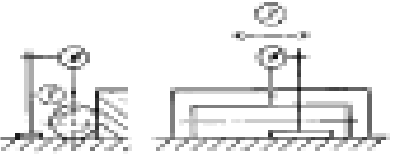
ISO/TR 5460-1985 (E)


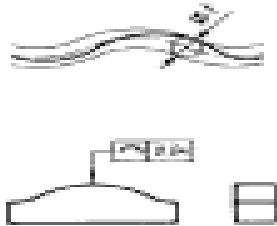

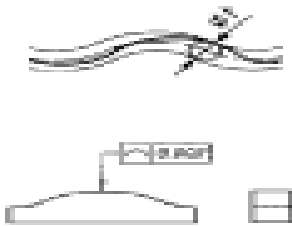
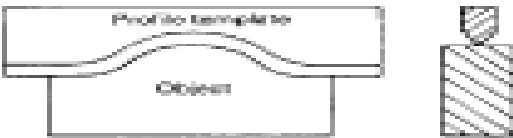
9.4 Principle 4 – Verifying circularity deviations by two- or three-point measurement (continued)


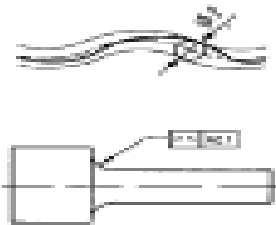

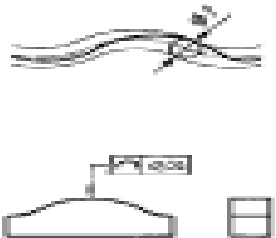

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 9.4.3 – (two-point measurement)</p>  <p>Align the object with the measuring equipment. The object axis shall be parallel to the surface plate and in the same position as the turning centre.</p> <p>Measure the diameter difference during one complete revolution. ①</p> <p>Repeat the measurements at the required number of sections. ②</p> <p>The circularity deviation is considered to be half of the difference obtained.</p>	<p>This method determines only the even lobed circularity deviation. The odd lobed deviation requires a three-point measurement.</p> <p>Applicable for both external and internal surfaces.</p> <p>This principle may be used for rotation of either the object or equipment.</p>

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 10.1.1</p>  <p>Align the object with the measuring equipment. Their axes shall be coaxial.</p> <p>Record the radial difference during one complete revolution. (1)</p> <p>Measure the required number of sections, without resetting the indicator. (2)</p> <p>Evaluate the minimum zone cylinder from polar diagrams and/or by computer.</p> <p>The cylindricity deviation is evaluated from polar diagrams and/or by computer as the radial difference of the minimum zone cylinders.</p>	<p>This method is time-consuming without sophisticated equipment.</p> <p>Equipment for measurement of variation in radius from a fixed common axis, with a recorder for polar diagrams and/or computer, to be used.</p>

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 10.2.1</p>  <p>Align the object with the coordinate measuring equipment.</p> <p>Measure the required number of points on the cylindrical surface in three coordinates.</p> <p>The cylindricity deviation is evaluated from diagrams and/or by computer as the radial difference of the minimum zone cylinders.</p>	<p>This method is time-consuming without sophisticated equipment.</p> <p>Three-coordinate measuring machines, with a recorder and a computer, to be used.</p>


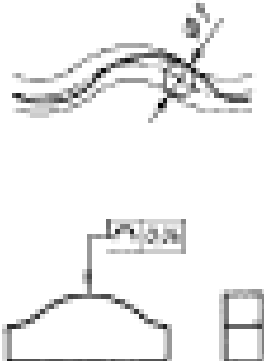
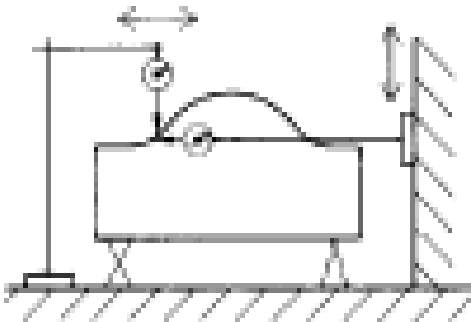
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 10.3.1</p>  <p>Place the object in a V-block.</p> <p>Measure the object at a radial section during one complete revolution. ①</p> <p>Repeat the measurements at the required number of sections, without resetting the indicator. ②</p> <p>The cylindricity deviation should be evaluated from the indicator readings, taking into consideration the α-value and the number of lobes.</p>	<p>The V-block shall be longer than the object.</p> <p>Applicable for external surfaces only.</p> <p>This method determines only the odd lobed cylindricity deviations.</p>
		<p>Method 10.3.2</p>  <p>Place the object on a surface plate and against a square plate. Measure the object at a radial section during one complete revolution. ①</p> <p>Repeat the measurements of the required number of sections, without resetting the indicator. ②</p> <p>The cylindricity deviation is half of the full indicator movement.</p>	<p>Applicable for external surfaces only.</p> <p>This method determines only the even lobed cylindricity deviations. The odd lobed deviation requires a three-point measurement.</p>


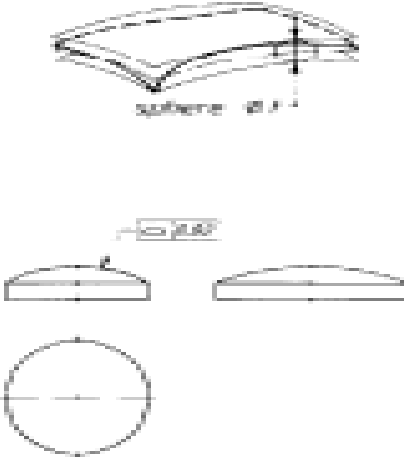
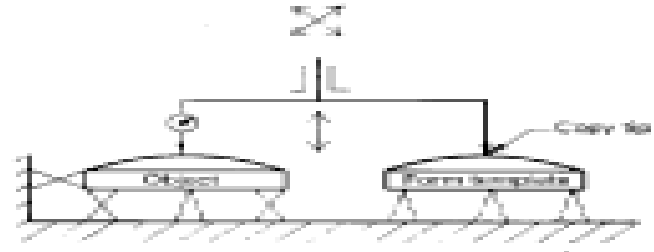
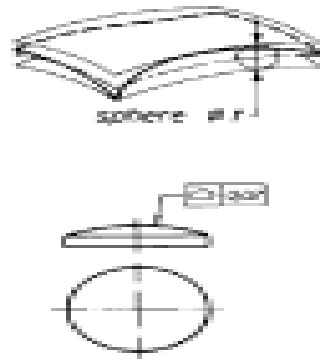
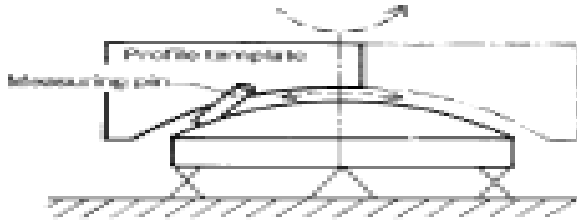
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 11.1.1</p>  <p>Align the object correctly with the copying system and the profile template.</p> <p>The indicator records the deviations of the object from the correct profile template. The extreme variations are compared with the calculated limits of deviations in the measured direction.</p> <p>The profile deviation is the maximum value of the indicator readings, but corrected to normal to the theoretical profile as the measuring direction is not normal to the surface.</p>	<p>The indicator tip and the copy tip shall have an identical shape.</p>
		<p>Method 11.1.2</p>  <p>Place the profile template on the object and align it in the specified direction.</p> <p>Inspect the object and the profile template against a specified light.</p> <p>If no light column is observed, the form of the object does not deviate by more than 0,003 mm from the form of the profile template. Numerical values are not obtainable.</p>	<p>For larger deviations, a profile template may be separated from the object by a pre-determined distance at both ends and the resulting space gauged with a step pin gauge.</p>




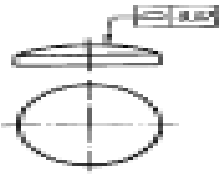

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 11.1.3</p>  <p>Place the profile template on the object and align it in the specified direction.</p> <p>Compare the profile of the object with the profile template.</p>	<p>The accuracy can be improved by using two templates with least form.</p> <p>By using one template the amount of the actual deviation is uncertain.</p>
		<p>Method 11.1.4</p>  <p>Project the profile onto a screen.</p> <p>Compare the projected profile with the limiting profile lines.</p> <p>The actual profile shall be contained within the two limiting profile lines.</p>	<p>This method is limited to features within the capacity of the projector.</p> <p>Profile projector to be used.</p>

ISO/TR 6469-1985 (E)


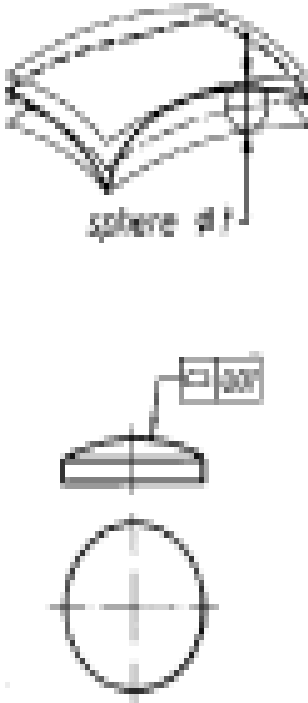
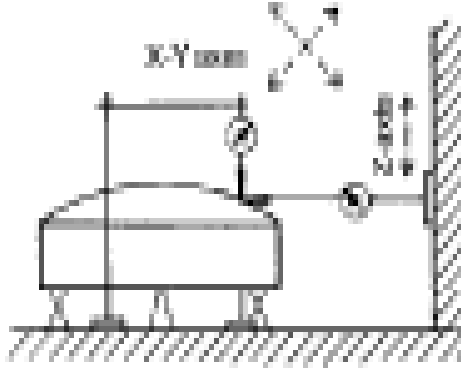
11.2 Principle 2 – Verifying profile deviations of any line by measuring coordinates

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 11.2.1</p>  <p>Align the object in the correct orientation relative to the surface plate.</p> <p>Measure the two coordinates at the required number of points along the profile.</p> <p>Record the measured values and compare them with the limiting profiles.</p>	<p>The shape of the stylus should be taken into account.</p> <p>Coordinate measuring machine to be used.</p>

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 12.1.1</p>  <p>Align the object with the copy system and the form template.</p> <p>The indicator records the deviations of the object.</p> <p>The surface profile deviation is the maximum value of the indicator readings, corrected to normal to the theoretical surface profile.</p>	<p>The indicating tip and the copy tip shall have an identical shape.</p>
		<p>Method 12.1.2</p>  <p>Position the object relative to the rotational axis. Align the profile template at a required distance from the object.</p> <p>Measure the required number of positions. The form deviation is determined by comparing the maximum and minimum readings.</p>	<p>This method is applicable to surfaces of revolution only.</p> <p>Device for the rotation of the object or the template to be used.</p>

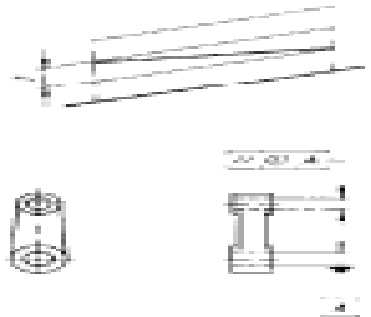
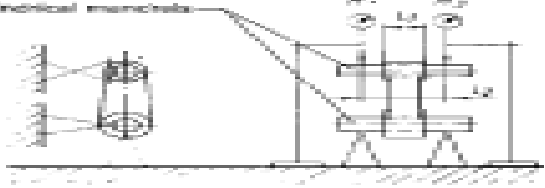
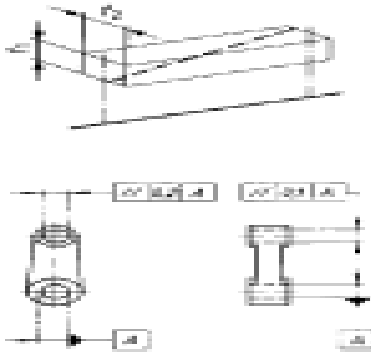
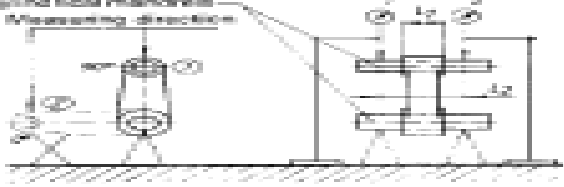
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 12.1.3</p>  <p>Limiting profile lines</p> <p>Project the profile onto the screen of a profile projector with light-out.</p> <p>Take the projected profiles at the required number of positions and compare them with the limiting profile lines.</p>	<p>This method is usually applied to external surfaces and is limited to features within the capacity of the projector.</p>
		<p>Method 12.1.4</p>  <p>Limiting profile lines</p> <p>Project the required number of profiles onto the screen using a profile projector (shadowgraph).</p> <p>Compare the projected profiles with the limiting profile lines.</p>	<p>This method is limited to convex surfaces.</p>


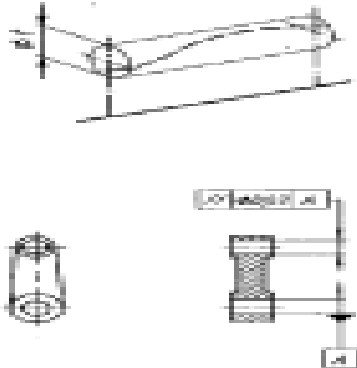

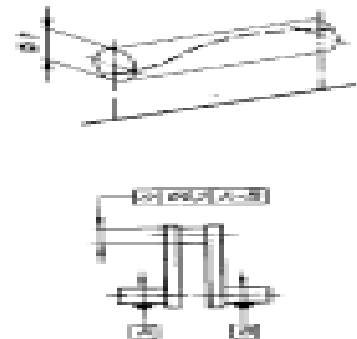

12.2 Principle 2 – Verifying profile deviations of any surface by measuring coordinates


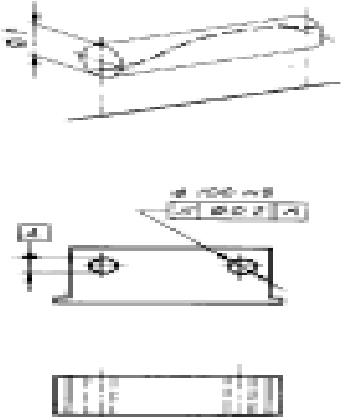
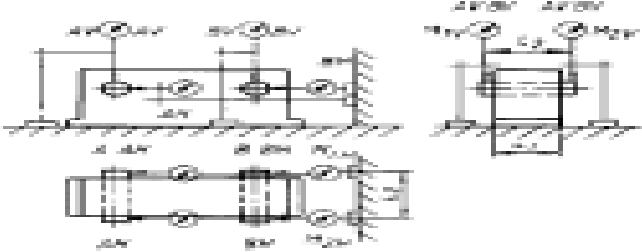
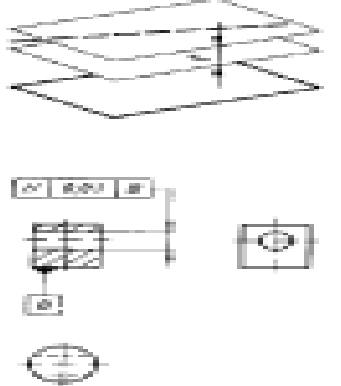
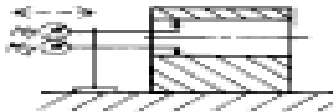
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
	 <p>sphere ϕd</p>	<p>Method 12.2.1</p>  <p>Align the object with the measuring surface plate.</p> <p>Measure three coordinates at the required number of points on the surface.</p> <p>Record the measured values and compare them with the coordinates of the limiting surface profiles.</p>	<p>The form and the size of the stylus should be taken into account.</p> <p>Coordinate measuring machine to be used.</p>



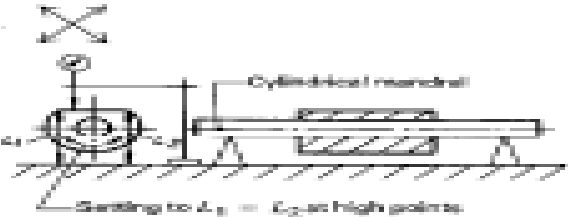


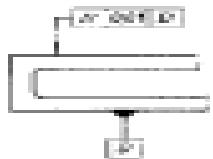
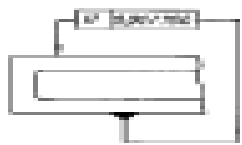
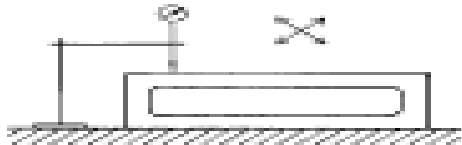
13 Verification of parallelism

13.1 Principle 1 — Verifying parallelism deviations by measuring distance

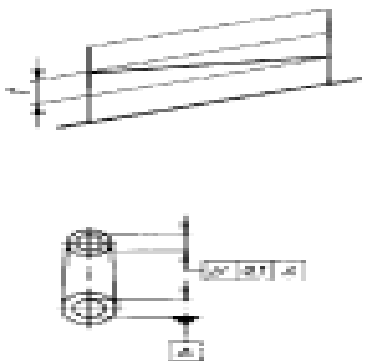
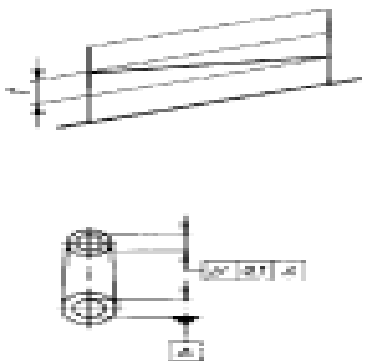

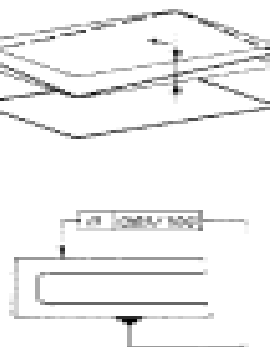
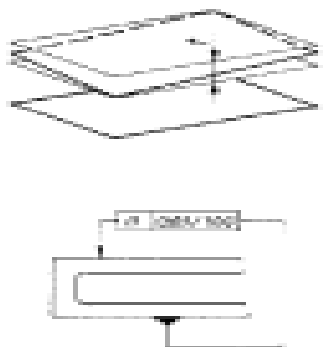
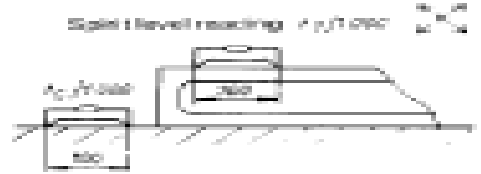
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 13.1.1</p> <p>Cylindrical mandrels</p>  <p>Simulate the datum axis and feature axis with axes of inscribed cylinders extended outside the holes. Make arrangements to achieve the correct measuring direction (adjustable support). Keep the axial measuring positions under control. The parallelism deviation, Pd', is calculated from the formulae</p> $Pd' = \frac{ M_1 - M_2 \times L_1}{L_2}$	<p>The cylindrical mandrels may be either expanded or selected to fit in the holes without clearance. If the upper mandrel can be orientated in more than one direction, the orientation should be such that the measured deviation from parallelism becomes a minimum.</p>
		<p>Method 13.1.2</p> <p>Cylindrical mandrels Measuring direction</p>  <p>Simulate the datum axis and feature axis with axes of inscribed cylinders extended outside the holes. Position the object in such a way that the measurement may be carried out in the two directions indicated on the drawing. Carry out the measurements on the mandrel in positions (1) and (2). The parallelism deviation, Pd', is calculated from the formulae</p> $Pd' = \frac{ M_1 - M_2 \times L_1}{L_2}$	<p>The cylindrical mandrels may be either expanded or selected to fit in the holes without clearance. If the upper mandrel can be orientated in more than one direction, the orientation should be such that the measured deviation from parallelism becomes a minimum.</p>


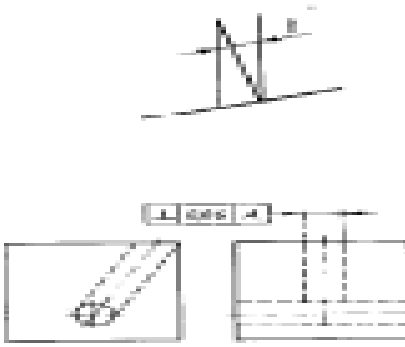
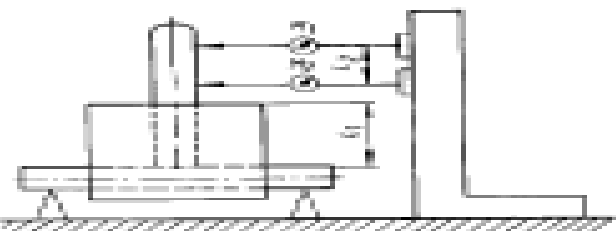
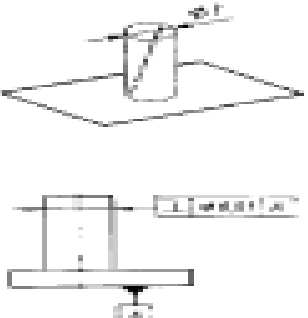
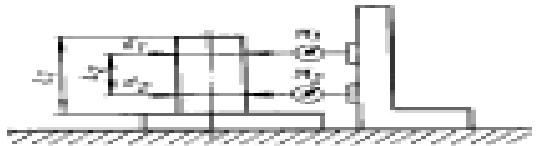
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 13.1.3 Cylindrical mandrels</p>  <p>Simulate the datum axis and feature axis with axes of inscribed cylinders extended outside the holes. Keep the axial measuring positions under control. Carry out the measurements on the mandrel positions, M_1 and M_2. Repeat the measurements in the required number of angular positions between 0° and 180°. The parallelism deviation, F_d, is calculated from the formulae</p> $F_d = \frac{ M_1 - M_2 }{L_2} \times L_1$	<p>The cylindrical mandrels may be either expanded or selected to fit in the holes without clearance. If the upper mandrel can be orientated in more than one direction, the orientation should be such that the measured deviation from parallelism becomes a minimum. Measurement can be restricted to two perpendicular directions. The square root of the sum of the squares of the two deviations obtained shall be less than the specified tolerance value.</p>
		<p>Method 13.1.4</p>  <p>Position the datum axis parallel to the surface plane and simulate it with the axis of coaxial circumscribing cylinders. Carry out measurements in the required number of angular positions between 0° and 180°. ② Record half the difference of the two indicator readings in the same section. ① The parallelism deviation is the maximum deviation of the recorded values.</p>	<p>Measurement can be restricted to two perpendicular directions. The square root of the sum of the squares of the two deviations obtained shall be less than the specified tolerance value. Precision chucking device to be used.</p>



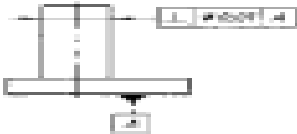
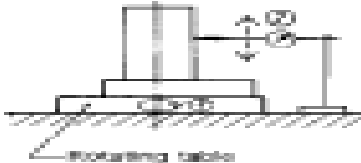

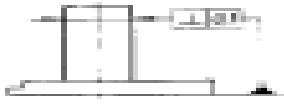
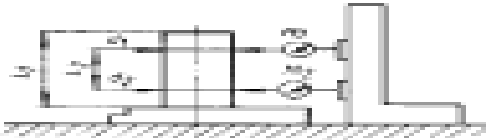
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 13.1.5</p>  <p>Simulate the datum axis and feature axis with the axes of inscribed cylinders.</p> <p>Carry out the measurements in horizontal and vertical directions as illustrated in the diagram.</p> <p>Keep the axial measuring positions under control.</p> <p>The parallelism deviation, Pd, is calculated from the following formula:</p> $Pd = \frac{L_1}{L_2} \times \sqrt{(\Delta_{A1V} - \Delta_{A2V})^2 + (\Delta_{A3V} - \Delta_{A2V})^2}$ <p>where</p> <ul style="list-style-type: none"> Δ_{A1V} - Δ_{A2V} for datum A = Δ_{AV1} Δ_{A2V} - Δ_{A3V} for datum A = Δ_{AV2} Δ_{B1V} - Δ_{B2V} for cylinder B = Δ_{BV1} Δ_{B2V} - Δ_{B3V} for cylinder B = Δ_{BV2} 	<p>The cylindrical mandrels may be either expanded or selected to fit in the holes without clearance.</p> <p>If the right-hand mandrel can be oriented in more than one direction, the orientation should be such that the measured deviation from parallelism becomes a minimum.</p>
		<p>Method 13.1.6</p>  <p>Simulate the datum with the base plane covering the entire datum surface.</p> <p>Simulate the feature axis with the median line of top and bottom generating lines.</p> <p>Measure the generating lines in the required number of axial positions.</p> <p>Record half the difference between the two indicator readings in a diagram, that is $\frac{\Delta F_1 - \Delta F_2}{2}$, at each point.</p> <p>The maximum deviation of these values is the parallelism deviation.</p>	


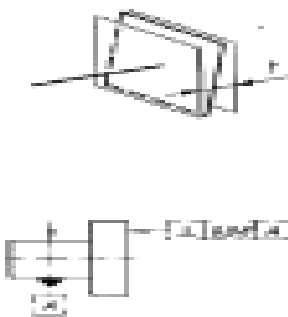
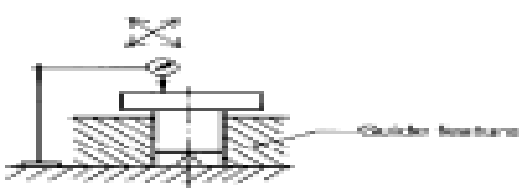
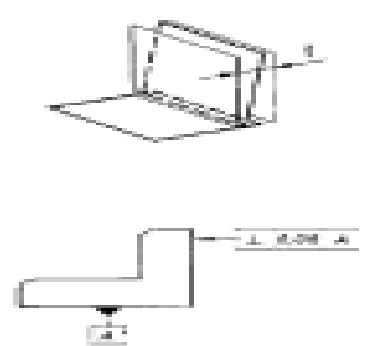
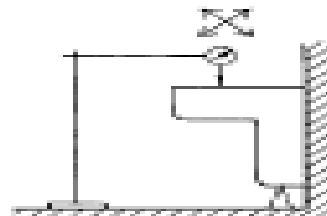
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
	 	<p>Method 13.1.7</p>  <p>Simulate the datum axis with the axis of the inscribed cylinder.</p> <p>Align the toleranced surface parallel to the surface plate prior to measurement.</p> <p>Carry out measurements on the surface.</p> <p>The parallelism deviation is the full indicator movement.</p>	<p>The cylindrical mandrel may be either oversized or selected to fit in the hole without clearance.</p> <p>The alignment of the object may also be corrected mathematically.</p>
	  	<p>Method 13.1.8</p>  <p>Place the object on a surface plate covering the entire datum surface.</p> <p>Carry out measurements all over the surface.</p> <p>Carry out measurements over the required number of 500 mm lengths in any direction over the entire surface.</p> <p>In both examples, the parallelism deviation over the considered length is the full indicator movement.</p>	


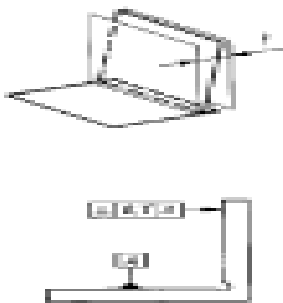
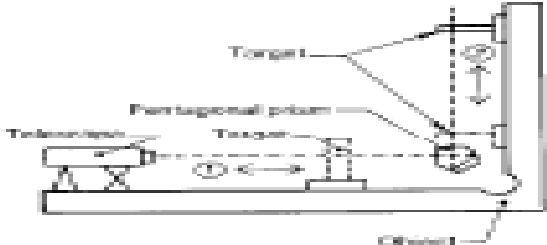
13.2 Principle 2 — Verifying parallelism deviations by measuring angles

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 13.2.1</p>  <p>Simulate the datum axis and feature axis with cylindrical mandrels.</p> <p>Record spirit level indications on both mandrels.</p> <p>The parallelism deviation, Pd, is calculated from the formula</p> $Pd = \frac{ r_2 - r_1 \times L_r}{1\ 000}$	<p>An adjustable spirit level and fixed supports may also be used.</p>
		<p>Method 13.2.2</p>  <p>Place the object on a surface plate.</p> <p>Record the spirit level indications.</p> <p>The parallelism deviation, Pd, is calculated from the formula</p> $Pd = \frac{ r_2 - r_1 \times L_r}{1\ 000}$	


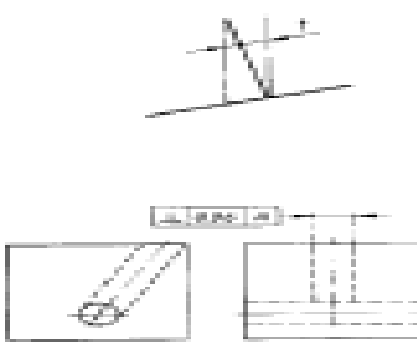
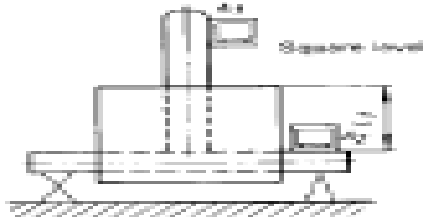
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 14.1.1</p>  <p>Simulate the datum axis with an inscribed cylinder parallel to the surface plate.</p> <p>Simulate the tolerated axis with another inscribed cylinder extending outside the hole.</p> <p>Then align the object in the correct position relative to the measuring equipment.</p> <p>Measure the distance from the square (M_1 and M_2) at two heights, L_1 apart.</p> <p>The perpendicularity deviation, F_{\perp}, is calculated from the formula:</p> $F_{\perp} = \frac{ M_1 - M_2 \times L_1}{L_2}$	<p>The cylindrical mandrel may be either expanded or selected to fit in the hole without clearance.</p>
		<p>Method 14.1.2</p>  <p>Place the object on a surface plate.</p> <p>Measure the distance (M_1 and M_2) between the cylinder which simulates the tolerated feature and the square at two heights, L_1 apart. Measure the difference between the diameters d_1 and d_2.</p> <p>Perpendicularity deviation in this direction G is</p> $F_{\perp G} = \left[M_1 - M_2 - \left(\frac{d_2 - d_1}{2} \right) \right] \times \frac{L_1}{L_2}$ <p>Repeat the measurements in direction H perpendicular to direction G and compute the measurements.</p> <p>The perpendicularity deviation, F_{\perp}, of the tolerated feature is:</p> $F_{\perp} = \sqrt{(F_{\perp G})^2 + (F_{\perp H})^2}$	<p>If the deviation from straightness of the axis cannot be ignored, measurements in more than two sections are necessary.</p> <p>When the tolerated feature is the axis of a hole, it is simulated by a cylindrical mandrel which may be expanded or selected so fit in the hole without clearance and which extends outside the hole.</p> <p>If the tolerance requirement is indicated in one direction only, $F_{\perp G}$ is the perpendicularity deviation (see method 14.1.4).</p>


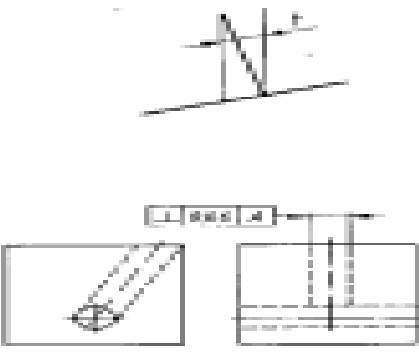
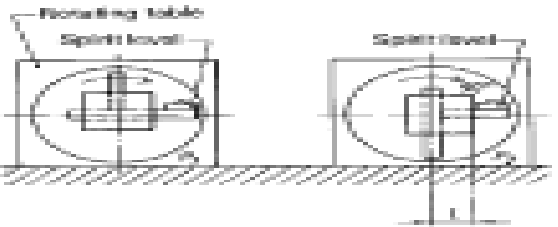
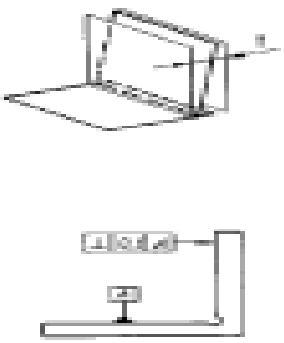
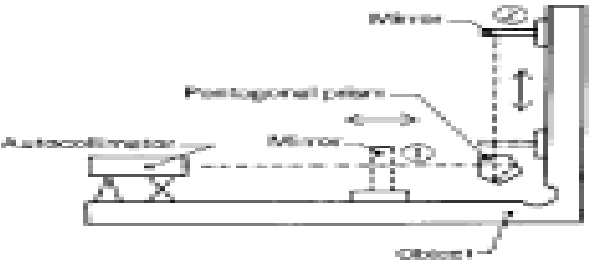
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
	 	<p>Method 14.1.3</p>  <p>Place the object on a rotating table and control it at an extreme end of the cylinder relative to the rotational axis.</p> <p>Measure the radial variation during rotation of the table. ①</p> <p>Measure the required number of sections. ②</p> <p>The perpendicularity deviation is half the full indicator movement.</p>	<p>Usually the lowest section of the tolerated feature is centered.</p>
	 	<p>Method 14.1.4</p>  <p>Place the object on a surface plate.</p> <p>Measure the distance (M_1 and M_2) between the cylinder and the square at two heights, L_1 apart.</p> <p>Measure the difference between diameters d_1 and d_2.</p> <p>The perpendicularity deviation is</p> $Pd = \left[(M_1 - M_2) - \left(\frac{d_2 - d_1}{2} \right) \right] \times \frac{L_1}{L_2}$	<p>When the tolerated feature is the axis of a hole, it is simulated by a cylindrical mandrel which may be expanded or selected to fit in the hole without clearance and which extends outside the hole.</p>


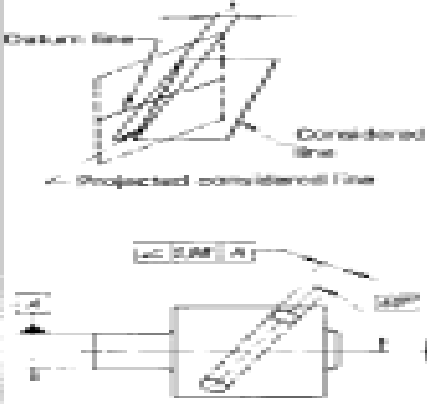
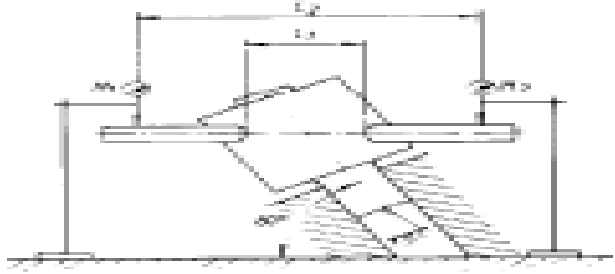
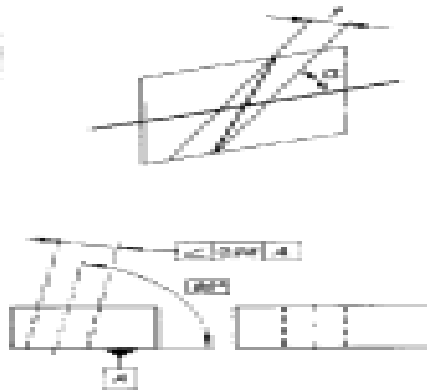

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 14.1.5</p>  <p>Place the object in a guide feature selected to fit it. Adjust the datum axis perpendicular to the surface plate.</p> <p>Measure the distance between the tolerated feature and the surface plate.</p> <p>The perpendicularity deviation is the full indicator movement.</p>	
	<p>A surface to a datum plane</p> 	<p>Method 14.1.6</p>  <p>Clamp the object to an angle plate which is on a surface plate.</p> <p>The tolerated surface shall be adjusted to the surface plate prior to measurement.</p> <p>The perpendicularity deviation is the full indicator movement.</p>	


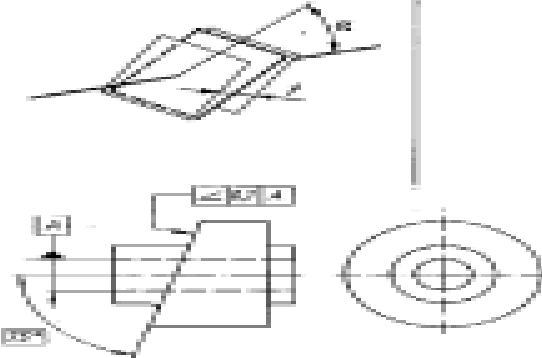
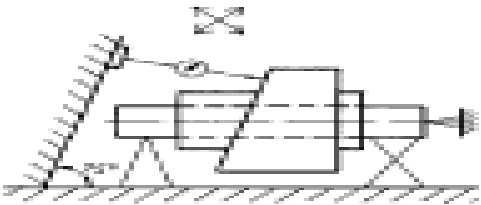
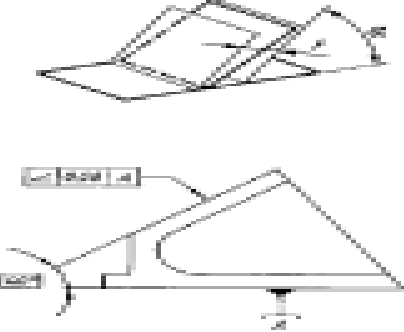
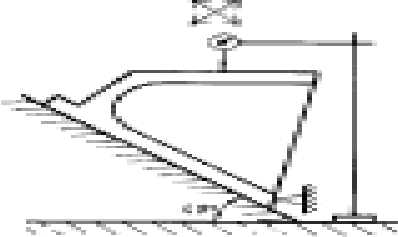
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 14.1.7</p>  <p>Adjust the telescope parallel to the datum of the object. ① Move the target along the tolerated feature in the vertical direction and record the values. ② The perpendicularity deviation is calculated mathematically from the recorded values.</p>	<p>This method is generally used for large objects.</p>


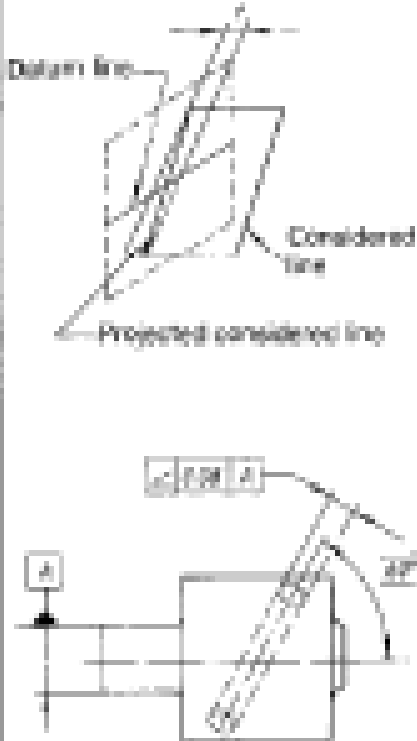
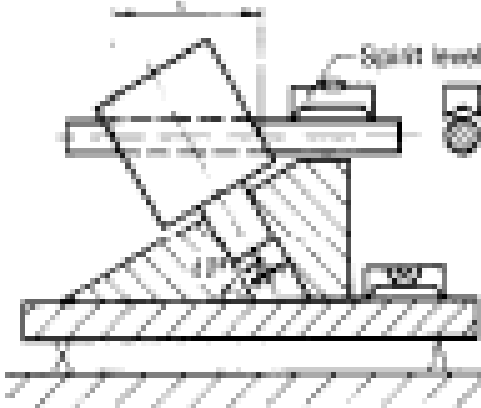
14.2 Principle 2 — Verifying perpendicularity deviations by measuring angles

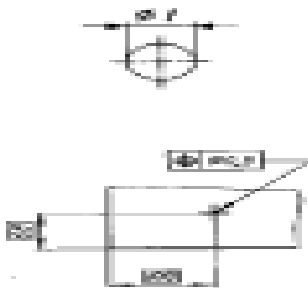


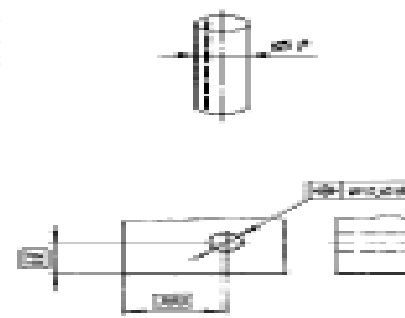

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 14.2.1</p>  <p>Simulate the datum axis with an inscribed cylinder aligned horizontally. Simulate the tolerated axis with another inscribed cylinder extending outside the hole. The perpendicularity deviation between the surface of the simulating datum axis and the mandrel is measured as a difference of the inclinations A_1 and A_2 of the features against the perpendicular sides of a square. The perpendicularity deviation, Pd, is</p> $Pd = L(A_1 - A_2) \times E_1$	<p>The cylindrical mandrel may be either spheroidal or selected to fit in the hole without clearance.</p>


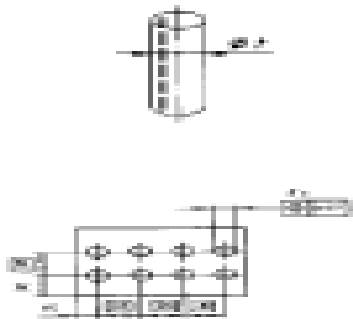

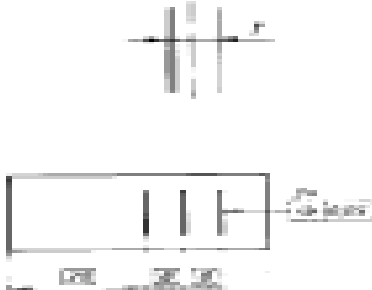

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 14.2.2</p>  <p>Simulate the tolerated feature (axis of the hole) with the axis of an inscribed cylinder extending outside the hole. Clamp the object on a rotating table the horizontal axis of which is perpendicular to the axis of both the tolerated and the datum feature. Record the angular positions (P_1 and P_2) of the rotating table when the mandrel and the simulated datum axis are in the same inclination relative to the surface plate.</p> <p>The perpendicularity deviation, F_d, is:</p> $F_d = \tan P_1 - P_2 \times L$	<p>The object is clamped so that the rotating axis is perpendicular to the tolerance plane.</p> <p>The object used in method 14.1.5 may be verified by the same verification method. The object is clamped so that the rotating axis is perpendicular to the datum line.</p> <p>The object used in method 14.1.8 may be verified by the same verification method. The object is clamped so that the rotating axis is parallel with the intersectional line of the tolerated feature and the datum plane.</p> <p>Indication indicating instrument, etc., and autocollimator with mirror and V-block to be used.</p>
		<p>Method 14.2.3</p>  <p>Adjust the autocollimator parallel to the datum feature. (1)</p> <p>Move the mirror along the tolerated feature and record the values. (2)</p> <p>The perpendicularity deviation is calculated from the recorded values.</p>	<p>This method is generally used for large objects.</p>


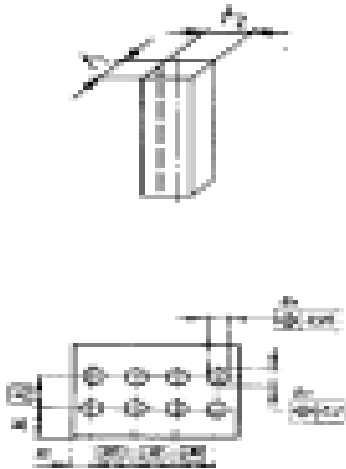
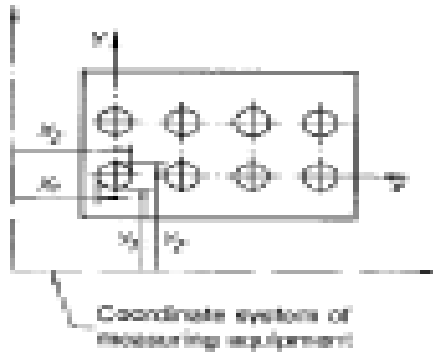
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 15.1.1</p>  <p>Place and align the object in an enclosing guide element with the specified angle. Turn the object so that the difference $M_1 - M_2$ is an algebraic minimum. The angularity deviation, $\Delta\alpha$, is :</p> $\Delta\alpha = \frac{ M_1 - M_2 }{L_2} \times L_1$	<p>The cylindrical mandrel may be either expanded or selected to fit in the hole without clearance.</p>
		<p>Method 15.1.2</p>  <p>Place the object on an angle plate with the angle 10° ($30^\circ - 80^\circ$). Fit a mandrel in the tolerated hole. Turn the object on the angle plate so that the difference $M_1 - M_2$ is an algebraic minimum. Measure the distance of the mandrel from a square on two heights, L_2 apart. The angularity deviation, $\Delta\alpha$, is</p> $\Delta\alpha = \frac{ M_1 - M_2 }{L_2} \times L_1$	<p>The cylindrical mandrel may be either expanded or selected to fit in the hole without clearance.</p>


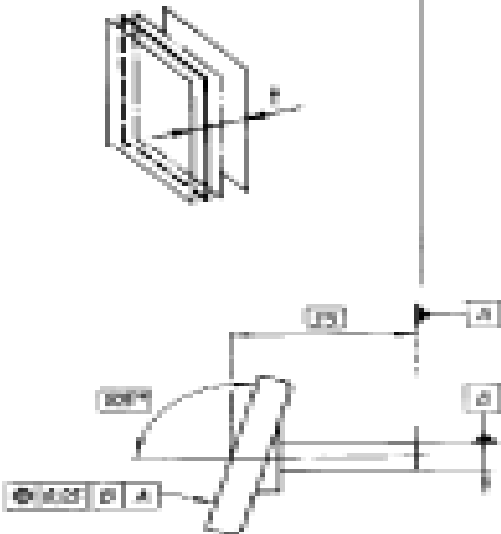
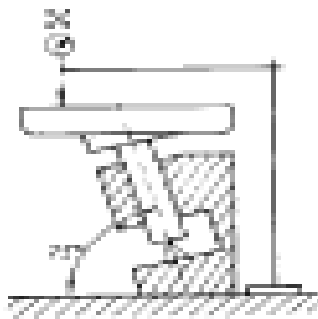
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 15.1.3</p>  <p>Simulate the datum axis with an inscribed cylinder and align it parallel to the horizontal surface plate and normal to the lower edge of the inclined surface plate.</p> <p>Remove the object until the measured deviation is a minimum.</p> <p>Measure the distance of the tolerated feature from an angle plate.</p> <p>The angularity deviation is the full indicator movement.</p>	<p>The cylindrical mandrel may be either expanded or selected to fit in the hole without clearance.</p>
		<p>Method 15.1.4</p>  <p>Place the object on an angle plate with an angle of 40°.</p> <p>Adjust the object by turning so that the full indicator movement of the tolerated feature is a minimum.</p> <p>The angularity deviation is the full indicator movement.</p>	


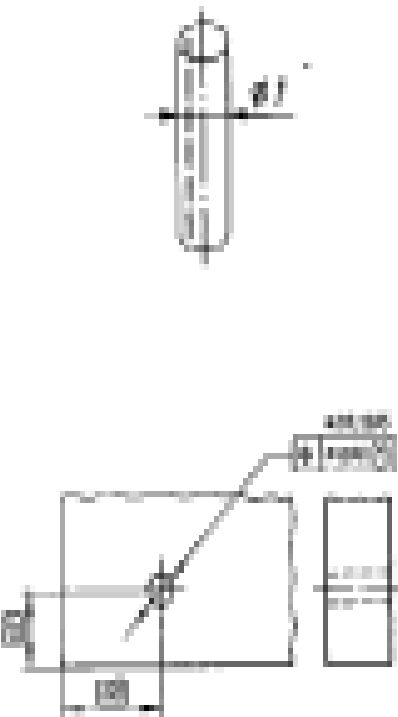
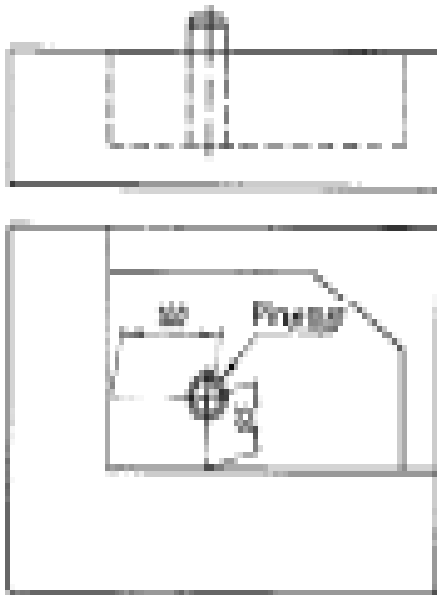
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 15.2.1</p>  <p>Place the object in an enclosing guide element with the specified angle to the horizontal plane.</p> <p>Turn the object until the right-hand end of the mandrel is in its highest position relative to the left-hand side. Measure the inclination.</p> <p>The angularity deviation, A_d, is</p> $A_d = \text{inclination} \times L$	<p>The cylindrical mandrel may be either expandable or selected to fit in the hole without clearance.</p>


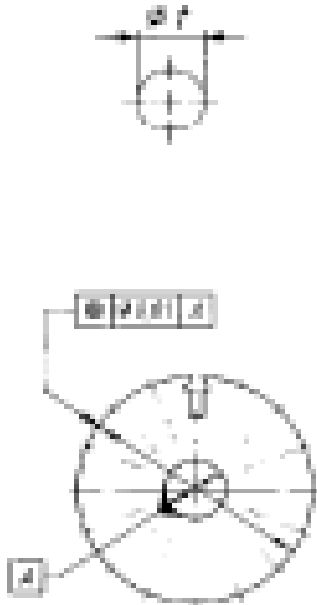
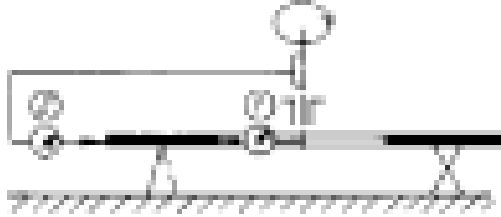
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 16.1.1</p>  <p>Align the object with the coordinates of the measuring device. Measure the coordinates X_1 and Y_1. The positional deviation, Pd, is calculated from the two coordinate readings</p> $Pd = \sqrt{(100 - X_1)^2 + 66.6 - Y_1^2}$ <p>The deviation shall not exceed half the tolerance value.</p>	
		<p>Method 16.1.2</p>  <p>Align the object with the coordinates of the measuring device. Measure coordinates X_1, X_2, Y_1 and Y_2. The position of the hole axis in the X direction is calculated using the formula</p> $X = \frac{X_2 + X_1}{2}$ <p>and in the Y direction using the formula</p> $Y = \frac{Y_2 + Y_1}{2}$ <p>The positional deviation, Pd, is calculated from the derived X and Y values</p> $Pd = \sqrt{(100 - X)^2 + 66.6 - Y^2}$ <p>The deviation shall not exceed half the tolerance value.</p>	


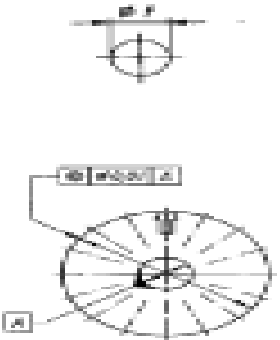
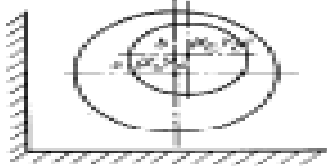
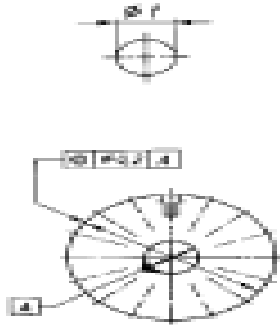

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 16.1.3</p>  <p>When there is more than one hole, repeat the measurements and calculation as given in method 16.1.2 for each hole.</p> <p>Move the object in relation to the measuring coordinates in order to find the best fit.</p> <p>The deviation shall not exceed half the tolerance value.</p>	<p>Depending on the measuring equipment available, the centres of the holes can be measured directly by using measuring plugs.</p> <p>The best fitting position can also be obtained by a mathematical treatment.</p>
		<p>Method 16.1.4</p>  <p>Align the object with the coordinates of the measuring device. Carry out the measurements X_1, \dots, X_n along the lines.</p> <p>The positional deviation is equal to the difference between the maximum and minimum values respectively and the basic position of each measured line.</p> <p>The deviation shall not exceed half the tolerance value.</p>	

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 16.1.5</p>  <p>Align the object with the coordinates of the measuring device. Place expandable cylindrical mandrels into the holes.</p> <p>Take the coordinates X_1, X_2, Y_1, and Y_2 for each hole separately.</p> <p>The positional deviation, Pd, in the X direction is calculated using the formula</p> $Pd'_x = \left \frac{X_2 + X_1}{2} - X_{theoretical} \right $ <p>and in the Y direction using the formula</p> $Pd'_y = \left \frac{Y_2 + Y_1}{2} - Y_{theoretical} \right $ <p>Move the object in relation to the measuring coordinates in order to find the best fit.</p> <p>The deviation shall not exceed half the tolerance value.</p>	<p>Instead of expandable mandrels, cylindrical mandrels selected to fit without clearance can be used.</p> <p>If the form deviation of the hole does not affect the result, the measurements can be made to the edges of the hole.</p> <p>The best fitting position can also be obtained by mathematical treatment.</p>

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p data-bbox="705 264 917 292">Method 1B.1.6</p>  <p data-bbox="705 963 1497 1021">The measuring equipment includes an enclosing guide element with the specified angle.</p> <p data-bbox="705 1042 1497 1128">Set the indicator to zero relative to the master object. Turn the workpiece to be measured in such a way that the measured deviation on the surface is a minimum.</p> <p data-bbox="705 1149 1497 1206">Carry out measurements at the required number of points all over the surface.</p> <p data-bbox="705 1228 1497 1292">The position deviation is the maximum deviation of the indicator relative to the zeroed value.</p> <p data-bbox="705 1313 1497 1349">The deviation shall not exceed half the tolerance value.</p>	


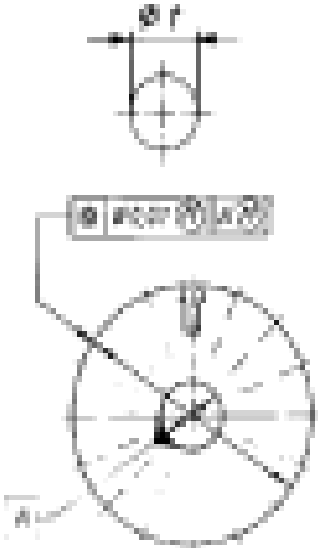

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 1A.2.1</p>  <p>Check the object in a functional gauge which accepts the pin relative to the end surfaces specified by the two theoretically exact dimensions.</p>	


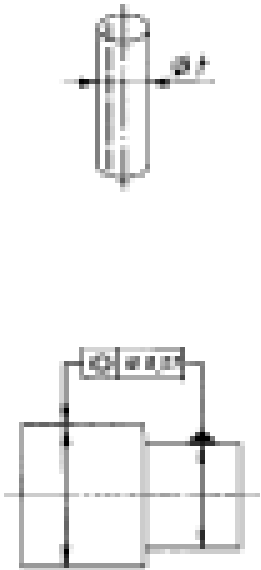
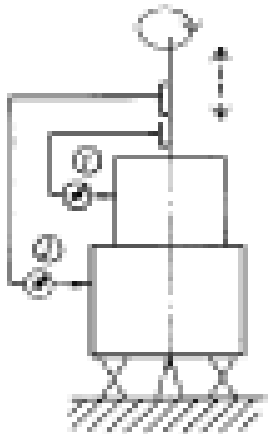
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 17.1.1</p>  <p>Align the considered circular feature under consideration with the measuring equipment. The plane in which the object is required to be measured shall be perpendicular to the rotating axis.</p> <p>Record the variation in radius from the fixed common centre during one revolution for the datum feature (1) and the tolerated feature (2).</p> <p>From the recording, the two centres are defined.</p> <p>The concentricity deviation is the distance between the two centres.</p> <p>The deviation shall not exceed half the tolerance value.</p>	<p>Equipment for measurement of radius variation from fixed centre.</p> <p>Rotating pointer or rotating table to be used.</p>

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 17.2.1</p>  <p>Align the circular feature under consideration with the measuring equipment. The plane in which the measurement is required shall be parallel to the X-Y plane.</p> <p>Move the stylus so that it touches the circumference in at least three, preferably equidistant, places.</p> <p>Calculate the positions of centres $a (X_1, Y_1)$ of the datum feature and $b (X_2, Y_2)$ of the tolerated feature.</p> <p>The concentricity deviation is the distance between the two centres calculated using the formula</p> $\text{Concentricity deviation} = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}$ <p>The deviation shall not exceed half the tolerance value.</p>	<p>Applicable for external and internal circular features.</p> <p>The influence of form error is minimized when the measurements are repeated in other points. In that way the centre-coordinates are mean values.</p> <p>Coordinate measuring device with calculator or measuring microscope with calculator to be used.</p>
		<p>Method 17.2.2</p>  <p>Find, by measuring, the minimum distance a between the datum circumference and the feature circumference. Measure distance b in the opposite position (180° apart).</p> <p>The concentricity deviation is half the difference between distances a and b.</p> <p>The deviation shall not exceed half the tolerance value.</p>	<p>This method can be used only when the error of form can be ignored.</p> <p>Caliper or micrometer to be used.</p>

ISO/TR 5460-1985 (E)


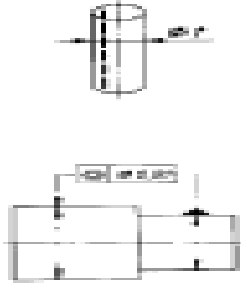
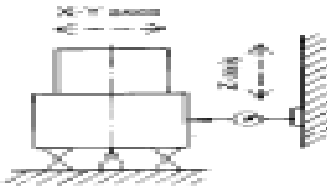
17.3 Principle 3 – Verifying concentricity deviations by using maximum material principle

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 17.3.1</p>  <p>Check the object using a functional gauge.</p> <p>Indicate the datum and feature axis with coaxial external and internal cylinders.</p>	<p>Design of function gauge :</p> <p>The datum cylinder shall have the minimum dimension of the hole.</p> <p>The feature register shall have the maximum dimension plus the tolerance of concentricity.</p>


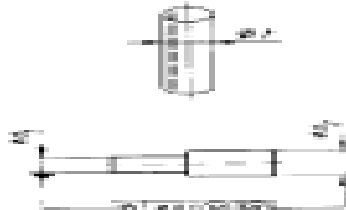

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 18.1.1</p>  <p>Align the object with the measuring equipment so that the axis of the datum cylinder is coincident with the rotating axis. ①</p> <p>Determine the axis of the feature by recording the variation in radius at the required number of sections on the tolerated feature. ②</p> <p>The deviation from coaxiality is calculated from the centres of the recordings, taking into account the position of the section in the axial direction.</p> <p>The deviation shall not exceed half the tolerance value.</p>	<p>Applicable for both external and internal surfaces.</p> <p>Equipment for measurement of radius variation from a fixed common centre with a recorder for polar diagrams and/or computer to be used.</p>

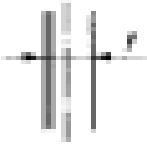
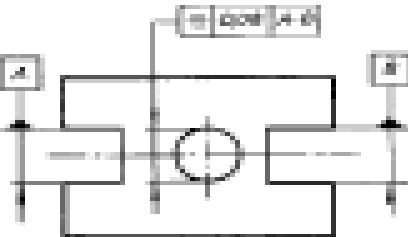
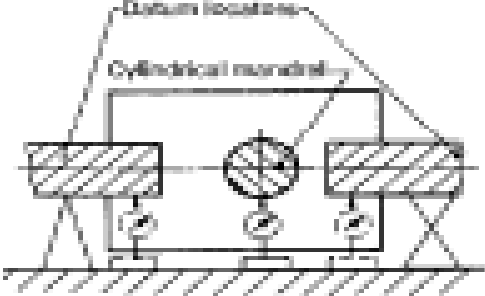
ISO/TR 6469-1985 (E)


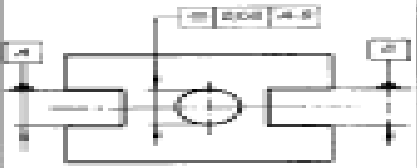
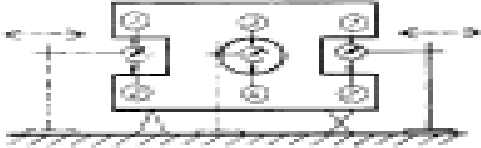

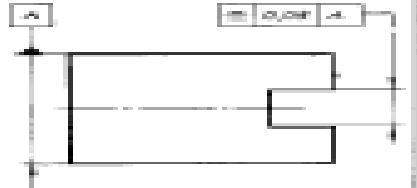
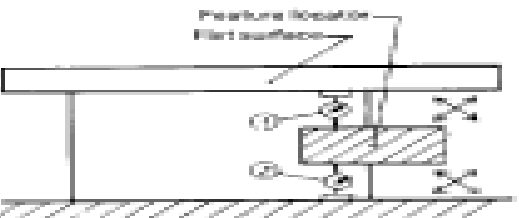
18.2 Principle 2 — Verifying coaxiality deviations by measuring coordinates or distances.


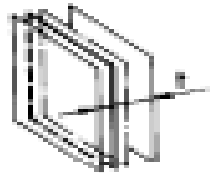
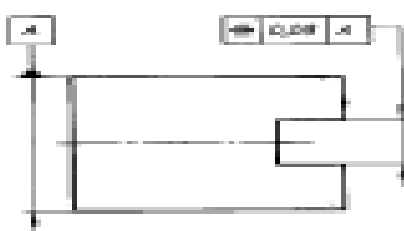
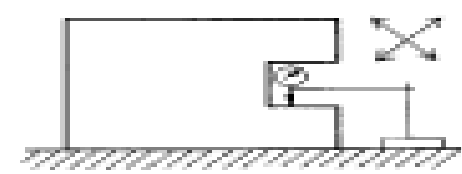


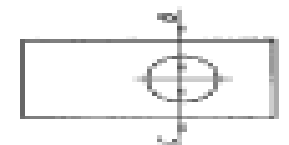
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 18.2.1</p>  <p>Align the object with the measuring equipment. The axis of the datum cylinder shall be perpendicular to the X- and Y-axes of the measuring device.</p> <p>In every section of the feature, measure the contact points of the diameters along the X-axis and Y-axis and record the results together with the level of the section. By means of these points, four generators are constructed, and the coaxiality deviation is determined from the axis of the circumscribing/inscribed element.</p> <p>The deviation shall not exceed half the tolerance value.</p>	<p>Applicable for both external and internal surfaces.</p>

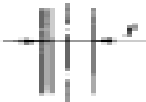
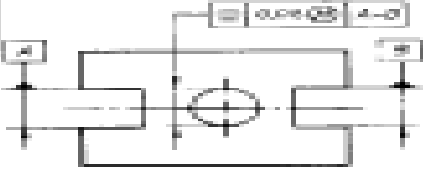
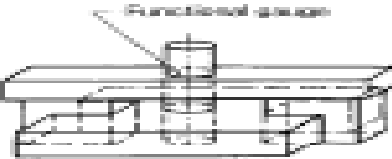

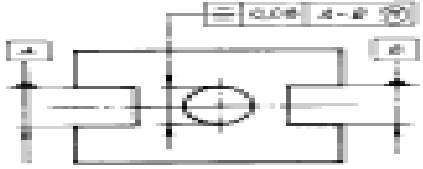

18.3 Principle 3 — Verifying coaxiality deviations by using maximum material principle


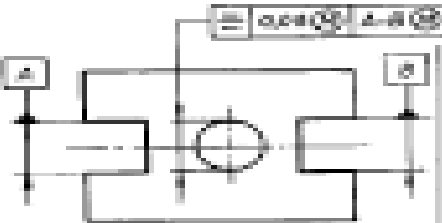
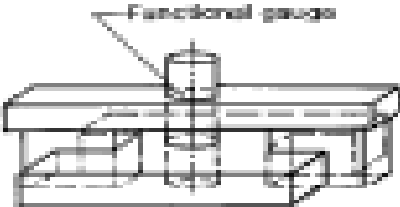

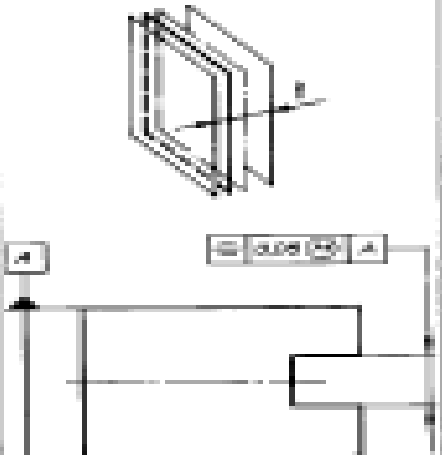
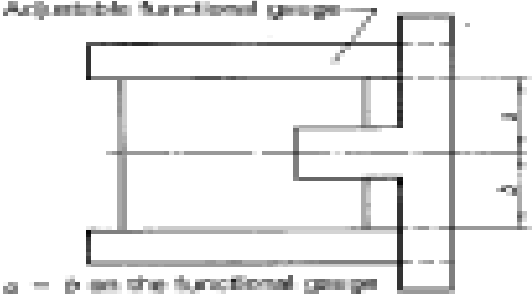
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 18.3.1</p>  <p>Check the object using a functional gauge.</p> <p>Indicate the datum and feature axis with coaxial cylinders.</p>	


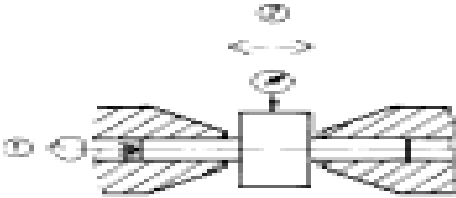
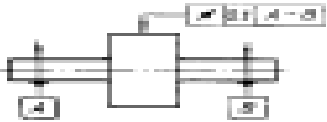
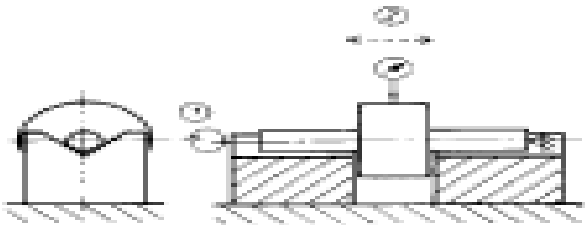
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 19.1.1</p>  <p>Simulate the datum plane with the median plane of two inscribed locators.</p> <p>Determine the position and the size of the locators and adjust the common datum plane parallel to the surface plate.</p> <p>Simulate the feature axis with the inscribed cylinder.</p> <p>The symmetry deviation is the difference in distance between the centre of the inscribed cylinder and the common datum plane.</p> <p>The deviation shall not exceed half the tolerance value.</p>	<p>The cylindrical mandrel and the datum locators may be either expanded or selected to fit in the hole or in the groove without clearance.</p> <p>If the hole deviates from cylindrical form in such a way that the mandrel can be placed in different directions, it should be placed in that direction where the movement in the actual opposite directions is the same.</p> <p>As the measurements are taken outside the feature, the actual deviation shall be calculated for the relevant length of the feature.</p> <p>This method is applicable to both external and internal surfaces.</p>

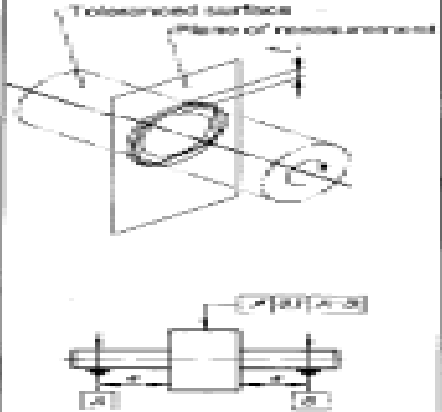
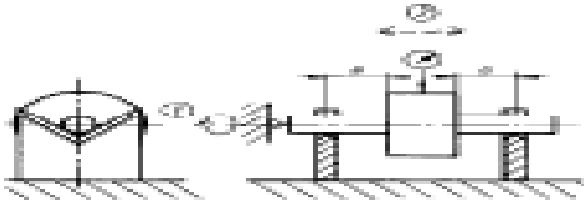
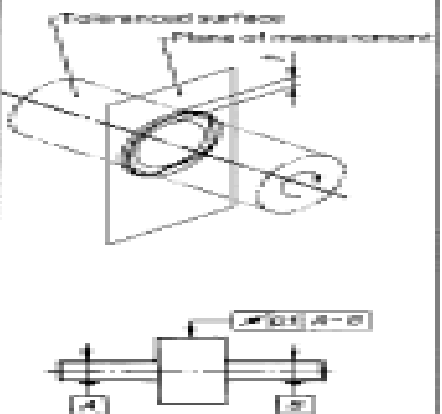
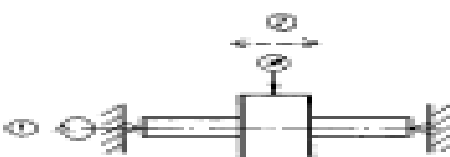
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 19.1.2</p>  <p>Align the object in the following way :</p> <p>Determine the position of the datum features ① ② and calculate and adjust the section planes of the datum parallel to the surface plate.</p> <p>The symmetry deviation is the difference in distance between the common plane and the calculated feature axis ③ ④.</p> <p>The deviation shall not exceed half the tolerance value.</p>	<p>This method is applicable to both external and internal surfaces.</p> <p>The adjustment of the datum could also be performed by mathematical calculation.</p> <p>Coordinate measuring device or measuring microscope to be used.</p>
		<p>Method 19.1.3</p>  <p>Place the object on a surface plate.</p> <p>Place a flat surface on the opposite surface.</p> <p>Simulate the median plane of the tolerated feature with a feature locator.</p> <p>The symmetry deviation is half the difference in distance ① ② between the feature locator and the surface plate and the flat surface, respectively.</p> <p>The deviation shall not exceed half the tolerance value.</p>	<p>This method is applicable to both external and internal surfaces.</p> <p>The feature locator may be either expanded or selected to fit in the groove without clearance.</p> <p>As the measurements are taken outside the feature, the actual deviation shall be calculated for the relevant length of the feature.</p>

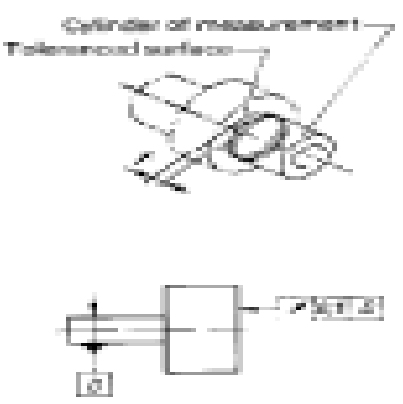
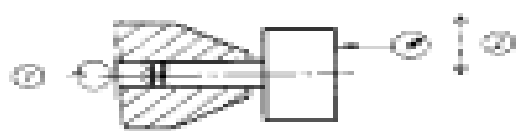
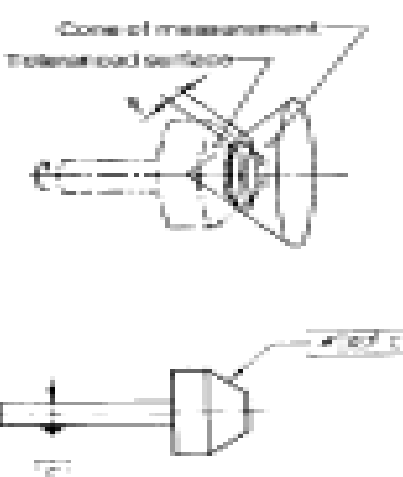
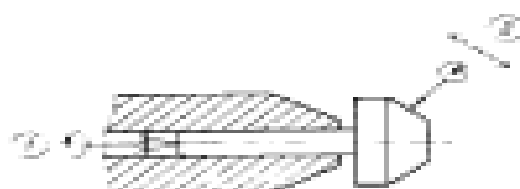
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
	 	<p>Method 19.1.4</p>  <p>Place the object on a surface plate.</p> <p>Measure the distance between the surface plate and the feature.</p> <p>Turn the object and repeat the measurement.</p> <p>The symmetry deviation is half the difference between the distances measured.</p> <p>The deviation shall not exceed half the tolerance value.</p>	<p>This method is applicable to both external and internal surfaces.</p>
	 	<p>Method 19.1.5</p>  <p>Measure the distances from the feature surface to points on the datum surface.</p> <p>The symmetry deviation is half the difference between the distances B and C.</p> <p>The deviation shall not exceed half the tolerance value.</p>	<p>Caliper to be used.</p>

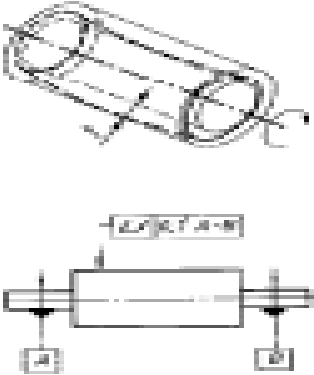
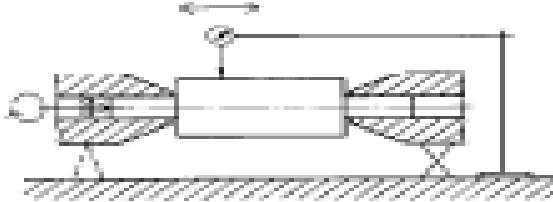

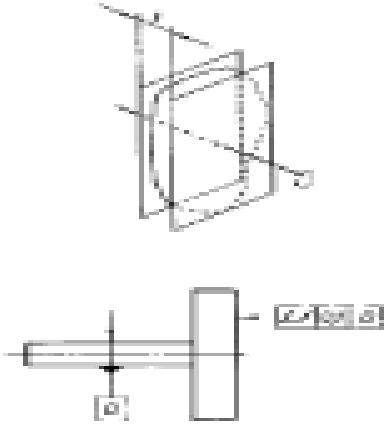
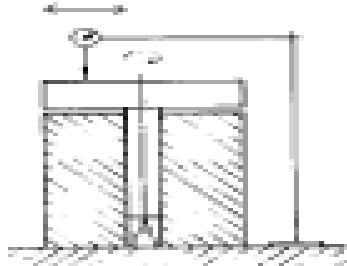
Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 18.2.1</p>  <p>Check the object using a functional gauge. Simulate the datums using two tabs. Check the symmetry deviation using a cylinder of appropriate size.</p>	<p>The two tabs shall be expanded or selected to fit without clearance.</p> <p>The cylindrical mandrel shall have the minimum size of the hole minus the symmetry tolerance.</p>
		<p>Method 18.2.2</p>  <p>Check the object using a functional gauge. Simulate the datums using two tabs. Check the symmetry deviation using a cylinder of appropriate size.</p>	<p>The width of the two gauge tabs shall have the maximum material size of the slots minus the symmetry tolerance. The cylindrical mandrel shall be expanded or selected to fit without clearance.</p>

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 19.2.3</p>  <p>Functional gauge</p> <p>Check the object using a functional gauge. Simulate the datum using two tabs. Check the symmetry deviation using a cylinder of appropriate size.</p>	<p>The width of the two gauge tabs shall have the maximum material size of the slots.</p> <p>The cylinder shall have the minimum size of the hole minus the symmetry tolerance.</p>
		<p>Method 19.2.4</p>  <p>Adjustable functional gauge</p> <p>$a = b$ on the functional gauge</p> <p>Check the object using a functional gauge. Simulate the datum plane with two adjustable plates. Check the symmetry deviation using a tab.</p>	<p>This principle is applicable to both external and internal surfaces.</p> <p>For internal surfaces, the width of the tab shall have the minimum size of the slot minus the symmetry tolerance.</p>

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 20.1.1</p>  <p>Align the object in two coaxial circumscribing guide cylinders.</p> <p>Fix the object axially.</p> <p>The radial run-out deviation is the full indicator movement measured during one complete revolution at each cross-section. ①</p> <p>Repeat this procedure at the required number of cross-sections. ②</p>	
		<p>Method 20.1.2</p>  <p>Simulate the datum axis with two identical V-blocks.</p> <p>Fix the object axially.</p> <p>The radial run-out deviation is the full indicator movement measured during one complete revolution at each cross-section. ①</p> <p>Repeat this procedure at the required number of cross-sections. ②</p>	<p>The measurement is affected by the combined effects of the combined effects of the V-block angle and the form deviations of the datum features.</p>

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 30.1.3</p>  <p>Simulate the datum axis with two identical knife edge V-blocks.</p> <p>Fix the object axially.</p> <p>The radial run-out deviation is the full indicator movement measured during one complete revolution at each cross-section. ①</p> <p>Repeat this procedure at the required number of cross-sections. ②</p>	<p>The measurement is affected by the combined effects of the combined effects of the V-edge angle and the form deviations of the datum features.</p>
		<p>Method 30.1.4</p>  <p>Clamp the object between centres.</p> <p>Measure the radial run-out deviation of the feature and make corrections for the corresponding run-out of the datum A and B relative to the centres. ①</p> <p>Repeat the measurement at the required number of cross-sections. ②</p>	<p>Measurement in working machine tool between centres.</p> <p>The measuring results are affected by the run-out of the centres with regard to the datum features.</p>

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
	 <p>Cylinder of measurement Toleranced surface</p>	<p>Method 20.1.5</p>  <p>Clamp the object in a circumscribing guide.</p> <p>Fix the object axially.</p> <p>The axial run-out deviation is the full indicator movement measured during one complete revolution at each position. ①</p> <p>Repeat this procedure at the required number of positions. ②</p>	
	 <p>Cone of measurement Toleranced surface</p>	<p>Method 20.1.6</p>  <p>Clamp the object in circumscribing guides.</p> <p>Fix the object axially.</p> <p>The run-out deviation in the direction of the arrow is the full indicator movement measured during one complete revolution at each cross-section. ①</p> <p>Repeat this procedure at the required number of cross-sections. ②</p>	<p>Instead of adjustable cylinders, for example a chuck may be used. In such cases, the measurement is affected by the errors of the chuck.</p> <p>This method is used also for radial and axial run-out.</p>

Symbol	Tolerance zone and application example	Verification method	Comments
		<p>Method 21.1.1</p>  <p>Place the object in two coaxial circumscribing guides aligned parallel to the surface plate.</p> <p>Fix the object axially.</p> <p>The radial total run-out is the full indicator movement during several revolutions of the object while the indicator is moved along one (straight) line element of the theoretically exact geometric form relative to the datum axis.</p>	<p>The datum can be established in a simple way using V-blocks, vices, etc.</p>
		<p>Method 21.1.2</p>  <p>Align the object in one circumscribing guide perpendicular to the surface plate.</p> <p>Fix the object axially.</p> <p>The axial total run-out is the full indicator movement during several revolutions of the object while the indicator is moved along one radial line element of the theoretically exact geometric form relative to the datum axis.</p>	<p>The datum can be established in a simple way using V-blocks, V-yokes, etc.</p>

- ISO 1101 تعاریف ■
- ISO 1660 پروفیل ■
- ISO 2768-2 تolerانس | هندسي عمومي ■
- ISO 2692 شرط مواد ■
- ISO 3040 مخروطها ■
- ISO 4291 اندازه گیری گردی ■
- ISO 4292 گردی ■
- ISO 5458 موقعیت ■
- ISO 5459 میناها ■
- ISO 8015 اصول تolerانس گذاری ■
- ISO 10578 ناحیه تolerانسی تصویری ■
- ISO 10579 قطعات منعطف ■
- ISO 12180 استوانه ای ■
- ISO 5460 اندازه گیری تolerانسهایی هندسي ■

ANSI, "Surface Texture," ANSI Standard B46.1-1978.

ANSI, for ANSI and ISO document: <http://global.ihb.com/>.

ASME Y14.36M-1996; Surface Texture Symbols.

ASME Y14.5M-1994; Geometric Dimensioning and Tolerancing.

Earle, James H., (2000). Graphics for Engineers: with AutoCAD release 14 & 2000,
Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall.

Foster, L.W. (1994). Geo-Metrics III: The Application of Geometric Tolerancing
Techniques. Reading, MA: Addison-Wesley.

Gooldy, G. (1999). Dimensioning, Tolerancing and Gaging applied. Englewood Cliffs,
NJ: Prentice Hall.

ISO 1302:1994; Technical Drawings - Method of indicating surface texture.

ISO CD 1302; Geometrical Product Specifications (GPS) - Indication of Surface texture.

ISO, for ISO standard see: <http://www.iso.ch/iso/en/ISOOnline.frontpage>.

Suh, N.P. (1982). "Qualitative and Quantitative Analysis of Design and Manufacturing
Axioms," CIRP Annals, 31, 333-338.

Voelcker, H.B. (1993). "A Current Perspective on Tolerancing and Metrology,"
Manufacturing Review, 6,4.

Voelcker, H.B. and A.A.G. Requicha (1977). "Geometric Modeling of Mechanical Parts
and Processes," Computer, 10,12, 48-57.

Wilson, Bruce A. 1996. *Design Dimensioning and Tolerancing*. South Holland, Illinois: The Goodheart-Willcox Company, Inc.

- Krulikowski, A., *Geometric Dimensioning & Tolerancing*, Delmar Thomson Learning, 1997.**
- ASME, *Dimensioning and Tolerancing*, Y14.5M, 1994.**
- Bosch, J.A., Ed., *Coordinate Measuring Machines and Systems*, Dekker, 1995.**
- Dong, C., Zhang, C., Wang, B., Zhang, G., "Reducing the Dynamic Errors of Coordinate Measuring Machines", *J. Mech. Design*, 125, Dec. 2003, pp 831 – 839.**
- Walker, R., *GIDEP Alert X1-A-88-01*, 1988.**
- Hopp, T., *The Sensitivity of Three-Point Circle Fitting*, NISTIR 5501, 1994.**

با تشکر و آرزوی موفقیت عزیزان