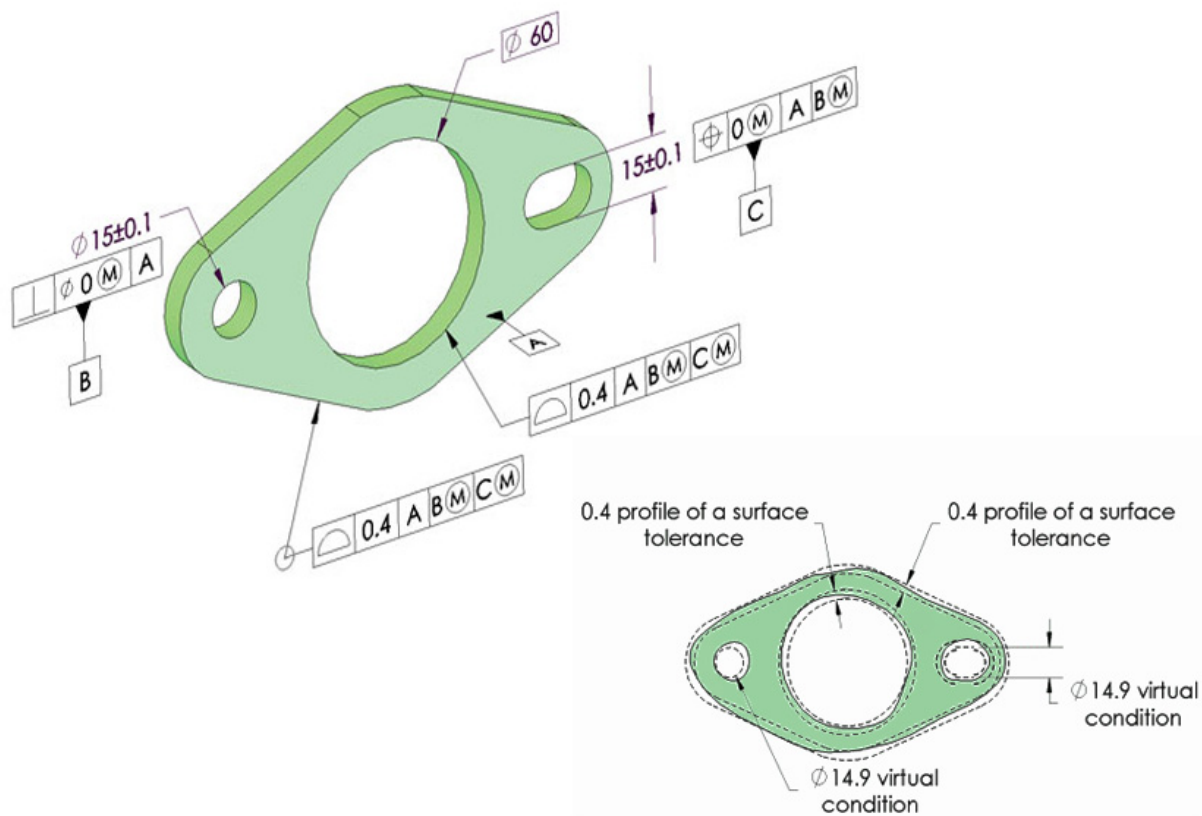




تولرانس های ابعادی و هندسی (GD&T)

تألیف : عبدالله بهرامی

تابستان ۹۱

ویرایش دوم

فهرست

ج	پیش گفتار	.....
۱	تفرانس های ابعادى	.....
۱	تعاريف	.....
۳	سىستم انطباقات	.....
۱۵	تفرانس های هندسى	.....
۱۵	کليات	.....
۲۰	علائم	.....
۲۳	مستطيل تفرانس	.....
۲۵	موضع تفرانسى	.....
۲۷	ناحیه های تفرانس	.....
۳۲	نمادهای مواضع مبنا	.....
۳۵	ویژگی های محدود کننده	.....
۳۹	مبنا	.....
۴۴	شرایط الزام ماده	.....
۵۲	نمایش و تفسیر تفرانس های هندسى	.....
۷۳	کنترل تفرانس های هندسى	.....
۹۳	منابع	.....

پیش گفتار

GD&T یک زبان نمادین است. از این زبان برای تعیین اندازه، شکل، فرم، جهت و موقعیت فیچرها روی قطعه استفاده می‌شود. فیچرهایی که با GD&T تolerانس‌گذاری می‌شوند، ارتباط واقعی بین قطعات مجاور با هم را بیان می‌کنند. نقشه‌هایی که به درستی به صورت هندسی تolerانس‌گذاری شده‌اند، بالاترین شانس را دارند که به صورت یکسانی تفسیر شوند و قطعات ساخته شده بر اساس آنها به ارزانترین و موثرترین حالت مونتاژ شود. GD&T برای اطمینان از مونتاژ درست قطعات همجوار، بهبود کیفیت و کاهش هزینه ایجاد شده است.

GD&T یک ابزار طراحی است. قبل از این که طراحان بتوانند تolerانس‌های هندسی را بدرستی اعمال کنند، باید به دقت نحوه قرار گیری و عملکرد هر فیچر هر قطعه را بررسی نمایند. GD&T برای طراحان به عنوان یک چک لیست عمل می‌کند که تمام جنبه‌های مربوط به هر فیچر را مد نظر داشته باشند. با اعمال درست تolerانس هندسی اطمینان حاصل خواهد شد که هر قطعه همیشه به درستی و راحتی مونتاژ خواهد شد. تolerانس‌دهی هندسی به طراحان اجازه می‌دهد که بالاترین تolerانس ممکن را در نظر بگیرند و در نتیجه، اقتصادی‌ترین طراحی را انجام دهند.

GD&T اهداف طراحی را بیان می‌کند. در نمایش تolerانس‌ها تمام میناهای کاربردی که مرجع سطوح هستند و فیچرهایی که توسط این میناها کنترل می‌شوند مشخص می‌شوند. یک نقشه که بدرستی تolerانس‌دهی شده باشد، تنها یک تصویر نیست که اندازه و شکل قطعه را نمایش دهد، بلکه ارتباط تolerانس بین فیچرها را هم نشان می‌دهد.

در مورد تolerانس‌های ابعادی و هندسی کتاب‌های مختلفی در کشور ما ترجمه شده که هر کدام دارای نقاط ضعف و قوت متفاوتی می‌باشد. البته کتاب‌های جامعی هم وجود دارد، ولی به جهت سلیس نبودن توضیحات، استقبال زیادی از این کتاب‌ها نشده است و از جایی هم که در بین مهندسان به علم نقشه کشی توجه چندانی نمی‌شود، از رغبت مهندسان در مورد مطالعه بیشتر تolerانس‌های ابعادی و هندسی کاسته است. مطالب این جزوه بر اساس استاندارد ISO نگاشته شده که تفاوت چندانی با استانداردهای مشابه ANSI و ASME ندارد. در این جزوه ای که پیش رو دارید، سعی شده مطالب در حد امکان ساده بیان شده و در عین حال خودخوان باشد. امید است که مورد توجه صنعتگران و مهندسین عزیز قرار گیرد. و خواهشمند است که در صورت مغایرت‌ها و اشتباهات احتمالی و همچنین پیشنهادات، با پست الکترونیک اینجانب (gd-t@mail.com) تماس حاصل نمایید. در پایان از تمامی همکاران و دوستانی که مرا در گردآوری این ناچیز یاری رساندند، کمال تشکر را دارم.

با تشکر

عبدالله بهرامی

زمستان ۹۰

تولرانس های ابعادی

برای تولید قطعات در صنعت از روش های گوناگون ساخت استفاده می شود. هر روش ساخت دارای دقت خاصی است. از این رو اندازه های داده شده برای قطعه همواره با مقداری انحراف از اندازه حقیقی ساخته می شود. به همین دلیل در صنعت، هرگز نمی توان قطعه ای را تولید نمود که با دقت مطلق تولید شده باشد بلکه تنها می توان اندازه ها را به اندازه واقعی نزدیک نمود. بدیهی است هرچه دقت تولید بالا رود هزینه تولید نیز افزایش می یابد و لازم است از ابزار دقیق تر و کارگر ماهرتر استفاده نمود. از این رو در طراحی، پارامتری جدید به نام تولرانس ابعادی وارد می شود.

تعاریف

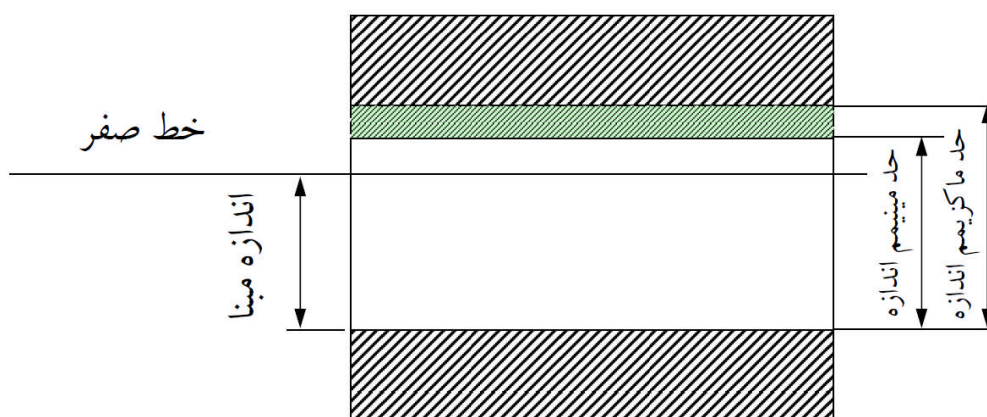
اندازه اسمی (مبنا): اندازه ای است که انحرافات بالایی و پایینی با آن مقایسه می شود.

خط صفر: در نمایش گرافیکی سیستم حدود و انطباقات، خط مستقیمی است که مابین اندازه مبنا بوده و انحرافات و تولرانس ها نسبت به آن سنجیده می شوند.

حد بالایی (حد ماکزیمم اندازه): بزرگترین اندازه مجاز یک قطعه است.

حد پایینی (حد مینیمم اندازه): کوچکترین اندازه مجاز یک قطعه است.

حدود اندازه: دو اندازه حدی مجاز قطعه است که اندازه عملی آن بین این دو حد و یا مساوی با یکی از آن ها است.



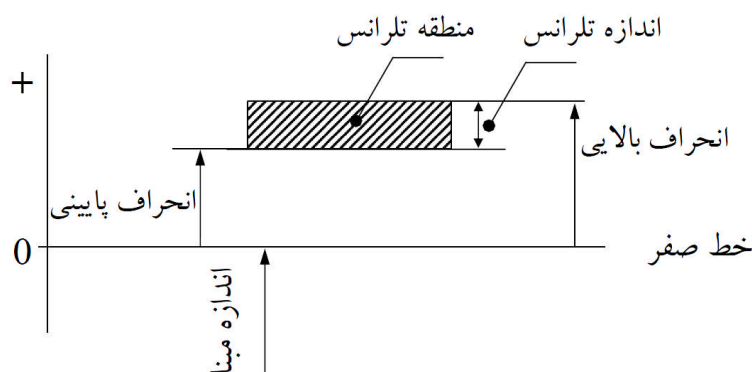
انحراف: اختلاف یک اندازه (اندازه در عمل، حد اندازه و غیره) با اندازه مبنا مربوط به آن است.

انحراف بالایی: اختلاف اندازه حداکثر و اندازه مبنا مربوطه است.

انحراف پایینی: اختلاف اندازه حداقل و اندازه مبنا مربوطه است.

اندازه واقعی: اندازه ای است که به وسیله ابزار اندازه گیری به دست می آید.

انحراف حدی: شامل انحراف بالایی و انحراف پایینی است.



تولانس

اندازه اختلاف بین حد بزرگترین اندازه و حد کوچکترین اندازه و یا اختلاف بین انحراف بالایی و پایینی تولانس نامیده می شود.

$$\text{کوچکترین اندازه} - \text{بزرگترین اندازه} = \text{تولانس}$$

$$\text{انحراف پایینی} - \text{انحراف بالایی} = \text{تولانس}$$

تولانس استاندارد (IT): در سیستم حدود و انطباق ISO، هر تولانسی با عبارت (IT) شروع می شود.

درجات تولانس استاندارد (IT): در سیستم حدود و انطباق ISO، هر تولانس مشخص (مثلاً IT7) برای هر دسته از اندازه های مبنای دارای دقت مشابهی است.

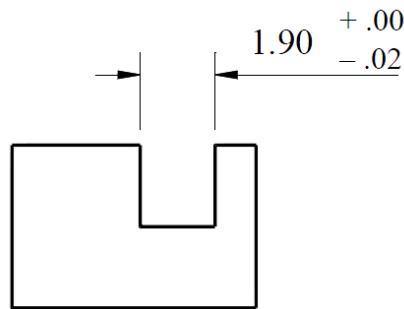
منطقه تولانس: در نمایش هندسی، منطقه محصور بین دو خط اندازه حدی ماکزیمم و مینیمم است.

انحراف پایه: انحرافی است که موقعیت منطقه تولانس را نسبت به خط صفر تعیین می کند.

کلاس تولانس: این عبارت برای ترکیب انحراف پایه و درجه تولانس به کار می رود. (مثل h9 یا D13)

نمایش تولانس

برای نمایش تولانس در مقابل اندازه اسمی دو عدد نوشته می شود. عدد بالایی بیانگر انحراف بالایی و عدد پایینی بیانگر انحراف پایینی است.



سیستم انطباق

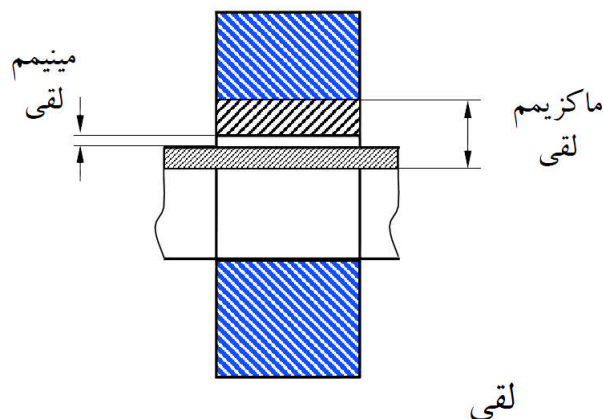
هنگامی که دو قطعه در داخل یکدیگر قرار می گیرند، سطوح آن دو قطعه مجاور هم قرار گرفته و بر هم منطبق می شوند. در این صورت نوعی انطباق حاصل شده است. در سیستم انطباق برای بیان نمودن مفهوم جسم داخل شونده و قطعه ای که جسم داخل آن می شود، از دو مفهوم میله و سوراخ استفاده می شود. انطباق، به نحوه درگیری میله و سوراخ گفته می شود. انطباق می تواند لقی، تداخلی و فیما بین باشد.

میله: این اصطلاح طبق قرارداد برای بیان شکل خارجی یک قطعه به کار می رود و شامل شکل های غیر استوانه ای نیز می گردد. **میله مبنا:** انتخاب میله به عنوان مبنا در انطباقات را سیستم میله مبنا می گویند. میله مبنا در سیستم حدود و انطباق ISO، میله ای است با انحراف بالایی صفر.

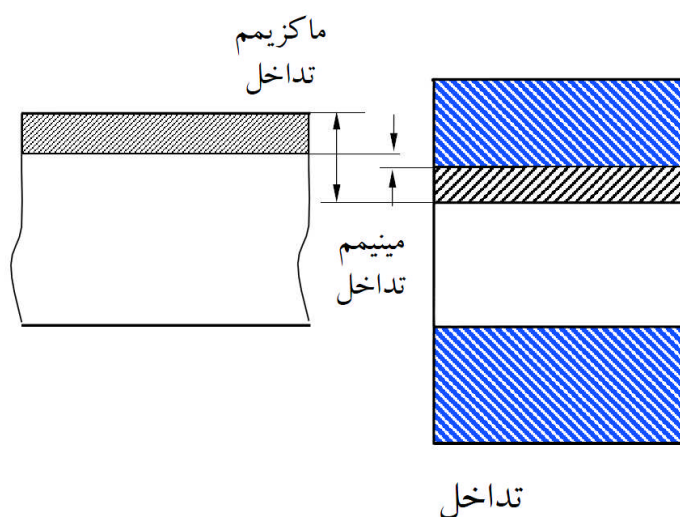
سوراخ: طبق قرارداد این عبارت برای بیان شکل های داخلی قطعات، که شامل شکل های غیر استوانه ای نیز می باشد، به کار می رود. **سوراخ مبنا:** انتخاب سوراخ به عنوان مبنا در انطباقات را سیستم سوراخ مبنا می گویند. سوراخ مبنا در سیستم حدود و انطباق ISO، سوراخی است با انحراف پایینی صفر.

به عبارت دیگر، هر قطعه ای که در یک انطباق، وارد قطعه دیگر می شود اصطلاحاً میله نامیده می شود. یا مانند قطعه ای T شکل که در یک شیار قرار می گیرد و مانند یک محور که درون یاتاقان وارد می شود. و از طرف دیگر، هر قطعه ای که در یک انطباق، قطعه ای دیگر وارد آن می شود، اصطلاحاً سوراخ نامیده می شود.

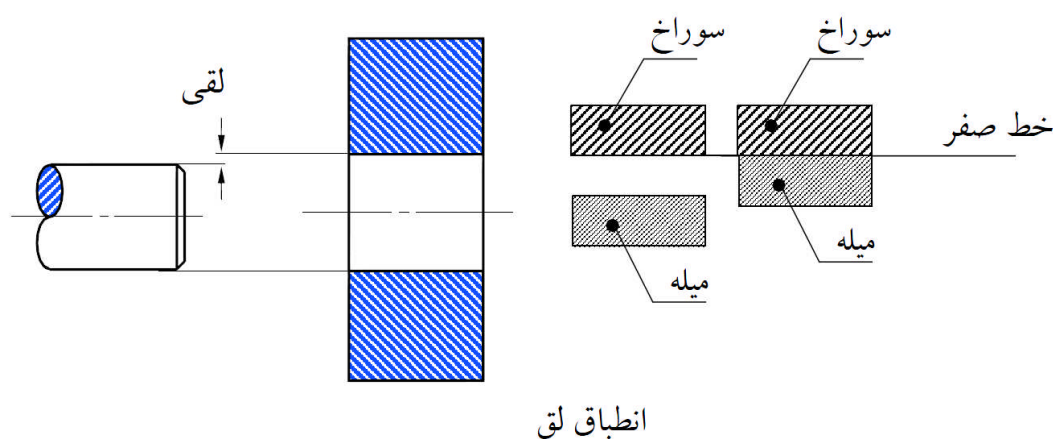
لقی: مقدار مثبت اختلاف بین اندازه های سوراخ و شافت قبل از سوار کردن به شرطی که قطر میله کوچکتر از قطر سوراخ باشد.



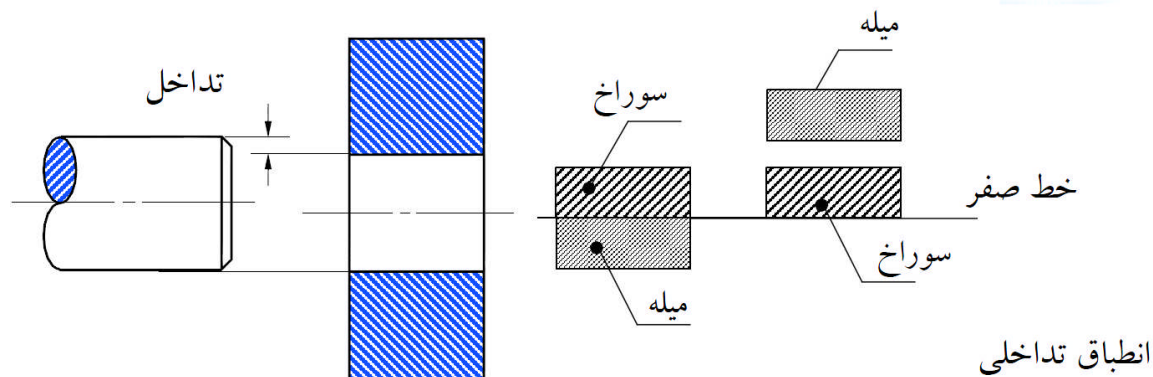
تداخل: اختلاف منفی بین اندازه های سوراخ و میله قبل از سوار کردن وقتی که قطر میله بزرگتر از قطر سوراخ باشد.



انطباق لق (آزاد): پس از مونتاژ بین سوراخ و میله حالت لق وجود دارد. در این حالت کوچکترین اندازه سوراخ بزرگتر از بزرگترین اندازه میله است.

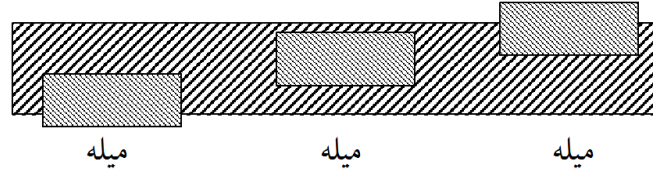


انطباق تداخلی (پرسی): در این حالت پس از مونتاژ همواره بین سوراخ و میله تداخل روی می دهد. و باید قطعه داخل شونده با یک نیروی فشاری (تقریباً زیاد) وارد سوراخ شود. در این حالت کوچکترین اندازه میله از بزرگترین اندازه سوراخ بزرگتر است.

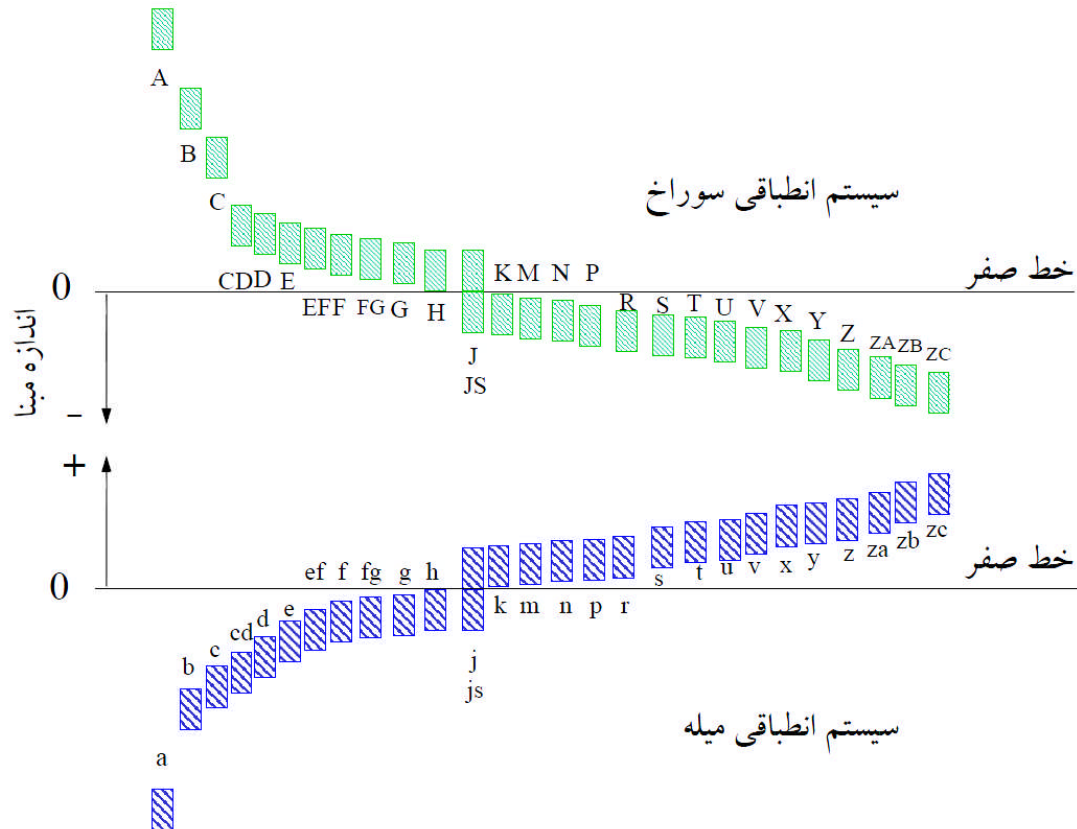


انطباق فیما بین (عبوری): در این حالت اندازه عملی میله به اندازه عملی سوراخ نزدیک است و بین سوراخ و میله پس از مونتاژ حالت لق یا تداخل روی می دهد. در این حالت دو قطعه با یک نیروی نسبتاً کم نسبت به یکدیگر حرکت می کنند.

سوراخ



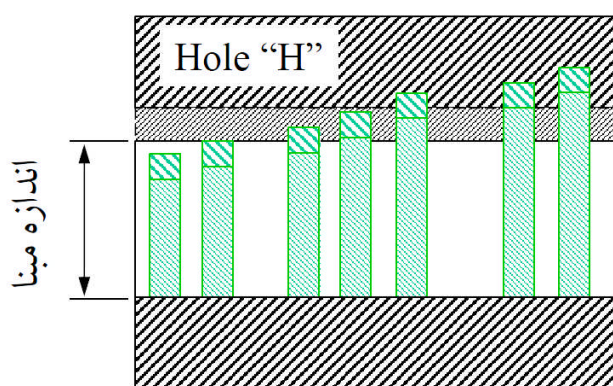
استاندارد ISO، تعداد ۲۸ مرحله برای انحراف پایه در نظر گرفته است این ۲۸ مرحله که هر یک با یکی از حروف لاتین نشان داده می شود، برای میله و سوراخ به صورت زیر است:



در استاندارد ISO تعداد ۲۰ درجه تفرانس استاندارد وجود دارد. درجه تفرانس با حروف IT و به وسیله یک عدد پس از آن مشخص می گردد. مانند IT7. درجات IT1 تا IT18 دارای کاربرد عمومی هستند و درجات IT0 و IT01 کاربرد آزمایشگاهی دارند. با افزایش شماره (درجه) تفرانس زیاد (دقت کمتر) می شود. درجه تفرانس IT5 تا IT7 در صنعت بیشترین کاربرد را دارند.

سوراخی با کلاس تفرانس H7 در نظر بگیرید. برای ورود میله ای در این سوراخ ۲۸ حالت مختلف وجود دارد. در بعضی از این حالات میله به راحتی در داخل سوراخ وارد می شود، در برخی از آنها میله در داخل سوراخ لقی دارد و در برخی دیگر باید میله را با فشار وارد سوراخ نمود. همچنین می توان میله ای با تفرانسی ثابت در نظر گرفت و تفرانس سوراخ ها را مطابق شکل تغییر دهیم. این دو روش تحت عنوان سیستم سوراخ مبنا و سیستم میله مبنا شناخته می شود.

سیستم سوراخ مبنا: سیستم انطباقی که در آن لقی و یا تداخل لازم، به وسیله ترکیب حاصل از کلاس های مختلف تفرانس میله ها با یک کلاس تفرانس ثابت سوراخها به دست می آید.

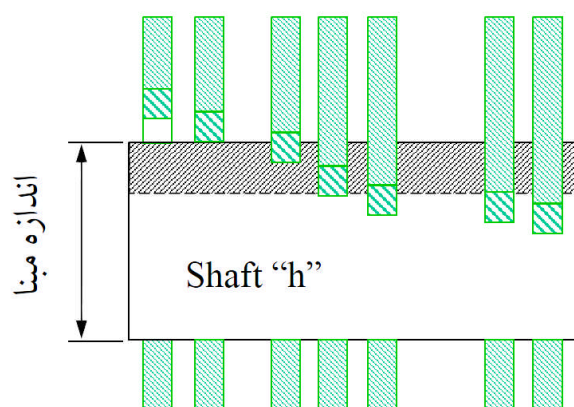


سیستم سوراخ مبنا

در سیستم سوراخ مبنا، قطر سوراخ در حالت مبنا ثابت می ماند و با تغییر موقعیت تولانس میله نسبت به خط صفر حالات مختلفی از انطباق به دست می آید. در سیستم سوراخ مبنا ابتدا سوراخی با تولانس معین ساخته می شود و سپس با تغییر تولانس میله حالت های مختلف انطباق بدست می آید. در سیستم سوراخ مبنا موقعیت H برای سوراخ در نظر گرفته می شود. البته باید توجه داشت که حرف H تنها بیانگر موقعیت تولانس نسبت به خط صفر است و میزان تولانس با عددی که در کنار آن می آید (درجه تولانس) بیان می شود. به عنوان مثال H7 (کلاس تولانس) برای سوراخی به قطر 15 میلیمتر بیانگر تولانسی به صورت 15^{+18} است.

استاندارد ISO برای بیان کردن مقدار تولانس ها در انطباقات مختلف از جداولی استفاده می کند. در جداولی که برای سیستم سوراخ مبنا طراحی شده است ستون هایی وجود دارد که مقادیر انحراف بالا و پایین را برای درجات مختلف تولانس H، بر حسب قطرهای مختلف بیان می کند. با مقایسه تولانس سوراخ و میله حالت انطباق را می توان تشخیص داد.

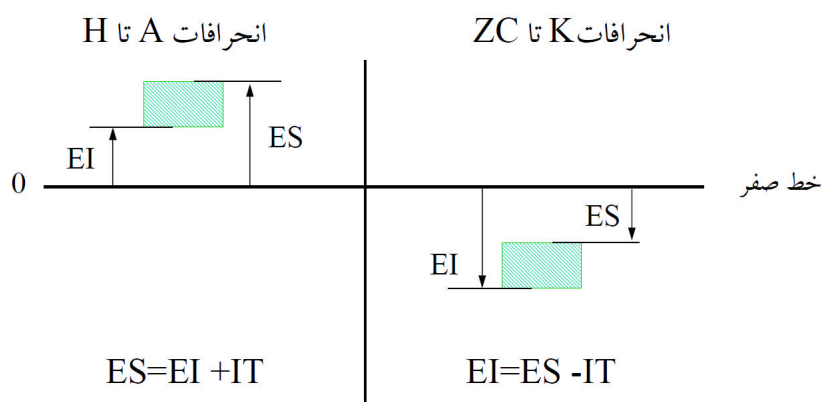
سیستم میله مبنا: سیستم انطباقی که در آن لقی و یا تداخل لازم، به وسیله ترکیب حاصل از کلاس های مختلف تولانس سوراخ ها با یک کلاس تولانس ثابت میله ایجاد می شود.



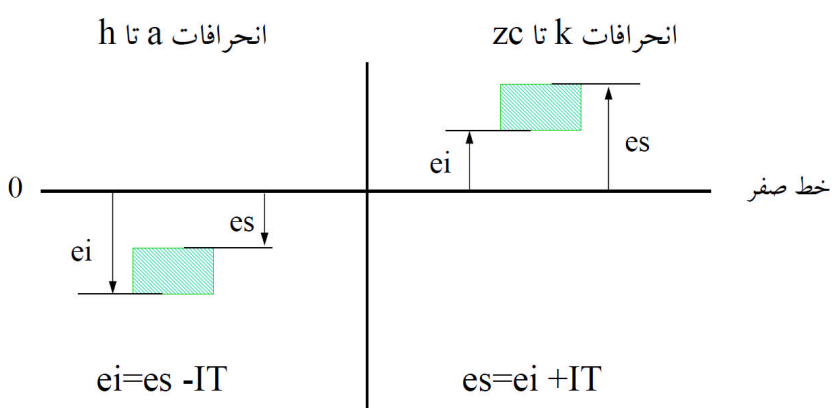
در سیستم میله مبنا، قطر میله در حالت مبنا ثابت می ماند و با تغییر موقعیت تولانس سوراخ نسبت به خط صفر، حالات مختلفی از انطباق بدست می آید. در سیستم میله مبنا، موقعیت h برای میله در نظر گرفته می شود.

تعیین حدود اندازه

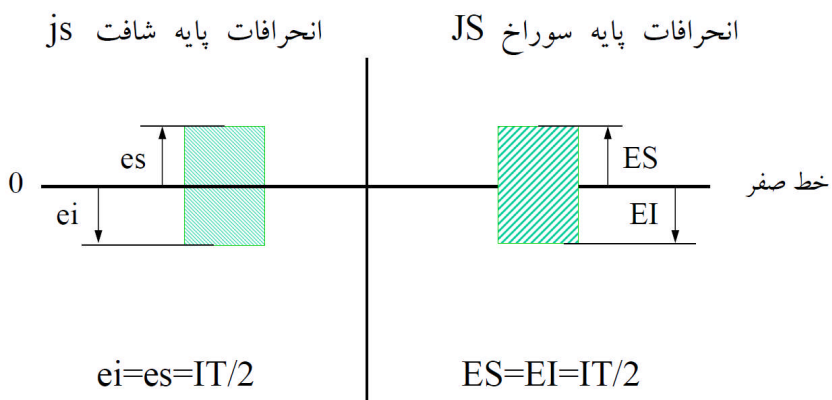
انحرافات برای سوراخ

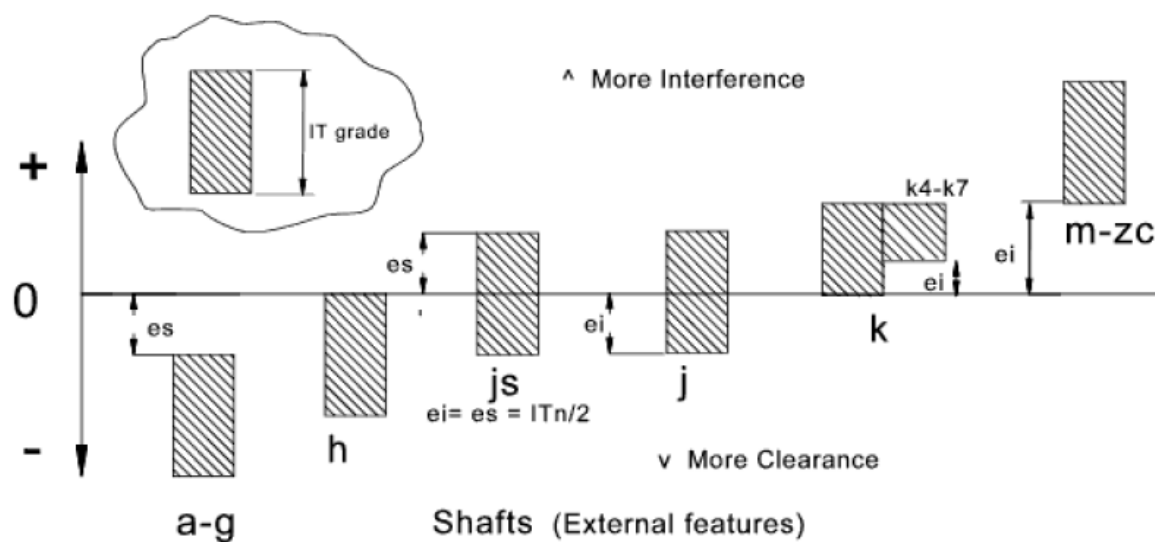
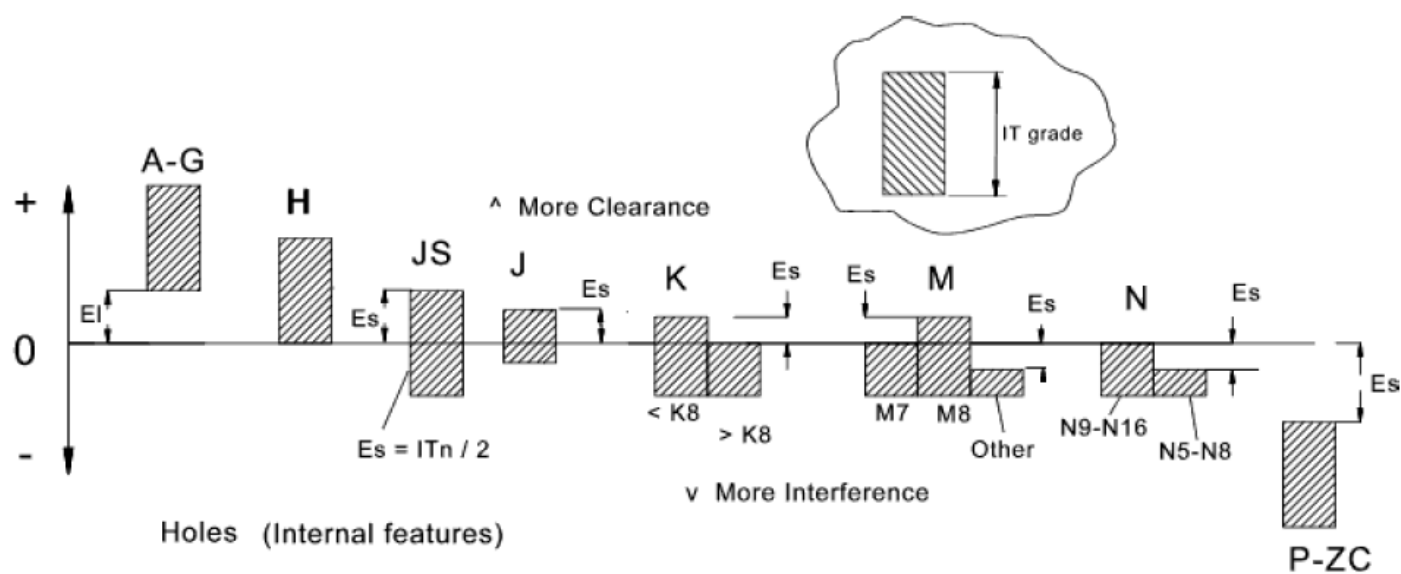


انحرافات برای شافت



انحرافات JS و js





جدول درجه تولرانس

محدوده اندازه نامی تا ... بیش از mm	درجه تولرانس پایه																	
	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
	μm									mm								
3 تا	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3...6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6...10	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10...18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18...30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30...50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50...80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80...120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120...180	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
180...250	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250...315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315...400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400...500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7
500...630	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
630...800	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
800...1000	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
1000...1250	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
1250...1600	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5	7,8	12,5	19,5
1600...2000	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15	23
2000...2500	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5	28
2500...3150	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21	33

جدول انحراف سوراخ

جدول اصلی انطباقات، سوراخها

انحراف تختی EI													انحراف دایمی ES													درصد میکرون																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	J _k	P ZC	N	M	K	J	I	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	Δ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
حرف	گروه	تیم گروهها																									Δ<	Δ>	Δ<	Δ>	Δ<	Δ>	Δ<	Δ>	Δ<	Δ>	Δ<	Δ>	Δ<	Δ>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
>3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

جدول اصلی
نظایقات، میله‌ها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

نام گروهها

پیشنهاد انطباقات

ماشین سازی دقیق

مثالهایی از کاربرد	نوع انطباق	دستگاه میله مبنا	دستگاه سوراخ مبنا
بوش یاتاقانها - صفحات روتور ماشینهای برق	با فشار زیاد	R7 S7	r6 s6
بوش یاتاقانها - اهرم و لنگ روی میله ها	نشیمن محکم بدون ضامن	N7	n6
چرخ دنده ها - چرخ تسمه ها، حلقه داخلی بلبرینگ روی میله	سوار شدن به وسیله چکش با ضامن	M7	m6
فلکه ها - اهرمها	با نیروی کمتر و با ضامن «جلوگیری کننده از چرخش»	K7	k6
چرخ دنده های عوض شونده در جعبه دنده حلقه های خارجی بلبرینگها موقع سوار شدن در جای خود	اتصال به آسانی	J7	j6
قسمتهای با حرکت انتقالی - پین دسته ها - فلانسه های متحدالمرکز کننده	قابل حرکت انتقالی با دست	H7	h6
چرخ دنده های آزاد - میله دستگاه تقسیم ماشین فرز - پیستونها	متحرک با بازی کم	G6	g6
یاتاقانها - غلافها - میله ها با دور زیاد	متحرک	F7	f7
میله پیچهای حرکتی - میله های گذرنده از داخل چند یاتاقان - میله ها با دور متوسط	قسمتهای متحرک با بازی نسبتاً زیاد	E8	e8
میله های ترانسمیسیون و چرخهای آزاد روی آنها	متحرک با بازی خیلی زیاد	D9	d9

ماشین سازی عمومی با دقت معمولی

برخی از کاربردها	نوع انطباق	دستگاه میله مبنا	دستگاه سوراخ مبنا
حلقه های مکانی - دسته های لنگ - چرخ دنده ها چرخ تسمه ها محکم	قسمتهایی که به آسانی متصل می شوند با امکان حرکت انتقالی	H8	h8
میله سوپاپها - پیستونهای اتومبیل - یاتاقان دینام - یاتاقان تلمبه	قسمتهای متحرک با بازی	E9 و F8	e9 و f8
بوش محور جرثقیلها - یاتاقان ماشینهای کشاورزی		D10	d10

مواردی که تولرانس زیاد مجاز است

دستگاه سوراخ مبنا	دستگاه میله مبنا	نوع انطباق	برخی از کاربردها
H11	h11	H11	جایی که با وجود تولرانس زیاد در ساختن دو قسمت بازی میان آنها کم باشد
		D11	حرکت تحت هر شرایطی امکان دارد
		C11 و B11	یاتاقان کلیدهای گردنده برق - پینهای متحرک
		A11	میله رگولاتور بخار در لوکوموتیو - یاتاقان میله ترمز - بوش چرخها در دربهای کشویی

مثال ۱: تعیین حدود اندازه برای شافت Ø 40 g11

$$g11 \longrightarrow IT = 160 \mu m$$

$$\varnothing 40 \longrightarrow -9 = \text{انحراف پایه}$$

$$-9 = \text{انحراف پایه} = \text{انحراف بالایی}$$

$$-169 = -9 - 160 = \text{تولرانس} - \text{انحراف پایه} = \text{انحراف پایینی}$$

$$\varnothing 40_{-169}^{-9} \longrightarrow \text{در نتیجه}$$

$$\max = 40 - 0.009 = 39.991 \text{ mm}$$

$$\min = 40 - 0.169 = 39.831 \text{ mm}$$

مثال ۲: مفهوم انطباق زیر را بیان نمایید.

$$\varnothing 100 \frac{H7}{g6}$$

واضح که سوراخ مبنا واقع شده است و اندازه سوراخ: Ø100 H7

$$0 = \text{انحراف پایینی}$$

$$0 + \text{Tol.} = 0 + IT7 = 0 + 0.035 = 0.035$$

$$\varnothing 100_{0}^{+0.035} \longrightarrow \text{در نتیجه}$$

اندازه میله: Ø100 g6

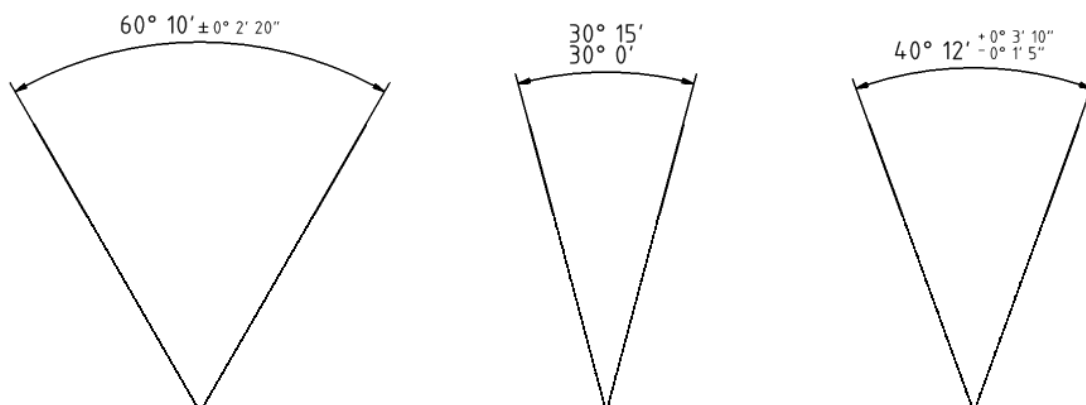
$$-0.012 = \text{انحراف بالایی}$$

$$-0.034 = -0.012 - IT6 = -0.012 - 0.022 = -0.034$$

$$\varnothing 100_{-0.034}^{-0.012} \longrightarrow \text{در نتیجه}$$

تولرانس زاویه

در مورد زوایا هم می توان مقادیر تولرانس را بر حسب درجه و دقیقه و ثانیه قائل شد.



تولرانس های آزاد

با آن که جدول مقادیر اصلی پاسخگوی کلیه نیازهای صنعتی است، در بسیاری اوقات طراح ترجیح می دهد که تولرانس هایی خارج از این جدول برای اندازه ها قائل شود. این تولرانس ها را آزاد می گویند.

تولرانس آزاد را به دو روش انتخاب می کنند:

روش اول: در این روش طراح خود تولرانس را پیشنهاد می کند و تولرانس را برای تعدادی از اندازه های موجود در نقشه، مستقیماً می نویسد و برای بقیه در جایی مناسب، مثلاً در بالای جدول یا داخل آن قید می کند. (مثلاً: ± 0.1 کلیه تولرانس های داده نشده)، این روش زمانی که اندازه ها به هم نزدیک هستند نسبتاً خوب است. اما اگر اختلاف اندازه ها زیاد باشد کارایی ندارد.

روش دوم: استفاده از جدولی به نام جدول تولرانس های آزاد. در این جدول تولرانس ها تحت عنوان ظریف، متوسط و خشن معرفی شده است. و این جدول باید در جدول نقشه درج گردد و یا به استاندارد مربوطه در جدول نقشه اشاره شود. (مثلاً: ISO 2768-m)

جدول مربوط به تولرانس های آزاد طبق استاندارد ISO 2768

Tolerance class		Permissible deviations for basic size range							
Designation	Description	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
f	fine	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	—
m	medium	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2
c	coarse	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2	± 3	± 4
v	very coarse	—	$\pm 0,5$	± 1	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	± 4	± 6	± 8

Tolerance class		Permissible deviations for ranges of lengths, in millimetres, of the shorter side of the angle concerned				
Designation	Description	up to 10	over 10 up to 50	over 50 up to 120	over 120 up to 400	over 400
f	fine	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 20'$	$\pm 0^\circ 10'$	$\pm 0^\circ 5'$
m	medium					
c	coarse	$\pm 1^\circ 30'$	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 15'$	$\pm 0^\circ 10'$
v	very coarse	$\pm 3^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 20'$

تفرانس های هندسی

در بسیاری از موارد در کارگاه های مونتاژ به قطعاتی برخورد می شود که از لحاظ ابعادی و تفرانس های اندازه کاملاً سالم و تأیید شده است ولیکن تحت هیچ یک از شرایط مجاز مونتاژ نمی شود. دلیل چنین اتفاقی را می توان، انحرافات شکلی قطعات از اشکال هندسی تئوریک آنها دانست. بنابراین باید انحرافات شکلی به صورتی محدود شود. با توجه به اینکه هرگز نمی توان جسمی را بدون خطاهای هندسی ساخت، محدود کردن این خطاها اهمیت فوق العاده در سوار کردن و کارکرد بعدی آن ها دارد. پس تفرانس های هندسی به جهت محدود کردن این خطاها مورد توجه واقع می شوند. در نقشه های قطعاتی که تفرانس هندسی به کار رفته است هر چند ممکن است قطعات خوب رد شوند ولی هیچگاه قطعات ناصحیح پذیرفته نمی شوند. تفرانس های هندسی همچنین باعث جلوگیری از توضیحات اضافی در نقشه و جلوگیری از تفسیر های مختلف توسط افراد می شود.

کلیات

تعریف ناحیه تفرانس

تفرانس هندسی برای یک موضع، ناحیه تفرانس را تعریف می کند که موضع مورد نظر باید در داخل ناحیه تعریف شده قرار گیرد.

موضع تفرانسی

منظور از موضع تفرانسی، مشخصه ویژه یک قطعه مانند محور، صفحه میانی، سطح، سوراخ، شیار یا پروفیل است.

شکل ناحیه تفرانس

با توجه به ویژگی تفرانس گذاری شده و روش مورد استفاده برای نمایش دادن آن، ناحیه تفرانس یکی از موارد زیر می باشد:

- مساحت یک دایره
- مساحت بین دو دایره هم مرکز
- مساحت بین دو خط هم فاصله یا دو خط مستقیم موازی
- فضای داخل یک استوانه
- فضای بین دو استوانه هم محور
- فضای بین دو سطح هم فاصله یا دو صفحه موازی
- فضای داخل یک لوله خمیده
- فضای داخل یک کره

موضع مبنا

موضع مبنا عبارت است از یک موضع یا مکان واقعی از یک قطعه و در تعیین موقعیت مبنا به کار می رود.

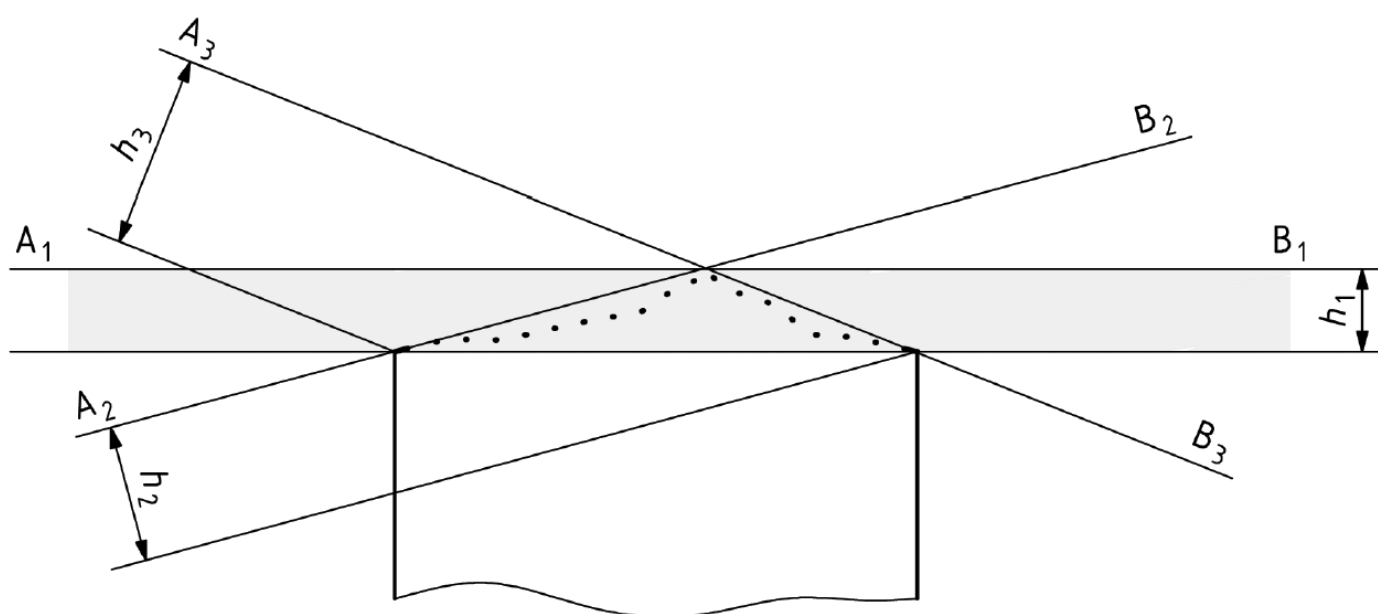
انحراف فرم از مواضع مبنا

تفرانس های هندسی که نسبت به یک موضع مبنا به قسمت هایی از یک قطعه نسبت داده می شوند، انحراف خود موضع مبنا، را محدود نمی کنند، بنابراین فرم موضع مبنا باید به حد کافی دقیق باشد تا بتواند مبنا قرار گیرد. بدین جهت ممکن است نیاز باشد برای موضع مبنا، تفرانس های فرم در نظر گرفته شود.

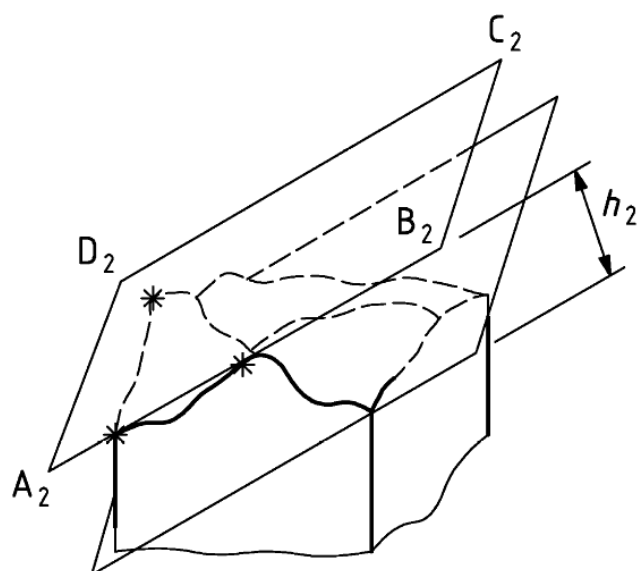
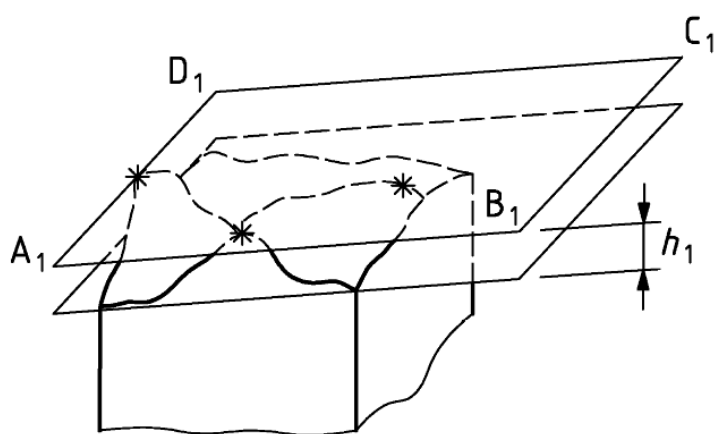
تعیین اندازه انحراف فرم و امتداد موضع تفرانسی

در صورتی که فاصله تک تک نقاط یک موضع تفرانسی نسبت به خط یا سطح عبوری با شکل هندسی ایده آل برابر با مقدار تفرانس تعیین شده و یا کمتر از آن باشد، مستقیم بودن یا تختی آن موضع تفرانسی صحیح به نظر می رسد. جهت سطح یا خط ایده آل طوری انتخاب می شود که ماکزیمم فاصله (h_1) بین سطح و پروفیل واقعی موضع تفرانسی حداقل مقدار خود را داشته باشد.

به مثال های زیر توجه کنید:



A_1-B_1	A_2-B_2	A_3-B_3	جهت های ممکن سطح یا خط
h_1	h_2	h_3	فاصله متناظر
h_1	$<$	h_2	$<$
		h_3	در شکل فوق:



$A_1-B_1-C_1-D_1$	$A_2-B_2-C_2-D_2$	جهت های ممکن سطح یا خط
h_1	h_2	فاصله متناظر
h_1	$<$	h_2
		در شکل فوق:

بنابراین خط ایده آل برابر با A_1-B_1 و سطح ایده آل برابر با $A_1-B_1-C_1-D_1$ و فواصل h_1 برابر با تفرانس تعیین شده یا کمتر از آن می باشد. قاعده ذکر شده منجر به حداقل رد شدن قطعه در کنترل آن می شود.

در صورتی که میزان انحراف فرم طبق تعریف تفرانس مشخص شود، استفاده از خط یا سطح عبور کننده بسیار محتمل است. این موضوع نیاز به بررسی طولانی داشته و زمان بر است. روش ساده تر، استفاده از سطح یا خط مماس می باشد که منجر به رد کردن تعداد بیشتری از قطعات شده، با این حال به دلیل هزینه کمتر جهت بررسی قابل استفاده است.

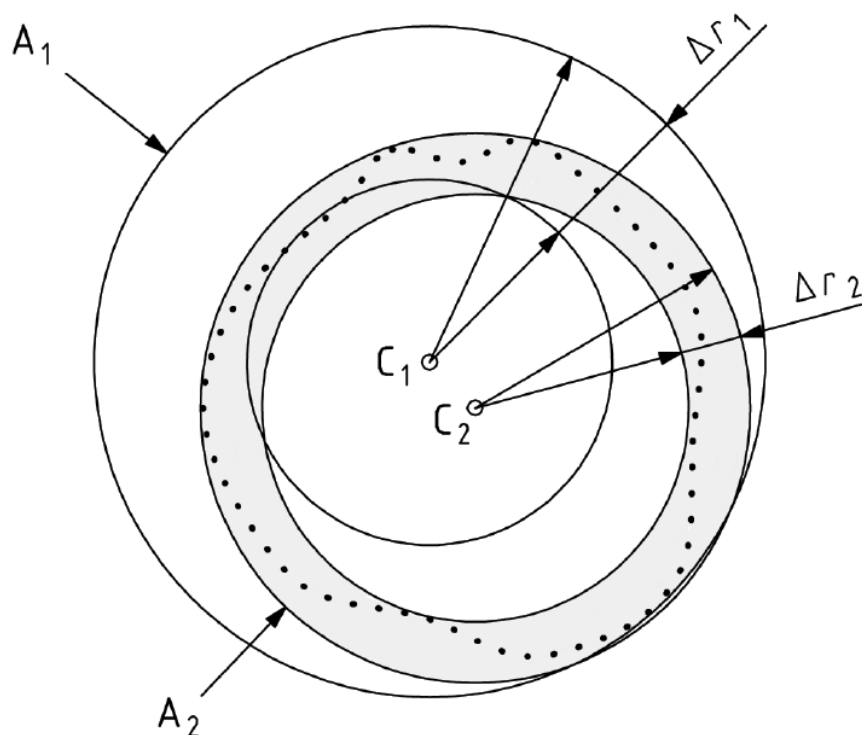
انحراف های بدست آمده با استفاده از روش سطح یا خط مماس برابر یا بیشتر از انحراف های بدست آمده با استفاده از سطح یا خط عبور کننده است. در حالتی که بر اساس اصول اندازه گیری، تعیین انحراف فرم با استفاده از روش سطح یا خط مماس صورت گیرد، در نقشه کنترلی قطعه قید می شود. معمولاً سطح یا خط مماس، موضع تفرانسی را در حالتی که ثابت است تعیین می کند. اگر انحراف های فرم

موضع تفرانسی طوری باشد که سطح آن کوژ (Convex) بوده و با استفاده از یک یا چند سطح مماس موقعیت ثابتی ایجاد کند، می توان آن را با استفاده از هر کدام از سطوح مماس تعیین کرد مگر اینکه روش دیگری ذکر شده باشد.

تعیین انحراف فرم قطعات دایره ای و استوانه ای

به منظور تعریف دایره ای بودن و استوانه ای بودن، باید موقعیت دو دایره هم مرکز یا دو استوانه هم محور طوری انتخاب شود که فاصله شعاعی بین آنها به حداقل مقدار ممکن برسد. شکل های زیر موقعیت ممکن مرکز دو دایره هم مرکز و محور های دو استوانه هم محور و کوچکترین فاصله شعاعی آن ها را نشان می دهد.

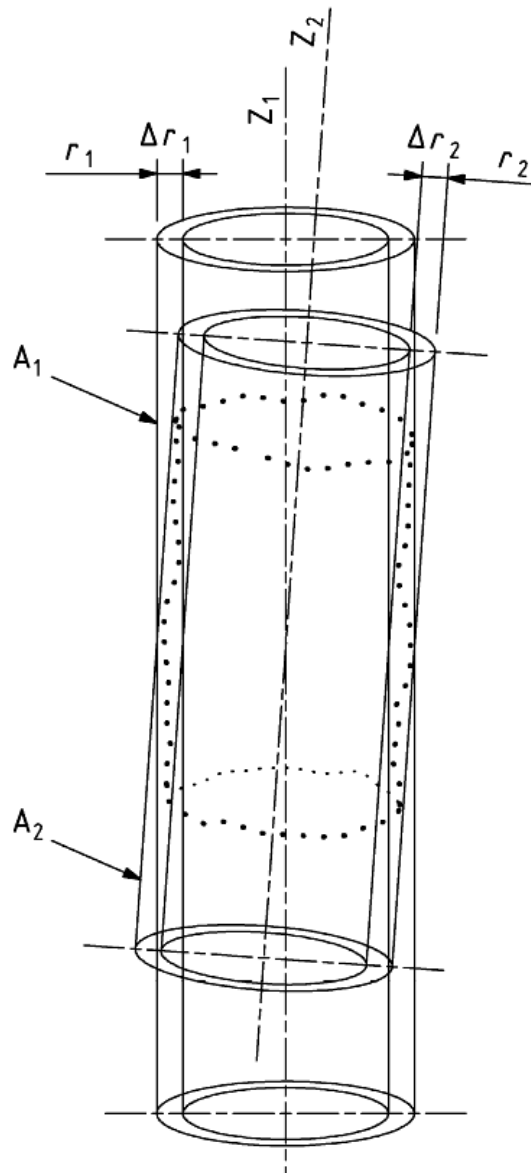
مرکز C_1 برای دایره A_1 موقعیت دو دایره هم مرکز را تعیین می کند و مرکز C_2 برای دایره A_2 موقعیت دو دایره هم مرکز با حداقل فاصله شعاعی را بیان می کند.



Δr_1 Δr_2 فاصله شعاعی متناظر

$\Delta r_2 < \Delta r_1$ در شکل فوق:

و محور Z_1 برای استوانه A_1 موقعیت دو استوانه هم محور را تعیین می کند و محور Z_2 برای استوانه A_2 موقعیت دو استوانه هم محور با حداقل فاصله شعاعی را بیان می کند.



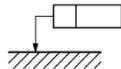
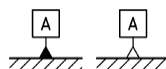
فاصله شعاعی متناظر Δr_1 Δr_2
در شکل فوق: $\Delta r_2 < \Delta r_1$

بنابراین موقعیت صحیح دو دایره هم مرکز و دو استوانه هم محور تحت عنوان A_2 شناخته می شود. فاصله شعاعی Δr_2 باید مساوی یا کوچکتر از تفرانس تعیین شده باشد.

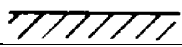
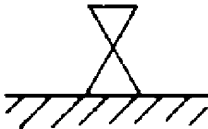
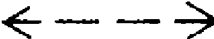
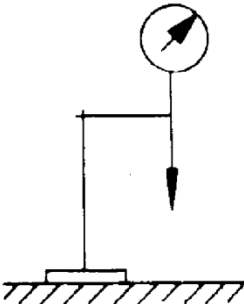
نمادهای مربوط به مشخصه های تفرانسی

نماد	مشخصه	نوع
—	Straightness - مستقیم	فرم Form
	Flatness - تختی	
	Circularity - دایره ای	
	Cylindricity - استوانه ای	
	Profile of a Line - پروفیل خط	
	Profile of a Surface - پروفیل سطح	
	Angularity - زاویه ای	جهت Orientation
	Parallelism - توازی	
	Perpendicularity - تعامد	
	Position - موقعیت	موقعیت Location
	هم مرکزی و هم محوری - Concentricity	
	Symmetry - تقارن	
	Circular Runout - لنگی دایره ای	لنگی Runout
	Total Runout - لنگی کل	

نمادهای دیگر

تعریف	نماد	طبق قرارداد
نمایش موضع تoleransi		ISO 1101
		ISO 1101-1983(E)
نمایش مبنا		ISO 1101-1983(E)
		ISO 1101 - ISO 5459
هدف مبنا		ISO 5459
اندازه دقیق تئوری		ISO 1101
ناحیه تoleransi تصویر شده		ISO 1101 - ISO 10578
اصل حداکثر ماده		ISO 1101 - ISO 2692
اصل حداقل ماده		ISO 1101 - ISO 2692
اصل الزام عمل متقابل		ISO 1101 - ISO 2692
حالت آزاد		ISO 1101 - ISO 10579
حالت سرتاسری		ISO 1101
الزام فرم در حالت حداکثر ماده		ISO 8015
ناحیه عمومی تoleransi		ISO 1101
قطر دایره پا		ISO 1101
قطر دایره سر		ISO 1101
قطر دایره گام		ISO 1101
حالت عنصر خطی		ISO 1101
حالت غیر محدب		ISO 1101
حالت تoleransi فقط در مقطع معرفی شده		ISO 1101

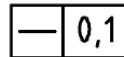
نمادهای نمایش تفسیر اندازه گیری و کنترل آن

نماد	مفهوم
	صفحه اندازه گیری (صفحه صافی)
	تکیه گاه ثابت
	تکیه گاه قابل تنظیم
	حرکت خطی پیوسته
	حرکت خطی منقطع
	حرکت پیوسته در چند جهت
	حرکت متناوب در چند جهت
	چرخش پیوسته
	چرخش منقطع
	دوران
	ساعت اندازه گیری
	ساعت اندازه گیری همراه با پایه و استند

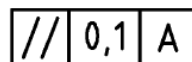
مستطیل تولرانس

اطلاعات مستطیل تولرانس

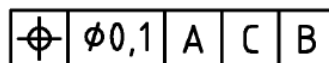
مشخصه تولرانس گذاری شده



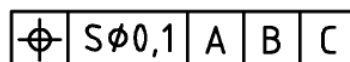
مشخصه تولرانس گذاری شده نسبت به مبنا



در صورتی که ناحیه تولرانسی دایره ای یا استوانه ای باشد، علامت Ø باید قبل از مقدار تولرانس قید شود.

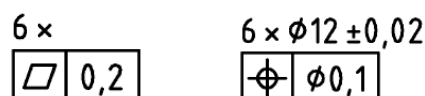


در صورتی که ناحیه تولرانسی کروی باشد، علامت SØ باید قبل از مقدار تولرانس قید شود.



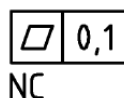
نماد مربوط به چند موضع تولرانسی

در صورتی که تولرانس برای بیش از یک موضع (مثلاً شش سوراخ) به کار رود، ذکر آن در بالای مستطیل تولرانس (6x) ضروری است. و جهت اشاره به موضع مورد نظر اندازه مورد نظر نیز اضافه می شود.



شرایط تکمیلی

علائم تعیین کننده فرم موضع تولرانسی در داخل ناحیه تولرانس باید کنار مستطیل تولرانس نوشته شده و یا توسط یک خط یا فلش به آن متصل شود.



وجود بیش از یک شرط تفرانس

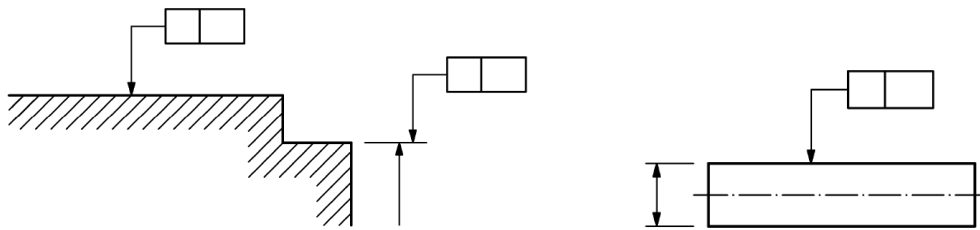
در صورتى که تعیین بیش از یک مشخصه تفرانس برای موضع ضرورى باشد، ویژگی های تفرانس در مستطیل های مجزا نشان داده شده و زیر یکدیگر قرار مى گیرند.

—	0,01	
//	0,06	B

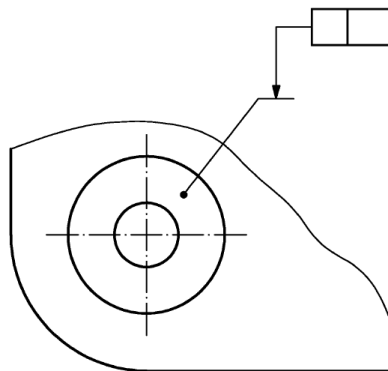
موضع تفرانسی

با استفاده از خط فلش دار، به صورت های زیر می توان مستطیل تفرانس را به موضع تفرانسی وصل کرد:

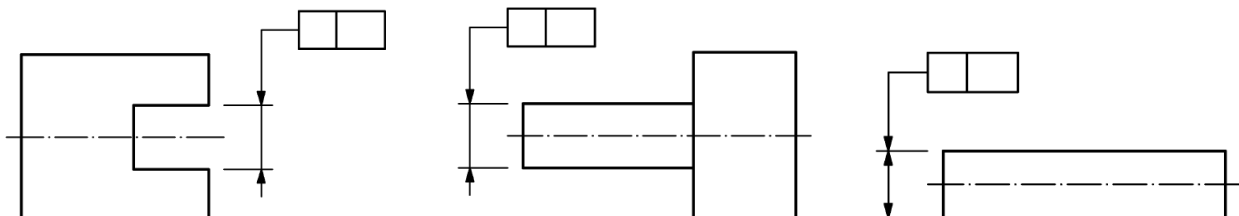
- در صورتی که تفرانس به لبه یا سطح قطعه مربوط باشد، روی موضع تفرانسی یا امتداد آن (به طور کاملاً مجزا از خطوط اندازه) قرار می گیرد.



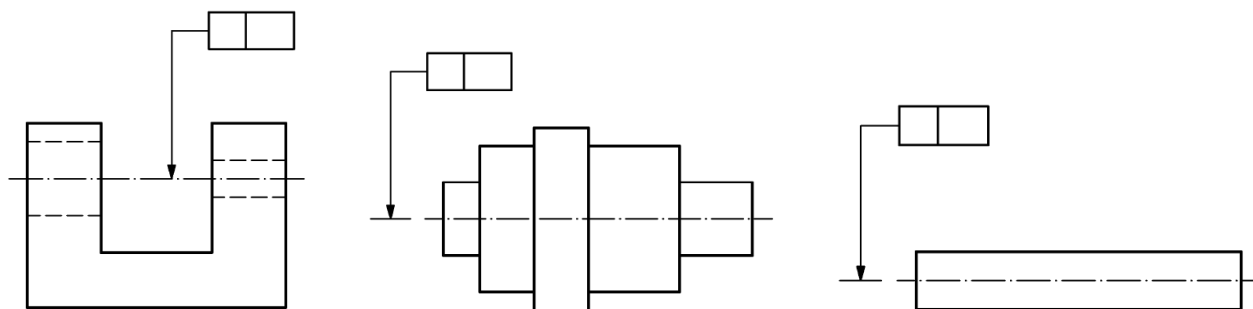
- در صورتی که ایجاد نمای جانبی در نقشه مقدور نباشد، با استفاده از یک نقطه به سطح مربوطه وصل می شود.



- در صورتی که تفرانس به محور یا صفحه میانی موضع تفرانسی مربوط شود، به امتداد خط اندازه وصل می شود.



- در صورتی که تفرانس برای صفحه میانی یا محور مشترک همه مواضع تفرانسی یا برخی از آنها به کار رود، روی محور وصل می شود.

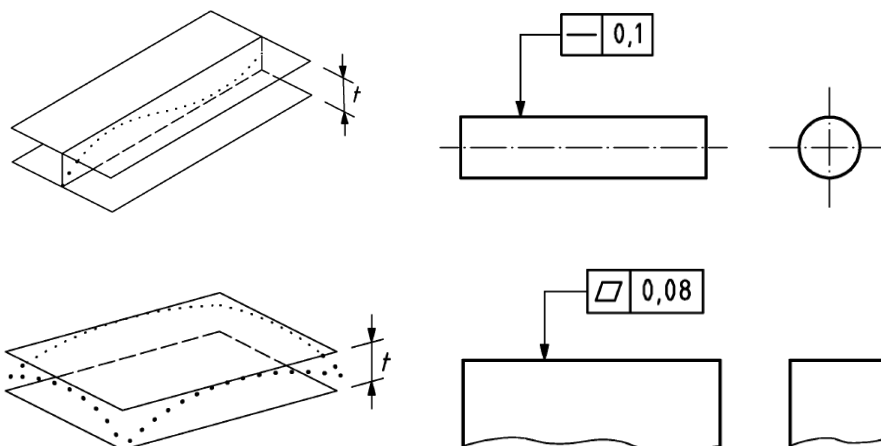


ناحیه های تولرانس

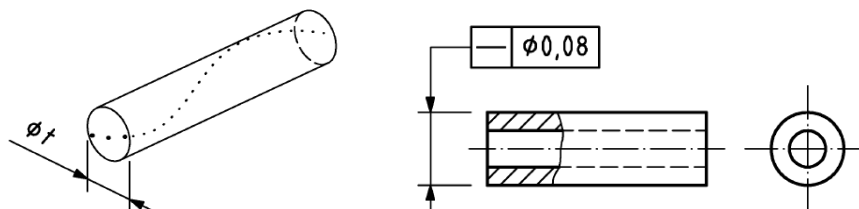
امتداد تولرانس

مثال برای انواع امتداد تولرانسی:

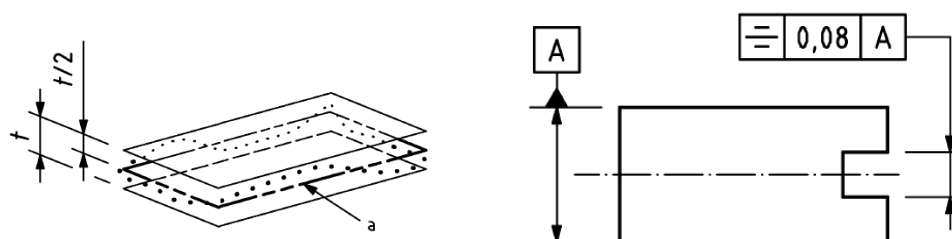
ناحیه تولرانسی در امتداد فلش مستطیل تولرانس و روی سطح موضعی اشاره شده تشکیل می شود.

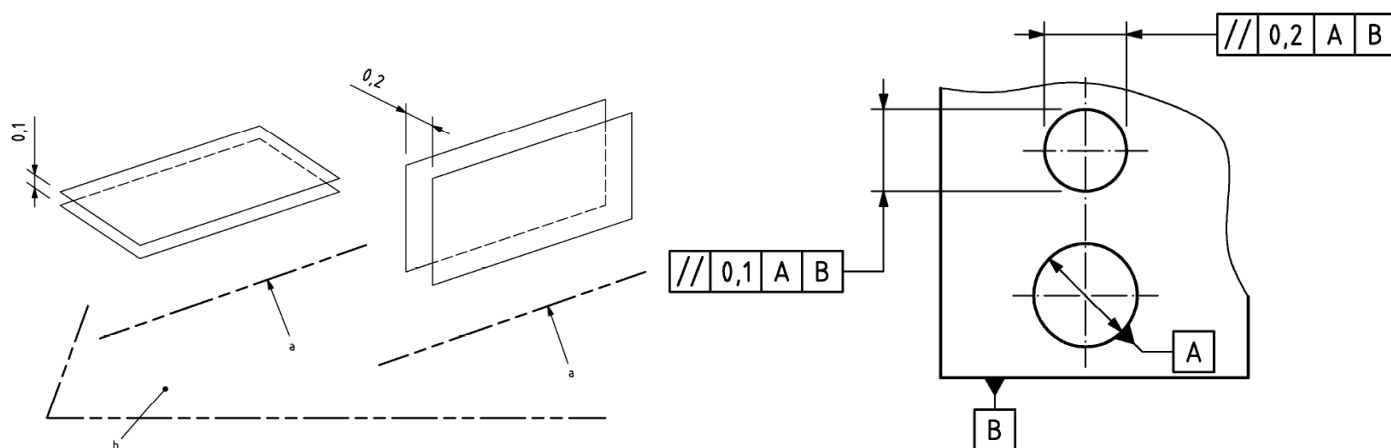


ناحیه تولرانسی در امتداد فلش مستطیل تولرانس و حول مرکز موضعی تولرانسی تشکیل می شود.

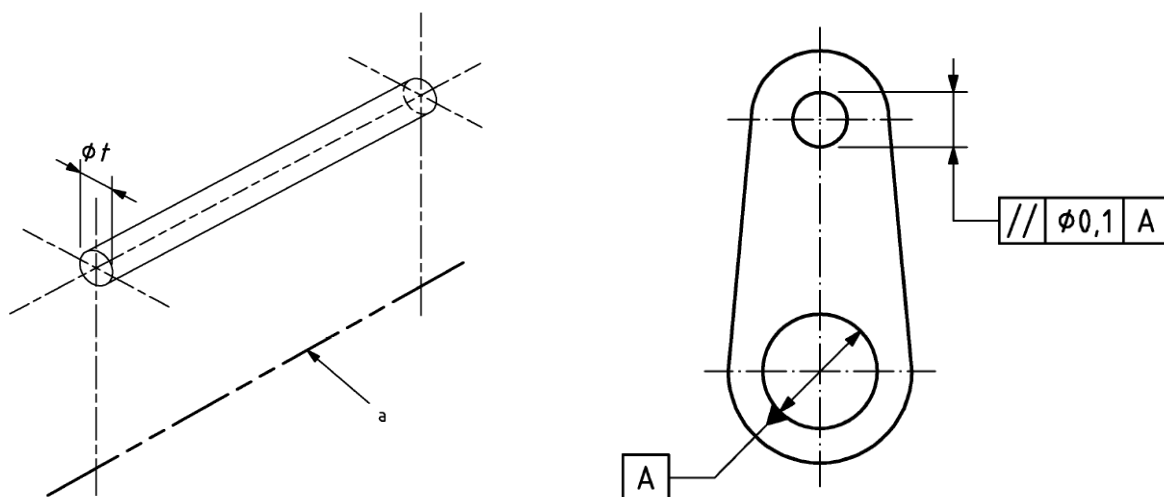


ناحیه تولرانسی در جهت فلش خط متصل کننده مستطیل تولرانس به موضعی تولرانسی امتداد می یابد. (در وسط دو خط کمکی اندازه)



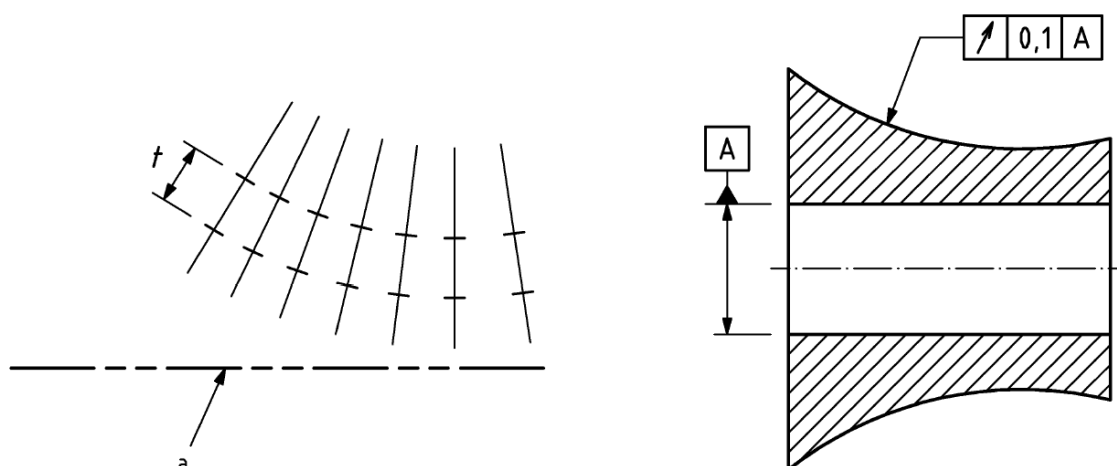


در صورتی که قبل از مقدار تولرانس علامت ϕ قرار داشته باشد، ناحیه تولرانس دایره ای یا استوانه ای بوده و در نتیجه جهت فلش اهمیت ندارد.

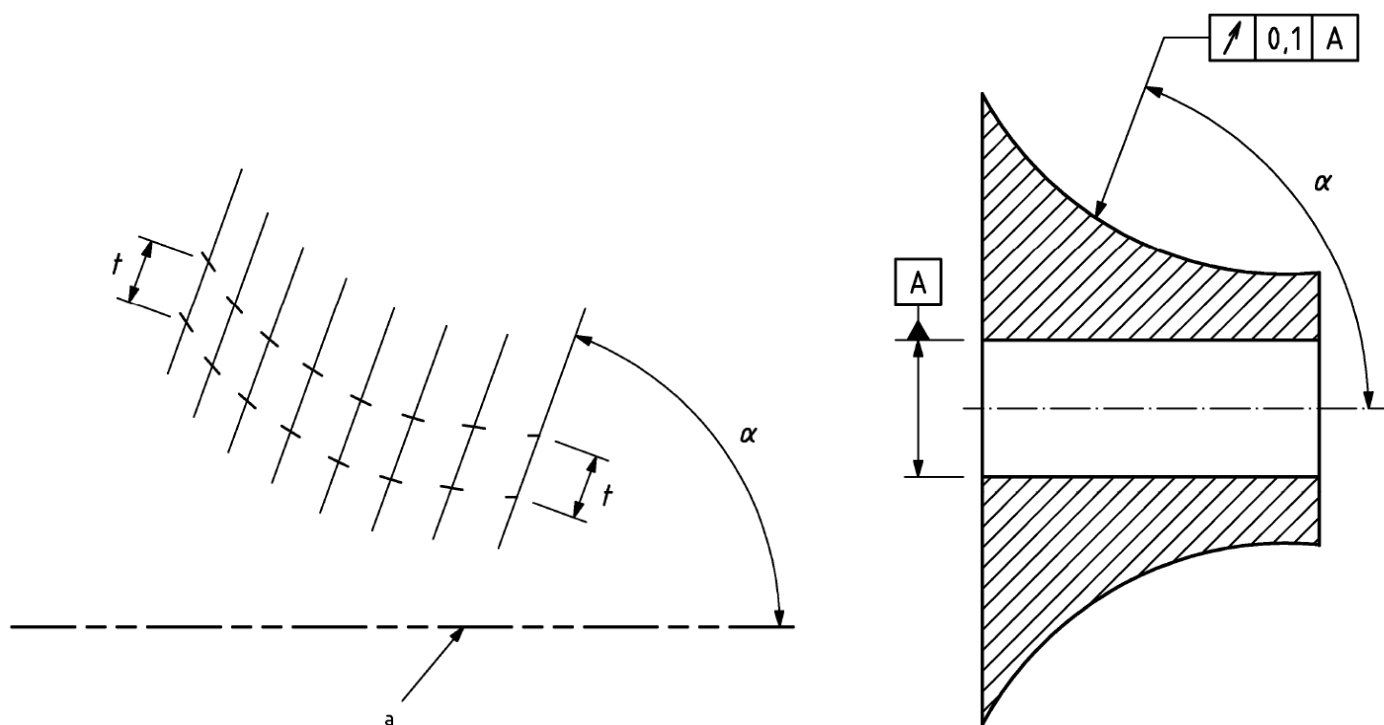


جهت ناحیه تولرانس

به طور کلی جهت پهنای ناحیه تولرانس (در هر مقطع) نسبت به سطح هندسی قطعه، عمود می باشد.

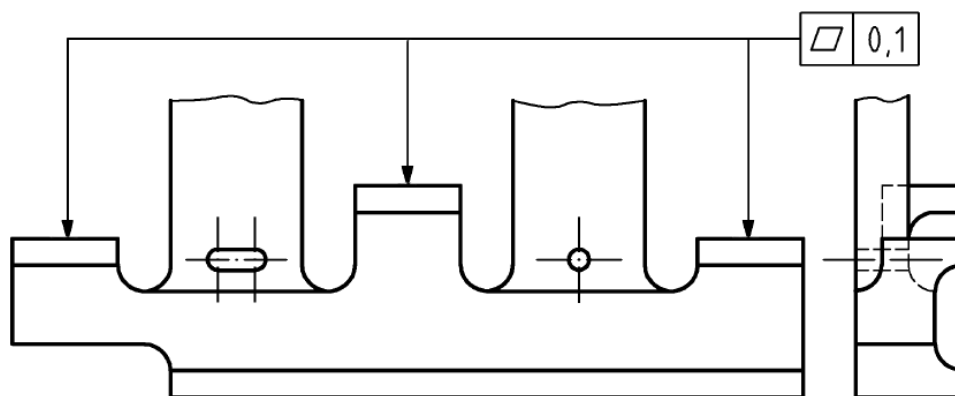


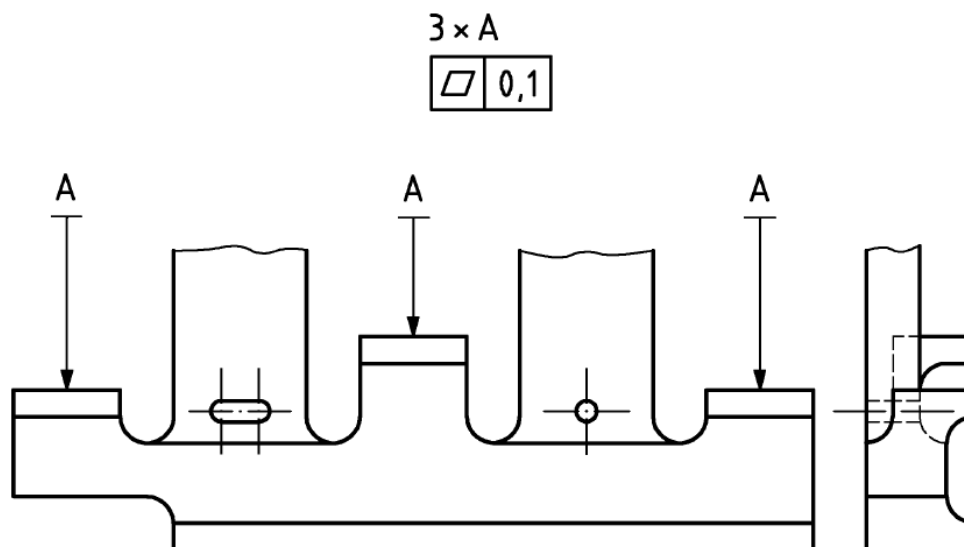
در صورتی که جهت ناحیه تولرانس نسبت به سطح هندسی قطعه عمود نباشد، باید جهت ناحیه تولرانس مشخص شود.



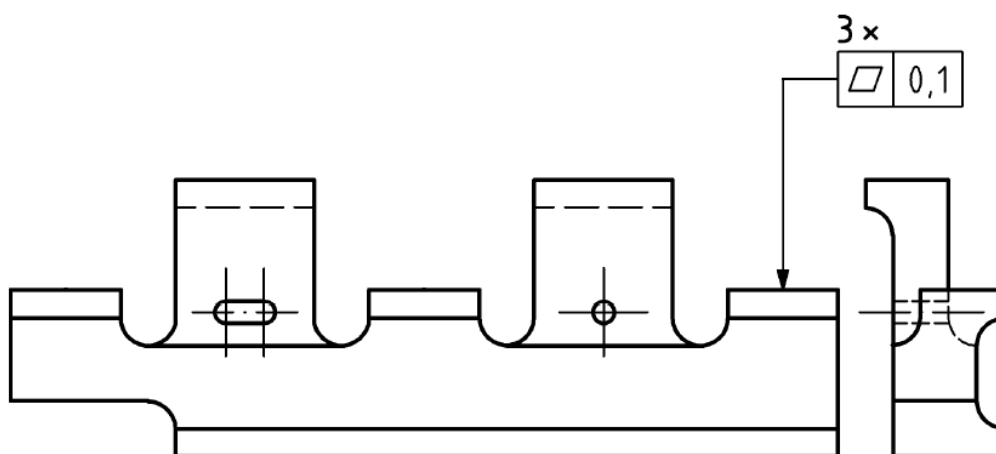
مقدار تولرانس یکسان برای چند موضع تولرانی

در صورتی که برای چند موضع تولرانی با ناحیه های تولرانس مجزا، مقدار تولرانس یکسان باشد، این وضعیت را مانند شکل های زیر نشان می دهند.



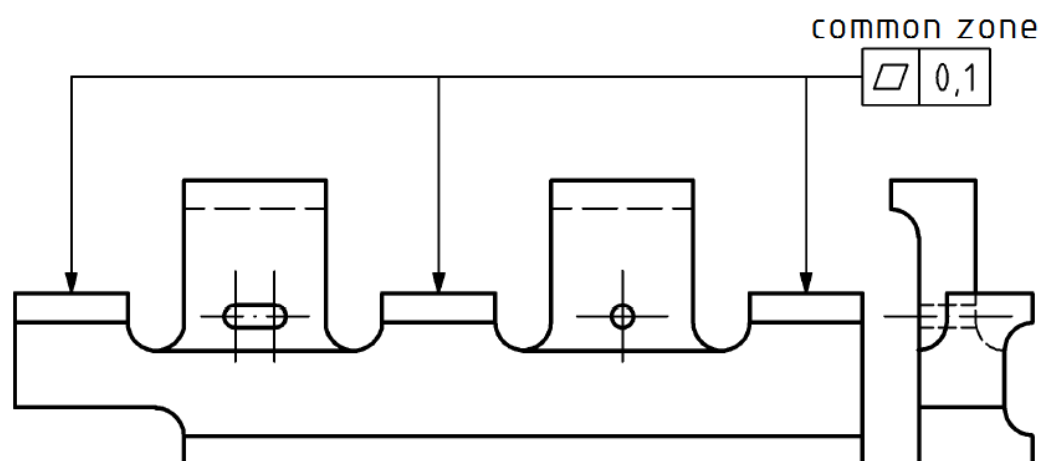


در صورتی که امکان اشتباه در تفسیر مواضع تفرانسی وجود نداشته باشد، می توان فلش تفرانس را فقط به یک موضع اشاره کرد و بر روی آن تعداد مواضع تفرانسی درج شود.

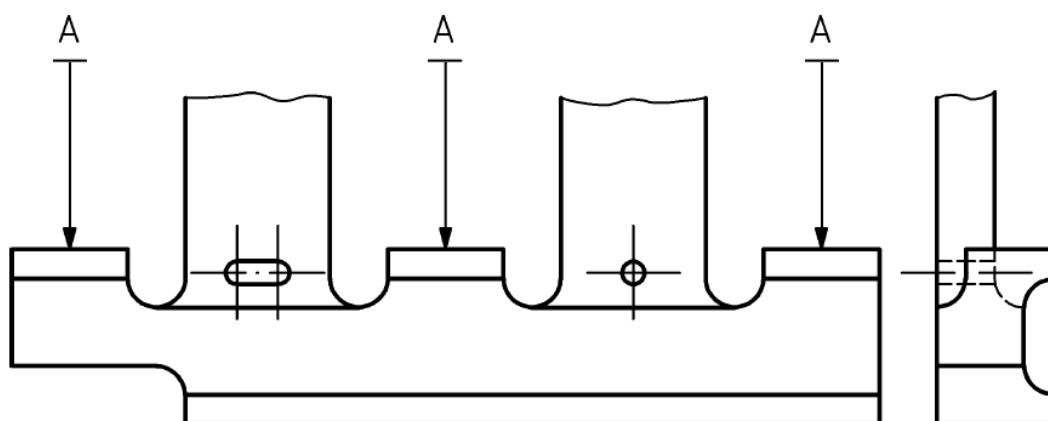
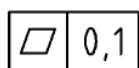


ناحیه عمومی تفرانس

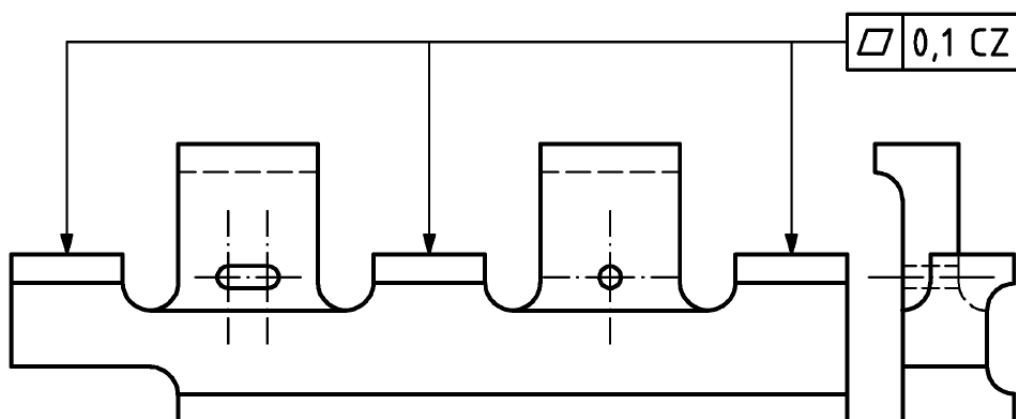
منظور از ناحیه عمومی تفرانس این است که کلیه مواضع تفرانسی تعیین شده، درون ناحیه تفرانس مورد نظر قرار گیرد. برای مثال می توان به کاربرد آن در قطعاتی اشاره نمود که دو یا چند موضع از آن به صورت پیوسته ماشینکاری می شود و یا در یک مرحله به ابعاد نهایی می رسد.



$3 \times A$
common zone



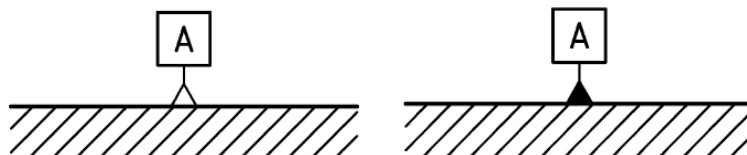
در ISO 1101 ویرایش 2008 به جای استفاده از عبارت COMMON ZONE از عبارت مخفف CZ در داخل مستطیل تولانس استفاده شده است.



نمادهای مواضع مبنا

نشان دادن مواضع مبنا توسط حروف

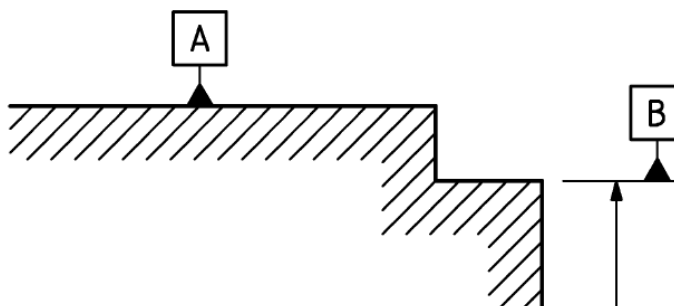
در صورتی که مواضع تفرانسی مربوط به یک مواضع مبنا باشد، برای نشان دادن آن از حروف استفاده می شود. همان حرفی که مبنا را تعریف می کند در مستطیل تفرانس نیز تکرار می شود. موقعیت مبنا توسط یک حرف انگلیسی بزرگ درون یک مربع و متصل به یک مثلث توپر، نشان داده می شود. مثلث مبنا ممکن است به صورت تو خالی نیز باشد.



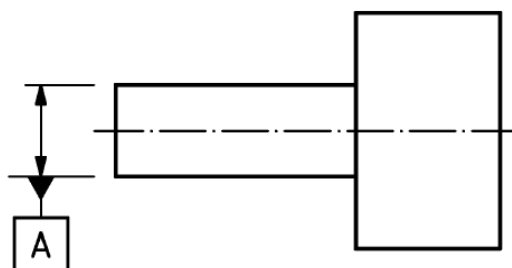
موقعیت مثلث مبنا

مثلث مبنا و حرف مبنا در مکان های زیر قرار می گیرند:

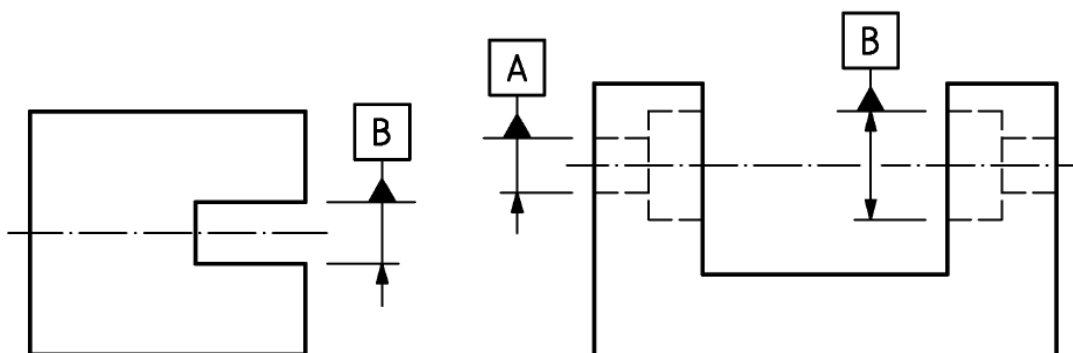
الف) روی محیط قطعه کار یا امتداد آن به طوریکه کاملاً مجزا از خط اندازه قرار می گیرد.



ب) در امتداد خط اندازه، هنگامی که موقعیت مبنا عبارت است از محور یا صفحه میانی یک قطعه.

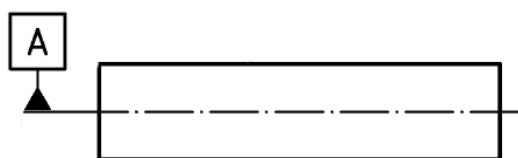


اگر فضای کافی برای نشان دادن هر دو فلش خط اندازه وجود نداشته باشد، یکی از فلش ها حذف شده و به جای آن مثلث مبنا قرار می گیرد.

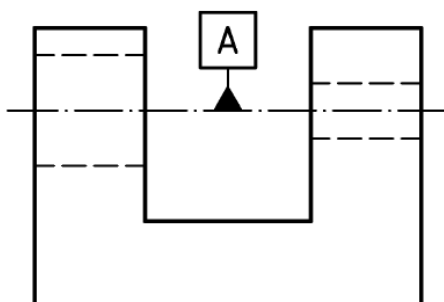


موقعیت مبنا فقط در حالات زیر می تواند به محور اشاره کند:

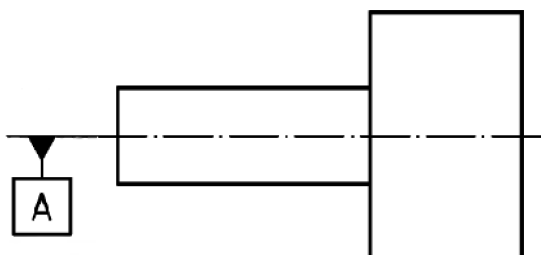
الف) محور یک استوانه ساده یا صفحه میانی یک مکعب ساده.



ب) محور یا صفحه میانی یک شکل هندسی مجزا که به صورت همزمان ایجاد می شود.

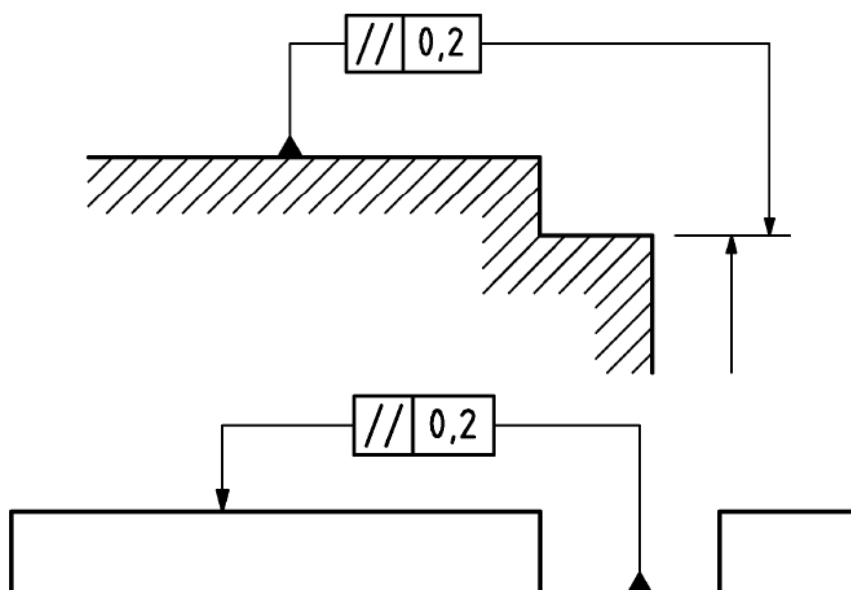


ج) محور یا صفحه میانی مشترک که توسط دو شکل هندسی ایجاد می شود.



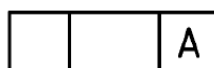
نشان دادن موضع مینا بدون استفاده از حروف

در صورتی که به کمک یک خط به طور مستقیم مستطیل تفرانس به موضع مینا وصل شود، حرف مینا حذف می شود.

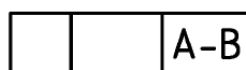


ترتیب حروف مینا

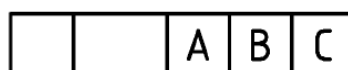
در شکل زیر، حرف مینا نشان دهنده یک موضع تفرانسی مجزا می باشد.



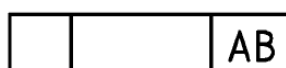
در شکل زیر، موقعیت مینای مشترک دو محور و یا دو صفحه نشان داده شده است، که با یک خط تیره از هم جدا می شوند.



در صورتی که ترتیب دو یا چند موضع مینا دارای اهمیت باشد، حروف مینا به ترتیب اولویت از چپ به راست، به صورت مجزا قرار می گیرند.



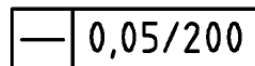
در صورتی که ترتیب دو یا چند موضع از مینا از اهمیت زیادی برخوردار نباشد (به عنوان مثال در اصل ماکزیمم مواد در چند موضع مینا)، حروف مینا در کنار هم قرار می گیرند.



ویژگی های محدود کننده

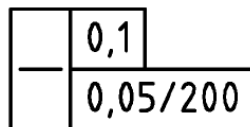
تولانس برای یک طول محدود از موضع تولانسی

در صورتی که تولانس برای طول محدودی از طول کلی یک قطعه به کار رود، باید مقدار طول محدوده در مستطیل تولانسی و بعد از مقدار تولانس قرار گرفته و توسط یک خط مورب جدا گردد. در مورد سطح نیز از همین علامت استفاده شده و بدان معناست که تولانس در مورد کلیه خطوط با طول مشخص شده در هر موقعیت و هر جهت از سطح به کار می رود.



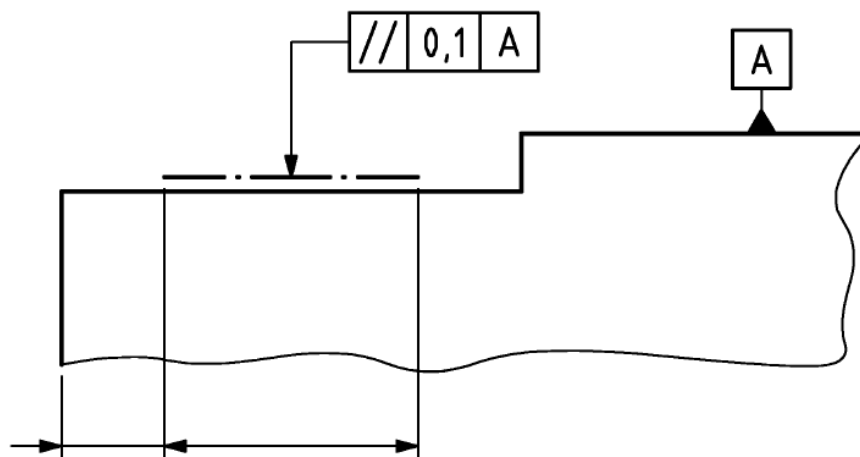
تولانس برای کل موضع تولانسی و طول محدود محدود شده ای از آن

در صورتی که یک تولانس کوچکتر از نوع همان تولانس قید شده در یک موضع، به تولانس اصلی اضافه شود (در یک طول معین محدود شده)، باید تولانس کوچک تر زیر تولانس اصلی نشان داده شود.

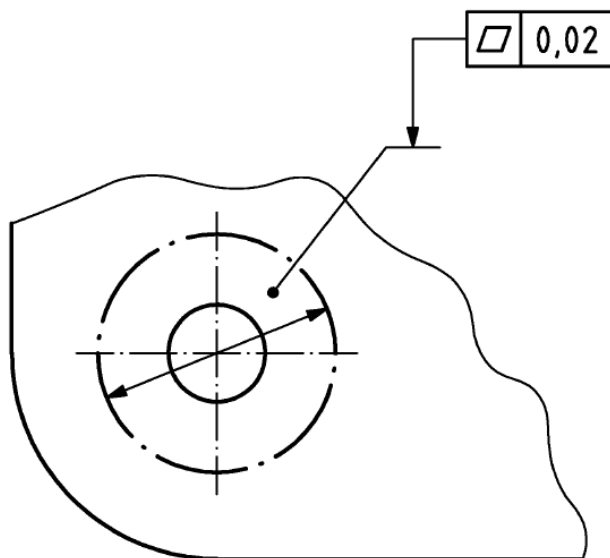


تولانس برای یک قسمت محدود از موضع تولانسی

در صورتی که تولانس فقط برای قسمت محدودی از موضع مورد نظر به کار رود، مانند شکل زیر نشان داده می شود.

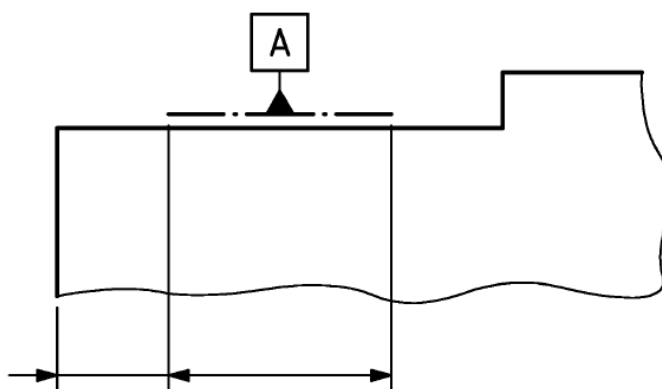


در صورتی که سطح واقع در صفحه ترسیم تولرانس گذاری شود، باید از یک خط هادی که انتهای آن به یک نقطه روی سطح مورد نظر ختم شده، استفاده گردد.

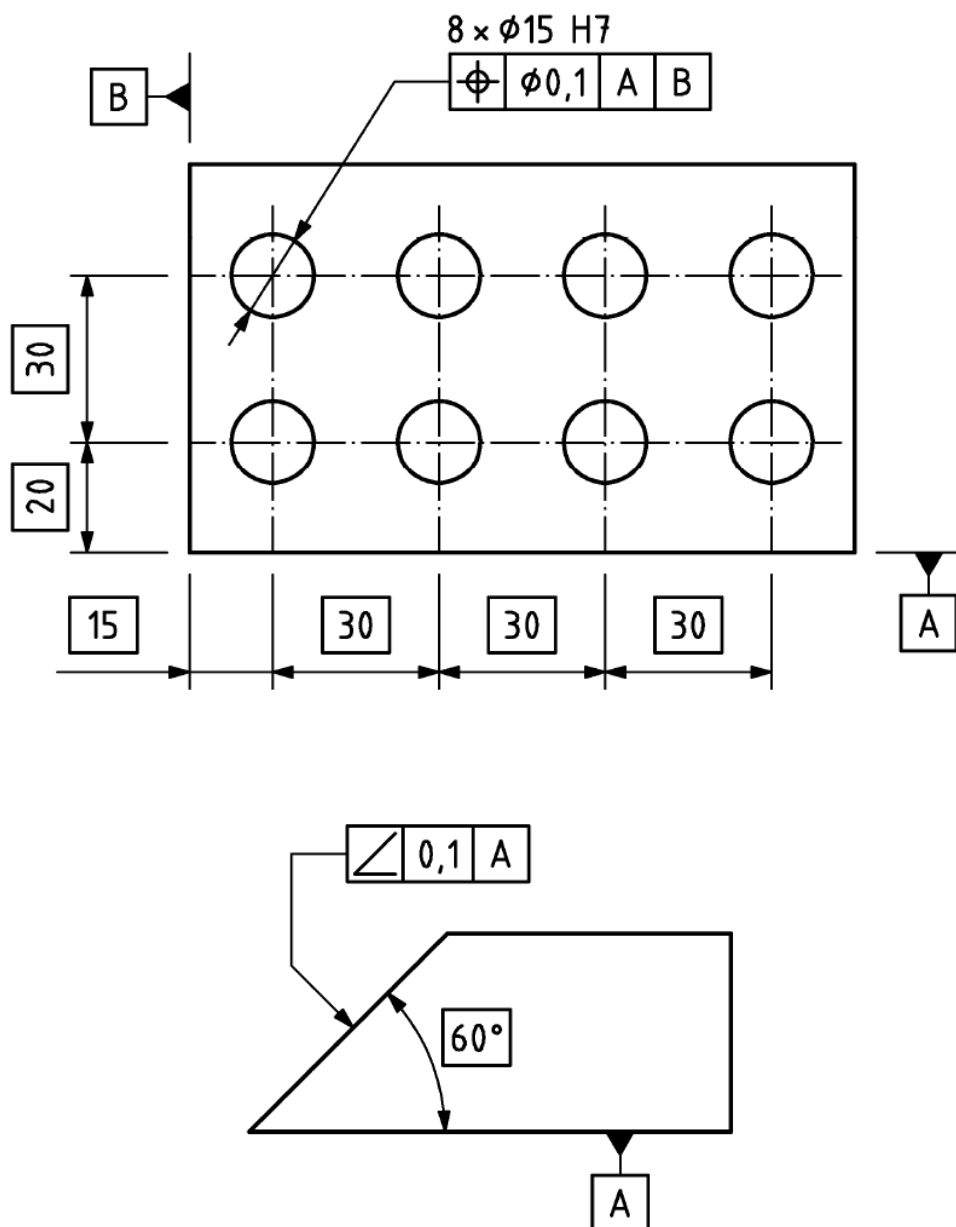


تعیین قسمت محدودی از قطعه به عنوان موضع مبنا

اگر نیاز باشد قسمت محدودی از قطعه به عنوان موضع مبنا در نظر گرفته شود، روش نشان داده شده در شکل زیر به کار می رود.

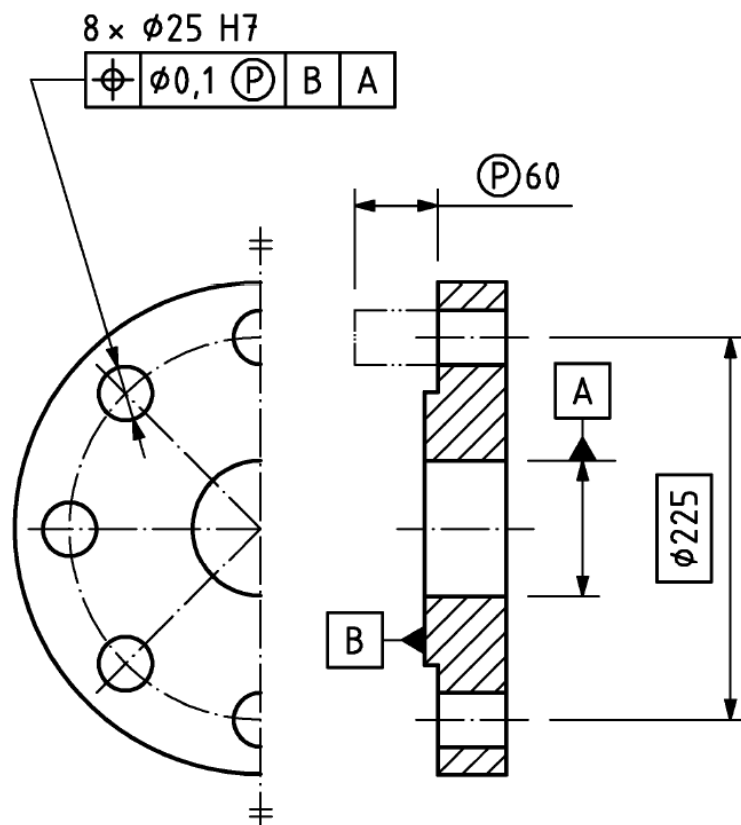


در صورتی که تولرانس فرم، جهت یا موقعیت برای یک موضع تولرانسی تعیین شود، اندازه تعیین کننده فرم، جهت یا موقعیت دقیق تئوری نباید تولرانس گذاری شود. ابعاد واقعی مربوطه فقط توسط تولرانس های فرم، جهت یا موقعیت تعیین شده در مستطیل تولرانس تغییر می کند.



ناحیه های تفرانسی تصویر شده (Projected)

در برخی موارد تفرانس جهت و موقعیت، تنها برای خود موضع مورد نظر به کار نمی رود بلکه برای تصویر خارجی آن نیز استفاده می شود. چنین ناحیه های تفرانسی تصویر شده با نماد P نشان داده می شوند.



حالت آزاد (Free State)

این حالت برای قطعاتی به کار می رود که جاذبه زمین بر روی آنها تأثیر گذار می باشد. (مانند قطعات منعطف لاستیکی و ...) برای استفاده از این حالت، می بایست در نقشه جهت جاذبه زمین مشخص شده باشد.

⌀	⌀0,1 CZ	(F)	A	(M)
---	---------	-----	---	-----

○	0,025
	0,3 (F)

○	2,8 (F)
---	---------

مبنا

مبنا می تواند یک نقطه، یک خط، یک صفحه یا هر سطح هندسی دیگری باشد که از آن ابعاد اندازه گیری، یا تولرانس های هندسی نسبت به آن داده می شود.

تعاریف:

مبنا: مبناها، نقطه، خط یا سطحی هستند که بصورت ایده آل در نقشه ها آورده می شود.

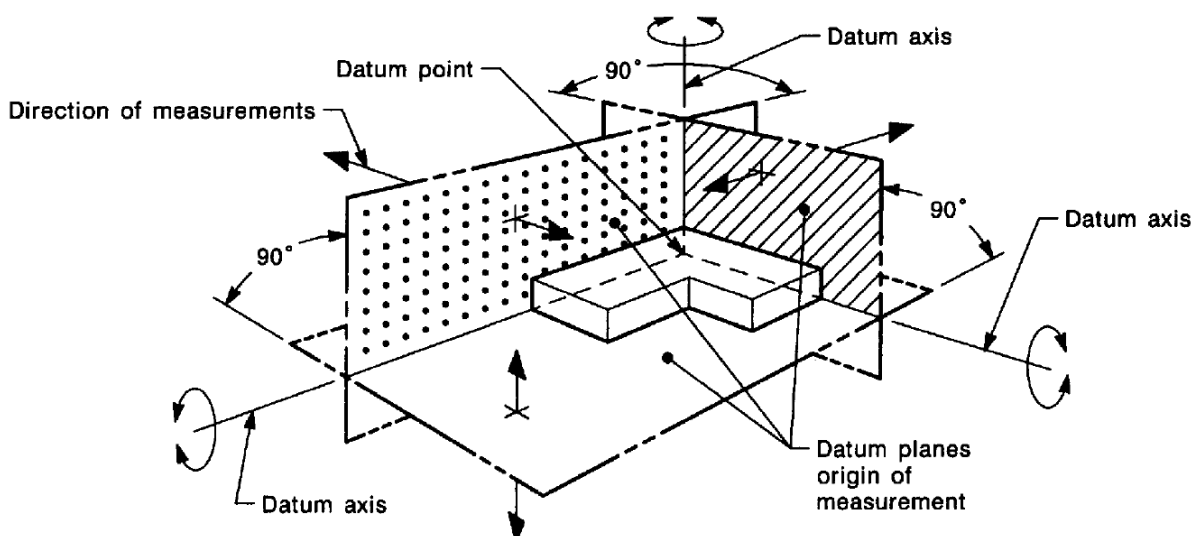
موضع مبنا: موضع های واقعی قطعات هستند که مبناها را می سازند.

مبنای شبیه سازی شده: سطوح مبناهای مراجع اندازه گیری (مثل: صفحه صافی، گیج بلاک، تیغه های موازی، پین گیج ها و رینگ گیج ها) که در تماس با موضع مبنا هستند و یک نقطه، خط یا صفحه را می سازند.

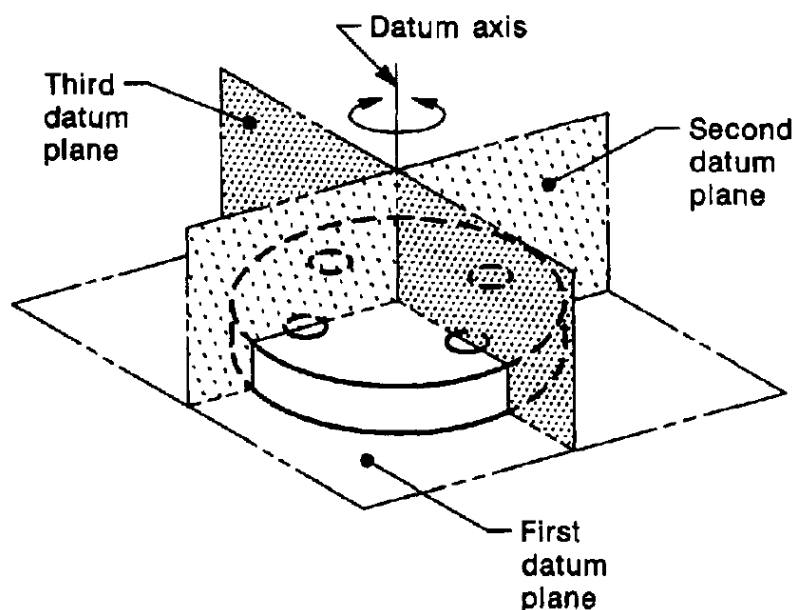
درجات آزادی

یک قطعه در فضا ۶ درجه آزادی دارد و هر نقطه از قطعه یک درجه آزادی را مهار می نماید:

- اولین مبنا در قطعات غیر دوار، با ۳ نقطه تماس، ۳ درجه آزادی را مهار می کند و نقش تکیه گاه (Support) را دارد.
- دومین مبنا در قطعات غیر دوار، با ۲ نقطه تماس، ۲ درجه آزادی را مهار می کند و نقش همراهی کننده (Align) را دارد.
- سومین مبنا در قطعات غیر دوار، با ۱ نقطه تماس، ۱ درجه آزادی را مهار می کند و نقش متوقف کننده (Stop) را دارد.



از سیستم سه صفحه ای برای قطعات دوار نمی توان استفاده نمود و باید از طریق پین راهنما یا خار یا ... درجات آزادی قطعه را محدود نمود. توسط سه نظام ۴ درجه آزادی یک قطعه دوار مهار می شود.



محدود کردن درجات آزادی

از پنج طریق می توان ۶ درجه آزادی قطعه غیر مدور را محدود نمود:

- با استفاده از سه سطح
- با استفاده از یک سطح و دو محور در حالت RFS
- با استفاده از یک سطح و دو محور در حالت MMC
- با استفاده از دو سطح و یک محور در حالت RFS
- با استفاده از دو سطح و یک محور در حالت MMC

برای محدود کردن قطعات مدور مانند شفت و سوراخ نیز می توان با استفاده از روش های زیر درجات آزادی را محدود کرد.

از چهار طریق می توان ۴ درجه آزادی قطعه را برای محور شفت محدود نمود:

- با استفاده از دو مرغک
- با استفاده از ۷ بلوک
- با استفاده از کلت خارج گیر و یا سه نظام (چهار نظام پیوسته)
- با استفاده از مخروط داخلی متحرک

برای محدود کردن سطح استوانه شفت می توان:

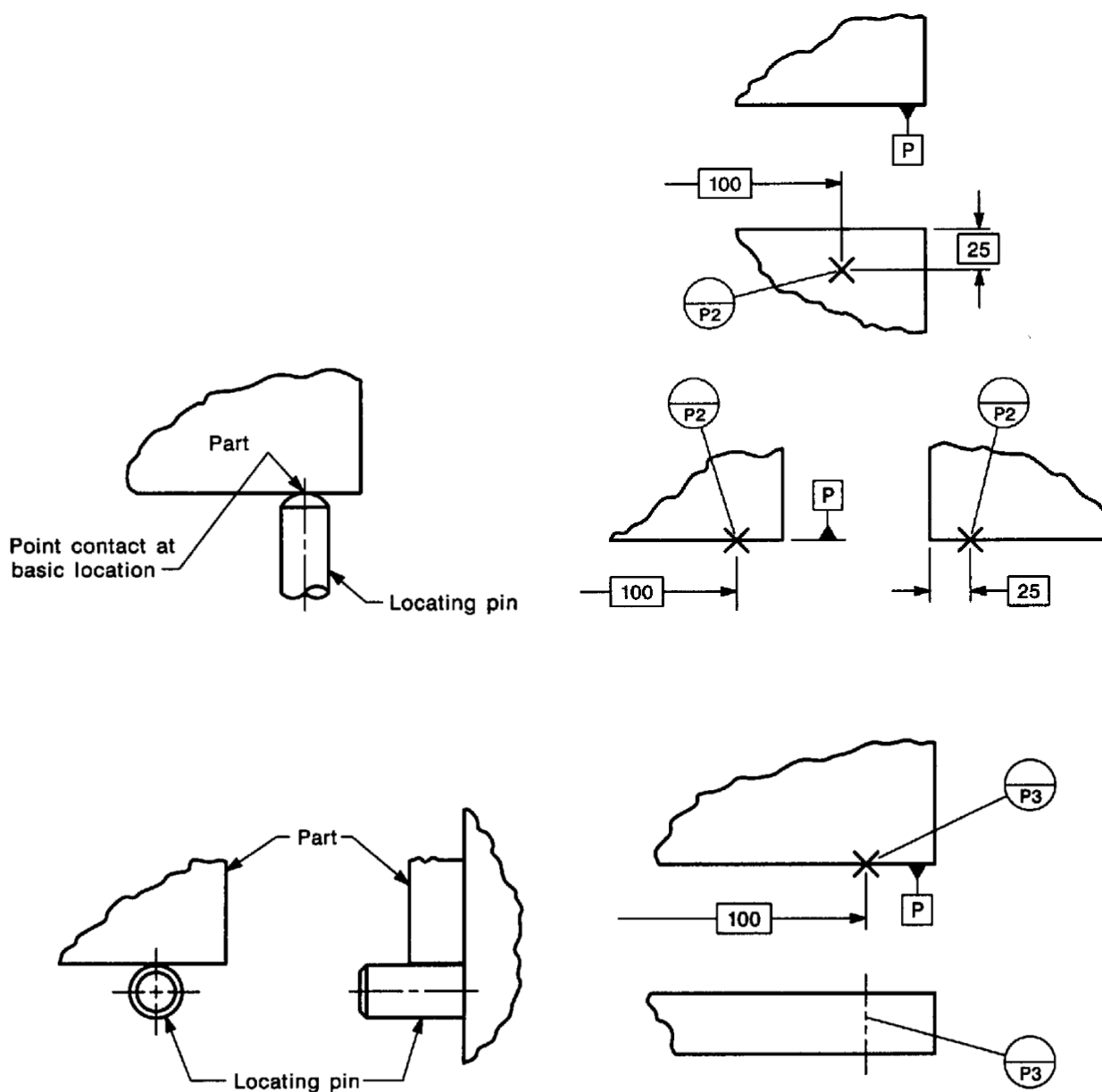
- با استفاده از ۷ بلوک L شکل می توان ۴ درجه آزادی قطعه را محدود کرد.

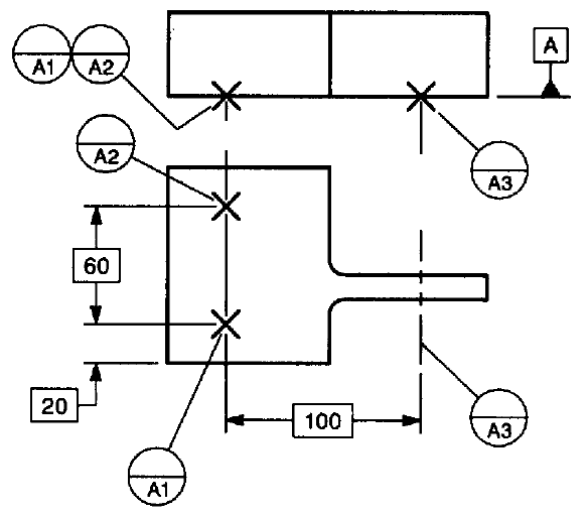
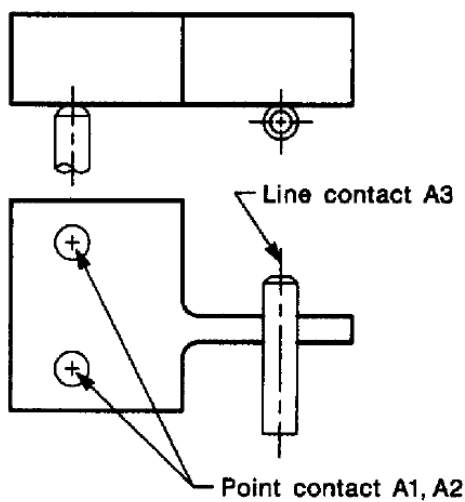
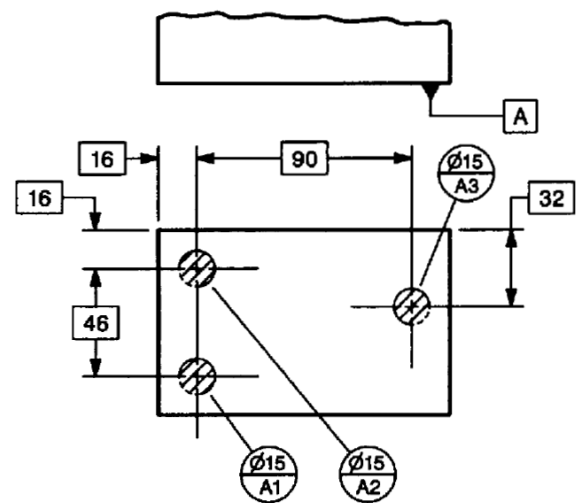
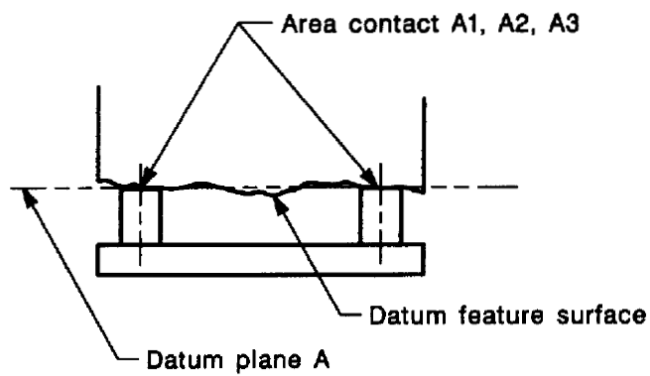
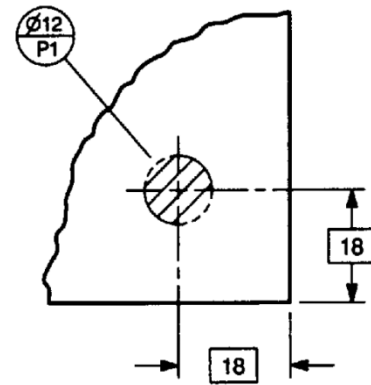
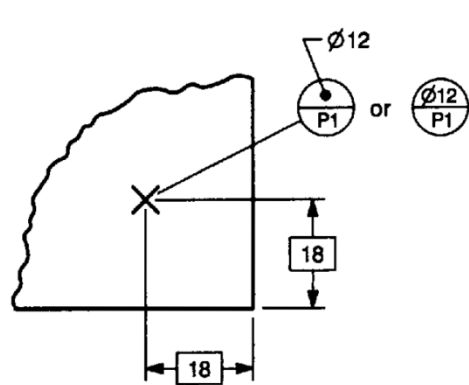
از پنج طریق می توان ۴ درجه آزادی قطعه را برای محور شفت محدود نمود :

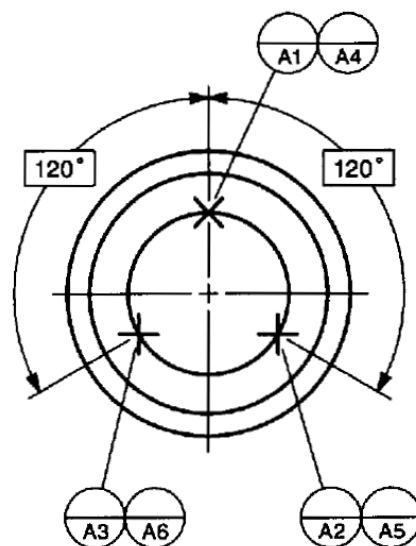
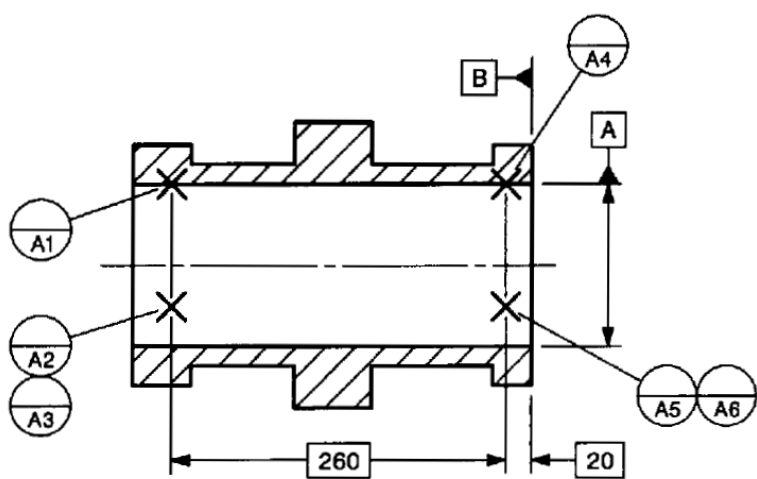
- با استفاده از دو مرغک
- با استفاده از پین هم سایز سوراخ
- با استفاده از درن مخروط
- با استفاده از قطعات کمکی و گرفتن درجات آزادی با V بلوک
- با استفاده از کلت های داخل گیر یا سه نظام و چهار نظام های پیوسته

مبنا های جزئی

زمانی که سطح قطعه به شکلی است که نمی توان از مبنا ی کامل به راحتی استفاده نمود می بایست هر مبنا را به صورت نقاط تماس در نظر گرفت و مبنا را خرد کرد.







شرایط الزام ماده

حداکثر ماده (Maximum material)

علامت این شرط به صورت $\textcircled{M}$ می باشد و پس از مقدار تولانس هندسی و یا مبنا در داخل مستطیل تولانس قرار می گیرد.

اندازه حداکثر ماده (Maximum material size) :

اندازه حداکثر ماده برای سوراخ یعنی کوچک ترین اندازه سوراخ و برای محور یعنی بزرگ ترین اندازه محور.

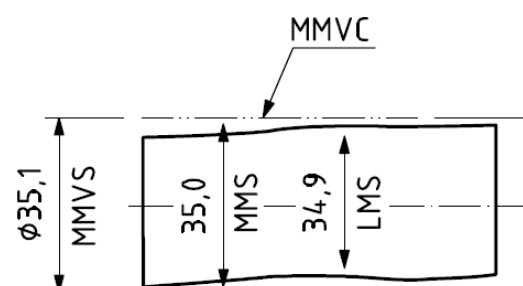
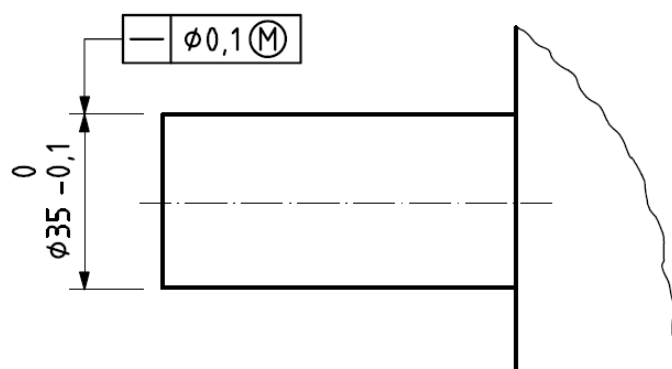
شرط حداکثر ماده (Maximum material condition) :

اگر شرط حداکثر ماده برای یک تولانس هندسی به کار رود، آن تولانس مجاز است به مقدار انحراف تولانس ابعادی از حداکثر ماده، افزایش یابد.

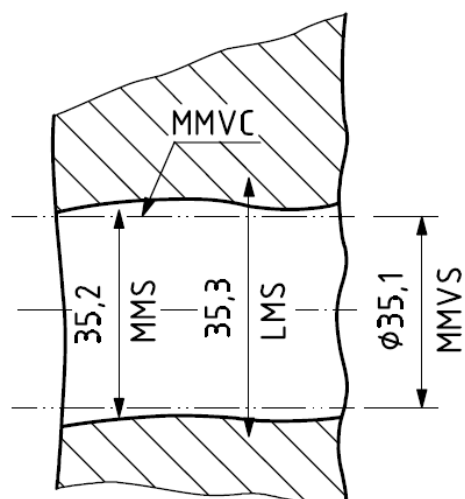
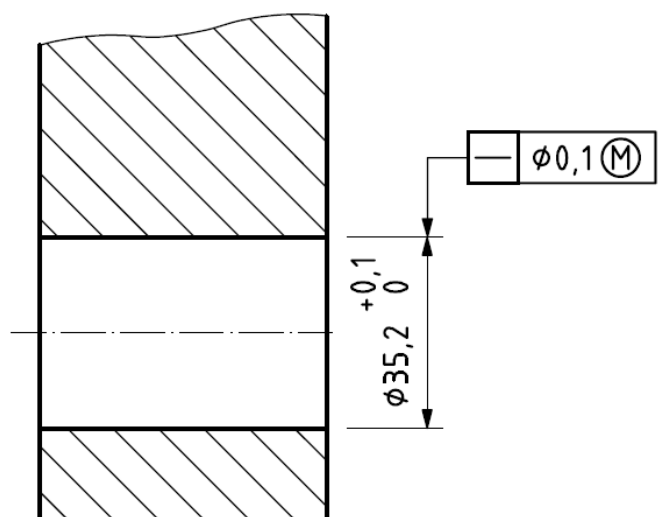
اندازه مجازی حداکثر ماده (Maximum material virtual size) :

اندازه مجازی حداکثر ماده در محور، از حاصل جمع اندازه حداکثر ماده و تولانس هندسی بدست می آید و در سوراخ، از تفاضل اندازه حداکثر ماده و تولانس هندسی بدست می آید.

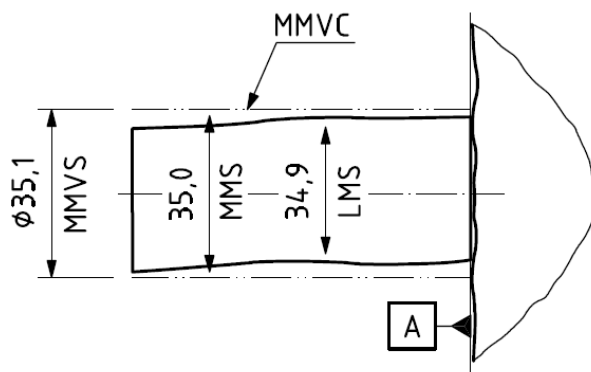
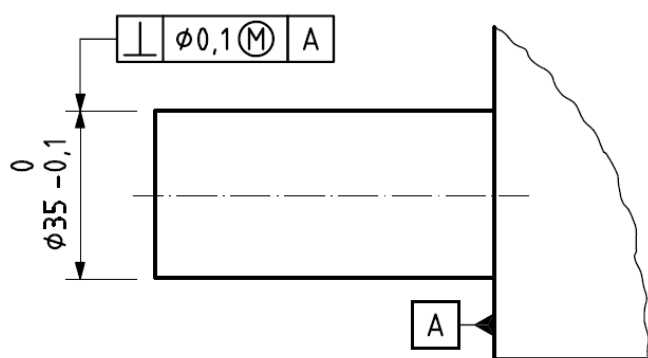
به مثال های زیر توجه نمائید:



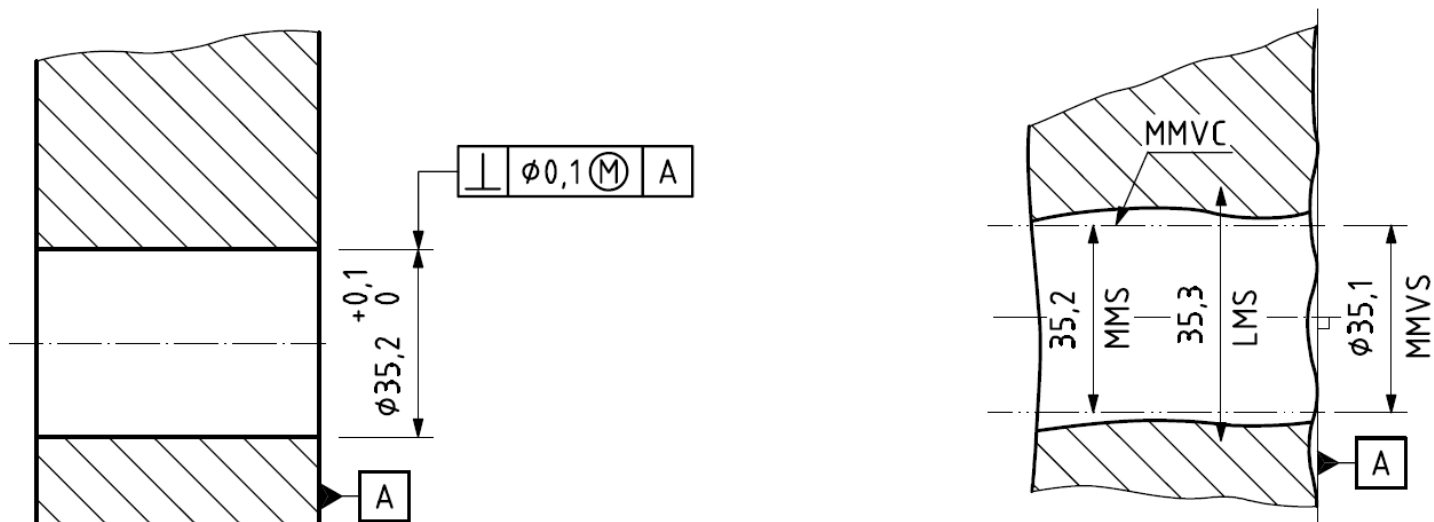
	ابعادی	هندسی	اندازه مجازی
MMS	Ø35	Ø0.1	Ø35.1
↓	Ø34.95	Ø0.15	
LMS	Ø34.9	Ø0.2	



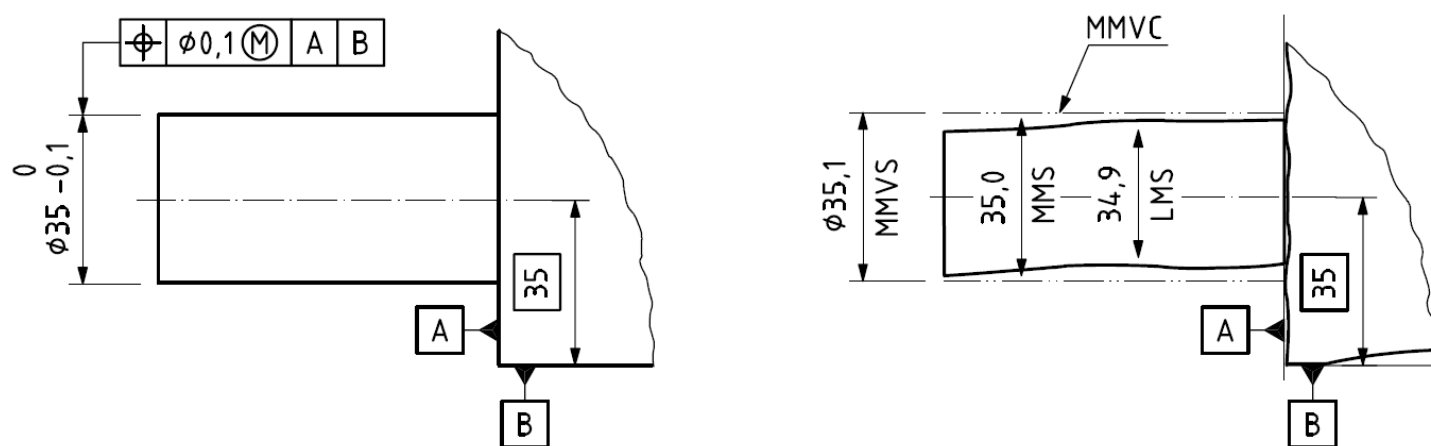
	ابعادی	هندسی	اندازه مجازی
MMS	$\phi 35.2$	$\phi 0.1$	$\phi 35.1$
↓	$\phi 35.25$	$\phi 0.15$	
LMS	$\phi 35.3$	$\phi 0.2$	



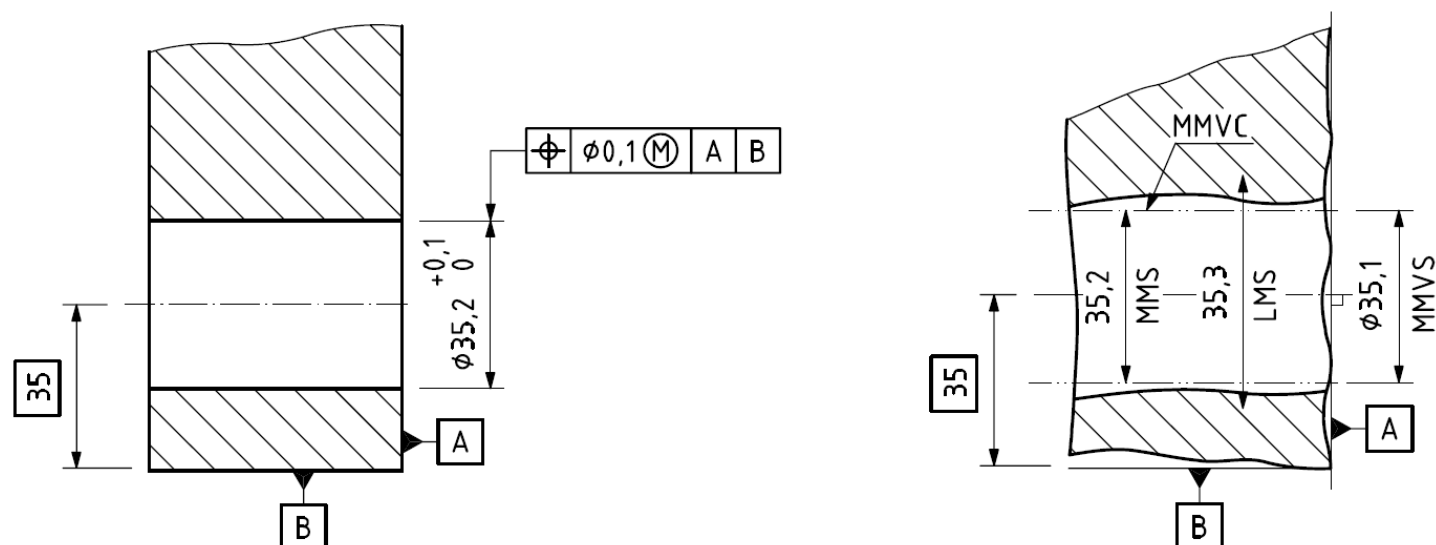
	ابعادی	هندسی	اندازه مجازی
MMS	$\phi 35$	$\phi 0.1$	$\phi 35.1$
↓	$\phi 34.95$	$\phi 0.15$	
LMS	$\phi 34.9$	$\phi 0.2$	



	ابعادی	هندسی	اندازه مجازی
MMS	$\phi 35,2$	$\phi 0,1$	$\phi 35,1$
↓	$\phi 35,25$	$\phi 0,15$	
LMS	$\phi 35,3$	$\phi 0,2$	



	ابعادی	هندسی	اندازه مجازی
MMS	$\phi 35$	$\phi 0,1$	$\phi 35,1$
↓	$\phi 34,95$	$\phi 0,15$	
LMS	$\phi 34,9$	$\phi 0,2$	



	ابعادی	هندسی	اندازه مجازی
MMS	Ø35.2	Ø0.1	Ø35.1
↓	Ø35.25	Ø0.15	
LMS	Ø35.3	Ø0.2	

حداقل ماده (Least material)

علامت این شرط به صورت $\textcircled{L}$ می باشد و پس از مقدار تولرانس هندسی و یا مبنا در داخل مستطیل تولرانس قرار می گیرد.

اندازه حداقل ماده (Least material size) :

اندازه حداقل ماده برای سوراخ یعنی بزرگ ترین اندازه سوراخ و برای محور یعنی کوچک ترین اندازه محور.

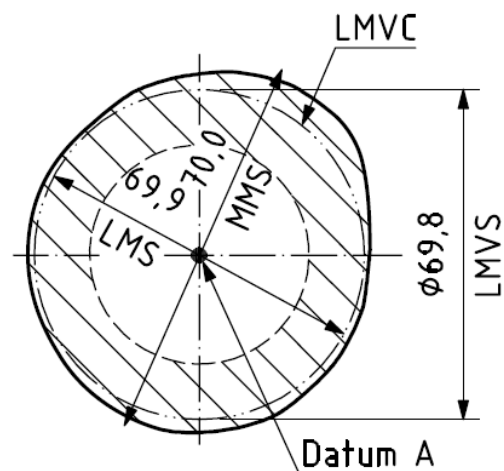
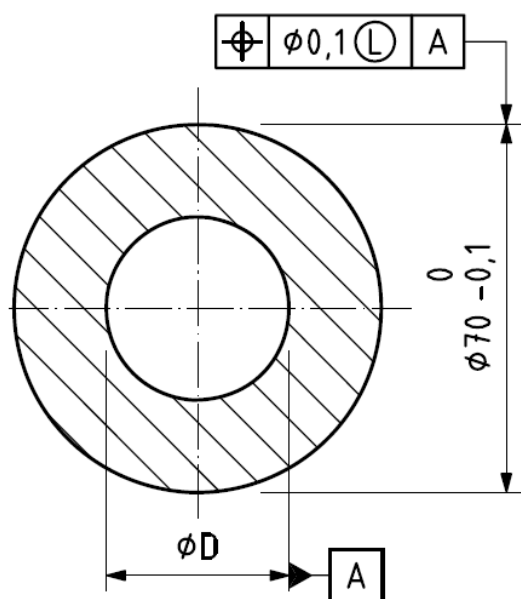
شرط حداقل ماده (Least material condition) :

اگر شرط حداقل ماده برای یک تولرانس هندسی به کار رود، آن تولرانس مجاز است به مقدار انحراف تولرانس ابعادی از حداقل ماده، افزایش یابد.

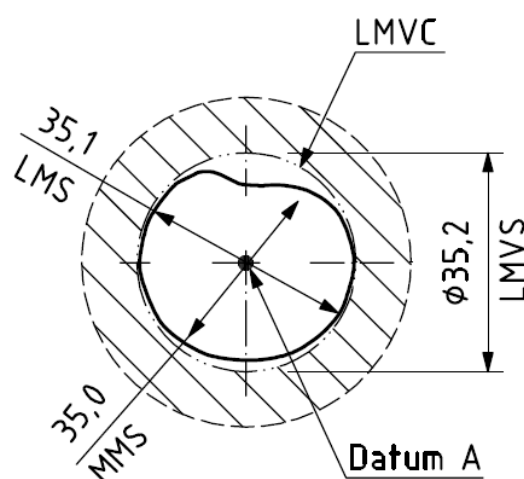
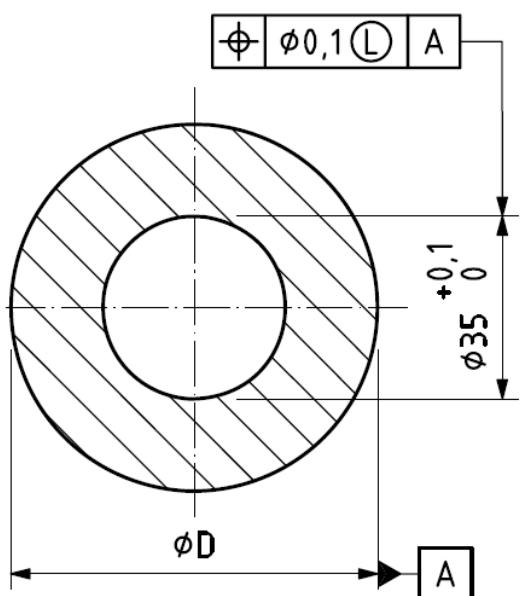
اندازه مجازی حداقل ماده (Least material virtual size) :

اندازه مجازی حداقل ماده در محور، از تفاضل اندازه حداقل ماده و تولرانس هندسی بدست می آید و در سوراخ، از حاصل جمع اندازه حداقل ماده و تولرانس هندسی بدست می آید.

به مثال های زیر توجه نمائید:



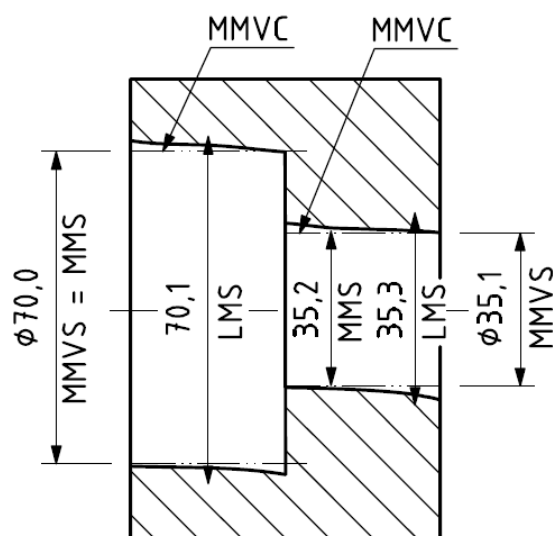
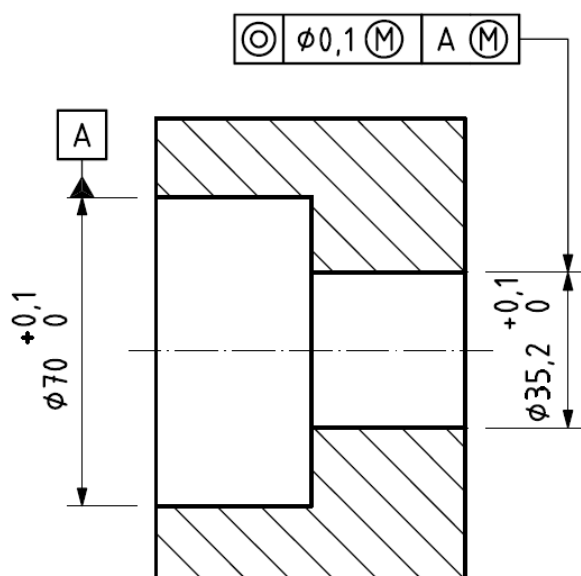
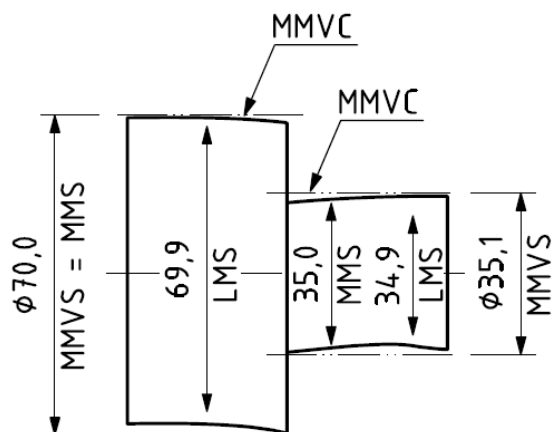
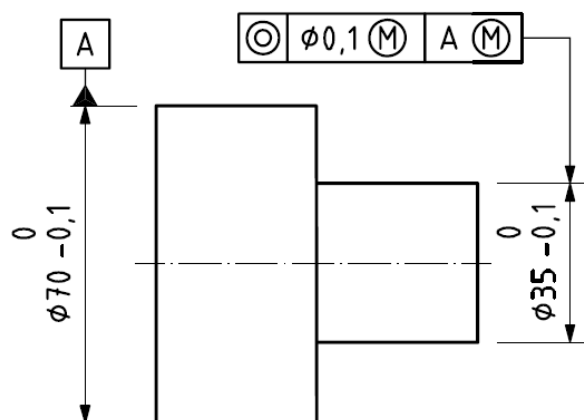
	ابعادی	هندسی	اندازه مجازی
LMS	$\phi 69,9$	$\phi 0,1$	$\phi 69,8$
↓	$\phi 69,95$	$\phi 0,15$	
MMS	$\phi 70$	$\phi 0,2$	



	ابعادی	هندسی	اندازه مجازی
LMS	$\phi 35,1$	$\phi 0,1$	$\phi 35,2$
↓	$\phi 35,05$	$\phi 0,15$	
MMS	$\phi 35$	$\phi 0,2$	

مبنا در حداکثر ماده و حداقل ماده

وقتی که به مبنا نیز، شرط حداکثر ماده و حداقل ماده تعلق می گیرد، علاوه بر مقدار انحراف تولانس ابعادی فیچر تولانس گذاری شده، که به تولانس هندسی می تواند اضافه می شود، مقدار انحراف تولانس ابعادی فیچر مبنا نیز می تواند به تولانس هندسی اضافه شود.

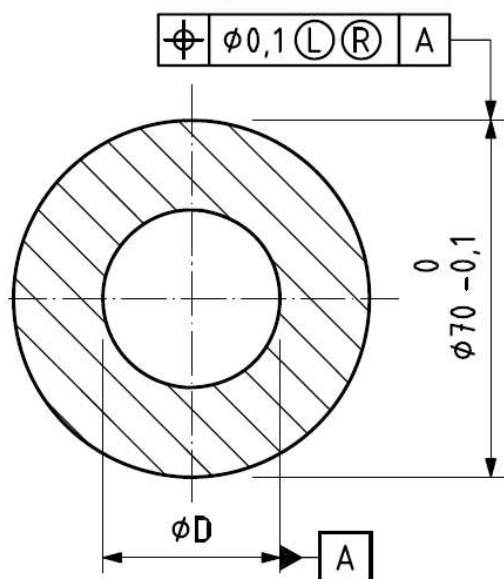


الزام عمل متقابل (Reciprocity requirement)

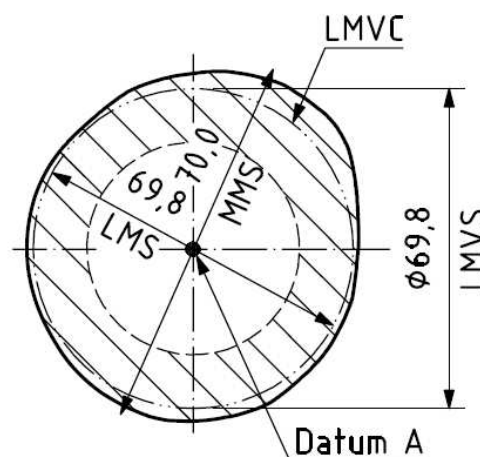
علامت این شرط به صورت $\textcircled{R}$ می باشد و همیشه به همراه شرط حداکثر ماده و حداقل ماده در نقشه استفاده می شود. در بحث شرط حداکثر ماده و حداقل ماده، فقط تولرانس ابعادی می توانست به تولرانس هندسی اضافه شود. ولی در بحث الزام عمل متقابل، تولرانس هندسی نیز می تواند به تولرانس ابعادی اضافه شود. که باعث سهولت در ساخت می شود و بهترین استفاده را می توان از تولرانس کسب نمود.

به مثال های زیر توجه نمائید:

Drawing indication

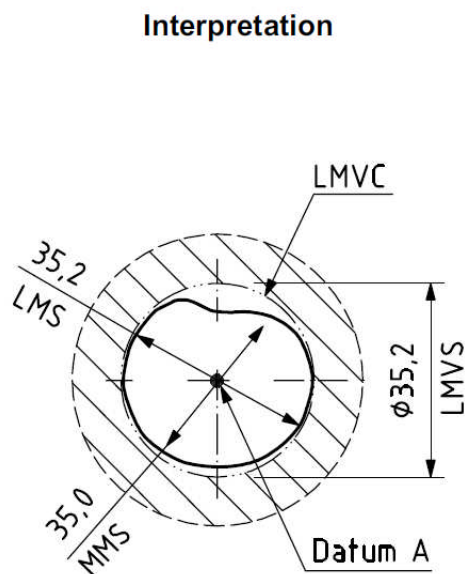
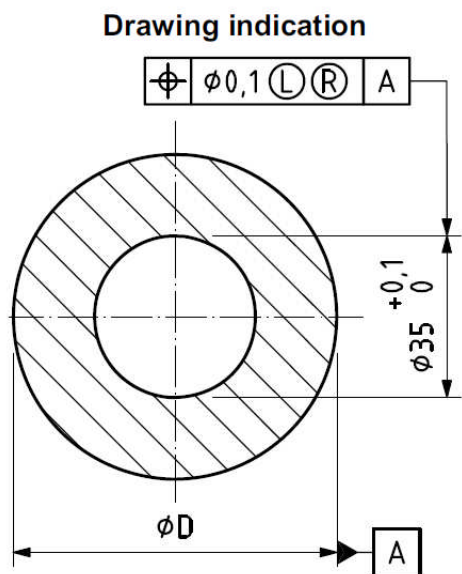


Interpretation



	ابعادی	هندسی	اندازه مجازی
LMS	$\varnothing 69.9$	$\varnothing 0.1$	$\varnothing 69.8$
↓	$\varnothing 69.95$	$\varnothing 0.15$	
MMS	$\varnothing 70$	$\varnothing 0.2$	

در مثال فوق، شرط الزام عمل متقابل این اجازه را به ما می دهد که در صورت رسیدن به حداقل ماده ($\varnothing 69.9$)، به مقدار تولرانس هندسی ($\varnothing 0.1$) از حداقل ماده انحراف داشت. ($\varnothing 69.8$)



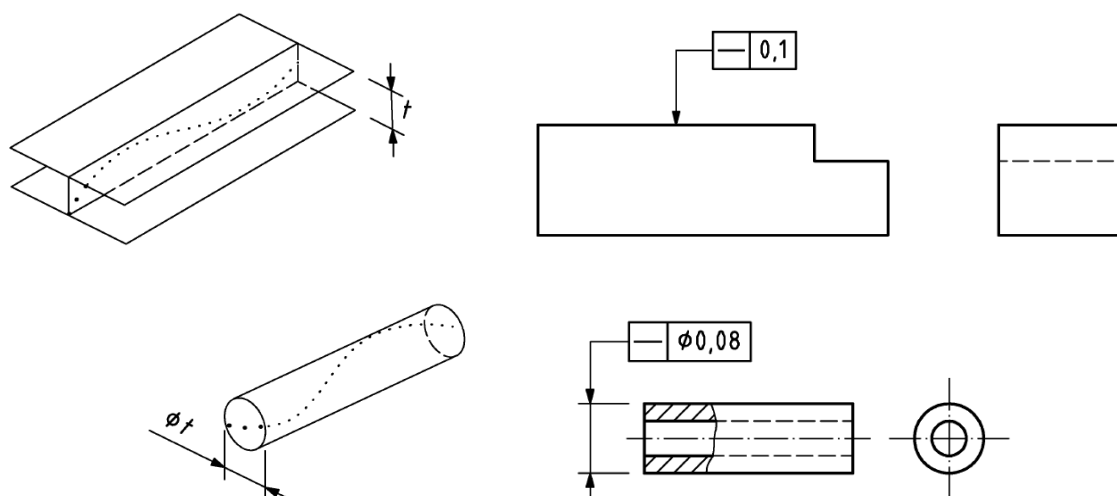
	ابعادی	هندسی	اندازه مجازی
LMS	$\phi 35.1$	$\phi 0.1$	$\phi 35.2$
↓	$\phi 35.05$	$\phi 0.15$	
MMS	$\phi 35$	$\phi 0.2$	

در مثال فوق، شرط الزام عمل متقابل این اجازه را به ما می دهد که در صورت رسیدن به حداقل ماده ($\phi 35.1$)، به مقدار تولرانس هندسی ($\phi 0.1$) از حداقل ماده انحراف داشت. ($\phi 35$)

نمایش و تفسیر تفرانس های هندسی

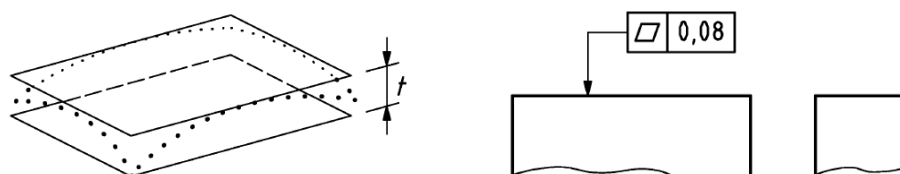
تفرانس مستقیم بودن

علامت این تفرانس به صورت — می باشد. ناحیه تفرانسی، روی سطح مورد نظر، بین دو خط موازی مستقیم به فاصله t (منظور از t مقدار تفرانس هندسی می باشد) از هم واقع می شود که خط اول ناحیه تفرانسی روی دو نقطه مرتفع از سطح قرار می گیرد. اگر قبل از عدد تفرانس از علامت $\varnothing$ استفاده شود، نشان دهنده آن است که ناحیه تفرانسی، حول محور مورد نظر و بصورت یک استوانه به قطر t محصور شده است.



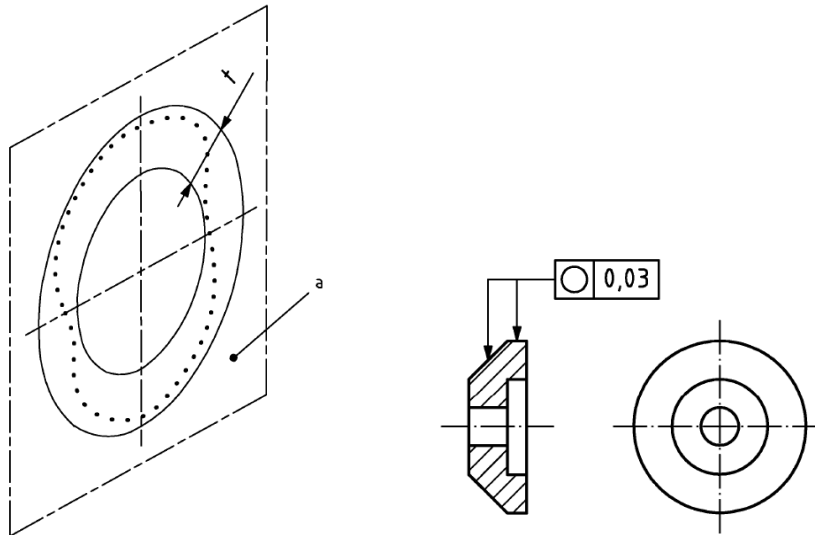
تفرانس تختی

علامت این تفرانس به صورت □ می باشد. ناحیه تفرانسی، روی سطح مورد نظر، بین دو صفحه موازی به فاصله t از همدیگر قرار دارد و صفحه اول ناحیه تفرانسی روی سه نقطه مرتفع از سطح قرار می گیرد.



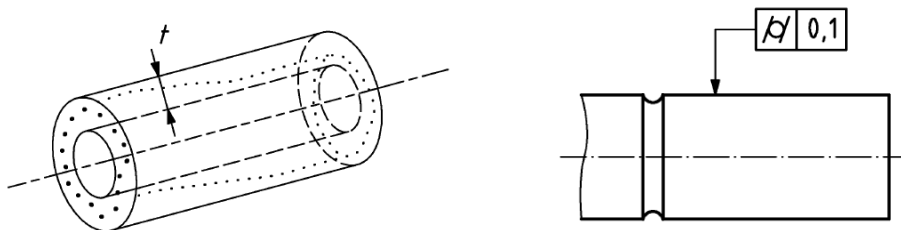
تفرانس دایره ای بودن

علامت این تفرانس به صورت ○ می باشد. ناحیه تفرانسی، در صفحه مورد نظر توسط دو دایره هم مرکز به فاصله شعاعی t از همدیگر محدود می شود و دایره بزرگتر مماس بر مرتفع ترین نقاط سطح فرض می شود. تفرانس دایره ای بودن، برای تمام لبه ها و مقاطع با فرم دایره ای می تواند بکار رود.



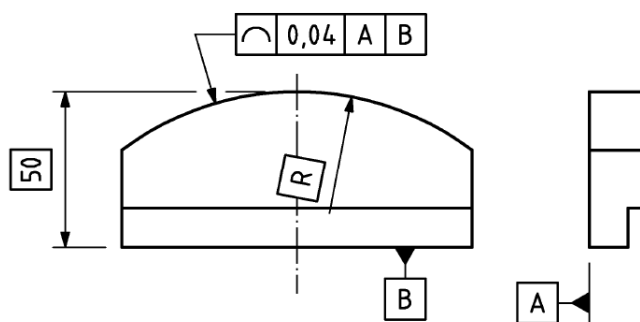
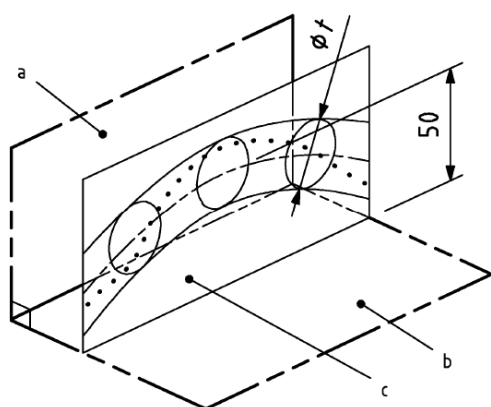
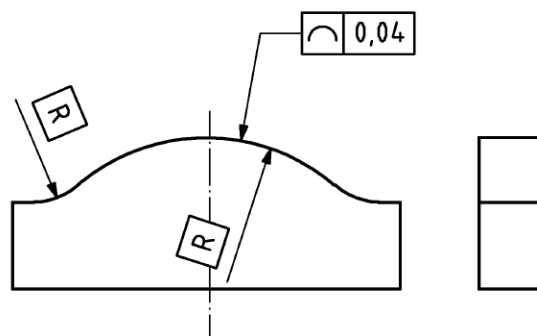
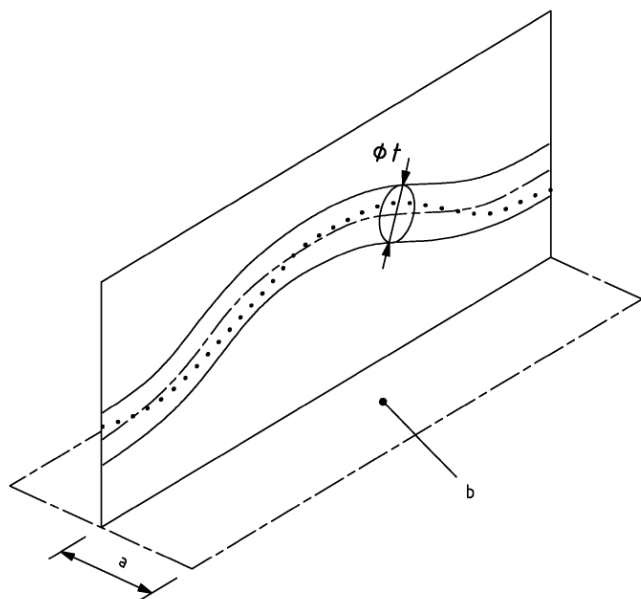
تولانس استوانه ای بودن

علامت این تولانس به صورت M می باشد. ناحیه تولانسی، بین دو استوانه ایده آل هم محور، به فاصله t از هم محدود می شود و استوانه بزرگتر مماس بر مرتفع ترین نقاط سطح فرض می شود. تولانس استوانه ای ترکیبی از تولانس مستقیمی و گردی می باشد. کاربرد این تولانس فقط در فرم های استوانه ای مجاز می باشد.



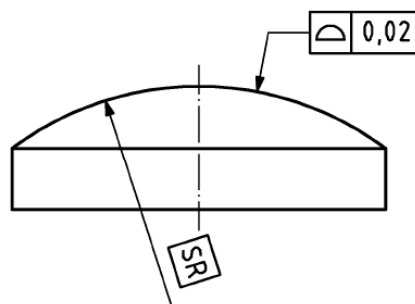
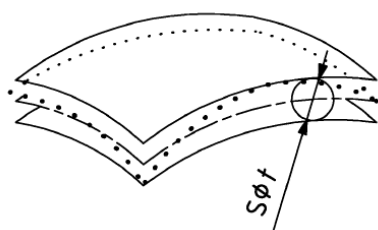
تولانس پروفیل یک خط

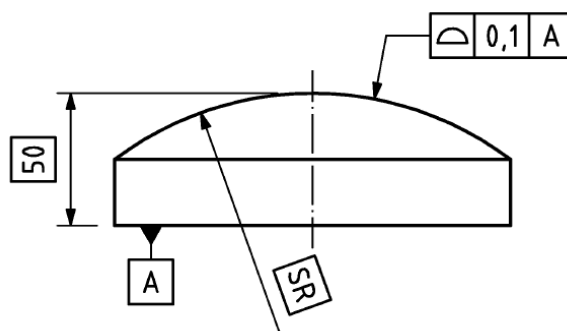
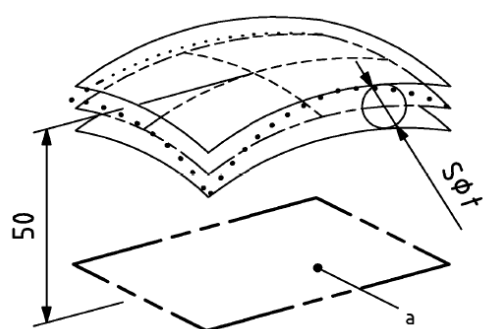
علامت این تولانس به صورت P می باشد. ناحیه تولانسی به وسیله دو منحنی محدود می شود. این دو منحنی توسط دایره هایی به قطر t که مراکز همه آنها بر روی منحنی با فرم هندسی ایده آل قرار دارد مشخص می شوند. اگر ناحیه تولانسی فضایی در نظر گرفته شود، به صورت تیوپی شکل بوده و توسط کره هایی به قطر t محدود می شود.



تفرانس پروفیل یک سطح

علامت این تفرانس به صورت  می باشد. ناحیه تفرانسی به وسیله دو سطح در برگرفته کره هایی به قطر t محدود می شود که مراکز این کره ها روی یک سطح با فرم هندسی ایده آل قرار دارند.



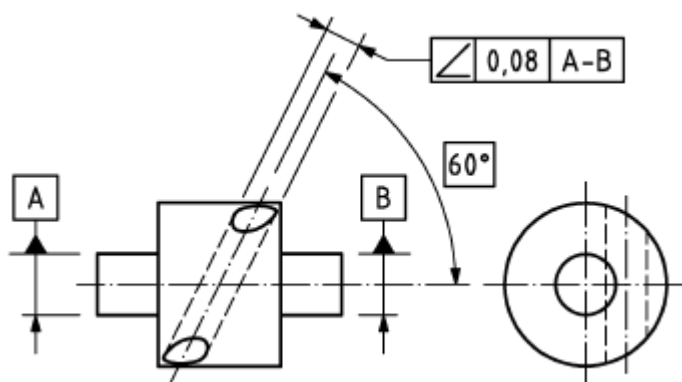
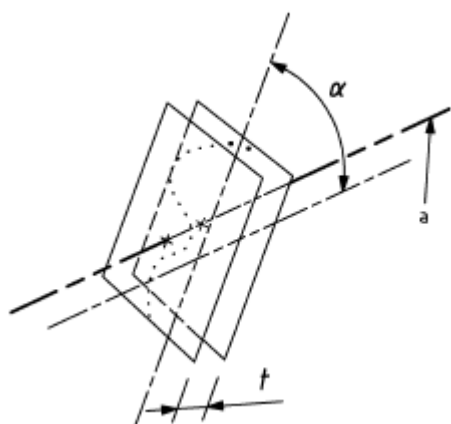
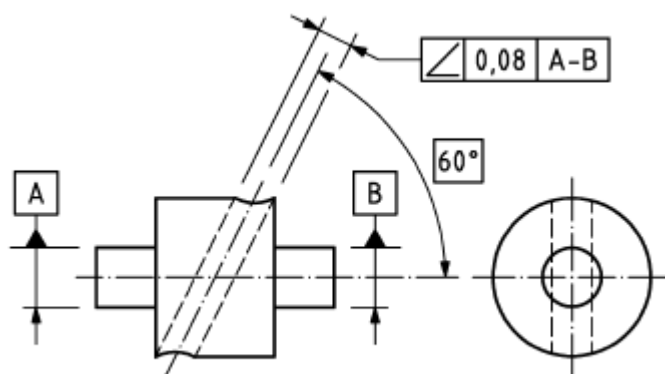
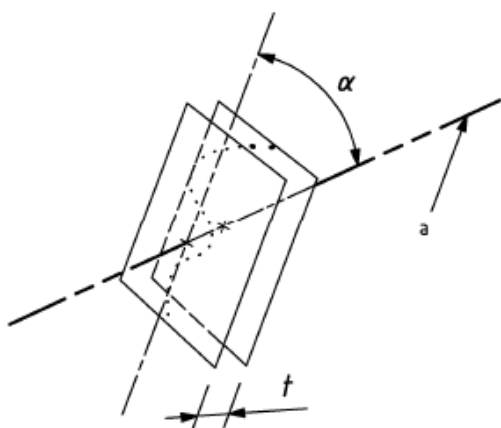


تولانس زاویه دار بودن

علامت این تولانس به صورت $\angle$ می باشد. و همواره اندازه مربوط به زاویه، درون کادر قرار می گیرد. حالت های مختلف ناحیه تولانسی در مثال های ذیل بیان شده است:

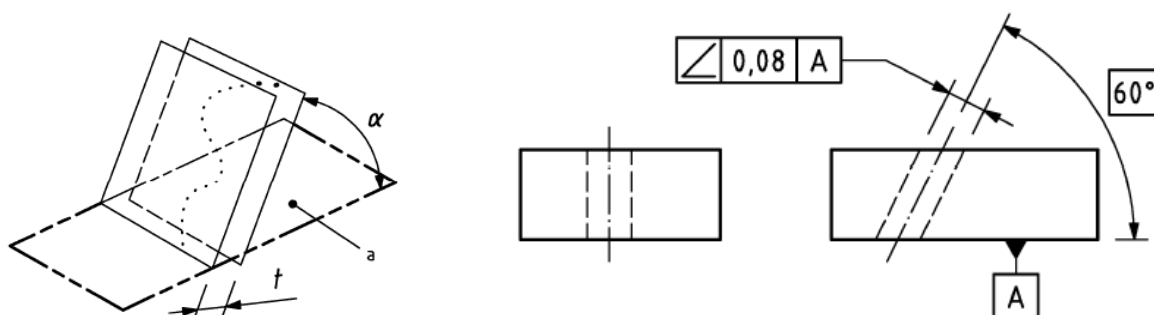
زاویه دار بودن یک صفحه نسبت به خط مبنا:

ناحیه تولانسی در امتداد فلش مستطیل تولانس، بین دو صفحه موازی به فاصله t و با زاویه α نسبت به محور مشترک مبناها، که در وسط موضع تولانسی قرار می گیرد، تشکیل می شود. و مقدار انحراف، نسبت به محور مشترک مبنای A تا B سنجیده می شود.



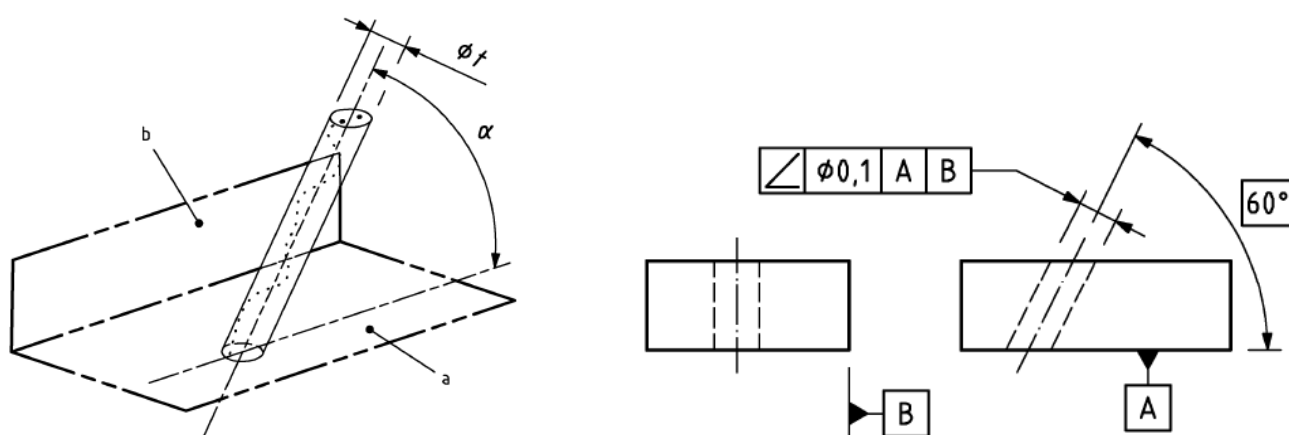
زاویه دار بودن یک صفحه نسبت به صفحه مبنا:

ناحیه تفرانسی در امتداد فلش مستطیل تفرانس، بین دو صفحه موازی به فاصله t و در وسط موضع تفرانسی و با زاویه α نسبت به مبنای A ، تشکیل می شود و مقدار انحراف، نسبت به صفحه مبنای A سنجیده می شود.



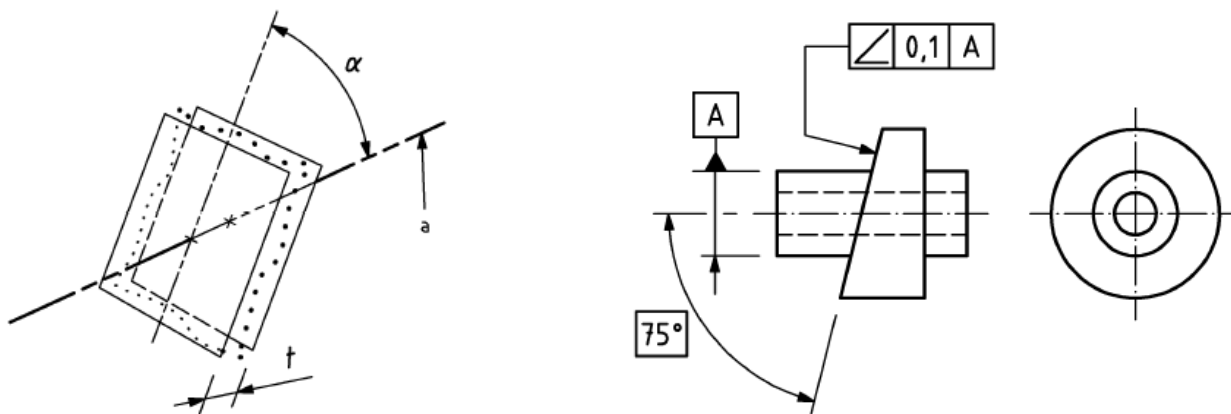
زاویه دار بودن یک خط نسبت به صفحه مبنا:

ناحیه تفرانسی بین استوانه ای به قطر t ، حول محور موضع تفرانسی و با زاویه α نسبت به مبنای A قرار می گیرد و مقدار انحراف، نسبت به صفحات مبنای A و B سنجیده می شود.



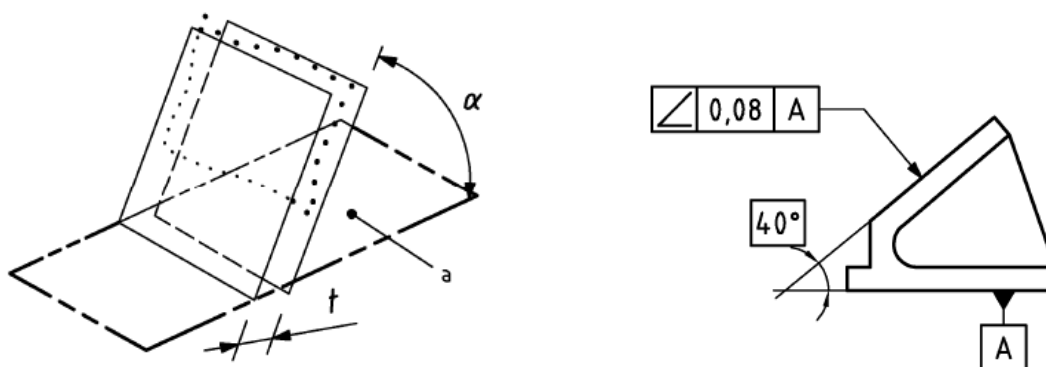
زاویه دار بودن یک سطح نسبت به خط مبنا:

ناحیه تفرانسی در امتداد فلش مستطیل تفرانس، روی سطح اشاره شده، بین دو صفحه موازی به فاصله t و با زاویه α نسبت به مبنای A تشکیل می شود که صفحه اول ناحیه تفرانسی مماس بر مرتفع ترین نقطه سطح می باشد و مقدار انحراف، نسبت به خط مبنای A سنجیده می شود.



زاویه دار بودن یک سطح نسبت به صفحه مبنا:

ناحیه تفرانسی در امتداد فلش مستطیل تفرانس، روی سطح اشاره شده، بین دو صفحه موازی به فاصله t و با زاویه α نسبت به مبنای A تشکیل می شود که صفحه اول ناحیه تفرانسی مماس بر مرتفع ترین نقطه سطح می باشد و مقدار انحراف، نسبت به صفحه مبنای A سنجیده می شود.

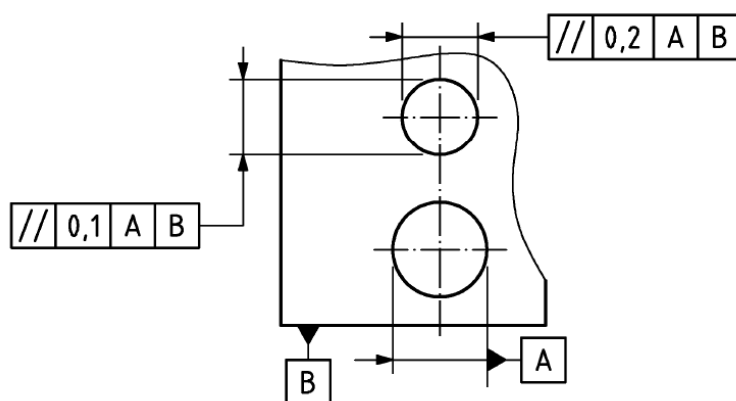
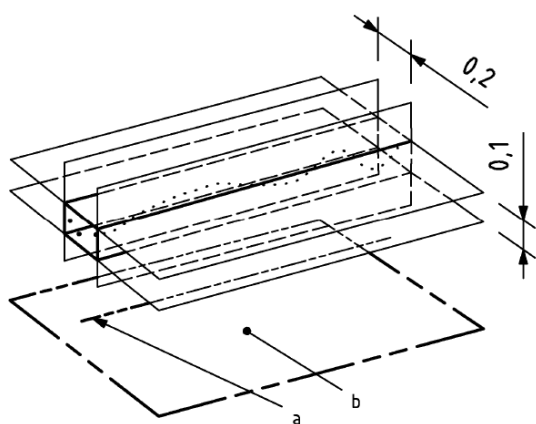
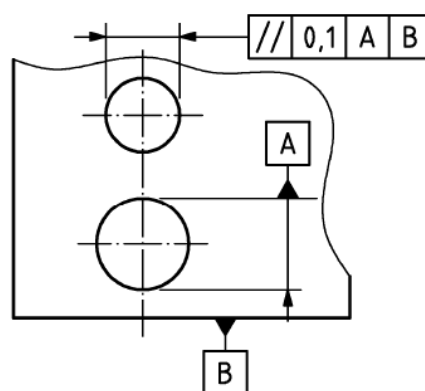
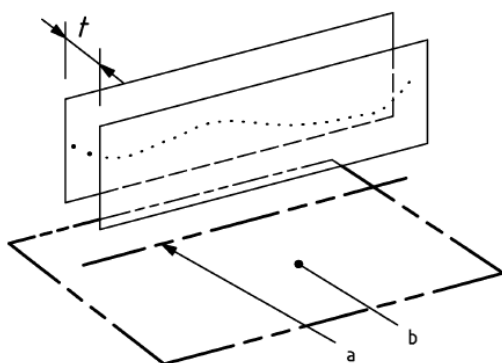
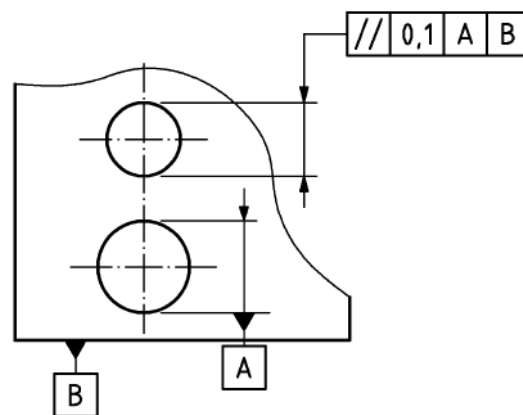
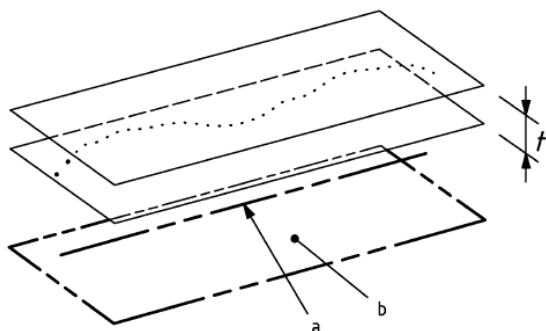


تفرانس توازی

علامت این تفرانس به صورت // می باشد. حالت های مختلف ناحیه تفرانسی در مثال های ذیل بیان شده است:

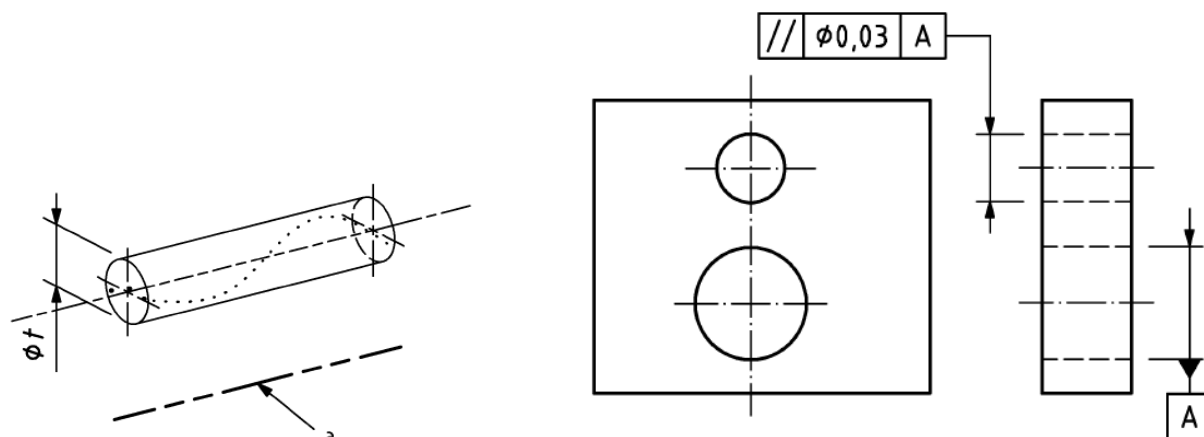
توازی یک صفحه نسبت به خط مبنا و صفحه مبنا:

ناحیه تفرانسی در امتداد فلش مستطیل تفرانس، بین دو صفحه موازی به فاصله t و در وسط موضع تفرانسی و موازی با مبنای A ، تشکیل می شود. و مقدار انحراف، نسبت به خط مبنای A و صفحه مبنای B سنجیده می شود.



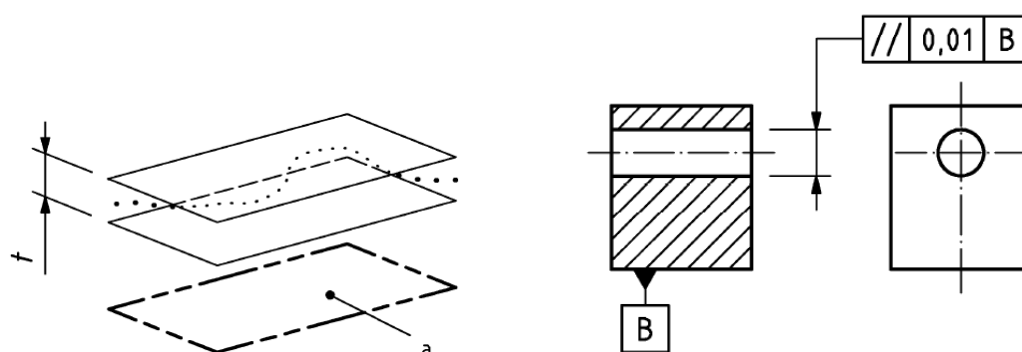
توازی یک خط نسبت به خط مبنا:

ناحیه تولرانی حول محور موضع تولرانی، در استوانه ای به قطر t و موازی با مبنای A ، تشکیل می شود و مقدار انحراف نسبت به خط مبنای A سنجیده می شود.



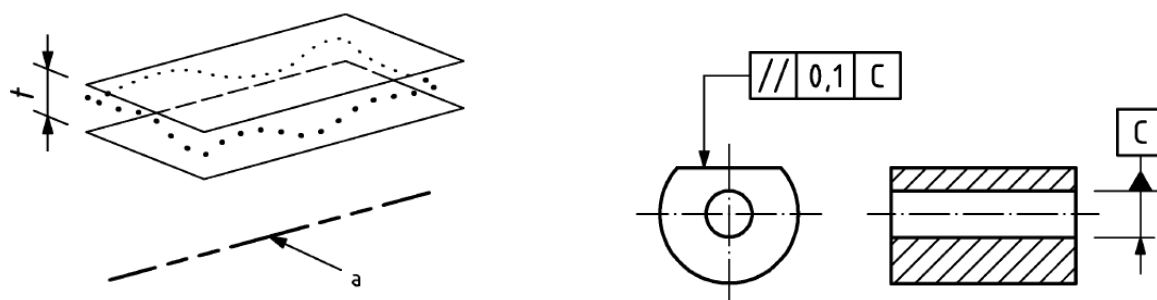
توازی یک صفحه نسبت به صفحه مبنا:

ناحیه تolerانسی در امتداد فلش مستطیل تolerانس، بین دو صفحه موازی به فاصله t و در وسط موضع تolerانسی و موازی با صفحه مبنا B، تشکیل می شود و مقدار انحراف نسبت به صفحه مبنا B سنجیده می شود.



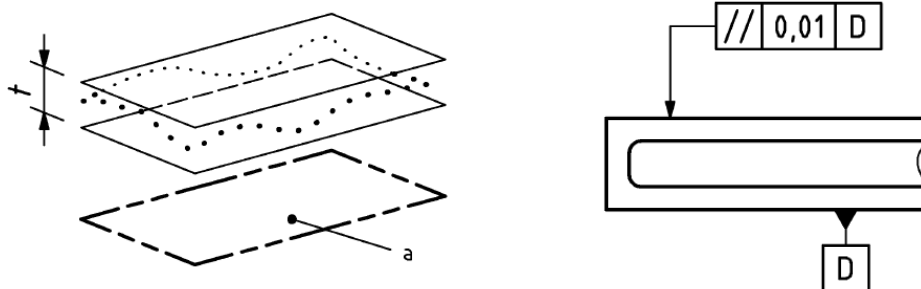
توازی یک سطح نسبت به خط مبنا:

ناحیه تolerانسی در امتداد فلش مستطیل تolerانس، روی سطح اشاره شده، بین دو صفحه موازی به فاصله t و موازی با مبنا C تشکیل می شود که صفحه اول ناحیه تolerانسی مماس بر مرتفع ترین نقطه سطح می باشد و مقدار انحراف، نسبت به خط مبنا C سنجیده می شود.



توازی یک سطح نسبت به صفحه مبنا:

ناحیه تولرانی در امتداد فلش مستطیل تولرانس، روی سطح اشاره شده، بین دو صفحه موازی به فاصله t و موازی با مبنای D تشکیل می شود که صفحه اول ناحیه تولرانی مماس بر مرتفع ترین نقطه سطح می باشد تشکیل می شود. و مقدار انحراف، نسبت به صفحه مبنا D سنجیده می شود.

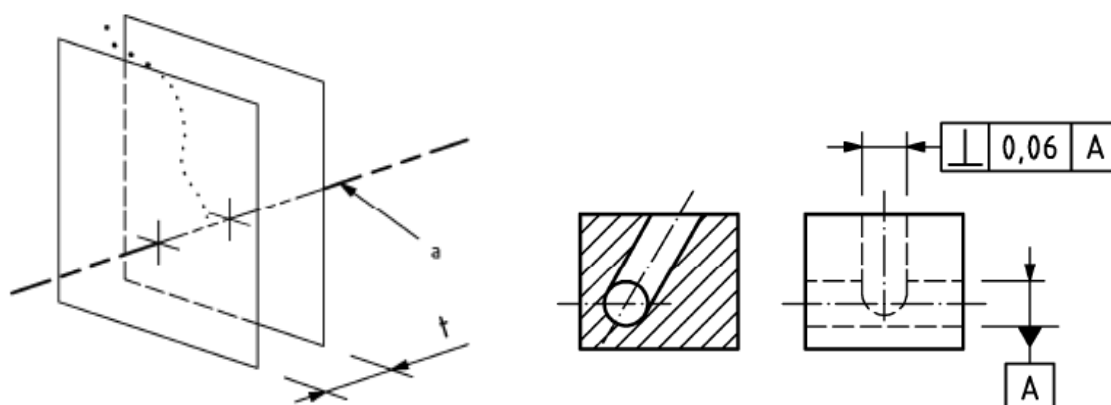


تولرانس تعامد

علامت این تولرانس به صورت $\perp$ می باشد. حالت های مختلف ناحیه تولرانی در مثال های ذیل بیان شده است:

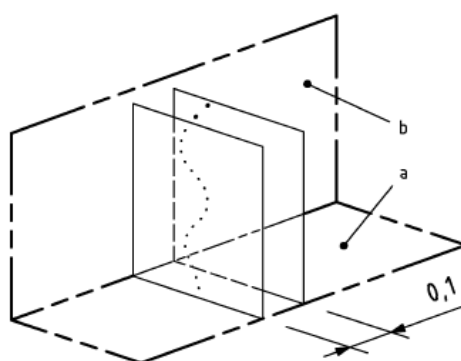
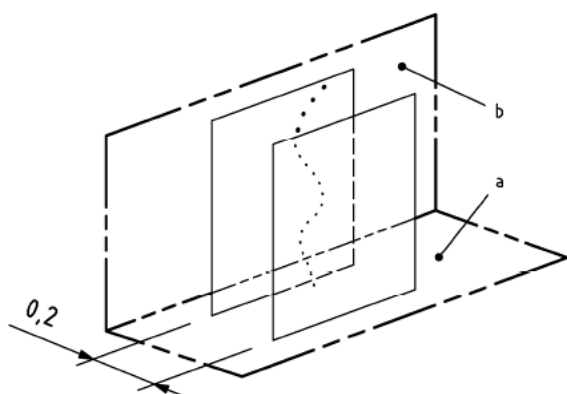
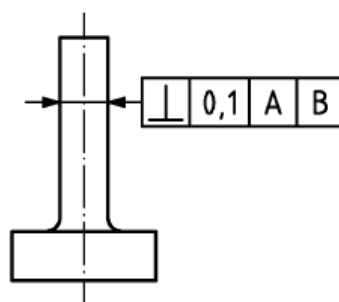
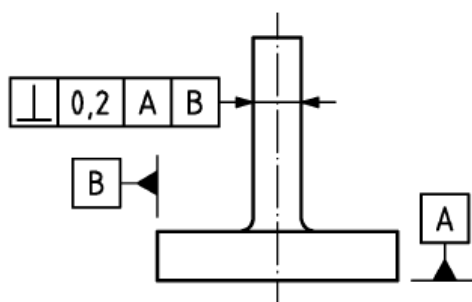
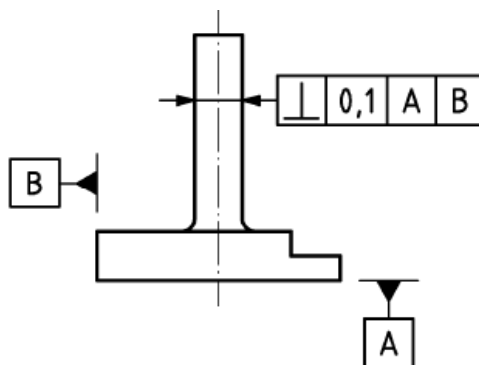
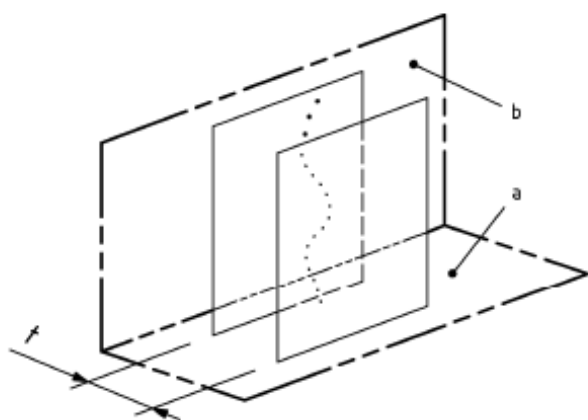
تعامد یک صفحه نسبت به خط مبنا:

ناحیه تولرانی در امتداد فلش مستطیل تولرانس، بین دو صفحه موازی به فاصله t و در وسط موضع تولرانی و عمود به مبنای A ، تشکیل می شود و مقدار انحراف، نسبت به خط مبنا A سنجیده می شود.



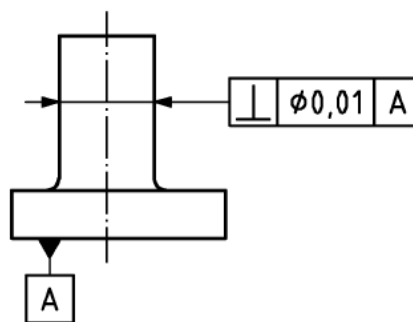
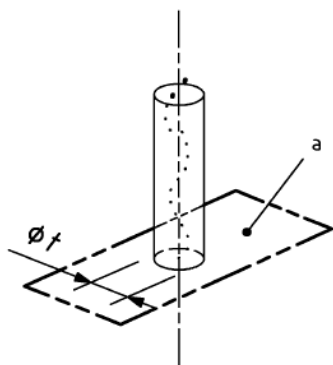
تعامد یک صفحه نسبت به صفحه مبنا:

ناحیه تفرانسی در امتداد فلش مستطیل تفرانس، بین دو صفحه موازی به فاصله t و در وسط موضع تفرانسی و عمود به مبنای A، تشکیل می شود و مقدار انحراف، نسبت به صفحات مبنای A و B سنجیده می شود.



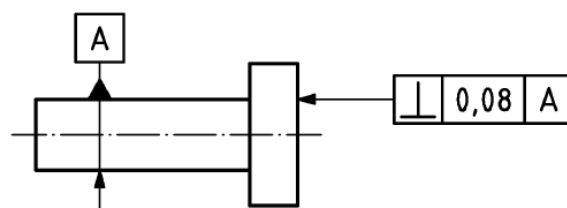
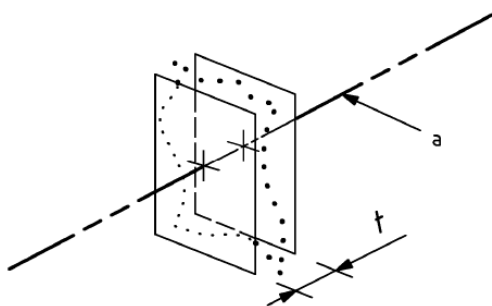
تعامد خط نسبت به صفحه مبنای:

ناحیه تفرانسی حول محور موضع تفرانسی، در استوانه ای به قطر t و عمود به مبنای A، تشکیل می شود و مقدار انحراف نسبت به صفحه مبنای A سنجیده می شود.



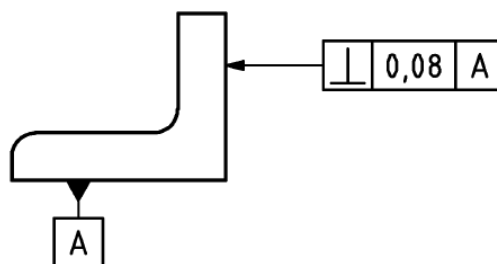
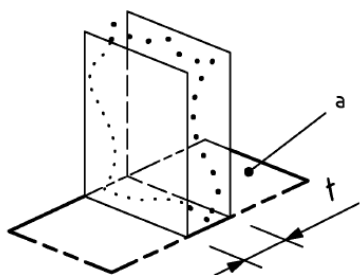
تعامد یک سطح نسبت به خط مبنا:

ناحیه تلرانسی در امتداد فلش مستطیل تلرانس، روی سطح اشاره شده، بین دو صفحه موازی به فاصله t تشکیل می شود که صفحه اول ناحیه تلرانسی مماس بر مرتفع ترین نقطه سطح می باشد و مقدار انحراف، نسبت به خط مبنا A سنجیده می شود.



تعامد یک سطح نسبت به صفحه مبنا:

ناحیه تلرانسی در امتداد فلش مستطیل تلرانس، روی سطح اشاره شده، بین دو صفحه موازی به فاصله t تشکیل می شود که صفحه اول ناحیه تلرانسی مماس بر مرتفع ترین نقطه سطح می باشد و مقدار انحراف، نسبت به صفحه مبنا A سنجیده می شود.

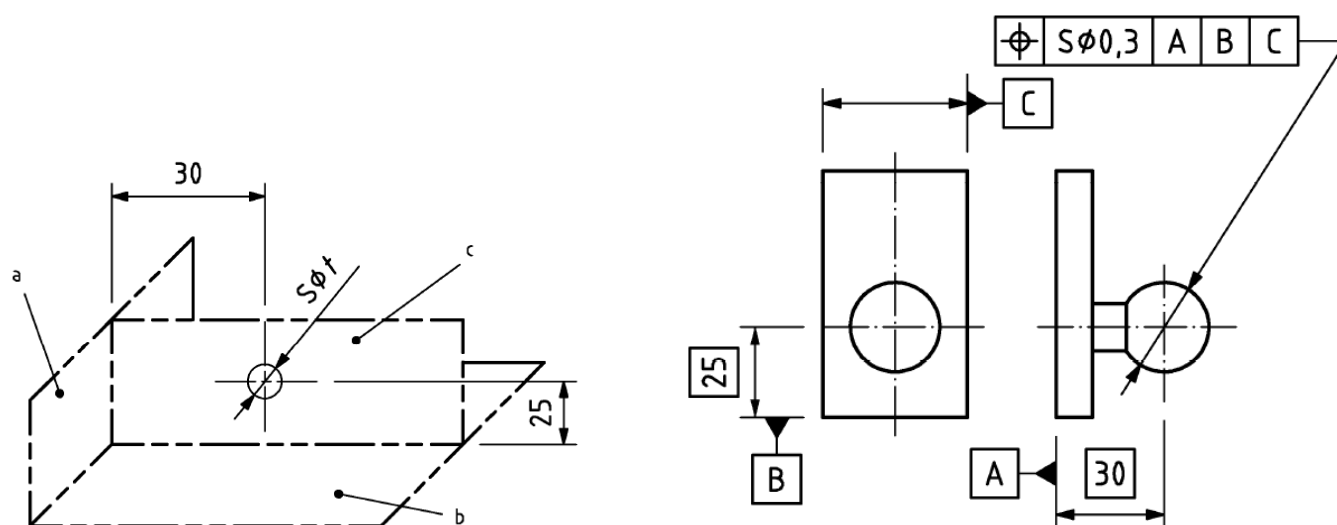


تولانس موقعیت

علامت این تولانس به صورت $\oplus$ می باشد. اندازه های مربوط به این تولانس، همواره درون کادر قرار می گیرند. حالت های مختلف ناحیه تولانسی در مثال های ذیل بیان شده است:

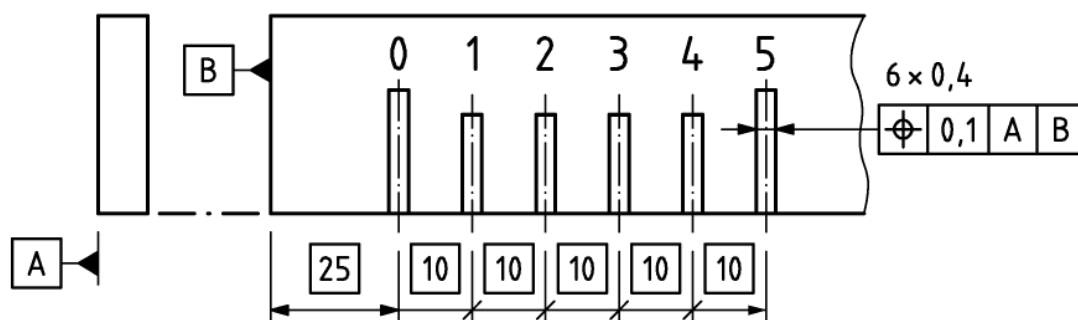
موقعیت یک نقطه نسبت به صفحه مبنا:

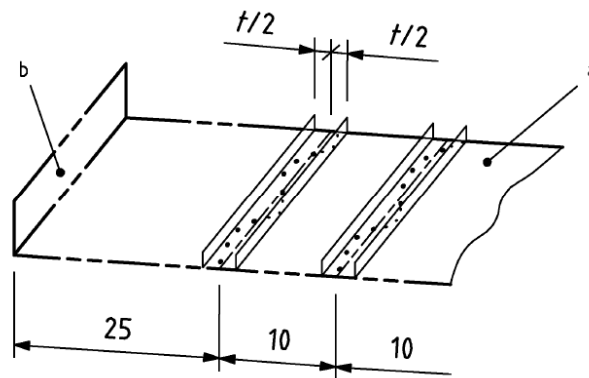
ناحیه تولانسی به صورت یک کره به قطر t ، در داخل موضع تولانس گذاری شده تشکیل می شود و مقدار انحراف به ترتیب نسبت به صفحات مبنای A و B و C سنجیده می شود.



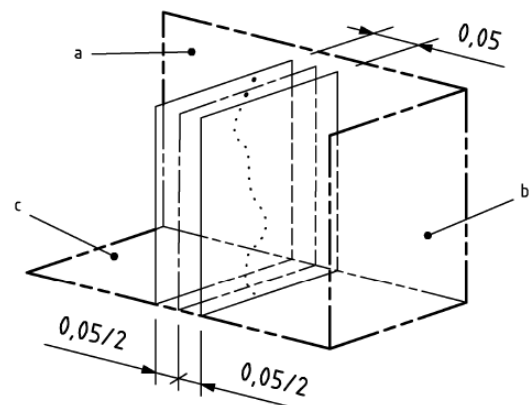
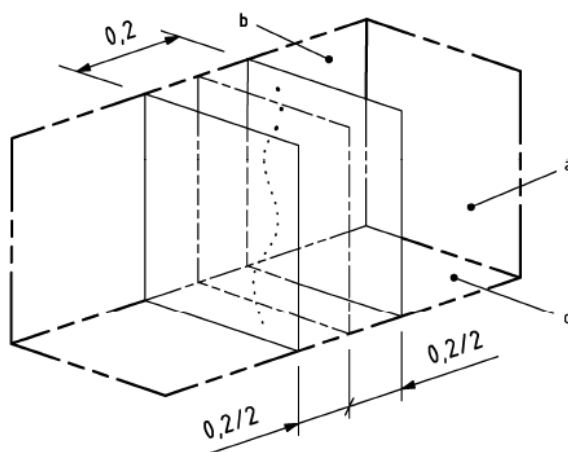
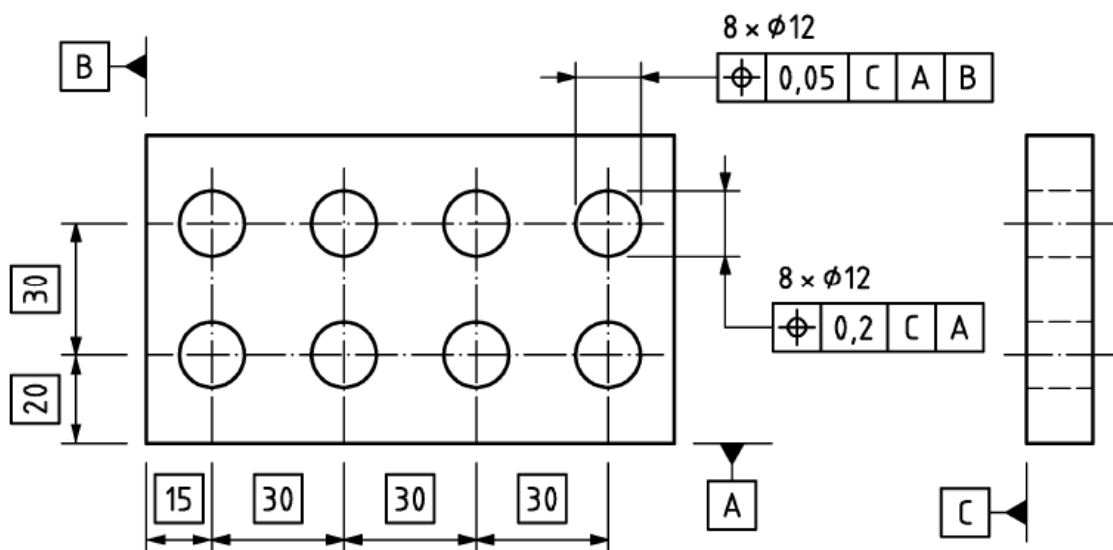
موقعیت صفحه نسبت به صفحه مبنا:

ناحیه تولانسی در امتداد فلش مستطیل تولانس، بین دو صفحه موازی به فاصله t و در وسط موضع تولانسی و عمود به مبنای A، تشکیل می شود. و مقدار انحراف، نسبت به صفحات مبنای A و B سنجیده می شود.



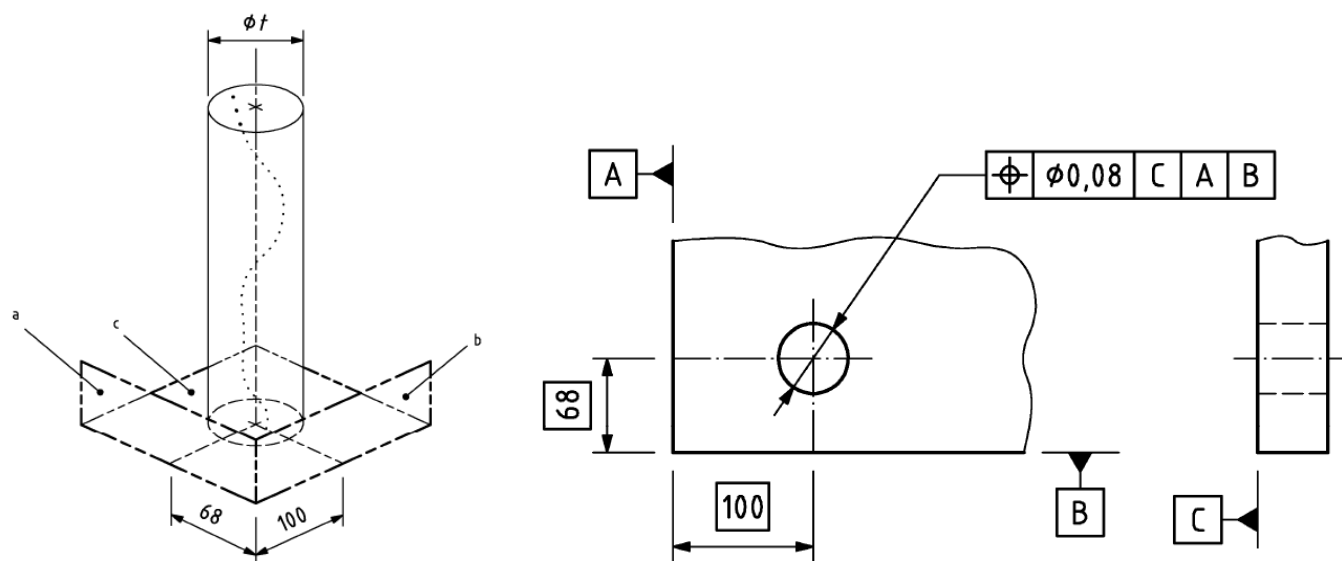


ناحیه تفرانسی در امتداد فلش مستطیل تفرانس، بین دو صفحه موازی به فاصله t و در وسط موضع تفرانسی و عمود به مبنای C، تشکیل می شود. و مقدار انحراف، نسبت به صفحات مبنای A و B و C سنجیده می شود.



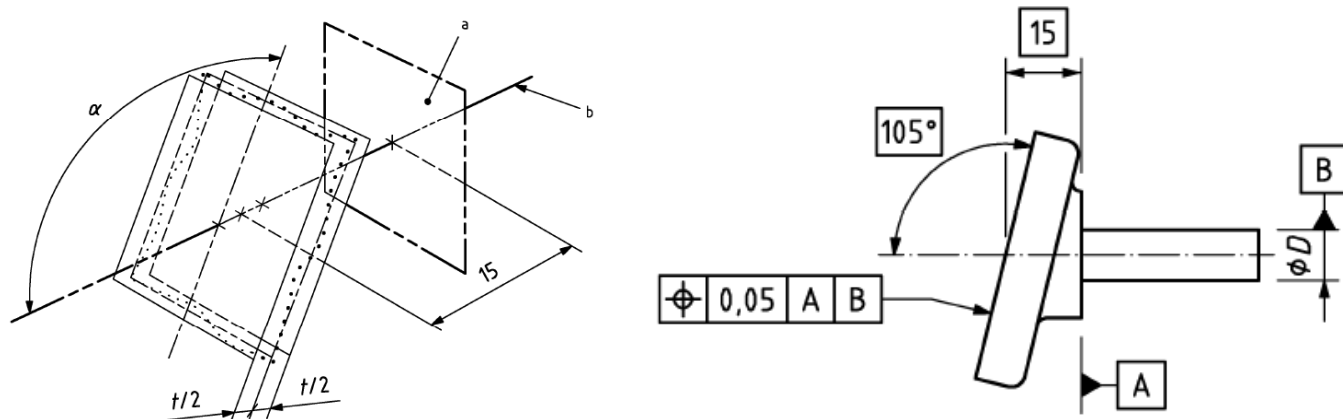
موقعیت خط نسبت به صفحه مبنای:

ناحیه تفرانسی حول محور موضع تفرانسی، در استوانه ای به قطر t و عمود به مبنای C، تشکیل می شود و مقدار انحراف نسبت به صفحات مبنای A و B و C سنجیده می شود.



موقعیت سطح نسبت به خط مبنا و صفحه مبنا:

ناحیه تفرانسی در امتداد فلش مستطیل تفرانس، روی سطح اشاره شده، بین دو صفحه موازی به فاصله t ، تشکیل می شود که صفحه اول ناحیه تفرانسی مماس بر مرتفع ترین نقطه سطح می باشد و مقدار انحراف، نسبت به صفحه مبنا A و خط مبنا B سنجیده می شود.

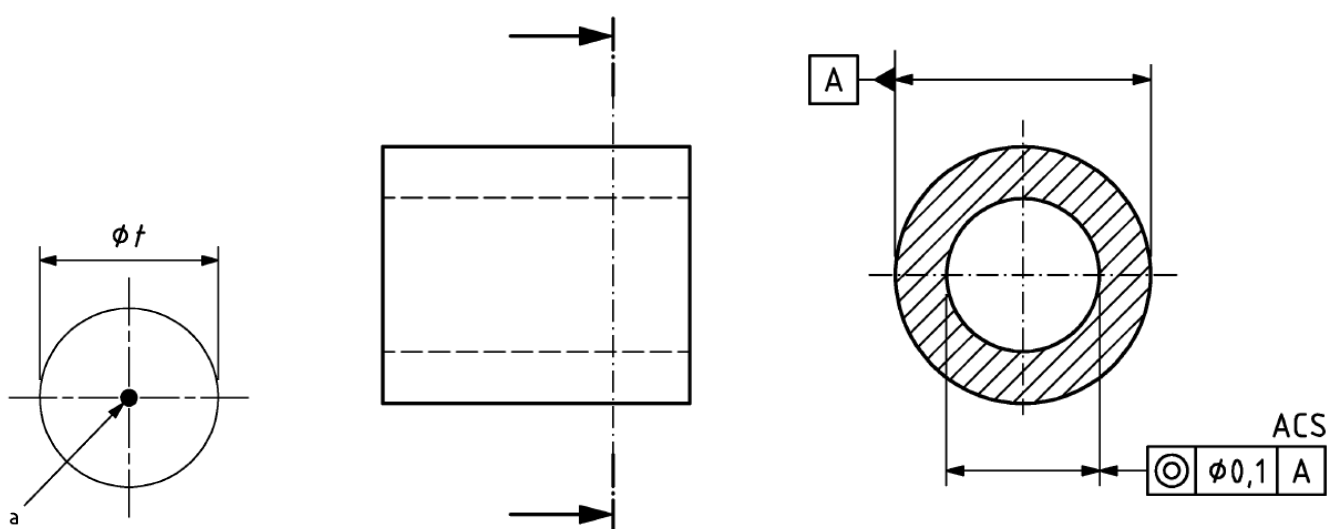


تولانس هم مرکزی و هم محوری

علامت این تولانس به صورت  می باشد. در تولانس های هم مرکزی و هم محوری ناحیه تولانسی به ترتیب دایره ای و استوانه ای بوده و مرکز ناحیه تولانسی، همان موقعیت دقیق تئوری می باشد. میزان انحراف مجاز از موقعیت دقیق تئوری در تولانس های هم مرکزی و هم محوری فقط برابر نصف مقدار تولانس است. حالت های مختلف ناحیه تولانسی در مثال های ذیل بیان شده است:

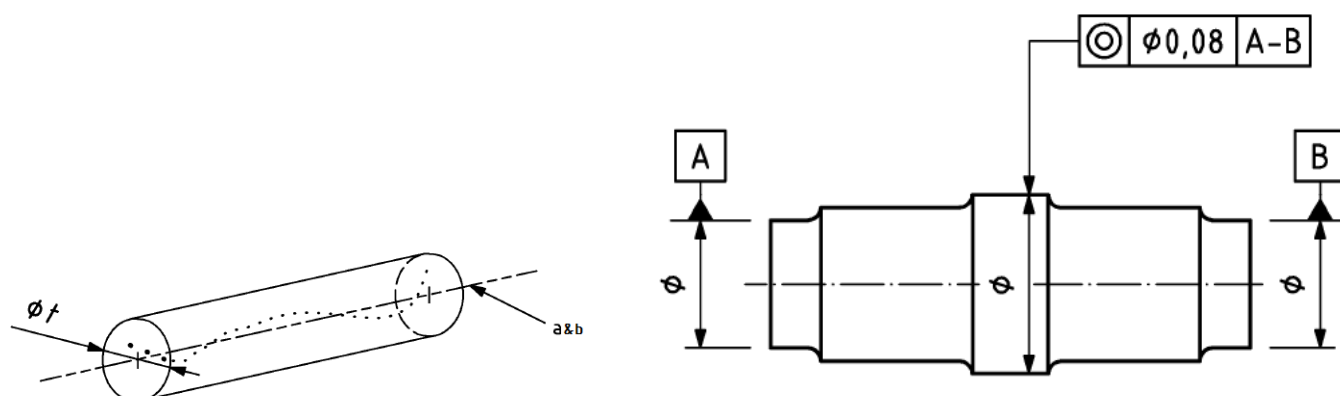
هم مرکزی:

ناحیه تولانسی، فقط در مقطع نشان داده شده، در دایره ای به قطر t تشکیل می شود و مقدار انحراف نسبت به مبنای A سنجیده می شود.

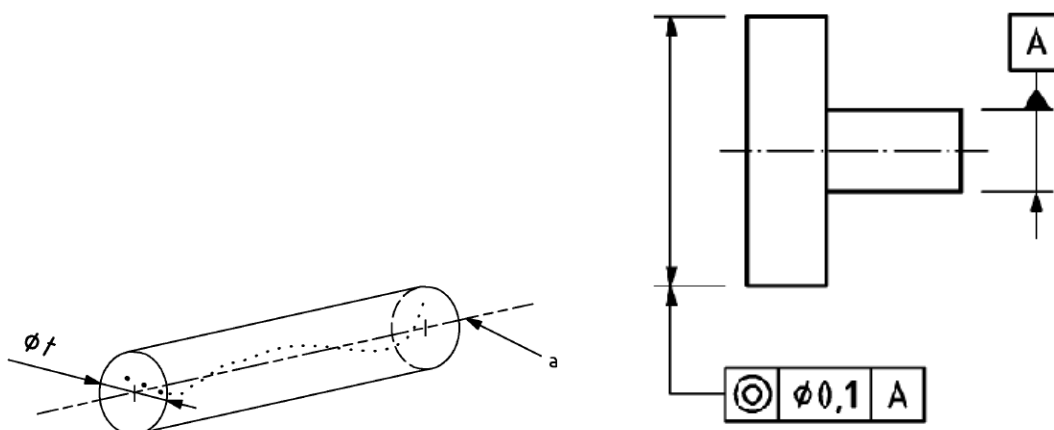


هم محوری:

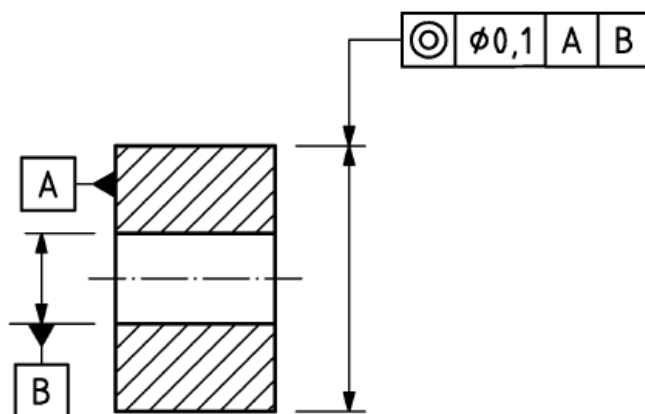
ناحیه تولانسی، در استوانه ای داخل موضع تولانسی، به قطر t و موازی با محور مشترک مبنای تشکیل می شود و مقدار انحراف نسبت به محور مشترک مبنای A و B سنجیده می شود.



ناحیه تلرانسی، در استوانه ای داخل موضع تلرانسی، به قطر t و موازی با محور مبنا تشکیل می شود و مقدار انحراف نسبت به خط مبنای A سنجیده می شود.



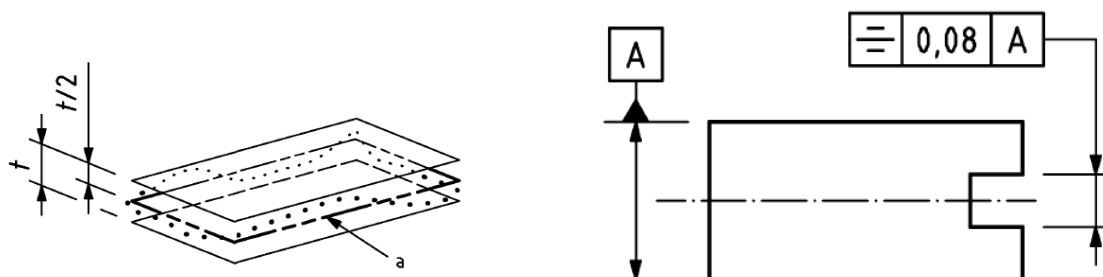
ناحیه تلرانسی، در استوانه ای داخل موضع تلرانسی، به قطر t و عمود به مبنای A تشکیل می شود و مقدار انحراف نسبت به صفحه مبنای A و خط مبنای B سنجیده می شود. باید دقت شود که ناحیه تلرانسی نسبت به مبنای A مفهوم تعامد را می رساند.



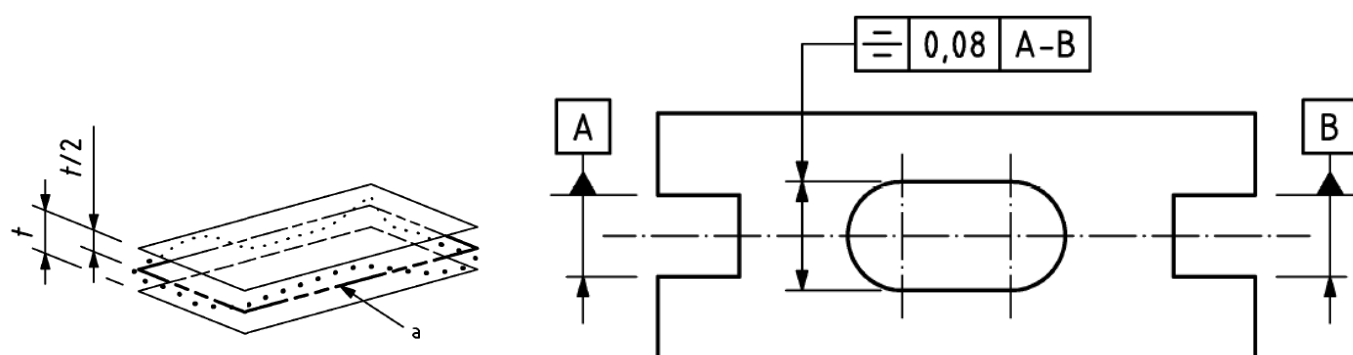
تولرانس تقارن

علامت این تولرانس به صورت $\equiv$ می باشد. در تقارن، ناحیه تلرانس با توجه به موقعیت دقیق تئوری به طور متقارن ایجاد شده است. بنابراین میزان انحراف مجاز از موقعیت دقیق تئوری، فقط برابر نصف مقدار تولرانس می باشد.

ناحیه تلرانسی در امتداد فلش مستطیل تولرانس، بین دو صفحه موازی به فاصله t و موازی با صفحه مبنای A، در وسط موضع تلرانسی، تشکیل می شود. و مقدار انحراف، نسبت به صفحه مبنای A سنجیده می شود.



ناحیه تفرانسی در امتداد فلش مستطیل تفرانس، بین دو صفحه موازی به فاصله t و موازی با صفحه مشترک مبنایها، در وسط موضع تفرانسی، تشکیل می شود. و مقدار انحراف، نسبت به صفحه مشترک مبنای A و B سنجیده می شود.

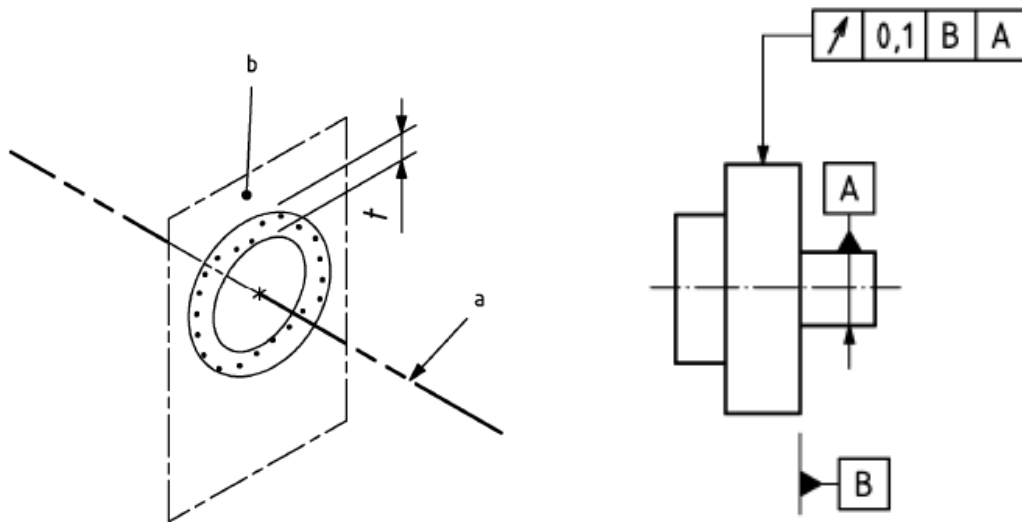


تفرانس لنگی دایره ای (موضعی)

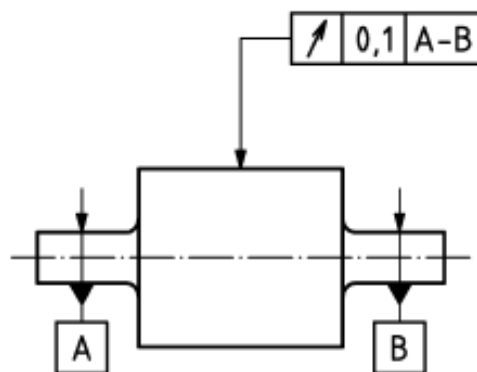
علامت این تفرانس به صورت  می باشد. اگر راستای فلش مستطیل تفرانس در جهت محور مبنای باشد به آن لنگی دایره ای محوری (پیشانی) گفته می شود و اگر راستای فلش مستطیل تفرانس در جهت عمود بر محور مبنای باشد به آن لنگی دایره ای شعاعی گفته می شود.

نمایش و ناحیه تفرانسی در لنگی شعاعی:

ناحیه تفرانسی، روی سطح اشاره شده، بین دو دایره هم مرکز به اندازه شعاعی t تشکیل می شود که مرکز هر دو دایره روی محور مبنای قرار دارد و اندازه دایره بزرگتر، دورترین شعاع از محور مبنای تا المان سطح می باشد و مقدار انحراف نسبت به خط مبنای A و صفحه مبنای B سنجیده می شود.

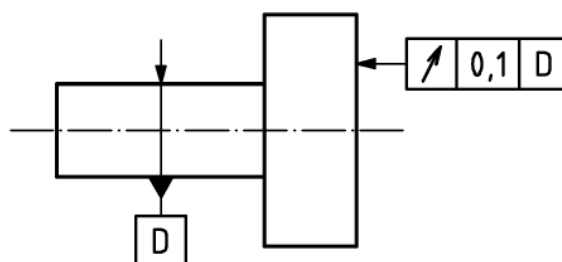
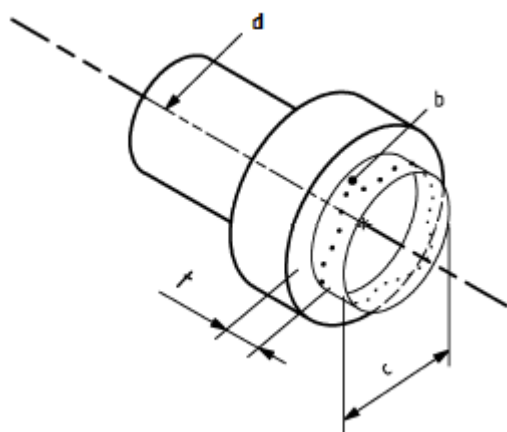


ناحیه تلرانسی، روی سطح اشاره شده، بین دو دایره هم مرکز به اندازه شعاعی t تشکیل می شود که مرکز هر دو دایره روی محور مبنا قرار دارد و اندازه دایره بزرگتر، دورترین شعاع از محور مبنا تا المان سطح می باشد و مقدار انحراف نسبت به محور مشترک مبنای A و B سنجیده می شود.

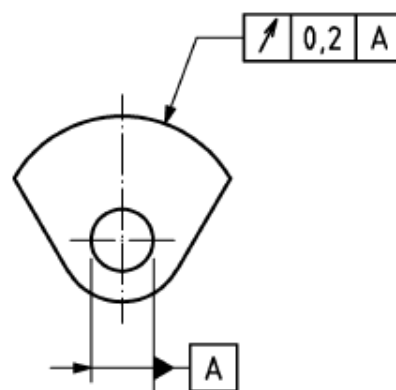
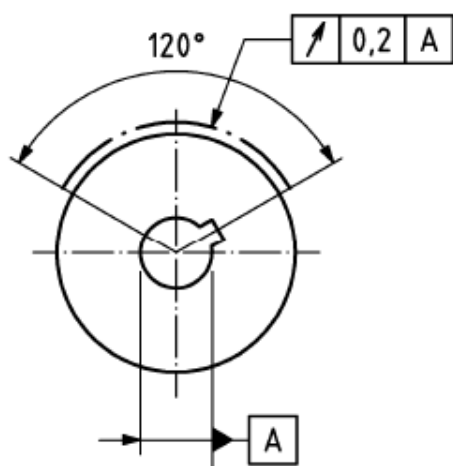


نمایش و ناحیه تلرانسی در لنگی محوری:

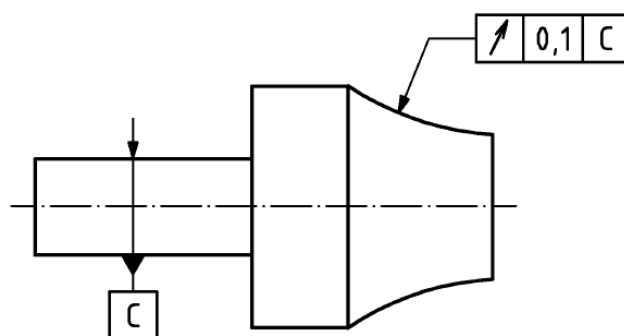
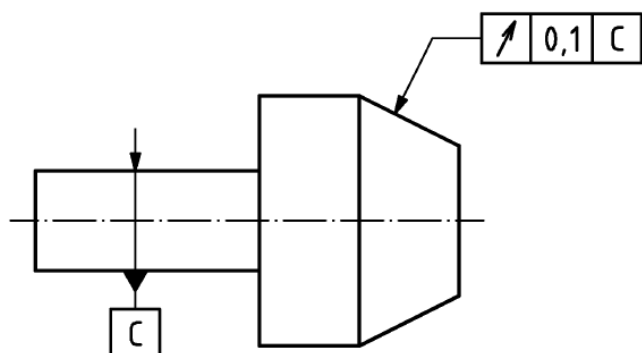
ناحیه تلرانسی، روی سطح اشاره شده، در امتداد فلش مستطیل تلرانس، بین دو صفحه موازی به فاصله t و عمود بر محور مبنا، که صفحه اول ناحیه تلرانسی مماس بر مرتفع ترین نقطه سطح می باشد، تشکیل می شود و مقدار انحراف، نسبت به خط مبنای D سنجیده می شود.

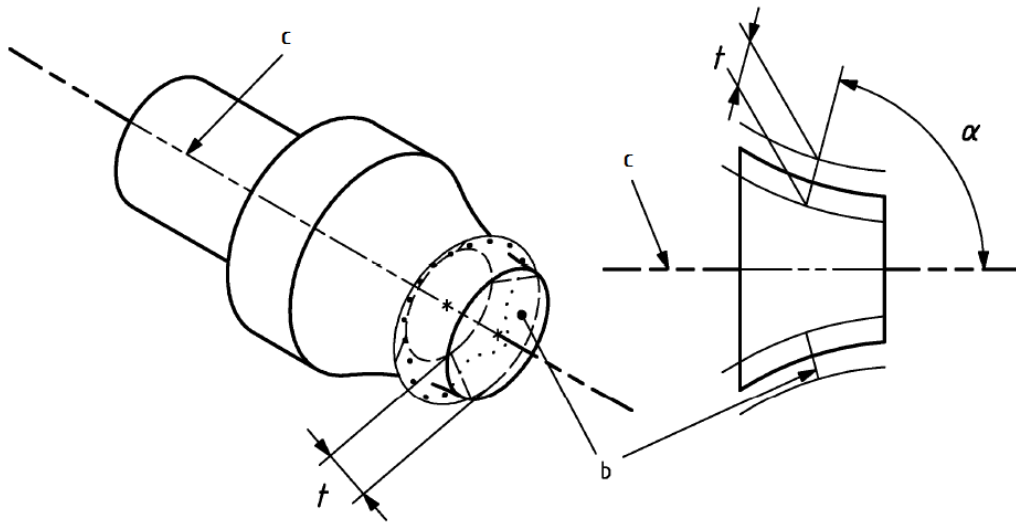
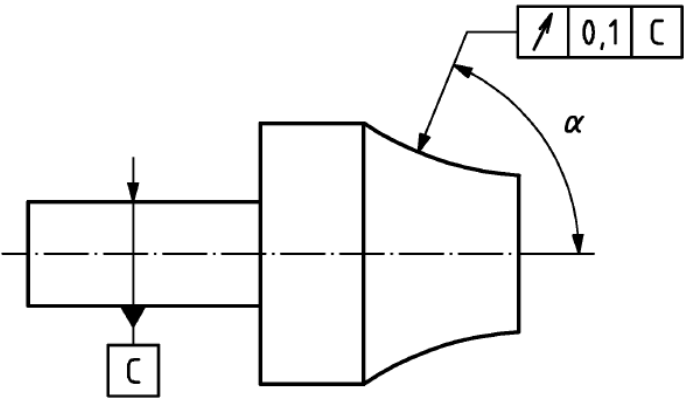
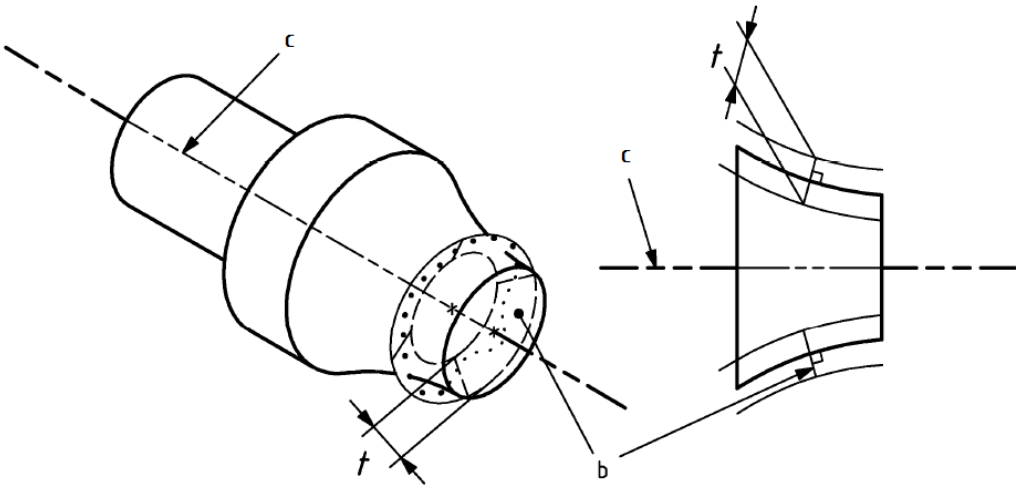


نمایش تفرانس لنگی شعاعی فقط در یک قسمت از دور:



نمایش و ناحیه تفرانسی لنگی موضعی، در یک جهت مشخص:



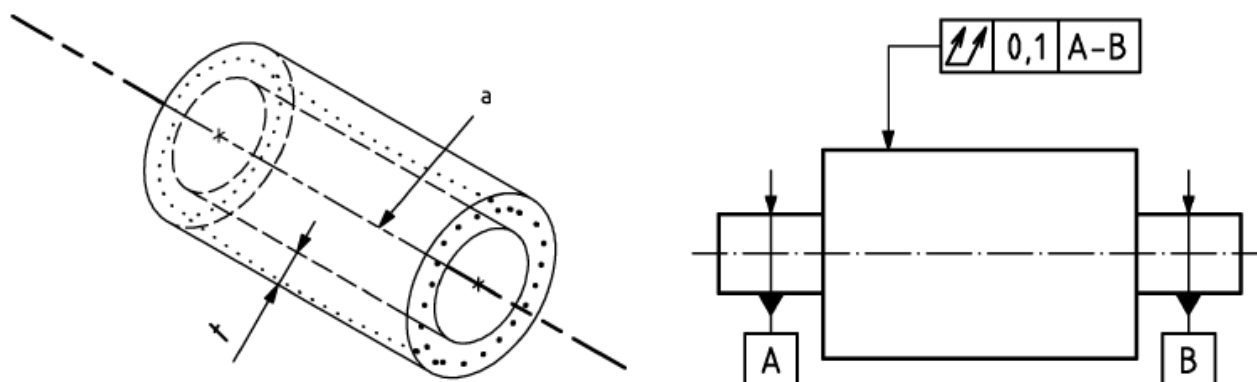


تولرانس لنگی کل

علامت این تولرانس به صورت  می باشد. اگر راستای فلش مستطیل تولرانس در جهت محور مبنا باشد به آن لنگی کل محوری (پیشانی) گفته می شود و اگر راستای فلش مستطیل تولرانس در جهت عمود بر محور مبنا باشد به آن لنگی کل شعاعی گفته می شود.

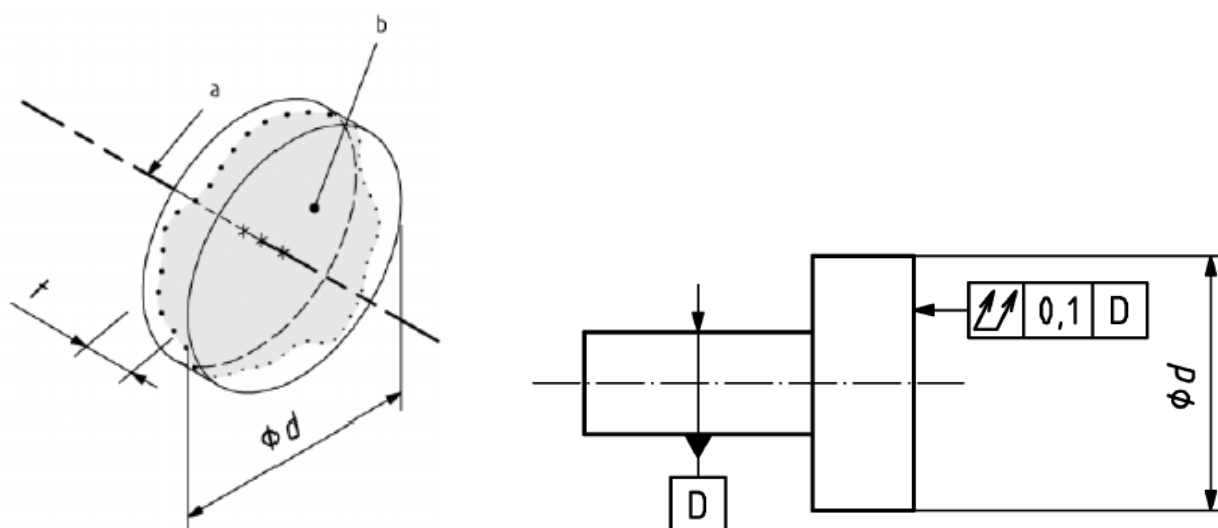
نمایش و ناحیه تولرانسی در لنگی شعاعی کل:

ناحیه تولرانسی، روی سطح اشاره شده، بین دو استوانه هم مرکز به اندازه شعاعی t تشکیل می شود که مرکز هر دو استوانه روی محور مشترک مبناها قرار دارد و اندازه استوانه بزرگتر، دورترین شعاع از محور مبنا تا المان سطح می باشد و مقدار انحراف نسبت به محور مشترک مبنای A و B سنجیده می شود.



نمایش و ناحیه تولرانسی در لنگی محوری کل:

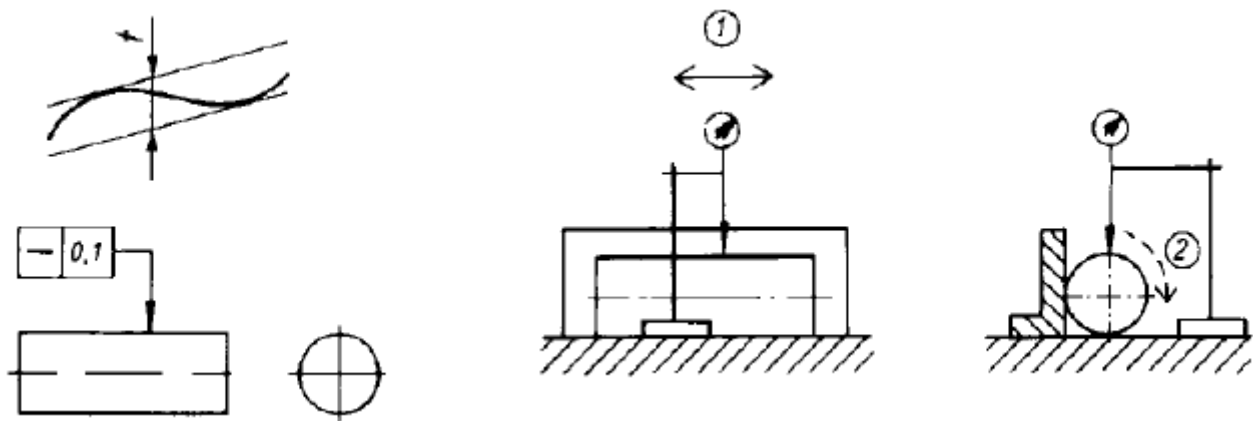
ناحیه تولرانسی، روی سطح اشاره شده، در امتداد فلش مستطیل تولرانس، بین دو صفحه موازی به فاصله t و عمود بر محور مبنا که صفحه اول ناحیه تولرانسی مماس بر مرتفع ترین نقطه سطح می باشد، تشکیل می شود. و مقدار انحراف، نسبت به خط مبنای D سنجیده می شود.



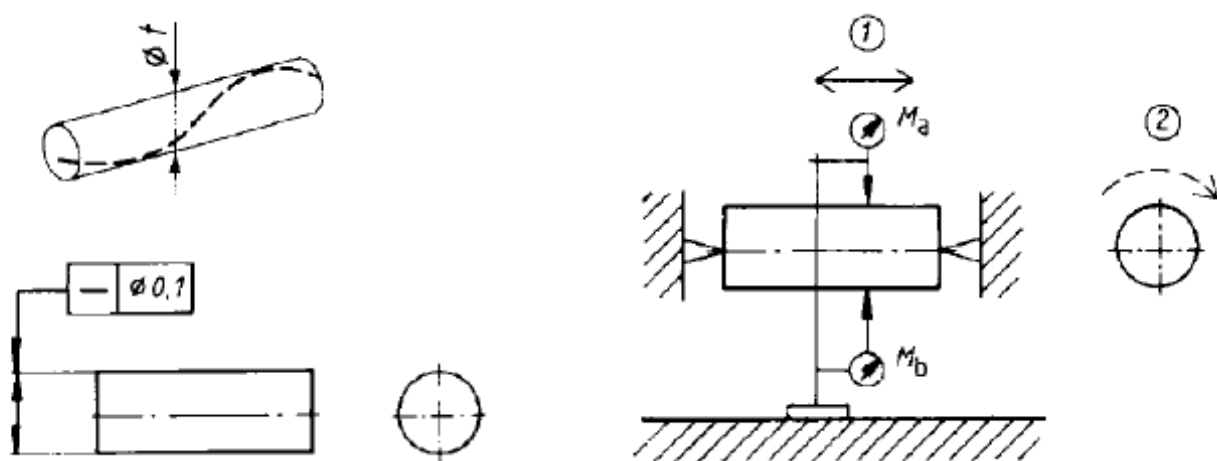
کنترل تفرانس های هندسی

کنترل مستقیم

امتداد طولی در تعداد مورد نیاز از نقاط اندازه گیری، مورد بررسی قرار می گیرد. نتایج اندازه گیری در یک دیاگرام ثبت می شود و انحراف از مستقیم بودن امتداد طولی ارزیابی می شود.

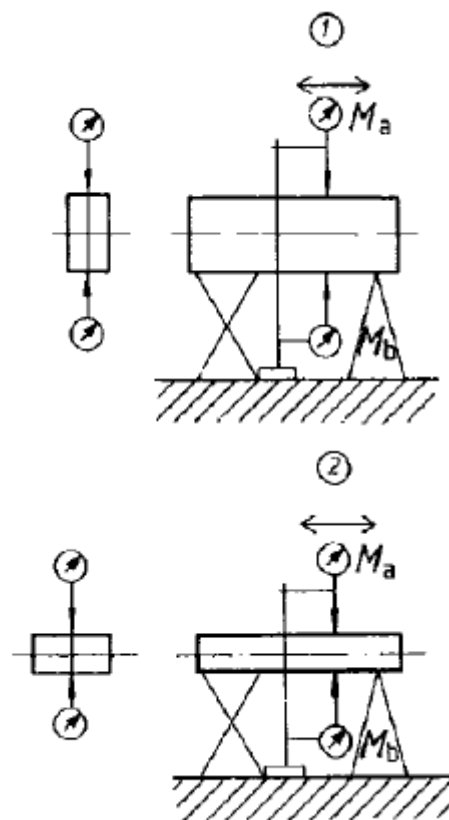
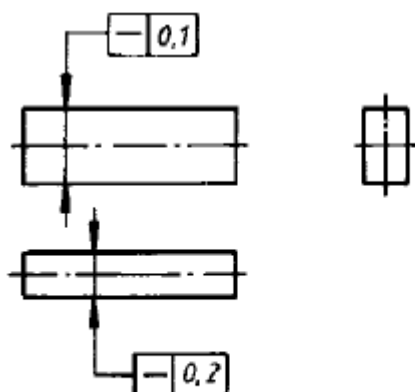
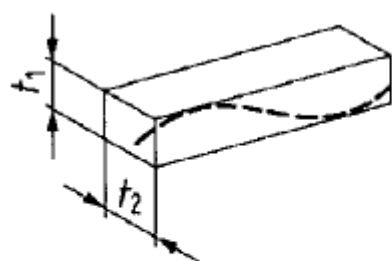


قطعه کار بین دو مرغک هم محور سوار می شود. اندازه گیری در دو امتداد روبروی همدیگر روی قطعه انجام می شود. نصف تفاضل مقادیر خوانده شده از دو ساعت اندازه گیری یعنی: $\frac{M_a - M_b}{2}$ برای هر نقطه در یک نمودار ثبت شده و مورد بررسی قرار می گیرد. به تعداد مورد نیاز روی امتدادهای مختلف اندازه گیری انجام شده و بیشترین انحراف از مستقیم بودن، به عنوان عدم مستقیم بودن محور قطعه کار ثبت می شود.

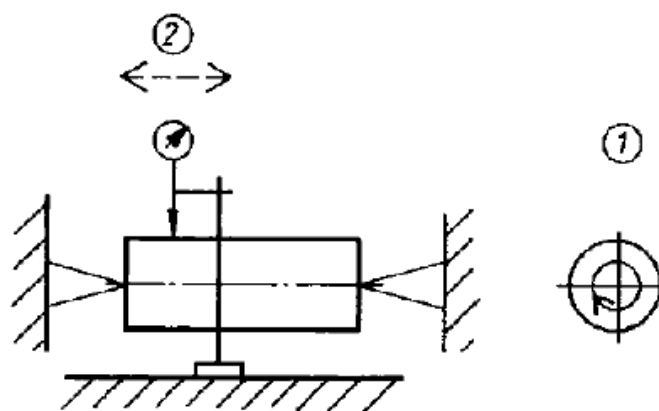
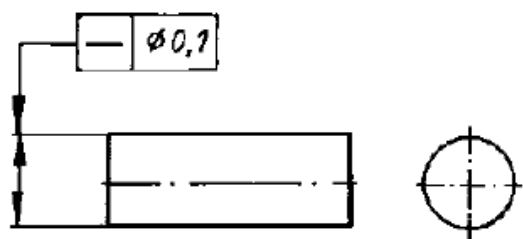
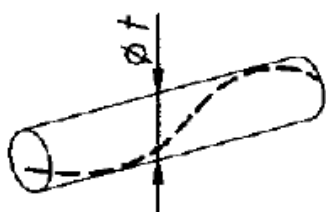


دو نقطه از قطعه کار، به کمک پایه های ثابت و قابل تنظیم روی دو امتداد طولی در بیشترین فاصله ممکن از همدیگر به فاصله مساوی از صفحه اندازه گیری، با یکدیگر همراستا می شوند. نصف تفاضل مقادیر خوانده شده از دو ساعت اندازه گیری یعنی: $\frac{M_a - M_b}{2}$ برای هر نقطه

در یک نمودار ثبت شده و مورد بررسی قرار می گیرد. به تعداد مورد نیاز روی امتدادهای مختلف اندازه گیری انجام شده و بیشترین انحراف از مستقیم بودن، به عنوان عدم مستقیم بودن محور قطعه کار ثبت می شود.

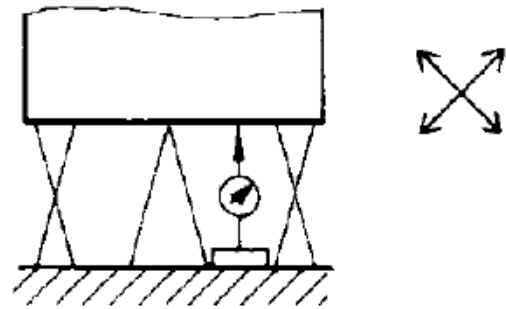
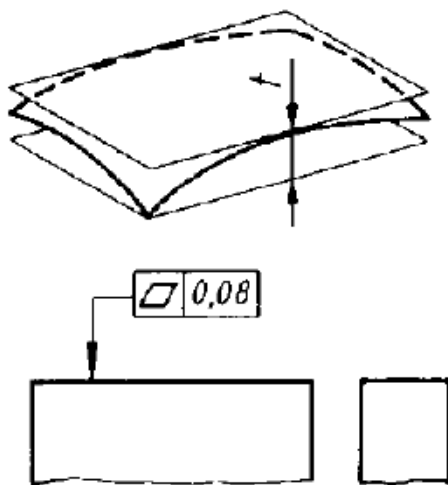


قطعه کار بین دو مرغک هم محور سوار می شود. اندازه گیری روی چند مقطع روی سطح قطعه انجام می شود. نصف تفاضل بین حداقل و حداکثر اندازه گیری شده در یک دور چرخش قطعه، در یک دیاگرام قطبی ثبت شده و مورد بررسی قرار می گیرد. به تعداد مورد نیاز روی مقطع های مختلف اندازه گیری انجام شده و بیشترین انحراف از مستقیم بودن، به عنوان عدم مستقیم بودن محور قطعه کار ثبت می شود.

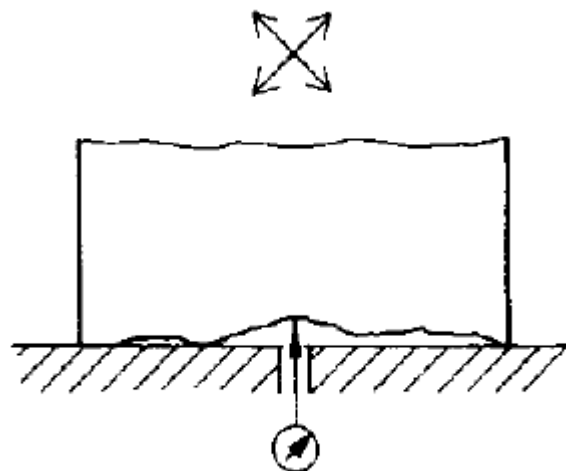


کنترل تختی

قطعه مورد اندازه گیری روی سه تکیه گاه قرار می گیرد که دو تکیه گاه قابل تنظیم و یک تکیه گاه ثابت است. سه نقطه روی سطح در بیشترین فاصله ممکن از همدیگر در فواصل مساوی نسبت به صفحه اندازه گیری قرار می گیرند. سطح در تعداد نقاط مورد نیاز اندازه گیری می شود و تفاوت بین بیشترین و کمترین مقادیر خوانده شده در یک دیاگرام جهت ارزیابی ثبت می گردد. اندازه گیری توسط اتوکالیماتور نیز بر اساس همین روش انجام می گیرد.

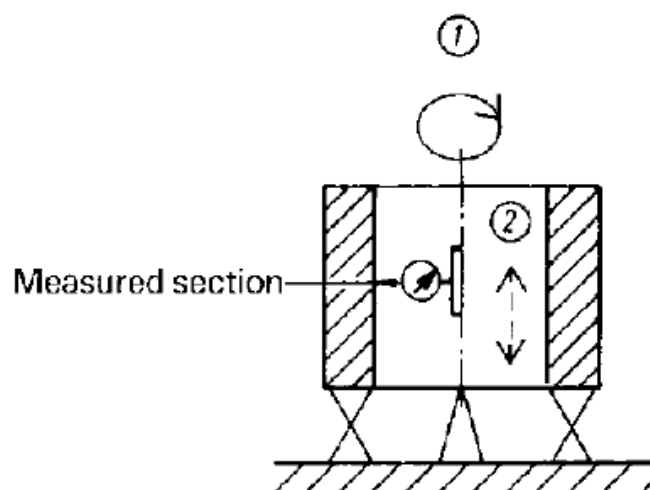
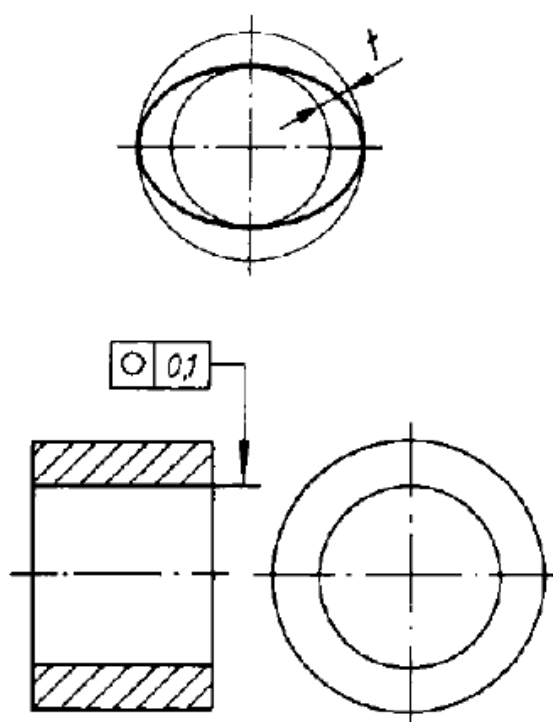
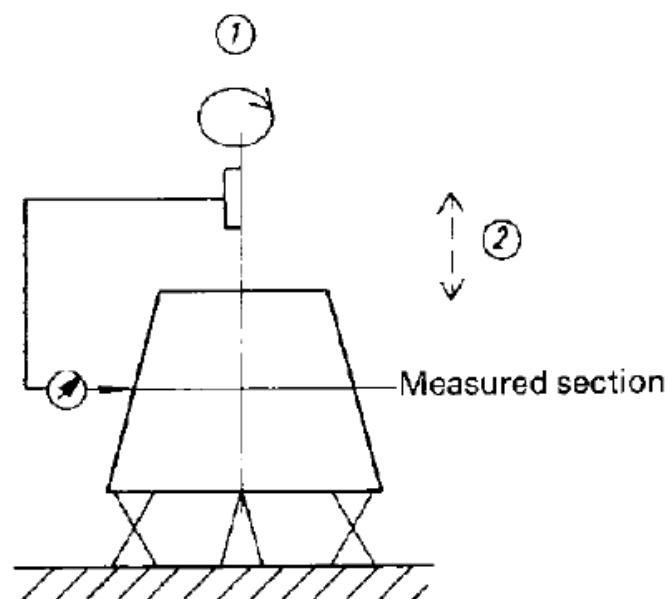
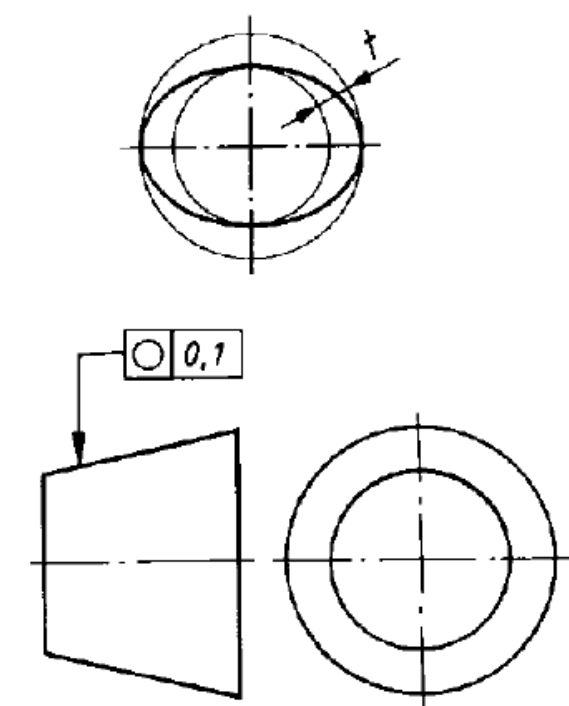


قطعه مورد اندازه گیری روی یک صفحه صافی به صورت ثابت قرار می گیرد. ابعاد صفحه صافی باید به گونه ای باشد که تمام سطح قطعه مورد اندازه گیری روی آن قرار گیرد و در این حالت اندازه گیری انجام می شود. بیشترین اختلاف بین مقادیر حداقل و حداکثر به عنوان عدم تخت بودن در نظر گرفته می شود. این روش اندازه گیری برای قطعات با سطح محدب مناسب نمی باشد.

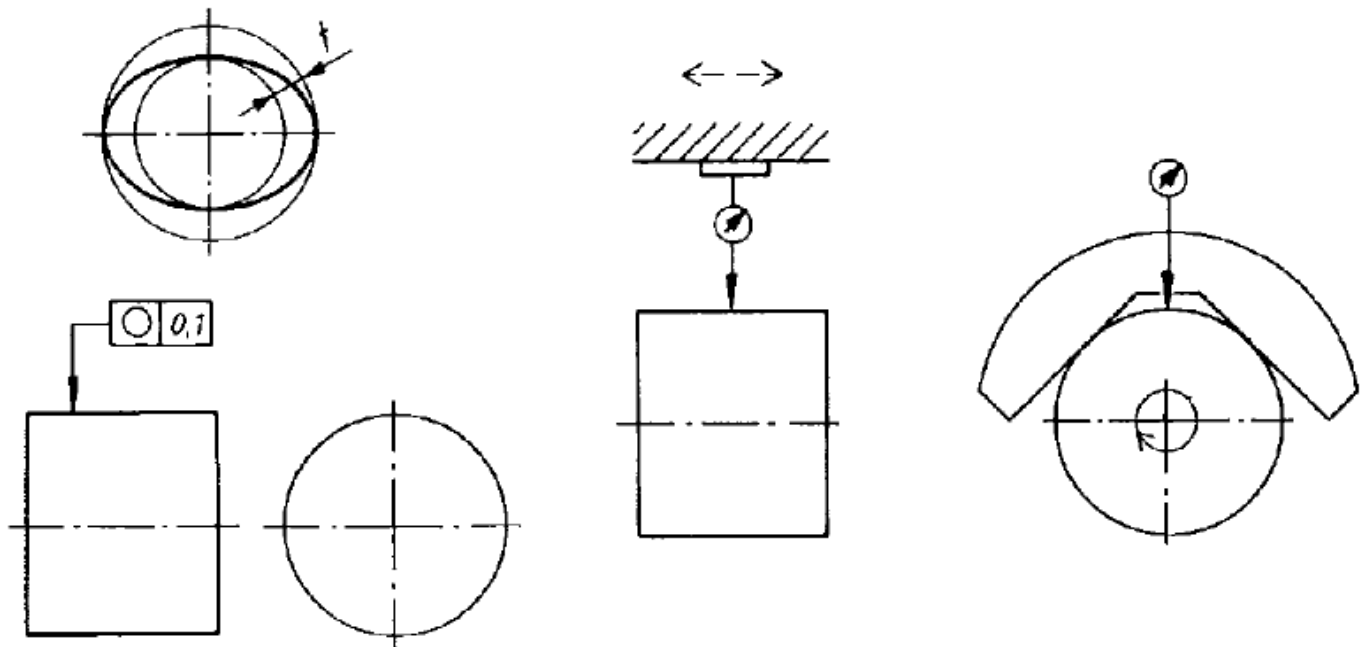


کنترل دایره ای

محور قطعه کار باید عمود بر جهت اندازه گیری باشد. استوانه مورد نظر باید در یک مقطع شعاعی و در یک دور چرخش کامل قطعه، اندازه گیری شود. اندازه گیری باید در تعداد مقاطع مورد نیاز تکرار شود. نصف بیشترین اختلاف بین مقادیر حداقل و حداکثر خوانده شده در مقطعی که این عدد دارای بیشترین مقدار است، به عنوان عدم گردی قطعه کار در نظر گرفته می شود.

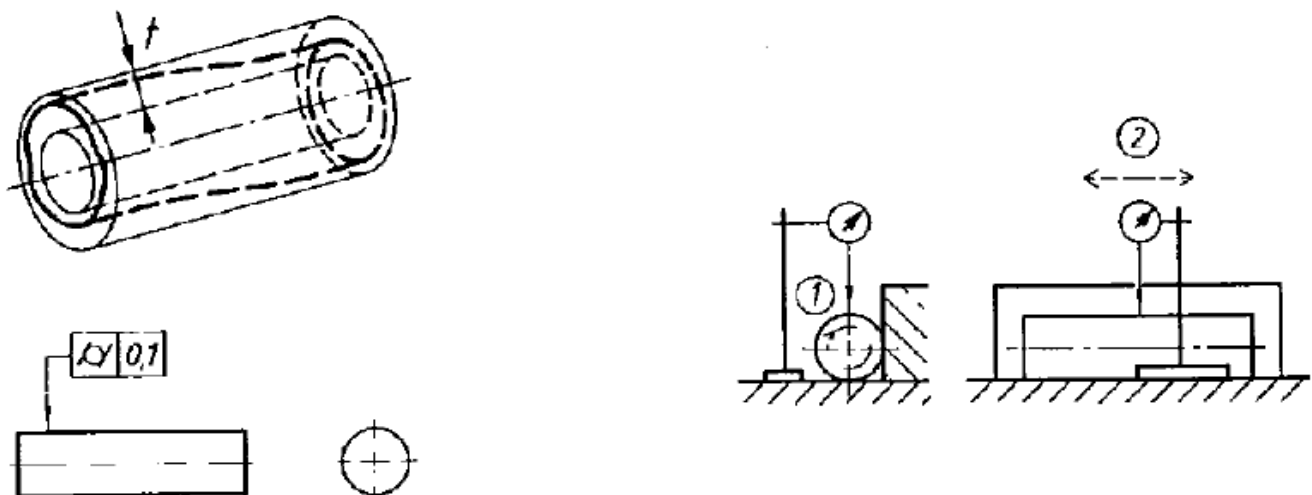


محور قطعه مورد اندازه گیری باید عمود بر جهت اندازه گیری بوده و از نظر محوری کاملاً ثابت باشد. عمل اندازه گیری در تعداد مورد نیاز از مقاطع استوانه انجام می گیرد. نصف بیشترین اختلاف بین مقادیر حداقل و حداکثر خوانده شده در مقاطع مختلف محاسبه شده و در مقطعی که این عدد بیشترین مقدار را داشته باشد به عنوان انحراف از دایره ای بودن، در نظر گرفته می شود. اندازه گیری باید در دو وسیله اندازه گیری مختلف با زوایای ۹۰ و ۱۲۰ درجه انجام گیرد، به این ترتیب سه پهن بودن قطعه نیز کنترل خواهد شد.

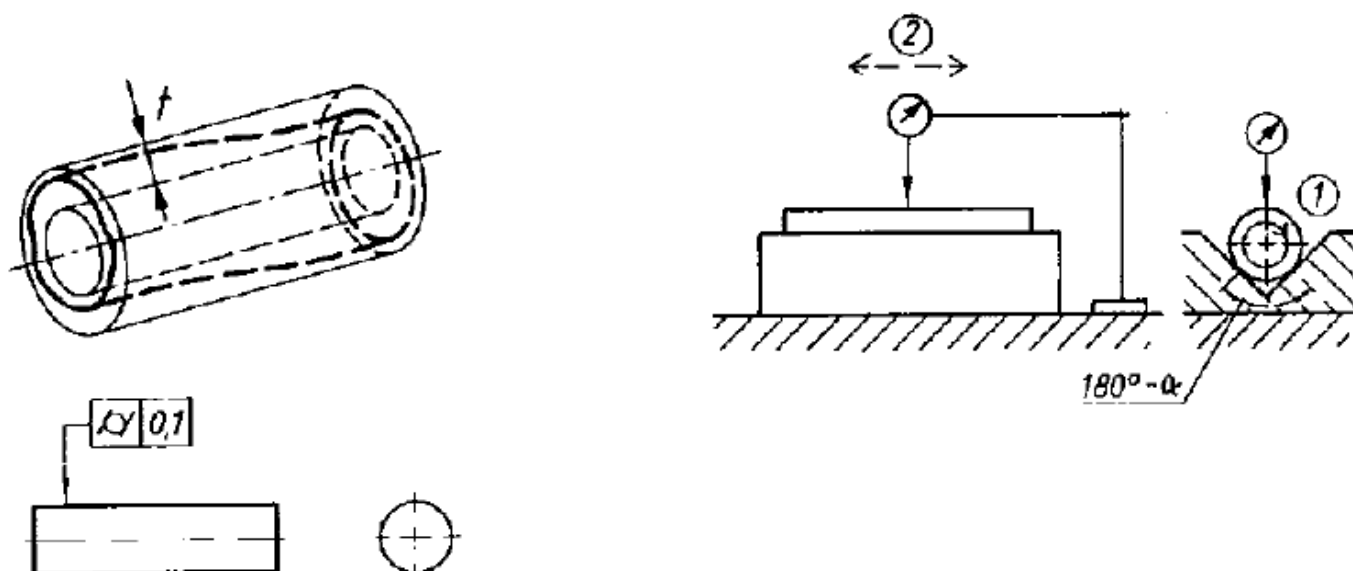


کنترل استوانه ای

سطح استوانه مورد نظر باید در یک مقطع شعاعی و در یک دور چرخش کامل قطعه، اندازه گیری شود. اندازه گیری باید در تعداد مقاطع مورد نیاز تکرار شود. نصف بیشترین اختلاف بین مقادیر حداقل و حداکثر خوانده شده روی تمام سطوح استوانه باید به عنوان مقدار عدم استوانه ای بودن در نظر گرفته شود. در این حالت لزومی برای کنترل سه پهن بودن نیست.



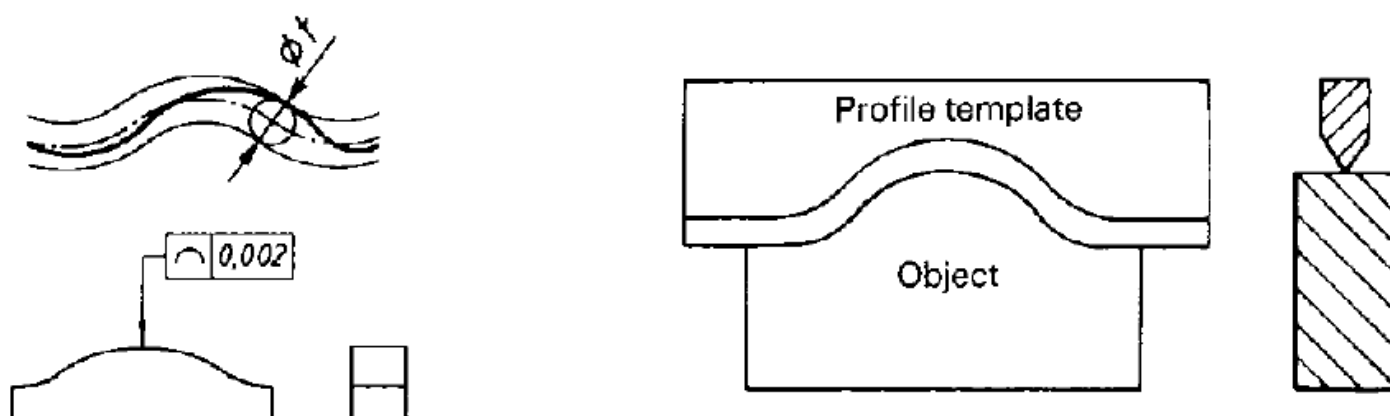
سطح استوانه باید در یک مقطع شعاعی و در حین یک دور چرخش کامل قطعه اندازه گیری شود. اندازه گیری باید در تعداد مقاطع مورد نیاز تکرار شود. بیشترین اختلاف بین مقادیر حداقل و حداکثر خوانده شده روی تمام سطح استوانه باید به عنوان مقدار عدم استوانه ای بودن در نظر گرفته شود. اندازه گیری باید بوسیله دو بلوک V شکل با زوایای ۹۰ و ۱۲۰ درجه انجام گیرد، به این ترتیب سه پهن بودن قطعه نیز کنترل خواهد شد.

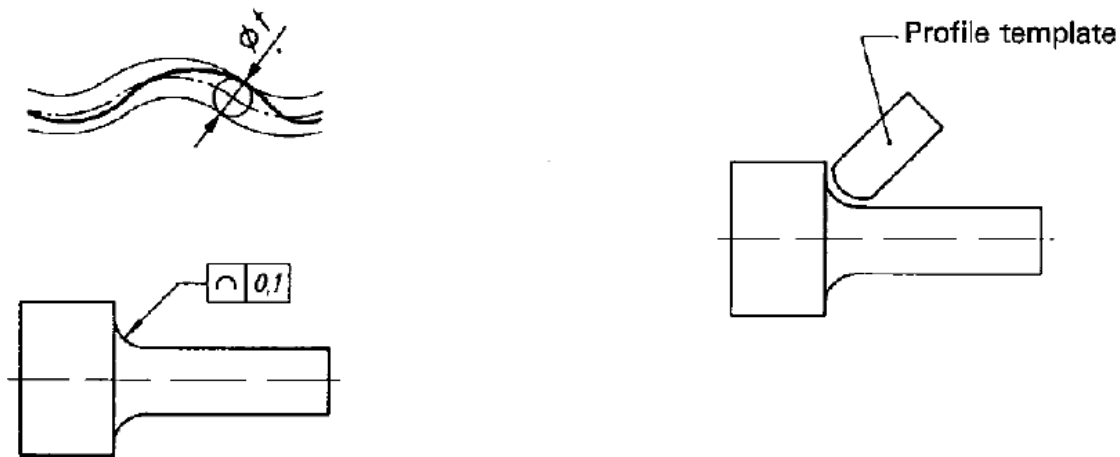


کنترل پروفیل خط

ابعاد شابلون کنترل مربوط به طرف برو (GO): نصف مقدار تولرانس + پروفیل دقیق ایده آل

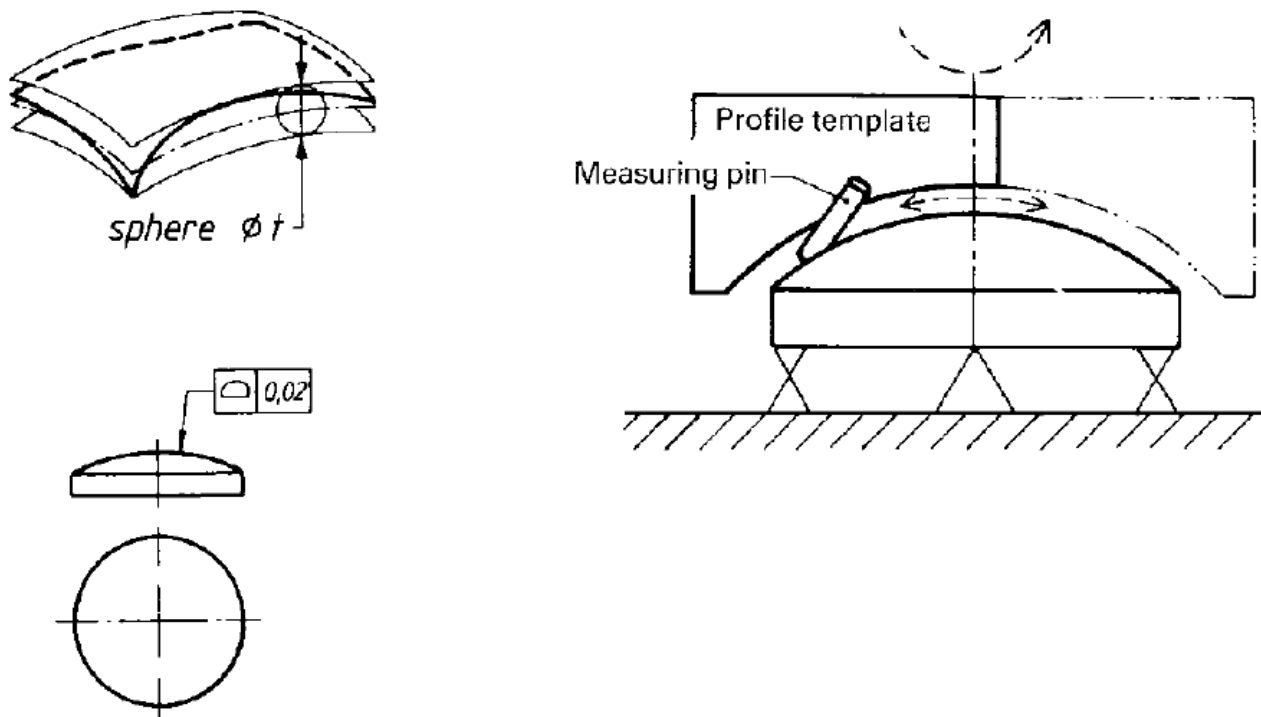
شابلون پروفیل روی سطح قرار می گیرد. فاصله بین شابلون و سطح قطعه کار توسط فیلر اندازه گیری شده و مقدار آن نباید بیشتر از عدد ذکر شده در مستطیل مشخصه تولرانس باشد. اندازه گیری باید در تعداد مقاطع مورد نیاز تکرار شود. بزرگترین فاصله اندازه گیری شده، به عنوان میزان انحراف فرم قطع کار در نظر گرفته می شود. میزان انحراف همیشه بزرگتر یا مساوی مقدار انحرافی است که در کنترل قطعه بر اساس تعریف تولرانس بدست می آید.





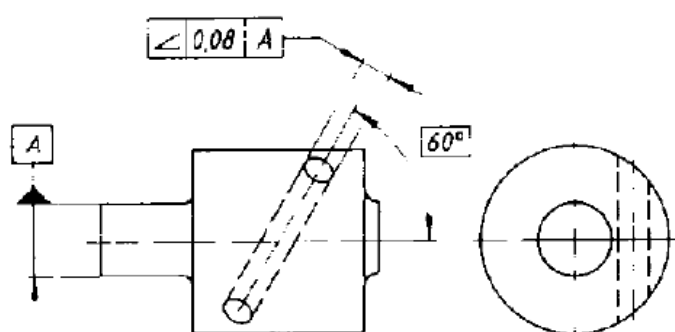
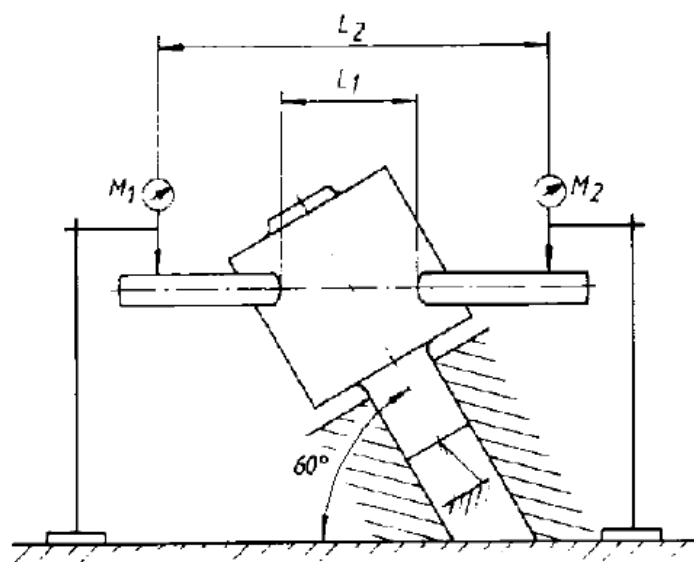
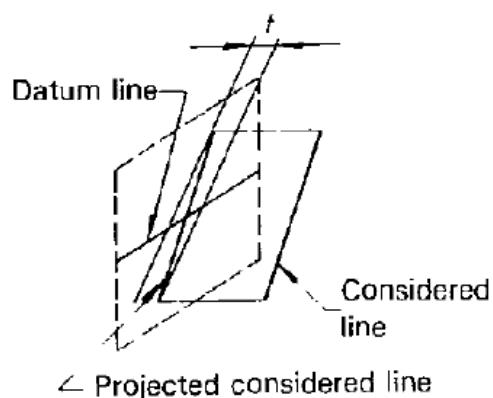
کنترل پروفیل سطح

سطح باید به صورت پیوسته و یا در تعداد مورد نیاز نقاط، بوسیله شابلون و بین اندازه گیری، کنترل شود. بیشترین اختلاف بین مقادیر حداکثر و حداقل خوانده شده، میزان انحراف پروفیل سطحی قطعه کار را مشخص می کند.

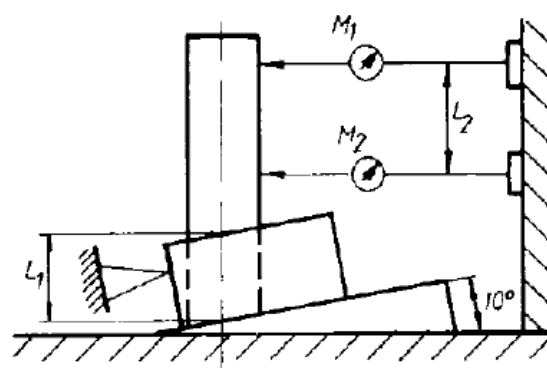
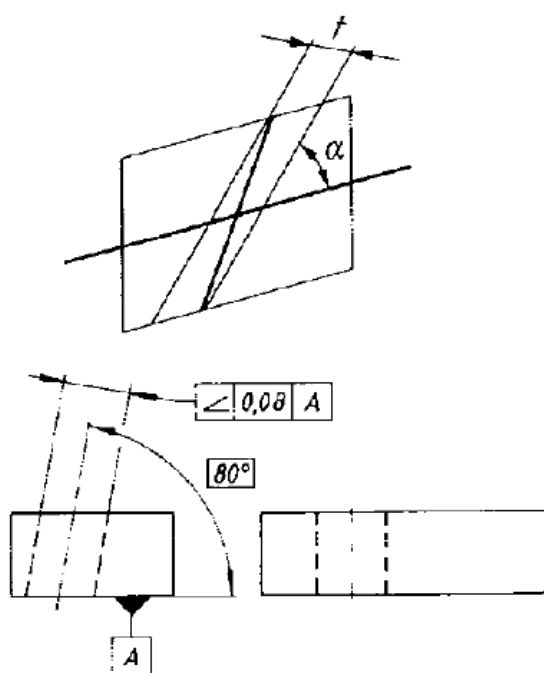


کنترل زاویه ای

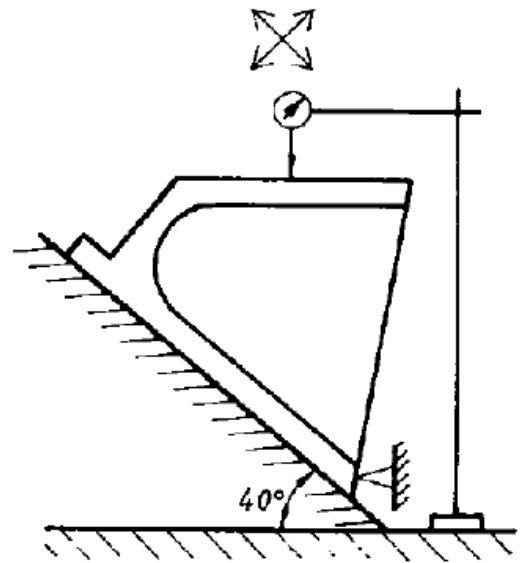
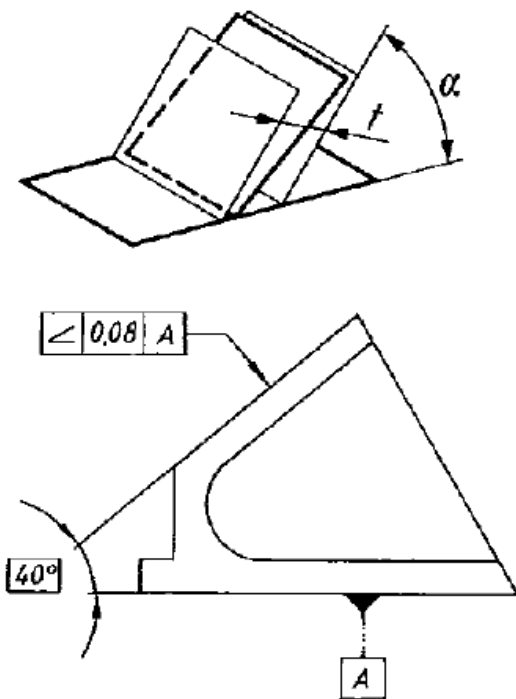
یک شافت ماندربل با لقی نزدیک به صفر، از داخل سوراخ تفرانس گذاری شده عبور داده می شود و مبنای قطعه کار نیز با لقی نزدیک به صفر، در داخل استوانه راهنما قرار می گیرد. قطعه مورد نظر با چرخاندن حول محور شافت باید در راستایی قرار بگیرد که فاصله $|M_1 - M_2|$ مینیمم گردد. زاویه دار بودن از رابطه $\frac{|M_1 - M_2| \cdot L_1}{L_2}$ بدست می آید، که $|M_1 - M_2|$ تفاوت بین حداقل و حداکثر مقادیر خوانده شده می باشد.



یک شافت ماندول با لقی نزدیک به صفر از داخل سوراخ گذاری شده عبور داده می شود و مبنای قطعه کار نیز روی صفحه زاویه دار با زاویه $90-\alpha$ قرار می گیرد. قطعه مورد نظر با چرخاندن حول محور شافت بر روی صفحه زاویه دار، باید در راستایی قرار بگیرد که فاصله $|M_1 - M_2|$ مینیمم گردد. زاویه دار بودن از رابطه $\frac{|M_1 - M_2| \cdot L_1}{L_2}$ بدست می آید، که تفاوت بین حداقل و حداکثر مقادیر خوانده شده می باشد.

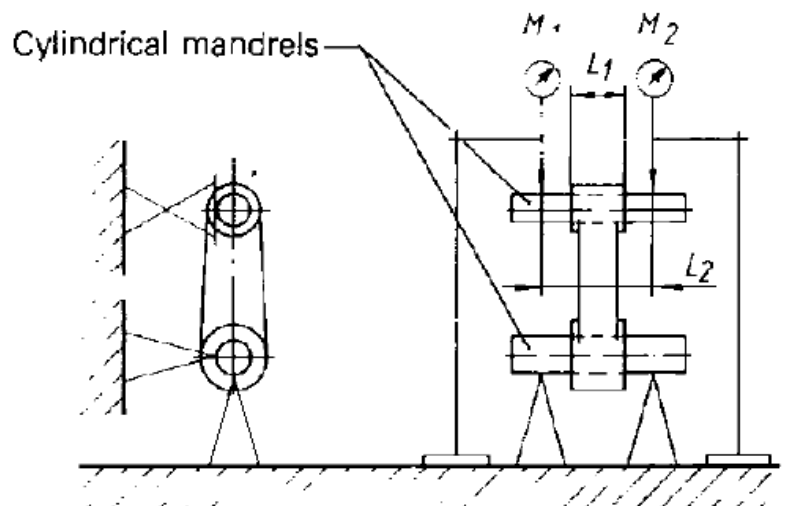
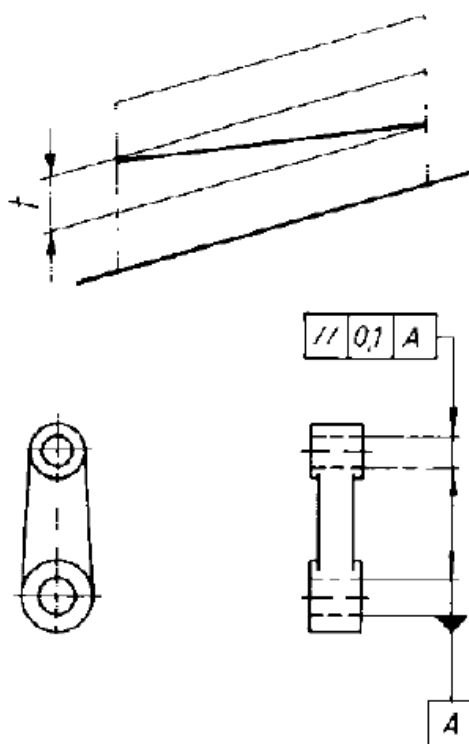


قطعه مورد نظر باید از طرف سطح A روی صفحه زاویه دار قرار گیرد و سطح تفرانس گذاری شده باید در تعداد نقاط مورد نیاز اندازه گذاری شود. بیشترین تفاوت بین مقادیر حداقل و حداکثر خوانده شده به عنوان انحراف زاویه ای در نظر گرفته می شود.

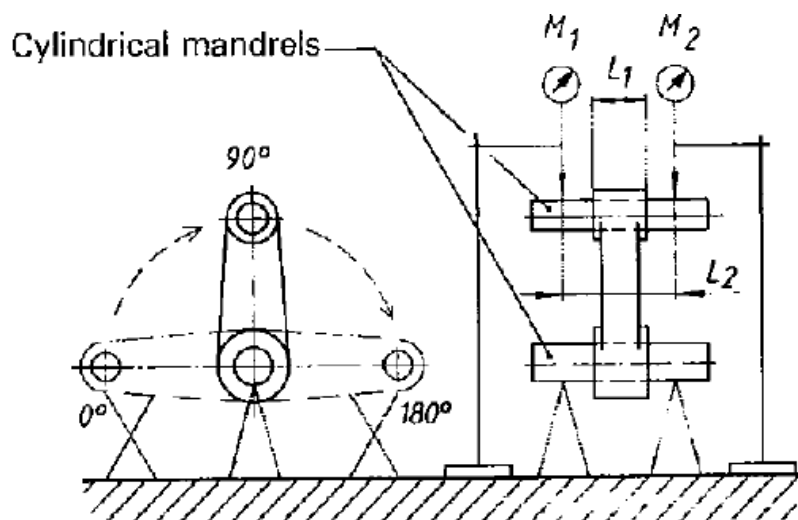
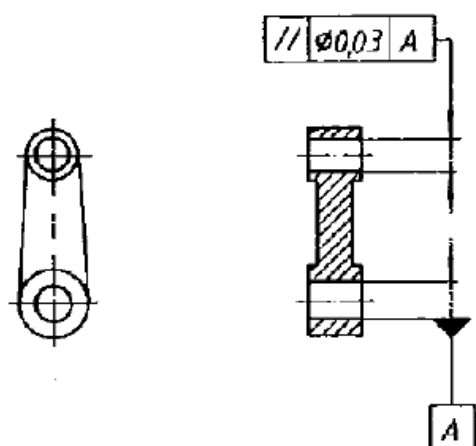
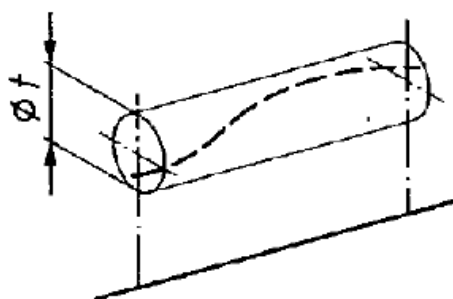


کنترل توازی

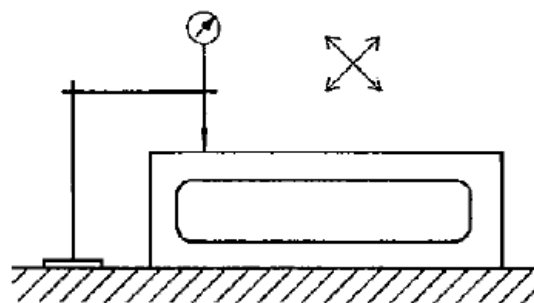
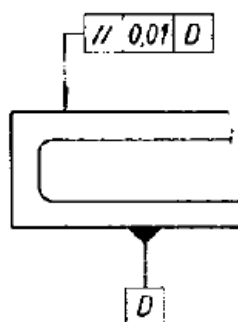
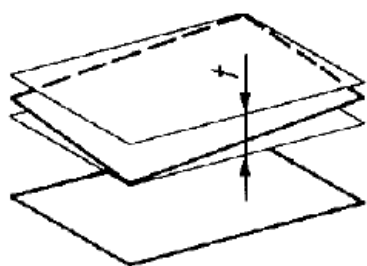
قطعه مورد نظر توسط ماندرل بر روی تکیه گاه موقعیت دهی می شود و عدم توازی از این رابطه بدست می آید: $\frac{|M_1 - M_2| \cdot L_1}{L_2}$ که $|M_1 - M_2|$ تفاوت بین حداقل و حداکثر مقادیر خوانده شده می باشد.



توازی از ۰ تا ۱۸۰ درجه به تعداد نقاط مورد نیاز اندازه گیری می شود. انحراف از توازی از این رابطه بدست می آید: $\frac{|M_1 - M_2| \cdot L_1}{L_2}$ و $|M_1 - M_2|$ تفاوت بین حداقل و حداکثر مقادیر خوانده شده می باشد. اگر تفاوت میان مقادیر حداقل و حداکثر خوانده شده برای این نقاط ۰/۷ تفرانس باشد، نقاط اندازه گیری به محدوده اندازه گیری از ۰ تا ۹۰ درجه کاهش می یابد.

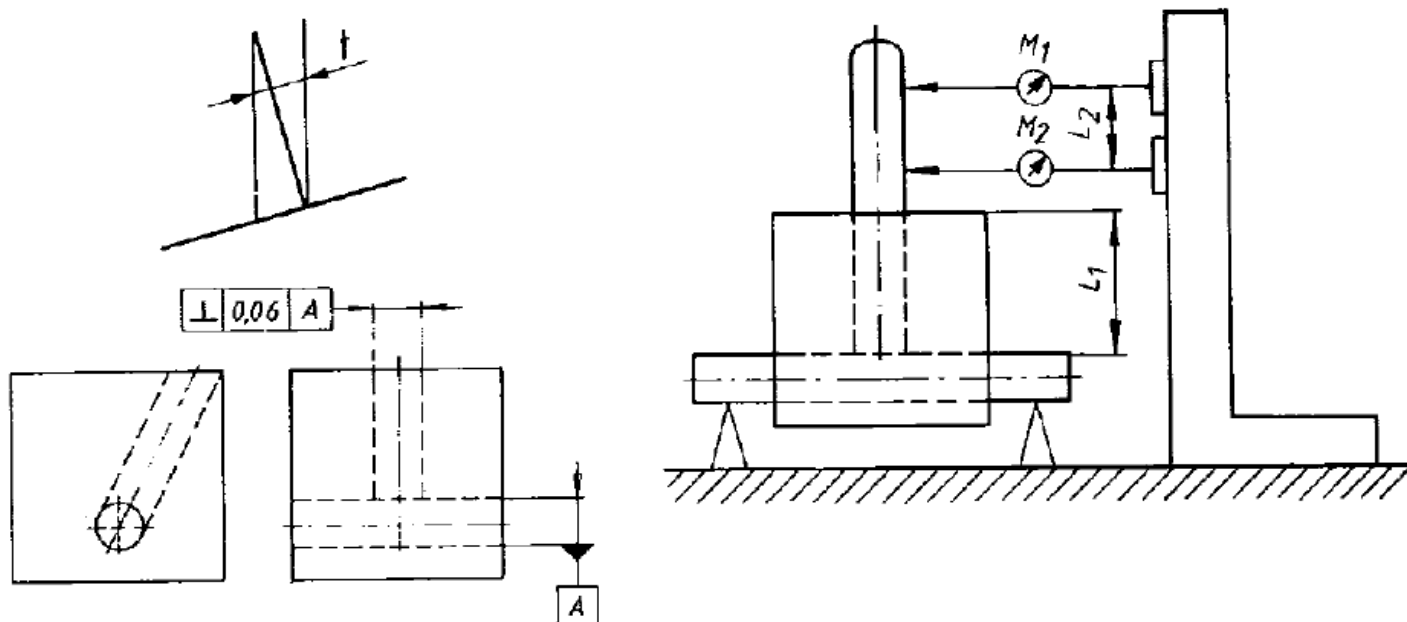


سطح مورد نظر باید به تعداد نقاط مورد نیاز اندازه گیری شود. تفاوت بین مقادیر حداقل و حداکثر به عنوان عدم توازی در نظر گرفته می شود.



کنترل تعامد

قطعه مورد نظر توسط ماندل بر روی تکیه گاه موقعیت دهی می شود و عدم تعامد از این رابطه بدست می آید: $\frac{|M_1 - M_2| \cdot L_1}{L_2}$ که $|M_1 - M_2|$ تفاوت بین حداقل و حداکثر مقادیر خوانده شده می باشد.

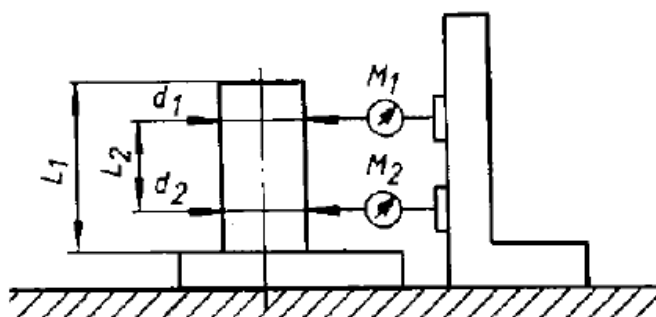
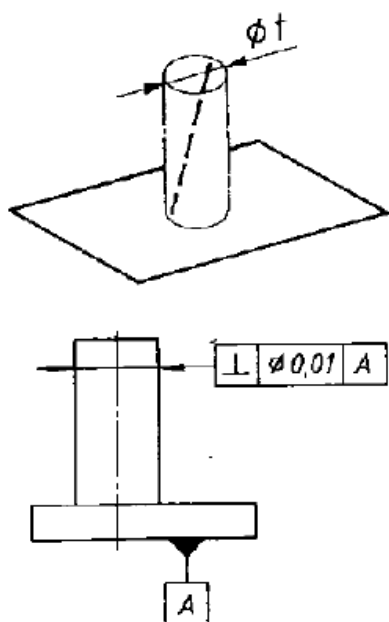


مقدار انحراف در جهت G از این رابطه بدست می آید:

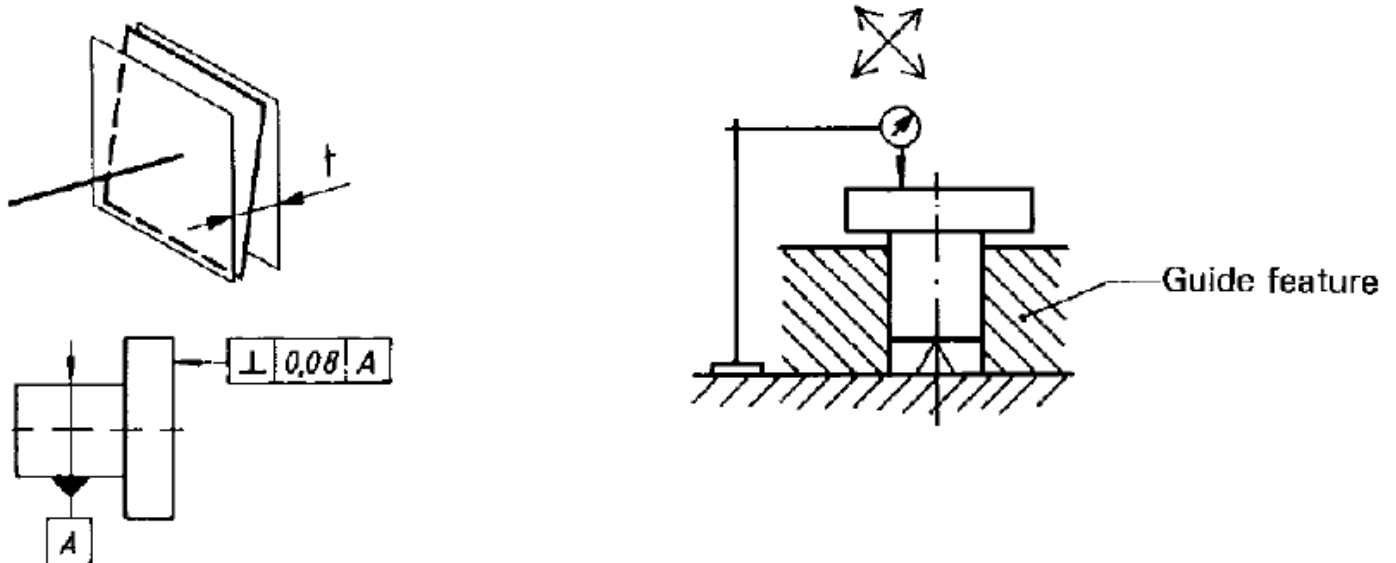
$$Pd_G = \left[(M_1 - M_2) - \left(\frac{D_2 - D_1}{2} \right) \right] \times \frac{L_1}{L_2}$$

و مقدار انحراف جهت H (Pd_H) که ۹۰ درجه با جهت G اختلاف دارد، نیز از رابطه فوق بدست می آید. و در آخر مقدار انحراف محور از

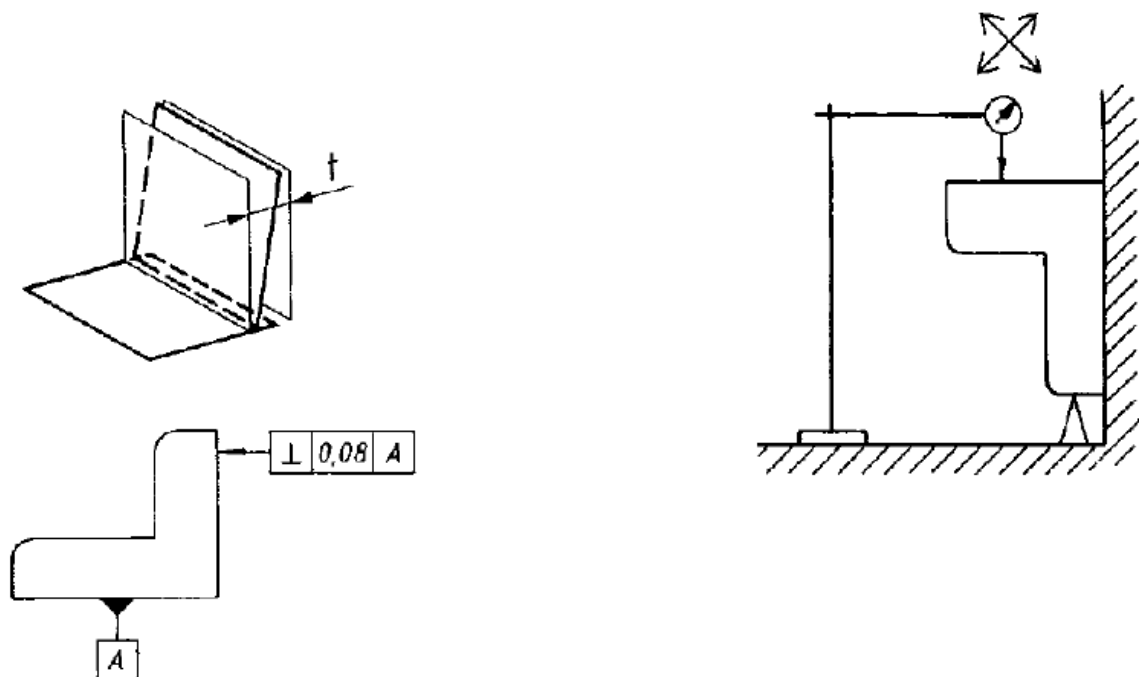
این رابطه حاصل می شود: $Pd = \sqrt{(Pd_G)^2 + (Pd_H)^2}$



قطعه مورد نظر باید توسط استوانه راهنما نگه داشته شود. سطح مورد نظر در تعداد نقاط مورد نیاز اندازه گیری می شود. اختلاف بین مقادیر خوانده شده حداقل و حداکثر نباید از ۰/۰۸ بیشتر باشد.



قطعه مورد نظر باید از طرف سطح A به صفحه اندازه گیری کمکی، تکیه داده شود و از زیر توسط تکیه گاه مهار شود. اندازه گیری در نقاط مورد نظر در امتداد سطح تفرانسی انجام می گیرد. تفاوت میان حداکثر و حداقل مقادیر خوانده شده به عنوان مقدار عدم تعامد در نظر گرفته می شود.



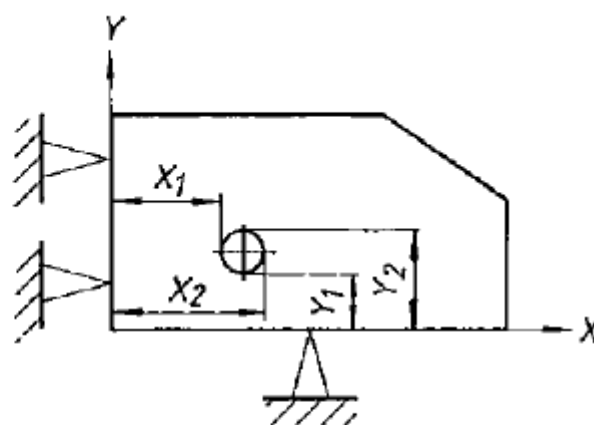
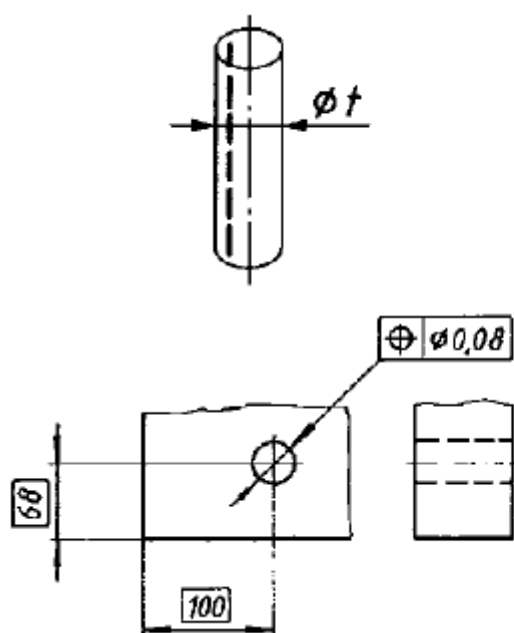
کنترل موقعیت

مقدار انحراف در جهت X از این رابطه بدست می آید: $X = \frac{X_1 + X_2}{2}$

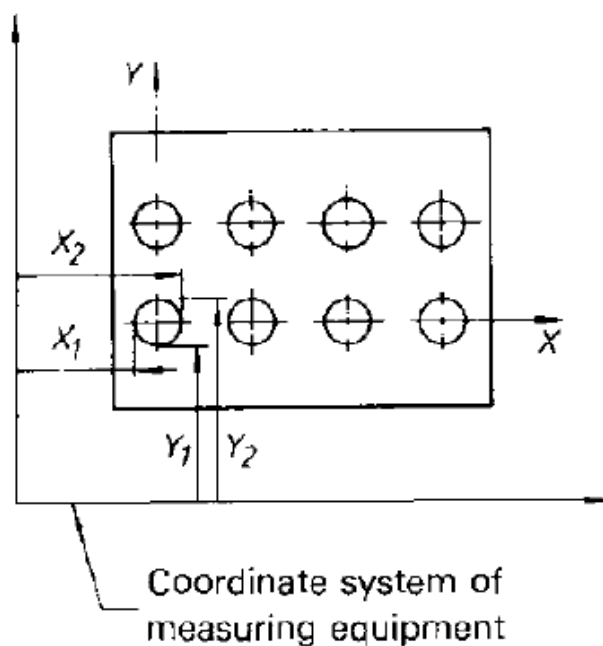
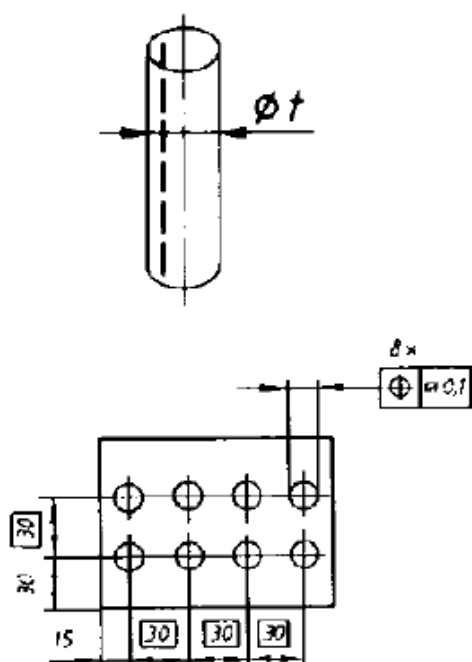
و مقدار انحراف جهت Y نیز از این رابطه بدست می آید: $Y = \frac{Y_1 + Y_2}{2}$

و در آخر مقدار انحراف قطری محور از این رابطه حاصل می شود: $Pd = \sqrt{(100 - X)^2 + (68 - Y)^2}$

این مقدار بدست آمده نباید از نصف مقدار تفرانس بیشتر باشد.

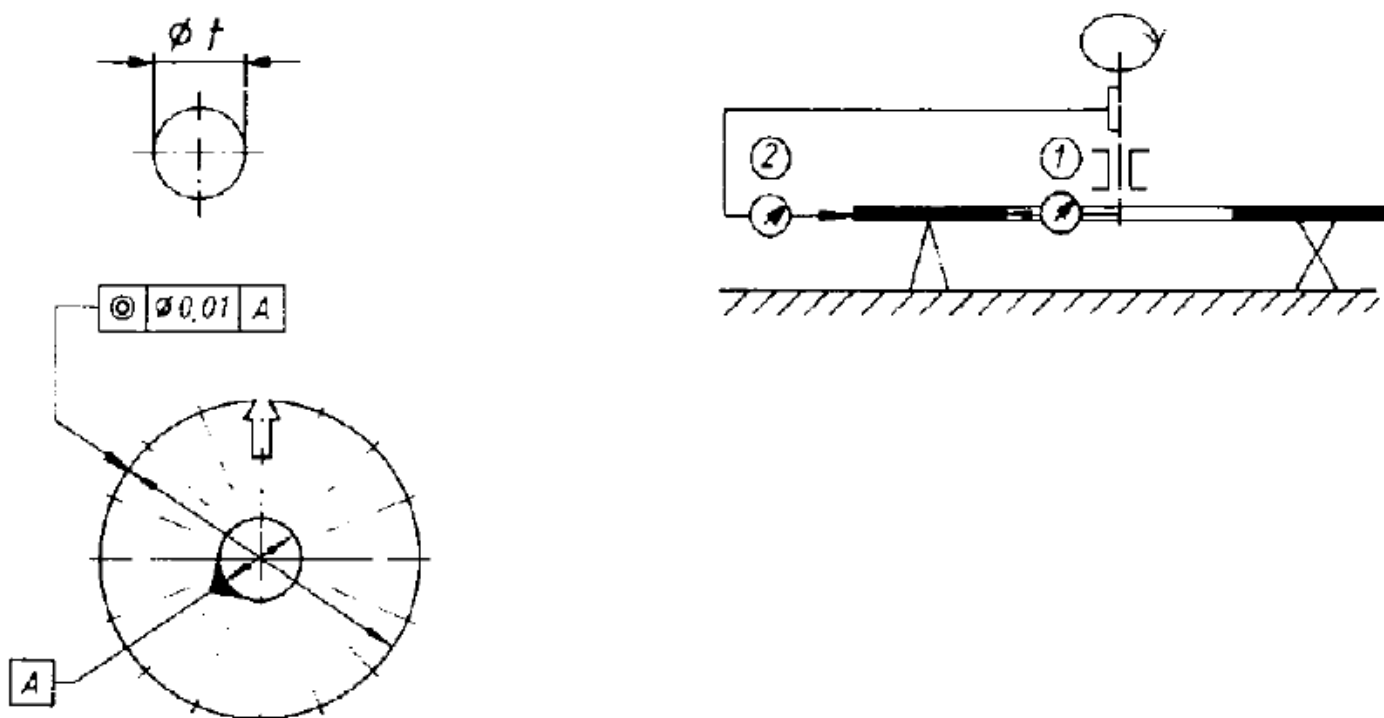


در قطعاتی که تعداد سوراخ ها از یکی بیشتر است از روش قبل برای اندازه گیری تفرانس هر کدام از سوراخ ها استفاده می شود.

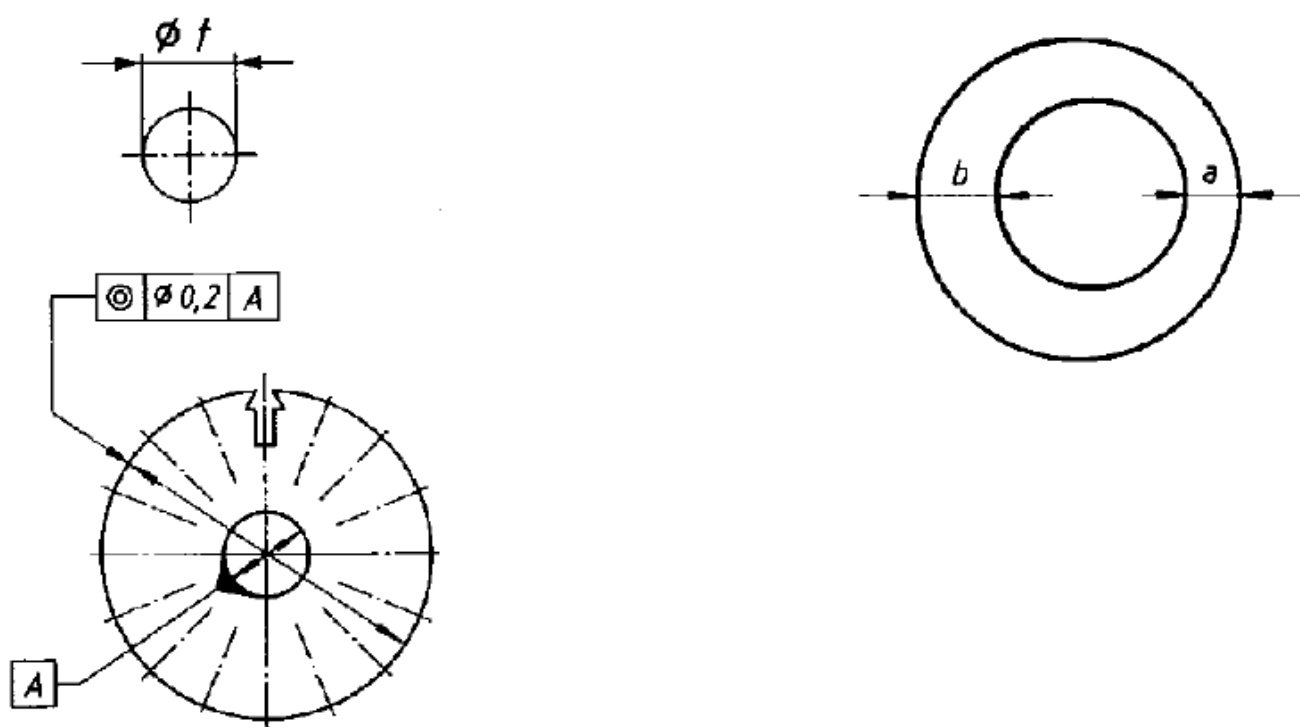


کنترل هم محوری

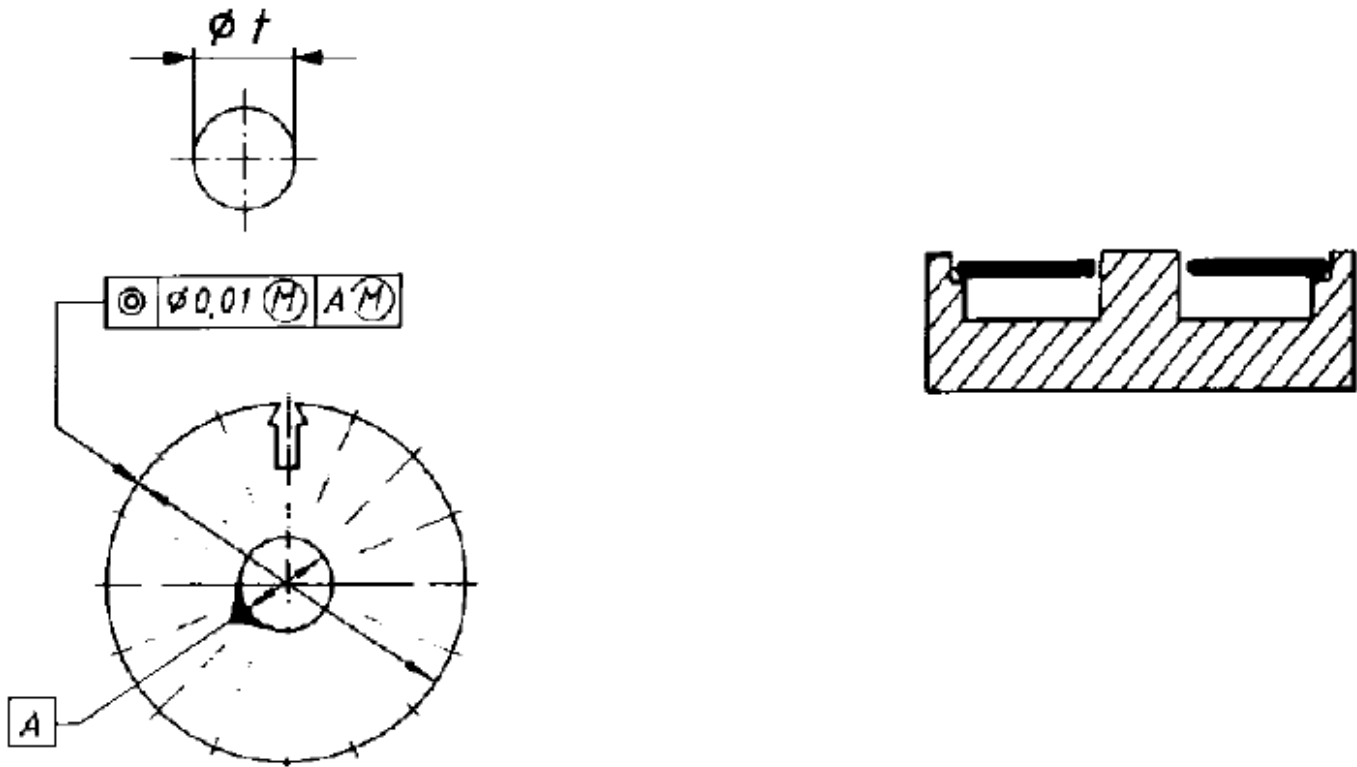
محیط خارجی و داخلی سطوح استوانه باید در مقطع شعاعی و در حین یک دور چرخش قطعه کار اندازه گیری شده و وضعیت هر کدام توسط دیاگرام قطبی ارزیابی شود. فاصله بین نقاط مرکز نباید از نصف مقدار تفرانس تجاوز کند که به تعریف انحراف هم مرکزی مربوط می شود.



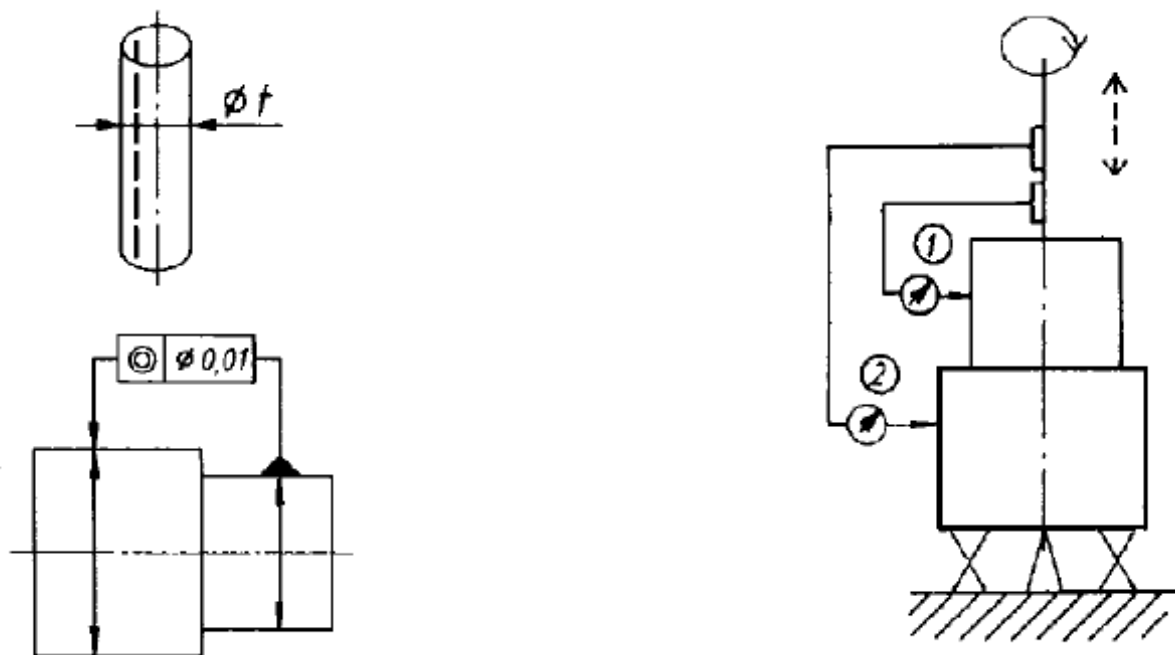
در این روش اختلاف بین فاصله تا لبه ها باید اندازه گیری شود. این اختلاف نباید از نصف مقدار تفرانس بیشتر باشد.



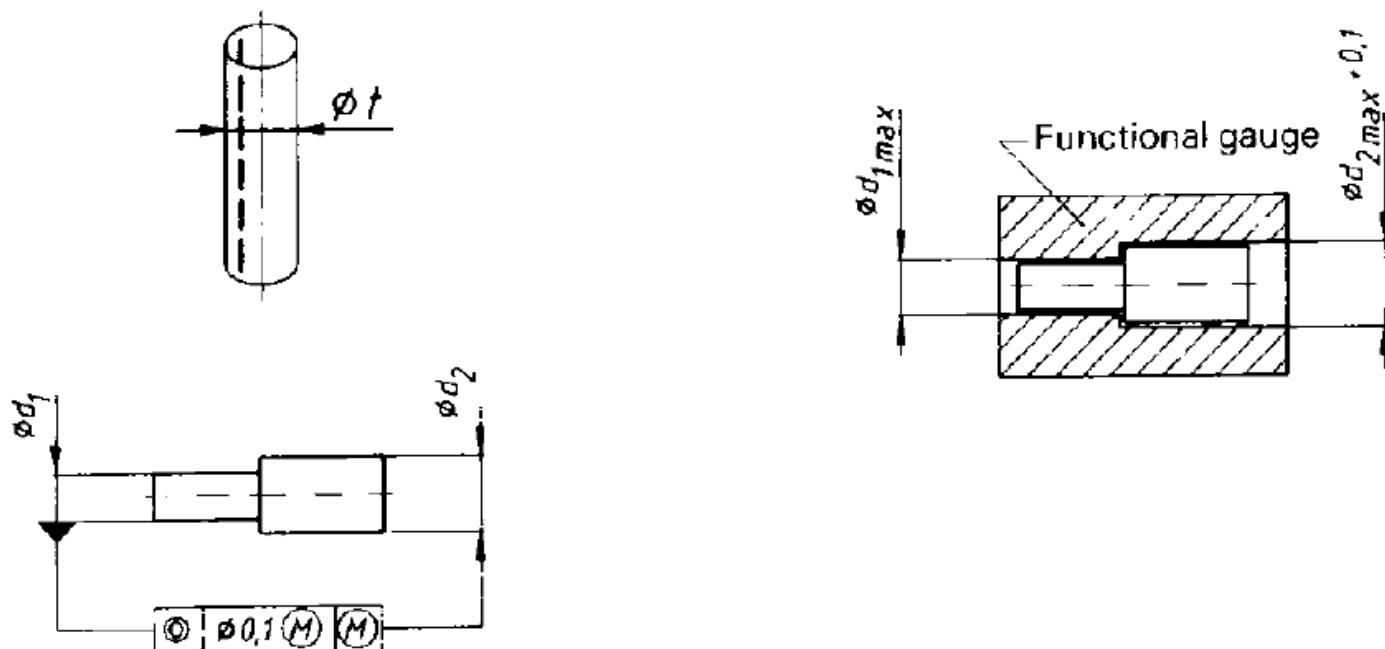
این تولرانس را می توان توسط یک فرمان کنترل مطابق شکل فوق اندازه گیری نمود. قطر کوچک فرمان کنترل برابر با اندازه حداکثر ماده (MMS) قطر کوچک قطعه (مبنا) و قطر بزرگ فرمان کنترل برابر با اندازه مجازی حداکثر ماده (MMVS) قطر بزرگ قطعه می باشد. اگر مبنا بدون شرط حداکثر ماده باشد باید از مکانیزم مخروط و فنر جهت مهار کردن مبنا استفاده نمود.



محور قطر تولرانس گذاری شده باید در دو مقطع که بیشترین فاصله ممکن از یکدیگر را دارند، کنترل شود. همین ارزیابی باید در مورد قطر مبنا نیز صورت گیرد. فاصله شعاعی بین محورهای دو قطر نباید از نصف مقدار تولرانس تجاوز کند.

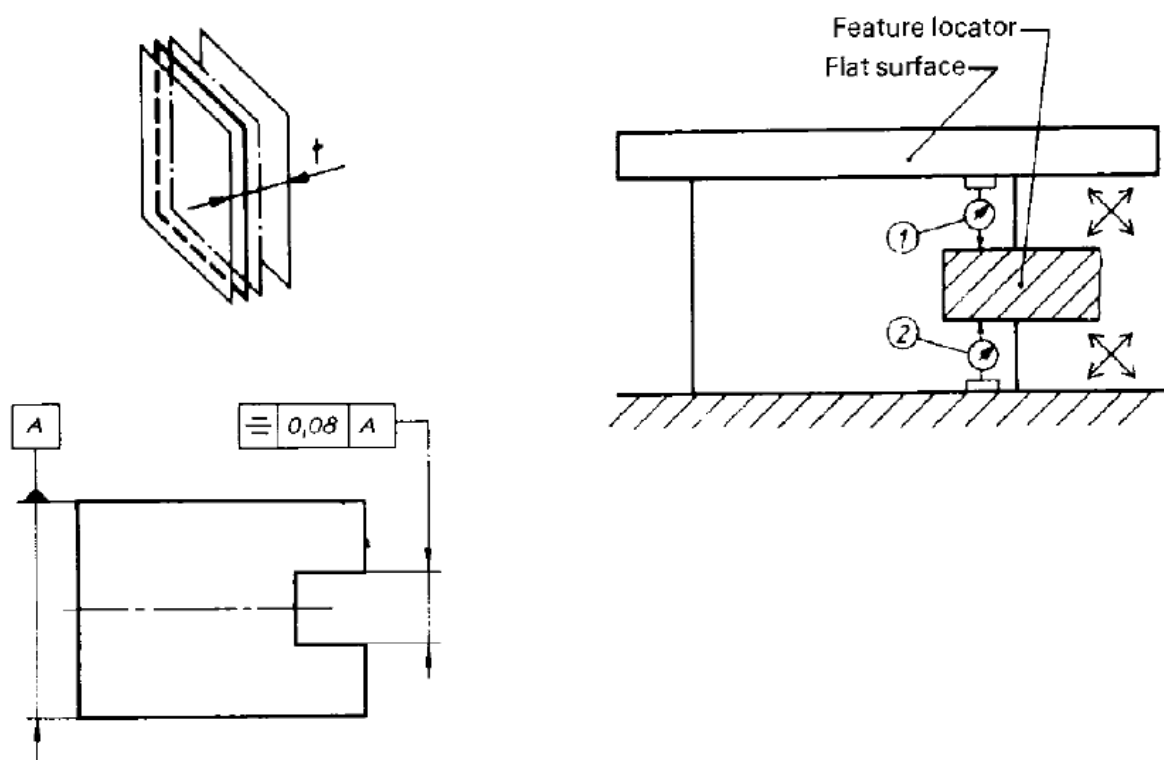


این تولانس را می توان توسط یک فرمان کنترل مطابق شکل زیر اندازه گیری نمود. قطر کوچک فرمان کنترل برابر با اندازه حداکثر ماده (MMS) قطر کوچک قطعه (مبنا) و قطر بزرگ فرمان کنترل برابر با اندازه مجازی حداکثر ماده (MMVS) قطر بزرگ قطعه می باشد.

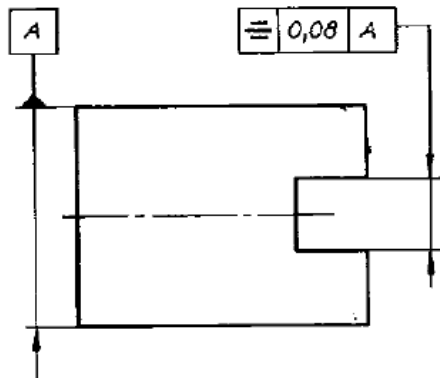
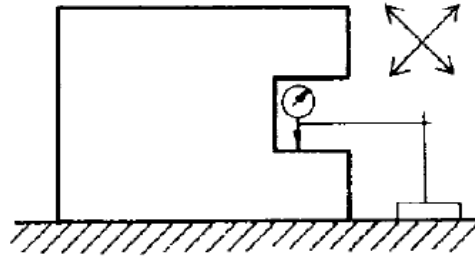
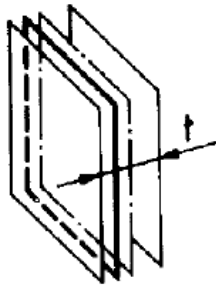


کنترل تقارن

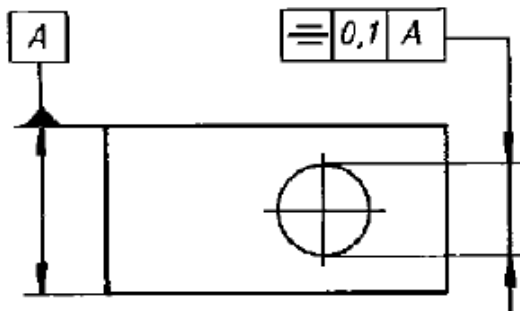
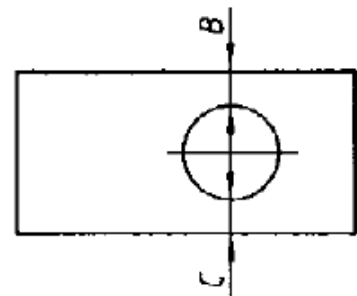
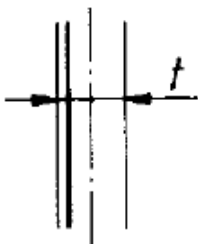
قطعه مورد نظر باید بین دو صفحه صافی قرار گیرد. یک گیج بلوک با بیشترین پهنای ممکن در شیار قرار داده می شود. فاصله بین صفحه صافی و گیج بلوک در هر دو طرف شیار اندازه گیری می شود. بیشترین اختلاف بین صفحه صافی و گیج بلوک در طرف ۱ و ۲ نباید از نصف مقدار تولانس بیشتر باشد.



قطعه مورد نظر باید روی صفحه صافی قرار گیرد. فاصله بین صفحه صافی و سطح شیار باید اندازه گیری شود. قطعه چرخانده شده و اندازه گیری در طرف مقابل نیز انجام گیرد. بیشترین اختلاف فاصله بین صفحه صافی و سطح شیار در دو طرف نباید از نصف مقدار تولرانس بیشتر شود.

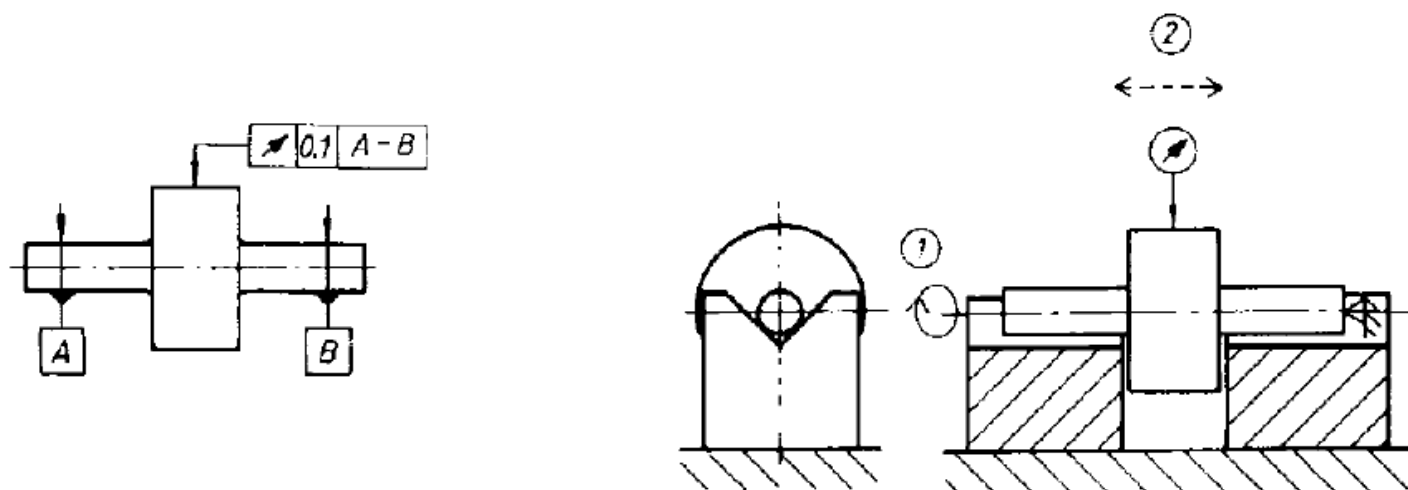


فاصله از لبه ها (ضخامت ماده) باید تعیین گردد. تفاوت بین ابعاد B و C در قسمت رو و پشت، نباید از نصف مقدار تولرانس بیشتر باشد.

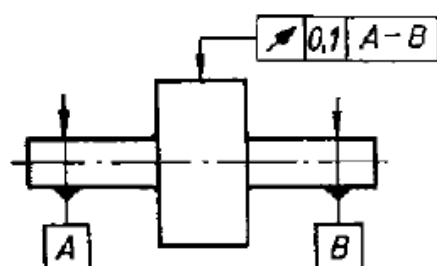
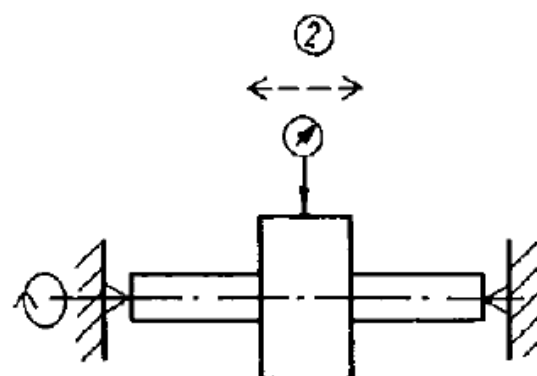
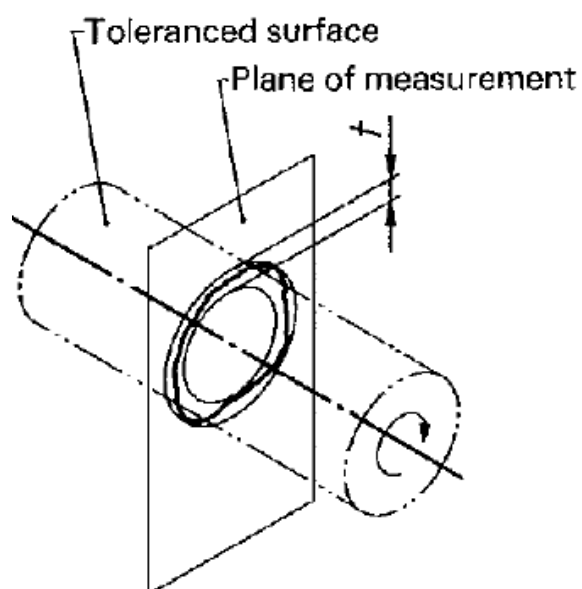


کنترل لنگی دایره ای

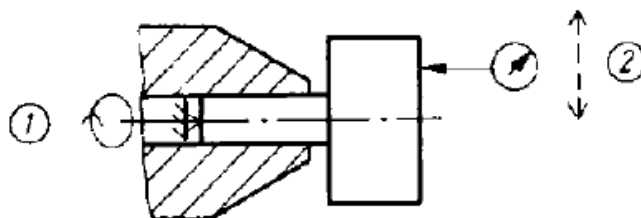
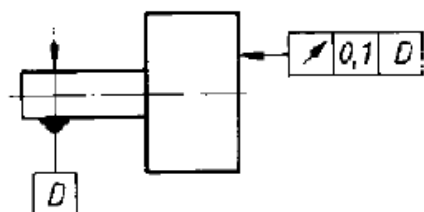
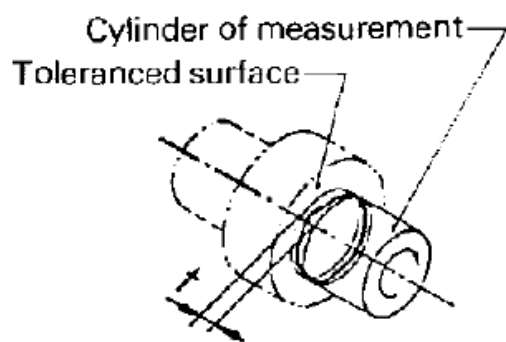
قطعه کار باید در دو بلوک V شکل در موقعیتهای a , b قرار گیرد و به صورت محوری نگه داشته شود. سطح قطعه باید در تعداد مقاطع شعاعی مورد نیاز حداقل در حین یک دور کامل، برای هر مقطع اندازه گیری شود. بیشترین تفاوت میان مقادیر حداقل و حداکثر خوانده شده در هر مقطع، به عنوان لنگی موضعی شعاعی در نظر گرفته می شود.



قطعه کار باید بین دو مرکز نگه داشته شود. سطح باید به تعداد مقاطع شعاعی مورد نیاز و حداقل در یک دور دور برای هر مقطع اندازه گیری شود. بیشترین تفاوت بین مقادیر حداقل و حداکثر خوانده شده در هر مقطع، به عنوان لنگی موضعی شعاعی در نظر گرفته می شود.

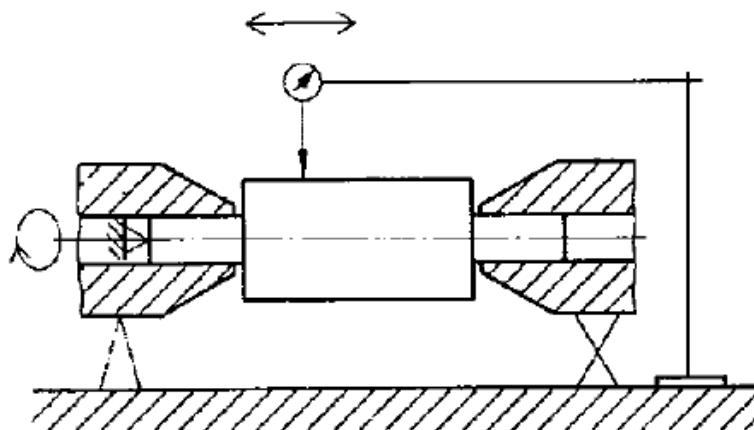
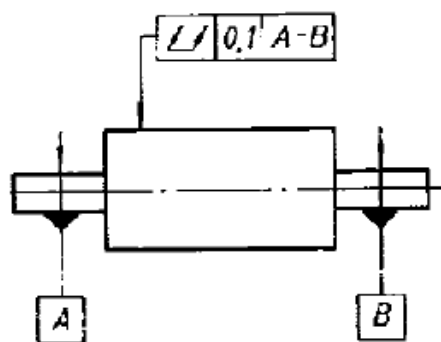
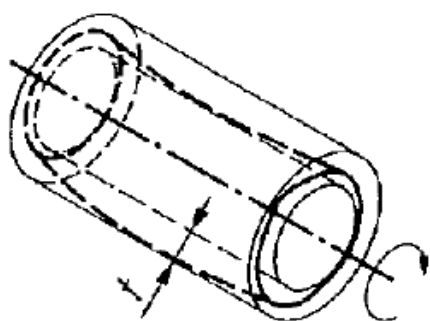


قطعه اندازه گیری شونده باید در یک استوانه راهنما قرار گرفته و در جهت محوری مهار گردد. سطح باید در تعداد مقاطع محوری مورد نیاز در حداقل یک دوران در هر مقطع اندازه گیری شود. بیشترین تفاوت بین مقادیر حداقل و حداکثر خوانده شده در هر مقطع جداگانه، به عنوان لنگی موضعی محوری در نظر گرفته می شود.

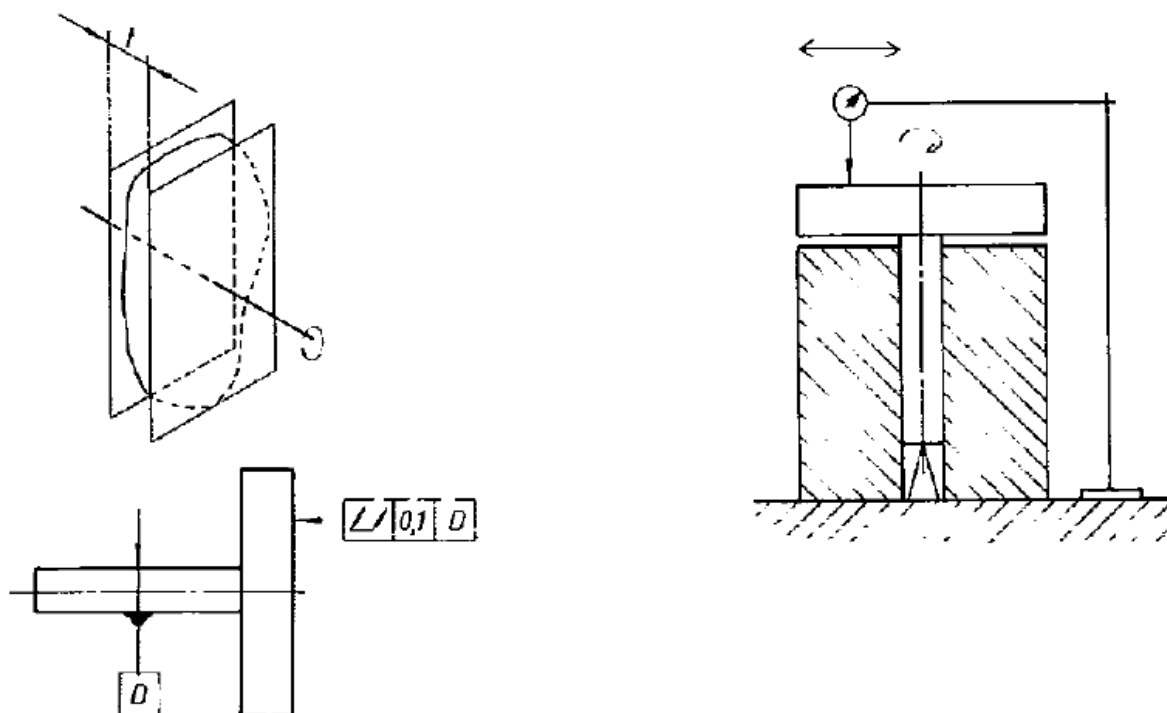


کنترل لنگی کلی

قطعه اندازه گیری شونده باید از دو طرف در دو استوانه راهنما قرار گرفته و در جهت محوری مهار گردد. سطح باید در تعداد مقاطع محوری مورد نیاز در حین دوران کامل قطعه با یک حرکت نسبی محوری بین وسیله اندازه گیری و سطح قطعه کار کنترل شود. بیشترین تفاوت بین مقادیر حداقل و حداکثر خوانده شده، به عنوان لنگی شعاعی کل می باشد.



قطعه اندازه گیری شونده باید در استوانه راهنما قرار گرفته و در جهت محوری مهار گردد. سطح باید در تعداد مقاطع مورد نیاز در حین دوران حول محور مبنا و با حرکت نسبی شعاعی بین وسیله اندازه گیری و سطح قطعه، اندازه گیری شود. بیشترین تفاوت بین مقادیر حداقل و حداکثر خوانده شده به عنوان لنگی محوری کل در نظر گرفته می شود.



منابع

۱. ISO 1101:2008 (استاندارد تفرانس گذاری هندسی نقشه های فنی)
۲. ISO 2692:2006 (استاندارد الزام حداکثر و حداقل ماده در تفرانس گذاری هندسی)
۳. ISO 5459:1981 (استاندارد مبنا و سیستم های مبنا در تفرانس گذاری هندسی)
۴. ISO 5460:1985 (استاندارد بررسی و کنترل در تفرانس گذاری هندسی)
۵. ASME Y14.5M-1994 (استاندارد اندازه گذاری و تفرانس گذاری)
۶. زارع پور، حمید و دیگران (۱۳۸۷)، مفاهیم و روش های اندازه گیری تفرانس های هندسی در مهندسی ساخت و تولید، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد.
۷. خواجه حسینی، محمد و دیگران (۱۳۸۰)، نقشه کشی (۲) - جلد اول، تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران.