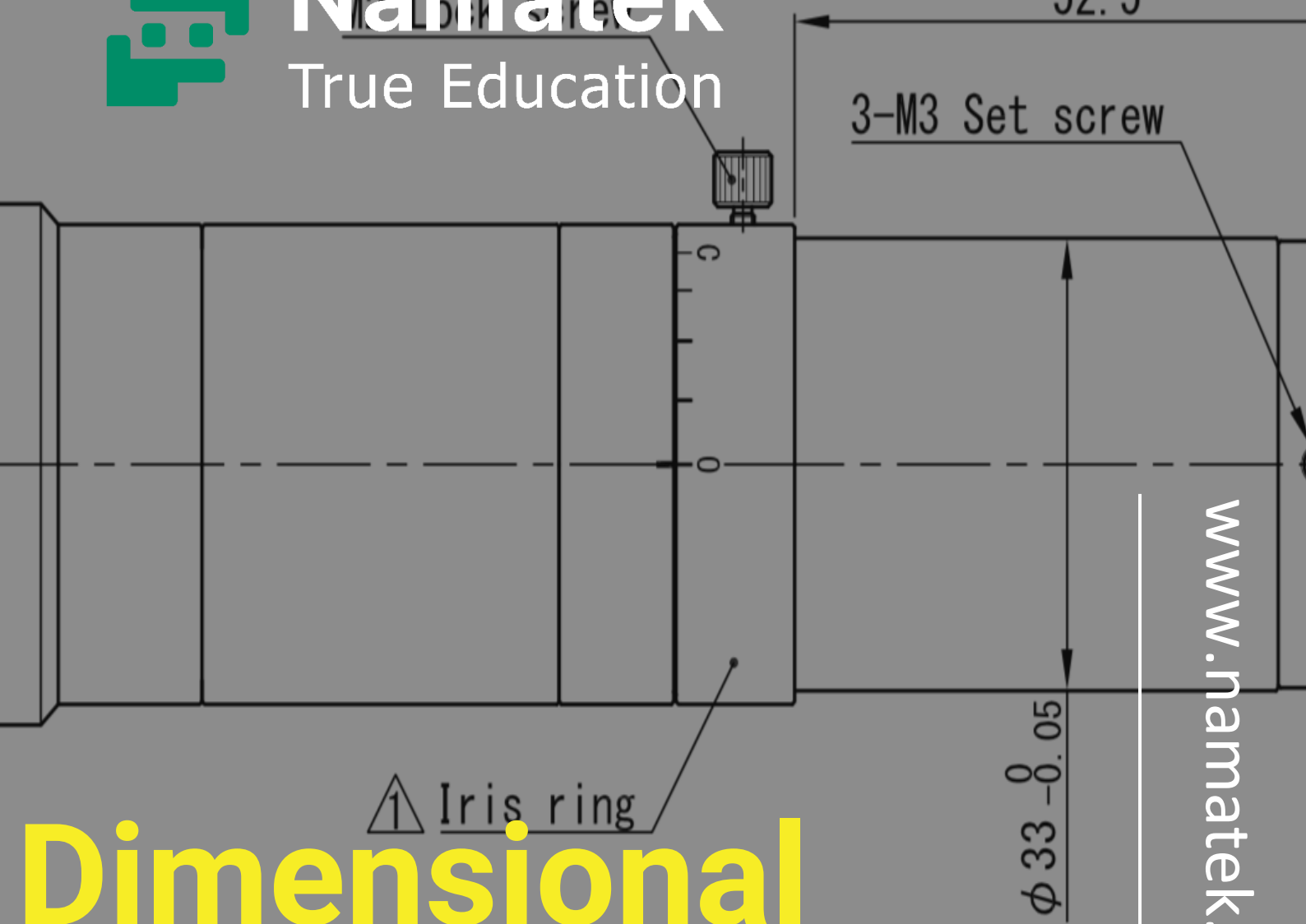


131.4



Namatek
True Education



Dimensional Tolerance

تولرانس ابعادی

فهرست مطالب

۱. تفرانس ابعادی چیست؟
۲. تفاوت تفرانس ابعادی با تفرانس هندسی چیست؟
۳. کاربرد تفرانس ابعادی در صنعت
۴. انواع تفرانس ابعادی
۵. جدول نمادهای تفرانس ابعادی
۶. جداول طبقه بندی تفرانس ابعادی
۷. جایگزین تفرانس ابعادی و هندسی

ما در فرآیند طراحی، ساخت، مونتاژ و بازرسی در صنایع مختلف با مفهوم تolerانس ابعادی سروکار داریم. تolerانس گذاری موضوع بسیار مهمی در صنعت است که متأسفانه در بسیاری از رشته های مهندسی دانشگاهی چندان مورد توجه قرار نمی گیرد.

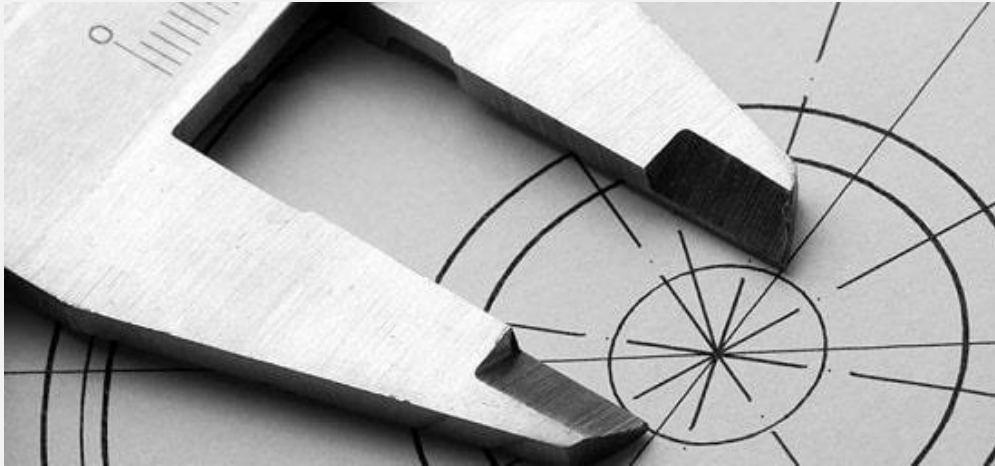
شما برای پذیرفته شدن به عنوان یک مهندس حرفه ای در صنعت باید به خوبی با مفاهیم تolerانس گذاری آشنا باشید. در ادامه قصد داریم به معرفی تolerانس ابعادی و کاربرد آن در صنعت بپردازیم. دعوت می کنیم تا پایان این مطلب با ما همراه باشید.

تولرانس ابعادی چیست؟

انواع تولرانس ها در صنعت به دو دسته زیر تقسیم می شوند:

- ابعادی
- هندسی

همان طور که از نام تولرانس ابعادی (Dimensional Tolerance) بر می آید، مقدار عددی خطای مجاز برای یک پارامتر مشخص را نشان می دهد. شاید این سوال را مطرح کنید که منظور از مقدار مجاز خطا چیست؟ معمولاً برای ابعاد و زوایا در نقشه های مهندسی، مقادیر نامی در نظر می گیرند. به مقدار انحراف از عدد نامی موجود در نقشه های مهندسی مشروط بر این که کارکرد قطعه تغییر نکند، خطای مجاز می گویند.



به عنوان مثال تolerانس ابعادی قطر یک دایره به صورت 10 ± 0.1 سانتی متر تعریف می شود. در این حالت عدد 10 به عنوان قطر نامی دایره در نظر گرفته می شود.

اگر در فرآیند ساخت، اندازه قطر دایره در بازه ای بین 9.9 تا 10.1 سانتی متر قرار داشته باشد، خطا در محدوده مجاز قرار دارد.

تفاوت تolerانس ابعادی با تolerانس هندسی

چیست؟

همان طور که اشاره کردیم، علاوه بر تolerانس ابعادی، دسته دیگری به نام تolerانس هندسی نیز وجود دارد. داستان از این قرار است که خطای ساخت و مونتاژ قطعات محدود به ابعاد و اندازه نمی شود.

مثلا دایره ای که در بالا مثال زدیم را به عنوان سطح مقطع یک قطعه استوانه ای در نظر بگیرید. قطعا هنگام ساخت این استوانه سطح مقطع آن فرم کاملا دایره ای نخواهد داشت؛ بلکه محیط دایره در محدوده ای مشخص با انحراف همراه می شود.

از آن گذشته ممکن است مرکز سطح مقطع پایینی و بالایی استوانه دقیقا منطبق بر یکدیگر نباشند. به عبارت دیگر محور استوانه با کمی انحراف در جهت گیری همراه باشد.



حال فرض کنید که قصد دارید سوراخی در مرکز سطح مقطع استوانه نیز به وجود بیاورید. قاعدتا نمی توان موقعیت مرکز سوراخ را دقیقا روی مرکز سطح مقطع استوانه تنظیم کرد.

این جاست که پای نوع خاصی تلرانس یعنی تلرانس موقعیت به میان می آید. تمام این موارد از حوزه تلرانس ابعادی خارج هستند؛ اما در عین حال کاملا روی تولید قطعات تاثیرگذارند. برای توصیف این قبیل تلرانس ها، مفهوم دیگری تحت عنوان تلرانس هندسی (Geometric Tolerance) تعریف می شود.

همان طور که احتمالا شما هم متوجه شده اید، اندازه گیری و کنترل تلرانس هندسی در مقایسه با ابعادی خیلی سخت تر است. به همین دلیل فقط در مواقع ضروری است که صنعتگران در فرآیندهای تولید به سراغ تلرانس های هندسی می روند.

کاربرد تolerانس ابعادی در صنعت

تولرانس ابعادی در تمام بخش های صنعت از جمله طراحی، ساخت، مونتاژ و بازرسی قطعات کاربرد دارد. نقشه های مهندسی بدون تعیین تولرانس های ابعادی ناقص هستند و نمی توان آن ها را مبنای ساخت و ساز قرار داد.

هنگام ساخت قطعات باید از تمام امکانات و تجهیزات موجود برای رعایت خطای مجاز تعیین شده در نقشه ها استفاده کرد. وقتی نوبت به مونتاژ قطعات می رسد، رعایت تولرانس ابعادی در کم و کیف اسمبلی آن ها کاملا اثرگذار است. در فرآیند بازرسی تجهیزات نیز باید حتما اندازه گیری ها با در نظر گرفتن تولرانس صورت بگیرد.



معمولا در بخش طراحی و مونتاژ، رویکرد اصلی انتخاب تولرانس های ابعادی بسته تر (خطای مجاز کمتر) است. این رویکرد باعث کاهش ضایعات تولید محصولات می شود.

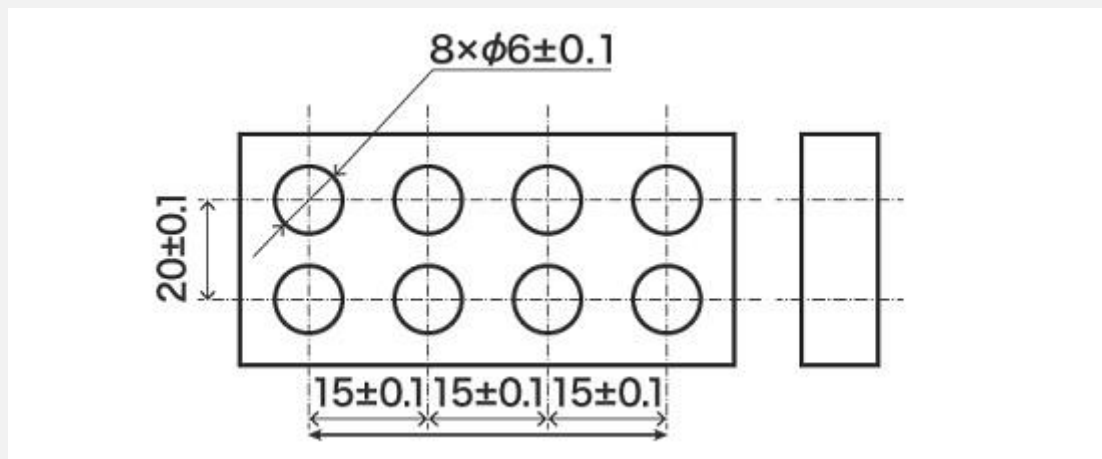
در مقابل برای ساخت و بازرسی قطعات، رویکرد اصلی انتخاب تolerانس های ابعادی بازتر (خطای مجاز بیشتر) است. هدف از این رویکرد ساده تر شدن فرآیندها و همچنین جلوگیری از افزایش هزینه های تولید است. در مجموع نیز با توجه به کاربرد قطعه، باید نقطه بهینه ای را برای تعیین تکلیف تolerانس در نظر گرفت.

انواع تolerانس ابعادی

تولرانس ابعادی در نقشه های مهندسی به شکل های گوناگونی تعریف می شوند. در این قسمت به معرفی تعدادی از مهم ترین این تolerانس ها روی نقشه ها می پردازیم:

• تولرانس با مقادیر خطای بالا و پایین

در این حالت حداقل و حداکثر مقادیر ابعاد مجاز مشخص می شود (مثال: 15 ± 0.1).

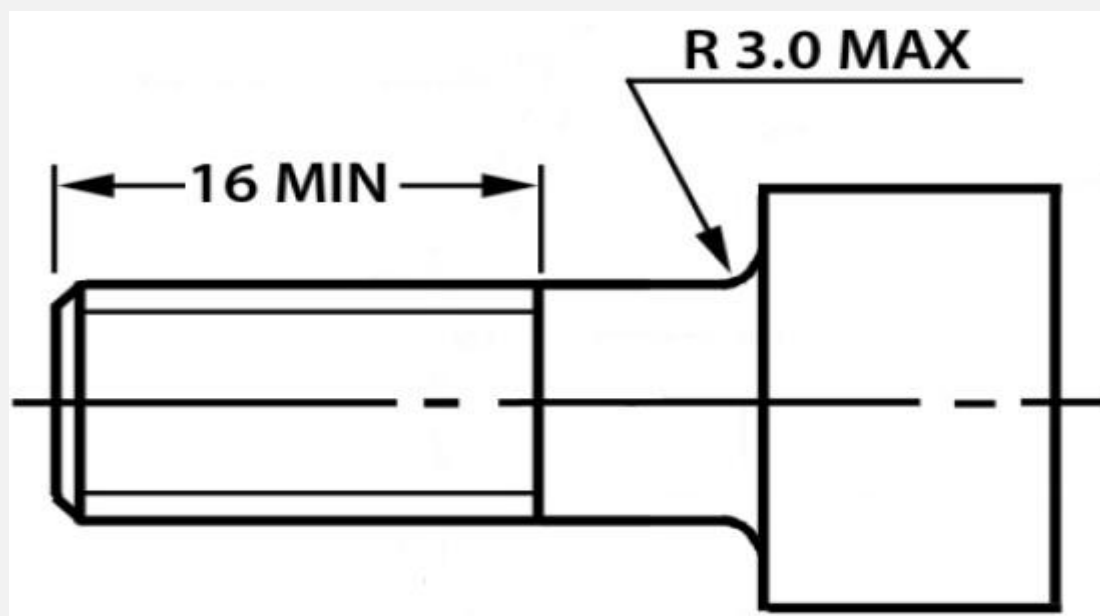


• تولرانس حداکثر

این تولرانس صرفا حداکثر مقدار ابعاد مجاز مشخص می شود (مثال: (Max^3)).

• تولرانس حداقل

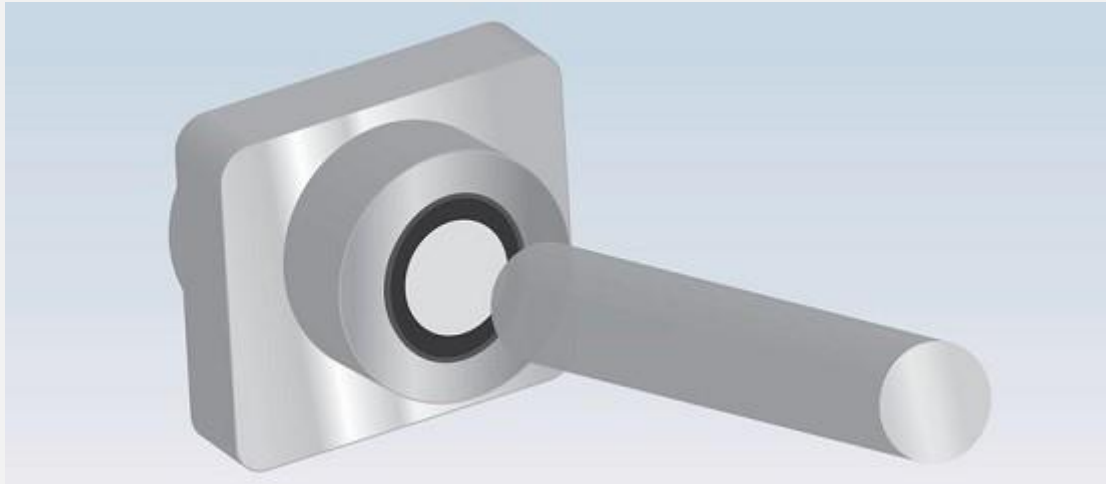
در این حالت صرفاً حداقل مقدار ابعاد مجاز مشخص می شود (مثال: Min۱۶).



در کنار موارد فوق یک مورد دیگر تحت عنوان تolerانس انطباقی نیز وجود دارد که باید کمی بیشتر درباره آن توضیح دهیم. این تolerانس هنگام مونتاژ دو قطعه با یکدیگر تعریف می شود.

وقتی دو قطعه پس از مونتاژ شدن درون یکدیگر قرار می گیرند، نوعی انطباق به وجود می آید. هر کدام از این دو قطعه به تنهایی دارای تolerانس هستند.

تولرانس انطباقی رابطه بین اندازه خارجی قطعه داخلی را با اندازه داخلی قطعه خارجی نشان می دهد. در واقع این نوع تolerانس شرط سازگاری مونتاژ قطعات دارای تolerانس است.



جدول نمادهای تفرانس ابعادی

تفرانس های ابعادی در نقشه های مهندسی با نمادها و علائم اختصاری خاصی به نمایش در می آیند. در جدول زیر می توانید نمادها و علائم اختصاری تفرانس های ابعادی را بررسی کنید.

DIMENSIONING SYMBOLS		
CURRENT PRACTICE	ABBREVIATION IN NOTES	PARAMETER
∅	DIA	Diameter
S∅	SPHER DIA	Spherical Diameter
R	R	Radius
CR	CR	Controlled Radius
SR	SR	Spherical Radius
⌊	CBORE	Counterbore
⌋	SF or SFACE	Spotface
∨	CSK	Countersink
∇	DP	Deep
○	—	Dimension Origin
□	SQ	Square
()	REF	Reference
x	PL	Places, Times
)	—	Arc Length
∕	—	Slope
∇	—	Conical Taper
2.38	—	Basic Dimension
ST	—	Statistical
↔	—	Between
▲	—	Datum Feature Triangle

جدول طبقه بندی تolerانس ابعادی

تولرانس ابعادی را برای ابعاد خطی، شعاعی و زاویه ای در ترسیمات مهندسی تعریف می کنند.

انواع این تولرانس را می توان در چهار کلاس زیر طبقه بندی کرد:

- ظریف (Fine)
- متوسط (Medium)
- خشن (Coarse)
- خیلی خشن (Very Coarse)

استاندارد ISO 2768 در قالب سه جدول محدوده هر یک از کلاس های تولرانس گذاری فوق را تعریف کرده است.

در ادامه می توانید هر یک از این جدول ها را مشاهده کنید.

جدول کلاس بندی تولرانس خطی

کلاس بندی	۰/۵ تا ۳ میلی متر	۳ تا ۶ میلی متر	۶ تا ۳۰ میلی متر	۳۰ تا ۱۲۰ میلی متر	۱۲۰ تا ۴۰۰ میلی متر	۴۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی متر	۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی متر	۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ میلی متر
ظریف	0.05 ±	0.05 ±	0.1 ±	0.15 ±	0.2 ±	0.3 ±	0.5 ±	-
متوسط	0.1 ±	0.1 ±	0.2 ±	0.3 ±	0.5 ±	0.8 ±	1.2 ±	2 ±
خشن	0.2 ±	0.3 ±	0.5 ±	0.8 ±	1.2 ±	2 ±	3 ±	4 ±

خیلی خشن	-	0.5 ±	1 ±	1.5 ±	2.5 ±	4 ±	6 ±	8 ±
-------------	---	-------	-----	-------	-------	-----	-----	-----

جدول کلاس بندی تلرانس شعاعی

کلاس بندی	۵/۰ تا ۳ میلی متر	۳ تا ۶ میلی متر	بیش از ۶ میلی متر
ظریف	0.2 ±	0.5 ±	1 ±
متوسط	0.2 ±	0.5 ±	1 ±
خشن	0.4 ±	1 ±	2 ±
خیلی خشن	0.4 ±	1 ±	2 ±

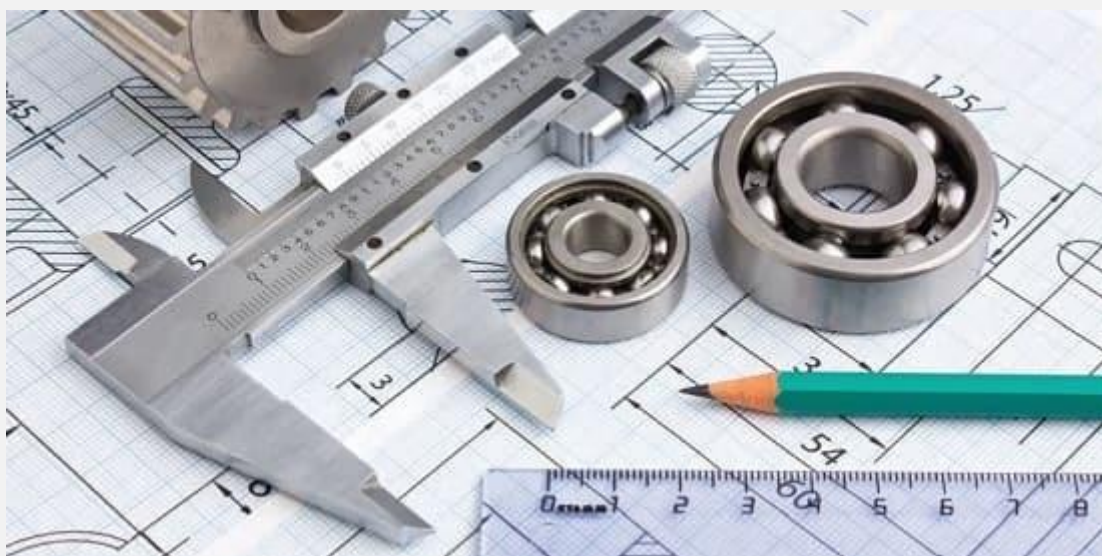
جدول کلاس بندی تلرانس زاویه ای

کلاس بندی	کمتر از ۱۰ درجه	۱۰ تا ۵۰ درجه	۵۰ تا ۱۲۰ درجه	۱۲۰ تا ۴۰۰ درجه	بیش از ۴۰۰ درجه
ظریف	± 1 درجه	± 30 0 درجه	± 20 0 درجه	± 10 0 درجه	± 5 0 درجه
متوسط	± 1 درجه	± 30 0 درجه	± 20 0 درجه	± 10 0 درجه	± 5 0 درجه
خشن	± 30 1 درجه	± 1 درجه	± 30 0 درجه	± 15 0 درجه	± 10 0 درجه

خیلی خشن	± 3 درجه	± 2 درجه	± 1 درجه	± 0.30 درجه	± 0.20 درجه
-------------	--------------	--------------	--------------	--------------------	--------------------

جایگزین تolerانس ابعادی و هندسی

تا چند سال قبل، تolerانس ابعادی و هندسی به صورت جداگانه در صنعت مورد استفاده قرار می گرفتند. این موضوع باعث بروز نوعی عدم هماهنگی در حد فاصل طراحی و ساخت تا مونتاژ و بازرسی قطعات گوناگون در صنعت شد. به همین دلیل تلاش ها برای برطرف شدن این مشکل آغاز و در نهایت یک زبان استاندارد بین المللی معرفی شد.



این زبان بین المللی تحت عنوان استاندارد GD&T شناخته می شود که مخفف Geometric Dimensioning and Tolerancing است. این استاندارد تolerانس هندسی و ابعادی را در قالب یک زبان یکپارچه تعریف کرده است. بر این اساس اهالی صنعت در تمام دنیا با به کار گیری زبان GD&T در تolerانس گذاری به فهم مشترک و یکسانی دست پیدا می کنند.