



Namatek
True Education

0.25

0.10 A

B

8
+0,10
-0,20

Ø 37
+0,05
-0,015

TXD @Sche

www.namatek.com

Types of Geometric Tolerance

انواع تolerانس های
هندسی

فهرست مطالب

۱. انواع تفرانس های هندسی فرم
۲. انواع تفرانس های هندسی جهت یا راستا
۳. انواع تفرانس های هندسی موقعیت
۴. انواع تفرانس های هندسی پروفیل
۵. انواع تفرانس های هندسی لنگی

برای مطالعه یک نقشه مهندسی باید با انواع تolerانس های هندسی آشنایی کامل داشته باشید. هر یک از این تolerانس ها نماد و ویژگی های خاصی دارند که با یادگیری آن ها تشخیص دادن نوع تolerانس، ساده تر می شود. در این مقاله همه این انواع تolerانس و ویژگی هایشان را بررسی خواهیم کرد، دعوت می کنیم تا پایان این مطلب با ما همراه باشید.

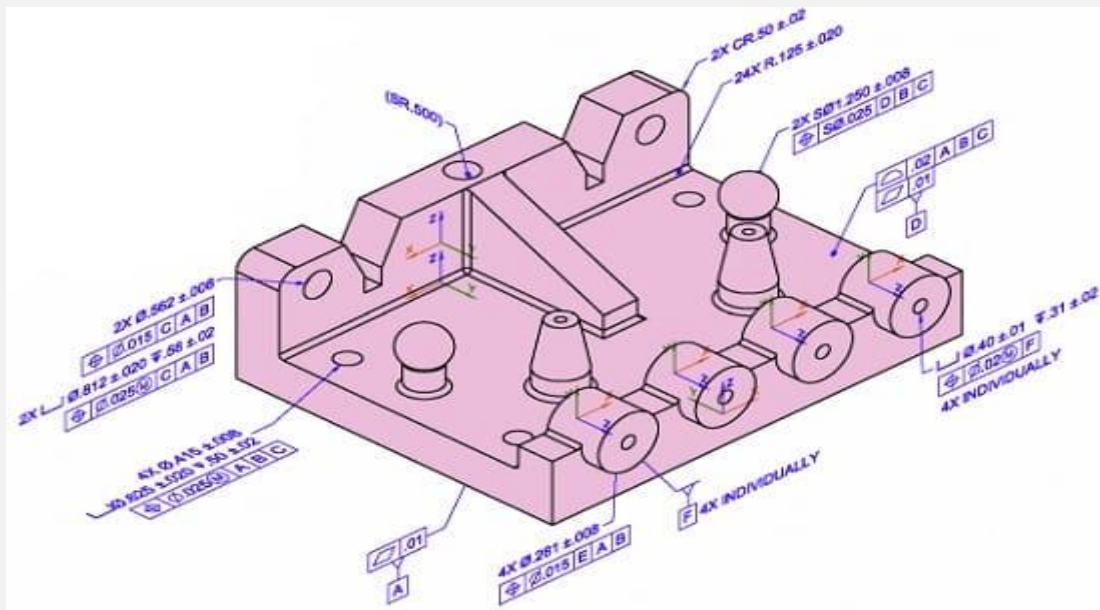
انواع تolerانس های هندسی

در زبان بین المللی اندازه گذاری و تolerانس گذاری هندسی یعنی GD&T (مخفف Geometric Dimensioning and Tolerancing) نمادهای مختلفی تعریف شده اند.

برای آشنایی راحت تر و استفاده بهتر از این نمادها در نقشه های مهندسی، انواع تolerانس های هندسی (Geometric Tolerance) را در ۵ گروه اصلی زیر دسته بندی می کنند:

- تolerانس فرم
- تolerانس راستا
- تolerانس پروفیل
- تolerانس موقعیت
- تolerانس لنگی

در ادامه به معرفی هر یک از گروه های پنج گانه می پردازیم.



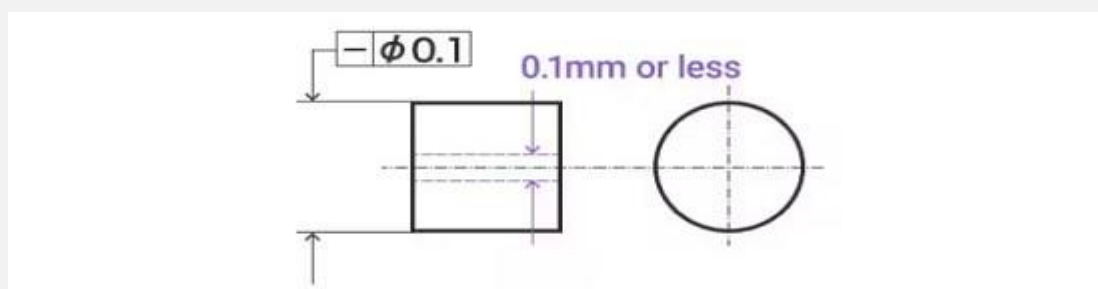
انواع تolerانس های هندسی فرم

یکی از انواع تolerانس های هندسی، تolerانس فرم (Form Control Tolerance) است. این نوع تolerانس، مشخصه شکل از ویژگی مد نظر را روی نقشه تعیین می کند. نکته بسیار مهم درباره تolerانس فرم این است که هنگام ایجاد چهارچوب کنترل ویژگی نیازی به مبنا ندارد. این دسته از تolerانس ها را می توان به صورت مستقل روی نقشه های مهندسی مشخص نمود. در حالت کلی تolerانس های فرم را می توان به چهار دسته زیر تقسیم کرد:

تولرانس هندسی مستقیمی (Straightness)

تولرانس هندسی مستقیمی با نام راستی نیز شناخته می شود. این نوع تولرانس روی یک خط از سطح اعمال می شود. بر اساس این تولرانس، دو خط موازی با فاصله مشخص در پیرامون خط مد نظر روی نقشه ترسیم می شوند.

به این ترتیب خط مد نظر حتی در صورت اعوجاج نیز باید بین دو خط موازی یا تفرانس مستقیمی قرار بگیرد. در شکل زیر نمونه ای از تفرانس مستقیمی قابل مشاهده است که خطای مجاز برای خط مستقیم حداکثر ۰/۱ میلی متر در نظر گرفته شده است.



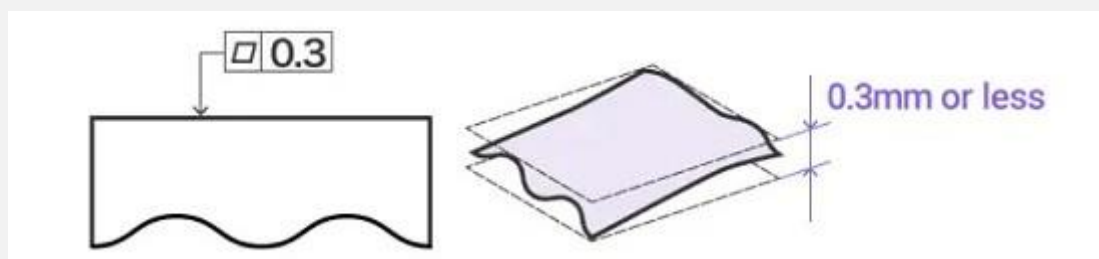
نماد تفرانس مستقیمی به صورت یک خط در چهارچوب کنترل ویژگی ترسیم می شود. نکته مهم این است که در تصویر، چهارچوب کنترل ویژگی با استفاده از فلش به محیط استوانه اشاره می کند. به این معنی است که میزان انحراف مجاز محور مرکزی استوانه مد نظر قرار دارد.

تفرانس هندسی تختی (Flatness)

یکی دیگر از انواع تفرانس های هندسی فرم، تفرانس تختی یا صافی است. به واسطه این مشخصه، میزان صافی یک سطح روی نقشه های مهندسی مشخص می شود.

برای این منظور دو صفحه موازی با فاصله مشخص و یکسان از صفحه مد نظر روی نقشه ترسیم می شود. بر این اساس تحت هیچ شرایطی نباید اعوجاج سطح باعث خارج شدن آن از محدوده تعیین شده گردد. در تصویر زیر می توانید نمونه ای از تفرانس تختی را مشاهده کنید که به موجب آن حداکثر خطای مجاز برای سطح ۰/۳ میلی متر در نظر گرفته

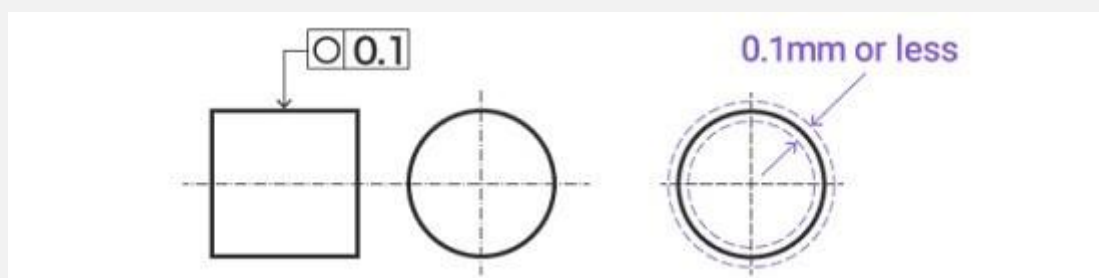
شده است. نماد تفرانس تختی به صورت یک متوازی الاضلاع در چهارچوب کنترل ویژگی ترسیم می شود.



تفرانس هندسی گردی (Circularity)

یکی دیگر از انواع تفرانس های هندسی، تفرانس گردی یا دایروی است. به کمک این مشخصه، میزان دایروی بودن یک ویژگی روی نقشه مهندسی تعیین می شود.

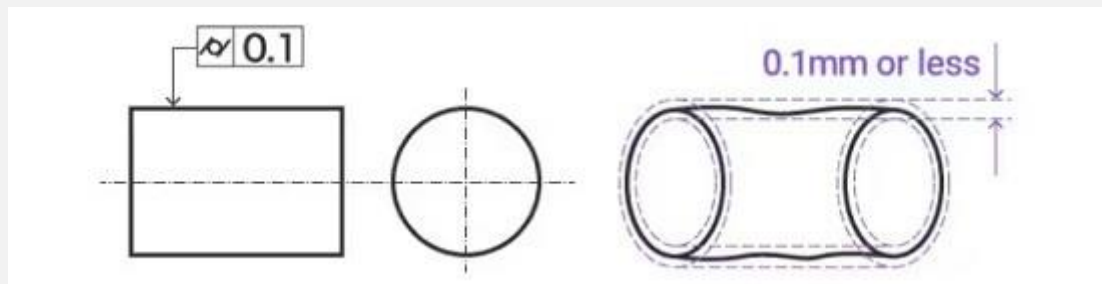
مثلا می توان میزان انحنای مجاز سطح مقطع استوانه، کره، مخروط و هر ترسیمه دایروی دیگر را با این تفرانس تعیین کرد. بر این اساس دو دایره موازی با فاصله مشخص از یکدیگر دور ویژگی مد نظر ترسیم می شود. حتی در صورت اعوجاج نیز، دایره نباید از محدوده تعیین شده خارج گردد. در تصویر زیر نمونه ای از تفرانس گذاری گردی برای یک استوانه را مشاهده می کنید که حداکثر خطای مجاز برای سطح مقطع ۰/۱ میلی متر است. نماد تفرانس دایروی در چهارچوب کنترل ویژگی به صورت یک دایره ترسیم می شود.



تولانس هندسی استوانه ای (Cylindricity)

تولانس استوانه ای تقریباً ماهیتی شبیه به تولانس گردی دارد. با این تفاوت که صرفاً برای استوانه در نقشه های مهندسی استفاده می شود. این تولانس حداکثر خطای مجاز سطح جانبی یک استوانه از حالت دایره ای و مسیر مستقیم را نشان می دهد. برای این منظور دو استوانه به موازات سطح جانبی با فاصله معین ترسیم شده و حداکثر خطای مجاز را مشخص می کند.

در تصویر زیر نمونه ای از تولانس استوانه ای را مشاهده می کنید که حداکثر خطای مجاز سطح جانبی آن برابر ۰/۱ میلی متر است. نماد تولانس استوانه ای در چهارچوب کنترل ویژگی به صورت یک دایره با دو خط موازی چسبیده به آن ترسیم می شود.



انواع تولانس های هندسی جهت یا راستا

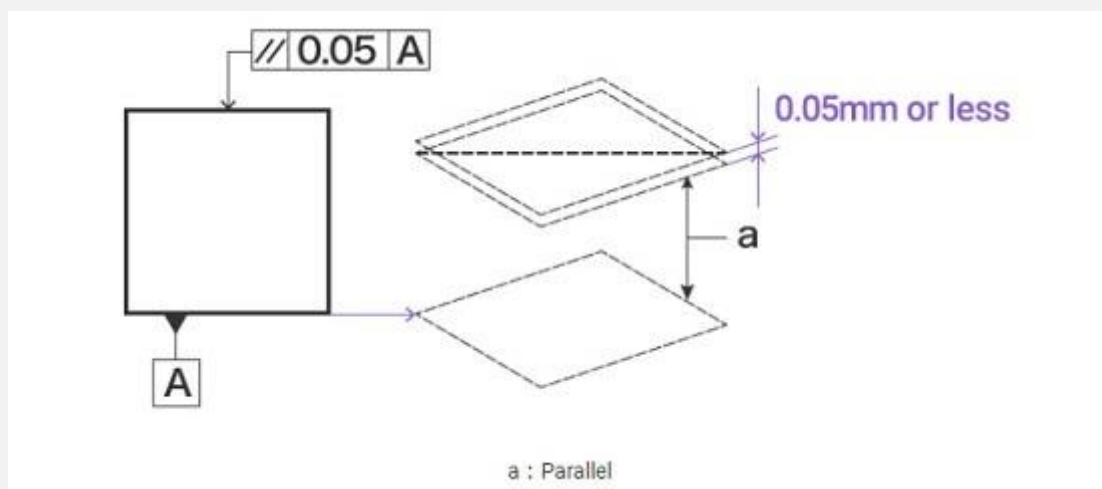
دسته ای دیگر از انواع تولانس های هندسی را با نام تولانس جهت یا راستا (Orientation Control Tolerance) می شناسند.

این تولانس ها نشان دهنده میزان انحراف مجاز یک ویژگی نسبت به مبنای مشخص روی نقشه های مهندسی هستند. به همین دلیل برخلاف تولانس فرم، برای تعریف این تولانس ها به داشتن مبنا یا مرجع در چهارچوب کنترل ویژگی نیاز داریم.

انواع تolerانس جهت را می توان در سه گروه زیر طبقه بندی کرد:

تولرانس هندسی تولزی (Parallelism)

تولرانس هندسی تولزی، حداکثر میزان انحراف مجاز بین دو خط یا صفحه موازی را در یک نقشه مشخص می کند. بر این اساس نیاز به یک مبنا داریم که می تواند یک خط یا صفحه در نقشه باشد. به تصویر زیر دقت کنید.

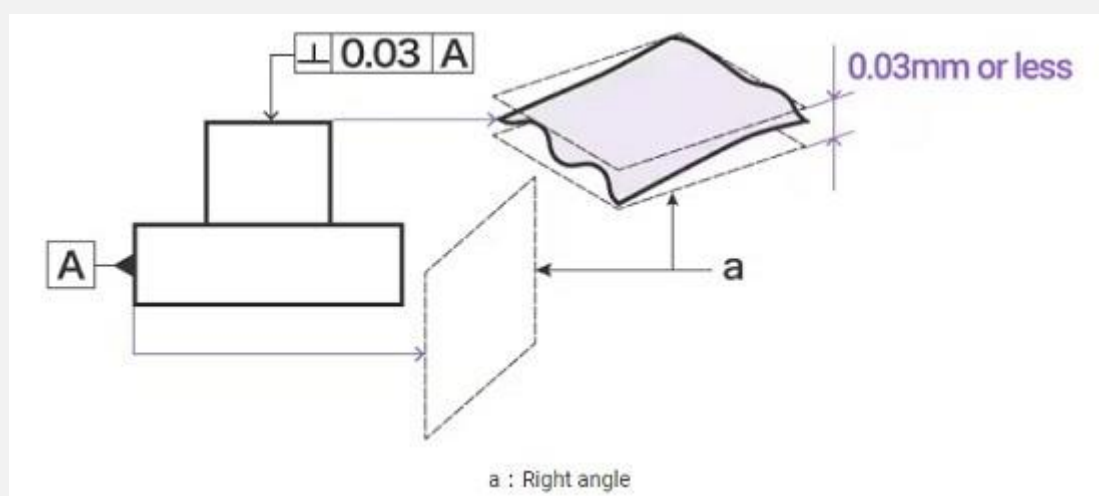


در این جا صفحه A در پایین ترسیمه به عنوان مبنا در نظر گرفته شده است. صفحه بالایی صفحه موازی با آن است که به فاصله a از صفحه A قرار دارد. حداکثر تولرانس مجاز برای صفحه بالایی در نقشه برابر 0/05 میلی متر در نظر گرفته شده است.

برای این منظور دو صفحه موازی صفحه بالایی ترسیم می شود که نباید از آن ها بیرون بزند. نماد تولرانس تولزی در چهارچوب کنترل ویژگی به صورت دو خط موازی می باشد.

تولانس هندسی تعامد (Perpendicularity)

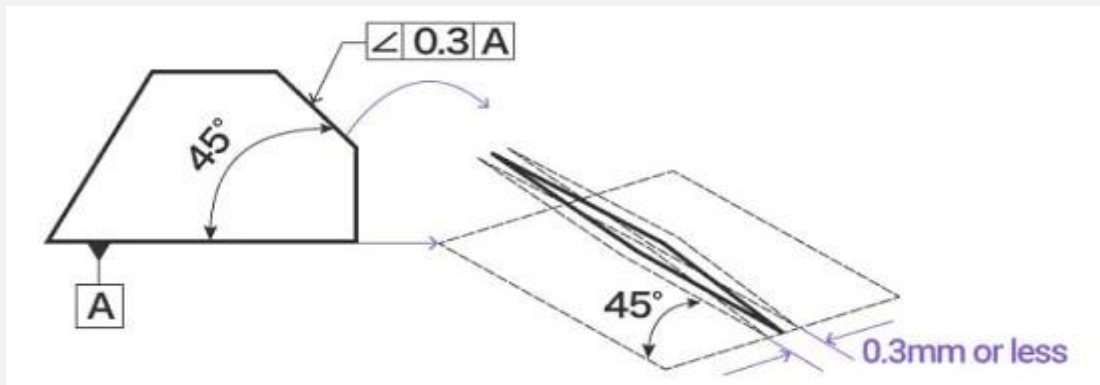
یکی دیگر از انواع تولانس های هندسی راستا، تولانس تعامد است. به کمک این مشخصه، حداکثر خطای مجاز در وضعیت تعامد بین دو صفحه یا خط عمود بر هم مشخص می شود. در این حالت هم نیاز به یک خط یا سطح مرجع روی نقشه داریم. به تصویر زیر دقت کنید.



در این جا صفحه A به عنوان صفحه مرجع یا مبنا انتخاب شده است. سپس وضعیت تعامد سطح دیگری که با فلش چهارچوب کنترل ویژگی در نقشه مشخص شده با صفحه مبنا تعیین شده است. بر این اساس حداکثر میزان انحراف مجاز نسبت به صفحه مبنا برابر با 0.03 میلی متر می باشد. برای این منظور دو صفحه موازی پیرامون صفحه مد نظر ترسیم شده که نباید از آن ها تجاوز کند. نماد تولانس تعامد در چهارچوب کنترل ویژگی با استفاده از دو خط عمود بر هم نشان داده می شود.

تفرانس هندسی زاویه ای (Angularity)

در بین انواع تفرانس های هندسی راستا، می توان تفرانس زاویه ای را به جای دو مورد دیگر که تا این جا معرفی کردیم نیز استفاده کرد. تفرانس زاویه ای، میزان انحراف دو صفحه یا خط را وقتی با زاویه مشخصی نسبت به یکدیگر قرار دارند، معین می کند. در این حالت نیز یکی از صفحه ها یا خطوط نقش مبنا یا مرجع را دارد. به تصویر زیر دقت کنید.



در این جا صفحه پایینی به عنوان مبنا A در نظر گرفته شده است. با استفاده از تفرانس زاویه ای قصد داریم حداکثر انحراف مجاز صفحه ای را مشخص کنیم که در زاویه ۴۵ درجه با مبنا قرار دارد. در نقشه حداکثر انحراف مجاز برای صفحه 0.3 میلی متر در نظر گرفته شده که با استفاده از دو صفحه موازی این محدوده تعیین شده است. نماد تفرانس زاویه ای در چهارچوب کنترل ویژگی دو خط متقاطع با زاویه تند می باشد.

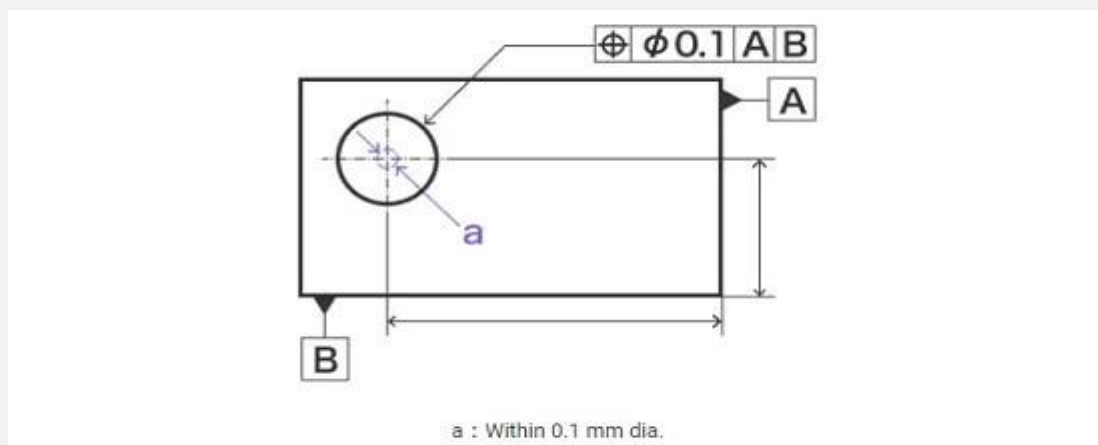
انواع تolerانس های هندسی موقعیت

دسته سوم از انواع تolerانس های هندسی را تحت عنوان تolerانس موقعیت (Location Control Tolerance) می شناسند. این تolerانس نشان دهنده موقعیت واقعی یک ویژگی نسبت به یک یا چند مبنا در نقشه های مهندسی است.

دقت داشته باشید که ممکن است برای تعریف این تolerانس ها نیاز به بیش از یک مبنا باشد. انواع تolerانس های موقعیت به چهار دسته زیر تقسیم می شوند:

تولرانس هندسی موقعیت واقعی (True Position)

تولرانس موقعیت واقعی، نشان دهنده موقعیت دقیق یک ویژگی نسبت به یک یا چند مبنا روی نقشه مهندسی است. به عنوان مثال تصویر زیر را در نظر بگیرید.

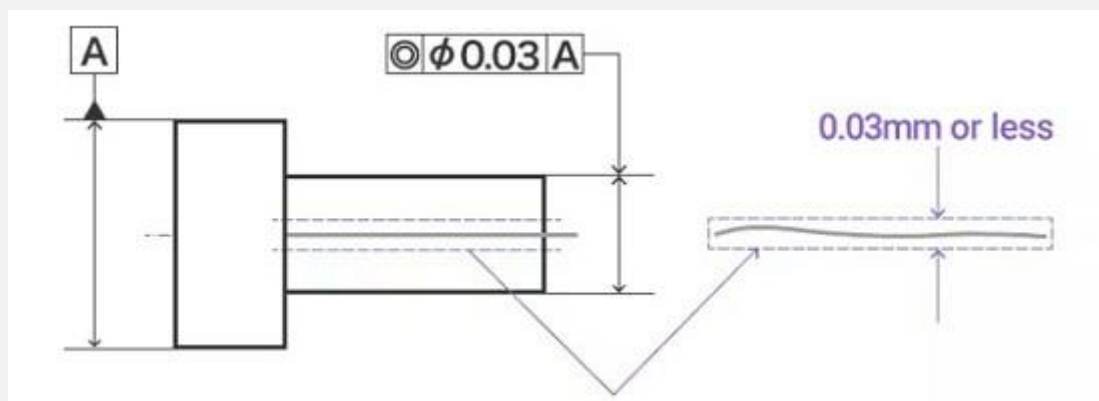


در این جا قصد داریم موقعیت دقیق قرارگیری مرکز دایره را نسبت به دو خط مبنای A و B روی نقشه نشان دهیم. مطابق آن چه در تصویر می بینید، مرکز دایره باید در یک دایره با قطر حداکثر ۰/۱ میلی متر قرار بگیرد.

به عبارت دیگر با استفاده از تolerانس موقعیت واقعی، حداکثر خطای مجاز برای موقعیت قرارگیری مرکز دایره را در نقشه نشان داده ایم. نماد تolerانس موقعیت واقعی در چهارچوب کنترل ویژگی شبیه به نماد سیل است.

تولرانس هندسی هم محوری (Coaxiality)

یکی دیگر از انواع تولرانس های هندسی، با نام تولرانس هم محوری شناخته می شود. به کمک این تولرانس می توان حداکثر خطای مجاز هم محوری دو استوانه را نسبت به یکدیگر تعیین کرد. در این حالت نیز باید سطح مقطع یکی از استوانه ها را به عنوان مبنا در نظر گرفت. به تصویر زیر دقت کنید.

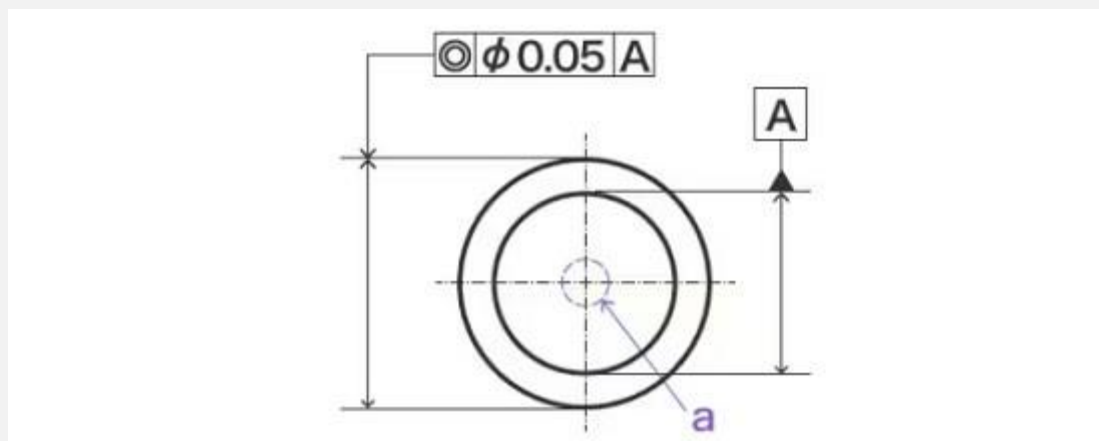


در این جا سطح مقطع استوانه سمت چپ به عنوان مبنا A در نظر گرفته شده است. بر این اساس میزان انحراف مجاز محور استوانه سمت راست نسبت به محور استوانه مبنا کمتر از ۰/۰۳ میلی متر می باشد. نماد تولرانس هم محوری در چهارچوب کنترل ویژگی به صورت دو دایره هم مرکز است.

تولانس هندسی هم مرکزی (Concentricity)

تولانس هم مرکزی نشان دهنده میزان انحراف مرکز دو استوانه نسبت به یکدیگر است. این تولانس تا حدی شبیه به تولانس هم محوری است؛ اما یک تفاوت مهم بین آن ها وجود دارد.

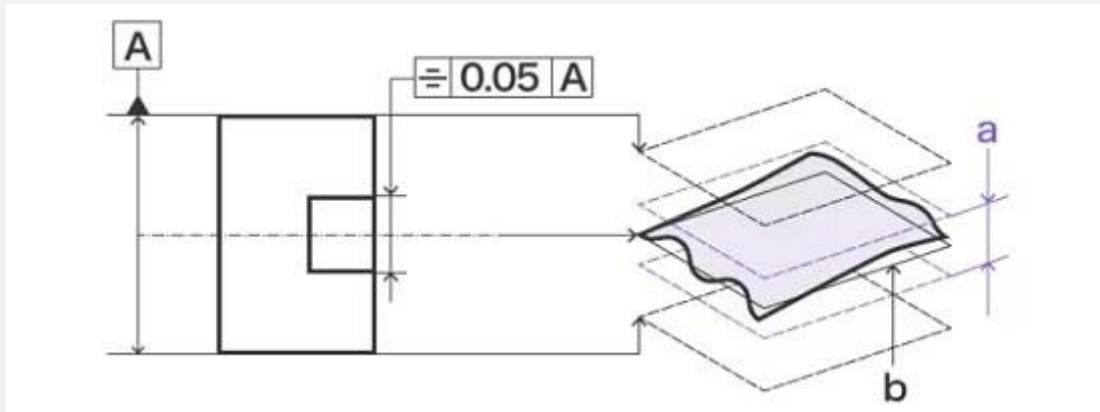
در تولانس هم محوری، سطح مقطع استوانه به عنوان مبنا در نظر گرفته می شود. این در حالی است که در تولانس هم مرکزی، دقیقاً نقطه مرکز سطح مقطع یکی از استوانه ها به عنوان مبنا انتخاب می شود. این موضوع را به وضوح می توانید در تصویر زیر مشاهده کنید.



در این جا مرکز استوانه دوم باید در مقایسه با مبنای A در یک دایره با قطر حداکثر 0.05 میلی متر قرار بگیرد. نماد تولانس هم مرکزی در چهارچوب کنترل ویژگی همانند تولانس هم محوری به صورت دو دایره هم مرکز مشخص می شود.

تولانس هندسی تقارن (Symmetry)

در بین انواع تولانس های هندسی، تولانس تقارن میزان متقارن بودن یک ویژگی را نسبت به یک مبنا روی نقشه نشان می دهد. در تصویر زیر سطح A به عنوان مبنا در نظر گرفته شده است.



آن چه در تصویر مشاهده می کنید، برآورد تolerانس تقارن سطح مشخص شده نسبت به مبنا است. در این جا سطح تعیین شده باید بین دو صفحه موازی با حداکثر انحراف مجاز 0.05 میلی متر قرار داشته باشد. بر این اساس حداکثر خطای مجاز در تolerانس تقارن نسبت به محور صفحه مبنا برابر با 0.05 میلی متر است. نماد تolerانس تقارن در چهارچوب کنترل ویژگی به صورت سه خط افقی است که خط وسط از دو خط دیگر طول بیشتری دارد.

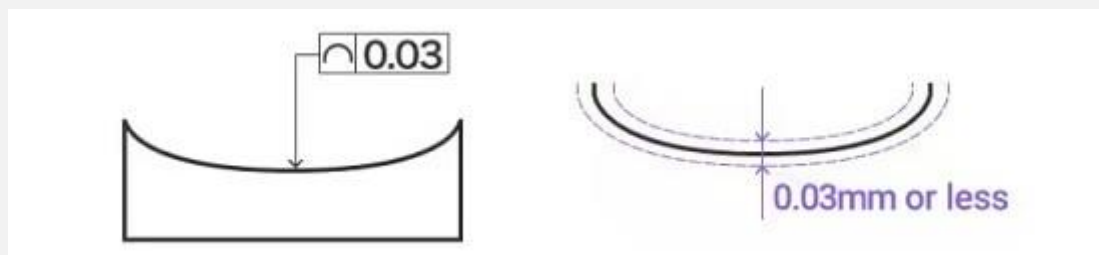
انواع تolerانس های هندسی پروفیل

وقتی با یک پروفیل سروکار داریم، نمی توانیم از تolerانس فرم برای نشان دادن حداکثر خطای مجاز استفاده کنیم. در این حالت باید به سراغ یکی دیگر از انواع تolerانس های هندسی برویم که با نام تolerانس پروفیل (Profile Control Tolerance) شناخته می شود.

انواع تolerانس پروفیل به دو دسته زیر تقسیم می شوند:

تِلرانس پروفیل خطی (Line)

تِلرانس پروفیل خطی برای برآورد حداکثر خطای مجاز یک پروفیل خطی در نقشه های مهندسی استفاده می شود. به عنون مثال تصویر زیر را در نظر بگیرید.



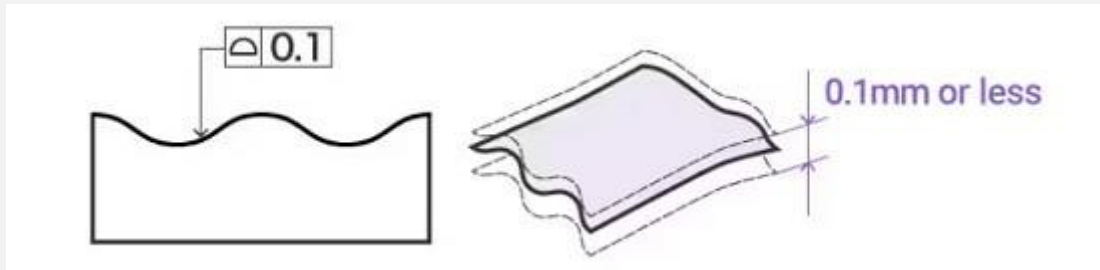
در این جا با یک پروفیل خطی با شکلی خاص مواجه هستیم. طبیعی است که هنگام ساخت ممکن است پروفیل خطی با مقداری اعوجاج نسبت به طراحی همراه باشد.

برای این منظور دو خط به موازات پروفیل در مجاورت آن با فاصله مشخص ترسیم می شود. آن چه در تصویر مشخص شده، حداکثر تِلرانس پروفیل خطی برابر با 0.03 میلی متر است.

بر این اساس اعوجاج پروفیل خطی هنگام ساخت قطعه نباید بیشتر از 0.03 میلی متر باشد. همان طور که مشاهده کردید، تِلرانس پروفیل خطی نیازی به مبنا ندارد. نماد تِلرانس پروفیل خطی در چهارچوب کنترل ویژگی را به صورت یک خط منحنی نشان می دهند.

تِلرانس پروفیل سطحی (Surface or Plane)

در بین انواع تِلرانس های هندسی، تِلرانس پروفیل سطحی روی حداکثر خطای مجاز یک پروفیل سطحی تمرکز می کند. شما در تصویر زیر یک سطح را مشاهده می کنید که به صورت پروفیل با شکل خاصی طراحی شده است.



مطابق تolerانس پروفیل سطحی روی نقشه، حداکثر خطای مجاز برای هرگونه اعوجاج نسبت به پروفیل سطحی طراحی شده برابر با ۰/۱ میلی متر است. نماد تolerانس پروفیل سطحی در چهارچوب کنترل ویژگی به صورت یک نیم دایره در نظر گرفته می شود.

انواع تolerانس های هندسی لنگی

آخرین گروه از انواع تolerانس های هندسی، با نام تolerانس لنگی (Runout Control Tolerance) شناخته می شود. این دسته از تolerانس ها راستا و مکان یک ویژگی روی نقشه را نسبت به یک مبنا به صورت هم زمان کنترل می کنند.

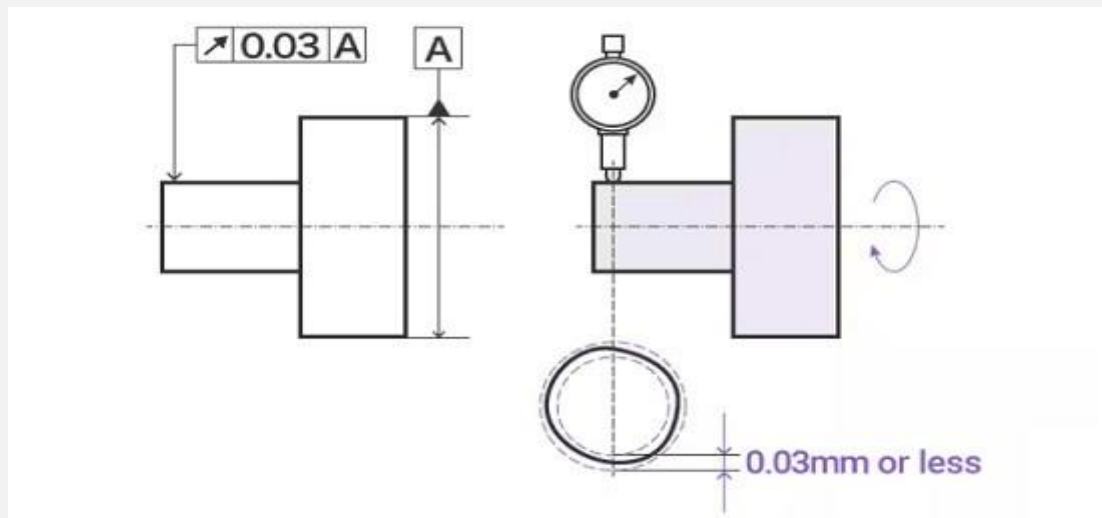
دقت داشته باشید که اعمال تolerانس هندسی لنگی روی نقشه، هزینه ساخت قطعات را خیلی زیاد می کند.

انواع تolerانس هندسی لنگی را می توان به دو دسته زیر تقسیم کرد:

تولرانس لنگی دورانی (Circular Runout)

تولرانس لنگی دورانی قابلیت کنترل دو بعدی را نسبت به یک سطح مبنا در اختیار شما قرار می دهد.

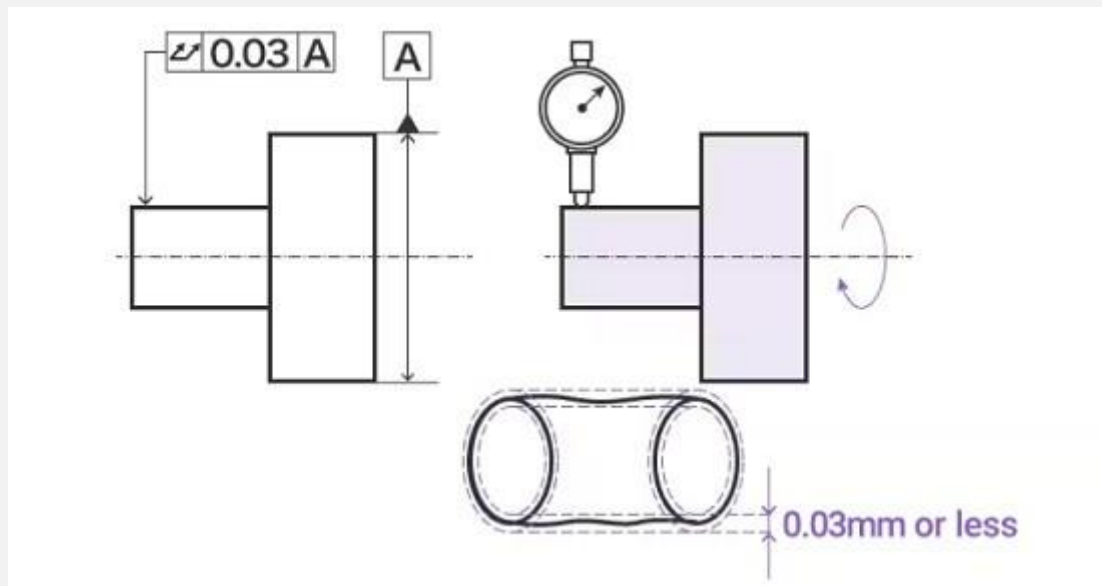
در همین راستا تصویر زیر را تماشا کنید.



دو استوانه روی یکدیگر قرار دارند و نسبت به محور مشخص شده در تصویر حرکت دورانی انجام می دهند. سطح جانبی استوانه سمت راست به عنوان مبنای A در نظر گرفته شده است. در این حالت سطح مقطع استوانه سمت چپ باید با تیرانس لنگی دورانی 0.03 میلی متر نسبت به مبنا دوران کند. به عبارت دیگر حداکثر خطای دورانی سطح مقطع استوانه باید در بین دو دایره باشد که نسبت به هم 0.03 میلی متر فاصله دارند. نماد تیرانس لنگی دورانی در چهارچوب کنترل ویژگی به صورت یک فلش نشان داده می شود.

تیرانس لنگی کل (Total Runout)

آخرین مورد از انواع تیرانس های هندسی که معرفی می کنیم، تیرانس لنگی کل است. تیرانس لنگی کل یک تیرانس سه بعدی است که تمام ویژگی های یک قطعه را در هنگام دوران نسبت به مبنا کنترل می کند. به تصویر زیر دقت کنید که در آن سطح جانبی استوانه سمت راست به عنوان مبنای A در نظر گرفته شده است.



تلرانس لنگی کل برای استوانه سمت چپ، علاوه بر سطح مقطع، سطح جانبی آن را نیز کنترل می کند.

تلرانس لنگی کل برای استوانه در این جا برابر 0.03 میلی متر در نظر گرفته شده است. بر این اساس استوانه نسبت به مبنا باید درون دو استوانه موازی با یکدیگر به فاصله 0.03 میلی متر دوران کند. نماد تلرانس لنگی کل در چهارچوب کنترل ویژگی به صورت دو فلش موازی یکدیگر که از انتها با یک خط به هم متصل شده اند، نمایش داده می شود.