A-PDF WORD TO PDF DEMO: Purchase from www.A-PDF.com to remove the watermark

اندازه گذاری و تلرانس گذاری هندسی (GD and T)

Geometric dimensioning and to lerancing

تلرانس گذاری بصورت مثبت و منفی (اندازه اسمی + حد بالا و پایین) نمی تواند به طور کامل تمام جزئیات ساخت یک قطعه را در نقشه نشان می دهد و در بسیاری موارد سازنده را دچار ابهام می کند . مثال زیر این نکته را روشن می نماید .

همانطور که در شکل دیده می شود برای تعیین موقعیت سوراخ باید مرکز آن نسبت به یک موقعیت معین مثلاً گوشه قطعه کار مشخص شود . فاصله مرکز از گوشه در راستای x و y برابر دو mm است . اما طبیعی است که این اعداد خود دارای تلرانسی هستند و نمی توانند اعداد و mm منظور گردند . لذا تلرانس آنها بصورت مثبت و منفی ۰/۰۰۵ mm تعیین شده است به این مفهوم که عدد ۲ mm می تواند بین ۱/۹۹۵ الی ۲/۰۰۵ mm باشد بدین ترتیب مراکز سوراخ در یک محدوده مربعی شکل با ابعاد ۰/۰۱۰ در ۰/۰۱۰ mm جای می گیرد. به عبارت دیگر مرکز سوراخ دریلر بخشی از این مربع که قرار می گیرد ظاهرا قابل قبول است که البته این مشابه شبهه برانگیز است. نکته جالب تر اینکه دیگر اگر مرکز سوراخ روی محیط مربع قرار گیرد نیز ظاهرا باید مورد قبول باشد چنانچه این شرط را بپذیریم پس مرکز سوراخ می تواند روی گوشه های مربع نیز باشد که در این

صورت فاصله آن از مرکز واقعی واصلی برابر $\sqrt{۰/۰۰۵^۲ + ۰/۰۰۵^۲}$ یعنی ۰/۰۰۷ mm است که خارج از حد بالا و پایین تلرانس تعیین شده است. (۰/۰۰۵) کاملا واضح است که این نوع تلرانس است کافی ندارد و می تواند باعث سوالات زیادی شود؟

-آیا مرکز سوراخ می تواند در هر جایی در موقع تلرانسی قرار گیرد؟

- آیا مرکز سوراخ می تواند در روی محیط مربع تلرانسی نیز باشد؟

- آیا مرکز سوراخ می تواند در روی گوشه های مربع تلرانسی باشد؟

فرض کنید به جای آنکه از یک مربع برای تعیین محدوده تلرانسی استفاده نماییم از یک دایره برای این کار بهره ببریم. مثلا به نحوی روی مته مشخص نماییم که مرکز سوراخ می تواند هر جایی درون دایره ای به شعاع ۰/۰۰۵ اینچ باشد (طول مرکز اصلی سوراخ) بدین ترتیب چون دایره دارای ویژگی همان بودن تمام نقاط روی محیط آن است مشکل مربع و گوشه های آن حل خواهد شد. پس باید علاوه بر تلرانس های مثبت و منفی دوکار دیگر جهت تکمیل و روشن کردن موقعیت سوراخ انجام دهیم:

۱-موقعیت دقیق مرکز سوراخ و محدوده تلرانسی آن را با یک علامت یا توضیح شرح دهیم

۲-از تلرانس دایروی استفاده کنیم تا تلرانس گذاری مربعی شبهه برانگیز نباشد.

GD and T همین مطلب را دنبال می کند که اولا تلرانس گذاری دایروی را در نقشه اعمال کنیم ثانیا ویژگی های بخش های مختلف نقشه را کامل تر تعیین نماییم (نظیر موقعیت یک سوراخ و ...) این کار از طریق علائم و نشانه های استانداردی انجام می شود که در مبحث GD and T مورد بررسی قرار می گیرد.

تلرانس گذاری دایره ای که مبنای تلرانس گذاری در GD and T است جزئی ازاستانداردهای نظامی بوده است که درسال ۱۹۵۶ منتشر و توسط صنایع نظامی آمریکا مورد پذیرش قرار گرفت. این تکنیک اکنون با احتساب سال ۲۰۰۶ پنجاه سال است که بکار می رود. تدوین و کاربرد استاندارد GD and T فقط مختص کشور آمریکا نبود. امروزه استانداردهای GD and T درکشورهای مختلف صاحب صنعت بررسی و منتشر شده اند که اکثر علائم تلرانس گذاری در این استانداردها مشابه هستند وتنها در روش تعیین مبنا یا کاربرد علائم در نقشه ها با یکدیگر تفاوت هایی دارند. تعدادی از معروفترین این استانداردها عبارتند از: (که مربوط به GD and T هستند)

انجمن استانداردهای ملی آمریکا (استاندارد GD and T)→ ANSI Y 14.5

انجمن استانداردهای انگلیس (استاندارد GD and T)→ BS 308 Part 111

انجمن استانداردهای کانادا (استاندارد GD and T)→ CSA B 78.2

سازمان بین المللی استانداردها (استاندارد GD and T) → ISO R 1101

انجمن استانداردهای استرالیا (استانداردهای GD and T) → AS CZI Secti8

خلاصه مطلب آنکه هر نقشه ساخت حداقل باید شامل ۳ داده اصلی زیر باشد :

۱-شکل ومشخصات دقیق هندسی (و در نتیجه تلرانسهای هندسی یعنی GD and T)

۲-ابعاد و اندازه قطعه (و در نتیجه تلرانسهای ابعادی)

۳-جنس مورد استفاده

تلرانسهای روی نقشه چه ابعادی و چه هندسی دارای اهمیت بسیار زیادی هستند چه بسا که که یک فرآیند تولید و ماشین آلات تولید ویژه ای را طلب کند و یا حتی نیاز به وسایل و سیستم های اندازه گیری خاص داشته باشد. بعنوان مثال اگر قطر یک پین بدون تلرانس هندسی فرم داده شود یک کولیس معمولی جهت اندازه گیری آن کافی است در حالیکه با اضافه شدن تلرانس هندسی نیاز به روش اندازه گیری و وسایل خاص خود دارد. سر آخر مثال دیگری در مورد نیاز به اعمال تلرانس هندسی که نقشه ارائه می گردد با ذکر این نکته که استفاده افراطی وبی ملاحظه تلرانسها (ابعادی یا هندسی) نیز مشکل ساز بوده و عملیات ساخت را پیچیده و هزینه ها را غیر معقول می سازد.

مثال دوم :

قطعه کار شکل زیر بصورت تلرانس مثبت و منفی اندازه گیری شده است.

به عبارت دیگر فاصله مرکز هر چهار سوراخ از لبه تحتانی قطعه کار ^{mm} ۵ فاصله دارند و محدوده تلرانس 5.T و 4.9 می باشد. به نظر شما کدام یک از قطعه کارهای زیر مورد قبول هستند؟

تلرانس نهایی

$4.9 + 0.3 = 5.2$

Part 1

تلرانس نهایی

$5.1 + 0.2 = 5.3$

Part 2

Part 3

تلرانس نهایی

$4.9 + 0.5 = 5.4$

Part 4

چنانچه تنها به تلرانس مثبت و منفی توجه شود طبیعتا هر چهار قطعه در محدوده تلرانس تعیین شده قرار دارند اما فرم هندسی هر چهار قطعه نادرست است. و لذا منجر به افزایش میدان تلرانس می شوند. به عبارت دیگر باید علاوه بر تلرانس + و-توضیحاتی نیز در مورد هندسه دقیق کار تلرانس آن داده شود تا شبهه ای در مورد تلرانس نهایی حاصل نگردد.

در زمان G D and T علائم و مقادیر تلرانس در درون جدولی به نام جدول کنترل مشخصه جای می گیرند این جدول مستطیلی شکل بسته به موقعیت و شرایط به قسمت های مختلفی تقسیم می شودو علائم و مقادیر مختلفی در آن جای داده می شوند.

⊕	Ø 1.5 M	D	E M	P

جدول کنترل مشخصه

در ادامه مفهوم هر یک از این علائم و اعداد شرح داده خواهد شد اما در این مرحله نحوه نمایش جدول مشخصه و اعمال آن به بخش مورد نظر از قطعه در نقشه ساخت و همچنین انواع جدول مشخصه می پردازیم :

جدول کنترل مشخصه معمولا با یکی از چهار روش زیر به منطقه مورد نظر از نقشه ساخت متصل می گردد و درباره آن توضیحاتی می دهد. در شکل زیر این چهار حالت مشاهده می شوند :

۱)جدول کنترل مشخصه زیر اعداد اندازه و تلرانس آن قرار می گیرد و خط راهنما (وفلش) از بخش مورد نظر قطعه به عدد اندازه متصل می شود.

۲)یک خط راهنما (دو فلش) از جدول به بخش مورد نظر قطعه متصل است.

۳)یک ضلع یا گوشه جدول به یک خط راهنما، امتداد یافته از بخش مورد نظر قطعه کار، وصل می شود. در این حالت بخش مورد نظر قطعه کار باید یک صفحه باشد.

۴)یک ضلع یا گوشه جدول کنترل مشخصه به امتداد خط اندازه گیری بخش مورد نظر از قطعه کار وصل می گردد.

نکته : جدول کنترل مشخصه محدود به قسمتی از قطعه است که به آن وصل شده است. مثلا اگر جدول کنترل به خطی که نشان دهنده یک سطح است وصل شود فقط آن سطح کنترل می گردد.

با توضیحات فوق شکل فوق الذکر باید بدین صورت تغییر گردد :

-جدول کنترل شماره(۱) مختص به سوراخ به قطر ۵^{mm} است (نه به خط چین فوقانی)

-جدول کنترل شماره (۲) مختص به سطح جلویی پله دوم قطعه کار است.

-جدول کنترل شماره (۳) تنها به سطح عقبی پله دوم قطعه کار مربوط است.

- جدول کنترل شماره (۴) مربوط به کل پله مرور اول به نظر ۱۰^{mm} است.

جدول مشخصه همواره از چپ به راست خوانده می شود. هر جدول حداقل باید شامل یک نماد یا علامت تلرانس هندسی و یک عدد برای آن تلرانس باشد. اولین خانه از سمت چپ همواره به علامت تلرانس هندسی تعلق دارد. خانه دوم از چپ متعلق به عدد یا مقدار تلرانس است. این تلرانس همواره تلرانس کلی است و مانند تلرانس گذاری مثبت از منفی نیست. خانه های بعدی نیز به حروف مشخص کننده بخشهایی از قطعه کار که مبنای ساخت محسوب می شوند متعلق می باشد.

⊥	Ø 1.5 M	A	D	P

↓ ← علامت تلرانس هندسی

مقدار **تلرانس هندسی**

حروف مبنا

نکته : تعداد حروف مربوط به مبناها از یک تا ۳ مورد متغیر است. در این بخش ترتیب الفبایی حروف اهمیت ندارند اما ترتیب رعایت و بررسی مبناها از چپ به راست است یعنی مبنای A (در مثال فوق) مقدم بر D و P می باشد (و الی آخر) به عبارت دیگر اولین حرف ازچپ، صفحه مبنایی اول، دومین حرف، صفحه مبنای دوم و سومین حرف صفحه مبنای سوم را مشخص می کنند که درباره مفهوم آنها شرح کلی در ادامه خواهیم داشت.

انواع جدول کنترل مشخصه :

۱-جدول کنترل منفرد: این نوع جداول شامل یک نوع کنترل تلرانس برای یک بخش از قطعه کار هستند مانند

۲-جدول کنترل ترکیبی : از دو یا چند جدول کنترل منفرد به هم پیوسته تشکیل می گردد. که به ترتیب روی هم چیده می شوند که باید به ترتیب از بالا به پایین و سطر به سطر خوانده شده روی بخش مورد نظر از قطعه کار بررسی گردند.

در نوع دیگری از این جداول ترکیبی فقط یک جدول موجود است اما به آن جدول علامت مبنا متصل شده است یعنی بخش مورد نظر از قطعه کار، پس از بررسی و صحت تلرانس یک صفحه مبنا خواهد بود.نمونه ای از این نوع جدول ترکیبی به شکل متقابل است :

۳-جدول کنترل مرکب (کامپوزیت)

این جدول از سطرهای مختلفی تشکیل شده است (نظیر جدول ترکیبی و با همان ترتیب خواندن) اما همه آنها مربوط به یک علامت تلرانسی هستند.

در این نوع جداول در سطر اول، مقدار حداکثر تلرانس و در سطر دوم مقدار تلرانس شبه تر و دقیق تری ارائه می شود به عبارت دیگر در کنترل مرکب فرض بر آن است که اولین سطر جدول کنترل، بزرگترین مقدار تلرانس هندسی مجاز را دارد بنابراین اگر بخش مورد نظر از قطعه کار درون محدود این تلرانس حداکثر قرار گیرد. باید تلرانس دقیق تر (سطر دوم) نیز بررسی و از صحت آن اطمینان حاصل کرد تا بدین ترتیب تلرانس دقیق تر و در نتیجه مونتاژ صحیح تری حاصل شود.

نکته : جدول کنترل مرکب برای تلرانسهای هندسی راستا یا موقعیت به کار می روند که از انواع تلرانسهای هندسی می باشند و بعداً درباره آنها صحبت می شود.

پس از آشنایی با جدول مشخصه و در ادامه به بررسی علائم و نمادهای and T G D می پردازیم و ابتدار با علائم عمومی آن آغاز می کنیم :

علائم و توضیحات عمومی در G D and T

۱) Ø :

این علامت در G D and T نماد قطر دایره است که برای تشریح نواحی تلرانسی یا قسمت های دایروی واستوانه ای قطعه کار قبل از عدد تلرانس (در جدول کنترل مشخصه) به معنی غیر استوانه ای بدون ناحیه مورد بررسی از قطعه کار است (به مثال شکل صفحه بعد توجه شود).

همانطور که ملاحظه می شود چون تلرانس 0:02 مربوط به یک ناحیه دایروی است قبل از آن علامت آورده است.

۲) 15:0 علامت فوق که در حقیقت یک مستطیل به دور عدد اندازه است به علامت مطلق معروف می باشد ابعادی که دارای علامت مطلق هستند ابعاد مطلق نامیده می شوند و فاقد تلرانس هستند به عبارت دیگر از دقت بالایی برخوردار می باشند و لذا تلرانس های

بسیار دقیق واختصاصی دارند که از تلرانسهای موجود در نقشه پیروی نمی کنند. همانطور که در مثال فوق دیده می شود موقعیت سوراخ از گوشه ها آنقدر دقیق است که ابعاد ۱۰ و ۱۵ بصورت مطلق مشخص شده اند فلذا تلرانسهای آن بطور ویژه باید داده شود ودرتولید آنها باید دقت فراوانی مبذول داشت تا موقعیت سوراخ بطور دقیق ایجاد گردد.

۳) R :

شعاع یک دایره را مشخص می کند و بلافاصله بعد از آن عدد شعاع آورده می شود اگر از نماد R در نمایی از نقشه استفاده شود که شکل واقعی دایره مشاهده نمی گردد (مثلا در نمای جانبی یک سوراخ که بصورت مستطیل دیده می شود) عبارت Tmeقبل از R اضافه می شود (TrueR = شعاع واقعی)

۴) SR,SQ :

به ترتیب از راست به چپ نشان دهنده قطر و شعاع کره هستند . SQ می تواند قبل یا بعد از عدد اندازه نوشته شود اما SR قبل از عدد شعاع کره نوشه می شود .

۵) ۱۰۵:

علامت کمان بالای یک عدد نشان دهنده طول کمان است (طول یک سطح منحنی) هنگامی که این نماد روی عددی قرار می یرد اندازه گیری خطی در طول کمان مجاز نیست.

۶)

نماد مخروط است . یک مخروط به سه طریق قابل تعریف است ۱- اقطار و نسبت مخروطی داده شود.

۲-اقطار و زاویه راس با یک تلرانس پروفیل داده شود

۳- اقطار به همراه ارتفاع داده شود.

۷) نماد شیب است . توجه شود که شیب نسبت اختلاف ارتفاع یک انتهای مخروط به انتهای دیگر است و لذا بر حسب درجه نیست بر حسب mm ذکر می شود.

۸) به ترتیب علامت خزینه مخروطی می باشند .

همانطور که در شکل مقابل دیده می شود سوراخها (۴ عدد = 4X) به قطر ۲mm با تلرانس ۰/۰۰۵ باید خزینه هایی تخت به قطر ۳mm با تلرانس ۰/۰۰۳ داشته باشند و عمق خزینه I نیز ۲mm با تلرانس ۰/۰۱۵ است.

۹)علامت عمق است که گاهی حروف اختصاری DP برای آن استفاده می شود که نمایش گر مقدار عمق کار است (شکل مقابل و مثال شکل قبل)

۱۰) × :

علامت تعداد یک بخش از قطعه کار مثلا در مثال پایین صفحه قبل 8Y یعنی ۸ سوراخ با شرایط ذکر شده ایجاد شوند.

۱۱) □ :

نمایش دهنده مقطعی مربعی شکل است. مثلا در شکل مقابل بخش اندازه گذاری شده مربعی با ابعاد ۵ mm است.

۱۲) CR :

علامت اختصاری شعاع کنترل شده، هرگاه روی منحنی این علامت قرار گیرد یعنی منحنی در محدوده تلرانس نباید هیچ اعوجاج و بی نظمی سطحی داشته باشد به مثال زیر توجه کنید :

↔ (۱۳

علامت مابین است. در طرحهای این علامت دیده می شوند که تلرانس فقط به قسمتی از بخش اشاره شده باید اعمال گردد. مثلا بین دو بخش x و y.

(۱۴

اگر تلرانس هندسی به صفحه مماس بر یک بخش از قطعه کار اعمال گردد این علامت در جدول کنترل مشخصه بعد از عدد تلرانس قرار می گیرد.

۱۵- ⌀

علامت مبدأ اندازه گیری است و برای معرفی سطح یا بخشی از قطعه کار استفاده می شود که مبدأ اندازه گیری است. در حقیقت هنگامی که طرح قطعه کار پیچیده بود، تعیین موقعیت شروع اندازه گیری در آن مشکل باشد می توان محل مبدأ را با این علامت تعیین نمود. (شکل زیر)

-۱۶

علامت حول محیط است بدین معنی است که تلرانس مربوطه به تمام محیط بخش مورد نظر از قطعه کار اعمال می گردد. (شکل زیر)

۱۷-(۲۰/۲۱) :

هرگاه عدد اندازه، درون یک پرانتز قرار گیرد یعنی بُعد نشان داده شده بُعد مرجع می باشد این بُعد برای تعریف اندازه قطعه کار داده نمی شود بلکه مشخص کننده ارتباط بین بقیه ابعاد قطعه است. این بُعد را می توان بعنوان مثال، مرجع مونتاژ قطعه کار و یا مرجع جابه جایی قطعات متحرک منظور کرد. بدین ترتیب چون عملیات نسبت به این بعد اجرا می شود از بروز خطاهای ترکیبی نیز جلوگیری می شود.

۱۸- - - - - - :

علامت خط زنجیری است و هنگامی در نقشه به کار می رود که طراح فقط بخشی از یک سطح یا ناحیه را مد نظر دارد. (مثلا به عنوان تکیه گاه)

۱۹-تصحیح کننده ها :

نماد و علائمی هستند که جهت تصحیح و اصلاح تلرانس داده شده به کار می روند. سه تصحیح کننده به شرح زیر وجود دارد :

۱-۱۹ :

نماد تصحیح کننده حداکثر مقدار ماده (Maximum material condition) یا شرط حداکثر مقدار ماده است. اگر این شرط در کنار تلرانس داده شود بدین معنی است که بعد از اعمال تلرانس در بخش مورد نظر حداکثر مقدار ماده (بیشترین وزن) باید باقی بماند. مثلا اگر سوراخی در قطعه کار ایجاد می شود سوراخ باید کوچکترین مقدار خود را در محدوده تلرانسی داشته باشد تا بیشترین ماده از قطعه کار باقی بماند (و ماده کمتری از آن جدا شود) یا در مورد یک پین باید آنرا درحداکثر قطعه کار ممکن در ناحیه تلرانسی تولید کرد.

کاربرد این تصحیح کننده در طرح هایی است که در آنها لقی برای مونتاژ قطعه کار نیاز است مثلا فرض کنید پینی باید در یک سوراخ مونتاژ گردد چنانچه پین در شرایط

باشد برای جازدن آن در سوراخ با انطباقهای مختلف دچار مشکل نخواهیم شد چرا که بین حداکثر مقدار ماده را دارد و هنوز جای اصلاح و تصحیح دارد.

۲-۱۹ :

نماد حداقل مقدار ماده (Least material condition) است و دقیقاً عملکردی عکس شرط دارد.

به عبارت دیگر باید کمترین مقدار ماده پس از انجام عملیات و اعمال تلرانس در قطعه کار باقی بماند کاربرد این تصحیح کننده در طرحهایی است که یک قطعه کار در این طرح

موقعیت دهی می شود یا ماده باید حداقل ضخامت را داشته باشد و مثلا سوراخهایی که نزدیک لبه یا گوشه قطعه کار هستند و بُعد بحرانی دارند.

یک مثال از شرایط زمانی است که می خواهیم به فرض با چهار پین یک قطعه کار مستطیلی شکل را موقعیت دهی کنیم (شکل مقابل)

اگر چهار سوراخی که روی صفحه مبنا ایجاد می شود (تا پین ها قرار درون آنها قرار گیرند) در شرایط LMC تولید شوند طبیعتاً پین ها بیشتر به قطعه کار نزدیک می شوند (تماس بین پین و قطعه کار زیاد می شود) و در نتیجه موقعیت دهی قطعه کار دقیق تر خواهد بود.

۳-۱۹ RFS :

RFS در حقیقت هیچ تصحیحی روی تلرانس انجام نمی دهد اما بعنوان یک تصحیح کننده مطرح می گردد. RFS یا Regardless of feature size (مستقل از اندازه طرح) نشان دهنده آن است که هیچ تغییری در تلرانسهای داده شده توسط طراح نباید ایجاد گردد به عبارت دیگر تلرانس را دقیقاً به مقدار تعیین شده توسط طراح محدود می کند. بنابراین عامل بسیار محدود کننده ای است.

کاربرد RFS در طرحهایی است که مقدار مجاز تلرانس بحرانی است و تغییر آن مشکل ساز خواهد بود (هزار خارها، چرخدنده ها و انواع قطعات پرسی می توانند از قطعاتی باشند که تغییر تلرانس آنها امکان پذیر نیست و ابعاد بحرانی دارند چرا که طراح نمی تواند برای آنها لقی یا تلرانس اضافه ای جهت درگیری قطعات یا مونتاژ آنها منظور کند)

نکته ۱

اعمال هر یک از شرایط تصحیح کننده با نظر طراح و بر حسب شرایط قطعه کار و مونتاژ یا کار آن اجرا می گردد و نیاز به بررسی و مشورت دارد. علائم تصحیح کننده در جدول کنترل و بعد از مقدار تلرانس یا حروف مبنا قرار می گیرند.

نکته ۲ : اگر تلرانس یا حرف مبنا مثلا با علامت MMC تصحیح گردد، تلرانس مشخص شده در جدول کنترل مشخصه تنها زمانی باید استفاده شود که جزء مورد بررسی در اندازه MMC ساخته شده باشد. اگر اندازه جزء مورد بررسی از اندازه MMC تغییر کند به مقدار تلرانس هندسی تعریف شده در جدول کنترل مشخصه اضافه می شود. این تلرانس افزوده شده را تلرانس جایزه می گویند.

۲۰ :

نماد ناحیه تلرانسی تصویر شده است. هرگاه بعد از مقدار تلرانس این نماد در جدول کنترل قرار گیرد یعنی تلرانس باید در یک ارتفاع یا ناحیه معینی بررسی شود.

مثلا در شکل مقابل محور سوراخ باید 0.500 میلی متر بالای سطح سوراخ مورد بررسی قرار گیرد تا در میدان تلرانس قرار داشته باشد.

همانطور که در شکل مقابل دیده می شود اگر قطر سوراخ ″0.5.5 باشد، تلرانس موقعیت ″0.014 اعمال می شود. اگر قطر سوراخ شماره ۲ برابر ″252 باشد از مقدار MMC به میزان ″0.010 فاصله وجود دارد پس تلرانس جایزه برابر این اختلاف (″0.010) به تلرانس موقعیت مستقیماً اضافه می شود و بنابراین تلرانس موقعیت به جای ″0.014 خواهد شد. به تلرانس ″0.024 تلرانس افزوده گفته می شود. تلرانس افزوده موقعیت می تواند به عنوان اختلاف اندازه یک مبنا از اندازه MMC بدست آید (در صورت انحراف اندازه مبنای B از مقدار MMC تلرانس افزوده تا ″0.020 خواهد بود)

بررسی مبناها

قبل از بررسی انواع تلرانسهای هندسی به بررسی انواع مبناها در GD and T می پردازیم همانطور که قبلا ذکر گردید، حروف مشخص کننده مبنا درجدول کنترل مشخصه و از یک تا ۳ حرف قابل درج می باشند.

مبنا از نظر تئوری، خط، سطح یا حجمی است که به عنوان مبدأ تلرانس داده شده مورد استفاده قرار می گیرد به عبارت دیگر تلرانس هندسی باید نسبت به مبدأ تعیین شده اندازه گیری شود. مبنا باید طوری مشخص گردد که هر فردی نقشه را همانطور که طراح مدنظر داشته اشت تفسیر نماید. مثلا در شکل زیر قطعه کار نسبت به سه سطح به ترتیب D ، E و سپس P باید موقعیت دهی گردد. بنابراین محدوده تلرانس سه بعدی است یعنی تلرانس هندسی داده شده در یک محدوده استوانه ای باید بررسی شود (یعنی در سرتاسر سوراخ) اگر فقط دو صفحه E و P داده می شد محدوده تلرانس دایروی بود اما مبنای D در حقیقت محور سوم مختصات است که باعث سه بعدی شدن ناحیه تلرانسی می گردد. طبیعی است که موقعیت یک سوراخ حداقل باید نسبت به دو مبنا (مثلا دو گوشه از کار) بررسی گردد و لذا بررسی موقعیت سوراخ به دو مبنا جهت اندازه گیری نیاز دارد. (D مبنای اول، E مبنای دوم و P مبنای سوم است) همانطور که قبلا ذکر شد نیازی نیست

حروف مبنا حتماً به ترتیب حروف انگلیسی به کار رونداما تقدم آنها از چپ به راست دارای اهمیت است.

همه اندازه گیریها، تنظیمات و بازرسی ها با سه صفحه عمود بر هم فوق الذکر انجام می شوند که در حقیقت یادآور فیکسچری هستند برای جهت دهی قطعه کار (نظیر قانون سه، دو، یک در قید و بندها)

انواع مبنا

۱-مبنای هدف (Target Datum)

این مبنا برای جهت دهی به قطعات نامنظم به کار می رود. نقطه، خط و یا سطح را می توان به عنوان مبنای هدف تعیین کرد. علامت این مبنا یک دایره است که با خط افقی از وسط نصف شده است که حرف مبنا در نیمه پایینی نوشته می شود. اگر این مبنا یک سطح گرد باشد، قطر سطح گرد در نیمه بالا ذکر میشود در غیر این صورت خالی باقی می ماند.

علامت مبنای هدف با یک خط راهنما (پرنازک) به مبنا متصل می گردد.

اگر از خط ندید (خط چین) به جای خط راهنما استفاده گردد بدین معنی است که مبنا در پشت قطعه یا به فاصله دوری از قطعه قرار گرفته است (شکل مقابل).

معمولا مبنای هدف روی قطعات ریخته گری شده، فورج شده یا جوشکاری شده که انتخاب مبنا مشکل است قرار داده می شوند.

مثالهایی از انواع مبنای هدف :

الف) نقطه :

نقطه بصورت ضربدر (×) معین شده و با یک خط راهنما به علامت مبنای هدف وصل می شود. موقعیت این نقطه نیز باید با ابعاد مطلق تعیین شود (شکل فوق) موقعیت نقطه هدف در نمایی روبرو تعیین می گردد. اما اگر نمای روبرو در نقشه نبود باید موقعیت نقطه در دو نمای دیگر قرار داده شوند.

ب) خط:

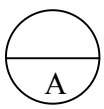
خط را یا به صورت خط چین (در نمای روبرو) یا با ضربدر (در نماهایی غیر از نمای روبرو) مشخص کرده به علامت مبنا متصل می کنند. در شکل فوق خط مبنا با خط نقطه چین به علامت مبنا وصل شده است.

اما در شکل زیر خط با یک ضربدر معلوم شده است. موقعیت خط باید بصورت مطلق تعیین گردد. (شکل مقابل)

پ)سطح

سطح در هدف مبنا با یک دایره خط چین همراه با هاشورهایی در داخل دایره مشخص می شود اندازه سطح گرد در نیمه بالایی نماد مبنا به همراه علامت قطر (Ø) داده می شود.

برای وضوح بیشتر کاربرد مبنای هدف قطعه کار نامنظم و با سطح پیچیده مثال زده شده است. مشخص است که برای تشخیص این سطح باید چندین نقطه در راستای آن به عنوان مبنا معلوم شود که امروزه با دستگاههای پیشرفته CMM اندازه گیری و کنترل موقعیت آنها براحتی قابل انجام است. به عبارت دیگر مشابه بسیاری از قطعات پیچیده، هیچ سطحی را نمی توان به عنوان مبنا منظور کرد چرا که خود سطح نیاز به تعریف دارد و مبنای معینی ندارد لذا با چند قطعه مبناهایی منظور می گردد. چنانچه همه مبناها در نقشه از نوع مبنای هدف باشند درج علامت مبنای هدف ( ) نیازی نیست(شکل زیر)



۲-مبنای جزیی (Partiol Datums)

گاهی اوقات به مبنایی روی یک سطح و نه لزوماً در تمام سطح نیاز می باشد (نظیر قطعات جوشکاری یا ریخته گری شده) به عبارت دیگر بخشی از یک سطح بعنوان مبنا نیاز می باشد. این کار با نماد خط زنجیری و هاشورهایی روی سطح مبنا صورت می گیرد. از جمله ویژگیهای مبنای جزیی آن است که اثر نقایص ایجاد شده بروی کل سطح نظیر مشکلات ماشینکاری یا هندسی کاهش می یابد چرا که فقط بخشی از سطح بعنوان مبنا منظور می گردد (شکل روبرو)

۳-مبناهای اندازه دار(Datums of size)

هر طرح یا بخشی از قطعه کار که اندازه آن تلرانس داشته باشد(تغییر اندازه حقیقی) می تواند بعنوان مبنای اندازه دار انتخاب گردد (سوراخ، شکاف، شیار، پین، خط باریک و غیره). در این نوع مبنا چون تغییر اندازه شرایط، لازم است.

در شکل مقابل مبناهای B و A هر دو مبناهای اندازه دار هستند چرا که قطر در تلرانس معینی تغییر دارد.

نکته ۱ : گاهی اوقات در جدول کنترل مشخصه و در مقابل حروف مبنا از تصحیح کننده ها استفاده می شود ( ) همانطور که گفته شد چنین مبناهایی اندازه دار هستند و لذا باید همراه تصحیح کننده مناسبی به کار روند. در چنین حالتی باید به آن مبنا اهمیت بیشتری داد. ضمناً اگر از MMC یا LMC استفاده نشود یعنی شرایط RFS برقرار است.

نکته ۲ : برای نام گذاری مبنا می توان به جای حروف انگلیسی تنها (D,C,B,A و غیره) از حرف و عدد (D4, B3,A2,A1 و ....) یا دو حرف کنار هم (BB,AA و غیره) استفاده کرد. اما چنانچه بین دو حرف یک خط قرار گیرد A-B یعنی تلرانس مربوطه باید در آن واحد و بطور هم زمان نسبت به دو مبنای A و B کنترل شده برقرار باشد.

نکته ۳ : گاهی اوقات و پس از بررسی تلرانس هندسی در مورد یک بخش از قطعه کار، آن بخش بصورت مبنا در نقشه مطرح می گردد.

در شکل فوق ۴ سوراخ با قطر مربوطه و تلرانس هندسی مذکور در شرایط MMC قرار دارند. این چهار سوراخ توأمان مبنای A یا الگوی مبنای A را تشکیل می دهند. در ادامه به بررسی انواع تلرانس های هندسی می پردازیم. لازم به ذکر است که هر تلرانس هندسی

دارای نمادی است که باید در اولین خانه از سمت چپ جدول کنترل مشخصه قرار داده شود تا نوع تلرانس معین گردد.

انواع تلرانسهای هندسی

تلرانسهای هندسی به سه گروه تقسیم می شوند :

۱-تلرانسهای هندسی فرم

۲- تلرانسهای هندسی راستا

۳- تلرانسهای هندسی مکان

همانطور که از نام تلرانسها مشخص است تلرانس های فرم، درستی شکل و فرم اجزای قطعه کار را بررسی می کنند، تلرانسهای راستا به بررسی جهت و راستای اجزای قطعه کار اختصاص دارند و بالاخره تلرانسهای مکان، موقعیت و وضعیت اجزای قطعه کار را تعیین می کنند طبیعی است که تلرانسهای راستا و مکان باید نسبت به یک مبنا و مرجعی تعیین شوند به عبارت دیگر این دو نوع تلرانس نیازمند تعیین مبنا در جدول کنترل مشخصه هستند. اما تلرانسهای فرم تنها صحت شکل قطعه کار را بررسی می نمایند و لذا نیازی به تعریف سطح مرجع و مبنا ندارند.

پس از آشنایی با این سه نوع تلرانس هندسی شما دو سری تلرانس برای کار روی نقشه در اختیار خواهید داشت. تلرانسهای ابعادی (مثبت و منفی) و تلرانسهای هندسی که این تلرانسها جزء الزامات و مرتبط با یکدیگر هستند. بدین ترتیب با کمک این دو سری تلرانس می توان به تعریف دقیق قطعه کار و اجزای آن پرداخت و در نتیجه عملیات ساخت و تولید دقیقتری نیز حاصل میگردد.

الف : تلرانسهای هندسی فرم

۱-راستی : (Straightness) نماد : ـــــــــ (یک خط راست)

تعریف : یک جزء یا المان خطی از یک سطح یا یک محور از یک شکل هندسی باید راست باشد

مثال : برای قطعات تخت

برای قطعات گرد

نکته : راستی در مورد قطعات گرد حول تمام سطح (سرتاسر محور) اعمال می گردد اما در قطعات تخت فقط برای سطح مشخص شده بررسی میشود.

تفسیر : المان خطی یا محور جزء مشخص شده از قطعه کار باید در فضایی بین دوخط راست موازی با فاصله ای به اندازه مقدار تلرانس قرار بگیرد بدین ترتیب سطح معین شده می تواند دارای هر شکلی (شبکه ای، مقعر، محدب) باشد. اما در محدوده تلرانس معین شده باید قرار بگیرد :

حالت های مورد قبول برای مثال قطعات تخت

همانطور که در شکل مقابل ملاحظه میشود سطح معین شده (فوقانی) در مثال قطعات تخت بین دو خط موازی به فاصله $0.5mm$ قرار دارند. بنابراین هر سه شکل مقابل در محدوده تلرانس هندسی قرار دارند و مورد قبول می باشند هر چند که شکل آنها کاملا به مقطع مستطیلی نزدیک نیست. در مثال مربوط به قطعات گرد، محور قطعه می تواند هر فرمی داشته باشد اما نباید از محدوده تلرانسی تعیین شده خارج گردد (مثل شکل مقابل)

توجه :

تلرانس راستی در نمایی از نقشه که المان مورد کنترل (سطح یا محور) بصورت یک خط راست است نمایش داده می شود. ضمناً اگر تصحیح کننده در جدول کنترل مشخصه بکار رود (مثلا یا) جدول تلرانسی داده می شود که بر اساس آن تلرانس هندسی تعیین می گردد (جدول پایین صفحه)

اندازه گیری راستی : همانطور که در شکل زیر دیده میشود قطعه کار باید روی دو پایه هم ارتفاع قرار گیرد. سپس برای بررسی راستی قطعه، سوزن ساعت اندازه گیری باید در زیر قطعه کار و عمود بر محور کار قرار گیرد و در تعدادی از نقاط (در راستای محور کار) عدد نشان داده شده توسط ساعت ثبت شود. بیشترین مقدار قرائت، خطای راستی خواهد بود. جهت اطمینان می توان قطعه کار را دوران داد و عملیات را روی قطعه کار تکرار کرد. چنانچه بخواهیم اندازه گیری راستی را مطابق شکل دوم با حرکت دادن سوزن ساعت اندازه گیری روی قطعه اجرا کنیم، تغییرات احتمالی قطر قطعه کار در بررسی عدم راستی تأثیر می گذارد. باتوجه به اینکه محور کار در عمل وجود مادی ندارد به اجبار از سطح بیرونی استوانه برای بررسی راستی استفاده می شود به همین دلیل قبل از بررسی راستی

محور باید راستی سطح، گردی و مخروطی بودن سطح بررسی شود تا خطایی در راستی حاصل نشود.

جدول تصحیح تلرانس

تلرانس هندسی	اندازه	برای 12.5 ±0.2
0.5	12.3	
0.6	12.4	
0.7	12.5	
0.8	12.6	
0.9	12.7	

اگر شرایط پین مثال بالای صفحه باشد (Ø 12.7) تلرانس تا ۰/۹ قابل افزایش است و اگر باشد (Ø 12.3) تلرانس هندسی 0.5 mm است.

۲- تختی: (Flatness) نماد: (متوازی الاضلاع)

تعریف: تمام المانها یا اجزاء تشکیل دهنده سطح باید درون یک صفحه قرار بگیرند.

توجه: این تلرانس در مورد سطح اعمال می گردد.

مثال:

در تلرانس تختی سطح مورد نظر باید بین دو صفحه راست موازی که فاصله آنها به میزان عدد تلرانس است قرار بگیرد (ناحیه تلرانسی). جدول تنزل مشخصه در نمایی از نقشه قرار داده می شود که جزء مورد بررسی به صورت یک خط مستقیم دیده شود.

اندازه گیری تختی: برای اندازه گیری تختی باید قطعه کار روی سه بلوک هم اندازه قرار گیرد (این سه بلوک روی صفحه صافی هستند) سپس به کمک ساعت اندازه گیری کل سطح مورد نظر پیمایش می شود در هیچ حالتی نباید مقدار نشان داده شده توسط ساعت از عدد تلرانس بیشتر گردد. توجه شود که تراز بودن سطح مورد بررسی دارای اهمیت زیادی است چرا که در غیر این صورت ممکن است عدم توازی سطح زیرین باعث خروج از تختی مجازی سطح مورد بررسی (فوقانی) گردد. برای همین توصیه می شود به جای بلوک از پایه های پیچی در زیر قطعه کار استفاده شود تا کار قابل تراز کردن باشد.

۳- گردی یا دایره ای بودن (Circularity) نماد: (دایره)

تعریف: تمام نقاط یک مقطع از یک سطح مدور در راستای عمود بر محور مشترک همه نقاط، دارای فاصله میانی از محور باشند.

مثال:

تلرانس گردی فاصله میان دو دایره هم مرکز است که مبین تلرانس قطعه کار می باشند. به عبارت دیگر، تلرانس گردی یک تلرانس شعاعی است. دایره بزرگتر از ناحیه تلرانسی باید به سطح حقیقی مقطع مورد بررسی مماس باشد. در حقیقت مرز بیرونی ناحیه تلرانس که

دایره بزرگتر است باید از max نقاط روی سطح قطعه عبور کند و قطر مرز داخلی یا دایره کوچکتر برابر است با:

عدد تلرانس ×۲ – قطر دایره بزرگ

در حقیقت مقدار تلرانس در شعاع دایره ها تأثیر دارد و دو برابر تلرانس در قطر آنها. جدول کنترل مشخصه معمولاً در نمایی از نقشه داده می شود که نمای کلی قطعه کار باشد.

اندازه گیری:

برای تست گردی قطعه کار بین دو مرغک سنتر (مرکز) می شود و سپس در مقطع مورد نظر به کمک ساعت گردی آن چک می شود. ساعت در یک موقعیت صفر می شود و قطعه کار یک دور چرخانده می شود. بیشترین مقدار نشان داده شده توسط ساعت خطای گردی است. برای کنترل دقیق تر، قطعه کار در چند مقطع بررسی می شود. ضمناً چون ناحیه تلرانس گردی مستقل از شکل کلی کار است می توان گردی قطعات مخروطی را ینز بررسی نمود.

۴- استوانه ای بودن: (Cylindricty) نماد:

تعریف: در یک سطح مدور و در یک دور کامل تمام نقاط روی سطح از محور مشترک فاصله یکسان داشته باشند.

مثال:

تلرانس استوانه ای ناحیه بسته ای بین دو استوانه هم مرکز است که سطح مورد بررسی باید بین آنها قرار گیرد. استوانه بزرگتر با سطح واقعی قطعه کار مماس است و استوانه کوچکتر در راستای شعاع به اندازه عدد تلرانس از استوانه بزرگ، کوچکتر می باشد. جدول کنترل مشخصه را می توان در هر نمایی از نقشه قرار داد.

اندازه گیری: باید عملیات اندازه گیری خطای گردی را در سرتاسر سطح اجرا نمود. دقیق ترین روش برای اندازه گیری خطای استوانه ای بودن استفاده از ابزاری با اسپیندل دقیق است که حول سطح کار و در طول آن بچرخد. روش ساعت اندازه گیری و بلوک V شکل (پایین دو مرغک) و همچنین استفاده از میکرومتر، روشهای دقیقی نمی باشند و ممکن است نتایج نادرستی ارائه کنند. این روشها ممکن است قطعه کار را تأیید کنند حال آنکه قطعه دو پهن باشد.

ب: تلرانسهای هندسی راستا

۱- تعامد: (Perpendicularity) نماد: ۱

تعریف: صفحه یا محور مورد نظر بر صفحه یا محور مبنا (مرجع) عمود باشد (زاویه قائمه بسازند).

مثال:

تفسیر: ناحیه تلرانسی دو صفحه موازی عمود بر مبنا هستند که یکی از آنها به سطح واقعی مماس است و دیگری به اندازه و عدد تلرانس از آن فاصله می گیرد.

نکته: جزء مورد بررسی ابتدا باید از نظر ابعاد و اندازه بررسی شود و در صورت صحت اندازه تلرانس هندسی راستا را برآورده سازد. جدول کنترل مشخصه در نمایی از نقشه داده می شود که تعامد بین اجزاء مورد بررسی و مبنا نمایان و واضح باشد.

مثالهایی در مورد محور

اندازه گیری تعامد: به منظور ایجاد راستای صحیح قطعه مورد بررسی، سطح مبنا روی یک صفحه گونیایی قرار می گیرد و ساعت اندازه گیری روی سطح مورد نظر حرکت داده می شود. چنانچه در حرکت کامل ساعت روی سطح عددی بیشتر از عدد تلرانس قرائت نگردد، قطعه مورد قبول می باشد.

در شکل دوم نحوه بررسی تعامد یک سوراخ به کف قطعه توسط یک استوانه اندازه گیری (گیج انطباقی) نشان داده شده است.

توجه: در صورت استفاده از علائم تصحیح کننده M یا L ناحیه تلرانسی بنا به پیشنهاد طراح قابل تغییر است.

۲- زاویه دار بودن: (Angularity) نماد:

تعریف: محور یا صفحه مورد نظر نسبت به محور یا صفحه مبنا زاویه معینی (غیر از ۹۰) داشته باشد.

مثال: تفسیر:

توجه: جدول کنترل مشخصه در نمایی از نقشه داده می شود که زاویه در آن مشخص شده است.

سطح مورد نظر باید در محدوده تلرانسی به ضخامت ۰/۵ میلی متر قرار گیرد بدین صورت که از بالاترین نقطه سطح کار یک صفحه به موازات صفحه مورد بررسی رسم شده و صفحه وم (داخلی) به فاصله اندازه تلرانس (در اینجا ۰/۵) موازی با صفحه اول رسم می گردد. سطح واقعی باید در این محدوده (بین دو صفحه ۱ و ۲) قرار گیرد تا تلرانس زاویه یا بودن رعایت شده باشد. این سطح می تواند به شکل منحنی، پیچ خورده، شبکهای و ... باشد اما برای برقراری تلرانس مربوطه باید در فضای بین دو صفحه قرار گیرد. تلرانس زاویه دار بودن تلرانسهای سختی و راستی را نیز کنترل می کند. این تلرانس مستقل از اندازه زاویه است مثال زیر کاربرد تلرانس زاویه دار بودن را در کنترل محور نشان می دهد.

اندازه گیری: قطعه باید از سطح مبنا روی صفحه صافی قرار گیرد و با ساعت کل سطح پیمایش شود (دستگاه اندازه گیری مختصاتی یا CMM دقیق تر است)

تفسیر:

محور شیار باید بین دو صفحه به موازات هم (و موازی محور شیار) باشد که از هم $0.2mm$ فاصله دارند.

۳- توازی: (Parallelism) نماد:

تعریف: فاصله تمام نقاط صفحه، سطح یا محور مشخص شده از صفحه یا محور مبنا، یکسان باشد.

مثال: تفسیر:

ناحیه تلرانس توازی ناحیه معینی بین دو خط موازی، دو صفحه موازی یا یک استوانه موازی با صفحه یا محور مبنا می باشد بطوریکه اجزاء یا المانهای سطح یا محور مورد بررسی در این ناحیه قرار گیرد. جدول کنترل مشخصه در نمایی از نقشه قرار داده می شود که توازی بین جزء مربوطه با مبنا واضح و نمایان باشد.

مثالهای دیگر از کاربرد تلرانس هندسی توازی:

مثال ۱

مثال ۲

اندازه گیری تلرانس هندسی توازی:

با توجه به شکل سطح مبنای A روی صفحه صافی قرار داده می شود و سطح مورد بررسی توسط ساعت پیمایش می شود تغییرات ساعت نباید بیشتر از عدد تلرانس هندسی باشد.

در شکل زیر مثال دیگری از کاربرد تلرانس هندسی توازی نشان داده شده است. محور سوراخ کوچک باید موازی محور سوراخ بزرگ باشد و نسبت به محور سوراخ بزرگ در ناحیه تلرانسی استوانه یا شکلی به قطر باشد. چون شرط M اعمال شده است، قطر ناحیه تلرانسی هنگامی که سوراخ کوچ در قطر $0.249''$ باشد، برابر با $0.005''$ منظور می گردد به عبارت دیگر با انحراف قطر سوراخ کوچک از اندازه MMC تلرانس توازی تغییر می کند و به میزانی که طراح معین می نماید قابل افزایش است. برای بررسی این قطعه، پین استانداردی داخل هر دو سوراخ قطعه قرار داده شده است و پین بزرگتر بروی یک گیره V شکل محکم می گردد (سطح مبنای A). حال با تماس سطح به پین کوچکتر و پیمایش ساعت در طول پین، ساعت نباید مقداری بیشتر از 0.005 اینچ نشان دهد. علامت قطر قبل از عدد تلرانس در جدول کنترل مشخصه نشان دهنده استوانه ای بودن ناحیه تلرانس است پس باید پین مبنا و قطعه کار همزمان دوران داده شوند و ساعت مجدداً عمل کنترل

را اجرا نماید. اگر در چند راستا قطعه کار مورد بررسی قرار گرفت و ساعت عددی بیشتر از عدد تلرانس هندسی نشان نداد، قطعه کار مورد قبول است.

۴- پروفیل: (Profile) = مقطع نماد: پروفیل سطح: - پروفیل خط:

تعریف: پروفیل یا مقطع مورد بررسی باید در سرتاسر مقطع از پروفیل مطلوب تبعیت کند.

توجه: تلرانس پروفیل می تواند هم پروفیل خطی و هم پروفیل سطحی را بررسی کند و در مورد طرحهایی به کار می رود که در آن طرح، جزء مورد بررسی باشد شکل معین و مطلقی داشته باشد.

الف) پروفیل سطح (Surface profile):

با این تلرانس هندسی، سطح مورد بررسی در تمام طول خود باید بطور سه بعدی کنترل شود. این تلرانس معمولاً در مورد قطعات جوشکاری و فورج شده و قطعات با مقطع ثابت یا متغیر به کار می رود.

مثال ۱:

Y : نقطه بالایی و پایان پروفیل

X : نقطه پایینی و شروع پروفیل

یعنی از X تا Y یعنی کل محیط بررسی شود.

تفسیر مثال ۲

تفسیر مثال ۱

نکته: تلرانس پروفیل سطحی می تواند به سه صورت اعمال گردد.

دو طرفه: ناحیه تلرانسی در دو طرف پروفیل صحیح (مطلق) به مقدار مساوی، محدود می شود.

یکطرفه خارجی: ناحیه تلرانسی به پروفیل مطلق که از داخل به سطح مورد بررسی، مماس است و سطحی مشابه سطح مطلق که به اندازه عدد تلرانس از سطح مطلق فاصله دارد، محدود می شود.

یکطرفه داخلی: ناحیه تلرانسی به پروفیل مطلق که از خارج به سطح مورد بررسی، مماس است و سطحی مشابه سطح مطلق که به اندازه عدد تلرانس از سطح مطلق فاصله دارد، محدود می شود.

توجه: ناحیه تلرانسی همواره نسبت به پروفیل مطلق تعیین می شود نه سطح واقعی قطعه کار، بعلاوه تلرانس پروفیل سطح یک ناحیه سه بعدی می باشد که در تمام نقاط سطح مورد کنترل بر پروفیل مطلق عمود است.

ب) پروفیل خط (Line profile):

با تلرانس پروفیل خط، کنترل یک المان یا جزء خطی از قطعه کار در طول صحیح و حقیقی یک سطح بطور دو بعدی بررسی می گردد. این تلرانس به مانند پروفیل سطح می تواند برای کل یک سطح (دور تا دور آن) یا بین دو نقطه معین (بخشی از سطح) تعریف شود. کاربرد این تلرانس در موقعیت هایی است که اجزاء طرح باید با هم تطبیق داشته باشند. (تطابق اجزاء) نظیر قطعات صنایع خودرو و تجهیزات معادن و ...

پروفیل خط نیز می تواند دو طرفه یا یک طرفه اعمال گردد. سطح واقعی قطعه کار باید در محدوده تلرانس تعریف شده قرار گیرد. ناحیه تلرانسی نسبت به پروفیل مطلق تعیین می شود نه سطح واقعی قطعه کار.

مثال اول در صفحه قبل را در نظر بگیرید که در جدول کنترل مشخصه آن تغییر بصورت شکل مقابل ایجاد شده باشد.

مفهوم این مثال آن است که پس از کنترل تمام سطح از نظر پروفیل سطح، باید لبه سطح نیز از نظر پروفیل خط بررسی شود و در ناحیه تلرانسی به پهنای 0.1 قرار گیرد.

اندازه گیری تلرانس پروفیل:

با توجه به اینکه تلرانس پروفیل برای کنترل سطوح نامنظم، خطوط ، شکلهای غیر معمول و یا حتی سطوح منظم به کار می رود باید برای بررسی آن یک گیج مستر اندازه گیری که

با پروفیل مطلق و در چهارچوب تلرانسی قرار داشته باشد، طراحی، ساخته و مورد استفاده قرار داد (کنترل گیج) یا از کمپراتورها (مقایسه کننده های) نوری نظیر پروفیل پروژکتور بهره برد. امروزه از دستگاههای اندازه گیری مختصاتی (MM) نیز برای این کار استفاده می شود.

۵- لنگی: (Run out) نماد: لنگی مرکب: لنگی دایره ای:

تعریف: کنترل مرکب فوم و موقعیت سطح یک قطعه در یک دور دوران قطعه کار حول محور مبنا

تلرانس لنگی به صورت لنگی دایره ای و مرکب اعمال می گردد. در لنگی مرکب ناحیه تلرانسی بین دو استوانه هم مرکز قرار می گیرد اما در تلرانس لنگی دایره ای ناحیه تلرانسی بین دو دایره هم مرکز قرار می گیرد و سطح مورد بررسی باید در محدوده تلرانس قرار داشته باشد. این تلرانس همواره نسبت به محور مبنا اندازه گیری می شود و لذا مستقل از اندازه قطعه کار است. تلرانس لنگی در نمایی از نقشه که جزء مورد نظر نمایش داده شده است، قرار داده می شود.

تلرانس لنگی برای طرحهایی که سطح مدور دارند نظیر شفت ها، قرقره ها و سطوح یاتاقانی به کار می رود.

الف) لنگی مرکب یا کلی (Total Run out)

لنگی مرکب کنترل مرکب تمام اجزاء یا المانهای سطح نسبت به محور مبنا است. سطح کنترل می تواند عمود بر محور مبنا و یا در راستای آن باشد. این تلرانس زمانی اعمال می شود که تمام المانهای یک سطح در مونتاژ مجموعه نهایی، اهمیت داشته باشند.

نکته: لنگی مرکب برای کنترل سطحی که دارای یک محور است تعریف می شود.

مثال:

ناحیه تلرانسی دو استوانه است که محور هر دو محور مبنا می باشد (محور A-B) و استوانه بزرگتر مماس بر سطح خارجی کار و استوانه کوچکتر به اندازه عدد تلرانس (در اینجا ۰/۲mm) از استوانه بزرگ فاصله دارد. به عبارت دیگر شعاع آن عبارت است از ۰/۲mm – شعاع دایره بزرگ.

لنگی کلی، مجموع تغییرات تلرانسهای گردی، استوانه ای، راستی، هم محوری، زاویه دار بودن، مخروطی بودن و پروفیل را در حالتی که سطح مورد بررسی حول محور مبنا باشد کنترل می کند (برای همین به کنترل مرکب نیز معروف است). اگر سطح مورد بررسی عمود بر محور مبنا باشد، تغییرات تعامد (برای محدود شدن لنگی محوری) و تختی (برای محدود کردن تقعر و تحدب) نیز کنترل می شوند.

ب) لنگی دایره ای (Circular Run out):

این لنگی صرفاً برای کنترل المانهای سطحی اجزائی از قطعه کار که سطح مقطع گرد دارند یا برای سطوح عمود بر یک محور مبنا تعریف می شود. لنگی دایره ای کنترل خط به خط یک سطح می باشد و هر خط کاملاً از خط دیگر مستقل است. این تلرانس زمانی تعریف می شود که عملکرد قطعه برای سرعت هیا دورانی بحرانی نباشد. این تلرانس مستقل از اندازه جزء مورد بررسی است. سطح مورد بررسی بین دو دایره هم مرکز قرار می گیرد که فاصله آنها از یکدیگر به اندازه عدد تلرانس است.

مثال:

هر کدام از المانهای مشخص شده (سه سطح معین شده) مستقل از دیگری هستند و باید در ناحیه تلرانسی قرار گیرند. این تلرانس ها گردی و هم محوری را نیز بررسی می کند (حول محور مبنا).

اندازه گیری تلرانس لنگی:

الف- لنگی دایره ای: قطعه کار باید برای دوران کامل حول محور مبنا در یک ابزار دقیق مونتاژ شود. (شکل زیر) سپس ساعت اندازه گیری روی سطح مورد نظر مماس شده و صفر می گردد. قطعه باید ۳۶۰ دوران داده شود و حداکثر مقدار قرائت شده توسط ساعت

خطای لنگی دایره ای است. این کار باید چندین بار در امتداد سطح قطعه کار انجام شود. برای هر بار اندازه گیری باید ساعت ابتدا روی صفر تنظیم شود. بیشترین تغییرات عقربه ساعت باید در محدوده تلرانس تعریف شده قرار بگیرد تا قطعه کار مورد قبول واقع شود.

نکته: تلرانس لنگی ترکیبی از کنترل فرم و موقعیت هستند ضمناً تلرانسهای لنگی همواره به صورت RFS اعمال می شوند نه MMC.

ب- لنگی مرکب: لنگی کلی به همان شیوه لنگی دایره ای کنترل می شود با این تفاوت که در حین دوران کامل قطعه کار حول محور مبنا، ساعت اندازه گیری به موازات محور مبنا (برای سطح مدور) یا عمود بر محور (برای تعامد صفحات) حرکت داده می شود به علاوه در کل زمان تست ساعت اندازه گیری به هیچ وجه نباید صفر شود.

ج) تلرانسهای هندسی مکان

۱- هم مرکزی: (Concentricity) نماد:

تعریف: اجزاء المان های متناظر دو یا چند جزء از قطعه کار که نسبت به هم بصورت شعاعی قرار گرفته اند بر محور یا مرکز جزء مبنا منطبق باشند.

مثال:

تلرانس هم مرکزی همواره مستقل از اندازه کار تعریف و اعمال می شود. این تلرانس یک ناحیه قطری موازی محور مبنا است که محور جزء مورد بررسی باید در آن ناحیه قرار گیرد. محور این ناحیه باید بر محور یا نقطه مرکزی جزء مبنا منطبق باشد.

این تلرانس، بسیار محدود کننده است چرا که تمام خطاهای ممکن در محور جزء مورد بررسی را کنترل می کند (از جمله خارج از مرکز بودن محور، توازی محور، عدم راستی محور، عدم گردی و عدم استوانه ای بودن جزء مورد بررسی) به همین دلیل استفاده از این تلرانس باید با وسواس صورت گیرد چرا که تحقیق و بررسی آن مشکل بوده از نظر اقتصادی پرهزینه است. هم مرکزی عموماً برای قطعات مرور که با سرعت بالایی باید دوران کنند و یا قطعاتی که باید دقت محوری بالایی داشته باشند یا هر قطعه کاری که عملکرد محوری مهم و بحرانی دارد به کار می رود.

اندازه گیری:

برای بررسی هم مرکزی، محور جزء مورد بررسی باید نسبت به محور مبنا ارزیابی شود. محور مبنا با قرار گرفتن قطعه کار در ابزارهایی نظیر سه نظام دقیق، ابزارگیر، مرغکهای قابل تنظیم یا پین گیجهایی که در سطح مبنا جای می گیرند حاصل می شود. بنابراین، تشخیص محور جزء مورد بررسی مشکل است چرا که محور در حقیقت وجود ندارد و باید

از سطح جزء مورد کنترل بررسی شود. سطح نیز ممکن است نسبت به محور مبنا، خارج از مرکز بوده یا شکلی غیر گرد یا شبکه ای داشته باشد. بنابراین برای ا یجاد محور صحیح جزء مورد کنترل، تحلیل اعوجاج های سطح نیز ضروری است.

می توان هم مرکزی را با چرخش قطعه کار و مماس نمودن یک ساعت اندازه گیری به محور مبنا، مورد ارزیابی قرار داد.

برای اینکه قطعه کار مورد تأیید باشد، سطح جزء مورد بررسی باید درون ناحیه مربوط به تلرانس هم مرکزی دوران کند.

در حقیقت با این روش لنگی کنترل می گردد. با این روش قطعاتی که درون ناحیه تلرانسی قرار می گیرند مورد تأیید هستند اما اگر قطعاتی مردود اعلام شوند (با این روش) باید نسبت به صحت یا عدم صحت آنها مشکوک بود به عبارت دیگر ممکن است هنوز مورد قبول باشند و روش فوق الذکر نمی تواند صحت آنها را بررسی کند. در حقیقت خطای خروج از مرکز می تواند به واسطه اعوجاجهای بیش از حد سطح باشد. بنابراین حذف این اعوجاجها از سطح مورد بررسی، ضروری است.

همچنین از گردی قطعه کار نیز باید اطمینان حاصل کرد. عدم گردی را می توان با ارزیابی قطعه کار به روش نشان داده شده در شکل صفحه بعد، بررسی و حذف نمود.

در تصویر (a)، قرائتهای ساعت اندازه گیری در زوایای صفر و ۱۸۰ درجه ثبت می گردند. اگر قرائت ها یکسان باشند محور جزء مورد بررسی دقیقاً هم مرکز با محور مبنا است. در تصویر (b)، اندازه گیری در زوایای ۹۰ و ۲۷۰ انجام می شود. اگرچه قرائت ها مقدار 0.003 را نشان می دهند (که بزرگتر از تلرانس تعریف شده است) اما مساوی می باشند بنابراین قطعه در این صفحه نیز هم مرکز است.

اگر قطعه کار سه پهن باشد قرائت های ساعت اندازه گیری در قطاعهای ۱۲۰ تصدیق می شوند. چنانچه قطعه هم چند پهن و هم بشکه ای باشد ارزیابی هم مرکزی تا حد زیادی مشکل خواهد بد.

۲- تلرانس تقارن: (Symmerty) نماد:

تعریف: جزء یا قطعه مورد بررسی در دو طرف یک صفحه میانی مبنا دارای پروفیل (مقطع) یکسان باشد.

توجه: تلرانس تقارن مستقل از اندازه قطعه یا جزء مورد بررسی است.

ناحیه تلرانسی، یک ناحیه متقارن در دو طرف صفحه میانی، مشخصه مبنا است. بدین ترتیب محور تقارن باید درون این ناحیه تلرانسی قرار گیرد. بنابراین محور تقارن جزء مورد بررسی می تواند حداکثر 0.005mm در طرفین انتقال یابد.

اندازه گیری:

در شکل مقابل نحوه اندازه گیری تقارن نشان داده شده است. برای این کار، قطعه باید بروی میز ارزیابی (صفحه صافی) قرار گیرد. اگر اضلاع مبنا، موازی نباشند برای مذکر کردن صفحه میانی مبنا، باید زیر قطعه کار با زیرسازی پر شود تا صفحه میانی موازی میز قرار گیرد. سپس فاصله میز ارزیابی تا صفحه بالایی خار، اندازه گیری شده و مقدار حداکثر آن ثبت می شود. برای اینکه طرف دیگر سطح مبنا روی سطح میز قرار گیرد، قطعه کار را مطابق تصویر (b) بچرخانید. مجدداً باید حداکثر فاصله از میر ارزیابی، تا صفحه بالایی خار اندازه گیری و ثبت شود. اختلاف بین دو مقدار ثبت شده مقایسه می شود. اگر این اختلاف از مقدار تلرانس مجاز تجاوز نکند، تقارن خار مورد قبول است.

۳- موقعیت: (Position): نماد:

تعریف: یک جزء یا گروهی از اجزاء قطعه کار نسبت به جزء مبنا حالت قرارگیری معینی داشته باشند.

نکته ۱: این تلرانس از موثرترین و پرکاربردترین کنترل ها در CD and T است، چرا که این کنترل به طراح توانایی تعریف واضح تمامی نیازمندیها و مقاصد طرح را ارائه می کند.

بدین ترتیب قابلیت تعویض پذیری افزایش یافته، کیفیت مطلوب حاصل می شود. روش اندازه گذاری مختصاتی چنین مزایایی را فراهم نمی کند.

نکته ۲: تلرانس موقعیت همواره برای اجزاء اندازه دار تعریف می شود و به مبنا نیز نیاز دارد. از آنجا که موقعیت برای اجزاء اندازه دار تعریف می شود تصحیح کننده ها نیز باید اعمال گردند. موقعیت همواره به وسیله اندازه های مطلق نسبت به مبنا یا مبناها تعریف می شود.

نکته ۳: تلرانس موقعیت، ناحیه ای را تعریف می کند که در آن ناحیه، مرکز جزء اندازه دار مورد بررسی می تواند از موقعیت صحیح (موقعیت دقیق تئوری) نسبت به یک جزء دیگر یا جزء مبنا تغییر کند.

مثال:

در این مثال، تلرانس برای سوراخ در شرایط MMC (یعنی قطر سوراخ 12.498) استوانه ای است به قطر Ø 0.030mm . به دلیل وجود نماد قطر (Ø) قبل از عدد تلرانس در جدول کنترل مشخصه ناحیه تلرانس مدور بوده و بعلت تعریف سه مبنا یک ناحیه مدور سه بعدی یعنی استوانه است و محور سوراخ باید در این ناحیه قرار گیرد.

اندازه گیری:

برای بررسی تلرانس موقعیت (انحراف مکانی کلی و مجاز یک جزء از قطعه کار نسبت به مکان دقیق آن) سه روش موجود است:

الف) گیجهای کنترل ب) تحلیل مختصاتی ج) تحلیل نموداری

الف) گیجهای کنترل

اگر گیج بتواند با قطعه مورد ارزیابی مونتاژ شود، سایر قطعات مورد تأیید نیز مونتاژ خواهند شد به عبارت دیگر اگر بتوان قطعه کار را روی گیج کنترل مونتاژ کرد یعنی قطعه کار مورد بررسی در موقعیت تعیین شده قرار دارد و مورد تأیید است. از گیجهای کنترل عموماً در موارد زیر استفاده می شود:

۱- قابلیت مونتاژ شدن قطعه کار باید تأیید شود.

۲- زمان تولید مستلزم کنترل سریع قطعات است.

۳- استفاده از گیج برای تصدیق کافی باشد و نیاز به ارزیابی data (داده ای) نیست.

در دو روش تحلیل مختصاتی و نموداری با تجهیزات اندازه برداری استاندارد مختصات اجزاء بررسی می شود تا از صحت موقعیت آنها اطمینان حاصل شود.

ب) تحلیل مختصاتی

شامل دو مرحله است. در مرحله اول، موقعیت اجزاء مورد کنترل قطعه کار با استفاده از تجهیزات اندازه گیری استاندارد (ساعتهای اندازه گیری، ارتفاع سنج ها و CMM) در حالی اندازه گیری می شود که قطعه روی سطح مبنای تعریف شده قرار داشته باشد. داده ها (data) حاصل از اندازه گیری ثبت شده و سپس برای اطمینان از تطبیق این داده ها با تلرانس هندسی و قرار داشتن قطعه کار در ناحیه تلرانسی، داده ها تحلیل می شوند.

مثال: در قطعه نشان داده شده در شکل صفحه بعد جدول کنترل مشخصه تعیین می کند که محور سوراخ ا یجاد شده باید درون ناحیه تلرانسی استوانه ای معینی قرار داشته باشد. هنگامی که سوراخ در اندازه MMC است (قطر آن $0.528^{''}$ است) تلرانس جایزه به تلرانس موقعیت ($0.014^{''}$) اضافه می شود. در حقیقت با تعریف MMC، قطر سوراخ جهت تعیین تلرانس جایزه باید اندازه گیری شود.