

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۳۸۲



طراحی فیکسچرهای کنترل مبنی بر تکرانه‌های هندسی

تألیف

علیرضا عشاق‌الحسینی

داوود اخگری



سرشناسه	عشاق الحسینی، علیرضا، ۱۳۵۰ -
عنوان و نام پدیدآور	طراحی فیکسچرهای کنترل مبتنی بر تلرانسهای هندسی / تألیف علیرضا عشاق الحسینی، داوود اخگری.
مشخصات نشر	تهران : سیمای دانش: آذر، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	۲۵۳ص: مصور (رنگی)، جدول.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۱۲۰-۲۵۹-۹
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
موضوع	قید و بست‌های صنعتی -- طراحی
موضوع	نقشه‌های مهندسی -- بعدسنجی
موضوع	خورند (مهندسی) -- استانداردها
شناسه افیس	اخگری، داوود، ۱۳۵۲ -
رده بندی کنگره	۱۳۹۵ ط۴ع / TJ۱۱۸۷
رده بندی دیوبند	۹۹۲/۶۲۱
شماره کتابشناسی ملی	۴۱۵۵۲۸۴

طراحی فیکسچرهای کنترل مبنی بر تلرانسهای هندسی

تألیف:	علیرضا عشاق الحسینی - داوود اخگری
ناشر:	انتشارات سیمای دانش
ناشر همکار:	انتشارات در
نوبت چاپ:	اول/ ۱۳۹۵
تیراژ:	۱۰۰۰ نسخه
لیتوگرافی:	باختر
چاپخانه:	فرشیوه
صحافی:	روشنک
شابک:	۹-۲۵۹-۱۲۰-۶۰۰-۹۷۸
قیمت:	۲۰۰۰۰ تومان

کلیه حقوق این اثر برای انتشارات سیمای دانش محفوظ است.

انتشارات سیمای دانش: خیابان انقلاب - ابتدای خیابان ۱۲ فروردین
 پلاک ۳۱۸ - تلفن: ۶۶۴۶۴۷۷۹
 فروشگاه سیمای دانش: ۶۶۴۶۰۵۳۵
 انتشارات آذر: ۶۶۴۶۵۸۳۰
 کتابفروشی عصر دانش: ۶۶۴۹۳۷۰۱
 کتابفروشی پرهام: ۶۶۴۶۸۲۳۵

با نام خدا و احترام

کتاب پیوست طراحی فیکسچر های کنترلی را مبتنی بر تلرانسهای هندسی به تفصیل بیان کرده که امید است با مطالعه دقیق کتاب، در طراحی ابزار های کنترلی مفید واقع شود. در تالیف کتاب سعی شده تا از مثالهای کاربردی در صنایع قطعه سازی استفاده تا فیکسچرهای طراحی شده کاربردی تر باشد.

این کتاب با استفاده از استانداردها و منابع فراوان و ما حاصل تجربیات ۲۰ ساله مولف در زمینه طراحی ابزارهای کنترلی مبتنی بر تلرانسهای هندسی میباشد، لذا از خوانندگان محترم تقاضا دارد که در حفظ حق نشر و کپی این اثر نویسنده را یاری نمایند.

این کتاب نیز علیرغم تاسفهای فراوان، قطعاً خالی از اشکال نمیباشد و نویسنده بیصبرانه منتظر نظرات، انتقادات و پیشنهادات خوانندگان گرامی میباشد. بدین منظور ایمیل aoshagh@gmail.com و شماره تلفن ۰۹۱۲۳۳۴۵۷۸۴ برای ارتباط خوانندگان گرامی با نویسنده در نظر گرفته شده است.

امید است با ارتباط سازنده خود نویسنده را یاری نماید

با احترام

علیرضا شاق احمدی

داود اخگری

فهرست

۱۳	اکلیات طراحی فیکسچرهای کنترلی
۱۴	نحوه قرار گیری قطعه روی فیکسچر اندازه گیری
۱۷	پرهیز از مبنا های اضافی
۱۹	۲ موقعیت دهی قطعه با استفاده از سه صفحه
۲۱	گرفتن ۶ درجه آزادی با استفاده از سه صفحه
۲۸	رعایت اولویت مبنا در قرار گیری قطعه روی ابزار کنترلی
۲۹	استفاده از مبنا های موضعی
۴۱	استفاده از صفحه سیر سی
۴۳	۳ موقعیت دهی قطعه با استفاده از یک سطح و دو محور
۴۵	موقعیت دهی قطعه با استفاده از یک صفحه و دو محور در حالت ماکزیمم ماده
۴۸	بین موقعیت دهنده منشوری
۵۰	استفاده از بین استوانه ای متحرک ۲ طرفه
۵۳	محور موقعیت دهنده ۴ طرفه بدون در نظر گرفتن اندازه محور مبنا ⑤
۵۷	۴ موقعیت دهی قطعه با استفاده از دو سطح و یک محور
۶۰	گرفتن ۶ درجه آزادی با استفاده از دو سطح و یک محور در حالت مستطیل اندازه
۶۳	گرفتن ۶ درجه آزادی با استفاده از دو سطح و یک محور در حالت ماکزیمم ماده ⑥
۶۷	۵ موقعیت دهی قطعات استوانه ای خارجی
۶۸	گرفتن درجات آزادی استوانه خارجی
۶۸	استفاده از V بلوک
۶۹	استفاده از دو مرغک
۷۰	استفاده از کولت خارج گیر
۷۱	استفاده از رینگ هم سایز محور
۷۱	استفاده از V بلوک متعامد برای گرفتن سطح استوانه خارجی

۷۳	۶ موقعیت دهی قطعات استوانه ای داخلی
۷۳	استفاده از پین هم سایز سوراخ
۷۳	استفاده از کولت و فشنگی داخل گیر
۷۴	استفاده از درن مخروطی با شیب ۲ دقیقه
۷۵	۷ موقعیت دهی قطعات محور مخروطی
۷۵	گرفتن درجه آزادی مخروط داخلی
۷۶	گرفتن محور مخروط داخلی (مینا اول)
۷۶	گرفتن محور مخروط خارجی
۷۷	۸ موقعیت دهی قطعات پیچید
۷۷	گرفتن درجات آزادی از اجزای خارجی
۷۸	موقعیت دهی توسط یک صفحه و سه سوراخ برای قطعات مدور
۷۹	۹ گیره بندی
۸۰	کلمپهای دستی که نیروی عمودی به قطعه اعمال میکند
۸۲	گیره بندی های فنری
۸۳	۱۰ کنترل تolerانس های هندسی فورم
۸۴	tolerانس راستی محیطی
۸۵	tolerانس راستی محور
۸۶	خطای راستی محور ابعاد خارجی (شفت)
۸۸	شرط پوسته مونتاژی
۹۱	خطای راستی محور "در حالت ماکزیمم ماده (M)" برای استوانه های داخلی (سوراخ)
۹۴	tolerانس راستی محور در حالت مینیمم ماده (L)
۹۵	tolerانس راستی سطح صرفنظر از اندازه
۹۷	tolerانس تختی Flatness
۹۸	روشهای اندازه گیری Flatness
۹۸	الف: روش تکیه گاه متحرک

- ۱۰۰ (ب) روش صفحه قابل تنظیم :
- ۱۰۱ (ج) روش صفحه ثابت
- ۱۰۲ (د) روش تماس مستقیم
- ۱۰۵ استفاده از تراز دیجیتال برای اندازه گیری تختی
- ۱۰۷ تله‌سنس تختی در حالت ماکزیمم ماده (M)
- ۱۰۷ تله‌سنس تختی در حالت ماکزیمم ماده (M)
- ۱۱۰ تله‌سنس گردی
- ۱۱۲ تله‌سنس اسوانه‌ای
- ۱۱۵ ۱۱ کنترل تله‌سنس های هندسی
- ۱۱۷ تله‌سنس تعامد سطح نسبت به سطح
- ۱۱۸ تله‌سنس تعامد محور نسبت به سطح در حالت ماکزیمم ماده
- ۱۲۳ تله‌سنس تعامد سطح نسبت به محور بدون در نظر گرفتن اندازه (S)
- ۱۲۴ تعامد سطح نسبت به محور صرفنظر از اندازه (S)
- ۱۲۴ تعامد محور نسبت به محور صرفنظر از اندازه
- ۱۲۷ ۳ تله‌سنس توازی سطح نسبت به سطح
- ۱۳۱ تله‌سنس توازی محور نسبت به سطح
- ۱۳۴ تله‌سنس توازی محور نسبت به محور
- ۱۳۶ تله‌سنس زاویه
- ۱۳۸ تله‌سنس زاویه محور نسبت به سطح
- ۱۳۹ ۱۲ کنترل تله‌سنس های هندسی موقعیت
- ۱۴۲ تله‌سنس موقعیت نسبت به هم
- ۱۴۴ فیکسچر کنترل موقعیت نسبت به سه صفحه
- ۱۴۷ کنترل تله‌سنس موقعیت نسبت به یک صفحه و دو محور در حالت ماکزیمم ماده (M)
- ۱۶۳ کنترل تله‌سنس موقعیت نسبت به یک صفحه و دو محور در حالت صرفنظر از اندازه (S)
- ۱۶۹ تله‌سنس موقعیت نسبت به دو صفحه و یک محور در حالت ماکزیمم ماده (M)

۱۷۴	گیج کاغذی (Paper Gauge)
۱۸۰	تِلرانس هم محوری در حالت ماکزیمم ماده (MMC)
۱۸۴	تِلرانس هم محوری در حالت صرفنظر از اندازه (RFS)
۱۸۶	تِلرانس تقارن در حالت ماکزیمم ماده (MMC)
۱۹۰	تِلرانس تقارن در حالت صرفنظر از اندازه (RFS)
۱۹۳	۱۳ کنترل تِلرانس های هندسی لنگی
۱۹۴	تِلرانس لنگی ساده محور استوانه خارجی نسبت به محور استوانه داخلی
۱۹۵	تِلرانس لنگی ساده شعاعی سطح استوانه نسبت به محور
۱۹۶	تِلرانس لنگی معرری سطح دایره استوانه نسبت به محور استوانه خارجی
۱۹۷	تِلرانس لنگی ساده نسبت به یک سطح و یک محور
۱۹۸	تِلرانس لنگی دیواره نسبت به محور داخلی مبنا
۱۹۸	تِلرانس لنگی سطح پیشانی استوانه نسبت به محور مبنا
۲۰۰	تِلرانس لنگی مرکب
۲۰۱	۱۴ کنترل تِلرانس های هندسی پروفایل
۲۰۴	تِلرانس پروفایل سطح یکطرفه
۲۰۷	تِلرانس پروفایل سطح موضعی
۲۰۸	تِلرانس پروفایل خط
۲۰۸	دستگاه سایه‌نگار
۲۱۰	کنترل تِلرانس پروفایل خط و تِلرانس پروفایل سطح با استفاده از گپ
۲۱۱	کنترل تِلرانس پروفایل سطح و پروفایل خط با استفاده از هم سطحی
۲۱۵	۱۵ فیکسچر های کنترل الکترونیکی
۲۱۵	پراب‌های LVDT، اساس کار و انواع آنها
۲۱۹	مشخصات فنی پراب‌های LVDT
۲۲۷	۱۶ استانداردهای مرتبط

با مشاهده قطعات و محصولاتی که در اطراف ما وجود دارند از قبیل انواع خودرو های سواری، باری، محصولات صوتی و تصویری، انواع لوازم خانگی و کلیه محصولاتی که در زندگی روزمره با آن سر و کار داریم در می یابیم که برای قرار گیری تک تک قطعات منفصله و مونتاژ شده آنها نیاز به محدوده قابل پذیرشی از تolerانسهای ابعادی و هندسی میباشد تا عملکرد مناسبی داشته باشد. قطعاتی که در صنعت برای صنایع مختلف مورد استفاده قرار میگیرند از کیفیت و تolerانس متفاوتی تشکیل شده اند ولی اغلب آنها نیز به نوبه خود از دامنه تolerانسی خاصی تبعیت میکنند. قطعاتی مانند قطعات پرسی، جوشکاری تزریقی، ریختنی، فورج، ماشینکاری و غیره، هر یک از این قطعات در محصول نهائی وظیفه منحصر بفردی دارند. به عنوان مثال خودرویی که روزانه با آن سرو کار داریم را در نظر بگیرید از قطعات موتوری، قطعات ماشینکاری شده و قطعات پرسی بدنه گرفته تا قطعات تزریقی داخلی داشبورد، موکتها و ضربه گیرهای لاستیکی که هر کدام از آنها در بازه تolerانسی خاص خود تعریف میشوند.

حال پر واضح است که برای مونتاژ تک تک قطعاتی که در تولید خودرو بکار میرود در صورتیکه با انحرافهای ابعادی و هندسی کمی تولید شود خودرو از کیفیت بالا و ظاهری مناسب برخوردار خواهد شد. و البته عکس آن نیز حادث خواهد شد. چنانیکه قطعات منفصله خودرو از کیفیت خوبی برخوردار نبوده و انحرافات ابعادی و هندسی آلمانه را باقی بگذارد با تolerانسهای مورد نظر طراح نباشد در نهایت محصولی خواهیم داشت که عملکرد مطلوبی نخواهد داشت.

برای دستیابی به کیفیت مناسب بسیاری از سیستمهای تضمین کیفیت در کارخانجات و شرکتهای تولیدی اجرا میشود، و سازندگان و تولید کنندگان از این سیستم تضمین کیفیت استفاده میکنند. در فرآیند های تولیدی خطاهائی وجود دارد که تولید کنندگان با توجه به آن خطای اپراتور و فرآیند از خطاهائی است که معمولاً در حین تولید اتفاق می افتد. رصه تیکه تولید کننده خطاهای فرآیندی و اپراتوری را بدرستی شناسائی کند میتواند تا حد زیادی آن را از بین برده و تمهیداتی بکار برد تا محصول نهائی با کیفیت تولید شود.

طراح قطعه هنگام طراحی محصول میبایست از قطعه ای که طراحی میکند شناخه کامل داشته و علاوه بر مشخص کردن جنس و سختی محصول پارامترهای زبری سطح، تolerانس های ابعادی و تolerانس های هندسی قطعه را با توجه به کاربرد آنها در محصول نهائی، در نقشه مشخص نماید.

جنس و سختی مشخص شده تاثیر بسزائی در کیفیت^۱ و عمر محصول^۲ دارد حال آنکه تolerانس ابعادی و تolerانس هندسی^۳ قطعات تاثیر در عملکرد و مونتاژ محصول دارد. لذا طراح میبایست توجه

^۱ Quality

^۲ Life time

^۳ Geometrical tolerance

داشته باشد که اندازه های طراحی با انحرافات همراه خواهد بود که میبایست معیار پذیرش آن با توجه به عملکرد قطعه تعریف شود.

دستگاههای براده برداری استفاده شده در ساخت قطعات، تolerانس های متفاوتی دارند. لذا در صورت مشخص بودن مقدار تolerانس، فرآیند ماشینکاری متناسب با دقت تعریف شده در نقشه انتخاب میگردد. انحراف قطعات تولید شده اعم از انحرافات ابعادی و هندسی محصول میبایست در محدوده تolerانسی مشخص شده در نقشه باشد.

در صورتیکه تolerانس ابعادی و هندسی در نقشه مشخص باشد سازنده قطعه ملزم به رعایت محدوده تolerانسی بوده و در غیر اینصورت سازنده قطعه با توجه به تolerانسهای عمومی ابعادی و هندسی مطابق با استانداردهای زیر جهانی محصول را تولید میکند.

با مشخص شدن تolerانسهای ابعادی^۴ و هندسی^۵ محصول، سازنده قطعه فرآیند ماشینکاری خود را با استفاده از زنجیره تolerانسی^۶ و پوناها^۷ اشاره شده در نقشه قطعه تدوین نموده و نوع دستگاههای تولیدی را متناسب با تolerانسهای خواسته شده تهیه کرده و نسبت به تولید قطعه اقدام مینماید.

طبیعتاً در صورت انتخاب درست میزان تolerانس ابعادی و هندسی در طراحی و الزام تولید کننده با توجه به میزان تolerانس مشخص شده در نقشه، قطعه تولیدی کیفیت لازم را برای مونتاژ و عملکرد مناسب خواهد داشت.

سازنده ملزم به تهیه ابزارهای اندازه گیری میباشد که بتواند قطعه تولیدی خود را متناسب با تیراژ تولید، در هر شیفت کاری کنترل نموده و از قابلیت اطمینان حاصل نماید برای این منظور ابزارهای کیفی مانند SQA, MSA, SPC و غیره تبیین شده که سازنده قطعه با توجه به مباحث سیستمهای کیفی قطعه را تولید و کنترل مینماید. آگاهی کارکنان از فرآیند تولید و انتخاب نوع ابزار کنترلی، که کیفیت قطعه را در تولید انبوه تضمین نماید از اولویتهای سازندگان و کیفیت مشتریان میباشد.

انتخاب نوع ابزار کنترل در تولید انبوه با توجه به هزینه نفر ساعت کنترل و هزینه ساخت ابزارهای کنترل و تعیین نقطه سر به سر با توجه به مقدار تولید میباشد لذا با در نظر گرفتن قابلیت فرآیند سازنده، نوع ابزار کنترلی مشخص میگردد.

برای کنترل قطعات از دستگاههای اندازه گیری عمومی و خاص استفاده میگردد که نوع ابزار کنترلی با توجه به پارامترهای ابعادی و هندسی قطعات تعریف میگردد. کیفیت دستگاه یا ابزار اندازه گیری میبایست متناسب با تolerانسهای تعریف شده در نقشه باشد.

^۴ Dimensional tolerance

^۵ Geometrical tolerance

^۶ Tolerance chain

^۷ Datum

فیکسچرهای کنترل^۸ ابزارهای اندازه گیری خاصی میباشند که در تولید انبوه مورد استفاده قرار میگیرند. این ابزارها عموماً برای اندازه گیری پارامترهای هندسی قطعات مورد استفاده قرار میگیرند. تلرانسهای هندسی قطعات که جهت کنترل قرار دادن فرمهای هندسی مورد استفاده قرار میگیرند از پارامترهای مهم محصول میباشند که عملکرد نهائی^۹ محصول را تضمین میکند.

ابزارهای اندازه گیری خاص در تولید انبوه برای کنترل تلرانسهای ابعادی و هندسی مورد استفاده قرار میگیرد. تلرانس های ابعادی عموماً با فرامین کنترلی بررسی و تلرانس های هندسی با فیکسچرهای کنترلی اندازه گیری میشود.

فیکسچرهای کنترلی ابزارهایی هستند که برای استفاده، نیاز به گرفتن ۶ درجه آزادی قطعه داشته و پس از گیره بندی مناسب پارامتر هندسی کنترل میگردد. در فصول این کتاب به نحوه گرفتن درجات آزادی و گیره بندی به تفصیل اشاره خواهد شد.

فیکسچرهای کنترلی برای اندازه گیری تلرانسهای هندسی وابسته و مستقل مورد استفاده قرار میگیرد.

تلرانسهای هندسی وابسته به تلرانسهائی اطلاق میشود که مشخصه^{۱۰} قطعه مورد نظر نسبت به مبنای سطح یا محور دیگر از قطعه دارای تلرانس باشد. مانند تلرانسهای راستا^{۱۱}، تلرانسهای مکان^{۱۲}، تلرانسهای لنگی^{۱۳} و تلرانسهای پروفیل^{۱۴}.

تلرانسهای مستقل به تلرانسهائی اطلاق میشود که مشخصه قطعه بدون توجه به مبنا و مربوط به همان سطح یا مشخصه باشد. تلرانسهای عمودی^{۱۵}، موازی^{۱۶}، تلرانسهای راستی^{۱۷}، تختی^{۱۸}، گردی^{۱۹} و استوانه ای^{۲۰} و (تلرانس پروفیل مانند تلرانس پروفیل خط^{۲۱} و تلرانس پروفیل سطح^{۲۲} در حالتی خاص) تلرانسهای مستقل میباشند.

^۸ Checking fixture

^۹ Function

^{۱۰} Feature

^{۱۱} Orientation

^{۱۲} Location

^{۱۳} Run out

^{۱۴} Profile

^{۱۵} Form

^{۱۶} Straightness

^{۱۷} Flatness

^{۱۸} Circularity

^{۱۹} Cylindricity

^{۲۰} Profile of line

^{۲۱} Profile of surface

برای کنترل تیرانسهای هندسی مستقل نیازی به گرفتن ۶ درجه آزادی قطعه نمیباشد لذا میتوان قطعه را بدون آنکه نیازی به ثابت نمودن قطعه در موقعیتی مشخص باشد، کنترل نمود.

در حالیکه تیرانس های هندسی دیگر مانند تیرانس های هندسی راستا، تیرانس های هندسی مکان، تیرانس های لنگی و تیرانسهای پروفایل تیرانسهای وابسته میباشد و برای اندازه گیری نیاز به گرفتن ۶ درجه آزادی قطعه میباشد که پس از گیره بندی مناسب در موقعیت مناسب قرار گرفته و اندازه گیری انجام میشود به این ابزارهای اندازه گیری خاص فیکسچر کنترل نامیده میشود. تیرانس های هندسی عموماً ناشی از خطای فرآیند میباشد و برای کنترل آن از ابزارهای اندازه گیری عمومی و یا ابزارهای اندازه گیری خاص استفاده میگردد.

از آنجا که اجزای تولیدی با استفاده از فرآیندهای بسیار متنوع از قبیل ماشینکاری، پرسکاری، فورج، ریختهگری و تزریق پلاستیک تهیه میشود و هر یک از این روشها محدوده تیرانسی ابعادی و هندسی خاص خود را دارد لذا فیکسچر های کنترلی نیز میبایست از دقتهای متناسب با آن تیرانسها ساخته میشود.

تیرانس قطعات ماشینکاری حداکثر ۰/۵ میلیمتر میباشد. ابزار کنترل قطعات ماشینکاری میبایست حداکثر ۰/۰۵ باشد.

در حالیکه تیرانس قطعات فورج ریختهگری پرسکاری با حداقل تیرانس ۰/۵ میلیمتر تولید میشود و ابزار کنترل برای قطعات فورج، ریختهگری پرسکاری قطعات تزئینی بزرگ با حداقل تیرانس ۰/۰۵ میتواند ساخته شود.

ابزارهای کنترلی زمانی صلاحیت قضاوت در مورد کیفیت قطعه را دارند که حداکثر ۱۰ درصد تیرانس قطعه انحراف داشته باشد.

فیکسچر های کنترلی از نظر کیفیت به دو دسته تقسیم میشوند. دسته اولی توجه شود که دقت ساخت فیکسچر همان ۰/۱ تیرانس قطعه در نظر گرفته میشود.

ابزارهای کنترلی که بازه تیرانسی آنها ماکزیمم ۰/۰۵ میباشد.

ابزارهای کنترلی که بازه تیرانسی آنها مینیمم ۰/۰۵ میباشد.

در ایران واژه "فیکسچر کنترل" با بازه تیرانسی حداکثر ۰/۰۵ میلیمتر برای قطعات ماشینکاری و قطعاتی که تیرانس ابعادی و هندسی آنها تا ۰/۵ میلیمتر باشد بکار برده میشود.

واژه چکینگ فیکسچر^{۲۳} با بازه تیرانسی حداقل ۰/۰۵ میلیمتر برای مجموعه پرسکاری، قطعات تزئینی پلاستیکی و غیره با تیرانس حداقل ۰/۵ میلیمتر بکار برده میشود.

عنوان پانل گجج^{۲۴} با بازه تیرانسی حداقل ۰/۰۵ میلیمتر برای قطعات پرسکاری که با فرآیند پرسکاری تهیه میشود با تیرانس حداقل ۰/۵ میلیمتر بکار برده میشود.

^{۲۳} Control fixture

^{۲۴} Checking fixture

^{۲۵} Panel gauge

در حالیکه عنوان چکینگ فیکسچر برای تمامی ابزارهای اندازه گیری خاص در تولید انبوه که یک یا چند پارامتر هندسی در یک مجموعه ابزار کنترلی اندازه گیری نماید اطلاق میگردد.

در ادامه به بررسی اصول و قواعد طراحی فیکسچرهای کنترل مبتنی بر تفرانسهای هندسی ، نحوه قرار گیری قطعه روی فیکسچر ، گرفتن درجات آزادی ، گیره بندی مناسب و کنترل تفرانسهای هندسی پرداخته خواهد شد .

توجه: تصویر (A) که در شکل‌های کتاب مشاهده میگردد نشان نویسنده میباشد .