



تِلرانس سوراخ در قطعات فلزی یعنی چه و چرا مهم است؟

مقدمه

فرض کنید چند صفحه اتصال برای یک سازه فلزی آماده شده است. قطعات برش خورده‌اند، سوراخ‌ها ایجاد شده‌اند و همه چیز ظاهراً طبق نقشه جلو رفته است. اما هنگام موتتاژ، پیچ‌ها به راحتی از سوراخ‌ها رد نمی‌شوند. بعضی سوراخ‌ها کمی جابه‌جا هستند، بعضی قطرشان کمتر از چیزی است که باید باشد و چند قطعه هم فقط با فشار و ضربه جا می‌افتند. اینجا مشکل همیشه از پیچ، نصاب یا نقشه نیست. گاهی ریشه اصلی ماجرا در چیزی است که در کارگاه کمتر جدی گرفته می‌شود: **تِلرانس سوراخ**.

تِلرانس سوراخ یعنی قطعه فلزی قرار نیست همیشه دقیقاً با عدد اسمی نقشه ساخته شود، اما مقدار خطای آن باید در محدوده قابل قبول بماند. اگر سوراخ قرار است ۱۸ میلی‌متر باشد، در عمل ممکن است چند دهم میلی‌متر اختلاف داشته باشد. این اختلاف اگر کنترل شده باشد، مشکلی ایجاد نمی‌کند. اما اگر قطر سوراخ، محل سوراخ یا کیفیت لبه از محدوده مجاز خارج شود، موتتاژ سخت می‌شود، اتصال کیفیت خود را از دست می‌دهد و کارگاه وارد مرحله دوباره‌کاری می‌شود.

تِلرانس سوراخ به زبان ساده

تِلرانس یعنی مقدار خطای مجاز. در سوراخکاری قطعات فلزی، این خطا می‌تواند مربوط به قطر سوراخ، محل قرارگیری سوراخ، فاصله سوراخ‌ها از هم، عمود بودن سوراخ یا حتی تمیزی لبه باشد. در نقشه‌های صنعتی، معمولاً ابعاد با یک مقدار مجاز بالا و پایین تعریف می‌شوند. برای مثال، ممکن است قطر سوراخ ۲۰ میلی‌متر باشد، اما تِلرانس آن اجازه دهد مقدار واقعی کمی بیشتر یا کمتر باشد. هدف این است که قطعه در موتتاژ درست عمل کند، نه اینکه فقط از نظر ظاهری سوراخ داشته باشد. در کارگاه‌های فلزی، تِلرانس سوراخ زمانی خودش را نشان می‌دهد که چند قطعه باید روی هم قرار بگیرند. اگر سوراخ‌ها فقط روی یک قطعه بررسی شوند، شاید ایراد خیلی واضح نباشد. اما وقتی صفحه اتصال، تیر، نبشی یا ورق تقویتی کنار قطعه دیگر قرار می‌گیرد، خطا مشخص می‌شود. پیچ وارد نمی‌شود، سوراخ‌ها روی هم نمی‌افتند یا قطعه در محل نصب نیاز به اصلاح پیدا می‌کند. این اصلاح‌ها زمان‌بر هستند و گاهی کیفیت کار را پایین می‌آورند.

چرا تِلرانس سوراخ در سازه فلزی مهم است؟

در سازه فلزی، سوراخ‌ها فقط برای عبور پیچ نیستند. سوراخ‌ها بخشی از سیستم اتصال هستند. اگر



تلرانس سوراخ در قطعات فلزی یعنی چه و چرا مهم است؟

محل سوراخ چند میلی‌متر خطا داشته باشد، ممکن است قطعه در مونتاژ تحت فشار قرار بگیرد. وقتی چند اتصال با هم بسته می‌شوند، خطاها جمع می‌شوند و مشکل بزرگ‌تری می‌سازند. نتیجه می‌تواند سخت جا رفتن پیچ، تغییر وضعیت قطعه، افزایش تنش موضعی یا نیاز به اصلاح در محل پروژه باشد.

در اتصالات پیچ و مهره‌ای، دقت سوراخکاری اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. برخلاف جوشکاری، جایی برای «پر کردن فاصله» وجود ندارد. پیچ باید از مسیر مشخص عبور کند و قطعات باید روی هم بنشینند. اگر سوراخ‌ها جابه‌جا باشند، کارگر مجبور می‌شود سوراخ را بزرگ‌تر کند، با ضربه پیچ را جا بزند یا از ابزار نامناسب برای اصلاح استفاده کند. این کارها شاید مونتاژ را جلو ببرند، اما کیفیت اتصال را پایین می‌آورند.

قطر سوراخ همیشه باید دقیقاً اندازه پیچ باشد؟

نه. یکی از سوءتفاهم‌های رایج در کارگاه این است که قطر سوراخ باید دقیقاً برابر قطر پیچ باشد. در بسیاری از اتصالات فلزی، سوراخ کمی بزرگ‌تر از قطر پیچ طراحی می‌شود تا مونتاژ راحت‌تر انجام شود. این مقدار اضافه به نوع اتصال، نقشه، استاندارد پروژه و شرایط نصب بستگی دارد. اگر سوراخ بیش از حد تنگ باشد، پیچ سخت جا می‌رود. اگر بیش از حد گشاد باشد، اتصال لقی زیادی پیدا می‌کند و کیفیت کار پایین می‌آید.

اینجا تلرانس اهمیت پیدا می‌کند. قطر اسمی سوراخ باید با نقشه هماهنگ باشد، اما اجرای آن هم باید کنترل شود. اگر اپراتور از مته کند، دستگاه لرزان یا روش نشانه‌گذاری ضعیف استفاده کند، سوراخ ممکن است کوچک‌تر، بزرگ‌تر یا بیضی شود. در ظاهر شاید فقط یک سوراخ ایجاد شده باشد، اما از نظر فنی، آن سوراخ دیگر همان چیزی نیست که نقشه خواسته است.

سوراخ آزاد، سوراخ دقیق و سوراخ اشتباه یکی نیستند

در بعضی پروژه‌ها سوراخ آزادتر طراحی می‌شود تا مونتاژ در محل راحت‌تر باشد. در بعضی قطعات صنعتی، سوراخ باید دقیق‌تر و کنترل‌شده‌تر باشد. مشکل از جایی شروع می‌شود که کارگاه این تفاوت را تشخیص ندهد. سوراخی که برای یک اتصال سبک قابل قبول است، شاید برای اتصال حساس مناسب نباشد. پس قبل از سوراخکاری، باید بدانیم سوراخ برای چه کاری استفاده می‌شود.



تِلرانسِ سوراخ در قطعات فلزی یعنی چه و چرا مهم است؟

سه سؤال ساده قبل از شروع کار کمک می‌کند:

- سوراخ برای عبور پیچ است یا برای موقعیت‌دهی دقیق قطعه؟
 - قطعه در کارگاه مونتاژ می‌شود یا در محل پروژه؟
 - خطای سوراخ فقط روی یک قطعه اثر دارد یا روی چند قطعه پشت سر هم؟
- اگر جواب این سؤال‌ها روشن باشد، انتخاب روش سوراخکاری، دستگاه و متد هم دقیق‌تر می‌شود.

تِلرانس محل سوراخ از قطر سوراخ هم حساس‌تر است

گاهی قطر سوراخ درست است، اما محل آن اشتباه است. این خطا در مونتاژ بیشتر از خطای قطر دردسر ایجاد می‌کند. اگر فاصله سوراخ از لبه، فاصله دو سوراخ از هم یا محل سوراخ نسبت به خط مرکزی قطعه درست نباشد، قطعه در جای خودش نمی‌نشیند. در پروژه‌های سازه‌ای، همین چند میلی‌متر می‌تواند باعث شود اتصال در محل نصب نیاز به اصلاح پیدا کند. خطای محل سوراخ معمولاً از نشانه‌گذاری ضعیف، شابلون اشتباه، جابه‌جایی دستگاه، لق بودن قطعه یا بی‌دقتی در سوراخکاری سری ایجاد می‌شود. دریل مگنت اگر درست روی قطعه قرار بگیرد، می‌تواند دقت خوبی ایجاد کند؛ اما اگر سطح کار تمیز نباشد، پایه مگنت کامل نچسبد یا اپراتور قبل از شروع متد را خوب مرکز نکند، خطا همچنان اتفاق می‌افتد. ابزار خوب زمانی نتیجه می‌دهد که روش کار هم درست باشد.

دریل مگنت چه کمکی به کنترل تِلرانس سوراخ می‌کند؟

دریل مگنت برای سوراخکاری قطعات فلزی بزرگ و سنگین کاربرد زیادی دارد، چون دستگاه روی خود قطعه ثابت می‌شود و نیاز نیست قطعه بزرگ به دستگاه ثابت منتقل شود. این ویژگی در کنترل تِلرانس سوراخ مهم است. وقتی دستگاه ثابت کافی داشته باشد، متد مسیر خود را بهتر حفظ می‌کند و احتمال جابه‌جایی سوراخ کمتر می‌شود. مخصوصاً در کارگاه‌هایی که با تیرآهن، ورق ضخیم، صفحه اتصال یا قطعات سازه‌ای کار می‌کنند، این موضوع اهمیت زیادی دارد.

البته دریل مگنت به‌تنهایی تضمین‌کننده دقت نیست. باید پایه مگنت روی سطح تمیز و مناسب قرار بگیرد. متد گردبر باید سالم باشد. پین مرکزی باید درست عمل کند. اپراتور باید



تِلرانس سوراخ در قطعات فلزی یعنی چه و چرا مهم است؟

پیشروی را کنترل کند. اگر هرکدام از این موارد مشکل داشته باشد، تِلرانس سوراخ از محدوده قابل قبول خارج می‌شود. به همین دلیل، کنترل کیفیت سوراخ فقط بعد از اتمام کار نیست؛ از انتخاب دستگاه و آماده‌سازی سطح شروع می‌شود.

وقتی تِلرانس رعایت نشود چه هزینه‌هایی ایجاد می‌شود؟

خطای سوراخکاری همیشه همان لحظه دیده نمی‌شود. گاهی قطعه از کارگاه خارج می‌شود و مشکل در محل نصب مشخص می‌شود. این بدترین حالت است، چون هزینه اصلاح در محل پروژه معمولاً بیشتر از اصلاح در کارگاه است. حمل دوباره قطعه، توقف نصب، استفاده از ابزار اصلاحی، فشار به نیروی انسانی و تأخیر در برنامه پروژه، همه می‌توانند از چند سوراخ خارج از تِلرانس شروع شوند. اگر بخواهیم ساده بگوییم، رعایت نکردن تِلرانس سوراخ این هزینه‌ها را ایجاد می‌کند:

- افزایش زمان موتناژ
 - نیاز به برقوکاری یا بزرگ کردن سوراخ
 - خرابی ظاهر قطعه و افت کیفیت نهایی
 - فشار به پیچ و مهره هنگام نصب
 - کاهش اعتماد کارفرما به کیفیت ساخت
 - مصرف بیشتر مته، ابزار اصلاحی و نیروی کار
- این هزینه‌ها معمولاً در زمان خرید ابزار دیده نمی‌شوند. اما در پایان پروژه، کارگاهی که سوراخکاری دقیق‌تری دارد، دوباره‌کاری کمتری تجربه می‌کند و خروجی تمیزتری تحویل می‌دهد.

چطور قبل از سوراخکاری، خطا را کم کنیم؟

کنترل تِلرانس سوراخ فقط با ابزار اندازه‌گیری انجام نمی‌شود. بخش زیادی از دقت، قبل از روشن شدن دستگاه ساخته می‌شود. اگر قطعه درست چیده نشود، نشانه‌گذاری دقیق نباشد یا شابلون خطا داشته باشد، حتی بهترین دستگاه هم خروجی خوب نمی‌دهد. برای همین، آماده‌سازی کارگاه بخش مهمی از دقت سوراخکاری است.

یک چک‌لیست کوتاه قبل از شروع کار:

- نقشه و قطر سوراخ‌ها را دوباره بررسی کنید.
- محل سوراخ را از لبه‌ها و خطوط مرجع کنترل کنید..



تِلرانس سوراخ در قطعات فلزی یعنی چه و چرا مهم است؟

- سطح فلز را از رنگ ضخیم، براده، چربی و زنگ پاک کنید.
 - اگر سوراخکاری سری است، ابتدا یک قطعه نمونه بزنید.
 - بعد از چند سوراخ اول، قطر و فاصله را اندازه گیری کنید.
 - مته کند یا لبپر را برای کار دقیق استفاده نکنید.
 - اگر دستگاه روی قطعه خوب نمی نشیند، کار را شروع نکنید.
- این چک لیست ساده است، اما در کارگاه های پرسرعت خیلی وقت ها نادیده گرفته می شود. نتیجه هم همان خطاهایی است که هنگام موتتاژ خودش را نشان می دهد.

ابزار اندازه گیری را جدی بگیرید

برای کنترل تلرانس سوراخ، حداقل به کولیس، خطکش دقیق، گونیا، سنبه نشان و در بعضی موارد شابلون نیاز است. در پروژه های حساس تر، ممکن است ابزار کنترل دقیق تری لازم باشد. نکته مهم این است که اندازه گیری فقط برای پایان کار نیست. اگر کار سری انجام می شود، باید در شروع، وسط و پایان کار کنترل انجام شود. این کار کمک می کند اگر خطا در حال تکرار است، زود متوقف شود. گاهی اپراتور فکر می کند چون سوراخ ها با یک شابلون زده شده اند، دیگر نیازی به کنترل نیست. اما خود شابلون هم ممکن است خطا داشته باشد یا در طول کار جابه جا شود. مته هم ممکن است بعد از چند سوراخ کند شود و کیفیت برش تغییر کند. کنترل مرحله ای باعث می شود خطا قبل از اینکه به تعداد زیادی قطعه منتقل شود، پیدا شود.

اشتباهات کوچک که تلرانس سوراخ را خراب می کنند

بعضی خطاها در کارگاه آن قدر رایج اند که عادی به نظر می رسند. مثلاً اپراتور قطعه را سریع نشانه گذاری می کند، مته کمی کند است، پایه دستگاه هم روی سطح رنگ خورده قرار می گیرد، اما چون کار باید سریع انجام شود، سوراخکاری شروع می شود. همین چند بی دقتی کوچک کنار هم سوراخی تولید می کند که در موتتاژ در دسر می سازد.

چند مورد مهم که باید جدی گرفته شوند:

شروع سوراخکاری بدون سنبه کاری درست

اگر نقطه شروع دقیق نباشد، مته در همان لحظه اول مسیر اشتباه می رود. مخصوصاً در قطعات ضخیم یا سوراخ های قطر بالا، این خطا به راحتی اصلاح نمی شود.



تِلرانس سوراخ در قطعات فلزی یعنی چه و چرا مهم است؟

استفاده از مته گردبر نامناسب

مته گردبر بی کیفیت، کند یا ناسازگار با جنس قطعه، سوراخ تمیزی ایجاد نمی کند. نتیجه می تواند لبه ناصاف، قطر نامنظم یا براده برداری بد باشد.

بی توجهی به لرزش دستگاه

لرزش یعنی سوراخ در حال از دست دادن دقت است. اگر دستگاه روی قطعه خوب نچسبیده یا مته درست درگیر نشده، ادامه کار فقط خطا را بیشتر می کند.

جمع بندی

تِلرانس سوراخ یکی از چیزهایی است که شاید روی کاغذ ساده به نظر برسد، اما در کارگاه و موتناژ اهمیت زیادی دارد. سوراخ فلزی فقط یک حفره روی قطعه نیست؛ بخشی از اتصال، موتناژ و کیفیت نهایی پروژه است. اگر قطر، محل، فاصله و کیفیت سوراخ از محدوده قابل قبول خارج شود، حتی قطعه ای که ظاهراً درست ساخته شده، هنگام نصب مشکل ایجاد می کند.

برای کنترل بهتر تِلرانس سوراخ، باید از همان ابتدا به نشانه گذاری، انتخاب مته، ثبات دستگاه، تمیزی سطح، کنترل مرحله ای و ابزار اندازه گیری توجه شود. اگر در کارگاه با قطعات فلزی، صفحه اتصال، تیر آهن، ورق ضخیم یا سازه های پیچ و مهره ای کار می کنید، انتخاب دریل مگنت و مته گردبر مناسب می تواند دقت سوراخکاری را بالاتر ببرد و دوباره کاری را کمتر کند. در فروشگاه دریل مگنت رحمانی می توانید مدل های مختلف دریل مگنت و مته گردبر را بررسی کنید و برای انتخاب ابزار مناسب کارگاه خود مشاوره بگیرید.

سوالات متداول درباره تِلرانس سوراخ

تِلرانس سوراخ یعنی چه؟

تِلرانس سوراخ یعنی مقدار خطای مجاز در قطر، محل یا کیفیت سوراخ. در عمل، هیچ سوراخی همیشه دقیقاً برابر عدد نقشه ساخته نمی شود، اما باید در محدوده قابل قبول باقی بماند تا قطعه در موتناژ درست عمل کند.

آیا تِلرانس سوراخ فقط به قطر مربوط است؟

نه. قطر فقط یکی از بخش های تِلرانس است. محل سوراخ، فاصله سوراخ ها، عمود بودن سوراخ، بیضی نشدن و تمیز بودن لبه هم در کیفیت نهایی اثر دارند.

www.drill-magnet.com www.clinicabzar.com www.matesara.com



تِلرانس سوراخ در قطعات فلزی یعنی چه و چرا مهم است؟

چرا سوراخ‌ها هنگام موتتاژ روی هم نمی‌افتند؟

معمولاً به دلیل خطای نشانه‌گذاری، شابلون اشتباه، جابه‌جایی دستگاه، کنترل نکردن قطعه نمونه یا خطای تکراری در سوراخکاری سری این مشکل ایجاد می‌شود.

دریل مگنت چطور به دقت سوراخکاری کمک می‌کند؟

دریل مگنت روی سطح فلزی ثابت می‌شود و به اپراتور کمک می‌کند سوراخ را با کنترل بیشتری ایجاد کند. البته دقت نهایی به تمیزی سطح، قدرت مگنت، سلامت مته و روش کار هم بستگی دارد.

برای کنترل تِلرانس سوراخ چه ابزارهایی لازم است؟

کولیس، خطکش دقیق، گونیا، سنبه نشان، شابلون و در پروژه‌های حساس‌تر ابزارهای کنترل دقیق‌تر لازم می‌شود. مهم‌تر از ابزار، کنترل مرحله‌ای در طول کار است