



Namatek
True Education

www.namatek.com

Residual Stress

شناخت تنش پسماند و
۲ روش آزاد کردن آن

فهرست مطالب

۱. تنش پسماند چیست؟
۲. منشأ تنش پسماند چیست؟
۳. انواع تنش پسماند
۴. تاثیر تنش پسماند بر خواص ماده
۵. روش های آزاد کردن تنش پسماند چیست؟

اگر بخواهید بدانید که تنش پسماند چیست، باید بگوییم که درون برخی از مواد و سازه های اطراف ما که روزانه در کوچه و خیابان می بینیم، نیرویی وجود دارد که آزاد نشده و ما آن را نمی بینیم. این همان تنش پسماند است! تنش پسماند انواع و کاربردهای متفاوتی دارد. اگر بررسی این مقوله برای شما جالب است، در ادامه مقاله همراه ما باشید تا ببینیم این نیروی پنهان شده در سازه ها چگونه به وجود می آید، چه انواعی دارد و چگونه می توان این نیرو را آزاد کرد.

#۱ تنش پسماند چیست؟

اگر بخواهیم در مورد این که تنش پسماند چیست صحبت کنیم باید بگوییم که وقتی اجسام مختلف تحت بار و تنش قرار می گیرند، بعد از برداشتن آن نیرو، به بخشی از تنش که درون ماده باقی می ماند تنش پسماند (Residual Stress) می گویند. تنش های پسماند می توانند برای قطعه مفید یا مضر باشند و این موضوع کاملاً وابسته به نوع کاربرد آن ها است. اگر از تنش های پسماند به طور بهینه استفاده شود، می توانند باعث بهبود خواص قطعه گردند. البته این را هم باید در نظر داشته باشیم که هنگام ساخت قطعات تنش های مختلفی به آن وارد می شود و اندازه گیری تنش باقی مانده درون قطعه به عوامل زیر بستگی دارد:

- جنس قطعه
- ضخامت قطعه

- عمق تنش
- ابعاد سازه



حال که به طور مختصر با تعریف تنش پسماند آشنا شدیم نوبت به آن رسیده است که بدانیم مکانیزم و منشأ تنش های پسماند کجاست.

#۲ منشأ تنش پسماند چیست؟

می توان به جرأت گفت که درون تمام قطعات حین فرآیندهای تولید، تنش پسماند ایجاد می شود. حال در نظر بگیرید هنگام استفاده از این محصولات این تنش ها افزایش می یابند.

منشأهای تنش های پسماند عبارتند از:

۱. تغییر شکل پلاستیک:

یکی از منشأهای ایجاد تنش پسماند درون قطعات، فرآیندهایی هستند که باعث تغییر شکل قطعه می شوند. فرآیندهایی مثل کشش، خمکاری و اکستروژن (extrusion) از منشأهای ایجاد تنش پلاستیک در محصولات هستند.

۲. تغییرات سطحی:

بعضی از فرآیندها مثل ماشینکاری، پوشش دهی و فرآیندهایی که باعث خوردگی و تغییر در سطوح قطعات می شوند، یکی دیگر از منشأهای ایجاد تنش پسماند هستند.

۳. تغییر چگالی ماده در حضور حرارت:

عملیات حرارتی و جوشکاری که باعث تغییر چگالی مواد می شوند نیز می توانند منشأ ایجاد تنش پسماند باشند.

البته برای پاسخ به سوال منشأ تنش پسماند چیست، دسته بندی دیگری هم وجود دارد که شامل پنج گروه است:

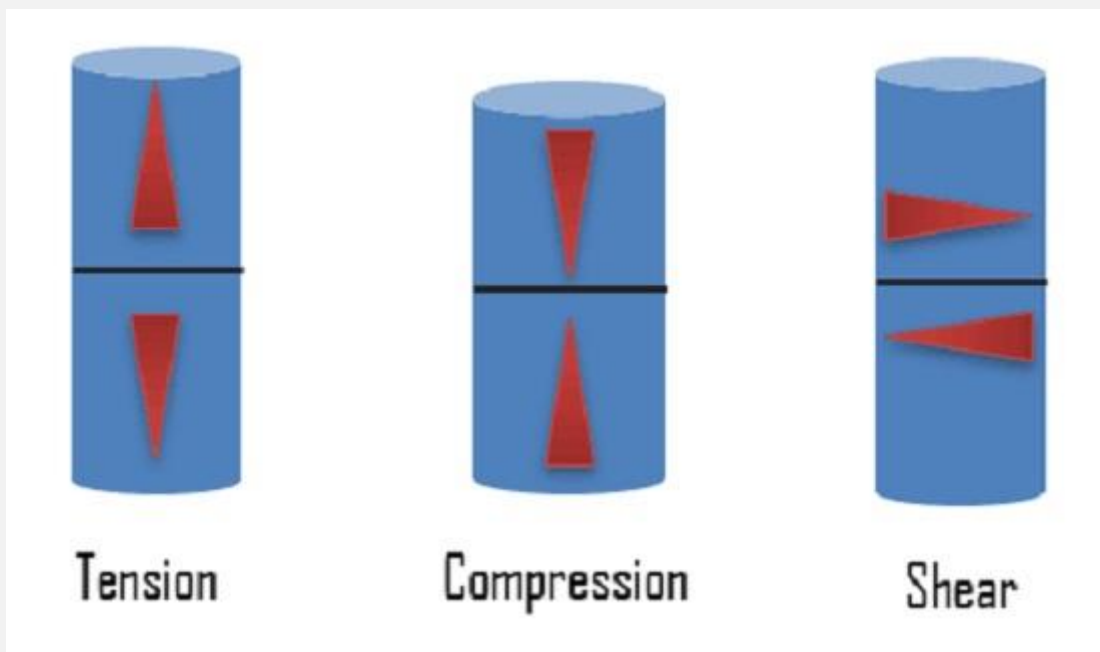
- عوامل مکانیکی
- عوامل حرارتی
- عملیات مکانیکی-شیمیایی
- عملیات شیمیایی سطحی
- عملیات ترکیبی



#۳ انواع تنش پسماند

تنش های پسماند دارای سه حالت زیر هستند:

- کششی (Tensile)
- فشاری (Compressive)
- برشی (Shear)



اندازه تنش در محدوده تعادل تنش پسماند به دست می آید. این محدوده بین دو دسته زیر با عنوان های تنش های پسماند میکرو و تنش های پسماند ماکرو قرار دارد:

- تنش های پسماند میکرو (Micro Residual Stresses):

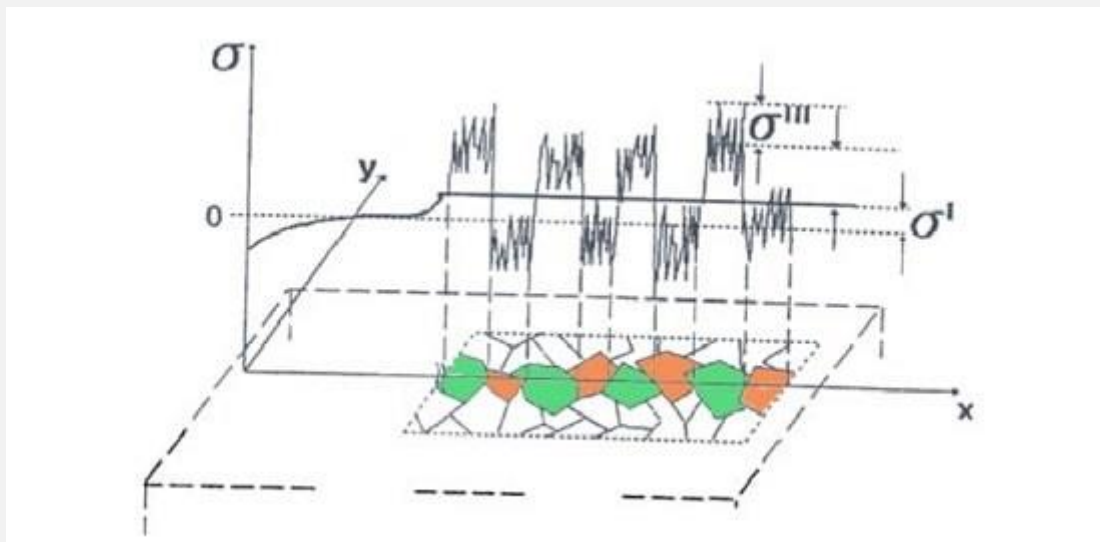
تنش های پسماند میکرو در محدوده میکرون هستند و معمولاً بیشتر در مواد کریستالی دیده می شوند. این تنش را با نماد σ' نشان می دهند که محدوده آن در عکس مشخص است.

- تنش های پسماند ماکرو (Macro Residual Stresses):

این تنش های ماکرو معمولاً در حدود میلی متر و بالاتر هستند. در همه قطعات اصولاً تنش ماکرو دیده می شود. تنش پسماند ماکرو را با نماد σ'' نشان می دهند که محدوده آن در عکس مشخص است.

نمودار زیر نشان دهنده محدوده تنش می باشد.

محور عمودی مقدار تنش و محور افقی ابعاد قطعه تحت تنش را نشان می دهد. در نقطه صفر تنش وارده به قطعه شروع می شود و در محدوده های مورد نظر روی نمودار تنش ماکرو و میکرو نمایش داده شده است.



#۴ تاثیر تنش پسماند بر خواص ماده

جالب است که بدانید این تنش های باقیمانده در قطعه، خودشان به تعادل می رسند؛ یعنی همان قدری که تنش پسماند کششی در قطعه وجود دارد، همان مقدار هم دارای تنش فشاری است که این دو مورد هم دیگر را خنثی می کنند. به همین علت معمولا تنش های پسماند در قطعات به وضوح مشاهده نشده و در طراحی ها در نظر گرفته نمی شوند. اما اگر تنش های پسماند به تعادل نرسند و به وضوح در قطعه مشاهده شوند، تاثیر تنش پسماند چیست؟

این تنش به وضوح روی خواص زیر تاثیر می گذارد:

- استحکام
- خوردگی
- سختی

- شکست

- ابعاد

اگر بدانیم که تاثیر مثبت تنش پسماند چیست و آگاهانه از آن استفاده کنیم، تاثیرهای زیر را بر روی خواص ماده می بینیم:

- افزایش استحکام

- جلوگیری از رشد سریع ترک ها

- کاهش سرعت شکست محصول

- بهبود توانایی افزایش طول

- افزایش مقاومت خوردگی قطعه

اما نباید فراموش کنیم که اگر تنش پسماند به طور ناآگاهانه در قطعه ایجاد شود یا میزان آن کنترل نشده باشد، باعث افت خواص شده و دقیقا تاثیری عکس تاثیرهای مثبتی که در بالا به آن ها اشاره کردیم، خواهد داشت.

برخی از این تاثیرهای منفی عبارتند از:

- کاهش استحکام ماده

- ایجاد خوردگی تحت تنش

- رشد سریع ترک ها

- شکست زودهنگام قطعه

پس حتما در هنگام تولید و طراحی قطعات باید تنش های پسماند را در نظر بگیریم و برای بهبود خواص قطعه از آن ها استفاده کنیم تا منجر به ضعف قطعه نشود.



#۵ روش های آزاد کردن تنش پسماند چیست؟

حال اگر در قطعه ای تنش پسماند نامطلوب ایجاد شود، می توان به روش های زیر این تنش پسماند را کاهش داد:

۱. روش های حرارتی:

روش های حرارتی یکی از رایج ترین روش های آزاد کردن تنش پسماند هستند. در این روش دمای تمام قسمت های درون قطعه یکنواخت می شود. دقت داشته باشید که اگر از گرما برای کاهش تنش پسماند استفاده شود، به این فرآیند، پخت آزادسازی تنش (stress relief bake) می گویند. اما در صورتی که از سرما برای حذف تنش پسماند استفاده شود، به این فرآیند، رهاسازی برودتی تنش (Cryogenic Stress Relief) می گویند. البته استفاده از سرما برای کاهش تنش پسماند غیرمتداول است و فقط در برخی شرایط خاص از آن استفاده می شود.



۲. روش های غیرحرارتی:

ساچمه زنی (shot peening) و لیزر زنی (laser peening) دو روش مکانیکی یا غیرحرارتی برای حذف و کاهش تنش های پسماند نامطلوب هستند. در این دو روش سطح قطعه با ماده واسطه ای پوشانده می شود. در ساچمه زنی از ماده فلزی و یا شیشه ای برای حذف تنش استفاده می شود؛ اما در لیزر زنی، پرتوهای نور امواج ضربه ای ایجاد می کنند و آن ها را درون قطعه منتشر می کنند و بعد توسط لیزر تنش های پسماند شناسایی و حذف می شوند.

