Namatek
True Education

www.namatek.com

Strain

مفهوم کرنش چیست؟

فهرست مطالب

۱. کرنش چیست؟ (Strain)

۲. انواع کرنش

۳. کاربردهای کرنش چیست؟

۴. قانون هوک (Hook’s Law) و میزان برگشت پذیری تغییر شکل

۵. چگونه می توان رابطه هوک را به دست آورد؟

۶. آیا کرنش تمامی تغییر شکل ها را نشان می دهد؟

۷. کرنش حقیقی (True Strain)

۸. محاسبه تغییر حجم و کرنش حجمی (Volumetric Strain)

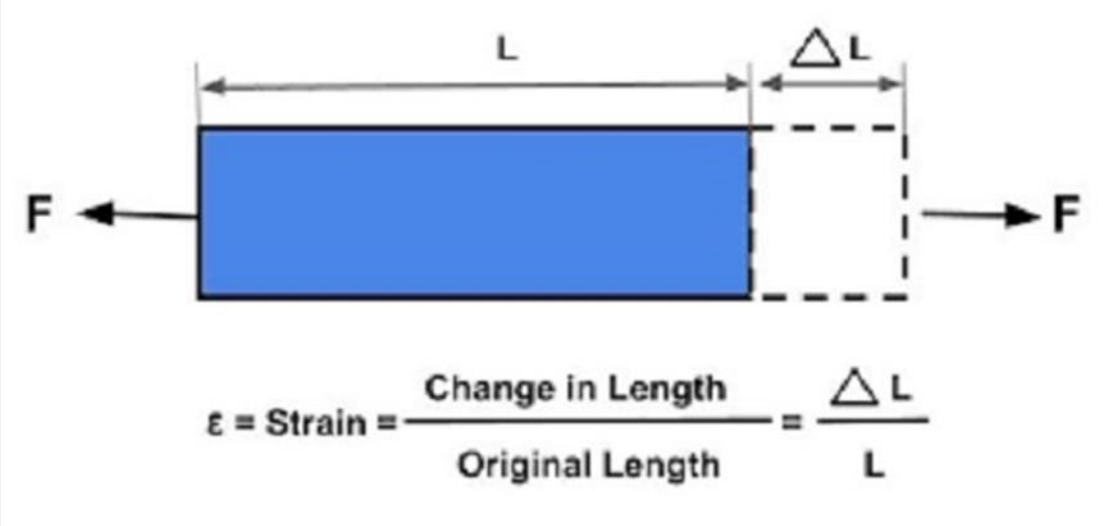
www.namatek.com

به عنوان یک مهندس یا علاقه مند به حوزه مکانیک و خواص مکانیکی مواد قطعا شما هم با این موضوع رو به رو شده اید که کرنش چیست و نشانگر چه مفهومی است؟ کرنش، یکی از پایه ای ترین مفاهیم در علم مکانیک مواد و مقاومت مصالح است؛ اما سوال اصلی اینجاست که این مفهوم چه کاربردی دارد؟

با ادامه مقاله همراه باشید تا با معنا، انواع، کاربرد و... کرنش واژه آشنا شوید.

#۱ کرنش چیست؟ (Strain)

به اصطلاح عامیانه، با استفاده از تنش (تقسیم نیرو بر سطح مقطع)، میزان فشار وارد بر یک جسم یا قطعه را می توانیم بیابیم؛ اما اگر بخواهیم از تاثیری که آن فشار روی جسم گذاشته صحبت کنیم از چه چیزی استفاده می کنیم؟ کرنش اصطلاح علمی همین تاثیر است. در واقع کرنش میزان تغییر شکل در اثر نیروی وارد شده را نشان می دهد؛ اما از مفهوم که بگذریم، زبان ریاضی کرنش به صورت زیر می باشد:



از آن جایی که صورت و مخرج از جنس طول هستند، کرنش یک عدد است و واحد ندارد.

#۲ انواع کرنش

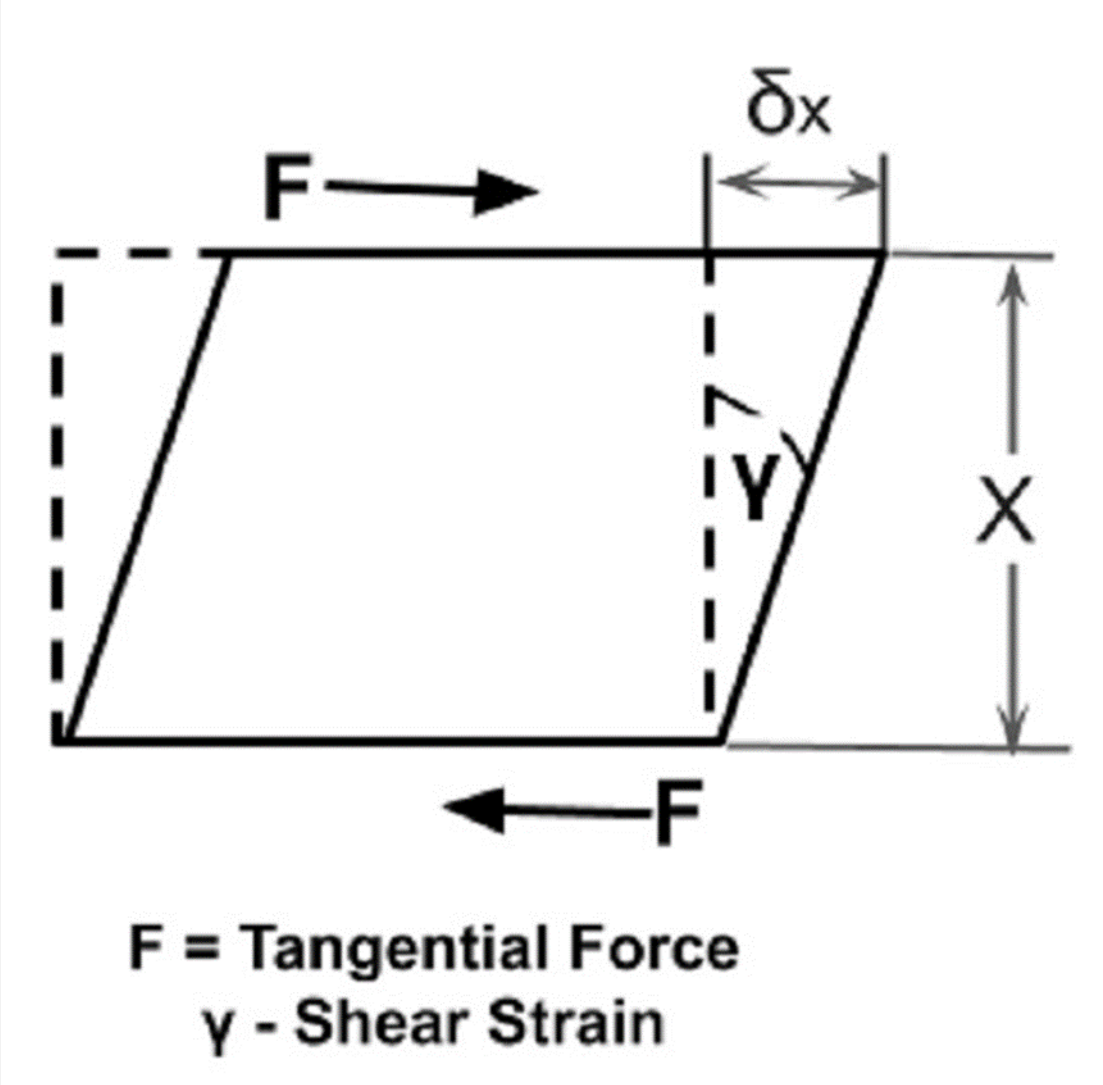
بعد از این که متوجه شدیم کرنش چیست بیایید تا انواع آن را بررسی کنیم. می دانیم که تنش می تواند نرمال یا برشی باشد؛ بنابراین کرنش هم دو نوع دارد:

۱. کرنش نرمال (Normal Strain)

فرمولی که در بخش قبل ارائه شد مربوط به کرنش نرمال است که در آن، نیرو عمود یا نرمال بر سطح است. البته این کرنش هم می تواند کششی یا فشاری باشد.

۲. کرنش برشی (Shear Strain)

در این نوع، نیرو موازی با سطح است. کرنش برشی با گاما نمایش داده می شود.



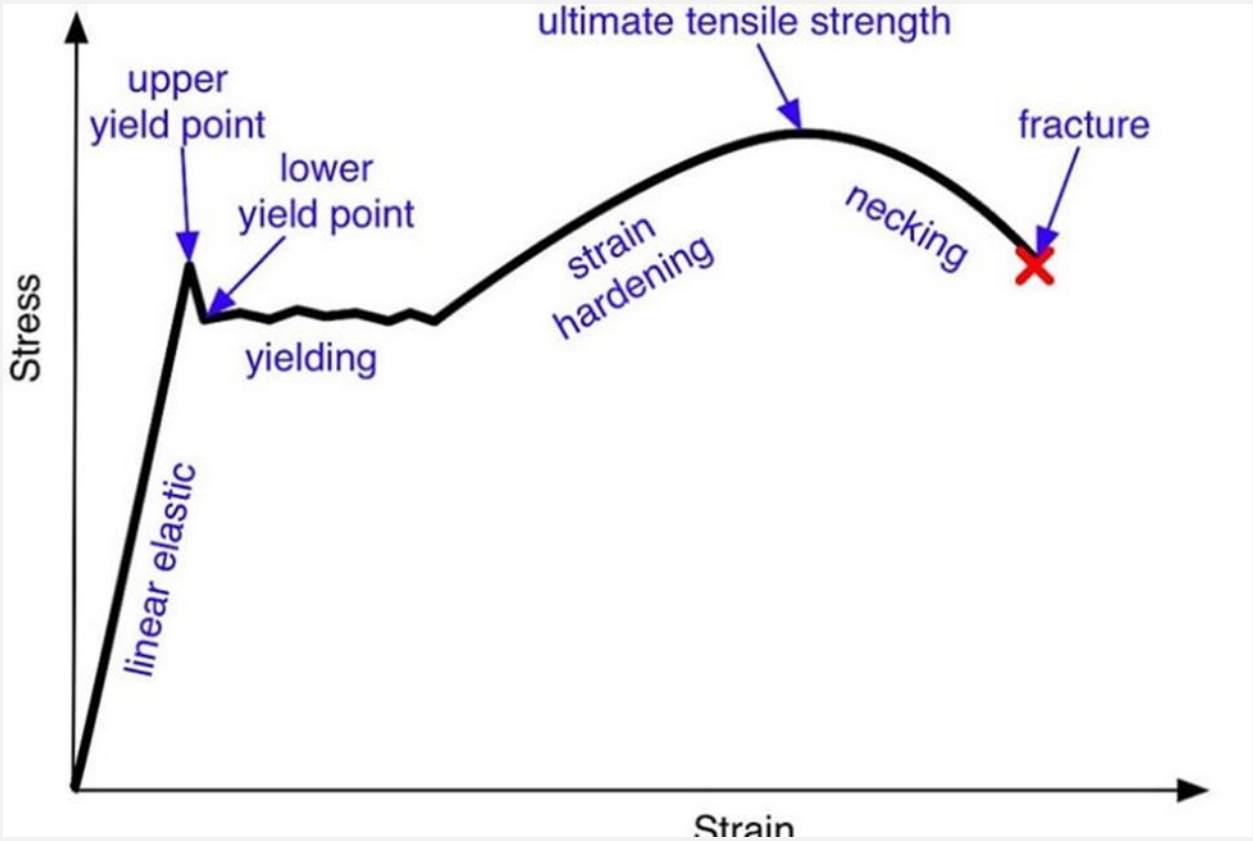
#۳ کاربردهای کرنش چیست؟

کرنش، برخلاف تصور، فقط برای جامدات نبوده و در علم سیالات هم مطرح است؛ مثلا وقتی قایقی روی آب حرکت می کند، به آب تنش برشی

وارد می شود که کرنشی هم به همراه دارد. پیش بینی میزان تغییر شکل یک قطعه در صنعت بسیار مهم و حیاتی است.

#۴ قانون هوک (Hook’s Law) و میزان برگشت پذیری تغییر شکل

قانون هوک رابطه بین تنش و کرنش است. این رابطه، ابتدا خطی است و به شیب این خط مدول یانگ (Young’s Modulus) گفته می شود.
پس از افزایش نیرو تا حدی، این رابطه از حالت خطی خارج می شود و دیگر از قانون هوک پیروی نمی کند. به قسمت خطی این نمودار، ناحیه الاستیک و به بخش غیر خطی، ناحیه پلاستیک گفته می شود.



وقتی در ناحیه الاستیک قرار داریم، این تغییر شکل پس از برداشتن نیرو با تقریب خوبی به حالت عادی برمی گردد؛ اما در ناحیه پلاستیک، تغییر شکل ماندگار است.

لازم به ذکر است که هر ماده ای نمودار تنش-کرنش مخصوص به خود را دارد (و البته مدول یانگ مواد مختلف هم متفاوت است).

$$\sigma = E.\varepsilon$$

where

- σ is stress [Pa]
- ε is strain $= \frac{\Delta L}{L_o}$
- E is the modulus of elasticity [Pa]

بین تنش و کرنش برشی هم همین رابطه برقرار است، البته با نمادهای متفاوت.

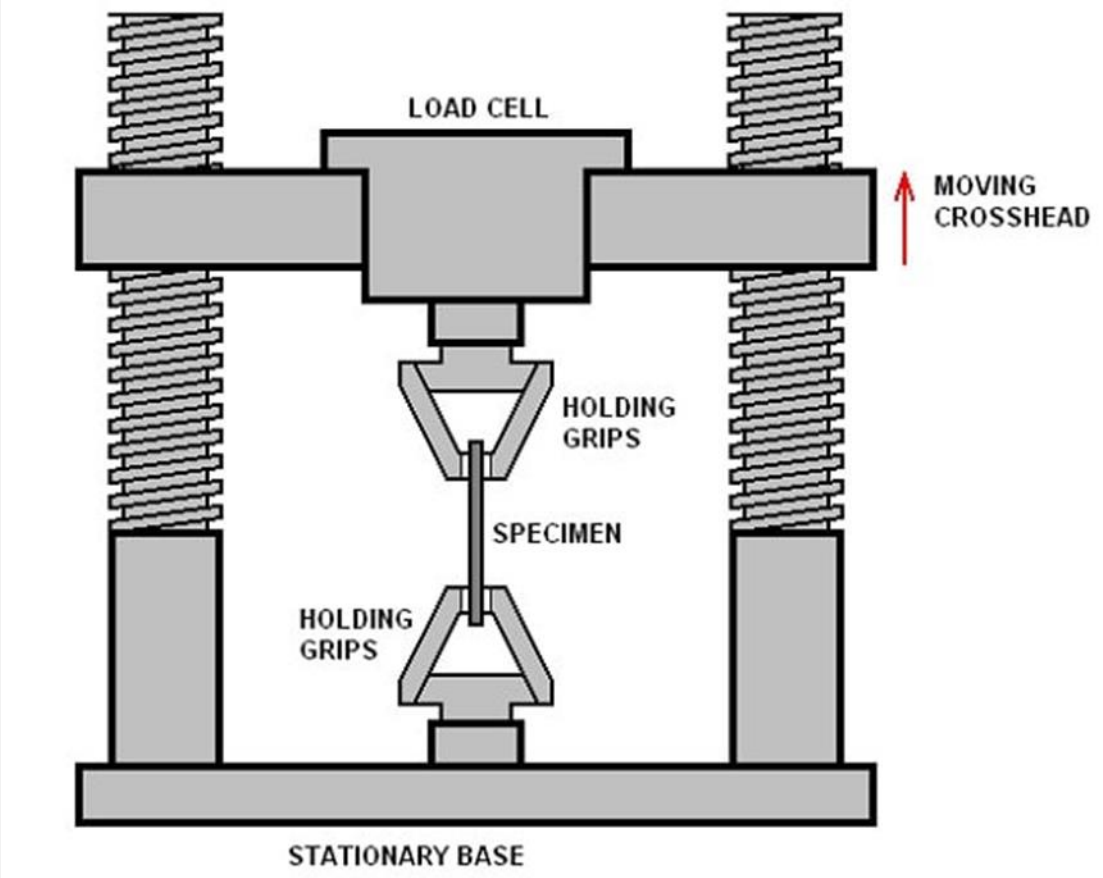
$$\tau_{xy} = G.\gamma_{xy}$$

where

- τ_{xy} is the shear stress [Pa]
- γ_{xy} is the shear strain
- G is the shear modulus [Pa]

#۵ چگونه می توان رابطه هوک را به دست آورد؟

وجود رابطه هوک برای به دست آوردن کرنش لازم است؛ از این رو لازم است روش به دست آوردن این رابطه را بدانیم. معمولا از تستی به نام تست کشش (Tensile Test) برای به دست آوردن قانون هوک استفاده می شود. این تست بسیار ساده است. کار آن این است که با اعمال نیرو میزان جا به جایی را به دست آورد و با رسم نمودار تنش و کرنش، شیب آن (مدول یانگ) را به دست آورد. وجود این دستگاه در آزمایشگاه های اندازه گیری لازم است تا با به دست آوردن قانون هوک، کرنش و تغییر طول را پیش بینی کنند.



#۶ آیا کرنش تمامی تغییر شکل ها را نشان می دهد؟

کرنش، میزان تغییر شکل در راستای عمودی یا افقی را نشان می دهد (بسته به این که چه نوعی را محاسبه کرده ایم)؛ اما ممکن است تغییر شکل دیگری هم رخ داده باشد؛ مثلا میله ای را در نظر بگیرید که توسط نیروی عمود بر سطح مقطع تحت کشش است. کرنش آن را محاسبه می کنیم؛ اما علاوه بر تغییر شکل در راستای طول، قطر آن هم کمتر شده است. این کاهش قطر با داشتن ضریب پواسن (Poisson’s Ratio) به

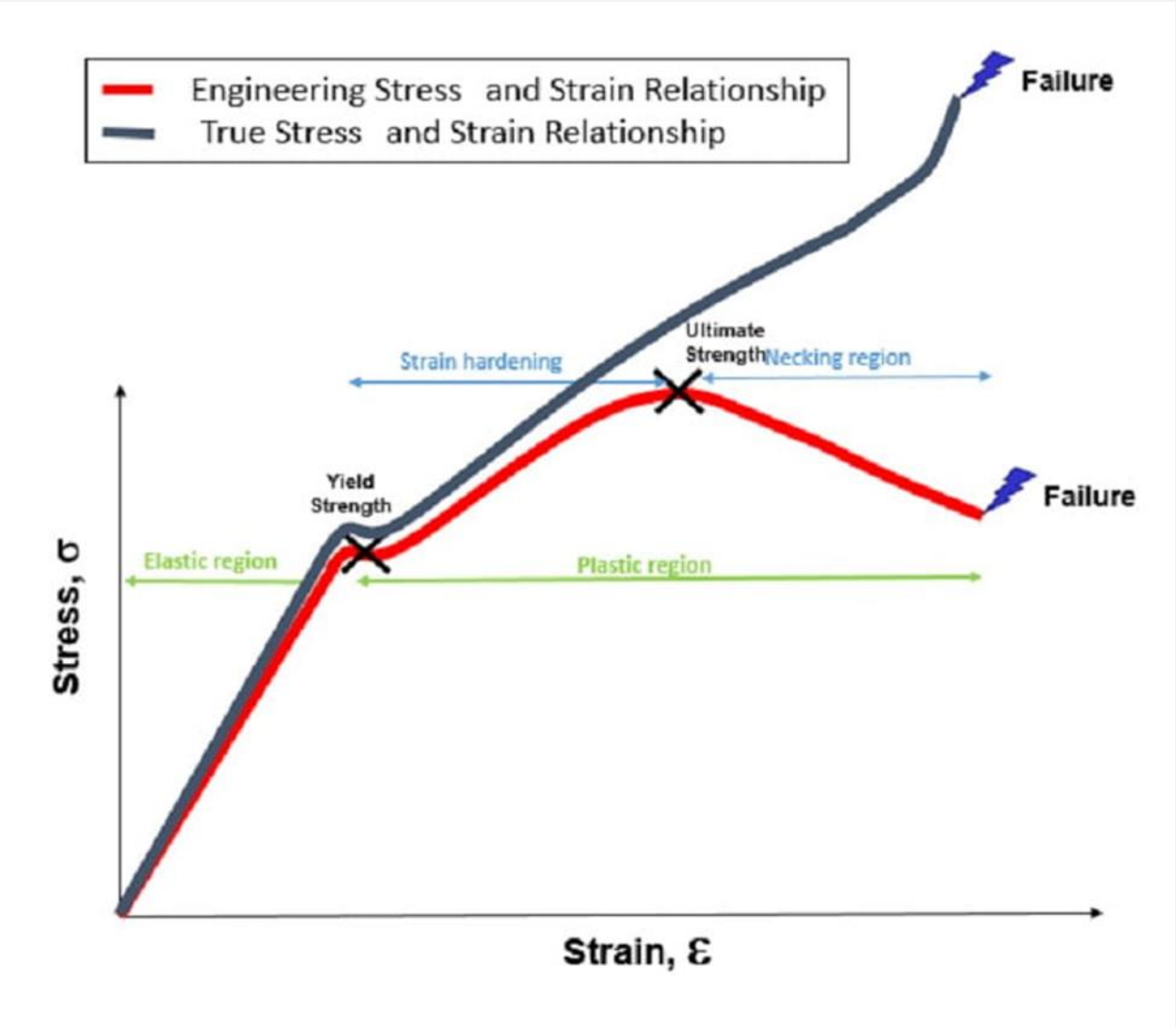
دست می آید. این ضریب به نوعی مفهوم کرنش و کاربرد آن را تکمیل می کند.

مقدار این ضریب در اکثر مواد، بین ۰/۲ و ۰/۳ است و نحوه محاسبه آن را در شکل زیر می بینید که در آن کمیت صورت ها، کرنش در بعدهای مخالف می باشند و علامت منفی به این دلیل است که تغییر طول ها قرینه هستند؛ مثلا اگر در میله ای نیرو باعث افزایش طول شود (کششی) باعث کاهش اندازه قطر می شود.

$$\nu = -\frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_x} = -\frac{\varepsilon_z}{\varepsilon_x}$$

#۷ کرنش حقیقی (True Strain)

معمولا کرنشی که با استفاده از آن نمودار تنش-کرنش رسم می شود، کرنش مهندسی یا اسمی (Nominal Strain) نام دارد؛ یعنی تغییر طول کل را تقسیم بر طول اولیه می کنیم. این کرنش در علم مهندسی استفاده می شود و جوابگوی نیاز مهندسان است؛ اما به نوعی تقریب است؛ تقریبی از کرنش حقیقی. در محاسبه کرنش حقیقی، باید تغییر طول را بر طول پیش از همان لحظه تقسیم کرد و نه طول اولیه. در واقع کرنش حقیقی، محاسبه لحظه ای کرنش مهندسی است.



#۸ محاسبه تغییر حجم و کرنش حجمی (Volumetric Strain)

برای محاسبه کرنش حجمی، باید تغییر حجم را به حجم اولیه تقسیم کرد.

طبق روابط زیر، کرنش حجمی برابر با مجموع کرنش ها در هر بعد است.

$$V+\Delta V = (x + dx)(y + dy)(z + dz)$$

Neglecting products of small quantities,

$V+\Delta V$ = New volume $= xyz + zy\,dx + xz\,dy + xy\,dz$

V = Original volume $= xyz$

ΔV = Change in volume $= zy\,dx + xz\,dy + xy\,dz$

$\Delta V/V$ = Volumetric strain, $\varepsilon_v = \dfrac{zy\,dx + xz\,dy + xy\,dz}{xyz}$

$$= \frac{dx}{x} + \frac{dy}{y} + \frac{dz}{z}$$

$$= \varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z$$