



Namatek
True Education

Fracture Mechanic

www.namatek.com

مکانیک شکست
چیست و چه اهمیتی
دارد؟

فهرست مطالب

۱. مکانیک شکست چیست؟
۲. اهمیت مکانیک شکست
۳. تاریخچه مطالعات بشر در زمینه مکانیک شکست
۴. دلیل شکست اجسام چیست؟
۵. منحنی تنش-کرنش چیست؟
۶. ضریب اطمینان چیست و چه اهمیتی در مهندسی دارد؟
۷. انواع مکانیک شکست

برای فهمیدن دلیل شکست وسایل و قطعات مختلف و جلوگیری از آن باید مکانیک شکست آن ها را مطالعه کرد. امروزه شکست، بررسی دلایل و نحوه جلوگیری از شکست قطعات را در صنایع هوافضا، علوم نظامی، سازه ها و ساختمان ها مورد مطالعه قرار می دهند.

اگر شما هم به مبحث شکست و دلایل شکستن اشیا علاقه دارید، این مطلب را تا انتها مطالعه کنید.

#۱ مکانیک شکست چیست؟

اصولا وقتی نیرویی بیش از حد توان به یک جسم وارد شود آن جسم دچار شکست (Failure) می شود. شکست انواعی دارد که در ادامه آن ها را با تمامی جزئیات مرور می کنیم.

مکانیک شکست (Fracture Mechanic) یکی از مهم ترین مباحثی است که در سال های اخیر توجه مهندسان سازه و مواد را به خودش جلب کرده است. به فرآیند شروع ایجاد ترک های جزئی در ساختار بلوری مواد و سپس ایجاد ترک های بزرگ تر و نهایتا از هم گسیختگی مواد، مکانیک شکست می گویند.

در کشورهای صنعتی و شرکت های بزرگ سالیانه میلیاردها دلار در زمینه مطالعه بر روی ساختار مواد و نحوه شکست آن ها سرمایه گذاری می کنند. به جرأت می توان گفت که فرآیند شکست یکی از دانش های مدرن

جهان امروز است و کشوری که دست بالاتر را در این دانش داشته باشد، می تواند در آینده نه چندان دور بازارهای جهانی را تسخیر کند.



#۲ اهمیت مکانیک شکست

شاید تا الان این سوال برایتان پیش آمده باشد که چرا مطالعه مکانیک شکست مهم است و کشورها تا این اندازه به این علم علاقه نشان می دهند. به طور کلی با پیشرفت تکنولوژی، بشر همواره به دنبال ساختن بناهای عظیم، دستگاه های صنعتی غول پیکر و خودروهای باکیفیت و مقاوم بوده است. تسلط و دانش کافی در زمینه فرآیند شکست، مسیر تحقق این رویاهای بزرگ است.

امروزه از نظر اقتصادی مهندسان در تلاش هستند تا با بالا بردن طول عمر ساختمان ها و وسایل صنعتی، ضرر و زیان جانبی ناشی از خرابی و

شکست قطعات را کاهش دهند. در طول تاریخ بارها و بارها خراب شدن پل ها، فروریختن ساختمان ها، منفجر شدن مخازن تحت فشار و... باعث ویرانی های زیادی شده اند و همین موضوع، فرآیند شکست را پراهمیت تر از قبل می کند.



#۳ تاریخچه مطالعات بشر در زمینه مکانیک شکست

پس از انقلاب صنعتی در اروپا بشر به مواد جدیدی دست یافت. تسلط جدید بشر بر مواد جدیدی مثل فولاد ضدزنگ و یافتن راه های جدید تولید قطعات باعث شکل گیری در دسرهای جدیدتری شد. انسان ها

توانستند به کمک فولاد و روش های جدید مثل ماشین کاری و جوشکاری، قطعات و ابزارهای مهمی بسازند. شکستن قطعات و سازه ها تحت بارهای متفاوت، اولین بار ذهن ها را به سمت پدیده ای به نام شکست منعطف کرد. به این ترتیب اولین مهندسان پژوهش هایی را روی دلایل شکست مواد مختلف آغاز کردند.

با شروع جنگ جهانی اول و نیاز مبرم بشر به ابزار جنگی قدرتمند، مکانیک شکست اهمیتی بیشتر از قبل پیدا کرد. به این ترتیب اولین بار روش های فرکتوگرافی و متالوگرافی را در مطالعه مواد به کار بردند:

- فرکتوگرافی (Fractography) به معنای مطالعه سطح اجسام شکسته شده
- متالوگرافی (Metallography) به معنای مطالعه ساختار میکروسکوپی مواد



#۴ دلیل شکست اجسام چیست؟

شکست زمانی اتفاق می افتد که یک جسم بار (Load) یا نیرویی (Force) بیشتر از حد توانش را تحمل کند. اصولاً شکست می تواند بر اثر اعمال نیروهای خارجی مثل ضربه، نیروی چرخه ای (Cycle Force) مثل وارد کردن یک نیرو به صورت مداوم در زمان های مشخص و تغییر شکل در اثر زمان باشد. البته اجسام در مقابل نیروهای مختلف واکنش های مختلفی از خود نشان می دهند. بر اساس رفتاری که مواد از خودشان نشان می دهند، مواد را به دو دسته نرم یا پلاستیک (Plastic) و الاستیک (Elastic) تقسیم می کنند.

۱. مواد پلاستیک

مواد پلاستیک بسیار نرم و انعطاف پذیر هستند. این مواد قبل از رسیدن به آستانه شکست، تغییر شکل زیادی از خود نشان می دهند. تغییر شکل مواد نرم یا پلاستیک یک هشدار قبل از وقوع فاجعه است. به همین دلیل مهندسان در طراحی های خود همواره تلاش می کنند سازه ها را به سمت مواد پلاستیک و نرم سوق دهند. تغییر شکل پلاستیک باعث جلوگیری از گسترش ترک ها و در نتیجه ممانعت از شکست اجسام می شود. مکانیک شکست اکثر فلزات از جمله فولاد از نوع پلاستیک است.



۲. مواد الاستیک

اجسامی مثل بتن الاستیک هستند. این مواد مقاومت بالایی در برابر فشار و مقاومت بسیار کمی در برابر ضربات ناگهانی دارند. مواد ترد یا الاستیک قبل از شکست، تغییر شکل زیادی از خودشان نشان نمی دهند و یک باره دچار از هم گسیختگی می گردند. به دلیل فروپاشی ناگهانی، مکانیک شکست ترد از نظر طراحان سازه اصلا مناسب نیست و می تواند بسیار خطرناک باشد. تغییر شکل الاستیک باعث گسترش و رشد سریع ترک ها می شود.

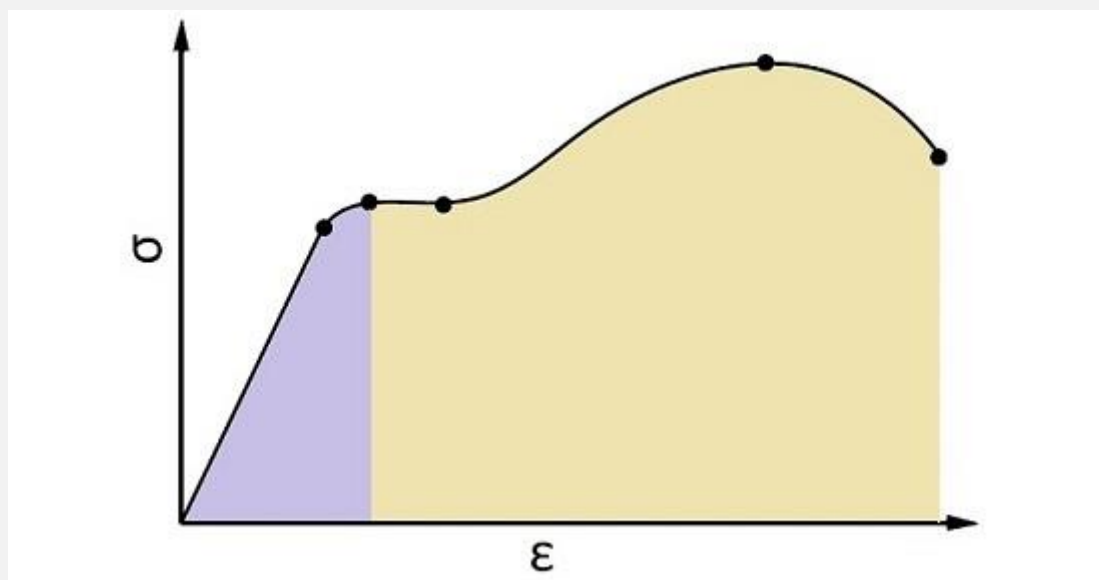


#5 منحنی تنش-کرنش چیست؟

منحنی تنش-کرنش (Stress-Strain) یکی از معروف ترین و مهم ترین نمودارهایی است که در عرصه مکانیک شکست رسم می شود. تنش (Stress) به معنای نیروی وارده بر مساحت یک جسم است و نماد آن σ نمایش داده می باشد. از طرفی کرنش (Strain) به معنای حداکثر تغییر

طول جسم نسبت به طول اولیه در برابر نیروی وارده قبل از شکست است و آن را با علامت ϵ نمایش می دهند.

برای رسم نمودار تنش-کرنش، یک جسم را به آرامی تحت نیروهای مختلفی قرار می دهند و میزان تغییر طول جسم را یادداشت می کنند. افزودن نیروی وارده بر جسم تا لحظه شکست ادامه می یابد. به این ترتیب می توان تحمل و توانایی یک جسم را در برابر نیروها و تنش های مختلف بررسی کرد. مثلا در نمودار زیر قسمت بنفش نمایشگر حد یا آستانه تحمل نمونه تحت آزمایش است. اگر در قسمت بنفش، آزمایش قطع شود، نمونه قابل استفاده بوده و به آن آسیبی نمی رسد. وقتی محور کرنش وارد قسمت قهوه ای بشود، جسم تغییر شکل دائمی می دهد و دیگر نمی توان از آن استفاده کرد. بالاترین نقطه روی محور تنش نمایش دهنده حداکثر تحمل نیرو است. بعد از این قسمت جسم متلاشی شده و آزمایش به اتمام می رسد.



#۶ ضریب اطمینان چیست و چه اهمیتی در

مهندسی دارد؟

ضریب اطمینان (Safety Factor) یکی از مهم ترین اصول اولیه طراحی است که تمامی مهندسان باید حین طراحی سازه ها و قطعات صنعتی به آن توجه کنند. در صورتی که ضریب اطمینان حین طراحی لحاظ نشود، مکانیک شکست سازه دچار اختلال جدی می گردد. تصور کنید قصد دارید یک آسانسور طراحی کنید.

ظرفیت مجاز افراد در آسانسور شما ۶ نفر است و با فرض وزن هر نفر ۱۰۰ کیلوگرم، وزنی که آسانسور باید تحمل کند، ۶۰۰ کیلوگرم است؛ اما در این فرآیند برای جلوگیری از شکست آسانسور و کاهش ریسک از ضریب اطمینان استفاده می شود. اگر ضریب اطمینان را $1/5$ در نظر بگیرید و در ۶۰۰ کیلوگرم ضرب کنید، وزن ماکزیمم آسانسور، ۹۰۰ کیلوگرم خواهد بود. به این ترتیب شما سازه را به جای ۶۰۰ کیلوگرم برای ۹۰۰ کیلوگرم طراحی می کنید و مقاومت سازه در برابر شکست افزایش می یابد.

#۷ انواع مکانیک شکست

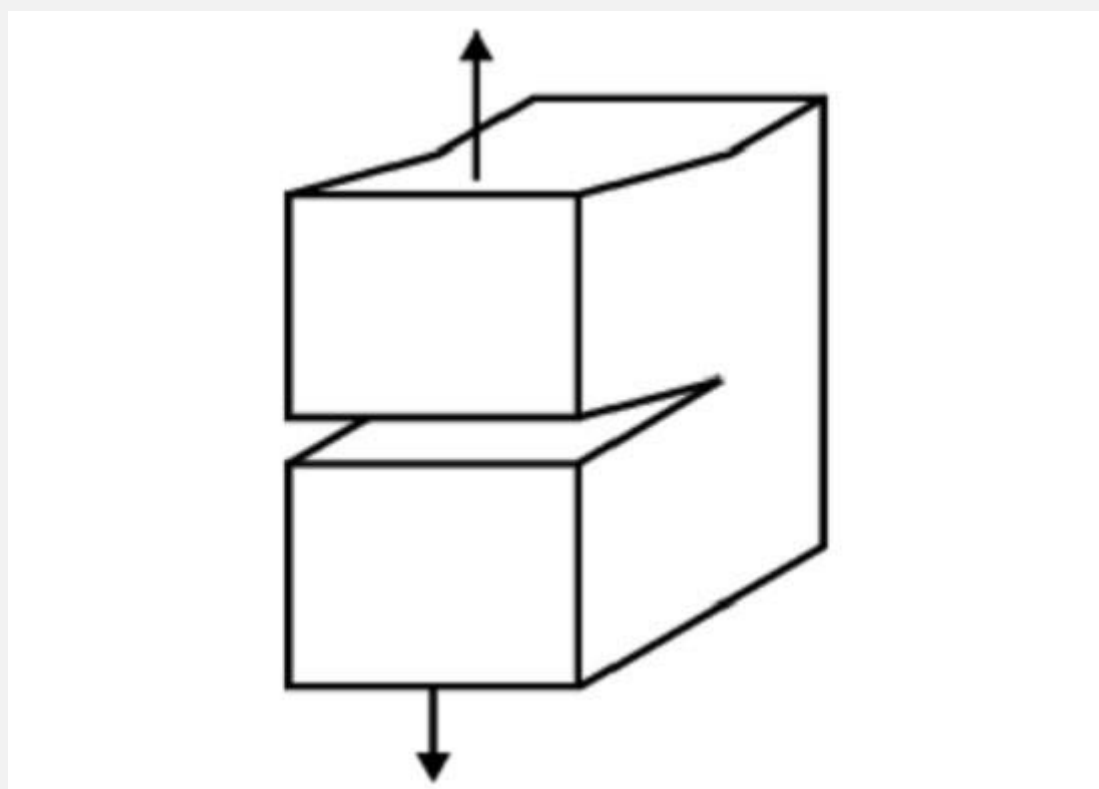
شکستن اجسام با توجه به نوع، میزان و جهت نیروی وارده به جسم می تواند کاملا متفاوت باشد. با توجه به نوع نیروی وارده باید تمهیدات لازم

جهت محافظت از قسمت های آسیب پذیر سازه و جلوگیری از شکست اعمال شوند.

انواع شکست عبارت اند از:

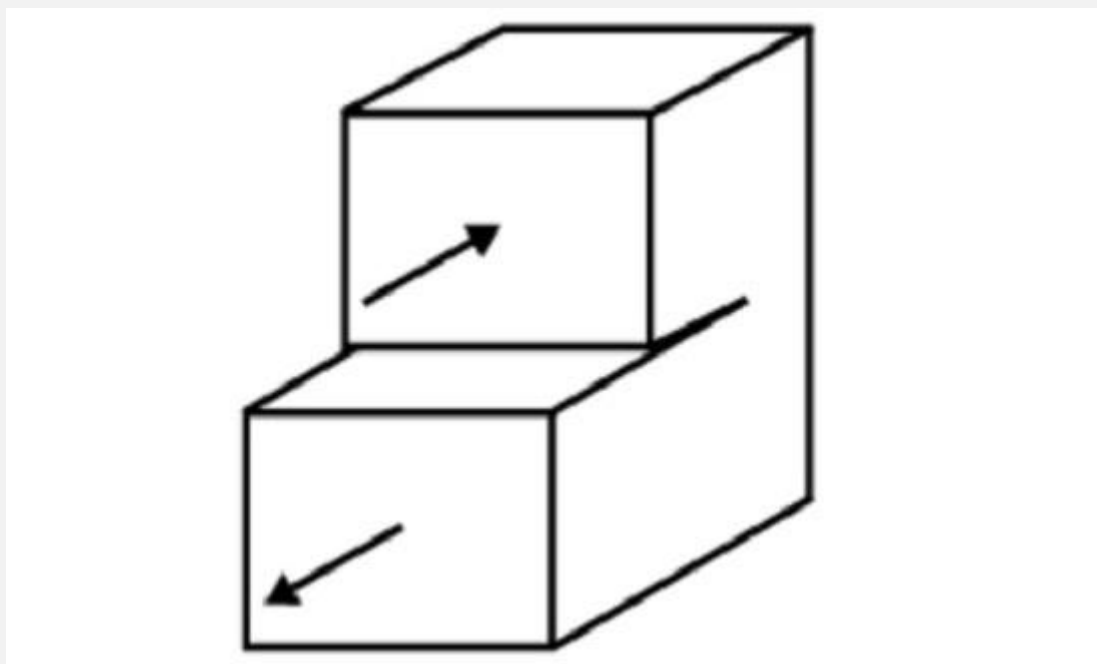
۱. شکست بازشدنی

شکست بازشدنی (Opening) همان طور که از اسمش مشخص است، حالتی است که نیرو از دو جهت مخالف به جسم اعمال شود. یک صفحه فولادی را در نظر بگیرید که در جهت عمودی رو به بالا و رو به پایین تحت فشار است. این جسم در صورت شکست، به شکست بازشدنی دچار خواهد شد.



۲. شکست لغزشی

شکست لغزشی (In-plane) زمانی اتفاق می افتد که تنش یا نیرو در جهت طول به جسم اعمال شود. در این حال جسم موازی با جهت اعمال نیرو تغییر شکل داده و دچار شکستگی می شود.



۳. شکست شکافتی

شکست شکافتی (Out of Plane) زمانی اتفاق می افتد که یک نیرو یا تنش در جهت افقی و موازی با جهت ترک خوردن قطعه به آن اعمال شود. در این حالت جسم در جهت افقی شکسته می شود.

