

Kankor Widget ابزار کانکور

جدیدترین تکنالوژی آموزشی در سطح کشور

خواص ارجاعی ماده





فهرست مطالب

1.....	خواص ارتجاعی ماده
1.....	ارتجاعیت
1.....	کشش
4.....	انواع مختلف ضریب های ارتجاعیت
4.....	مدل یانگ (Young)
4.....	مدل Bulk
5.....	مدل لغزش (η)
7.....	سوالات
9.....	منابع
10.....	مأخذ

خواص ارتجاعی ماده

اهدا کننده: ابزار کانکور

منبع: کتابخانه درخت دانش

جواز/دارنده حق چاپ: دامنه عمومی / CC.0

خواص ارتجاعی ماده

ارتجاعیت

در میخانیک، اجسام سخت اجسام اند که ساختمان آنها طوری باشند که فاصله بین ذرات آن تحت اثر عمل قوه تغییر نه نماید. تمام اجسام در حقیقت تا اندازه به اثر عمل قوه بالای آن تغییر شکل می نمایند و بعد از دور شدن عمل قوه خارجی دوباره به حالت اولی خود بر می گردند. مطالعه چنین اجسام را تحت عمل قوه بنام مطالعه خاصیت ارتجاعی مواد یاد می کنند. در حالت طبیعی مالیکول های یک جسم تحت اثر قوه های جاذبوی داخلی در تعادل می باشند که مربوط به فاصله بین مالیکول ها است هنگامیکه قوه خارجی بالای جسم عمل نماید، قوه های داخلی اضافی در آنها تولید می گردند. این حالت سبب از بین بردن حالت تعادل قبلی جسم می شود و حالت تعادل جدید بواسطه تغییر فاصله های نسبتی این مالیکول ها بوجود می آید. در نتیجه جسم تغییر شکل می نماید. وقتی که عمل قوه خارجی از بین برود، قوه های داخلی سبب می شود تا جسم را به حالت اولی آن بر گرداند. در نتیجه خاصیت که جسم دوباره حالت اولی خود را وقتی که قوه های که سبب تغییر شکل و یا سایز می گردند از بین برده شود بنام ارتجاعیت یاد می گردد. وقتی که قوه های سبب تغییر شکل از بین بروند جسم شاید به حالت شکل اولی خود برگردد و یا بر نگردد. بنابر آن اگر جسم بصورت کامل سایز و شکل خود را بعد از بر داشتن قوه خارجی بگیرد آنرا بنام ارتجاعیت کامل یاد می کنند. از جانب دیگر اگر جسم بصورت کامل شکل و سایز تغییر یافته خود را حفظ نماید، در آن حالت گفته می شود که جسم کاملاً پلاستیکی است. در حقیقت مشکل است تا جسم را دریافت نمائیم که کاملاً ارتجاعی و یا کاملاً پلاستیکی باشد. در اینجا اجسام را در نظر می گیریم که متجانس و ایزوتروپیک (*isotropic*) باشند، یعنی اگر یک جسم در تمام نقاط خویش عین خواص فیزیکی را داشته باشد مثلاً کثافت، سختی، ارتجاعیت، رنگ و غیره بنام جسم متجانس یاد می گردد. برخلاف اگرچنان نباشد، جسم را بنام جسم غیر متجانس یاد می نمایند. این دسته بندی مواد تنها در صورت اجسام میکروسکوپیکی صدق می کند و از نگاه اتمیک اجسام کاملاً متجانس وجود ندارد، زیرا خواص اتم ها و مالیکول ها از خواص فضای بین آنها فرق دارند. هرگاه خاصیت فیزیکی یک جسم در هر نقطه تابع جهت باشد، در آن حالت جسم را بنام جسم غیر ایزوتروپ یاد می کنند. تمام کرستل ها تقریباً غیر ایزوتروپ اند و در صورتیکه خاصیت فیزیکی اجسام تابع جهت نباشند، آن نوع اجسام را ایزوتروپ می نامند. اگر یک جسم دارای ترکیب متجانس بوده و خواص آن در تمام نقاط و تمام جهات عین چیز باشد. بصورت عموم فلزات بصورت خاص اگر بشکل سیم ها یا وایرها باشند اجسام ایزوتروپیک را نظر به خواص ارتجاعی خویش از خود نشان می دهند.

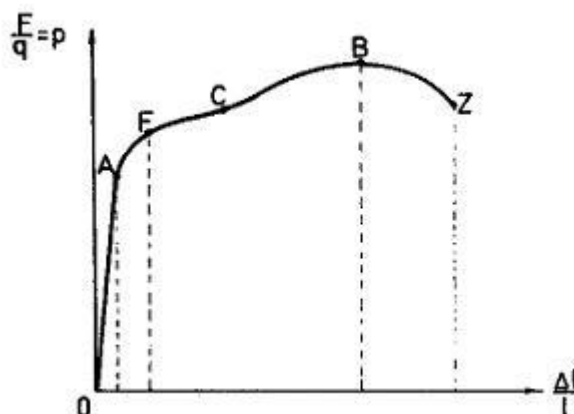
کشش

هرگاه یک قوه خارجی بالای جسم جامد عمل کند، مشاهده می شود که جسم مذکور تغییر شکل می کند. مثلاً اگر جسم را توسط قوه فشار بدهیم جسم مذکور فشرده می گردد. این مسئله از نگاه ساختمان میکروسکوپی ماده کاملاً واضح است، زیرا فشار باعث نزدیک شدن مالیکول ها یا اتم ها در داخل جسم می گردد، بر عکس در صورتیکه جسم توسط یک قوه خارجی کش گردد چی حادثه به وقوع می پیوندد؟

برای واضح ساختن این مطلب مثال ذیل را در نظر می‌گیریم. به یک انجام یک سیم ضخیم که انجام دیگری آن به یک نقطه محکم شده یک قوه F توسط وزن W وارد می‌کنیم یا آنرا توسط قوه F کش می‌نمایم قرار شکل (1) هر گاه A مساحت مقطع سیم باشد در آن حالت نسبت $\left(\frac{F}{A}\right)$ را به P نشان می‌دهیم. در صورتیکه طول سیم زیاد گردد P بنام کشش Strain و در صورتیکه طول سیم کم شود P بنام فشار Stress یاد می‌گردد. در اثر کشش قوه F دیده می‌شود که طول سیم به اندازه ΔL تزايد میکند، یعنی ΔL تزايد طولی سیم تحت اثر قوه F است. در این حالت نسبت $\left(\frac{\Delta L}{L}\right)$ را تزايد نسبتی طولی سیم یاد می‌کنند. هر گاه F را زیاد نمایم $\left(\frac{\Delta L}{L}\right)$ نیز زیاد می‌گردد. در شکل (2) نتیجه عمومی مثال فوق به صورت مشرح داده شده است. اگر این شکل مورد مطالعه قرار گیرد، دیده می‌شود که برای کشش های کوچک ارتباط بین P و $\left(\frac{\Delta L}{L}\right)$ خطی است یعنی از نقطه O تا A کشش P متناسب به $\left(\frac{\Delta L}{L}\right)$ می‌باشد. در این حدود یعنی از O تا A به مشاهده می‌رسد، که هر گاه کشش P را دوباره به صفر برسانیم افزایش نسبتی طولی $\left(\frac{\Delta L}{L}\right)$ نیز صفر می‌گردد، در نتیجه تزايد نسبتی طولی سیم رجعی می‌باشد یعنی سیم در بین این حدود خاصیت ارتجاعیت را دارد و قانون هوک صدق می‌کند نقطه A را بنام لیمت ارتجاعیت یاد می‌کنند.

اگر کشش P را زیاده‌تر بسازیم، در آن حالت کشش P به تابع تزايد نسبتی طولی $\left(\frac{\Delta L}{L}\right)$ یک تابع خطی باقی نمی‌ماند، قسمت (AE) منحنی تزايد نسبتی طولی سریع را نشان می‌دهد و در صورتیکه P را دوباره کوچک سازیم سیم به طول اولی خود دوباره بر نمی‌گردد.

در حدود از A تا E سیم خاصیت ارتجاعیت خود را از دست می‌دهد یعنی، هنگامیکه قوه F را از انجام:



شکل (2) گراف کشش به تابع تزايد نسبتي طولی



شکل (1) به یک انجام یک سیم ضخیم که انجام دیگر

آن به یک نقطه محکم شده و قوه توسط وزن عمل مینماید .

سیم دور سازیم طول اولی خود را دوباره به خود نمی‌گیرد. در این حدود گراف کشش P بتابع تزايد نسبتي طولی $\left(\frac{\Delta L}{L}\right)$ معریت را به طرف پائین از خود نشان می‌دهد در اینجا با تزايد بسیار کم قوه کشش افزایش نسبتي طولی بسیار زیاد است و بالاخره به نقطه E می‌رسیم که از این نقطه به بعد با تزايد نسبتاً کمتر کشش افزایش نسبتي طولی سیم زیاد تر صورت می‌گیرد. نقطه E را بنام نقطه جاری فلز یاد می‌کنند زیرا بعد از اینکه از نقطه E عبور گردد سیم فلزی خاصیت را مانند یک مایع غلیظ بخود اختیار می‌کند و به جریان شروع می‌نماید و این حالت در نقطه C پایان می‌یابد. از این حد به بعد کشش P بتابع $\left(\frac{\Delta L}{L}\right)$ تا نقطه اعظمی B رو به تزايد می‌باشد. بعد از اینکه از نقطه B عبور نماید سیم باریک گردیده و مقطع آن کوچک شده می‌رود در نقطه Z سیم قطع میگردد بنابراین در نقطه Z قیمت (P_{max}) را که اعظمی است بنام کشش قطع شدن و $\left(\frac{\Delta L}{L}\right)_{max}$ را تزايد طولی نسبتي اعظمی برای قطع شدن سیم یاد می‌کنند. از نگاه میکروسکوپی از اثر کشش خارجی حرات یک جسم جامد (فواصل بین المالیکولی) تغییر شکل می‌نمایند. از شروع کشش توسط وزن W در حدود ارتجاعیت OA اتم ها و یا مالیکولها از موقعیت اصلی خود بی جا میگردند و در مقابل این قوه کشش که از خارج بالای سیم وارد میگردد قوه های داخلی بین مالیکول های جسم به وجود می آیند. در این ناحیه چون قوه کشش خارجی آنقدر زیاد نیست، بنابر آن قوه های داخلی اتم ها و یا مالیکول ها را دوباره به موقعیت اصلی شان بر می‌گردانند، البته این بازگشت اتم ها و یا مالیکول ها به حالت اصلی شان زمانی صورت می‌گیرد، که قوه خارجی کشش از بالای سیم فلزی بر طرف گردد. در صورتیکه قوه کشش از حد A زیادتیر شود واضح است که قوه های داخلی نمیتوانند اتم ها و یا مالیکول ها را دوباره بجای اصلی شان بر گردانند. در این حالت اتم ها و یا مالیکولها توسط قوه های خارجی از موقعیت اصلی شان دور گردیده و فواصل بین آنها بزرگتر و بزرگتر میشوند. بنابراین جسم جامد تغییر شکل نموده و بعد از بین بردن قوه کشش دوباره به حالت اصلی خود برنمی‌گردد. در حدود یکه جسم

جامد خاصیت مایع بسیار غلیظ را اختیار میکند، کریستل های جسم جامد جهت های خود را نسبت بیک دیگر تغییر می دهند. این تغییر شکل باعث میشود که جسم جامد خاصیت یک مایع غلیظ را به خود اختیار نماید. در بین C و B کریستل های جسم جامد موقعیت های جدید را بخود اتخاذ میکنند و هم چنان در این حالت اتوم ها و یا مالیکول های جسم جامد در موقعیت های جدید قرار دارند. در این حالت جسم تقریباً مانند یک جسم جامد بوده، چون اتوم ها و یا مالیکول ها در موقعیت های اصلی خود قرار ندارند در نتیجه خاصیت ارتجاعیت از بین میرود.

اگر کشش از نقطه B زیاد گردد، در آن حالت قوه کشش باعث از بین بردن قوه های داخلی بین مالیکولی میگردد در نتیجه در نقطه Z جسم قطع میشود.

انواع مختلف ضریب های ارتجاعیت

مودل یانگ (Young)

هر گاه قوه های مساوی و مختلف الجتهت تنها بالای یک جسم به امتداد یک جهت عمل نمایند، در آن حالت تغییرات در طول فی واحد طول یعنی تزايد طولی نسبتي، به آن جهت بنام کشش خطی یا کشش طولی یاد می گردد و قوه فی واحد مساحت سطح مقطع عبارت از فشار طولی است در حدود لیمت ارتجاعیت نسبت بین فشار طولی و کشش طولی را بنام مودل یانگ مواد جسم یاد می کنند. اگر بالای سیم بطول L و شعاع r قوه های مساوی و مختلف الجتهت F عمل نمایند، در آن حالت طول

آن به اندازه ΔL زیاد می گردد. بنابراین فشار و کشش طولی بترتیب عبارت اند از $\left(\frac{F}{A} = \frac{F}{\pi r^2}\right)$ و $\left(\frac{\Delta L}{L}\right)$

مودل یانگ عبارت از نسبت سترس بر سترین، به مودل یانگ Y برای مواد سیم عبارت است از:

$$Y = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta L}{L}} = \frac{F \cdot L}{A \cdot \Delta L} = \frac{F \cdot L}{\pi r^2 \cdot \Delta L} \dots\dots\dots(1)$$

واحدهات و ابعاد Y عین چیز به مانند فشار میباشد یعنی $\left(\frac{N}{m^2}\right)$.

مودل Bulk

هنگامیکه فشار متجانس بالای سطح جسم عمل نماید حجم جسم تغییر می نماید. تغییرات در حجم فی واحد حجم جسم به نام Strain یا کشش حجمی یاد گردیده و فشار عامل بنام فشار (Stress) نارمل یاد می گردد. نسبت فشار نارمل و کشش حجمی بنام مودل bulk مواد جسم یاد می شود.

اگر قوه F بصورت متجانس عموداً بالای سطح با مساحت A عمل نماید و حجم اولی V را به اندازه (ΔV) تغییر دهد در آن حالت داریم :

$$(2) \dots\dots\dots \Rightarrow \frac{F}{A} \text{ فشار نارمل}$$

$$(3) \dots\dots\dots \Rightarrow \frac{\Delta V}{V} \text{ کشش حجمی}$$

در نتیجه مدل bulk عبارت است.

$$(3) \dots\dots\dots K = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta V}{V}} = \frac{F \cdot V}{A \cdot \Delta V}$$

برای گازات و مایعات فشار نارمل از سبب تغییر ΔP فشار بوجود می‌آید. پس مدل bulk عبارت است از:

$$(4) \dots\dots\dots K = - \frac{V \cdot \Delta P}{\Delta V}$$

علامه منفی نشان می‌دهد که حجم تناقص می‌نماید ، اگر فشار تزايد کند . معادله (4) را می‌توانیم قرار ذیل تحریر داریم:

$$(5) \dots\dots\dots K = -V \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)$$

تراکمیت که به β نشان داده می‌شود، معکوس مدل bulk می‌باشد یعنی $\left(\beta = \frac{1}{K} \right)$ است .

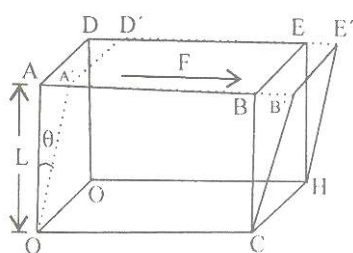
مودل لغزش (η)

وقتیکه جسم لغزش می‌نماید در آن حالت نسبت فشار مماسی و کشش لغزشی در محدوده ارتجاعیت بنام مودل لغزش یاد می‌گردد. اگر سطح تحتانی مکعب مستطیل ساکن بوده و قوه مماسی بالای سطح فوقانی آن عمل نماید قرار شکل (3) ، در آن حالت شکل مکعب مستطیل تغییر نموده و کشش بنام کشش لغزشی یعنی $\left(\theta = \tan \theta = \frac{x}{l} \right)$ یاد گردیده و عبارت از تغییر

مکان زاویوی به هر قطعه بطور مثال خط (OA) به امتداد جهت قوه مماسی . پس $\left(\frac{F}{A}\right)$ = فشار مماسی است. در نتیجه

مودل لغزش عبارت است از:

$$\eta = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{x}{L}} = \frac{F \cdot L}{A \cdot x} \dots\dots\dots(6)$$



شکل (3) مکعب مستطیل طوری در نظر گرفته شده که سطح تحتانی

آن ساکن بوده و بالای سطح فوقانی آن قوه بصورت مماس عمل می‌نماید.

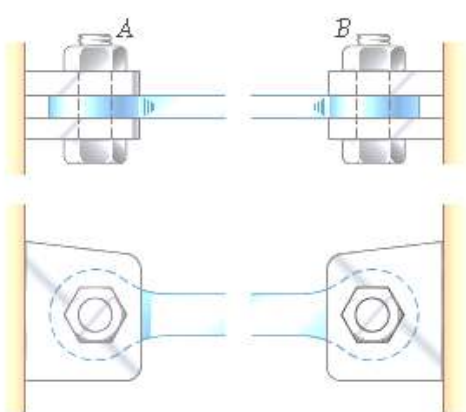
مثال (۱) در اثر عمل 200N قوه بالای یک جسمی که دارای مقطع دایره با قطر 50cm چی مقدار فشار ایجاد می‌گردد؟

$$\left. \begin{aligned} p &= \frac{F}{A} = \frac{200N}{\pi r^2} = \frac{200N}{\pi \cdot (0.25m)^2} = 1018.59Pas \\ &\Rightarrow p = 1.02Kpas \end{aligned} \right\} \begin{aligned} F &= 200N \\ d &= 50cm \\ r &= \frac{d}{2} = 25cm \\ p &= ? \end{aligned}$$

مثال (۲) جسمی اولاً دارای طول 12m می‌باشد، بعد از عمل قوه طول این جسم به 12.40m افزایش می‌نماید اندازه سترین را محاسبه کنید؟

$$\left. \begin{aligned} L_1 &= 12m \\ L_2 &= 12.40m \\ \Delta L &= L_2 - L_1 = 0.40m \\ Strain &= ? \end{aligned} \right\} Strain = \frac{\Delta L}{L_1} = \frac{0.40m}{12m} = 0.033$$

مثال ۳) میله فلزی که در شکل نشان داده شده است، قسمی دیزاین شده است که قوه کششی به اندازه $F = 120KN$ بالای آن عمل



می‌کند. Bolt های با چی قطری را برای سیستم انتخاب کنیم تا در مقابل قوه مذکور مقاومت نموده بتواند، در صورتیکه در اثر عمل این قوه فشار به اندازه $100MPa$ بالای ایجاد می‌گردد؟

حل: مقدار قوه که بالای هر یک از bolt ها وارد می‌شود عبارت است از:

$$F_1 = \frac{1}{2} F = \frac{1}{2} \cdot 120KN = 60KN$$

پس برای برای فشار می‌توان نوشت:

$$P = \frac{F_1}{A} = \frac{60KN}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2} \Rightarrow 100MP = \frac{60KN}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2}$$

$$d^2 = \frac{4 \cdot 60KN}{\pi \cdot 100MP} \Rightarrow d = 27.6mm$$

سوالات

۱) نسبت افزایش طول بر طول اولیه در یک جسم عبارت است از:

۱) ستर्स ۲) سترین ۳) تراکمیت ۴) هرسه درست است

۲) خاصیت که در یک جسم باعث می‌شود، جسم بعد از دور شدن قوه خارجی دوباره به حالت اولی خود بر گردد عبارت:

۱) ستर्स ۲) درجه سختی ۳) ارتجاعیت ۴) سترین

۳) کدام قوه ها در یک جسم باعث می شود، بعد از تغییر شکل دوباره به حالت اولی خود برگردد؟

(۱) قوه های خارجی (۲) قوه های داخلی

(۳) قوه های داخلی و خارجی (۴) هر سه درست است

۴) جسمی اولاً دارای طول 10m می باشد، بعد از عمل قوه طول این جسم به 11m افزایش می نماید اندازه سترین را محاسبه کنید؟

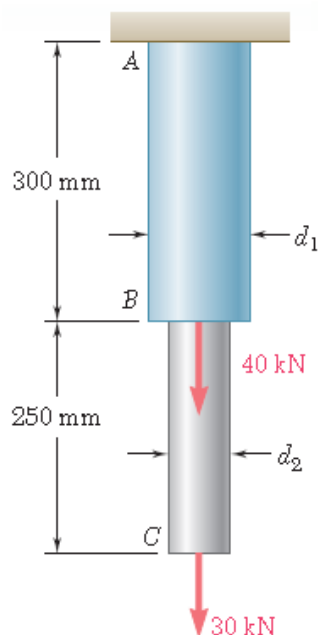
(۴) 0.01

(۳) 0.11

(۲) 0.02

(۱) 0.1

۵) دو میله ای استوانه ای AB و BC با هم لیم شده اند، در صورتیکه میله AB توان برداشت فشار 175MPa م میله BC توان 150MPa داشته باشد، کوچکترین اندازه قطر میله AB(d1) را تعیین کنید؟



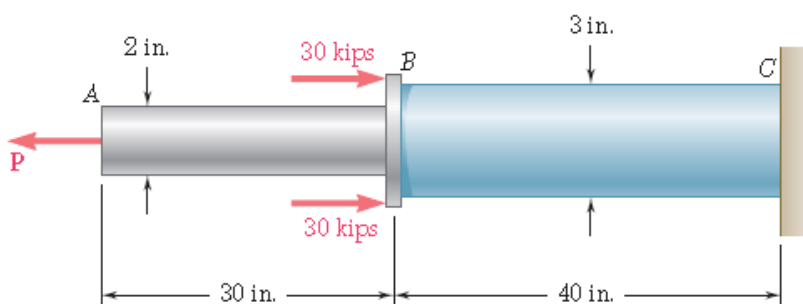
(۱) 22mm

(۲) 23mm

(۳) 24mm

(۴) 25mm

۶) دو میله ای استوانه ای AB و BC مطابق به شکل در نقطه B با هم لیم شده اند، اندازه قوه P را تعیین کنید، در صورتیکه مقدار فشار در میله ای AB و BC با هم مساوی باشند؟



(۱) 28.7kips

(۲) 26.67kips

(۳) 29.4kips

(۴) 60kips

منابع

(۱) لکچر نوت های معینت تعلیمات تخریکی و مسلکی، وزارت معارف افغانستان.

Mechanics of material, 6th edition, Ferdinand P. Beer, E Russell Johnston. Jr, chapter 1 (۲)

College physic, 9th edition, Frederick J. Bueche, 2004, Chapter 12 (۳)

(۴) www.cp7e.com

مأخذ:

این ممد درسی با همکاری کتابخانه درخت دانش به شما اهداء گردیده است.

www.ddl.af



Darakht-e Danesh Information



@AfghanOERs

