
بسم الله الرحمن الرحيم

شرح جامع

شرح جامع و نمونه سوالات جامدات
(طراحی اجزاء)

« مهندسی مکانیک»

مؤلف : محمد جواد خوش گفتار

انتشارات ارشد

پیشگفتار ناشر

خداوند بزرگ را شاکریم که فرصتی عنایت فرمود تا بتوانیم قدمی در جهت گسترش علم و فرهنگ کشور عزیزمان برداریم و مسیری هموار را اختیار مخاطبان و داوطلبان علاقمند به ادامه تحصیل قرار دهیم. از آنجائی که درحوزه کتاب‌های درسی و کمک درسی کارشناسی ارشد کتاب‌های زیادی به رشته تحریر در آمده است با این حال وجود یک مجموعه جامع، دقیق، کامل و دارای رفرنس (منابع) مستند احساس می‌شود.

همیشه دغدغه داشتیم که ای کاش می‌شد تمامی منابع پراکنده و گاهاً دست نایافتنی کنکور در یک مجموعه به گونه‌ای جذاب و شیوا آماده می‌شد و همچنین سوالات دوره‌های قبل کنکور نیز به گونه‌ای تشریحی پاسخ داده می شدند، که خدشه‌ای بر آن وارد نشود و خیال داوطلبان عزیز آنقدر آسوده باشد که اطلاعات مندرج در پاسخنامه‌ها را برای بهره‌گیری در آزمون خود بکار گیرند. این کار با یاری خداوند بزرگ و همکاری نخبه‌ترین دانشجویان و اساتید کشور در انتشارات ارشد هماهنگ گردید و در تمامی مقاطع تحصیلی از کاردانی به کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در حوزهٔ آزمون‌های سراسری – آزاد و پیام نور بسته‌های آموزشی که شامل کتاب‌های بانک سوالات و کتاب‌های شرح جامع درس آماده گردید. در تهیه مجموعه‌های فوق‌الذکر از فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد که حائز رتبه‌های تک رقمی کنکور می‌باشند، استفاده کرده‌ایم، تا شما عزیزان بتوانید در راستای افزایش توان علمی خود در جهت نیل به مقصود خویش نایل آیید. بدون تردید می‌توان گفت که برای اولین بار در نظام آموزشی کشور مجموعه‌ای به این سبک عرضه می‌شود که در کیفیت و کمیت بی‌نظیر بوده و تمامی نیازهای داوطلبان عزیز را پوشش داده است. امید است که استفاده از این مجموعه عزیزان را در جهت موفقیت در آزمون یاری رسانده باشد. در پایان لازم به ذکر است که بی نقصی محض از آن خداوند متعال می‌باشد، بنابراین از تمامی خوانندگان و داوطلبان عزیز خواهشمندیم نظرات سازنده خود را در مورد این کتاب به سایت انتشارات ارشد اعلام نمایند تا ما را در جهت هر چه بهتر آماده کردن این محصولات یاری رسانند.

با تشکر

ناشر

www.arshadbook. ir

پیشگفتار مولف

این کتاب برای آمادگی شرکت در آزمون ورودی دوره کارشناسی ارشد تهیه شده و فرض بر این است که دانشجویان مباحث مورد نظر را قبلاً در دوره کارشناسی با موفقیت به پایان رسانده اند. طبیعی است در موضوعاتی که داوطلبان نقاط ضعفی دارند باید به مراجع مربوط در این زمینه مراجعه کرده و پس از درک مطلب به قسمت مربوط در این کتاب مراجعه کنند تا با نحوه سوالات آزمون آشنا شده و مطالب یادآوری شود.

در کنکورهای ورودی دانشگاه به خصوص در سال های اخیر که استفاده از ماشین حساب مجاز نمی باشد سوالات درس طراحی اجزاء ماشین بیشتر به صورت سوالات مفهومی آورده شده است. به این دلیل در خلاصه درس از آوردن فرمول های غیر قابل استفاده و پیچیده اجتناب شده، بیشتر تکیه بر مفاهیم و یادآوری کلی می باشد.

بر همگان ثابت شده است که سوالات آزمون های سال قبل، جزء بهترین منابع برای داوطلبین می باشد. در این کتاب نیز این اصل مورد توجه قرار گرفته و تکیه بر آزمون های سال قبل می باشد.

بهترین شیوه مطالعه این درس، ابتدا مطالعه جزوات و منابع دوره کارشناسی در هر بحث (در صورت نداشتن تسلط کافی برای مطالب) سپس مطالعه خلاصه دروس آورده شده در این کتاب برای جمع بندی مطالب و در ادامه مطالعه تست های پایان فصل برای آشنایی با نحوه سوالات آزمون و خودآزمایی برای رسیدن به این هدف که در چه قسمت هایی از آن مبحث نقاط ضعف و قوتی وجود دارد، می باشد. در آخر نیز سوالات کنکور سال های اخیر بدون جدا کردن مباحث برای خود آزمایی آورده شده است که البته می تواند به صورت منبعی برای همه داوطلبان مورد استفاده قرار گیرد.

در پایان لازم است از مدیریت و همچنین واحد های مختلف انتشارات ارشد که در هر چه بهتر شدن این کتاب از هیچ تلاشی دریغ نورزیدند، کمال تشکر را داشته باشم.

با سپاس

محمد جواد خوش گفتار

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول :طراحی در مهندسی مکانیک ۹
فصل دوم: معیارهای طراحی و ا نتخاب جنس ۱۵
فصل سوم:خستگی ۲۹
فصل چهارم:طراحی میل محور ۳۹
فصل پنجم:پیچ‌ها ۴۹
فصل ششم:اتصالات دائم ۶۳
فصل هفتم:فنر ۷۱
فصل هشتم:یاتاقان‌های لغزشی ۸۱
فصل نهم:یاتاقان‌های غلتشی ۸۹
فصل دهم:اجزای مکانیکی انعطاف‌پذیر ۹۵
فصل یازدهم:چرخ دنده‌ها ۱۰۳
فصل دوازدهم:کلاچ‌ها و ترمزها ۱۱۷
سوالات طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۷۸ ..... ۱۲۷
پاسخنامه طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۷۸ ..... ۱۲۹
سوالات طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۷۹ ..... ۱۳۲
پاسخنامه طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۷۹ ..... ۱۳۴
سوالات طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۸۰ ..... ۱۳۷
پاسخنامه طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۸۰ ..... ۱۳۹
سوالات طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۸۱ ..... ۱۴۱
پاسخنامه طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۸۱ ..... ۱۴۴
سوالات طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۸۲ ..... ۱۴۷
پاسخنامه طراحی اجزاء سراسری سال۱۳۸۲ ..... ۱۴۹
سوالات طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۸۳ ..... ۱۵۱
پاسخنامه طراحی اجزاء سراسری سال۱۳۸۳ ..... ۱۵۴
سوالات طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۸۴ ..... ۱۵۷
پاسخنامه طراحی اجزاء سراسری سال۱۳۸۴ ..... ۱۵۹
سوالات طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۸۵ ..... ۱۶۱
پاسخنامه طراحی اجزاء سراسری سال۱۳۸۵ ..... ۱۶۳
سوالات طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۸۶ ..... ۱۶۵
پاسخنامه طراحی اجزاء سراسری سال۱۳۸۶ ..... ۱۶۷
سوالات طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۸۷ ..... ۱۶۹

عنوان **صفحه**

پاسخنامه طراحی اجزاء سراسری سال۱۳۸۷ ..... ۱۷۱
سوالات طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۸۸..... ۱۷۳
پاسخنامه طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۸۸ ..... ۱۷۵
سوالات طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۸۹..... ۱۷۷
پاسخنامه طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۸۹ ..... ۱۸۲
سوالات طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۹۰..... ۱۸۳
پاسخنامه طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۹۰ ..... ۱۸۸
سوالات طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۹۱..... ۱۸۹
پاسخنامه طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۹۱ ..... ۱۹۳
سوالات طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۹۲..... ۱۹۴
پاسخنامه طراحی اجزاء سراسری سال ۱۳۹۲ ..... ۱۹۸
سوالات طراحی اجزاء آزاد سال ۱۳۸۰ ..... ۲۰۱
پاسخنامه طراحی اجزاء آزاد سال ۱۳۸۰ ..... ۲۰۳
سوالات طراحی اجزاء آزاد سال ۱۳۸۱ ..... ۲۰۵
پاسخنامه طراحی اجزاء آزاد سال ۱۳۸۱ ..... ۲۰۶
سوالات طراحی اجزاء آزاد سال ۱۳۸۲ ..... ۲۰۷
پاسخنامه طراحی اجزاء آزاد سال ۱۳۸۲ ..... ۲۰۸
سوالات طراحی اجزاء آزاد سال ۱۳۸۳ ..... ۲۰۹
سوالات طراحی اجزاء آزاد سال ۱۳۸۳ ..... ۲۱۰
سوالات طراحی اجزاء آزاد سال ۱۳۸۶..... ۲۱۱
پاسخنامه طراحی اجزاء آزاد سال ۱۳۸۶ ..... ۲۱۲
سوالات طراحی اجزاء آزاد سال ۱۳۸۷ ..... ۲۱۳
پاسخنامه طراحی اجزاء آزاد سال ۱۳۸۷ ..... ۲۱۶
سوالات طراحی اجزاء آزاد سال ۱۳۸۹ ..... ۲۱۹
پاسخنامه طراحی اجزاء آزاد سال ۱۳۸۹ ..... ۲۲۰
سوالات طراحی اجزاء آزاد سال ۱۳۹۰ ..... ۲۲۱
پاسخنامه طراحی اجزاء آزاد سال ۱۳۹۰ ..... ۲۲۲

فصل اول

طراحی در مهندسی مکانیک

عناوین اصلی

- مراحل طراحی
- معیارهای طراحی
- استاندارد
- هزینه

فصل اول

طراحی در مهندسی مکانیک

طراحی، تدوین نقشه برای ارضای نیازی معین و یا حل یک مشکل است. به طور معمول راه حل بیش از یکی است که گزینش بهترین آن‌ها نیازمند بدست‌آوردن توانایی‌هآی لازم برای بررسی آن‌ها می‌باشد. در هر یک از مراحل طراحی امکان بازگشت به مراحل قبل فراوان است. شروع طراحی با شناخت نیاز به آن طرح شروع می‌شود سپس با تعریف مسئله، ویژگی‌ها و محدودیت‌های لازم شامل کمیت‌های ورودی و خروجی، حدود ابعاد، هزینه ساخت، تعداد تولید و غیره که نیاز موردنظر را برطرف می‌کند مشخص می‌شود، در مرحله بعد با شناخت نیاز و شرایط مسئله، ایده شکل می‌گیرد. با پیدایش ایده وارد مرحله تحلیل می‌شویم تا به بهینه‌ترین سیستم دست یابیم.

با بررسی میان طرح‌ها با یکدیگر بهترین آن‌ها را گزینش کرده و وارد مرحله ساخت و نمونه اولیه می‌شویم. در این مرحله یعنی ارزیابی، ما از برآورده شدن نیازهای موردنظر مطمئن شده، طرح را برای دیگران معرفی و عرضه می‌کنیم. همان‌طور که اشاره شد، طراحی فرآیندی بازگشت پذیر است که پس از گذشتن از مراحل گوناگون و ارزیابی نتایج، ممکن است به یکی از مراحل پیشین فرآیند برگردیم.

مراحل طراحی

شناخت نیاز

↓

تعریف مسئله

↓

شکل گرفتن ایده

↓

تحلیل و بهینه‌یابی

↓

ارزیابی

↓

معرفی و عرضه

برای حل یک مسئله طراحی ابتدا باید مسلئه را با دقت بخوانیم و اطلاعات مسئله را پردازش کنیم. با پردازش اطلاعات، معلومات مسئله را روشن و مجهولات را شناسایی کنیم. با معلوم شدن مجهولات آن‌ها را ترتیب‌بندی کنیم به طوری که با توجه

به ترتیب آن‌ها به راه‌حلی برای مسئله برسیم. با بیان فرض‌ها و تصمیم‌ها مسئله را تحلیل کرده راه حل خود را ارزیابی می‌کنیم و در نهایت آن را گزارش می دهیم.

از جمله گزینه‌های مورد استفاده در مراحل طراحی استفاده از استانداردهاست. یک استاندارد، مجموعه ای از ویژگی‌های قطعات، مواد و فرآیندهای ساخت به خاطر تأمین یکسانی، بازدهی و کیفیت ویژه فرآورده هاست. از اهداف مهم استاندارد، کاهش تنوع اقلام و ویژگی‌های فرآورده‌هاست، جوری که بتوان انبار مناسبی برای ابزار، اندازه‌ها و شکل‌ها فراهم نمود.

بررسی هزینه چنان نقش مهمی در فرآیند تصمیم‌گیری طراحی دارد که باید همان مدت که صرف مبحث طراحی می‌شود بررسی عامل هزینه کرد. استفاده از استانداردها نخستین اصل کاهش هزینه است.

تست‌های آخر فصل

۱- در طراحی جلیقه نجات خلبان هواپیمای جنگی می‌توان: (مکانیک سراسری ۷۰)

۱) از ازدیاد وزن در مقابل افزایش قیمت چشم پوشید.
۲) از کاهش ایمنی در مقابل استحکام چشم پوشید.
۳) از قابلیت اطمینان در مقابل کاهش قیمت چشم پوشید.
۴) از صورت ظاهری در مقابل قابلیت اطمینان چشم پوشید.

۲- کدام یک از چهار گزینه زیر در مورد مقدار ضریب اطمینان صحیح است؟ (مکانیک سراسری ۷۴)

۱) ضریب اطمینان ریسمان آسانسور حدود ۵ است.
۲) ضریب اطمینان اتصالات سیستم ترمز حدود ۳ است.
۳) ضریب اطمینان اتصالات یک میز تحریر حدود ۲/۵ است.
۴) ضریب اطمینان دسته پیستون (شاتون) کمتر از ۴ است.

پاسخ تست های آخر فصل

۱-گزینه«۴»

۲-گزینه«۱»

فصل دوم

معیارهای طراحی و انتخاب جنس

عناوین اصلی

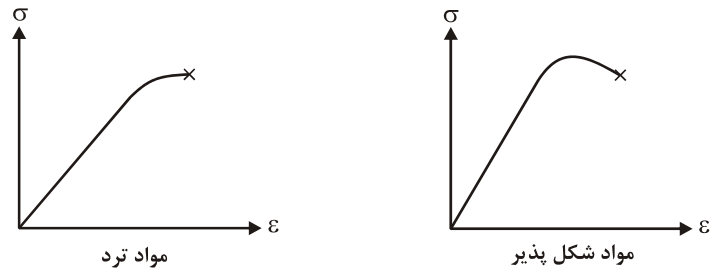
- مشخصات مواد
- معیارهای شکست
- شکست
- تمرکز تنش

فصل دوم

معیارهای طراحی و ا نتخاب جنس

با آزمون استاندارد کششی، ویژگی‌ها و مقاومت‌های گوناگون مواد برای کار طراحی بدست می‌آید. با تعریف تنش و کرنش به صورت زیر دو نوع نمودار در حالت کلی برای مواد ترد و شکل پذیر بدست می‌آیند که با توجه به رفتار مواد در این نمودارها مشخصات آن‌ها بدست می‌آیند.

$$\sigma = \frac{P}{A_\circ} \qquad \varepsilon = \frac{L - L_\circ}{L_\circ}$$



مواد ترد　　مواد شکل پذیر

شیب بخش خطی منحنی تنش ـ کرنش را ضریب کشسانی گویند که معیاری از سختی ماده می‌باشد و رفتار ماده در این محدوده به صورت $\sigma = E\varepsilon$ بیان می‌شود.

مشخصات مادّه از روی نمودارهای تنش – کرنش

$S_y \leftarrow$ مقاومت تسلیم: این نقطه با در نظر گرفتن کرنش ۰/۲ درصد و کشیدن خطی به موازات شیب ناحیه کشسان یا همان E بدست می‌آید.

S_u یا $S_{ut} \leftarrow$ مقاومت نهایی کششی: نقطه بیشترین تنش در نمودار تنش کرنش است.

رفتار فلزات از نظر ساختمان به دو دسته فلزات شکل‌پذیر و فلزات ترد تقسیم می‌شوند(البته در شرایط خاص ممکن است مواد شکل‌پذیر خاصیت تردی از خود نشان دهند و برعکس). موادی که در هنگام شکست، کرنش بیش از ۰/۰۵ را داشته باشند شکل‌پذیر و در غیر این صورت مواد ترد هستند. مواد شکل‌پذیر مقاومت تسلیم کششی و فشاری آن‌ها اغلب یکسان است($s_{yt} = s_{yc} = s_y$) در صورتی که برای مواد ترد مقاومت نهایی کششی S_{ut} و مقاومت نهایی فشاری S_{uc} متفاوت است.

نظریه‌های شکست برای مواد شکل‌پذیر براساس معیار تسلیم یا همان S_y است در صورتی که برای مواد ترد براساس معیار پارگی بیان می‌شود. نظریه‌های بیشترین تنش، تنش برشی، انرژی واپیچش و کولمب موهر شکل پذیر برای مواد شکل پذیر و

نظریه های بیشتری تنش عمودی و کولمب موهر ترد برای مواد ترد جزو پرکاربردترین معیارهای شکست می‌باشند که در زیر به بیان آن‌ها می‌پردازیم.

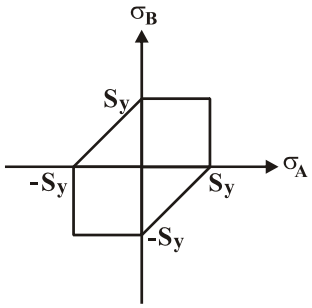
نظریه‌ی بیشترین تنش برشی برای مواد شکل‌پذیر ⟵ تسلیم آن‌گاه آغاز می‌شود که تنش برشی در هر جزء برابر یا بیش از بیشترین تنش برشی در نمونه آزمون کشش در آغاز تسلیم باشد. به این نظریه، نظریه ترسکا هم می‌گویند. با توجه به اطلاعات مقاومت مصالح داریم:

$$\begin{cases} \tau_{max} = \dfrac{\sigma_۱ - \sigma_۳}{۲} \\ S_{sy} = \dfrac{۱}{۲} S_y \end{cases} \rightarrow \sigma_۱ - \sigma_۳ \geq S_y$$

که در آن $\sigma_۱$ و $\sigma_۲$ و $\sigma_۳$ تنش‌های اصلی($\sigma_۱ \geq \sigma_۲ \geq \sigma_۳$) و S_{sy} مقاومت تسلیم برشی می‌باشد.
در حالت طراحی با در نظر گرفتن ضریب اطمینان n رابطه طراحی به صورت زیر در می‌آید:

$$\sigma_۱ - \sigma_۳ = \frac{S_y}{n}$$

برای مسائل تنش دوبعدی($\sigma_۲ = ۰$) می‌توان نمودار حد زیر را با توجه به تعریف و روابط بالا به دست آورد، که قرار گرفتن نقطه تنش روی مرز برای حالت $n = ۱$ و برای نقاط خارج از مرز $n < ۱$ بوده و قطعه گسیخته می‌شود.



نظریه‌ی انرژی واپیچش برای مواد شکل پذیر ⟵ تسلیم هنگامی رخ می‌دهد که انرژی کرنشی واپیچش در حجم واحد ماده، به انرژی کرنشی واپیچش حجم واحد در تسلیم نمونه آزمون کشش برسد یا از آن بیشتر شود.

$$\begin{cases} u_d = \dfrac{۱+v}{۳E}\left[\dfrac{(\sigma_۱-\sigma_۲)^۲ + (\sigma_۲-\sigma_۳)^۲ + (\sigma_۳-\sigma_۱)^۲}{۲}\right] \\ u_d = \dfrac{۱+u}{۳E} s_y^۲ \end{cases} \Rightarrow \left[\frac{(\sigma_۱-\sigma_۲)^۲ + (\sigma_۲-\sigma_۳)^۲ + (\sigma_۱-\sigma_۲)^۲}{۲}\right]^{\frac{۱}{۲}} \geq S_y$$

طرف چپ معادله بالا را تنش ون مایزز می‌نامند که با σ' نشان می‌دهیم.

$$\sigma' = \left[\frac{(\sigma_۱-\sigma_۲)^۲ + (\sigma_۲+\sigma_۳)^۲ + (\sigma_۳-\sigma_۱)^۲}{۲}\right]^{\frac{۱}{۲}}$$

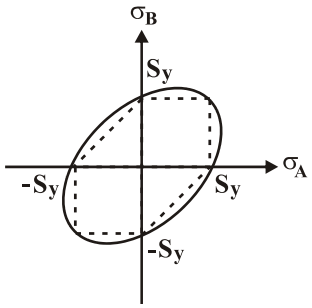
در حالت کلی تنش ون مایزز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\sigma' = \frac{۱}{\sqrt{۲}}\left[(\sigma_x-\sigma_y)^۲ + (\sigma_y-\sigma_z)^۲ + (\sigma_z-\sigma_x)^۲ + \sigma(\tau_{xy}^۲ + \tau_{yz}^۲ + \tau_{zx}^۲)\right]^{\frac{۱}{۲}}$$

که در حالت تنش صفحه ای داریم:

$$\sigma' = (\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy})^{\frac{1}{2}}$$

در حالت تنش دو بعدی ($\sigma = (\sigma_A^2 - \sigma_A\sigma_B + \sigma_B^2)^{\frac{1}{2}}$) نمودار مرز شکست به صورت یک بیضی درآمده که در شکل نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود نظریه ترسکا محتاط‌تر از نظریه انرژی واپیچش می‌باشد.



با توجه به نظریه انرژی واپیچش برای بدست آوردن مقاومت تسلیم برشی یک ماده داریم:

$$\sqrt{3\tau_{xy}^2} = S_y \rightarrow S_{sy} = \frac{s_y}{\sqrt{3}} = 0/577 s_y$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود بنا بر این نظریه مقاومت تسلیم برشی یک ماده ۱۵٪ بیشتر از نظریه بیشترین تنش برشی ($S_{sy} = 0/5 s_y$) بدست می‌آید.

نظریه کولمب موهر برای مواد شکل‌پذیر

این نظریه براساس دایره‌های مور بدست آمده و با تعریف تنش‌های اصلی $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

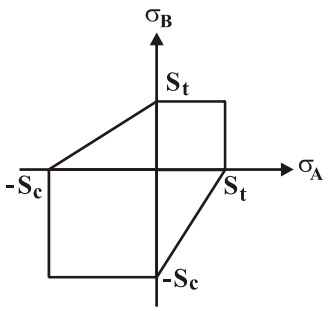
$$\frac{\sigma_1}{S_t} - \frac{\sigma_3}{S_c} = 1$$

و در حالت طراحی داریم:

$$\frac{\sigma_1}{S_t} - \frac{\sigma_2}{S_c} = \frac{1}{n}$$

در حالت تنش دوبعدی و با فرض $\sigma_A \geq \sigma_B$ معیار طراحی به صورت زیر درآمده که مرز گسیختگی آن نیز در شکل رسم شده است.

$$\frac{\sigma_A}{S_t} - \frac{\sigma_B}{S_c} = 1$$



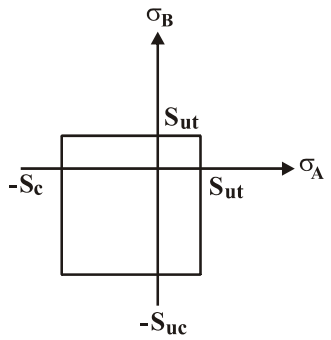
همان‌طور که مشاهده می‌شود از این معیار می‌توان برای مواد شکل پذیری که مقاومت فشاری و کششی متفاوتی دارند استفاده نمود.

نظریه بیشترین تنش عمودی برای مواد ترد ⟵ شکست هنگامی رخ می‌دهد که یکی از سه تنش با مقاومت ماده برابر یا بیش از آن شود.

با در نظر گرفتن تنش‌های اصلی به صورت $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$ و S_{ut} مقاومت نهایی کشش و S_{uc} مقاومت نهایی فشاری با علامت مثبت این نظریه را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

$$\sigma_1 \geq S_{ut} \qquad \text{یا} \qquad \sigma_3 \leq -S_{uc}$$

برای تنش صفحه ای($\sigma_A \geq \sigma_B$) $\sigma_B \leq -S_{uc}$ یا $\sigma_A \geq S_{ut}$ نمودار آن در زیر رسم شده است.



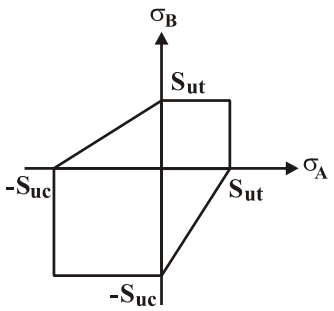
نظریه‌های کولمب موهر برای مواد ترد

کولمب – موهر ترد

$$\sigma_A = \frac{S_{ut}}{n} \qquad \sigma_A \geq \sigma_B \geq 0$$

$$\frac{\sigma_A}{S_{ut}} - \frac{\sigma_B}{S_{uc}} = \frac{1}{n} \qquad \sigma_A \geq 0 \geq \sigma_B$$

$$\sigma_B = -\frac{S_{uc}}{n} \qquad 0 \geq \sigma_A \geq \sigma_B$$

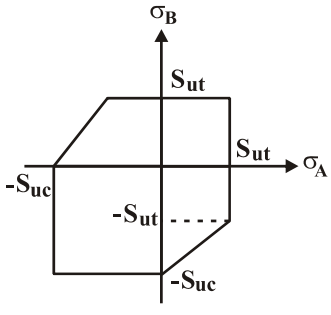


کولمب موهر(I)

$$\sigma_A = \frac{S_{ut}}{n} \quad \sigma_A \geq \sigma_B \geq 0 \qquad \sigma_A \geq 0 \geq \sigma_B \ , \ \left|\frac{\sigma_B}{\sigma_A}\right| \leq 1$$

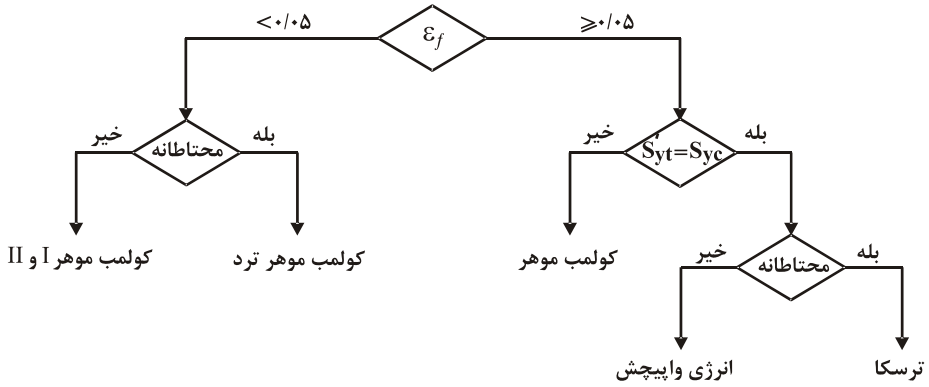
$$\frac{(S_{uc} - S_{ut})\sigma_A}{S_{uc}\, s_{ut}} - \frac{\sigma_B}{S_{uc}} = \frac{1}{n} \qquad \sigma_A \geq 0 \geq \sigma_B \ , \ \left|\frac{\sigma_B}{\sigma_A}\right| > 1$$

$$\sigma_B = -\frac{S_{uc}}{n} \qquad 0 \geq \sigma_A \geq \sigma_B$$



کولمب موهر (II)

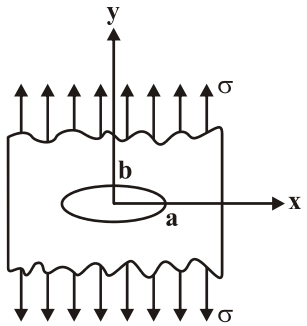
این تئوری مانند کولمب موهر(I) می‌باشد با این تفاوت که به جای در نظر گرفتن خط راست از منحنی برای بدست آوردن مـرز شکست استفاده می‌شود.



تمرکز تنش

برای ورقی به ابعاد نامحدود که زیر تنش تک محوری σ با یک گشودگی بیضوی قـرار دارد بیـشترین تـنش کـه در $(\pm a,0)$ رخ می‌دهد برابر است با

$$(\sigma_y)_{max} = (1+2\frac{a}{b})\sigma$$



در حالت تمرکز تنش برای ترک‌ها با تعریف ضریب شدت به صورت $K_I = \beta\sigma\sqrt{\pi a}$ می‌توان تنش در اطراف ترک را بدست آورد که در آن a نصف طول ترک و β ضریب بهبود شدت تنش بوده که تابعی از هندسه، اندازه، شکل ترک و نوع بارگذاری است.

هرگاه مقدار ضریب شدت تنش به حالت بحرانی برسد رشد ترک آغاز می‌شود که در این حالت K_{Ic} ضریب شـدت تـنش بحرانی ترک نامیده می‌شود. می‌توان نسبت ضریب شدت تنش بحرانی به ضریب شدت تنش را به صورت ضریب اطمینان تـرک به کار برد. K_{Ic} را چقرمگی شکست ماده نیز می‌گویند.

$$n = \frac{K_{Ic}}{K_I}$$

تست‌های آخر فصل

۱- در یک استوانه جدار نازک که دو سر آن بسته است، قطر داخلی ۲۰۰ میلیمتر، ضخامت ۱۰ میلیمتر و فشار داخل استوانه برابر 35 Mpa می‌باشد. اگر حد تسلیم فلز 770 Mpa باشد، ضریب اطمینان در مقابل تغییر شکل پلاستیک برای یک نقطه روی سطح داخلی استوانه چقدر است؟ از تئوری ماکزیمم تنش برشی استفاده شود. (مکانیک-سراسری۶۷)

۱) ۳ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۴

۲- ماده ترد ماده‌ای است که: (مکانیک سراسری ۶۹)

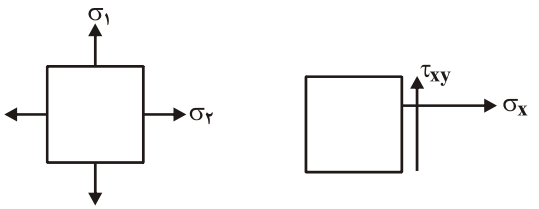
۱) تا نقطه شکست از خود تغییر شکل پلاستیک ناگهانی نشان دهد.

۲) استحکام فشاری و برشی آن یکسان باشد.

۳) تحت ضربه ترک بخورد.

۴) هیچکدام

۳-ماده‌ای چکش خوار داری استحکام نهایی کششی 300 Mpa است. این ماده براساس معیار حداکثر تنش برشی تحت کدام تنش دو بعدی زیر خواهد شکست.(تنش‌ها به Mpa) (مکانیک سراسری ۶۹)



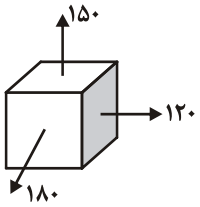
۱) $\sigma_1 = ۲۰۰ \quad \sigma_2 = ۱۲۰$

۲) $\sigma_1 = ۲۸۰ \quad \sigma_2 = -۳۰$

۳) $\sigma_1 = ۲۸۰ \quad \sigma_2 = ۰$

۴) $\sigma_x = ۲۸۰ \quad \tau_{xy} = ۰$

۴- ماده ای چکش‌خوار دارای استحکام تسلیم $S_y = ۱۰۰$ و استحکام نهایی $S_u = ۱۵۰$ می‌باشد. در صورتی که المانی از ماده تحت بارگذاری زیر باشد این ماده(تنش‌ها و استحکام‌ها به Mpa) (مکانیک سراسری ۶۹)



۱) حتماً تسلیم می شود ولی نمی‌شکند.

۲) حتماً خواهد شکست.

۳) تسلیم نخواهد شد و نخواهد شکست.

۴) بدون آن که تسلیم شود، خواهد شکست.

۵- ماده تردی دارای مشخصات $S_{uc} = ۳۰۰$ و $S_{ut} = ۱۰۰$ تحت کدامیک از بارگذاری‌های زیر می‌شکند؟(تنش‌ها و استحکام‌ها به Mpa)

(مکانیک سراسری ۶۹)

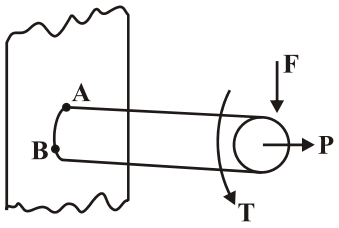
۱) $\sigma_1 = ۸۰ \quad \sigma_2 = -۸۰$

۲) $\sigma_1 = ۸۰ \quad \sigma_2 = -۲۹۰$

۳) $\sigma_1 = ۸۰ \quad \sigma_2 = ۳۰$

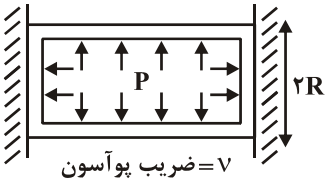
۴) $\sigma_1 = -۲۰۰ \quad \sigma_2 = -۲۹۰$

۶- شکل زیر یک محور فولادی را نشان می‌دهد که تحت نیروهای F و P و کوپل T قرار گرفته است. کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟ (مکانیک سراسری ۷۰)



۱) ضریب اطمینان جسم در نقطه A کمتر از B می‌باشد چون σ_{min} در نقطه A اتفاق می‌افتد.
۲) ضریب اطمینان جسم در نقطه A بیشتر از B می‌باشد چون τ_{max} در نقطه B اتفاق می‌افتد.
۳) چون ضریب اطمینان صرفاً به جنس محور بستگی دارد در این صورت ضریب اطمینان A و B یکسان است.
۴) احتیاج به محاسبه می باشد و مقادیر عددی P، F و T و S_y مورد نیاز هستند.

۷- فاصله دو دیوار دقیقاً مساوی طول مخزن در فشار صفر است. اگر فشار درون مخزن را زیاد کنیم، طبق تئوری فون مایزز در چه فشاری مخزن تسلیم می‌شود؟ (Y تنش تسلیم) (مکانیک سراسری ۷۰)

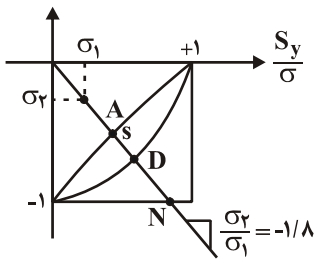


۱) $P=\frac{Yt}{R\sqrt{۱+\nu+\nu^۲}}$
۲) $P=\frac{Yt}{R\sqrt{۱-\nu+\nu^۲}}$
۳) $P=\frac{Yt}{R\sqrt{۱+۲\nu+\nu^۲}}$
۴) $P=\frac{Yt}{R\sqrt{۱-۲\nu+\nu^۲}}$

۸- فشار هوا در یک سیلندر جدار نازک به ضخامت t و شعاع R برابر P است. اگر مقاومت تسلیم ماده Y باشد محاسبه کنید مقدار P را برای حالتی که تسلیم بر مبنای تئوری واماندگی انرژی واپیچش اتفاق بیفتد. (مکانیک سراسری ۷۱)

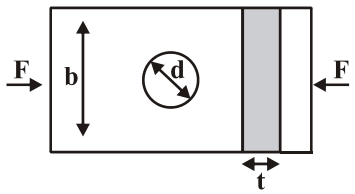
۱) $P=-\frac{Yt}{R}$
۲) $P=۰/۵۷۷\frac{Yt}{R}$
۳) $P=\frac{۲}{\sqrt{۳}}\frac{Yt}{R}$
۴) $P=۰/۵Y$

۹- در طراحی قطعه‌ای با نیروی استاتیکی مرکب، مقدار ضریب اطمینان با استفاده از بهترین تئوری شکست طبق ترسیم زیر برابر است با: (مکانیک سراسری ۷۲)



۱) $\frac{OD}{OA}$
۲) $\frac{ON}{OS}$
۳) $\frac{OS}{OA}$
۴) ۱/۸

۱۰- صفحه‌ای از چدن با مقاومت کششی و فشاری نهایی به ترتیب S_{ut} و S_{uc} تحت بار فشاری F قرار دارد. اگر ضریب اضافه بار برای نیروی F برابر n_F و ضریب تمرکز تنش هندسی براساس مقطع بحرانی AB برابر k_t باشد مقدار ضخامت صفحه براساس ضریب اطمینان مقاومت n_s برابر است با:



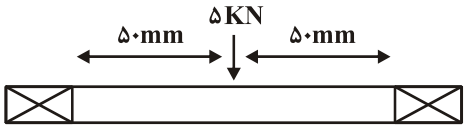
۱) $t = \dfrac{n_F\, n_s\, F}{S_{ut}\, K_t (b-d)}$

۲) $t = \dfrac{S_{ut}}{S_{uc}} \dfrac{n_F\, n_s\, F}{K_t (b-d)}$

۳) $t = \dfrac{n_F\, n_s\, K_t\, F}{S_{uc} (b-d)}$

۴) قابل محاسبه نبود و به پارامترهای بیشتری نیاز دارد.

۱۱- بر محور ناچرخانی که در شکل می‌بینید علاوه بر بار ۵KN گشتاور پیچشی ۳۰۰N.m نیز اعمال می‌شود. قطر محور در تمامی طول آن ۳۰mm و جنس آن از فولاد با $S_{ut} = ۶۰۰Mpa$ و $S_y = ۵۰۰Mpa$ است. ضریب اطمینان در مقطع بحرانی این محور براساس نظریه فون مایزز به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟ (مکانیک سراسری ۷۴)



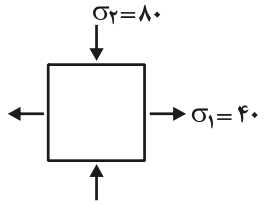
۱) ۱/۶

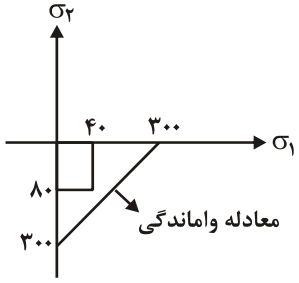
۲) ۲/۶

۳) ۳/۶

۴) ۴/۶

۱۲- تنش‌های اصلی در بحرانی‌ترین نقطه جسمی به صورت زیر هستند. اگر معادله واماندگی استاتیکی (static Failure) به صورت خطی مطابق شکل فرض شود، مقدار ضریب اطمینان(n) کدام است؟ (مکانیک سراسری ۷۵)





۱) ۲

۲) ۲/۵

۳) ۳

۴) ۳/۵

۱۳- تنش‌های اصلی در یک قطعه عبارتند از $\sigma_1 = ۷۰Mpa$، $\sigma_2 = ۳۰Mpa$ و $\sigma_3 = ۰$ ضریب اطمینان طراحی با استفاده از تئوری ماکزیمم تنش برشی چقدر است؟ ($S_y = ۱۵۰Mpa$) (مکانیک سراسری ۷۷)

۱) ۱/۵ ۲) ۲/۱۴ ۳) ۳ ۴) ۳/۷۵

پاسخ تست های آخر فصل

۱- گزینه «۳»

$$\begin{cases}\sigma_۱ = \dfrac{pr}{t} = \dfrac{۳۵\times۱۰۰}{۱۰} = ۳۵۰\,Mpa \\ \sigma_۲ = \dfrac{pr}{۲t} = \dfrac{۳۵\times۱۰۰}{۲\times۱۰} = ۱۷۵\,Mpa \\ \sigma_۳ = -۳۵\,Mpa\end{cases}$$

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_۱ - \sigma_۳}{۲} = \frac{۳۵۰+۳۵}{۲} = ۱۹۲/۵\,Mpa$$

$$S_{sy} = \frac{۷۷۰}{۲} = ۳۸۵\,Mpa$$

$$n = \frac{S_{sy}}{\tau_{max}} = \frac{۳۸۵}{۱۹۲/۵} = ۲$$

۲- گزینه «۴»

در مواد ترد واماندگی در اثر شکست رخ می‌دهد نه بر اثر تغییر شکل پلاستیک همچنین مقاومت فشاری مواد ترد معمولاً بزرگ‌تر از مقاومت کششی آن‌ها است.

۳- گزینه «۲»

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_۱ - \sigma_۲}{۲} = \frac{۲۸۰+۳۰}{۲} = ۱۵۵ > \frac{۳۰۰}{۲}$$

۴- گزینه «۳»

ماده چکش‌خوار است پس طبق تئوری ون مایزز داریم:

$$\sigma_{vm} = \left[\frac{(\sigma_۱-\sigma_۲)^۲ + (\sigma_۲-\sigma_۳)^۲ + (\sigma_۱-\sigma_۳)^۲}{۲}\right]^{\frac{۱}{۲}}$$

$$= \left[\frac{(۱۸۰-۱۲۰)^۲ + (۱۸۰-۱۵۰)^۲ + (۱۵۰-۱۲۰)^۲}{۲}\right]^{\frac{۱}{۲}} = ۵۱/۹۶ < ۱۰۰$$

۵- گزینه «۲»

$$\frac{\sigma_۱}{S_{ut}} - \frac{\sigma_۲}{S_{uc}} = \frac{۱}{n} \rightarrow \frac{۸۰}{۱۰۰} - \frac{-۲۹۰}{۳۰۰} = \frac{۱}{n}$$

$$\rightarrow n = ۰/۵۷ < ۱$$