



دانشگاه صنعتی شریف  
دانشکده مهندسی و علم مواد  
آزمایشگاه خواص مکانیکی مواد

آزمایش شماره 3:  
آزمایش خمش

نگارش:  
سارا صاحبی اول

گروه:  
دوشنبه ساعت 15.5 الی 16.5

اساتید درس:  
دکتر سیامک سراج زاده  
مهندس جعفر مهدی اخگر

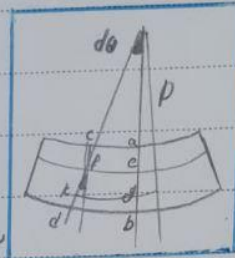
تاریخ انجام آزمایش:  
1401/01/29

## تدری آزمایش :

از ماسه غشایی که تپیده و دراز شده و با عدد بزرگی قرار میگیرد عددی است که جلوی غش پلاستیکی را بر روی می کند.  
همین دلیل به قطر طلحه تپه از گدازش کارهای قتل به دفعه عددی جلوی غش پلاستیکی را بر روی می کند می برداریم.

با استفاده از فرمول زیر جلوی غش کشان تپه در این آزمایش عدد بزرگی قرار می برداریم:

- ۱- قاطع صفحه تپه به عدد صفحه ای اتی می ماند
- ۲- حجم از قاطع هک پیروسی می کند و همین بوده است
- ۳- تپه در ابتدا مستقیم بوده و دایره سطح قاطع یکسان است
- ۴- در فشار و کشش سطح کشان یکسان است
- ۵- صفحه باردهی شامل یک عدد اصلی از قاطع تپه می باشد و بار احتمالی عدد بزرگی قتل تپه دارد می شود.



no no all in in

الحمد لله الذي جعل في الدنيا ما لا يحصى من نعمه  
والله اعلم بالصواب

$$\delta = r k = y d\theta$$

8. تعریف است بین روشنایی و تاریکی.

$$\epsilon = \frac{\delta}{L} = \frac{y \cdot d\theta}{e \rho}$$

\* انتفاع اختصاصی است. P. ۱۰۰

$$\epsilon = \frac{Y \cdot dP}{P \cdot dP} = \frac{Y}{P} \quad (*)$$

عشق اللہ سے انسان کا جان و مال بچاؤ ہوتا ہے۔

$$\sigma, E, \varepsilon \xrightarrow{*} E, v/p \quad (**)$$

شماره این سند طبقه فقهی در مکتب محمد به سطح عالی نرسیده باشد و مستند در میان می باشد.

$$\int G_{xx} dA = 0 \Rightarrow \frac{E}{\rho} \int \gamma_{xx} dA = 0$$

\* چنانچه  $y$  دایره باشد سطح  $dA$  نسبت به محور خنثی است و  $y$  همان فاصله از سطح است پس:

$$\frac{E}{\rho} \cdot A \cdot \bar{y} = 0$$

پس  $\bar{y} = 0$  است. این به این معنی است که خنثی باید در مرکز سطح مقطع باشد.

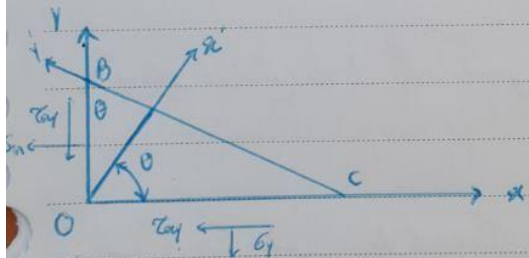
\* همان خنثی را نسبت به دیگری بدانیم:

$$M = \int y \cdot \sigma_x \cdot dA$$

$$\sigma_x = \frac{E \cdot y}{\rho} \Rightarrow M = \frac{E}{\rho} \int y^2 \cdot dA, \quad I = \int y^2 \cdot dA$$

نشیخه ای

نمای یک ورق بزرگ به دو حالت مختلف قرار می گیرد. در این صورت در جهت عمود بر صفحه نشیخه خواهد داشت. سیستم نشیخه در این حالت شامل نشیخه های  $\sigma_x$  و  $\tau_{xy}$  و نشیخه های  $\sigma_y$  و  $\tau_{yx}$  خواهد بود. به عنوان مثال که نشیخه در یکی از جهات معین است نشیخه ای که در جهت دیگر درشت می آید که یکی از اجزای جسم است. در مورد دیگر که در یک جهت است.



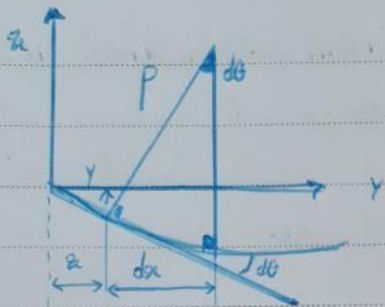
برای تعیین حالت نشیخه در یک نقطه از این صفحه مثل نقطه O باید مؤلفه های نشیخه را در نقطه O در جهت عمود بر صفحه نشیخه ای عمود بر صفحه که در نقطه O قرار می گیرد با مقدار  $\theta$  زاویه  $\theta$  باشد. شکل A با خط BC نشان داده ایم. با استفاده از روابط تعادل بین مؤلفه های نشیخه ای داریم:

$$\sum \sigma_x = 0 \Rightarrow \sigma = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\theta - \tau_{xy} \sin 2\theta$$

$$\sum \tau_y = 0 \Rightarrow \tau = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 2\theta - \tau_{xy} \cos 2\theta$$







در این شکل مقطع تغییر مکان خمشی پیرامون زده شده است  
که اختلاف کشش می نامیم

در ادامه می بینیم تغییر مکان خمشی  $y$  در فاصله  $dx$  دور محاسبه قرار میگیرد

$$\tan \theta = \frac{d\theta}{dx} \xrightarrow{\theta \text{ خیلی کوچک}} \theta = \frac{dy}{dx} \Rightarrow d\theta = \frac{d^2 y}{dx^2} dx$$

اگر تغییر مکان  $\theta$  برای مقدار طول  $ds$  باشد خمشی پیرامون زده می شود

$$ds = p \cdot d\theta$$

$$ds = dx \Rightarrow$$

چون اختلاف کم شد تقریباً درست است:

$$\frac{1}{p} = \frac{d\theta}{ds} \parallel \frac{d\theta}{dx} \Rightarrow \frac{1}{p} = \frac{M}{EI}$$

با استفاده از ماکسول:

$$\frac{1}{p} = \frac{d^2 y / dx^2}{[1 + (dy/dx)^2]^{3/2}} \xrightarrow[\text{چون کوچک است صاف تقریب میزنیم}]{dy/dx} \frac{1}{p} = d^2 y / dx^2$$

$$\Rightarrow \frac{M}{EI} = \frac{d^2 y}{dx^2} \Rightarrow EI \frac{d^2 y}{dx^2} = M$$

معادله معادله بین اختلاف کشش و تغییر مکان با در نظر گرفتن اینکه  $EI$  ثابت است می توان نوشت:

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = Mx + C$$

در اینج روایت M قتل مکان در عسر و عیاست

E.L.  $\frac{dy}{dx}$  - Maci

$$E.L.y = \frac{K}{2} x^2 + C_1 x + C_2$$

(p. 20) تالیف فیروز و حسن شادان با روی نقش بند

- \* در یادگیری های پیچیده برای مشق های مختلف بین منابع مختلفی برای (مهر) یا این
- \* با اشتغال گیری از حد لازم از مطالب گنجانده، توانم اشتغال گیری - مورد مطالعه آید
- \* - به عبارتی گسترش منابع برای یادگیری مورد داشته و نتواند برای شکل درسی یا این

✱ عبار - گشت نامی - جای یاری و در گذشته و بنگاه را می شد که مردم را این

حرف بی

۱. تعین بخش‌کشی می‌تواند بسته به ابزاری که از ابزارها در دسترس نیستند، اما

الف. الاستفتاءات الواردة في هذا الكتاب  
ب. الاستفتاءات الواردة في هذا الكتاب

G. 114/L diese 1. Abt. 11

$$\Gamma_1 = \mu_{\text{EL}} g_{\nu}$$

$f_r = dr \cdot g_r$

Fr. Vrs. gr.

در حالت اول با استفاده از روش مانتل-هیتس بر روی داده‌ها تست می‌شود. در این صورت جدول زیر  
 تحت داده‌ها  $200 \times 2$  و مقادیر  $E$  به ازای هر ردیف داده شده است.

∴  $\frac{1}{6} = \frac{1}{6}$

$$m_{\text{وزن}} = 141 \text{ gr}, \quad \varepsilon = 11^{\circ} \times 10^{-4} : \quad \sigma = E \varepsilon = 14,4 \text{ Mpa}$$

$$m_{\text{وزن}} = 213 \text{ gr}, \quad \varepsilon = 142^{\circ} \times 10^{-4} : \quad \sigma = E \varepsilon = 41,8 \text{ Mpa}$$

$$m_{\text{وزن}} = 170 \text{ gr}, \quad \varepsilon = 117^{\circ} \times 10^{-4} : \quad \sigma = E \varepsilon = 43,8 \text{ Mpa}$$

ب. با افتادن در سطل  $\sigma = \frac{M}{I} Z$  به این صورت محاسبه می‌شود:

$$F = m \times g \quad M = F \times d \quad Z = \frac{1}{I} b t^3 = \frac{1}{12} (15) (2)^3 = 10 \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{I} \Rightarrow \sigma_{\text{max}} = \frac{M c}{I} \quad c = \frac{t}{2} = 1 \quad \sigma_{\text{max}} = \frac{M \cdot 1 \times 10^{-3}}{I}$$

$$m_{\text{وزن}} = 141 \text{ gr} :$$

$$M = 141 \times 10^{-3} \times 9,8 \times 170 \times 10^{-3} = 0,23032$$

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{0,23032 \times 10^{-3}}{23,3 \times 10^{-12}} = 0,01120 \times 10^9 \text{ pa} = 11,20 \text{ Mpa}$$

$$m_{\text{وزن}} = 213 \text{ gr} :$$

$$M = 213 \times 10^{-3} \times 9,8 \times 170 \times 10^{-3} = 0,354948$$

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{0,354948 \times 10^{-3}}{23,3 \times 10^{-12}} = 0,015290 \times 10^9 \text{ pa} = 15,290 \text{ Mpa}$$

$$m_{\text{وزن}} = 170 \text{ gr} :$$

$$M = 170 \times 10^{-3} \times 9,8 \times 170 \times 10^{-3} = 0,28334$$

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{0,28334 \times 10^{-3}}{23,3 \times 10^{-12}} = 0,012164 \times 10^9 \text{ pa} = 12,164 \text{ Mpa}$$

این مقادیر در سطل ۱ نیز محاسبه شده است.

اختلاف نسبت آلودگی در روش نامعقول است. این اختلاف می‌تواند به دلایل زیر باشد: نسبت آلودگی، ضخامت ورقه‌ها، یا تفاوت در بین ورقه‌ها. هنگام محاسبه نسبت آلودگی، ورقه‌ها باید

به یک اندازه و در یک سطح قرار داده شوند. **PAPCO**



جوابت ۱

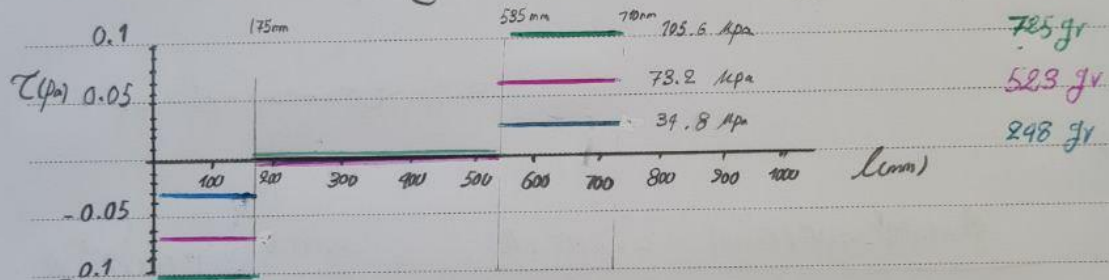
رسم نمودارهای توزیع تنش برشی و تنش کششی در میان خشی و کششی

نمودار توزیع تنش برشی و کششی

با استفاده از فرمول  $\frac{M}{I}$  و  $\frac{V}{Q}$  نمودارهای تنش برشی و کششی را رسم کنید

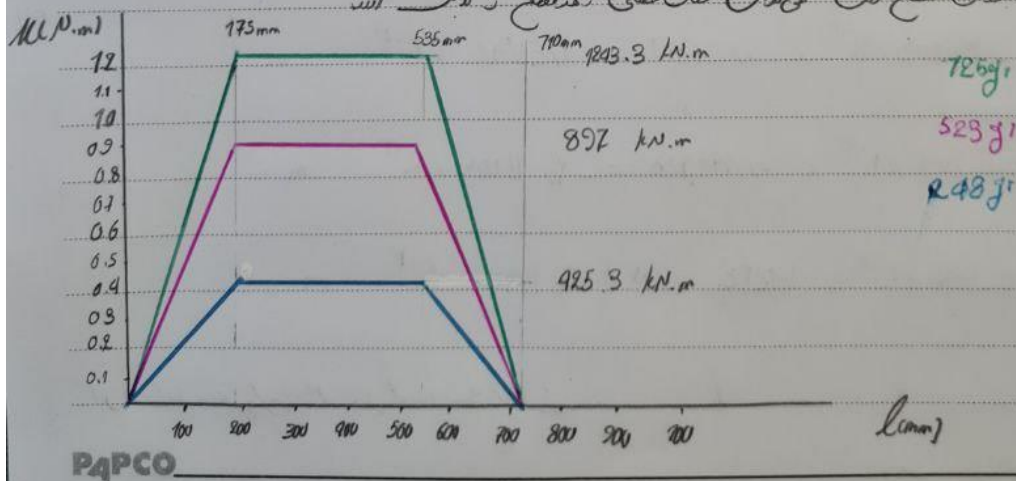
نمودار توزیع تنش برشی و کششی

طبق استاندارد در روش قطع زدن برش و کشش برشی و کششی را رسم کنید



نمودار توزیع تنش برشی و کششی

طبق استاندارد در روش قطع زدن برش و کشش برشی و کششی را رسم کنید



حاشیه ۳

محاسبه میزان تنش در وسط تسمه به ازای هر نیرو

میزان تنش در تسمه به ازای هر  $x$  از میانه تا لبه زیرین به دست می آید

$$E \cdot I \cdot y = \frac{M}{2} x^2 + C_1 x + C_2$$

مقدار  $C_1$  و  $C_2$  را به دست می آوریم

$$x=0, y=0 \quad I \cdot E \cdot 0 = 0 + 0 + C_2 \Rightarrow C_2 = 0$$

$$x=L, y=0 \quad I \cdot E \cdot 0 = \frac{M}{2} (L)^2 + C_1 (L) \Rightarrow C_1 = -\frac{L}{2} M = -0.1 M$$

محاسبه میزان تنش در وسط تسمه یعنی  $x = L/2$

$$x = L/2 = 0.118$$

$$\Rightarrow y = \frac{\frac{M}{2} \times (0.118)^2 - 0.1 M \times (0.118)}{E \times I} = \frac{-0.142 \times M}{100 \times 10^9 \times 12.2 \times 10^{-12}} = \frac{-0.142 M}{E, 44} = -3.874 \times 10^{-3} M$$

به ازای هر نیرو، گشتاور متفاوت ایجاد می کنند محاسبه می کنیم

$$M_{\text{کل}} : -3.874 \times 10^{-3} \times 0.142532 = -1.4718 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$M_{\text{سمت}} : -3.874 \times 10^{-3} \times -1194948 = -3.1178 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$M_{\text{وسط}} : -3.874 \times 10^{-3} \times 42438 = -8.3221 \times 10^{-3} \text{ m}$$

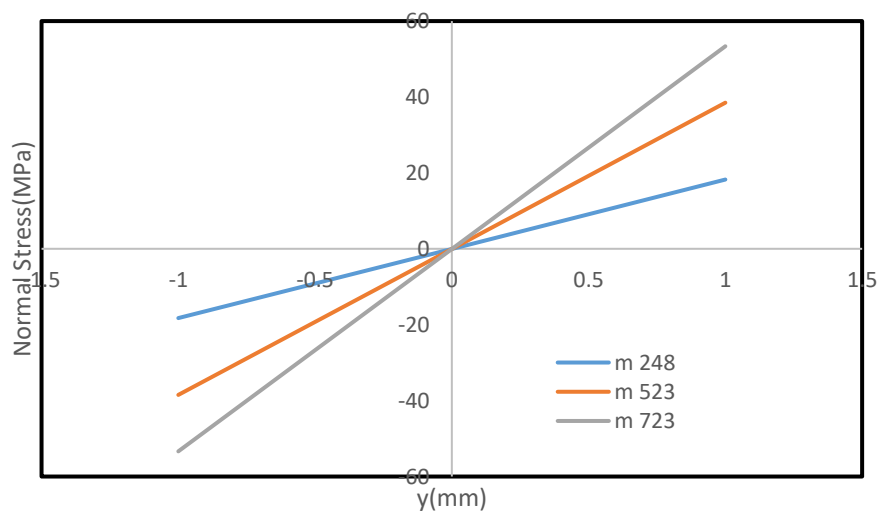
این مقادیر در جدول ۲ نیز آورده شده است

جدول 1\_ تنش کششی حداکثر در تسمه به ازای هر نیرو

جرم وزنه (gr)	با استفاده از کرنش خواننده شده بوسیله دستگاه (MPa)	با استفاده از فرمول (MPa)
248	16.6	18.250
523	48.4	38.495
725	63.4	53.364

جدول 2\_ میزان خمش در وسط تسمه به ازای هر نیرو

جرم وزنه (gr)	خمش (mm)
248	-1.4784
523	-3.1178
725	-4.3221



شکل 1\_ منحنی توزیع تنش در سطح تسمه