الف. قطر AB. تغییر طول آن عبارت است از $\delta_{B/A} = \varepsilon_x d$.

$$\delta_{B/A} = \varepsilon_x d = (+0{,}533 \times 10^{-3}\ \text{mm/mm})(225\ \text{mm})$$

$$\delta_{B/A} = +0{,}12\ \text{mm}$$

ب. قطر CD.

$$\delta_{C/D} = \varepsilon_z d = (+1{,}600 \times 10^{-3}\ \text{mm/mm})(225\ \text{mm})$$

$$\delta_{C/D} = +0{,}36\ \text{mm}$$

ج. ضخامت. با توجه به $t = 18\ \text{mm}$،

$$\delta_t = \varepsilon_y t = (-1{,}067 \times 10^{-3}\ \text{mm/mm})(18\ \text{mm})$$

$$\delta_t = -0{,}0192\ \text{mm}$$

د. حجم ورق. با استفاده از معادله (۲-۳۰)،

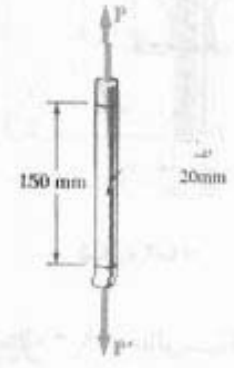
$$e = \varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z = (+0{,}533 - 1{,}067 + 1{,}600)10^{-3}$$
$$= +1{,}067 \times 10^{-3}$$

$$\Delta V = eV = +1{,}067 \times 10^{-3}[(380\ \text{mm})(380\ \text{mm})(18\ \text{mm})]$$

$$\Delta V = +2733\ \text{mm}^3$$

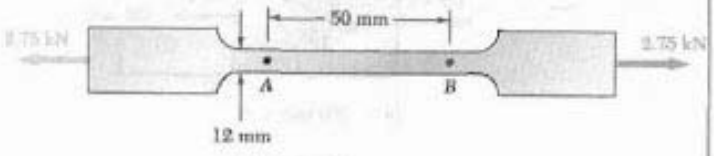
مسائل

۲-۶۱ در آزمایش کشش استاندارد، یک میله فولادی به قطر ۲۰ mm تحت نیروی کششی ۱۷ kips قرار دارد. اگر $\nu = 0{,}35$ و $E = 70\ \text{GPa}$، مطلوبست: (الف) کشیدگی میله با طول سنجه ۱۵۰ mm، (ب) تغییر قطر میله.



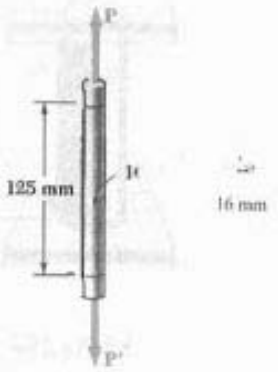
شکل م۲-۶۱

۲-۶۲ قطعه نشان داده شده از ورق تخت فولادی به ضخامت ۱٫۶ mm ساخته شده است. برای $E = 200\ \text{GPa}$ و $\nu = 0{,}30$، مطلوبست: (الف) تغییر طول سنجه ۵۰ mm، (ب) تغییر عرض قسمت AB، (ج) تغییر ضخامت قسمت AB، (د) تغییر مساحت مقطع عرضی AB.



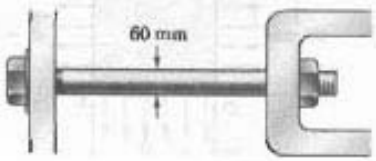
شکل م۲-۶۲

۲-۶۳ از آزمایش کشش استاندارد برای تعیین خواص یک پلاستیک آزمایشی استفاده می‌شود. نمونه آزمایشی میله‌ای به قطر ۱۶ mm است و تحت نیروی کششی ۳٫۲ kN قرار دارد. اگر کشیدگی ۱۱ mm و کاهش قطر ۰٫۶۲۵ mm را برای طول سنجه ۱۲۵ mm داشته باشیم، مدول الاستیسیته، مدول صلابت، و نسبت پواسون ماده را بیابید.



شکل م۲-۶۳

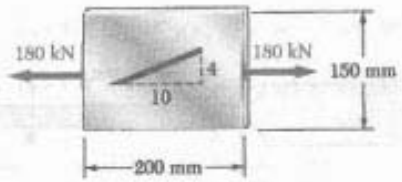
۲-۶۴ تغییر قطر یک پیچ بزرگ فولادی، هنگام سفت شدن مهره، با دقت اندازه‌گیری می‌شود. اگر $E = 200\ \text{GPa}$ و $\nu = 0{,}29$، نیروی داخلی در پیچ را برای کاهش قطر $13\ \mu\text{m}$ بیابید.



شکل م ۲-۶۴

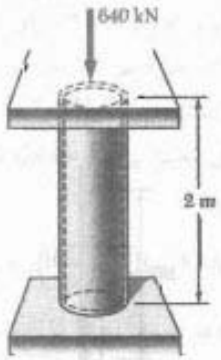
PNuEB

۲-۶۵ خط مایلی با شیب ۱۰:۴ روی ورق برنج زرد، به‌عرض ۱۵۰ mm و ضخامت ۶ mm، حک شده است. با استفاده از پیوست ب، شیب این خط را تحت بار محوری ۱۸۰ kN بیابید.



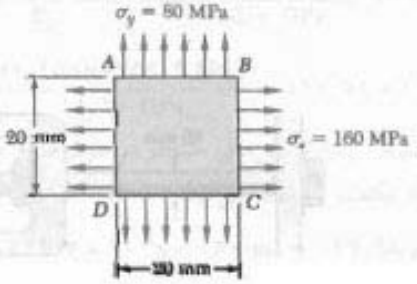
شکل م۲-۶۵

۲-۶۶ از یک لوله آلومینیمی به طول ۲ m و با قطر خارجی ۲۴۰ mm و با ضخامت دیواره ۱۰ mm به عنوان یک ستون کوتاه استفاده می‌شود. این لوله، بار محوری مرکزی ۶۴۰ kN را تحمل می‌کند. اگر $E = 73$ GPa و $\nu = 0.33$، مطلوبست: (الف) تغییر طول لوله، (ب) تغییر قطر خارجی، (ج) تغییر ضخامت دیواره آن.



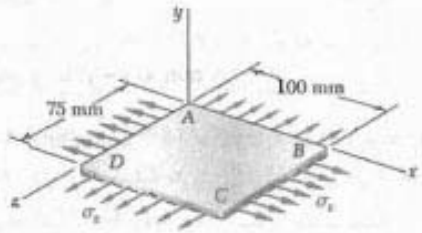
شکل م۲-۶۶

۲-۶۷ مربعی به ضلع ۲۰ mm روی مخزن فولادی بزرگی حک شده است. پس از این که مخزن تحت فشار قرار می‌گیرد، حالت تنش دومحوری نشان داده شده در مربع به‌وجود می‌آید. با استفاده از پیوست ب برای فولاد ساختمانی، درصد تغییر شیب قطر DB را بیابید.



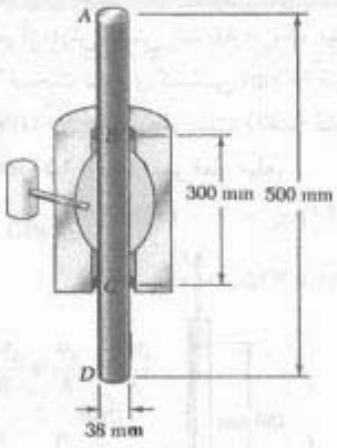
شکل م۲-۶۷

۲-۶۸ بافتی که در سازه‌های بادشو به‌کار می‌رود تحت بارگذاری دو محوری قرار دارد و تنش‌های قائم $\sigma_x = 120$ MPa و $\sigma_z = 160$ MPa در آن به‌وجود آمده است. اگر خواص بافت را به‌صورت $E = 87$ GPa و $\nu = 0.34$ تقریب بزنیم، مطلوبست تغییر طول: (الف) ضلع AB، (ب) ضلع BC، (ج) قطر AC.



شکل م۲-۶۸

۲-۶۹ میله برنجی AD در ژاکتی جازده شده است و فشار هیدروستاتیکی ۴۲ MPa بر قسمت BC میله به طول ۳۰۰ mm وارد شده است. اگر $E = 70$ GPa و $\nu = 0.36$، مطلوبست: (الف) تغییر طول کل AD، (ب) تغییر قطر قسمت BC میله.



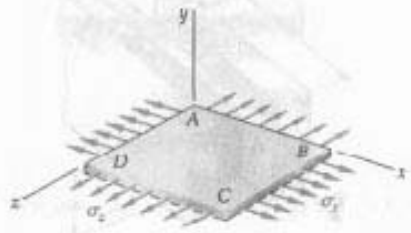
شکل م۲-۶۹

۲-۷۰ در مسئله ۲-۶۹، مطلوبست نیرویی که باید بر سر A و D وارد کرد تا: (الف) کرنش محوری در قسمت BC صفر بماند، (ب) طول کل AD تغییر نکند.

RNuEB

۲-۷۱ برای عضوی که تحت بارگذاری محوری است، مطلوبست کرنش قائم ε' در جهتی که با محور بار زاویه °۴۵ دارد برحسب کرنش محوری ε_x؛ (الف) با مقایسه وترهای مثلث‌های نشان داده شده در شکل ۲-۵۴ که، به‌ترتیب، یک جزء را در قبل و بعد از تغییرشکل نشان می‌دهند، (ب) با استفاده از مقادیر تنش‌های متناظر σ' و σ_x نشان داده شده در شکل ۱.۴۰، و قانون عمومی هوک.

۲-۷۲ صفحه همگن $ABCD$ تحت بارگذاری دو محوری نشان داده شده قرار دارد. می‌دانیم که $\sigma_z = \sigma_0$ و تغییر طول صفحه در جهت x باید صفر باشد، یعنی، $\varepsilon_x = 0$. اگر مدول الاستیسیته را با E و نسبت پواسون را با ν نشان دهیم، مطلوبست: (الف) مقدار مورد نیاز σ_y، (ب) نسبت σ_0/ε_z.



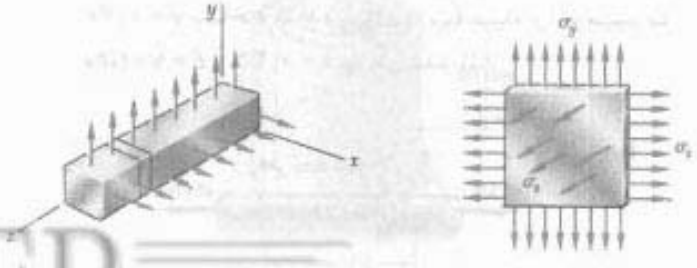
شکل م ۲-۷۲

۲-۷۳ در اغلب موارد، قیدهای فیزیکی مانع ایجاد کرنش در جهت خاصی می‌شوند؛ مثلاً، در حالت نشان داده شده که در آن از حرکت طولی منشور بلند جلوگیری می‌شود، $\varepsilon_z = 0$. مقاطع صفحه‌ای عمود بر محور طولی به‌صورت صفحه‌ای می‌مانند و فاصله بین آنها تغییر نمی‌کند. نشان دهید که در این حالت، که آن را کرنش صفحه‌ای می‌گویند، σ_z، ε_x و ε_y را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد:

$$\sigma_z = \nu(\sigma_x + \sigma_y)$$

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E}[(1 - \nu^2)\sigma_x - \nu(1 + \nu)\sigma_y]$$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{E}[(1 - \nu^2)\sigma_y - \nu(1 + \nu)\sigma_x]$$



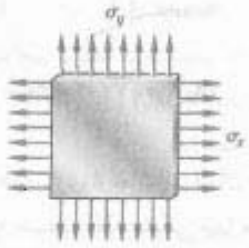
شکل م ۲-۷۳

۲-۷۴ معمولاً، تنش قائم در یک جهت معین صفر است؛ مثلاً، برای صفحه نازک نشان داده شده، $\sigma_z = 0$. در این حالت، که آن را تنش صفحه‌ای می‌گویند، نشان دهید که اگر کرنش‌های ε_x و ε_y به‌طور آزمایشی تعیین شوند، σ_x، σ_y و ε_z را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد:

$$\sigma_x = E\frac{\varepsilon_x + \nu\varepsilon_y}{1 - \nu^2}$$

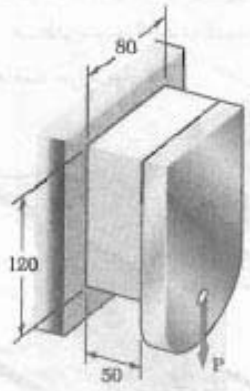
$$\sigma_y = E\frac{\varepsilon_y + \nu\varepsilon_x}{1 - \nu^2}$$

$$\varepsilon_z = -\frac{\nu}{1 - \nu}(\varepsilon_x + \varepsilon_y)$$



شکل م ۲-۷۴

۲-۷۵ قطعه پلاستیکی نشان داده شده به یک تکیه‌گاه صلب و صفحه قائم متصل است. بار $\mathbf{P} = 240\ \text{kN}$ بر قطعه وارد می‌شود. اگر برای پلاستیک $G = 1050\ \text{MPa}$، انحراف صفحه را بیابید.



ابعاد برحسب mm

شکل م ۲-۷۵

۲-۷۶ در مسئله ۲-۷۵، مطلوبست بار P به‌طوری که انحراف 1.5 mm در قطعه به‌وجود آید.

PNuEB