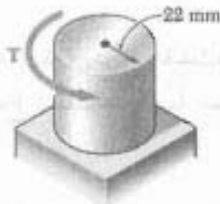




حل کنید که به جای شفت توپر از یک شفت توخالی با همان جرم و با قطر داخلی ۹۰ mm استفاده شود.

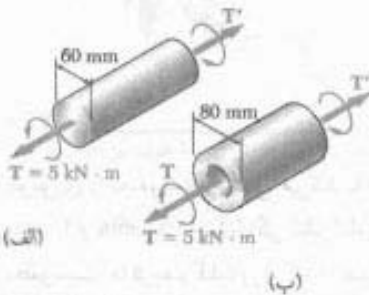
۳-۳ گشتاور T را که باعث ایجاد تنش برشی ماکزیمم 80 MPa در شفت استوانه‌ای فولادی می‌شود بیابید.



شکل ۳-۳ و ۳-۴

۴-۳ ماکزیمم تنش برشی حاصل از گشتاور $T = 65 \text{ kN}\cdot\text{m}$ را بیابید.

۵-۳ (الف) برای استوانه توپر به قطر 60 mm و بازگذاری نشان داده شده، ماکزیمم تنش برشی را بیابید. (ب) مطلوبست قطر داخلی استوانه توخالی، با قطر خارجی 80 mm ، که به ازای آن تنش ماکزیمم مانند قسمت الف باشد.



شکل ۵-۳

۶-۳ (الف) مطلوبست گشتاوری که می‌توان بر یک شفت توپر با قطر 20 mm وارد کرد بدون اینکه تنش برشی مجاز از 50 MPa بیشتر شود. (ب) قسمت الف را با این فرض حل کنید که به جای شفت توپر از یک شفت توخالی با همان مساحت مقطع عرضی و با قطر داخلی برابر با نصف قطر خارجی‌اش استفاده شود.

۷-۳ محور توپر AB به قطر $d_A = 28 \text{ mm}$ و از فولاد با تنش برشی مجاز 84 MPa است. غلاف CD از برنج با تنش برشی مجاز 55 MPa است. ماکزیمم گشتاور T را که می‌توان در A وارد کرد بیابید.

ج- شفت توخالی با قطر 200 mm برای وزن مساوی، مساحت مقطع عرضی تغییر نمی‌کند و می‌نویسیم:

$$A_{(a)} = A_{(c)}$$

$$\pi [(75 \text{ mm})^2 - (50 \text{ mm})^2] = \pi [(100 \text{ mm})^2 - c_2^2]$$

$$\Rightarrow c_2 = 82.9 \text{ mm}$$

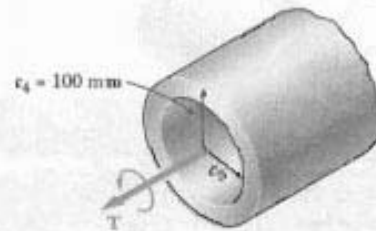
برای $c_1 = 100 \text{ mm}$ و $c_2 = 82.9 \text{ mm}$

$$J = \frac{\pi}{2} [(100 \text{ mm})^4 - (82.9 \text{ mm})^4] = 827.89 \times 10^7 \text{ mm}^4$$

با $c_1 = 100 \text{ mm}$ و $\tau_{\text{all}} = 84 \text{ MPa}$

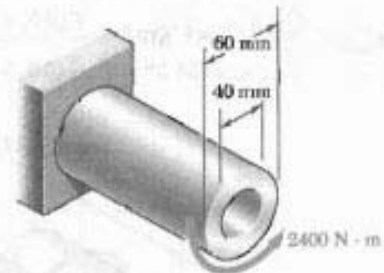
$$\tau_{\text{max}} = \frac{T c_1}{J} \quad 84 \text{ MPa} = \frac{T (100 \text{ mm})}{827.89 \times 10^7 \text{ mm}^4}$$

$$T = 69.6 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad \leftarrow$$



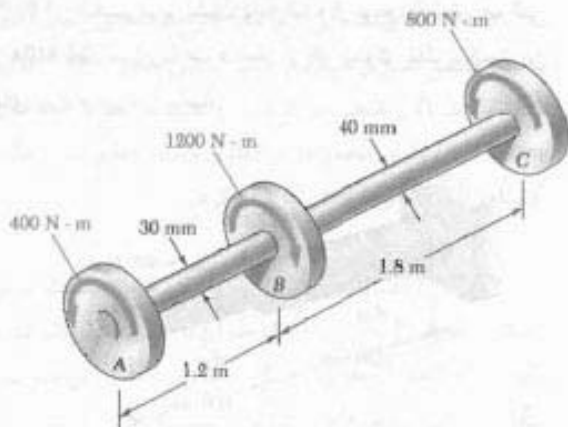
مسائل

۱-۳ (الف) برای شفت توخالی نشان داده شده، ماکزیمم تنش برشی را بیابید. (ب) مطلوبست قطر شفت توپر که به ازای آن ماکزیمم تنش برشی مانند قسمت (الف) باشد.



شکل ۱-۳

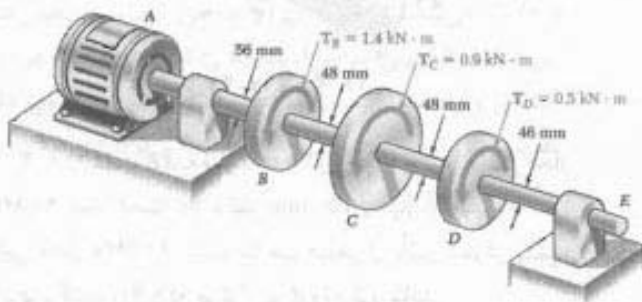
۲-۳ (الف) مطلوبست گشتاوری که می‌توان بر یک شفت توپر با قطر خارجی 90 mm وارد کرد بدون اینکه تنش مجاز برشی از 75 MPa بیشتر شود. (ب) قسمت الف را با این فرض



شکل ۳-۱۱ و ۳-۱۲

۳-۱۲ اگر تنش مجاز برشی در هر شفت ۶۰ MPa باشد، مطلوبست کمترین قطر مجاز برای: (الف) شفت AB، (ب) شفت BC.

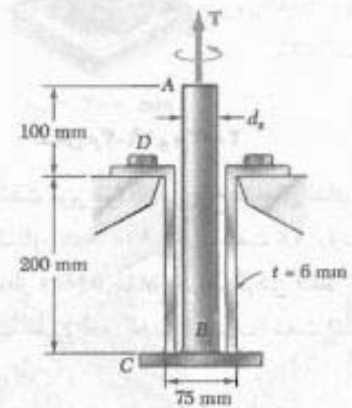
۳-۱۳ در شرایط کارکرد عادی، موتور الکتریکی گشتاور ۲٫۸ kN·m را بر شفت AB وارد می‌کند. اگر شفت‌ها توپر باشند، مطلوبست ماکزیمم تنش برشی: (الف) دو شفت AB، (ب) در شفت BC، (ج) در شفت CD.



شکل ۳-۱۳

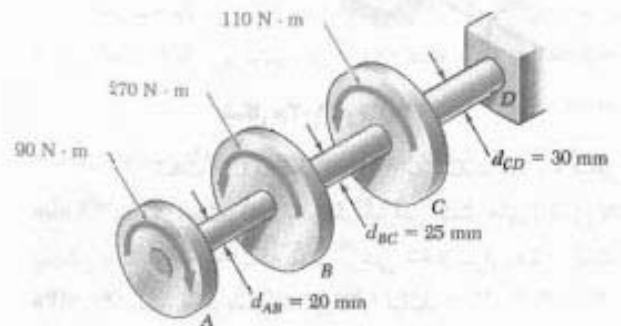
۳-۱۴ برای کاهش جرم کل مجموعه مسئله ۳-۱۳، طرح جدیدی بررسی می‌شود که در آن شفت BC با قطر کمتر گرفته می‌شود. مطلوبست کمترین قطر برای شفت BC که به ازای آن ماکزیمم مقدار تنش برشی در مجموعه افزایش نیابد.

۳-۸ محور توپر AB از فولاد با تنش برشی مجاز ۸۴ MPa است. غلاف CD از برنج با تنش برشی مجاز ۵۰ MPa است. مطلوبست: (الف) ماکزیمم گشتاور T که می‌توان در A وارد کرد با این شرط که تنش مجاز برشی در AB از تنش مجاز برشی در CD بیشتر نشود، (ب) قطر d_c محور AB.



شکل ۳-۷ و ۳-۸

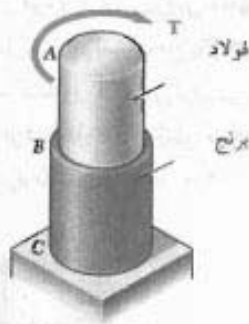
۳-۹ اگر هر یک از شفت‌های AB، BC و CD به صورت میله‌های استوانه‌ای توپر باشند، مطلوبست: (الف) شفتی که ماکزیمم تنش برشی در آن روی می‌دهد، (ب) مقدار این تنش.



شکل ۳-۹ و ۳-۱۰

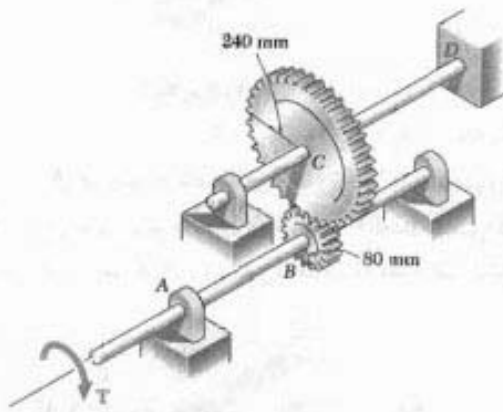
۳-۱۰ اگر سوراخی به قطر ۱۰ mm در هر یک از شفت‌های AB، BC و CD تعبیه شود، مطلوبست: (الف) شفتی که ماکزیمم تنش برشی در آن روی می‌دهد، (ب) مقدار این تنش.

۳-۱۱ گشتاورهای نشان داده شده بر پولی‌های A، B و C وارد شده‌اند. اگر شفت‌ها توپر باشند، مطلوبست ماکزیمم تنش برشی: (الف) دو شفت AB، (ب) در شفت BC.



شکل م ۱۹-۳ و م ۲۰-۳

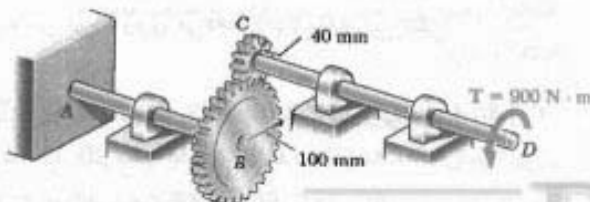
۳-۲۱ دو شفت توپر فولادی با چرخ‌دنده‌های نشان داده شده به هم متصل‌اند. گشتاور $T = 900 \text{ N}\cdot\text{m}$ بر شفت AB وارد می‌شود. اگر تنش برشی مجاز 5 MPa باشد، بادر نظر گرفتن فقط تنش‌های پیچشی، مطلوبست قطر: (الف) شفت AB ، (ب) شفت CD .



شکل م ۲۱-۳ و م ۲۲-۳

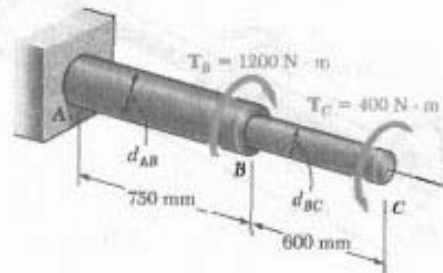
۳-۲۲ شفت CD به قطر 66 mm به شفت AB به قطر 48 mm متصل است. فقط بادر نظر گرفتن تنش‌های ناشی از پیچش و با توجه به اینکه تنش برشی مجاز برای هر شفت 60 MPa است، ماکزیمم گشتاور T را بیابید.

۳-۲۳ گشتاور $T = 900 \text{ N}\cdot\text{m}$ مطابق شکل، در D وارد می‌شود. اگر قطر شفت AB برابر با 60 mm و قطر شفت CD برابر با 45 mm باشد، مطلوبست بیشترین تنش برشی در: (الف) شفت AB ، (ب) شفت CD .



شکل م ۲۳-۳ و م ۲۴-۳

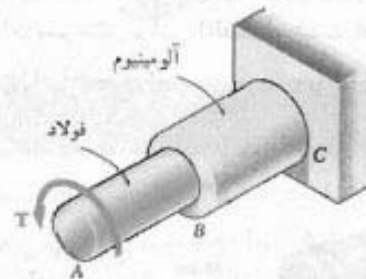
۳-۱۵ شفت توپر نشان داده شده از برنج با تنش برشی مجاز 55 MPa است. با صرف‌نظر از اثر تمرکز تنش، کمترین قطرهای d_{BC} و d_{AB} را بیابید.



شکل م ۱۵-۳ و م ۱۶-۳

۳-۱۶ مسئله ۳-۱۵ را با این فرض حل کنید که جهت T_C برعکس شود.

۳-۱۷ شفت AB از فولاد با تنش برشی 90 MPa و شفت BC از آلومینیوم با تنش برشی مجاز 60 MPa ساخته شده است. اگر قطر شفت BC برابر با 50 mm باشد، با صرف‌نظر از تأثیر تمرکز تنش، مطلوبست: (الف) ماکزیمم گشتاور T که می‌تواند بر A وارد کرد، (ب) قطر متناظر شفت AB .



شکل م ۱۷-۳ و م ۱۸-۳

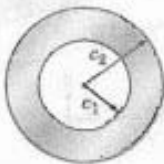
۳-۱۸ شفت AB به قطر 30 mm از فولاد با تنش برشی مجاز 90 MPa است. شفت BC به قطر 50 mm از آلایژ آلومینیوم با تنش برشی مجاز 60 MPa است. با صرف‌نظر از تأثیر تمرکز تنش، ماکزیمم گشتاور T را که می‌توان بر A وارد کرد بیابید.

۳-۱۹ تنش مجاز در میله فولادی AB به قطر 36 mm برابر با 100 MPa و در میله برنجی BC به قطر 40 mm برابر با 60 MPa است. با صرف‌نظر از تمرکز تنش، بیشترین گشتاوری را که می‌توان در A وارد کرد بیابید.

۳-۲۰ تنش مجاز در میله فولادی AB برابر با 100 MPa و در میله برنجی BC برابر با 60 MPa است. اگر گشتاور $T = 900 \text{ N}\cdot\text{m}$ در A وارد شود، مطلوبست قطر: (الف) میله AB ، (ب) میله BC .

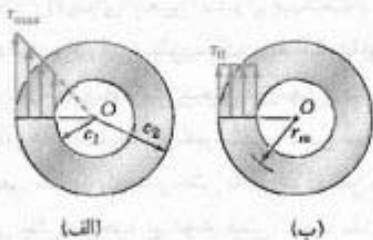
۲۸-۳ دو شفت توپر توسط چرخ‌دنده‌های نشان داده شده به هم متصل‌اند و از فولاد با تنش برشی مجاز 50 MPa ساخته شده‌اند. اگر قطر دو شفت، به ترتیب، $d_{BC} = 40 \text{ mm}$ و $d_{EF} = 32 \text{ mm}$ و مجموعه در تعادل باشد، مطلوبست ماکزیمم گشتاور T_C که می‌توان در C وارد کرد.

۲۹-۳ الف) برای تنش مجاز داده شده، نسبت ماکزیمم گشتاور مجاز T به وزن واحد طول w را برای شفت توخالی نشان داده شده بیابید. ب) اگر (T/w) مقدار این نسبت برای شفت توپری با شعاع c_1 باشد، نسبت T/w را برای شفت توخالی برحسب (T/w) و c_1/c_2 بیابید.



شکل ۲۹-۳

۳۰-۳ گرچه توزیع دقیق تنش برشی در یک شفت استوانه‌ای توخالی مانند شکل ۳۰-۲ الف است، ولی با فرض توزیع یکنواخت تنش روی مساحت A مقطع عرضی (شکل ۳۰-۲ ب) و نیز با فرض اینکه تمام نیروهای برشی جزئی در فاصله‌ای برابر با شعاع متوسط مقطع عرضی، $r_m = \frac{1}{2}(c_1 + c_2)$ ، از O اثر می‌کنند، می‌توان τ_{max} را به‌طور تقریبی تعیین کرد. این مقدار تقریبی برابر است با $\tau_m = T/A r_m$ ، که در آن T گشتاور وارده است. نسبت ماکزیمم تنش برشی τ_{max} را به مقدار تقریبی τ_m برای c_1/c_2 برابر با 0 ، 0.50 و 0.75 و 0.95 و 1 بیابید.

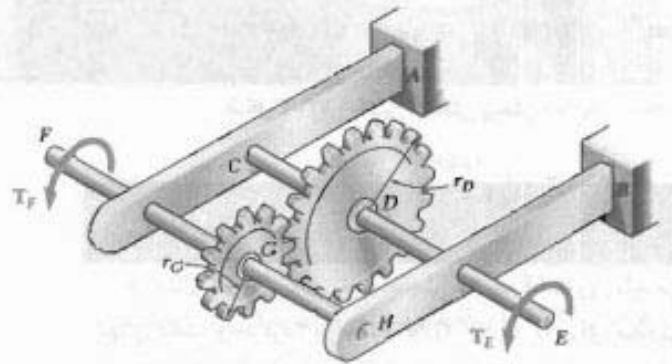


شکل ۳۰-۲

۲۴-۳ گشتاور $T = 900 \text{ N.m}$ مطابق شکل، در D وارد می‌شود. اگر تنش برشی مجاز در هر شفت 50 MPa باشد، مطلوبست قطر: الف) شفت AB ، ب) شفت CD .

۲۵-۳ در شرایط عادی، موتوری گشتاور $T_F = 150 \text{ N.m}$ را در F وارد می‌کند. اگر تنش برشی مجاز در هر شفت 75 MPa باشد، برای داده‌های زیر، مطلوبست قطر: الف) شفت CDE ، ب) شفت FGH .

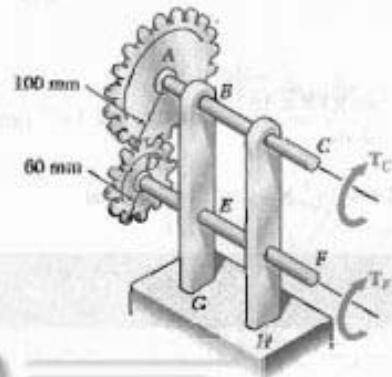
$$r_G = 75 \text{ mm} \quad , \quad r_D = 40 \text{ mm}$$



شکل ۲۵-۳ و ۲۶-۳

۲۶-۳ در شرایط عادی، موتوری گشتاوری T_F را در F وارد می‌کند. شفت‌ها از فولاد با تنش برشی مجاز 85 MPa و با قطرهای $d_{CDE} = 22 \text{ mm}$ و $d_{FGH} = 20 \text{ mm}$ هستند. اگر $r_G = 100 \text{ mm}$ و $r_D = 150 \text{ mm}$ بیشترین مقدار مجاز T_F را بیابید.

۲۷-۳ دو شفت توپر توسط چرخ‌دنده‌های نشان داده شده بر هم متصل‌اند و از فولاد با تنش برشی مجاز 60 MPa ساخته شده‌اند. اگر گشتاور $T_C = 600 \text{ N.m}$ در C وارد شود و مجموعه در تعادل باشد، مطلوبست قطر: الف) شفت BC ، ب) شفت EF .



شکل ۲۷-۳ و ۲۸-۳