تمرین های فصل هشتم

دیسک های دوار و استوانه های مرکب

شماره۱:

مسئله ۱۱ـ۶ یک دیسک نازک فولادی مدور با ضخامت یکنواخت به قطر خارجی ۵۰cm یک سوراخ مرکزی به قطر ۸cm دارد. دیسک با سرعت ۴۰۰۰rpm می‌چرخد. مطلوبست: (الف) حداکثر تنش کششی در دیسک، (ب) تنش برشی حداکثر، و (پ) افزایش قطر خارجی دیسک ناشی از چرخش. فرض کنید: $E = ۲۰۰GN/m^۲$ ، $\nu = ۰/۲۸$ و چگالی فولاد $= ۷/۸Mg/m^۳$.

جواب (الف)تنش کششی حداکثر محیطی بوده و در شعاع داخلی وارد می‌شود: $۷۰/۸MN/m^۲$، (ب) تنشهای اصلی در یک نقطهٔ مشخص σ_θ و σ_r هستند و تنش برشی حداکثر متناظر با $۲/(\sigma_\theta - \sigma_r)$ می‌باشد، که بیشترین مقدار آن در شعاع داخلی است: $۳۵/۴MN/m^۲$، (پ) افزایش قطر متناسب با کرنش محیطی است: ۰/۰۴۳mm.

شماره۲:

مسئله ۱۱ـ۷ یک دیسک فولادی نازک با ضخامت یکنواخت با سرعت ۵۰۰۰rpm دوران می‌کند. قطر خارجی دیسک ۵۵۰mm و قطر سوراخ مرکزی آن ۱۱۰mm است. یک تنش شعاعی کششی به مقدار $۸۰MN/m^۲$ به محیط خارجی دیسک، ناشی از تیغه‌های متصله، اعمال می‌شود در حالی که سوراخ داخلی بدون تنش شعاعی است.
مقدار حداکثر تنش کششی در دیسک را پیدا کنید. افزایش قطرهای داخلی و خارجی را محاسبه نمایید.
داریم: $E = ۲۰۰GN/m^۲$ ، $\nu = ۰/۳$ ، $\rho = ۷۸۳۰kg/m^۳$.
جواب $۳۰۱/۷MN/m^۲$ ، ۰/۱۶۶mm و ۰/۲۶۵mm.

شماره۳:

مسئله ۱۱ـ۸ یک دیسک توربین بخار باید به گونه‌ای طراحی شود که بین شعاعهای داخلی و خارجی ۲۰cm و ۴۰cm ، تنشهای شعاعی و محیطی ثابت و برابر $۷۵۰ \frac{kg}{cm^۲}$ در دور $N = ۳۰۰۰ rpm$ باشند. اگر ضخامت محوری در لبهٔ بیرونی ۱۰mm باشد، ضخامت در لبهٔ داخلی را به دست آورید. $\rho = ۷/۸ \frac{gr}{cm^۳}$.

شماره۴:

Noting that the radial body force for a solid constant-thickness (thin) rotating disk is $R = \rho\omega^2 r$, where ρ is the mass density and ω is the angular frequency, show that a solution of the elasticity problem is given by $r\sigma_r = F$, $\sigma_\theta = (dF/dr) + \rho\omega^2 r^2$, where F satisfies the equation

$$r^2 \frac{d^2F}{dr^2} + r\frac{dF}{dr} - F = -(3 + \nu)\rho\omega^2 r^3 \tag{a}$$

Hence, show that the solution for F is

$$F = Ar + \frac{B}{r} - \frac{(3 + \nu)\rho\omega^2 r^3}{8} \tag{b}$$

Derive expressions for the constants A and B for the solid disk (Fig. P6-6.4).

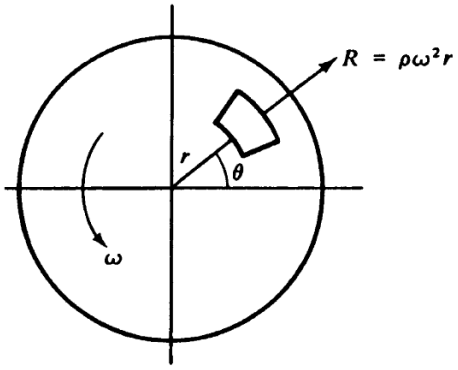

Figure P6-6.4

شماره۵:

مسئله ۴-۱۱ یک آستینی فولادی با فشار روی یک محور فولادی توپر به قطر 5cm سوار شده است. فشار شعاعی بین محور و آستینی برابر با $20MN/m^2$ می‌باشد. تنش محیطی در سطح داخلی آستینی $48MN/m^2$ است. اگر اکنون یک نیروی فشاری محوری به اندازهٔ 60kN به محور وارد شود، تغییر فشار تماس را بیابید. ضریب پواسون برابر است با ۰/۳۰۴.

جواب $P = 2/73MN/m^2$ (افزایش)

شماره۶:

مسئله ۱۱-۳ یک بوش فولادی طویلی، به قطر خارجی ۲۴۰ mm، پس از گرم شدن، روی محور فولادی توپری، به قطر ۱۶۰ mm سوار شده است. اگر قطر داخلی بوش ۰/۲ mm کوچکتر از قطر محور باشد، تنش‌های فشاری و کششی حداکثر را در بوش و محور مشخص کرده و آنها را محاسبه کنید.

جواب: در بوش: $(\sigma_{\text{کششی}})_{max} = ۱۸۰۵\ kg/cm^2$، $(\sigma_{\text{فشاری}})_{max} = ۶۹۵\ kg/cm^2$ و در محور: $۶۹۵\ kg/cm^2$ = ثابت = (σ فشاری)

شماره۷:

مسئله ۱۱-۵ یک پلاگ[۱۴] فولادی به قطر ۷۵mm با فشار به داخل یک حلقه[۱۵] فولادی به قطر خارجی ۱۲۵mm و عرض ۵۰mm قرار داده شده است. یک کرنش‌سنج الکتریکی که در جهت محیطی روی سطح خارجی حلقه نصب شده است، مقدار $۱/۵ \times ۱۰^{-۴}$ را نشان می‌دهد. فرض کنید که ضریب اصطکاک برای سطوح در تماس ۰/۲ باشد. مطلوبست نیروی لازم برای خارج ساختن پلاگ از حلقه. همچنین، تنش محیطی حداکثر را در حلقه تخمین بزنید. داریم $E = ۲۰۰GN/m^2$.

جواب ۶۲/۸kN و ۵۶/۷MN/m^2.

شماره۸:

For the inhomogeneous rotating disk problem with $\nu = 0$, explore the solution for the special case of $n = 3$ and show that the stresses reduce to

$$\sigma_r = 0, \quad \sigma_\theta = \rho\omega^2 r^2$$

Also determine the displacement solution and show the surprising result that $u(0) > 0$. This strange behavior has been referred to as a *cavitation* at the disk's center.