

Příklad 1

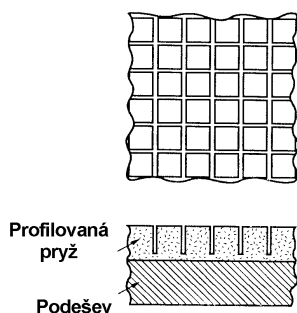
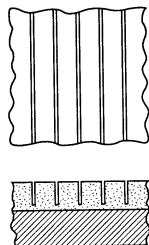
Elastický materiál je zatížen v tahu podél směru 3, ale je uchycen tak, že nemůže dojít k deformaci ve směrech 1 a 2. Vypočítejte hodnotu modulu pružnosti ve směru 3 pomocí materiálových charakteristik E a μ . (Tento modul se někdy označuje pojmem osový modul, E_{ax})

Dobrá rada – Pro isotropní materiál platí

$$\begin{aligned}\varepsilon_1 &= \frac{\sigma_1}{E} - \mu \frac{\sigma_2}{E} - \mu \frac{\sigma_3}{E}, \\ \varepsilon_2 &= \frac{\sigma_2}{E} - \mu \frac{\sigma_1}{E} - \mu \frac{\sigma_3}{E}, \\ \varepsilon_3 &= \frac{\sigma_3}{E} - \mu \frac{\sigma_1}{E} - \mu \frac{\sigma_2}{E},\end{aligned}$$

Příklad 2

Podrážka boty je zhotovena z měkké syntetické pryže ($\mu = 0,49$). Nejlevnějším „konstrukčním“ řešením je použít pryžový plát konstantní tloušťky. Jeden z bystrých studentů dospěl k názoru, že lepší tlumící vlastnosti bude mít podrážka zhotovená z profilované pryže – viz obrázek. Jednou z možností, jak porovnat tlumící efekt dvou povrchů, je uvažovat zatěžování podrážky tlakovou silou kolmou k jejímu povrchu. Zatížení provedeme tak, aby elastická energie akumulovaná pryžovou podrážkou byla v obou případech stejná. Výsledkem výpočtu bude poměr maximálních napětí pro obě podrážky. Rozhodněte, zda bystrý student měl pravdu a rozhodnutí zdůvodněte. K výpočtu se hodí výsledek z předchozího příkladu.

**Příklad 3**

Bystrý student měl pravdu, ale firma již měla nakoupené kompaktní pláty pryže k výrobě podrážek. Profilové drážky musí být do pryže vyřezány, a proto jsme byli požádáni o pomoc. Máme vypočítat, jak moc se změní schopnost podrážky akumulovat elastickou energii, jestliže v ní budou vyřezány drážky pouze v jednom směru – viz obrázek.

Příklad 4

Plastová láhev, ve které se prodává „Kofola“ má válcovou část jejíž délka je 200 mm a průměr je 102 mm. Tloušťka plastu je 0,25 mm. Materiálové charakteristiky materiálu PET = polyethylenterftalát (láhve na nápoje sycené CO_2 , vlákna do podušek a spacích pytlů, textilní vlákna - tesil) jsou $E = 3 \text{ GPa}$ a $\mu = 0,45$. Kolega Tadeáš, který chce studovat technologický směr a nenavštěvuje mezní stavy, chtěl uzavřít sázku o láhev dobrého vína. Jeho sázka souvisela s mezním stavem elastického kolapsu trubky vyvolaným vnějším napětím, a proto se budeme věnovat danému problému na tomto cvičení. Sázka spočívala v tom, že není možné vyvolat kolaps plastové láhve tím, že z ní vysajeme vzduch ústy. Dostali jsme pět minut na to, abychom se rozhodli, zda sázku přijmeme. S touto problematikou nemáme z přednášek zkušenosti, ale pokusíme se problém spočítat:

$$\frac{L}{r} = \frac{200 \text{ mm}}{51 \text{ mm}} = 3,9; \quad \frac{r}{t} = \frac{51}{0,25} = 204.$$

Na konci návodu do cvičení jsou uvedeny vztahy, podle kterých se elastický kolaps trubek počítá. V „mapě“ najdeme, že našemu případu odpovídá číslo pole $n = 5$. Rovnice, podle níž budeme počítat kritický rozdíl tlaků je rov. (2).

Příklad 5

Ve fyzice na střední škole se dělá pokus, kterým se dokumentuje atmosférický tlak. K pokusu potřebujeme kovovou válcovou nádobu s neodnímatelným dnem i víkem, něco jako konzerva. Ve dnu nádoby je otvor, který může být utěsněn pryžovou zátkou. Samotný pokus vypadá následovně. Do nádoby se nalije malé množství vody. Nádoba se zahřívá nad plynovým plamenem až voda začne vřít a nádoba se naplní vodní parou. Potom se otvor ve dnu nádoby uzavře zátkou a nádoba se odstaví od plamene. Při postupném ochlazování nádoby tlak nasycené vodní páry klesá a v nádobě vzniká vakuum. Nakonec rozdíl tlaků dosáhne hodnoty, který způsobí zborcení stěn nádoby.

Plechovky, ve kterých se prodává nápoj „Fanta“ jsou vyrobeny z oceli a mají hliníková čela. Jsou 100 mm dlouhé, 66 mm mají průměr a tloušťka stěny je 0,12 mm. Zopakujme si výše popsáný pokus s prázdnou plechovkou od Fanty s tím, že díru ve víku ucpeme pryžovým kotoučem. Odhadněte teplotu, při které se plechovka zborší – nastane její kolaps. Modul pružnosti $E = 212 \text{ GPa}$ a $\mu = 0,29$ a mez kluzu za studena válcované oceli je asi 400 MPa.

Tab. 5.1 Podmínky rovnováhy mezi vodou a párou v rozmezí teplot (7 až 100) °C

Absolutní tlak kPa	Teplota °C	100 kPa = 1 bar 101,3 kPa = 1 atmosféra	Absolutní tlak kPa	Teplota °C
1,0	7,0		35	72,7
3,0	24,1		40	75,9
5,0	32,9		45	78,7
7,0	39,0		50	81,3
9,0	43,8		60	86,0
12,0	49,4		70	90,0
16,0	55,3		80	93,5
20	60,1		90	96,7
25	65,0		100	99,6
30	69,1		101,3	100

Příklad 6

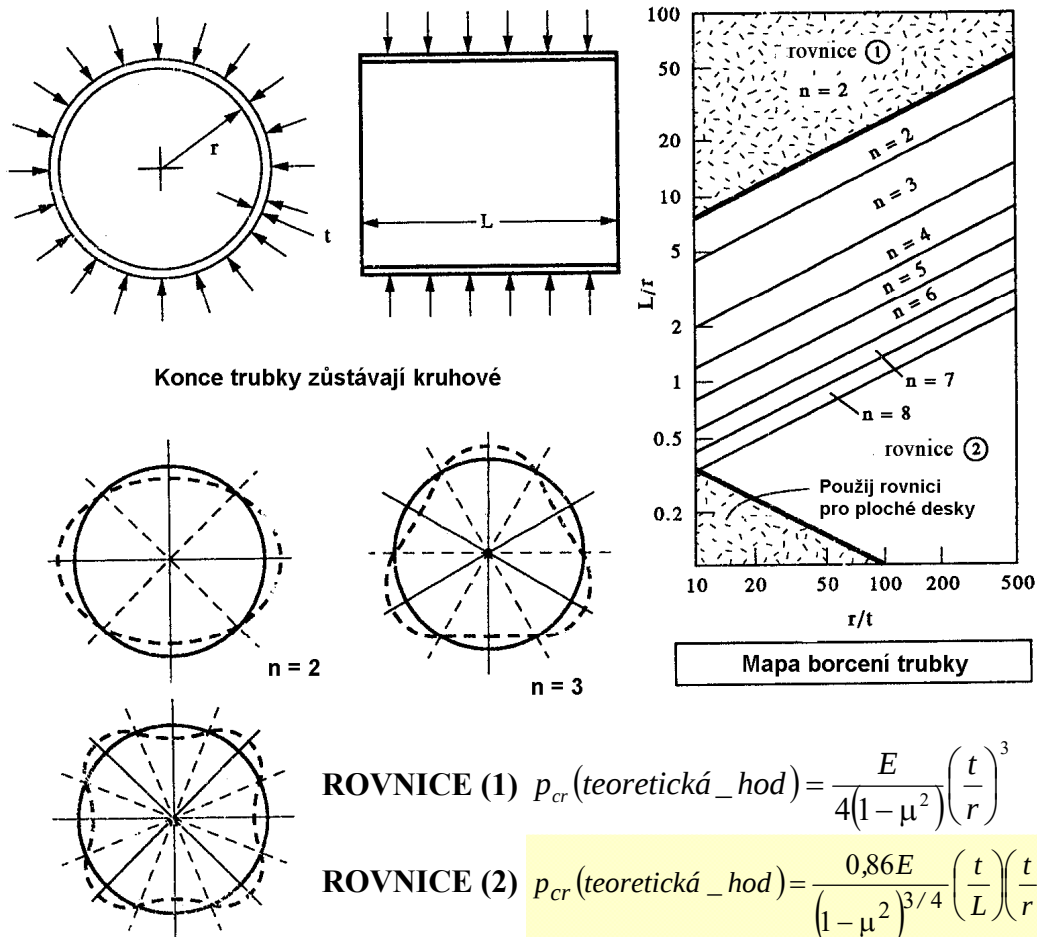
Miniponorka určená pro zkoumání hlubin oceánu má rám, který je vyrobený z trubek. Trubky byly zhotoveny extrudováním z hliníkové slitiny; jejich průměr je 200 mm, tloušťka stěny 5 mm a mají délku až 4 m. Každá trubka je na obou koncích uzavřena, aby se do ní nedostala voda (což zmenšuje hmotnost miniponorky a poskytuje lepší manévrovatelnost pod vodou). Při ponoření do hloubky 200 m se však jedna z trubek zploštila prakticky po celé své délce. Vysvětlete tuto havárii. Bylo by možné použít ocel, příp. kompozity typu GFRP nebo CFRP místo hliníku pro tuto aplikaci? Materiálová data jsou v následující tabulce:

Materiál	$E \text{ [GPa]}$	$\rho \text{ [Mg.m}^{-3}\text{]}$
Ocel	212	7,8
Al-slitina	69	2,7
GFRP	30	2,0
CFRP	120	1,5

Předpokládejme, že pro všechny materiály $\mu = 0,3$. Hustota vody je asi 1 Mg.m^{-3} . Mez kluzu extrudované hliníkové slitiny je přibližně 200 MPa.

Základní vztahy – zborcení tenkostěnné trubky , koule (skořepiny) vlivem vnějšího tlaku

Trubky ($r/t > 10$)



Skutečná hodnota kritického tlaku p_{cr} může být až o 20 % menší než teoretická hodnota daná rov. (1) příp. (2), protože skutečné trubky nejsou vždy přesně kruhového průřezu – je to dáno výrobními tolerancemi.

Obecně platí

$$p_{cr}(\text{skutečná minimální hodnota}) \approx 0,8 p_{cr}(\text{teoretická hodnota})$$