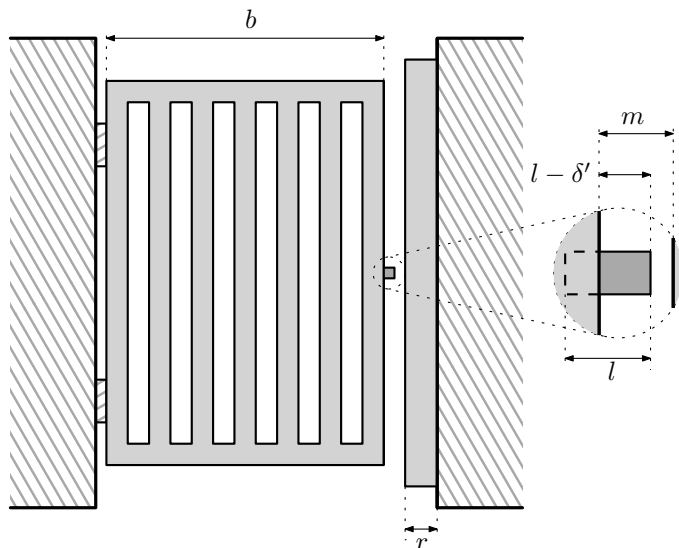


Úloha II.1 ... svatá Anna chladna z rána 2 body; průměr 1,60; řešilo 65 studentů

V chladném ranním oparu odcházíte z domu a zahradní branka funguje tak, jak má – na zmáčknutí kliky se otevře, po zavření a puštění kliky zůstane zavřená, zaklapnutá. Odpoledne se vracíte a říkáte si, který lump zase nezavřel... A ejhle, ono zavřít nejde. Ani po stisknutí kliky nezaleze ocelový jazýček natolik, aby prošel kolem hliníkového rámu. Branka je také z hliníku. Kde je problém? Co zapomněl výrobce při navrhování branky uvažovat? Navrhněte, jaké rozměry by měla mít branka při 20 °C, jestliže uvažujeme, že teplota během roku neklesá pod –30 °C a nepřesahuje 50 °C.

Terka měla zase jednu radost při pozorování záškodnické práce fyziky.

V nákresech branky zapomněli uvažovat tepelnou roztažnost. Vlivy teplotních rozdílů budeme studovat na konstrukci branky podle obrázku 1. Označme šířku mezery mezi hliníkovým rámem a hliníkovou brankou m , délku ocelové západky l , přesah západky přes hranu branky bez stisknuté kliky $l - \delta$, se stisknutou klikou $l - \delta'$, šířku branky b a šířku rámu r . To vše při 20 °C. Západka je upevněna tak, že se rozdíly δ a δ' s teplotou nemění ($\delta < \delta'$).



Obr. 1: Konstrukce branky. Popsané rozměry odpovídají teplotě 20 °C a zatažené západce. Světlé objekty jsou hliníkové, tmavé objekty ocelové a šrafované oblasti nepodléhají tepelné roztažnosti.

V zimě bude hrozit, že se branka vlivem kontrakce materiálu samovolně otevře. V létě naopak může branka následkem roztažení materiálu zůstat stále zavřená i při zatažení západky. Obecně musí vždy platit, že se stisknutou klikou je přesah západky menší než mezera mezi brankou a rámem a s uvolněnou klikou naopak větší. Z toho plyne podmínka

$$l(1 - \Delta t_w \alpha_{zap}) - \delta' < m + (b + r) \Delta t_w \alpha_{Al} < l(1 - \Delta t_w \alpha_{zap}) - \delta \quad (1)$$

pro zimu a

$$l(1 + \Delta t_s \alpha_{\text{zap}}) - \delta' < m - (b + r) \Delta t_s \alpha_{\text{Al}} < l(1 + \Delta t_s \alpha_{\text{zap}}) - \delta \quad (2)$$

pro léto, kde koeficienty tepelné roztažnosti hliníku a materiálu západky značíme α_{Al} a α_{zap} . Předpokládáme, že branka je fixována k pantům, které jsou z materiálu se zanedbatelnou tepelnou roztažností. Teplotní rozdíly v zimě a v létě značíme Δt_w a Δt_s .

Z podmínek (1) a (2) vybereme vždy tu kritičtější, neboli ten interval, který je průnikem obou kritérií. Pro rozestup rámu a branky při teplotě 20 °C, známe-li při této teplotě rozměr branky, rámu a západky, plyne potom podmínka

$$l(1 + \Delta t_s \alpha_{\text{zap}}) - \delta' + (b + r) \Delta t_s \alpha_{\text{Al}} < m < l(1 - \Delta t_w \alpha_{\text{zap}}) - \delta - (b + r) \Delta t_w \alpha_{\text{Al}}.$$

Je tedy vidět, že vhodnou šířku mezery můžeme ovlivnit nejen volbou rozměrů, ale i volbou materiálu.

Na závěr si pro představu zkusme dosadit číselné hodnoty. Tepelná roztažnost hliníku je $\alpha_{\text{Al}} = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, západka necht' je vyrobena z oceli, která má tepelnou roztažnost $\alpha_{\text{zap}} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. Maximální rozdíly teplot jsou pro zimu a léto $\Delta t_w = 50 \text{ K}$ a $\Delta t_s = 30 \text{ K}$. Tedy pro obecné rozměry západky, rámu a branky

$$l \cdot 1,00075 - \delta' + (b + r) \cdot 0,00119 < m < l \cdot 0,99925 - \delta - (b + r) \cdot 0,00119.$$

Řekněme, že součet šířky branky a rámu bude $(b + r) = 1 \text{ m}$ a západka má délku $l = 7 \text{ cm}$ a přesahy $l - \delta = 5$, $l - \delta' = 2$. Za takto zvolených rozměrů vychází podmínka na rozestup branky a rámu jako

$$2,12 \text{ cm} < m < 4,88 \text{ cm}.$$

V praxi však bývá mnohem větším problémem rozměr prostoru, do kterého se západka zasouvá. Příliš velká šířka vede k zanášení nečistotami, avšak zúžení může vést k zasekávání západky, které způsobuje právě tepelná roztažnost použitých materiálů.

Tereza Steinhartová

terkas@fykos.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported. Pro zobrazení kopie této licence, navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.