

Úloha VI.3 ... Problematické dřevo

6 bodů

Výfuček se rozhodl uspořádat letní táborák a opět špekáčky. V noci ovšem pršelo a jeho připravené borové dřevo zmoklo. Suchá borovice má výhřevnost $4,4 \text{ kWh} \cdot \text{kg}^{-1}$. Jakou nejvyšší vlhkost (tj. množství vody v procentech celkové hmotnosti dřeva a vody) může dřevo mít, aby při jeho spálení uvolněná energie stále převyšovala energii potřebnou na odpaření obsažené vody, a Výfuček si tak mohl špekáčky opéct? Aby se voda při hoření rychle odpařila, je potřeba jí dodat energii $2,6 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.



Suché borové dřevo při spálení uvolní $H = 4,4 \text{ kWh} \cdot 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kWh}^{-1} = 15,84 \text{ MJ}$ na každý kilogram. Pokud je dřevo mokré, spotřebuje se část této energie na odpaření vody. K tomu je potřeba $L = 2,6 \text{ MJ}$ na každý kilogram vody.

Vlhkost dřeva φ vyjadřuje podíl hmotnosti vody, kterou dřevo obsahuje, a celkové hmotnosti mokrého dřeva

$$\varphi = \frac{m_v}{m_c},$$

kde $m_c = m_d + m_v$ je celková hmotnost mokrého dřeva, tedy součet hmotnosti suchého dřeva m_d a hmotnosti vody m_v .

Suché dřevo uvolní energii

$$E_1 = H m_d = H m_c (1 - \varphi),$$

kde jsme využili vztah pro vlhkost $m_d = m_c - m_v = m_c (1 - \varphi)$.

Voda na odpaření spotřebuje energii

$$E_2 = L m_v = L m_c \varphi,$$

kde jsme opět použili vztah pro vlhkost $m_v = m_c \varphi$.

Aby hoření proběhlo efektivně, musí energie uvolněná spálením suché části dřeva stačit na odpaření vody obsažené v mokřém dřevě. Platí tedy

$$E_1 > E_2,$$

$$H m_c (1 - \varphi) > L m_c \varphi.$$

Z této nerovnice můžeme nyní vypočítat maximální možnou vlhkost dřeva.

$$\varphi < \frac{H}{H + L} = \frac{15,84 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}}{15,84 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1} + 2,6 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}} \doteq 86 \%.$$

Maximální vlhkost dřeva, při které ještě uvolněná energie stačí na odpaření vody, je přibližně 86 %. Pokud je vlhkost dřeva vyšší, dřevo nebude hořet a Výfuček si špekáčky neopeče.

Natálie Lászlóová

natalie.laszloova@vyfuk.org

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

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