

pozoruhodné. Vlastnosti rozpadu sloupce jsou dány nárazem bubliny na rozhraní a tedy jsou dílem většího či menšího sledu náhod.

7. Závěr

Bublina tedy může nebo nemusí projít rozhraním. Aby neprošla, musí být dostatečně malá. Projde-li, vytvoří za sebou sloupec cyklohexanu, který se po chvílce rozpadá na jednotlivé kapičky. Kapičky pak klesají zpět na rozhraní a po čase splývají opět s cyklohexanem. Může se stát, že po rozpadu sloupce zůstane cyklohexan na bublině, a tu pak může stáhnout zpět na rozhraní, kde, po splnutí s cyklohexanem, bublinu „propustí“ a tato pak vystoupá až k hladině.

(3) Název: Prometeův problém

Ročník: 16.; 2002 – 2003

Č. úlohy: 17

Text: Popište a demonstруйте fyzikální mechanismus, založený na tření, který dovoľoval našim předkům rozdělat oheň. Odhadněte čas potřebný k rozdělení ohně touto cestou.

1. Rozbor — model

Nejčastěji používané metody rozdělování ohně třením jsou křesání a tření dřev. Zatímco křesání je metoda obecně rychlejší, ale méně dostupná a vyžaduje větší přípravu materiálu předem, tření dřev je více časově náročné na místě, ale materiál je dostupnější a příprava předem téměř není nutná.

Potřebujeme-li rozdělat oheň, potřebujeme dřevo, jež má největší součinitel smykového tření. Obecně platí pravidlo, že čím měkčí dřevo, tím větší je součinitel smykového tření. U nás je nejlépe dostupné měkké dřevo: dřevo lipové či březové.

2. Způsoby rozdělování ohně třením dřev — experimenty

a) Třením dřevěného hrotu o podložku

Vezmeme relativně hladkou dřevěnou desku a vyvrtáme v ní drobný důlek. Dále použijeme klacík, na jehož konci vytvoříme hrot. Následně přiložíme klacík hrotem do důlku a klacík roztočíme. Naši předkové k roztáčení klacíku používali ruku či tětívu nataženého luku. Rotačním pohybem vyvineme třecí sílu, jež způsobí zahřívání postupně vedoucí k zažehnutí plamene. Při rozdělování ohně dochází vlivem tření na styčné ploše k odštěpování části povrchu (pilin) majících nižší zápalnou teplotu a zjednodušují rozdělování ohně. Pro tuto metodu je velice vhodné mít ostrý hrot, protože se vlivem tření ohřívá menší fragment povrchu a tím se efektivněji zahřívá.

b) *Tření troudu*

Jiná situace nastává, jestliže použijeme troudu, což je drť z velice suchého a velice ztrouchnivělého dřeva. S troudem je totiž výhodnější mít větší styčnou plochu, neboť zápalná teplota troudu je velice nízká, ale výhřevnost troudu také, čili je potřeba zažehnout větší množství troudu pokud možno současně, aby bylo větší teplo získané z hoření troudu a větší šance na zažehnutí pilin.

c) *Tření dvou dřevěných tyček*

Další, spíše výjimečně používanou metodou je tření dvou dřevěných tyček či klacíků o sebe. Zde se snažíme docílit co nejmenších třecích ploch při zachování co největší rychlosti a co největšího přítlaku (tj. síly, kterou přitlačujeme tyčky k sobě). Za vhodných podmínek, může i člověk, který nemá cvik v rozdělování ohně třením dřev, snadno oheň rozdělat.

3. Pracovní hypotéza

U uvedených metod je čas nutný k rozdělení ohně celkem vysoký, podle atmosférických podmínek se pohybuje od několika minut do několika hodin. Teplota nemá velký vliv, čím vyšší je, tím lépe. Vlhkost má výrazný vliv (ideální je kolem 20% rel.). Vítr má velmi významný vliv, a je nutno jej eliminovat.

4. Teoretické řešení

Nechť zápalná teplota pilin je o T vyšší než teplota dřeva. K rozžehnutí ohně potřebujeme zapálit m dřeva. Součinitel smykového tření dřeva je f jeho měrná tepelná kapacita je c . Budeme předpokládat metodu krouživého pohybu se styčnou plochou tvaru kruhu o poloměru R s tím, že dosáhneme úhlové rychlosti ω a tlačit budeme hrot k desce silou F . Účinnost celého procesu stanovíme na η . Do účinnosti bychom měli zahrnout především ztráty energie do prostředí.

Abychom zapálili m dřeva, potřebujeme mu dodat teplo $Q = mcT$, což znamená vykonat práci

$$W = \frac{Q}{\eta} = \frac{mcT}{\eta}. \quad (3.1)$$

Třecí síla $F_t = fF$ způsobuje tlak

$$p = \frac{F_t}{S} = \frac{fF}{\pi R^2}. \quad (3.2)$$

Nyní spočtu výkon jako plošný integrál součinu $p v$ podle plochy ($P = F v = p S v$):

$$P = \int p v dS \quad (3.3)$$

$$dS = 2\pi r dr \quad (3.4)$$

$$v = \omega r \quad (3.5)$$

$$P = \int_0^R \frac{fF}{\pi R^2} \cdot \omega r \cdot 2\pi r \, dr \quad (3.6)$$

$$P = \frac{2fF\omega}{R^2} \left[\frac{r^3}{3} \right]_0^R \quad (3.7)$$

$$P = \frac{2}{3} fF\omega R \quad (3.8)$$

Výsledný čas τ nutný k zapálení je podílem práce W a výkonu P :

$$\tau = \frac{\frac{mcT}{\eta}}{\frac{2}{3} fF\omega R} \quad (3.9)$$

$$\tau = \frac{3mcT}{2\eta fF\omega R} \quad (3.10)$$

Hodnoty odhadů výsledného času pro různé typické vstupní hodnoty jsou v tabulce 3-II.

T/K	m/kg	$c/J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$	f	R/m	$\omega/ rad \cdot s^{-1}$	F/N	η	τ	Situace
300	0,010	500	0,5	0,005	100	50	0,3	600 s	Klasicky bez pilin
250	0,015	300	0,8	0,005	100	50	0,3	450 s	Klasicky s pilinami
300	0,010	3000	0,5	0,005	100	50	0,3	3600 s	S navhlým dřevem

Tabulka 3-II: Hodnoty odhadů výsledné doby rozdělení ohně.

5. Experimentální ověření

V experimentu byla využita rotační vrtačka s rychlostí 6000 otáček za minutu a při přítlačné síle 100 N se za pomoci lipového dřeva povedlo vytvořit jiskru za 2 minuty a za další minutu se podařilo zažehnout plamen.

6. Závěr

Pro rozdělení ohně je výrazně praktičtější metoda křesání, neboť je velice rychlá a materiál na ní nutný je velice skladný. Metoda tření dřev je na druhou stranu spolehlivější.

(4) Název: Průsvitná fólie

Ročník: 16.; 2002 – 2003

Č. úlohy: 3

Text: Když přikryjete text kouskem průhledné polyethylenové fólie, můžete jej stále lehce přečíst. Jak pozvolna folii zvedáte, text se stává stále více rozmazaným, až může dokonce i zmizet. Studujte vlastnosti fólie. Na jakých jejích vlastnostech tento jev závisí?