



Tahová síla reaktivního motoru „rakety“

Pomůcky

Siloměr Vernier GDX-FOR, prázdná plastová lahev (suchá, objem 0,5 litru), víčko lahve s vyvrtaným otvorem (průměr otvoru přibližně 8 mm), technický líh, zápalky, izolepa.

Teorie

Cílem experimentu je proměření tahové síly, kterou je schopen vyvinout jednoduchý reaktivní motor. Tělo motoru představuje půllitrová plastová lahev, palivem jsou páry technického líhu.

Po zažehnutí motoru dochází uvnitř lahve k prudkému hoření lihových par. Produktem hoření jsou horké plyny (vodní pára a oxid uhličitý), které se rychle rozpínají a unikají otvorem ve víčku lahve. V důsledku 3. *Newtonova zákona* (akce a reakce) je lahev tlačena opačným směrem než unikající plyny. Pokud lahvi do cesty postavíme siloměr, můžeme změřit, jakou silou na něj lahev tlačí (tj. změříme časový průběh síly, kterou je tento reaktivní motor schopen vyvinout).

Příprava měření

1. Spustíte aplikaci Graphical Analysis a připojíte čidlo ([návod](#)).
2. Klikněte na pole *Režim*, *Frekvence* v levém dolním rohu, nastavte frekvenci na 500 vzorků za sekundu a potvrďte tlačítkem *Hotovo*.



3. Siloměr upevníte ve vodorovné poloze (např. přilepte ke stolu izolepou).

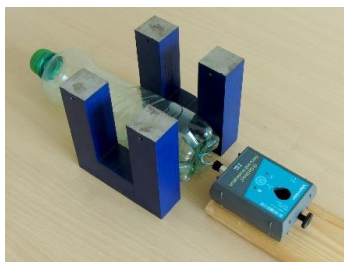
Předstartovní příprava „rakety“

1. Do lahve nalijte malé množství líhu (několik mililitrů) a víčko zašroubujte.
2. Nyní lahvi několikrát otočte tak, aby líh ulpěl na co největší vnitřní ploše láhve, ze které se bude moci odpařovat.
3. Přebytečný líh vylijte a osušte okolí otvoru ve víčku.

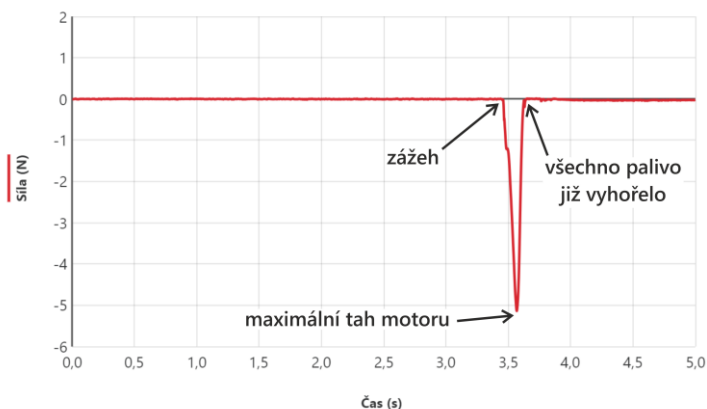


Provedení experimentu

1. Položte lahev na stůl tak, aby se nemohla vychýlit do strany a aby se její dno dotýkalo háčku siloměru. Ve vzorovém experimentu jsme k zajištění využili kovová jádra cívek.
2. Klikněte na aktuální hodnotu síly (zobrazuje se vpravo dole) a vyberte *Vynulovat*.
3. Škrtněte zápalkou a tlačítkem **ZAHÁJIT MĚŘENÍ** spusťte záznam dat.
4. Plamen zápalky přiblížte k otvoru ve víčku. V lahvi dojde k hoření lihových par.
5. Tlačítkem **ZASTAVIT** ukončete měření.



Ukázka naměřených dat



Závěr

Naměřená závislost ukazuje, že maximální velikost síly, již tlačila lahev na siloměr, se pohybovala kolem 5 N. Záporné znaménko značí, že jde o tlak (nikoli tah) na měřicí prvek siloměru. Reaktivní motor byl v chodu přibližně 0,2 sekundy.

Poznámky

- Při zažehávání lihových par se vždy s plamenem zápalky přibližujte k otvoru ve víčku zezdola nebo z boku, jinak hrozí riziko ožehnutí ruky. Nepoužívejte zapalovač. Pro větší pohodlí lze využít i dlouhé křbové zápalky nebo špejli.
- Lahev by měla být z pevnějšího plastu, bez výrazného zúžení po své délce.
- Zábrany minimalizující pohyb lahve do stran by ji neměly deformovat či svírat.
- Můžete se žáky vyzkoušet i víčka s jinými průměry otvorů.
- Při nízkých teplotách (venku v zimě) je problematické směs zapálit kvůli nízké tenzi lihových par. Zkuste lahev na chvíli zahřát pod bundou teplem svého těla.