



Úloha č. 17 – Únikový pruh

Dalibor Repček

Úvodní soustředění TMF, 8. 10. 2022

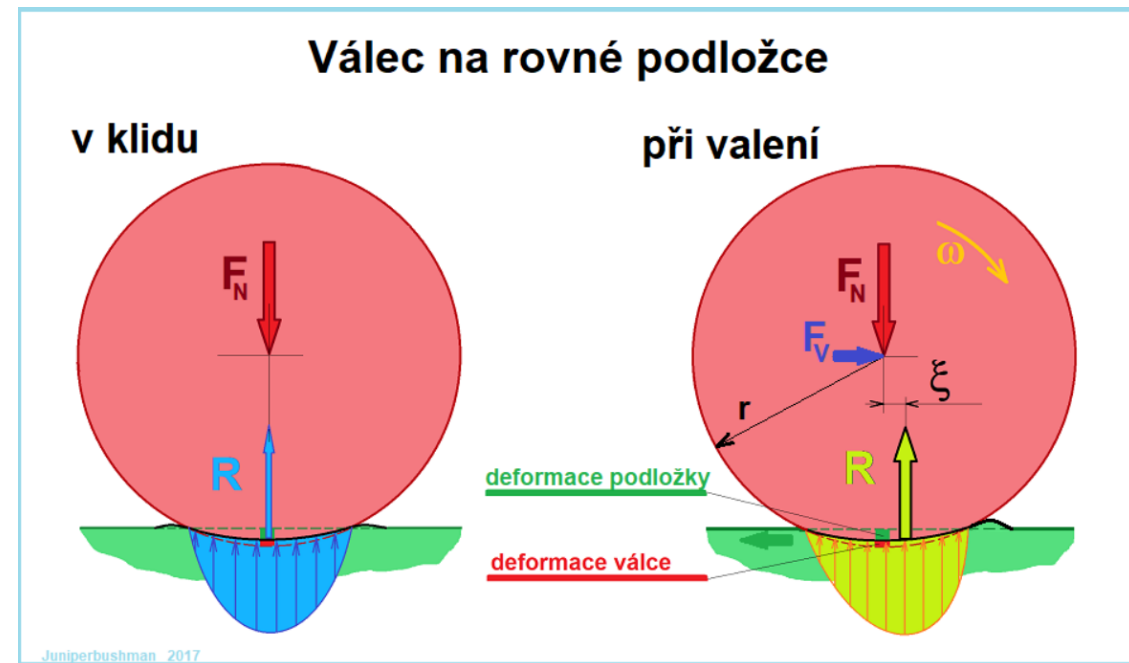
Zadání problému

- Original assignment:
A sand-filled lane results in the dissipation of the kinetic energy of a moving vehicle. What length is necessary for such an arrester bed to entirely stop a passively moving object (e.g. a ball)? What parameters does the length depend on?
- Český překlad:
Jízdní pruh s pískem zajišťuje disipaci kinetické energie pohybujícího se vozidla. **Jaká délka** takového únikového pruhu je potřeba, aby úplně zastavila **pasivně se pohybující předmět (např. kouli)**? Na jakých **parametrech** závisí tato délka?
- https://www.youtube.com/watch?v=LcW3v40qDuU&ab_channel=PaulMaynes



Mechanismus disipace energie


- Valivý odpor $F_V = F_N \cdot \frac{\xi}{r}$
- $\frac{\xi}{r}$... činitel valivého odporu
- ξ ... rameno valivého odporu
- ξ závisí obecně na druhu materiálu, vlastnostech povrchů, poloměru valeného tělesa, ale i na rychlosti valení
- Při valení po sypkém materiálu navíc na zrnitosti, tloušťce vrstvy, ale i jeho vlhkosti



Zdroj: https://cs.wikipedia.org/wiki/Valiv%C3%BD_odpor



Jak postupovat experimentálně

- Zprvu pracovat spíše s těžšími koulemi větších poloměrů (např. pétanque, hokejbal) → eliminace chyby nerovností povrchu, tloušťky vrstvy písku
 - Začít se suchým pískem (snadnější manipulace, příprava definované vrstvy), poté případně přejít k mokrému a pozorovat změnu
 - Explicitně zmíněn písek a koule → primárně se soustředit na ně → až pro ověření případné teorie pracovat s jinými materiály a tvary (válec, ...?)
 - Kontrola rychlosti vstupu do únikového pruhu
- 

Kontrola vstupní rychlosti

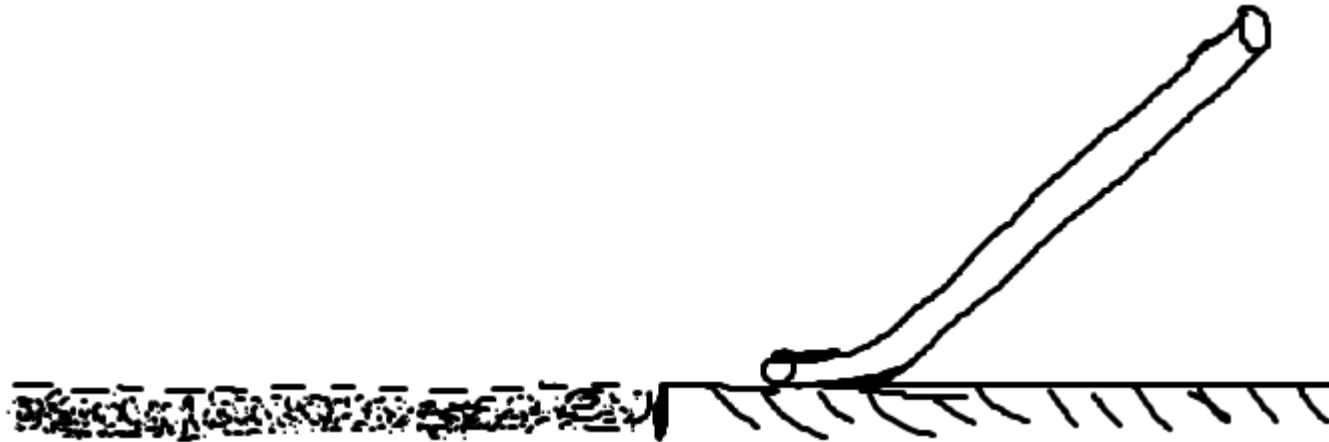
- Buďto konstrukce vypouštěcího zařízení („prak“)
 - Ověřit a zajistit opakovatelnost vypouštění
- Nebo nakloněná rovina
 - Předpokládám přeměnu potenciální energie na kinetickou beze ztrát a bez prokluzu \rightarrow nutno ověřit pro konkrétní kuličky
 - Problém s nárazem do vodorovné podložky či přímo do písku
- Měření rychlosti
 - Z videa (natočeno proti měřidlu délky nebo automatický tracker)
 - Omezeně i s použitím stopek



$$E_p = E_k = E_t + E_{rot}$$
$$mgh = \frac{1}{2}mv_d^2 + \frac{1}{2}J\omega^2 \quad \wedge \quad J = \frac{2}{5}mR^2 \quad \wedge \quad \omega = \frac{v_d}{R}$$
$$gh = \frac{1}{2}v_d^2 + \frac{2}{10}v_d^2$$
$$v_d = \sqrt{\frac{10gh}{7}}$$

Realizace aparatury

- Kontrola trajektorie při zrychlování – nejlépe přímočarý pohyb
 - Např. okapová trubka + vyrovnávací spojitě koleno
- Pískový pruh – dlouhá brzdňá dráha
 - Např. dešťový okap, doskočiště školního pískoviště (nemožnost kontroly hloubky písku) atp.



Jak postupovat experimentálně II

- Pozorovat proces brždění kvalitativně – Je zpomalení rovnoměrné?, Jak vypadá pohyb kuličky v písku? Boří se nebo jede po povrchu?
- Provázanost parametrů – pokus o jejich izolaci
 - Zjistit nejprve, jestli rameno valivého odporu výrazně závisí na rychlosti
 - Pokud ne, pak by mělo platit z rovnoměrně zpomaleného pohybu: $l = \frac{1}{2}at^2$ a $v_d = at$
 - Může to např. platit jen pro malé rychlosti $l = \frac{v_d^2}{2a} \Rightarrow v_d^2 \sim l$ a $v_d^2 \sim h$
 - Použít různě hmotné koule (ideálně s podobně hladkým povrchem) $\Rightarrow l \sim h$
 - Pokud se podaří, stejně hmotné koule různých poloměrů
 - Pro stejnou kouli použít různé tloušťky pískové vrstvy, případně vlhkosti a zrnitosti
- Zjistit alespoň závislosti mezi F_V (či brzdnou drahou) a parametry exp.



Literatura

- Mnoho experimentálních prací – obsahují základní závislosti, empirické vztahy atp.
 - Klíčová slova: Rolling resistance on sand/granular material
 - Přístup:
 - Google Scholar
 - Konzultant úlohy, což jsem já 😊
 - Nebo jinak...
- 