

Superkavitace



Roman Káčer | Miroslav Šaur | Jakub Veselý

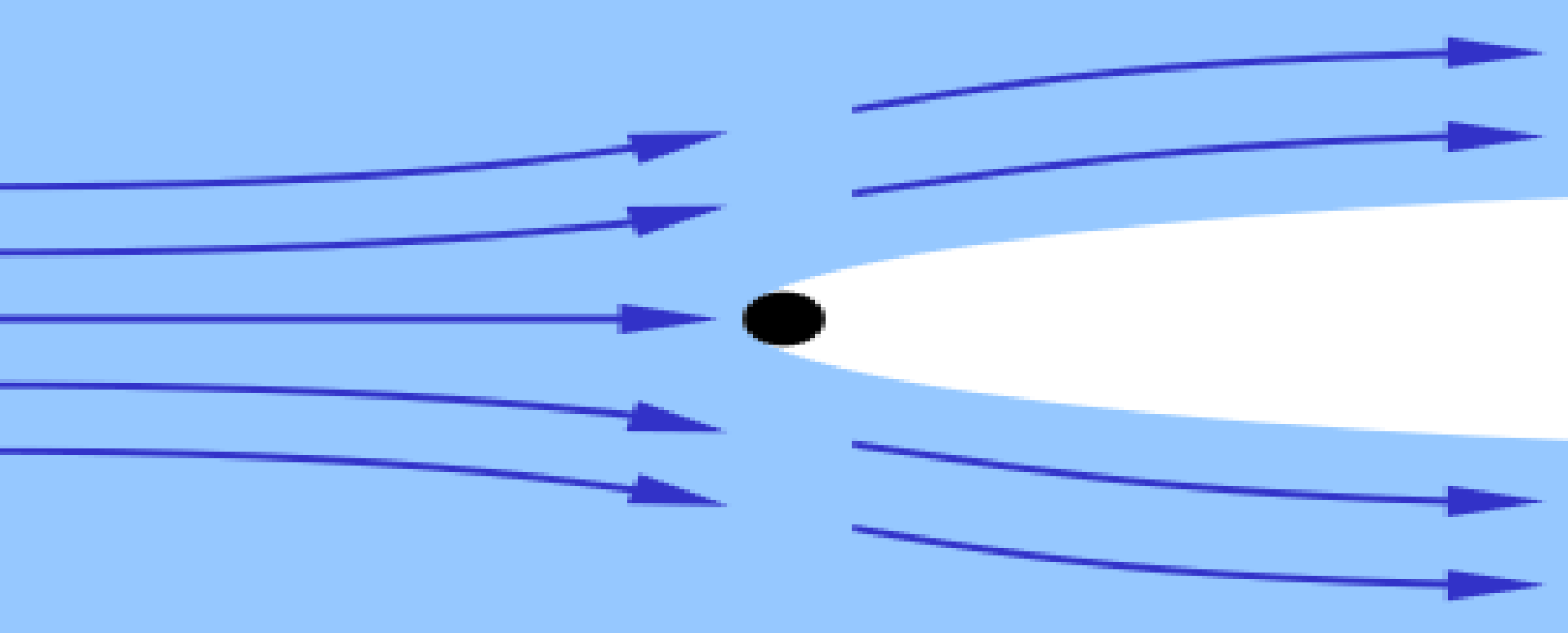


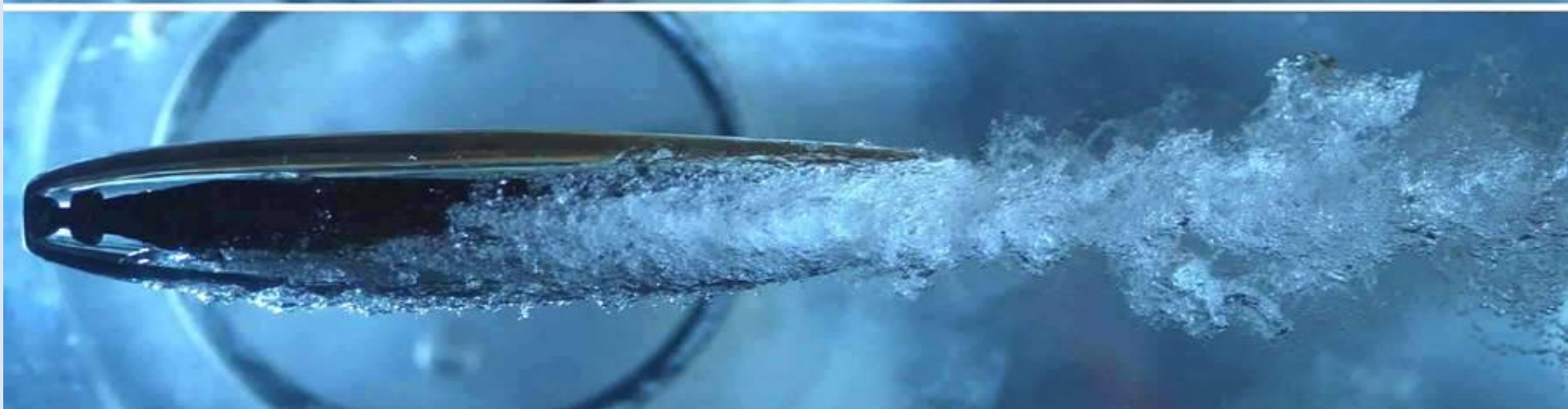
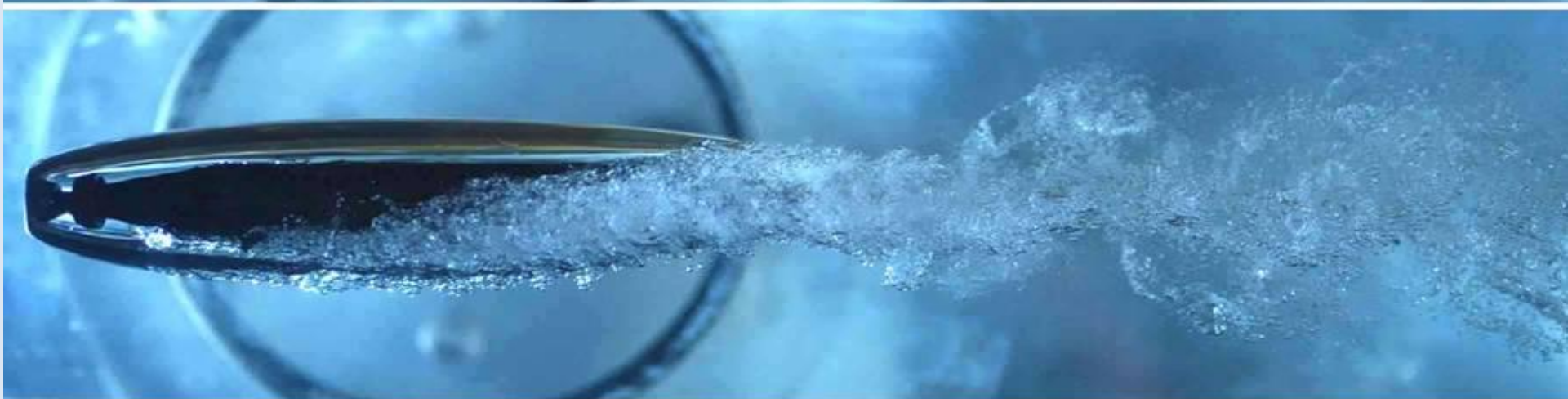
Fyzikální seminář | LS 2012

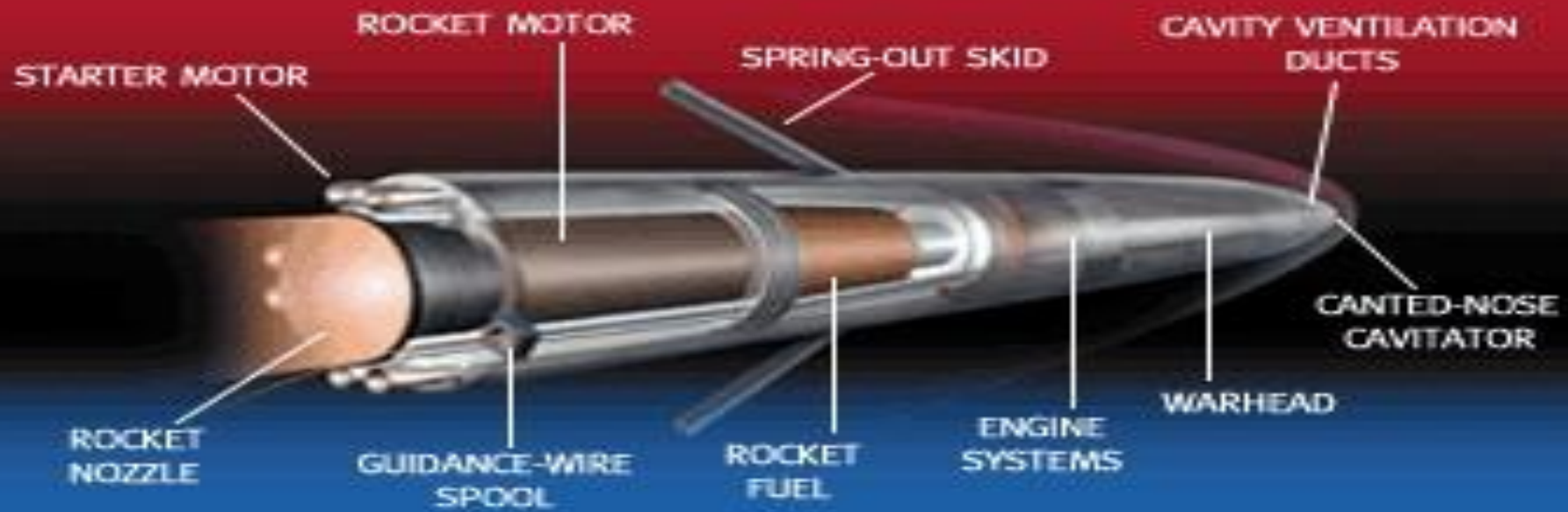
- 1| úvod do teorie
- 2| experiment 1
- 3| experiment 2
- 4| využití v budoucnu
- 5| závěr

úvod do teorie

- Co to kavitace je?
- Jedná se o vznik dutin v kapalině při lokálním poklesu tlaku, následovaný jejich implozí.
- Kavitace je zpočátku vyplněna vakuem, později se vyplní párou okolní kapaliny nebo do ní mohou difundovat plyny z okolní kapaliny. Při vymizení podtlaku, který kavitaci vytvořil, její bublina kolabuje za vzniku rázové vlny s destruktivním účinkem na okolní materiál.







úvod do teorie

- Výskyt:
 - (p_∞) Tlak nerozrušeného proudu
 - (p_c) Tlak rozrušené oblasti
 - (ρ) Hustota kapaliny
 - (V) Rychlost proudění kapaliny
- Superkavitační jevy nastávají při $\sigma > 0.1$. Klesající hodnotou σ se efektivita superkavitace zvyšuje a rozšiřuje i oblast.

$$\sigma = \frac{2(p_\infty - p_c)}{\rho V_\infty^2}$$

1. Zvýšení rychlosti nabíhajícího proudu:

- Jedná se vlastně o nejzákladnější způsob získávání superkavitačních jevů, jedná se o tzv. přírodní či výparovou superkavitaci.
- Pro vodu se $\sigma > 0.1$ dosahuje při rychlosti cca $V > 50 \text{ ms}^{-1}$. Tyto jevy nastávají pro $p_{\infty} = p_c$.

2. Snížení rozdílu $p_\infty - p_c$ snížením p_∞ :

- Jedná se spíše o teoretickou možnost, v praxi de facto nevyužitelnou. Nutná podmínka je ovlivňování tlaku nerozrušeného proudu což se dá provádět pouze u laboratorní aparatury

3. Snížení rozdílu $p_\infty - p_c$ zvýšením p_c :

- Tato metoda spočívá v ovlivňování mezní vrstvy kolem tělesa.
- Tato metoda se nazývá umělá superkavitace a za duchovního otce se považuje H. Reichardt který vedl výzkum v letech 1944-1945.
- Touto metodou se dá docílit $\sigma > 0.1$ pro rychlosti $V > 10 \text{ ms}^{-1}$
- D = Průměr vytvořené bubliny, L = Délka vytvořené bubliny

$$\frac{D}{L} = 0,793 \cdot \sigma^{0,625}$$

$$V_g > V_\infty \sqrt{\frac{\rho}{\rho_g} (1 + \sigma)} \approx 28.6 \left(1 + \frac{\sigma}{2} \right) V_\infty$$

1. Metoda plynového zdroje

- Postup spočívá ve vytvoření vzduchové kapsy kolem objektu vypouštěním vhodného plynu před objekt.
- Tlak plynu musí být vyšší než tlak tekutiny, ve které se objekt pohybuje.
- Ze vzorce je jasně vidět, že tlak plynu musí dosahovat vysokých hodnot.
- Díky vysokému tlaku plynu proudícího v kapse jsou kavitační stěny jsou rozrušovány, dochází k silnému turbulentnímu proudění a může dojít ke zhroucení kavitační bubliny.
- Z tohoto důvodu se tato metoda příliš nepoužívá.

2. Schéma L. I. Sedova

- Místo vypouštění plynu zde dochází k vypouštění proudu vody proti přicházejícímu proudu a vyfukováním plynů do tzv. „statické zóny“.
- Nejsložitější řešení, ale s největším potenciálem

3. Vypouštění plynů za tupou „přídí“

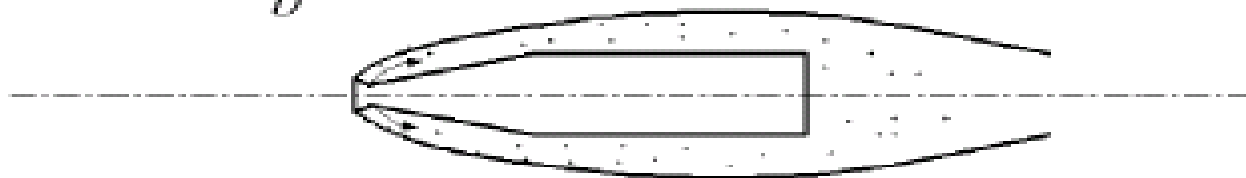
- Dnes nejpoužívanější metoda, vyznačuje se především nejstabilnějším udržením kavitační bubliny.
- Nabíhající proud narazí na tupou příd', nabíhající proud je zcela rozrušen a vypouštěním plynu se dá dosáhnout kavitační bubliny. Experimenty prokázaly, že nezáleží na umístění zdroje plynu v bublině.



a



b



c

- 1| úvod do teorie
- 2| experiment 1
- 3| experiment 2
- 4| využití v budoucnu
- 5| závěr

experiment 1

- Střílení ze vzduchovky do různých kapalin (voda, lehčí alkohol, olej s vyšší viskozitou)
- chování kapaliny dle hustoty

- 1| úvod do teorie
- 2| experiment 1
- 3| experiment 2
- 4| využití v budoucnu
- 5| závěr

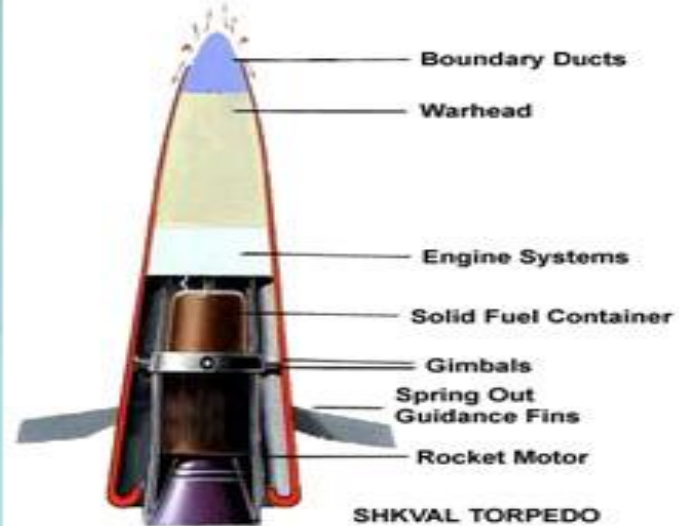
experiment 2

- Ukázka kavitační bubliny na statickém tělese
- Rychlost kapaliny
- Velikost kavitační bubliny při určitých rychlostech kapaliny

- 1| úvod do teorie
- 2| experiment 1
- 3| experiment 2
- 4| využití v budoucnu
- 5| závěr

využití v budoucnu

- Trysky na špici torpéda => vzduchová kapsa (vytlačován plyn)
- Super-kavitační šroub – nad 85 kmh^{-1}
- Torpéda
- Ponorky
- Doprava mezi Evropou a Amerikou



Source: Region State Research and Production Enterprise



Source: Tommax

obsah

- 1| úvod do teorie
- 2| experiment 1
- 3| experiment 2
- 4| využití v budoucnu
- 5| závěr

reference

- NOSKIEVIČ, Jaromír. Kavítace. 1. vyd. Praha: Academia Praha, 1969. 280s. ISBN 509-21-875
- SUPERKAVITACE, [online], Dostupné na World Wide Web: <http://herodes.feld.cvut.cz/nonlin/superkavitace/superkav.php>
- TRIBOSON. Kavítace [online]. Dostupný z WWW: <http://www.triboson.com/kavitace.htm>
- Vojenno-promyšlennyj kurjer, Oružie Rossii 2004, podklady NPO Region, MilitaryPeriscope.com, GlobalSecurity.org
- Steven Ashley: Warp Drive Underwater, Zbyněk Růžička: Supercavitace, Jane's Intelligence Review, Russia's Arms Catalog, WWW stránky firmy Raytheon
- Bálint Vanek: Control Methods for High-Speed Supercavitating vehicles, Ph.D thesis, University of Mineosta.
- Semenko, Vladimir N.: Artificial Supercavitation. Physics and Calculation, National Academy of sciences, Ukraine.

závěr



děkujeme za pozornost



fyzikální seminář | LS 2012