

2. MERJENJE HITROSTI TEKOČINSKEGA TOKA

(izvedi vajo samo z Venturijevo cevjo)

Širši okvir

Uporaba Bernoullijeve enačbe.

Naloga

Z meritvijo zastojnega tlaka pri Pitotovi cevi določi hitrost zračnega toka!

Z meritvijo razlike tlakov pri obeh različnih presekih v Venturijevi cevi, določi povprečno hitrost in volumski tok zraka skozi cev!

Z Venturijevo ali Pitotovo cevjo umeri merilnik hitrosti na vročo nit!

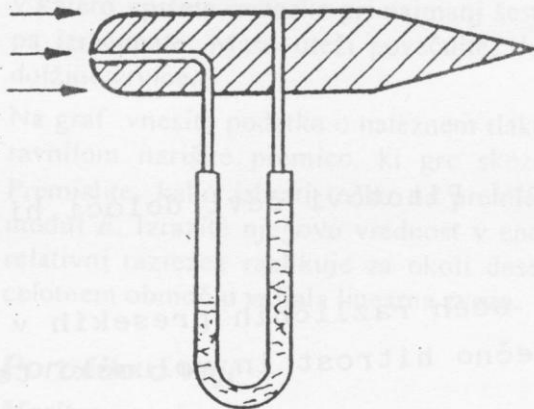
Razlaga

Bernoullijeva enačba $p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$

se poenostavi, če zrak v eni točki miruje, v drugi pa se nemoteno giblje s hitrostjo v . Razlika tlakov med obema točkama je

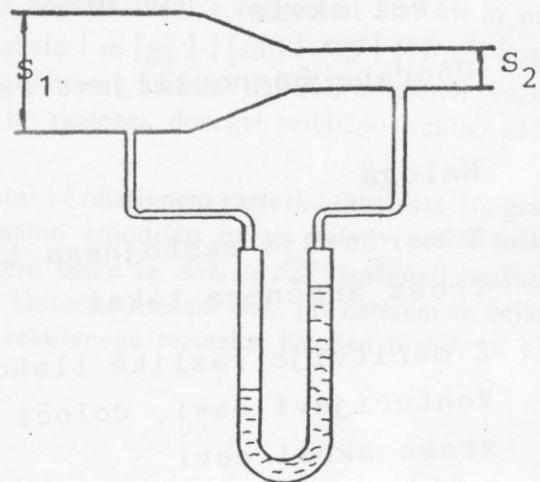
$$\Delta p = \frac{1}{2} \rho v^2$$

Tej razliki tlakov pravimo **zastojni tlak**. Zastojni tlak merimo s Pitotovo cevjo (Prandtl-Pitot). Iz njega določimo hitrost v . Pitotova cev je posebej primerna za določitev profila hitrosti v zračnem curku.



Slika 1

Pitotova cev



Slika 2

Venturijeva cev

Za merjenje hitrosti povprečnega zračnega toka se uporablja Venturijeva cev. To je cev z dvema različnima presekom S_1 in S_2 . Ko se zrak giblje skozi cev, je hitrost pri večjem preseku manjša kot pri manjšem, saj velja $S_1 v_1 = S_2 v_2$, volumski tok je konstanten v dani cevi. Z Venturijevo cevjo izmerimo razliko tlakov pri obeh različnih presekih, kjer sta priključena na vodni manometer. Iz Bernoullijeve enačbe

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad \text{in} \quad S_1 v_1 = S_2 v_2$$

lahko izračunamo hitrost pri večjem preseku

$$v_2 = \sqrt{\frac{2(p_2 - p_1)}{\rho \left(1 - \frac{S_2^2}{S_1^2}\right)}}$$

Pribor

- Pitotova cev
- Venturijeva cev
- vodni manometer
- sesalec
- cev na vročo nit
- nizkonapetostni izvir
- ampermeter.

Potek dela

Zračni tok si naredimo s sesalcem za prah. Pri običajni rabi je cev za prah priključena tako, da sesalec vleče prah skozi cev v vrečko, kjer se prah odlaga. Mi cev priključimo na nasprotni strani, vrečko za prah pa odstranimo. Tako sesalec piha zrak iz cevi.

Pripravi vodni manometer in priključi nanj Pitotovo cev. Postavi Pitotovo cev v zračni tok in izmeri razliko višin vode v obeh krakih manometra, v osi curka in na nekaterih razdaljah od osi. Hitrost zračnega toka izračunaš z enačbo

$$V = \sqrt{\frac{2 \Delta p}{\rho_z}} = \sqrt{\frac{2 \rho_v g h}{\rho_z}}$$

ρ_v - gostota vode
 ρ_z - gostota zraka

Meritev ponovi na več razdaljah od ustja sesalca in za vsako nariši porazdelitev hitrosti odvisno od osne razdalje.

Odpri vodovodno pipo in postavi Pitotovo cev, vezano na Hg manometer v vodni curek. Preizkusi, kako se spreminja zastojni tlak in z njim hitrost vode v curku, če premikaš Pitotovo cev gor in dol po curku. Oglej si Venturijevo cev, pomeri oba notranja premera in izračunaj razmerje presekov $S_2 : S_1$. Večji presek V. cevi naj bo prirejen tako, da se kar natakne na cev sesalca. Priključi manome-

ter k V. cevi in poženi sesalec. Izmeri razliko višin vode v manometru in izračunaj hitrost zračnega toka pri manjšem preseku cevi

$$v_1 = \sqrt{\frac{2 e_v gh}{e_z \left(1 - \frac{S_2^2}{S_1^2}\right)}}$$

Izračunaj tudi hitrost toka pri večjem preseku. Kolikšen je volumski tok zraka, ki ga daje sesalec?

Merilnik hitrosti na vročo nit

V cev, po kateri se giblje zrak, napeljemo tanko žico iz cekasa, konca žice priključimo na dovodni žici, ki ju priključimo na nizkonapetostni izvir prek ampermetra. Najprej žico segrejemo do rahlega žarenja, ko skozi cev ni zračnega toka. Ampermeter pokaže tok. Če teče zrak skozi cev, se žica ohladi, upor se zmanjša, tok se povečuje. Električni tok, ki ga kaže ampermeter, je odvisen od hitrosti zračnega toka. Ampermeter umerimo z Venturijevo cevjo.

Premisli, preuči ali vprašaj učitelja

1. Ali ima pine $\frac{v^2}{2}$ isto enoto?

2. Ali bi bila Pitotova cev na čelni strani lahko ravno odrezana in ne zaobljena?