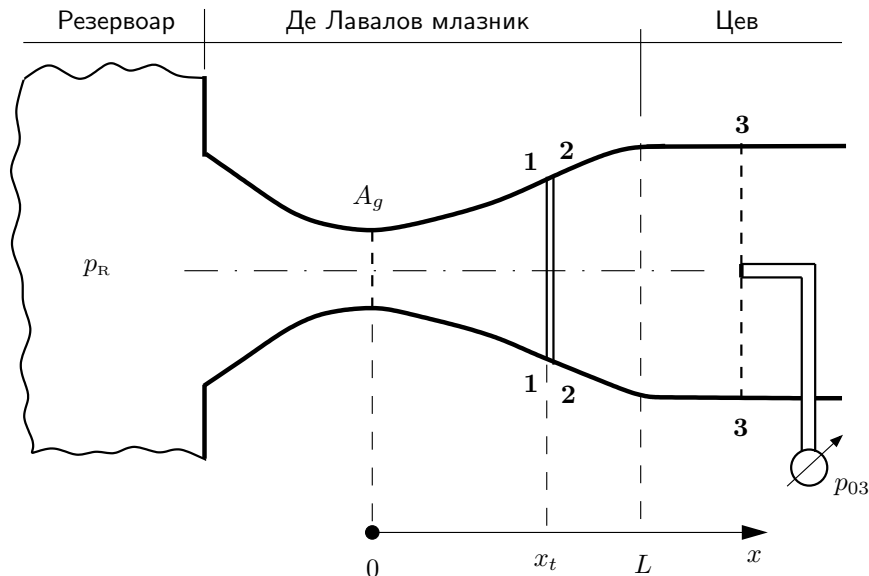


МЕХАНИКА ФЛУИДА М**Динамика једнодимензијских струјања гасова**

1. У пресеку 1 конвергентног дела Де Лаваловог млазника познати су следећи подаци: $u_1 = 150 \text{ m/s}$, $p_1 = 100 \text{ kPa}$ и $t_1 = 20^\circ\text{C}$. Ако млазник ради у прорачунском режиму, и ако је површина грла млазника $A_g = 0,1 \text{ m}^2$, одредити масени проток кроз млазник.
2. На резервоар у коме се налази компримовани ваздух температуре $T_R = 500 \text{ K}$ прикључен је конвергентно дивергентни млазник, са површином грла $A_g = 3 \text{ cm}^2$ и површином излазног попречног пресека $A_e = 12 \text{ cm}^2$. У излазном пресеку су измерене следеће вредности $p_{0,e} = 250,6 \text{ kPa}$ и $p_e = 240,1 \text{ kPa}$. Израчунати масени проток кроз млазник. Да ли се при задатим вредностима формира прав ударни талас у овом млазнику? Ако је одговор потврђан одредити вредности Маховог броја испред и иза таласа и површину попречног пресека млазника на месту ударног таласа.
3. Компримовани ваздух струји из резервоара кроз Де Лавалов млазник и потом кроз кружну цев константног пречника. У резервоару влада тотални притисак $p_R = 1,63 \text{ bar}$. Зависност површине попречног пресека у дивергентном делу млазника од подужне координате x је дата изразом

$$A = A_g \left[1 + \left(\frac{x}{L} \right)^2 \right], \quad 0 \leq x \leq L,$$

где је A_g површина попречног пресека грла млазника. Режим рада је такав да се у дивергентном делу млазника јавља прав ударни талас, на растојању $x = x_t$. У пресеку 3 цеви налази се Питоова сонда чије је показивање $p_{03} = 1,2 \text{ bar}$.

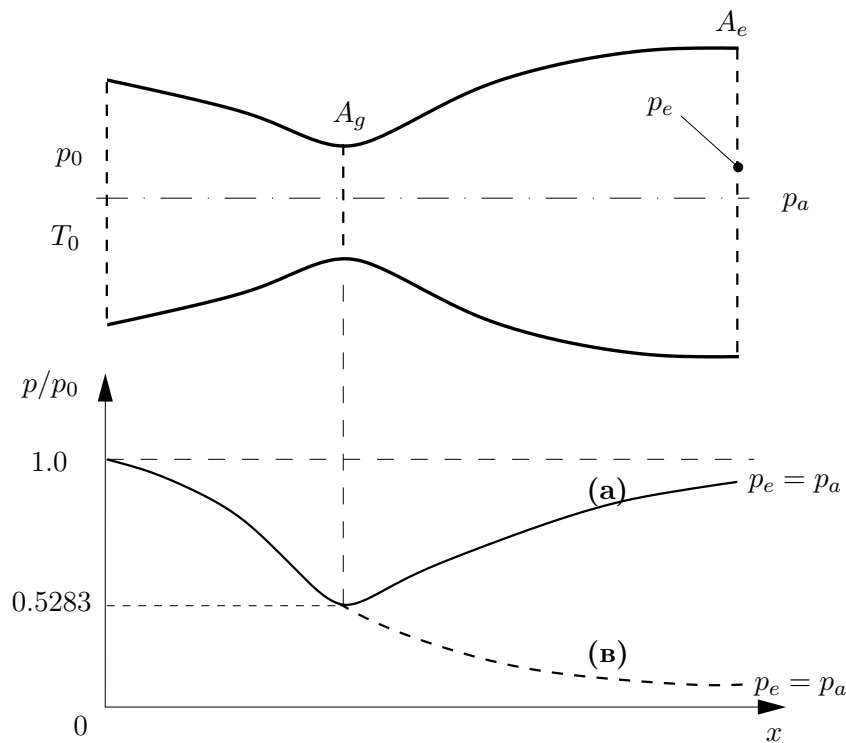


- (а) Одредити бездимензијско растојање x_t/L које одређује положај правог ударног таласа у дивергентном делу млазника.
- (б) Одредити Махов број у пресеку 3.

Струјање је стационарно и, са изузетком струјања кроз прав ударни талас, **изентропско** у целом разматраном домену.

4. Ваздух струји из великог резервоара кроз конвергентно-дивергентни млазник. Температура у резервоару је константна и износи $T_0 = 400 \text{ K}$. Површина излазног попречног пресека је $A_e = 10 \text{ cm}^2$, док је површина грла млазника $A_g = 6.95 \text{ cm}^2$. При вредности притиска околине на излазу из млазника $p_a = 138 \text{ kPa}$, млазник је загушен ($M_g = 1$), али је струјање у дивергентном делу млазника дозвучно. Струјање кроз млазник се може сматрати изентропским.

- (а) Колики је притисак у резервоару?
- (б) Колики је масени проток кроз млазник?
- (в) Одредити вредност притиска у излазном пресеку, као и Махов број у истом пресеку тако да он ради у прорачунском режиму. Притисак и температура у резервоару остају исти.
- (г) При којој вредности притиска околине p_a ће се појавити прав ударни талас у излазном пресеку? Колики ће бити масени проток кроз млазник у том случају? Притисак и температура у резервоару остају исти.

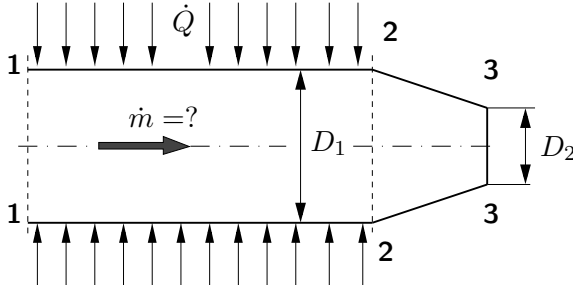


Слика 1: Струјање ваздуха кроз конвергентни млазник: (а) изентропско, дозвучно струјање у читавом млазнику, (в) прорачунски режим млазника, дозвучно изентропско у дивергентном делу и надзвучно изентропско струјање у дивергентном делу. У оба случаја млазник је загушен, тј. у грлу млазника је $M = 1$.

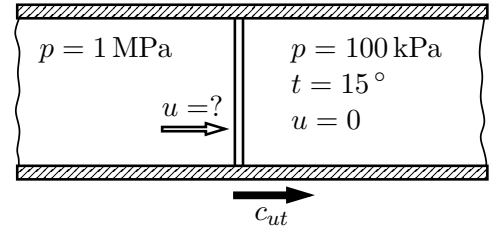
5. Посматра се струјање ваздуха кроз Лавалов млазник чија је површина грла $A_g = 0.25 \text{ m}^2$. Млазник је повезан са резервоаром у коме су притисак и температура ваздуха 2 bar и 500 K . У излазном пресеку су познати подаци за температуру и притисак : $T_e = 488.3 \text{ K}$ и $p_e = 80 \text{ kPa}$.

- (а) Да ли се у овом млазнику и при овим условима струјања формира ударни талас? Образложити.
- (б) Ако је одговор на питање под (а) потврђан, на ком месту се у млазнику формира прав ударни талас (колика је површина тог попречног пресека млазника)?
- (в) Скицирати расподелу притиска дуж млазника.

6. Ваздух улази дозвучном брзином (пресек 1) у цев константним масеним протоком $\dot{m} = 1,2 \text{ kg/s}$. Ваздуху се приликом струјања преда количина топлоте у јединици времена $\dot{Q} = 650 \text{ kW}$, и при томе се у излазном пресеку цеви достиже Махов број $M_2 = 1$, и вредности притиска $p_2 = p_k = 95 \text{ kPa}$ и температуре $T_2 = T_k = 700 \text{ K}$. Одредити брзину струјања и тотални притисак у улазном пресеку 1.



Слика 2. Шести задатак.



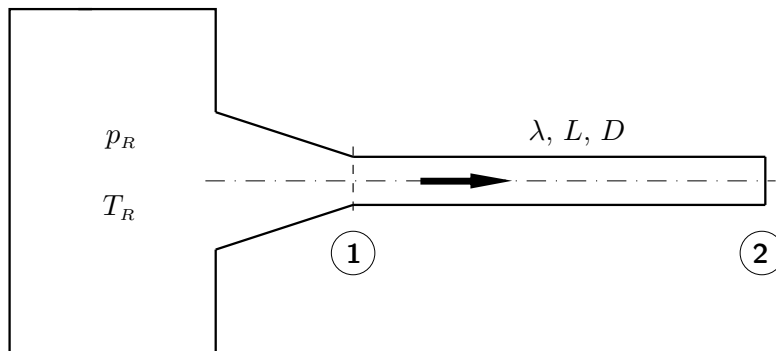
Слика 3. Седми задатак.

7. Ваздух струји кроз праву цев и конвергентни млазник. Познати су следећи подаци:

- Махов број и притисак у пресеку 3, $M_3 = 0,8$ и $p_3 = 1 \text{ bar}$,
- количина топлоте у јединици времена која се равномерно доводи ваздуху током његовог струјања кроз праву цев $\dot{Q} = 465308 \text{ W}$,
- температура у пресеку 2, $T_2 = 600 \text{ K}$,
- пречници цеви и излазног пресека конвергентног млазника $D_1 = 200 \text{ mm}$ и $D_2 = 169,3 \text{ mm}$.

Одредити масени проток кроз цев, као и у Махов број у пресеку 1.

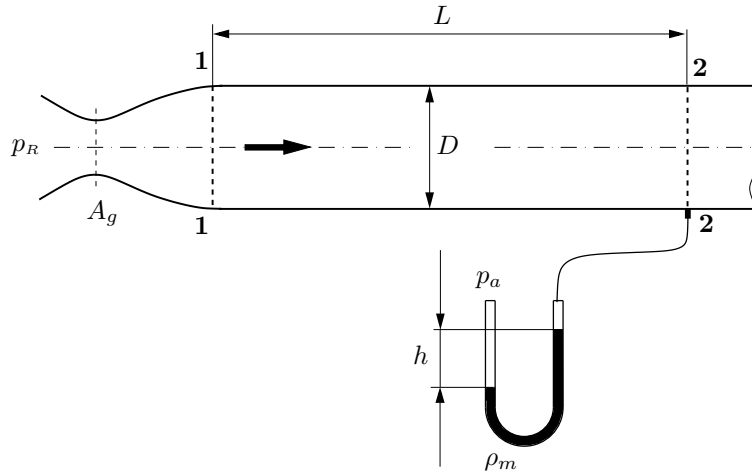
8. У цеви у којој се налази мирни ваздух ($p = 100 \text{ kPa}$, $t = 15^\circ$), долази до експлозије и до стварања правога ударног таласа који се креће константном брзином c_{ut} кроз цев. Израчунати брзину кретања ударног таласа c_{ut} , као и брзину струјања ваздуха у зони експлозије, ако је притисак у цеви након проласка таласа $p = 1 \text{ MPa}$. Сматрати да је струјање адијабатско и да се сви ефекти трења могу занемарити.



Слика 4. Девети задатак.

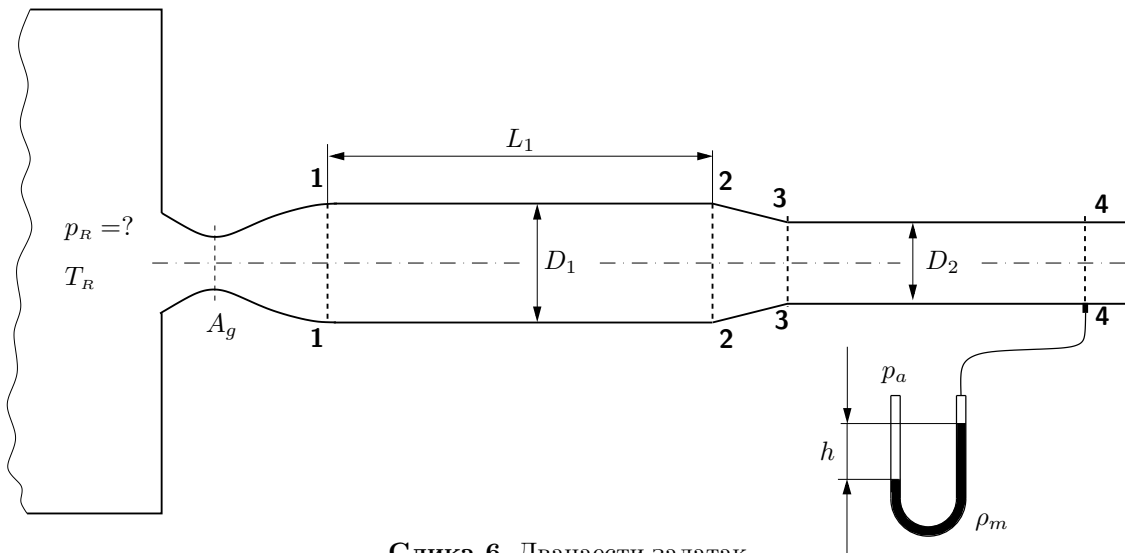
9. Топлотно изолована цев пречника $D = 50 \text{ mm}$ и дужине $L = 0,5 \text{ m}$ наставља се на конвергентни млазник који је повезан са резервоаром у коме се налази компримовани ваздух. У резервоару влада притисак $p_R = 1 \text{ MPa}$ и температура $T_R = 500 \text{ K}$, а средњи коефицијент трења у цеви је $\lambda = 0,02$. Колики је максимални проток који се може остварити кроз систем и колики су притисци у пресецима 1 и 2? Колики ће бити максимални масени проток ако се цев уклони и ако се струјање одвија само кроз млазник? Струјање кроз млазник посматрати као изентронско у оба случаја.

10. Надзвучна струја ваздуха ($M_1 = 3$) улази у адијабатски изоловану цев константног пречника $D = 0,5$ m и дужине $L = 9$ m. Средња вредност коефицијента трења у цеви је 0,02. При ком односу притиска у излазном пресеку цеви и тоталног притиска у улазном пресеку цеви ће се формирати прав ударни талас на растојању $x = 3$ m од улазног пресека?
11. На конвергентно-дивергентни млазник, наставља се адијабатски изолована цев. Површина грла млазника је $A = 10,23$ cm², док је пречник цеви $D = 50$ mm. Млазник ради у прорачунском режиму, и струјање у њему се може сматрати изентропским. Тотални притисак на улазу у млазник је $p_0 = 3$ bar, док је показивање манометра са живом $h = 40$ cm. Одредити колика је дужина цеви L између пресека 1 и 2. Остали познати подаци: $\rho_m = 13600$ kg/m³, $\lambda = 0,01$ и $p_a = 101325$ Pa.



Слика 5. Једанаести задатак.

12. На резервоар у коме се налази ваздух прикључен је конвергентно-дивергентни млазник на који се наставља адијабатски изолована цев дужине $L_1 = 3$ m и пречника $D_1 = 200$ mm, потом на њу конвергентни млазник и на њега још једна адијабатски изолована цев и пречника $D_2 = 180$ mm.



Слика 6. Дванаести задатак.

Коефицијенти трења обе цеви су једнаки и износе $\lambda = 0,025$. Познати и следећи подаци: атмосферски притисак $p_a = 100$ kPa, температура ваздуха у резервоару $T_R = 400$ K, температура у пресеку 4, $T_4 = 310$ K, површина попречног пресека грла млазника $A_g = 46,27$ cm², показивање диференцијалног манометра са живом ($\rho_m = 13600$ kg/m³) $h = 400$ mm. Одредити вредности Махових бројева у карактеристичним пресецима. Сматрати да је струјање у млазницима изентропско.