

TEORIA GENERALA A CIRCULAȚIUNI GAZELOR IN CONDUCTE

Când un fluid circulă într'un conduct, întâmpină, din cauza frecării de pereți conductului, a schimbării lui de direcțiune și de secțiune, rezistențe cari produc o oare-care *pierdere de presiune* (perte de charge) și prin urmare reduce viteza de scurgere; pierderea de presiune sau de încărcare poate servi pentru a măsura rezistența. Diferitele rezistențe cari se manifestă în scurgerea unui gaz printr'un conduct sunt : frecarea de pereți conductului, schimbarea de direcțiune, și în fine variația secțiunii ; în adevăr, moleculele gazului cari sunt în contact cu pereți, întâmpină din cauza frecării, o rezistență care micșorează viteza de scurgere pe de o parte, iar pe de altă parte această acțiune se comunică din strat în strat până în centrul conductului așa în cât în această regiune viteza este maximă, iar către pereți ea este minimă. Dacă (E) reprezintă presiunea la originea conductului și (e) presiunea la finele lui, după numeroasele experiențe făcute de D-nii *Girard, d'Aubuisson* și *Piculet* rezultă, că pierderea de presiune provenită din cauza frecării moleculelor este exprimată prin relație.

$$(1) \quad E - e = \frac{KXl}{\omega} \cdot \frac{dV^2}{2g} \text{ în care}$$

E—e reprezintă pierderea de presiune datorită frecării.

d=densitatea gazului în raport cu apa.

l=lungimea totală a conductului.

X=perimetru.

ω =secțiunea presupusă constantă.

K=coeficientul de frecare care depinde de natura pereților.

V=viteza medie constantă ¹⁾.

¹⁾ Se numește viteza medie într'o secție oare-care, viteza care multiplicată cu secțiunea să ne reprezinte volumul de gaz care se scurge.

$$Q = \omega V = \frac{\pi D^2}{4} V.$$

Termenul $\frac{KXl}{\omega}$ se numește coeficientul de rezistență.

$$R = \frac{KXl}{\omega}.$$

Experiențele făcute cu conducte de fer au dat ca rezultat pentru coeficientul K: $K=0,006$.

La finele conductului presiunea este

$$e = \frac{dV^2}{2g} \quad (2)$$

prin urmare ecuația (1) devine:

$$E - e = R e \text{ de unde}$$

$$e = \frac{E}{1+R}$$

din relația (2) vom obține viteza (v)

$$v = \sqrt{\frac{2GE}{d(1+R)}}$$

la origine presiunea va fi: $E = \frac{dV^2}{2g}$

(v) și (V) fiind vitezele la originea și la finele conductului. Dacă gazul s'ar scurge dintr'un recipient printr'un ajutoraj, vom avea un coeficient de contracțiune ca în cazul lichidelor:

$$\varphi = \frac{v}{V} \text{ de unde } V = \frac{v}{\varphi} \quad (3)$$

în cazul acesta coeficientul de rezistență (R) va fi:

$$R = \left(\frac{1}{\varphi^2} - 1 \right)$$

iar pierderea de presiune produsă de contracțiune va fi exprimată prin:

$$E - e = \frac{dV^2}{2g} - \frac{dv^2}{2g} \text{ înlocuind } (V^2) \text{ prin}$$

$$V^2 = \frac{v^2}{\varphi^2} \text{ din relația (3) vom obține}$$

$$E - e = \frac{dv^2}{2g\varphi^2} - \frac{dv^2}{2g} = \frac{dv^2}{2g} \left(\frac{1}{\varphi^2} - 1 \right) = Re$$

În cazul când recipientul este prevăzut cu un

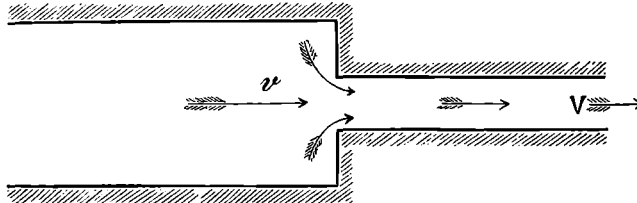
ajutaj conic, suprimând ori-ce contracțiune vom avea $\varphi=1$ căci în cazul acesta coeficientul de contracțiune (φ) depinde de unghiul (d) din vârful conului; și când $d=30^\circ$ D-nu *Peccelet* a găsit $\varphi=1$ așa dar $R=0$ iar viteza (V) a gazului va fi:

$$V = \sqrt{\frac{2GE}{d}}$$

pentru un tub cilindric de secțiune circulară și de diametru (D) vom avea:

$$\begin{aligned} X &= \pi D^2 \\ \omega &= \frac{\pi D^2}{4} \text{ de unde} \\ \frac{X}{\omega} &= \frac{4}{D} \text{ prin urmare} \\ R &= \frac{4KL}{D} \end{aligned}$$

Variațiunile de secțiune produc de asemenea pierderi de presiune; dacă (v) și (V) sunt vitezele în recipient și după eșirea gazului din recipient (fig. 1)



(Fig. 1)

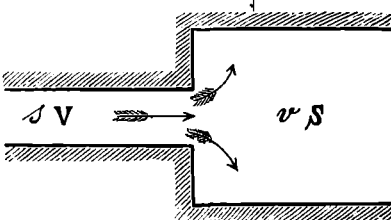
după eșirea gazului rezultă o pierdere de presiune exprimată prin:

$$\frac{dV^2}{2g} \left(\frac{1}{\varphi^2} - 1 \right)$$

φ = coeficient de contracțiune = 0,83.

În cazul când secțiunea conductului mărește într'un mod brusc (fig. 2) pierderea de presiune va fi exprimată prin diferența de viteză ($V-v$);

$$E = \frac{(V-v)^2 d}{2g}$$



(Fig. 2)

1) Ser. Când un gaz se află în mișcare presiunea sa totală se compune din presiunea vie și din presiunea moartă sau statică.

Presiunea vie este $\frac{dV^2}{2g}$ care corespunde la viteza de scurgere; presiunea moartă este indicată de un manometru așezat în conduct normal curentului. Suma presiunii vie și moartă, este presiunea totală sau dinamică indicată de manometru. Dacă (p) este presiunea moartă în conductul de secțiune (s) și (p') presiunea moartă în (S); pierderea de presiune va fi:

$$E = p + d \frac{V^2}{2g} - \left(p' + d \frac{v^2}{2g} \right) = \frac{d}{2g} (V-v)^2$$

$$\text{înșă } \frac{V}{v} = \frac{S}{s} \text{ de unde } v = V \cdot \frac{s}{S}$$

prin urmare pierderea de presiune în funcție de (V) va fi:

$$E = \frac{(V-v)^2 d}{2g} = \frac{\left(V - V \frac{s}{S} \right)^2 d}{2g} = \frac{dV^2}{2g} \left(1 - \frac{s}{S} \right)^2$$

această expresiune poate fi exprimată și în funcția de viteza (v):

$$E = \frac{\left(v \frac{S}{s} - v \right)^2 d}{2g} = \frac{dv^2}{2g} \left(\frac{S}{s} - 1 \right)^2$$

Când conductul ABCDEF (fig. 3) prezintă o porțiune (CD) al cărui diametru este mai mic.

Vom avea o pierdere de presiune în (AB) exprimată prin relația:

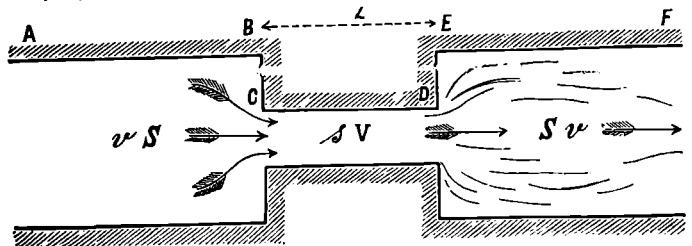
$$\frac{V^2 d}{2g} \left(\frac{1}{\varphi^2} - 1 \right)$$

în conductul (CD) vom avea o pierdere de presiune datorită frecării, exprimată prin:

$$\frac{V^2 d}{2g} \cdot \frac{K \cdot X \cdot L}{s}$$

în trecerea gazului în conductul (EF) există earăș o pierdere de încărcare (presiune) de formă:

$$\frac{V^2 d}{2g} \left(1 - \frac{s}{S} \right)^2$$



(Fig. 3)

Așa dar pierderea totală va fi:

$$E = \frac{V^2 d}{2g} \left[\left(\frac{1}{\varphi^2} - 1 \right) + \frac{K \cdot X \cdot L}{s} + \left(1 - \frac{s}{S} \right)^2 \right]$$

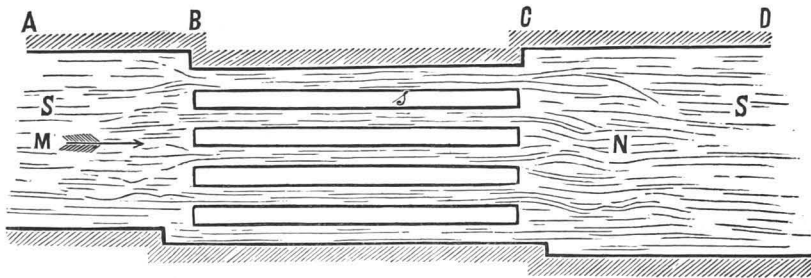
dacă neglijem frecarea în conductul (CD) această formulă se simplifică și vom avea:

$$E = \frac{V^2 d}{2g} \left[\left(\frac{1}{\varphi^2} - 1 \right) + \left(1 - \frac{s}{S} \right)^2 \right]$$

în această formulă coeficientul de rezistență totală este :

$$R = \left(\frac{1}{\varphi^2} - 1 \right) + \left(1 - \frac{s}{S} \right)^2$$

În unele aparate curentul gazos este nevoit a trece printr'un număr oare-care de tuburi; în acest caz este de însemnat că curentul se repartisează de-o potrivă în aceste tuburi, viteza este aceeași în fie-care din ele și diferența de presiune ($E - e$) (la perte de charge) între conductele (M) și (N) este aceeași pentru toate tuburile, (fig. 4).



(Fig. 4).

Va fi dar suficient de a face calculul pentru unul din ele ; dacă (S) este secțiunea tubului (AB) și (s) secțiunea (ns) la ieșirea gazului în (C) devine (S) când curențele sunt reunite ; diferența de presiune va fi :

$$E = \left[\left(\frac{1}{\varphi^2} - 1 \right) + \frac{4Kl}{2} + \left(1 - \frac{ns}{S} \right)^2 \right] \frac{dV^2}{2g}$$

este de însemnat că dacă viteza de scurgere este aceeași în fie-care tub, rezistența provenită din cauza frecării moleculelor este aceeași pentru un tub ca și pentru un număr oare-care. Expresiunea generală a coeficientului de rezistență este :

$$R = \frac{4lX}{S}$$

pentru un singur tub de diametru (D) avem :

$$X = \pi D; S = \frac{\pi D^2}{4} \text{ așa dar}$$

$$R = \frac{4Kl}{D}$$

și pentru un număr de (n) de tuburi diametru (D) vom avea :

$$X = \pi n D; s = \pi n \cdot \frac{D^2}{4} \text{ și } R = \frac{4Kl}{D}$$

asă dar de aci se vede că coeficientul de rezistență este același.

Pierdere provenită din cauza frecării nu este

aceiași dacă se înlocuește un tub unic printr'un număr de (n) tuburi de aceeași secțiune totală, cu alte cuvinte lăsând să treacă cu aceeași viteză același volum de gaz ; dacă (D) este diametrul fiecăruia din cele (n) tuburi și (D') diametrul tubului unic, secțiunile fiind aceleași vom avea :

$$\frac{\pi D'^2}{4} = \pi n \frac{D^2}{4} \text{ de unde}$$

$$D' = D \cdot \sqrt{n}$$

pierdere de presiune provenită din cauza frecării în cele (n) tuburi este :

$$E = \frac{4Kl}{D} \cdot \frac{dV^2}{2g}$$

$$\text{și în tubul unic: } E' = \frac{4Kl}{D'} \cdot \frac{dV^2}{2g}$$

(K) și (K') fiind coeficienți de frecare pentru diametrele (D) și (D'), vitezele fiind aceleași vom avea din relațiile de mai sus :

$$\frac{E}{E'} = \frac{K}{K'} \cdot \frac{D'}{D} = \frac{K}{K'} \cdot \sqrt{n}$$

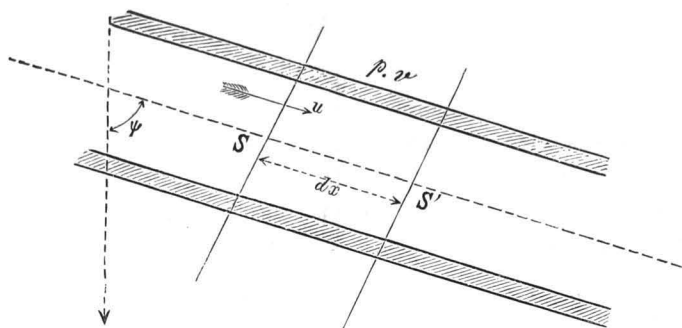
Experiența a demonstrat că pentru 100 de tuburi ($n = 100$) frecarea este de 10 ori mai mare în cele (n) tuburi.

Când dimensiunile unui conduct sunt date, vom putea calcula cu ajutorul formulelor de mai sus pierdere de presiune produsă de diferitele rezistențe; când presiunea motrice și originea conductului este cunoscută, se poate deduce presiunea care rămâne la cea-laltă extremitate, pentru a produce viteza de scurgere, sau invers, se poate calcula presiunea motrice necesară pentru a produce o viteză determinată.

Casul unui conduct înclinat.

Dacă considerăm un conduct înclinat (fig. 5) formând cu verticala un unghi (φ) și dacă (P) este

greutatea gazului, trebuie să determinăm pentru o secțiune (S): viteza gazului (u), volumul specific (v), temperatura (T) și în fine presiunea (p).



(Fig. 5).

Volumul gazului va fi :

$$P. v = S. u \quad (1)$$

a 2-a ecuațiune care trebuie stabilită este ecuațiunea *caracteristică* a gazelor :

$$p. v = RT \quad (2)$$

$$\text{în care } T = 273 + t \text{ și } R = \frac{p_0 v_0}{273}$$

R=fiind coeficientul de rezistență.

Este necesar de a căuta energia ¹⁾ totală a masei gazoase, când această masă ajunge la secțiunea (S') apropiată de secțiunea (S) de o cantitate (dx) ; această energie totală se compune din *energia cinetică* (forță vie), și din *energia interioară*. Energia cinetică este :

$$\frac{Pu^2}{2g}$$

când însă gazul ajunge în secțiunea (S'), augmentarea energiei cinetice va fi reprezentată prin expresia :

$$\frac{Pu \, du}{g}$$

iar creșterea energiei interioare va fi :

$$\frac{P.C}{A} \cdot dT \quad \text{în care}$$

C=căldura specifică.

¹⁾ Prin cuvântul energie, se înțelege facultatea de a executa un lucru mecanic, energia poate fi *actuală* (dynamica, cinetică) sau potențială, după cum lucrul se produce în realitate sau este cu posibilitate de a se produce.

William John Macquarn Rankine.

A=echivalentul mecanic al căldurii ¹⁾.

Acțiunile exterioare exersate asupra masei gazoase sunt : 1) Travalul presiunii exterioare, 2) ac-

țiunea gravitați, și înfine echivalentul mecanic a masei gazoase care traversează peretele conductului.

Determinarea acțiunii (lucrări) presiuni exterioare

Fie (p) presiunea exersată asupra gazului trecând prin secțiunea (S) ; pentru suprafața (S) vom avea presiunea (p. S) ; iar lucrarea presiunii (le travail de la pression) exersată asupra gazului va fi :

$$p. S. U$$

în secțiunea (S') vom avea o lucrare de contrapresiune —d (p. S. u)

Acțiunea gravitați lucrează în sensul circulațiunii gazului, așa dar vom avea :

$$P. dx. \cos \psi = \text{travalul greutatei.}$$

Transmisiunea căldurii prin pereți conductului se obține în modul următor : Fie (T₀) temperatura

¹⁾ Experiențele lui Hirn la Uzina de la Logelbach de lângă Colmar, au condus la determinarea valorii lui (A) și a găsit pentru această cantitate valori oscilând între $\frac{1}{420}$ și $\frac{1}{432}$.

În adevăr dacă (Q) reprezintă totalitatea căldurii exprimată în calorii produsă de o lucrare (Travail) (T) exprimată în kilogramometri, vom avea :

$$\frac{T}{Q} = T \text{ sau } T = QJ \text{ pe de altă parte :}$$

$$\frac{Q}{T} = A \text{ sau } Q = AJ : \text{ deci}$$

$$A = \frac{1}{J} \text{ sau } J = \frac{1}{A} \text{ pentru aer vom avea:}$$

$$J = \frac{P.v.\alpha}{C-c} = \frac{1033.1,293}{0,0689} \times \frac{1}{273} = 425$$

¹⁾ Kilogramometri care se admite astăzi pentru gazele permanente. Georges Dariès. *Conducteur des ponts et chaussées (La thermodynamique).*

mai inferioară cu (T), fie (M) coeficientul de transmisie; cantitatea de căldură transmisă prin pereți va fi:

$$M(T - T_0)$$

dacă (l) este perimetrul conductului cantitatea de căldură transmisă va fi:

$M(T - T_0) l \cdot dx$, iar echivalentul mecanic este:

$$\frac{M(T - T_0) l \cdot dx}{A}$$

egalând aceste expresii vom obține:

$$\frac{Pu \, du}{G} + \frac{P \cdot C}{A} \cdot dT = -d(p \cdot S \cdot u) + P \, dx \cos \psi - \frac{M}{A} (T - T_0) l \cdot dx \quad (3).$$

Această expresie se poate simplifica; considerăm ecuațiile fundamentale ale gazelor:

$$Pv = S \cdot u \quad (1)$$

$$p \cdot v = RT \quad (2)$$

de aci deducem:

$$\begin{aligned} p \cdot S \cdot u &= PRT \text{ și} \\ (4) \quad d(p \cdot S \cdot u) &= P \cdot R \cdot dT \end{aligned}$$

înlocuind această valoare în ecuația (3) vom avea:

$$\frac{Pu \, du}{G} + \frac{PC}{A} \cdot dT + PRdT + \frac{M}{A} (T - T_0) l \, dx = P \, dx \cos \psi \quad (5)$$

dividem această relație prin (P)

$$\frac{u \, du}{g} + \frac{C}{A} \cdot dT + RdT + \frac{Ml}{AP} (T - T_0) \cdot dx = dx \cos \psi \quad (6)$$

este de însemnat în această ecuație că numai temperatura (T) este variabilă, și viteza (u); de de asemenea:

$$C - c = AR \text{ de unde}$$

$$R = \frac{C - c}{A} \quad (1)$$

$$\text{raportul } \frac{C}{c} = K = 1,41 \text{ și}$$

$$c = \frac{C}{K}$$

înlocuind această valoare în (C - c) vom avea:

$$C - \frac{C}{K} = AR \text{ sau}$$

$$C \cdot \frac{K - 1}{K} = AR \text{ în definitiv}$$

$$\frac{C}{A} = \frac{K}{K - 1} \cdot R$$

Pentru a găsi valorile tuturilor necunoscute

¹⁾ Collignon (*Théorie nouvelle de l'écoulement des Gaz*).
C = căldura specifică a unui gaz sub un volum constant.
c = căldura specifică sub presiune constantă.

acestei chestiuni, mai avem nevoie de o ecuație, și pentru aceasta vom căuta două expresii a variației energiei interioare, bazându-ne pe ecuația fundamentală:

$$dQ = A(dU + p \cdot dv) \text{ de unde}$$

$$dU = \frac{dQ}{A} - p \cdot dv \text{ pe unitate de greutate.}$$

$$\frac{dQ}{A} = \text{represintă echivalentul mecanic al căldurii; așa dar variația energiei interioare va fi:}$$

$\frac{P \cdot C}{A} \cdot dT = \frac{Ml(T - T_0) \, dx}{A} + \frac{\beta Pl u^2 \, dx}{2g \cdot S} - P \cdot p \cdot dv \quad (7)$

în această formulă $\frac{Pu^2}{2g \cdot S}$ represintă pentru secțiunea (S) energia cinetică a masei gazoase în mișcare; $\frac{\beta Pu^2 \, dx}{2g \cdot S}$ represintă întinderea suprafeței de care se produce frecarea, iar $P \cdot p \cdot dv$ represintă lucrarea exterioară (le travail extérieure).

Ecuațiunea (7) se poate modifica; în adevăr dacă considerăm ecuațiile (1) și (2):

$$Pv = S \cdot u \quad (1)$$

$$p \cdot v = RT \quad (2)$$

și dacă devided aceste ecuațiuni vom obține:

$$\frac{p}{P} = \frac{RT}{S \cdot u}$$

diferențiând ecuațiunea (1) avem:

$$p \cdot dv = d(S \cdot u) \text{ și în definitiv}$$

$$p \cdot dv = RT d \left(\frac{S \cdot u}{S \cdot u} \right)$$

înlocuind aceste valori în ecuațiunea (7) vom avea:

$$\frac{P \cdot c}{A} dT + PRT d \left(\frac{S \cdot u}{S \cdot u} \right) + \frac{Ml}{A} (T - T_0) \, dx = \frac{\beta Pl}{2g \cdot S} u^2 \, dx \quad (8)$$

dividând prin (P) obținem:

$$\frac{c}{A} \cdot dT + RT d \left(\frac{S \cdot u}{S \cdot u} \right) + \frac{Ml}{AP} (T - T_0) \, dx = \frac{\beta l}{2g \cdot S} u^2 \, dx \quad (9)$$

(β) = fiind coeficientul de frecare în această ecuație putem înlocui

$$\frac{c}{A} = \frac{K}{K - 1} \cdot R$$

din ecuația (1) obținem volumul specific (v) în funcție de (u):

$$v = \frac{S \cdot u}{P}$$

iar din ecuația (1) și (2) combinate avem:

$$p = \frac{PRT}{S \cdot u}$$

ne va rămâne să determinăm (T) și (U); pentru aceasta trebuie să integrăm cele două din urmă ecuațiuni și să deducem (u) și (T) în funcție de (x).

În adevăr, am stabilit ecuațiunile următoare:

$$Pv = s.u \quad (1)$$

$$pv = RT \quad (2)$$

$$\frac{udu}{g} + \frac{KR}{K-1} dT + \frac{Ml}{AP} (T - T_0) dx = dx \cos \psi \quad (6)$$

$$\frac{KR}{K-1} dT + RTd\left(\frac{s.u}{s.u}\right) + \frac{Ml}{AP} (T - T_0) dx = \frac{\beta l}{2g.s} u^2 dx \quad (9)$$

dacă presupunem că pereți conductului sunt impermeabili căldurei, și dacă conductul este orizontal aceste ecuațiuni se simplifică și vom obține:

$$Pv = su \quad (1)$$

$$pv = RT \quad (2)$$

$$\frac{KR}{K-1} dT + \frac{udu}{g} = 0 \quad (6)$$

$$\frac{KR}{K-1} dt + RTd\left(\frac{s.u}{s.u}\right) = \frac{\beta l}{2g.s} u^2 dx \quad (9)$$

vom considera ca rezistență, numai frecarea masei gazoase de pereți conductului, și această rezistență are ca efect de a transforma în inergie interioară, o parte din energia cinetică. Dacă (u) este viteza după rezistență, energia cinetică va fi:

$$\frac{Pu^2}{2g}$$

Cantitatea de energie cinetică transformată în energie interioară (forță vie pierdută) va fi:

$Q = \frac{Pu^2}{2g}$ iar dacă admitem că nu există nici o frecare, energia ar fi:

$$\frac{Pu^2}{2g} (1 + Q) = \frac{PU^2}{2g} \quad (10)$$

U = este viteza calculată în cazul când nu ar exista nici o rezistență; din ecuația (10) deducem:

$$u^2 = \frac{U^2}{1+Q} = \varphi^2 U^2 \text{ însemnând } 1+Q = \frac{1}{\varphi^2}$$

$$Q = \frac{1}{\varphi^2} - 1 \text{ sau}$$

$$\varphi^2 = \frac{1}{1+Q} \text{ deci}$$

$$u = \varphi U \quad (11)$$

φ = un coeficient și Q = coeficientul de rezistență.

Scădând ecuațiunile (6) și (9) membru cu membru vom avea:

$$\frac{udu}{g} - RTd\left(\frac{s.u}{s.u}\right) = dx \cos \psi - \frac{\beta l}{g.s.2} \quad (12)$$

și dacă conductul este orizontal vom avea:

$$RTd\left(\frac{s.u}{s.u}\right) - \frac{udu}{g} = -\frac{\beta l}{2g.s} u^2 dx.$$

Așa dar cu ajutorul acestor ecuațiuni putem determina valorile necunoscutelor pe cari ni le-am propus, la începutul acestui studiu. Această chestiune și are mai cu deosebire interesul său, din punctul de vedere al distribuției gazului de luminat și al transportului forței motrice prin aer comprimat.

Stabilirea unei formule riguroase, va exige cunoștința condițiunilor termice ale circulației masei gazoase, și legea variațiuni de presiune; așa dar fără a comite o eroare apreciabilă se poate considera mișcarea gazelor ca isothermică, iar în ceea ce privește presiunea avem date foarte imperfecte.

De alt-fel chiar dacă am fi fixați asupra presiunii masei gazoase, formula generală a mișcării va fi destul de complicată după cum se vede din desvoltările de mai sus. de acum din punctul de vedere practic, lucru, de alt-fel care se urmărește în aplicațiunile industriale, vom obține rezultate suficient de exacte, aplicând formula relativă pentru lichide și pentru mișcarea gazelor:

$$\frac{1}{4} D J = \varphi (U)$$

în care $\varphi (V)$ reprezintă frecare raportată la unitate de suprafață a masei gazoase de pereți conductului; iar J = reprezintă pierderea de presiune pe unitate de lungime, adică pe metru; D = diametru interior al conductului; așa dar totul se reduce la determinarea funcțiunei $\varphi (V)$ determinarea acestei funcțiuni până astăzi nu se face într'un mod teoretic, ci prin experiență.

Prony a fost cel dintâiu și în urmă alți ingineri au căutat expresiunile empirice al acestei funcțiuni; pentru lichide această funcțiune a fost determinată de *Prony Barré de St. Venant, Darcy Flamant* etc.

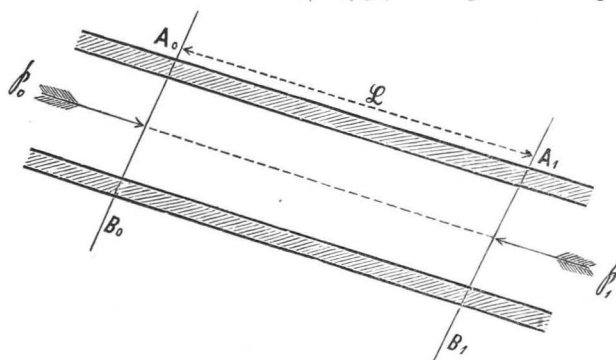
Pentru gaze, după experiențele D-lui *Arson*, asupra gazului de luminat și asupra aerului atmosferic care circulă cu tuburi de fontă sub o presiune mică, funcțiunea $\varphi (V)$ după formula lui *Prony* se determină

$$\varphi (V) = \rho g \{a U + b U^2\}$$

(a) și (b) fiind coeficienți numerici variabili cu diametru conductului; există table dresate de *Prony* în care anunță valorile confecțiilor (a) și (b).

Intre două secțiuni $A_0 B_0$ și $A_1 B_1$ (fig. 6) distanțe de lungimea (l), presiunile fiind (p_0) și (p_1) vom avea :

$$p_0 - p_1 = \frac{4l}{D} \rho g (aU + bU^2)$$



(Fig. 6).

ρg = reprezintă greutatea specifică a gazului; (U) = viteza medie de scurgere; iar cantitatea de gaz care se mișcă este dată prin formula :

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} U$$

Pentru determinarea cantităților (Q) (U) și (ρg) este necesar de a reduce aceste cantități la temperatura și la presiunea gazului care circulă.

Dacă (t) este această temperatură, Q_0 = volumul în metri cubi care se mișcă pe secundă, p presiunea totală a gazului în conduct (exprimată în atmosfere 10,33) vom calcula (a) prin formula :

$$Q = \frac{Q_0 (1 + \alpha t)}{p}$$

α = coeficientul de dilatație a gazului $\alpha = 0,00367$; de asemenea pentru greutatea specifică (ρg) dacă $(\rho g)_0$ este greutatea specifică la zero grade:

$$\rho g = \frac{(\rho g)_0 p}{1 + \alpha t}$$

pentru gazul de luminat $(\rho g)_0 = 0^k,530$ pentru aer:
 $(\rho g)_0 = 1^k,293$.

Există table dresate de Arson în care sunt exprimate volumul de gaz în litri și în metri cubi pe oră, diametrul conductului și în fine pierderea de presiune pentru o lungime de conduct $l = 1000$ metri.

G. H. Vartanovici
Inginer

NOTE ASUPRA ÎNTREȚINERII CALEI FERATE ¹⁾

VI. Mișcarea de svârcolire verticală a șinei sub roatele locomotivei.

În articolul precedent ²⁾, am arătat mișcarea verticală a traverselor; — și am spus că: strângând bine tirfoanele, așa ca să nu existe nici un joc între șini și traverse, putem obține d'o dată mișcările tuturor traverselor cu punctele corespunzătoare mișcări șinilor, în fie-care poziție a trenului.

Fig. 10, arată graficele obținute prin experiențele d-lui Couard, știind că, deplasarea verticală a fie-cărui punct al șinei corespunzător traverselor;—

pe măsură ce prima osie ajunge succesiv pe 1, 2, 3 și a 7 traversă la șinele de 5 metri și trece succesiv peste cele 12 traverse de la șina de 10 m. lungime. În această figură 10 se arată dar prin liniile trase svârcolirea șinilor pe dată ce prima osie calcă pe capul șinei de 5 m. până ce această osie ese de pe șina de 11 m.; prima osie în diferitele ei faze este represintată prin punctul negru.

5. S'a constatat în general, că toate încheeturile fără osebite se afundă în balast mai mult ca restul șinilor; și că din pricina acestei afundări a încheeturilor, toate dricurile vehiculelor și mașinilor, primesc o mișcare de galopare, care este cu atât

¹⁾ Vezi Buletinul Soc. Politehnice No. 1, Ianuarie din 96, pag. 26.
Idem > > No. 2, Februarie, 96, pag. 60.
> > > No. 7, Iulie 96 pag. 242.
> > > No. 9, Septembrie 96, pag. 305

²⁾ Vezi Buletinul Soc. Politehnice No. 2, Februarie 97, pag. 54