ATTI

DELLA

REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCIX.

1912

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXI.

2° SEMESTRE.

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1912

Aeronautica — *Sulla resistenza dell'aria nelle superficie piane inclinate.* Nota del capitano dott. L. MINA, presentata dal Corrispondente A. DI LEGGE [1].

La valutazione della resistenza che prova una superficie piana, la quale si muova nell'aria con una determinata inclinazione sulla direzione di movimento, è stata oggetto di ben note numerose esperienze, le quali, se non sono riuscite a determinare, come era idea dei primi sperimentatori, una formola definitiva che desse il valore di questa resistenza per ogni angolo d'inclinazione della superficie, sono tuttavia riuscite a determinare recentemente l'andamento del fenomeno ed a stabilire dati sicuri per conoscere, in funzione dell'angolo predetto, il valore della resistenza.

Così pure può dirsi del centro di pressione che, come è noto, varia col variare dell'inclinazione della superficie, spostandosi dal centro di figura verso il battente, di mano in mano che la superficie si sposta e si inclina piegandosi verso la propria direzione di movimento.

Non è ben chiaro quale sia la vera legge matematica che lega il valore della resistenza coll'angolo d'inclinazione della superficie, e le formole che si posseggono, quali quelle del Duchemin, del Renard, del Soreau, ecc. non sono che empiriche e tendono solo a rappresentare il fenomeno con una certa approssimazione. Gli studî più recenti hanno infatti dimostrato che la resistenza espressa in funzione dell'angolo d'inclinazione ha una discontinuità verso i 30° d'inclinazione (irregolarità che non viene in alcun modo palesata dalle formole). Lo stesso dicasi delle formole che dànno la posizione del centro di pressione, che per quanto assai meno disparate tra di loro, sono esse pure empiriche e non rappresentano nella sua interezza il fenomeno dello spostamento del centro di pressione.

La relazione che io voglio segnalare dipende verosimilmente dal fatto che nello studio del fenomeno è molto più opportuno il sostituire alla considerazione delle forze, quella dei momenti delle forze rispetto al battente.

Se della resistenza R_i, corrispondente all'angolo d'inclinazione i della superficie, si considera il momento rispetto al battente, e lo si indica con M_i (per cui M_{90} viene ad indicare il momento nel caso in cui la superficie si presenta normalmente alla direzione del movimento), la variazione di questo momento della resistenza col cambiare dell'angolo di inclinazione è, molto verosimilmente, rappresentata dalla formola

$$\frac{M_i}{M_{90}} = \sin i \,. \tag{1}$$

[1] Pervenuta all'Accademia il 12 settembre 1912.

La formola ha grande analogia con la vecchia formola di Eulero, dove, invece dei momenti delle resistenze R, compariscono direttamente le resistenze

$$\frac{R_i}{R_{90}} = \sin i:$$

formola che, per quanto riconosciuta migliore di quella di Newton, dalla pratica è stata dichiarata imperfetta.

La differenza tra le due formole sta nel fatto che nella prima, al posto della resistenza, comparisce il prodotto di essa resistenza per il suo braccio d'azione rispetto al battente.

Se si indica con b_i il braccio della resistenza R_i rispetto al battente, la formola:

$$\frac{M_i}{M_{90}} = \sin i$$

diventa:

$$\frac{R_i\, b_i}{R_{90}\, h} = \sin i\,, \tag{2}$$

dove h indica la semialtezza della superficie messa in movimento.

Con questo modo di scrivere la formola proposta è messo in evidenza l'intimo legame che deve sussistere tra le formole che esprimono la resistenza dell'aria e quelle che dànno lo spostamento del centro di pressione.

Vediamo infatti di mettere in evidenza questa relazione su qualche formola nota e partiamo da quelle che dànno il centro di pressione.

Fin dal 1804 il nostro Avanzini, in un'opera intitolata *Nuove ricerche dirette a rettificare le teorie della resistenza dei fluidi e le sue applicazioni*, presentava una formola colla quale poteva valutarsi con sufficiente precisione lo spostamento del centro di pressione dal centro di figura di una superficie, in moto nell'aria od in un fluido qualunque, quando questa superficie veniva inclinata di un angolo i rispetto alla direzione del movimento.

Se, per semplicità, si considera un rettangolo, e si indica con $2h$ il lato normale al battente (diretto cioè secondo le linee di massima pendenza dell'elemento rettangolare) il centro di pressione C si sposta lungo la linea di massima pendenza, che passa per il centro O del rettangolo, di una quantità y_i, che è sensibilmente rappresentata dalla formola

$$\frac{y_i}{2h} = 0{,}3\,(1 - \sin i).$$

Ora, nel caso della inclinazione i la distanza del centro di pressione C dal battente è data da

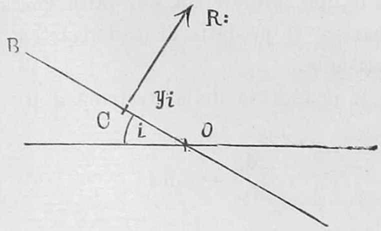
$$BO - CO = h - y_i:$$

per cui la formola

$$\frac{M_i}{M_{90}} = \sin i$$

dà, per le resistenze,

(3) $$\frac{R_i\,(h - y_i)}{R_{90}\,h} = \sin i\,;$$



e sostituendo ad y_i il valore dato dall'Avanzini,

$$y_i = 2h\,[0{,}3(1 - \sin i)],$$

si ha la formola

$$\frac{R_i}{R_{90}} = \frac{\sin i}{1 - 2\,[0{,}3(1 - \sin i)]} = \frac{\sin i}{0{,}4 + 0{,}6 \sin i}$$

che differisce per molto poco dalla formola delle resistenze del Joessel

$$\frac{R_i}{R_{90}} = \frac{\sin i}{0{,}39 + 0{,}61 \sin i}.$$

Viceversa, dalla formola data dal Joessel per le resistenze si ottiene con facilità quella che egli stesso ha dato per gli spostamenti del centro di pressione.

Infatti, dalla formola

$$\frac{R_i}{R_{90}} = \frac{\sin i}{0{,}39 + 0{,}61 \sin i},$$

poichè la formola (3) dà

$$\frac{R_i}{R_{90}} = \frac{h}{h - y_i} = \sin i,$$

dovrà essere

$$\frac{h \sin i}{h - y_i} = \frac{\sin i}{0{,}39 + 0{,}61 \sin i};$$

ossia

$$1 - \frac{y_i}{h} = 0{,}39 + 0{,}61 \sin i$$

$$\frac{y_i}{2h} = \frac{1 - 0{,}39}{2} + \frac{0{,}61}{2} \sin i$$

$$= 0{,}305\,(1 - \sin i)$$

che è la formola data dal Joessel per gli spostamenti del centro di pressione.

In questo ordine di idee, da qualsiasi formola per la resistenza dell'aria si può dedurre la corrispondente formola per il centro di pressione e viceversa.

Così dalla formola del Duchemin

$$\frac{R_i}{R_{90}} = \frac{2 \sin i}{1 + \sin^2 i},$$

applicando il procedimento ora usato si ricava pel centro di pressione

$$\frac{h \sin i}{h - y_i} = \frac{2 \sin i}{1 + \sin^2 i},$$

ossia

$$1 - \frac{y_i}{h} = \frac{1}{2}(1 + \sin^2 i),$$

cioè

$$\frac{y_i}{2h} = 0{,}25\,(1 - \sin^2 i) = 0{,}25 \cos^2 i\,,$$

che assai si avvicina a quella data dall'Avanzini, trovata per tutt'altra via.
Dalla formola del Renard

$$\frac{R_i}{R_{90}} = \sin i\,[a - (a - 1) \sin i]\,,$$

accettando per a il valore 2 indicato come più probabile dal Renard stesso, si ha

$$\frac{R_i}{R_{90}} = \sin i\,[2 - \sin^2 i] = \sin i\,[1 + \cos^2 i]$$

$$\frac{h \sin i}{h - y_i} =$$

$$1 - \frac{y_i}{2} = \frac{1}{1 + \cos^2 i}$$

$$\frac{y_i}{2} = \frac{\cos^2 i}{1 + \cos^2 i} = \frac{1}{1 + \frac{1}{\cos^2 i}}$$

$$= \frac{1}{2\,(1 + \mathrm{tg}^2\, i)},$$

che non si discosta molto dalla formola data da Rodolfo Soreau nel suo libro: *État actuel et avenir de l'Aviation* (luglio 1908)

$$\frac{y_i}{h} = \frac{1}{2(1 + 2\,\mathrm{tg}\,i)}.$$

Da queste numerose analogie, che non si possono ritenere dovute al caso, si può trarre utile appoggio a sostenere l'ipotesi fatta in principio. Ma di questa dànno una conferma preziosa le più recenti esperienze del Rateau riportate dal See nel suo libro sulle *Lois expérimentales de l'Aviation*, nelle quali è messo in evidenza il fatto che la funzione esprimente la resistenza d'una superficie piana in funzione dell'angolo che essa fa colla propria direzione di movimento non si può scrivere con formole, ma si rappresenta assai bene con un diagramma che ha una irregolarità in corrispondenza circa del valore 30° dell'angolo i.

Orbene, come si è detto, la stessa irregolarità è stata riscontrata per la funzione che rappresenta lo spostamento del centro di pressione. Le due irregolarità devono evidentemente compensarsi nel prodotto per soddisfare alla semplice legge del seno proposta per la variazione del momento della resistenza rispetto al battente.

Ciò porta una nuova luce nel complesso delle formole che servono a valutare il fenomeno della resistenza dell'aria e può essere argomento di una nuova orientazione nelle esperienze ad essa relative.

E. M.