ATTI

DELLA

REALE ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

ANNO CCCXIX.

1922

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXXI.

1° SEMESTRE.

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1922

Meccanica. — *Sull'influenza del rapporto tra volume e superficie nelle aeronavi.* Nota del Corrisp. G. A. Crocco.

In una precedente Nota [1] abbiamo già indicato l'influenza del rapporto tra volume e superficie nelle aeronavi per quanto ha tratto alla *potenza motrice* necessaria ad imprimer loro una data velocità ed ai *consumi* di combustibile necessarî a navigare un dato numero di ore. Abbiamo anche mostrato come il conseguente guadagno in forza ascensionale, che si ottiene accrescendo le dimensioni, sia in parte assorbito da necessità strutturali; ma come entro certi limiti, che abbiamo precisato, rimanga anche in parte disponibile sotto forma di carico utile.

Ma il rapporto tra volume e superficie, e cioè le dimensioni, influiscono su altre caratteristiche secondarie delle aeronavi, che nella presente Nota vogliamo succintamente indicare.

Anzitutto è da osservare che insieme col peso delle istallazioni motrici variano i pesi di tutti i loro *servizi accessorî* come ponti, sospensioni, ricambi, equipaggi; ed insieme col peso del combustibile variano le capacità occorrenti a contenerlo e rifornirlo, e i consumi di gas leggero necessarî ad ogni viaggio: in altri termini tutta la complessa organizzazione dei *rifornimenti* e relativi impianti fissi occorrenti a un regolare traffico di viaggiatori.

Variano anche nella stessa vantaggiosa misura quelle *istallazioni di bordo* e fisse preconizzate per ridurre o sopprimere i detti rifornimenti di gas, e cioè per ricuperare sotto forma di zavorra acquea il peso di combustibile consumato durante il viaggio, o per far variare termicamente la corrispondente forza ascensionale necessaria a sostenerlo: e ciò perchè l'entità di entrambi questi dispositivi è proporzionale alla potenza motrice, e quindi la percentuale di peso occorrente diminuisce col crescere delle dimensioni sino a raggiungere aliquote praticamente realizzabili.

Altri guadagni dipendono direttamente dalla superficie dell'involucro, e si ripercuotono sia sul peso della struttura sia sulla sua solidità locale, sia su fenomeni connessi.

[1] Questi Rendiconti: seduta 2 aprile 1922. *Limiti strutturali ed economici nelle dimensioni delle aeronavi.*

Il peso degli involucri va infatti suddiviso in due parti: una dedicata alla resistenza, l'altra alla ermeticità. La prima cresce in misura maggiore che non i volumi e cagiona pertanto un maggiore assorbimento della forza ascensionale residua, segnalato nella nostra precedente Nota: la seconda potrebbe a rigore variare in ragione della superficie e costituire termine di compenso. Ciò noi avevamo supposto alcuni anni or sono; ma non abbiamo creduto, da un punto di vista pratico, di ammettere nella citata Nota; ove invece si è fatta l'ipotesi che la parte di peso di stoffa, gomma, *baudruche* o vernice, riserbata a trattenere il gas non rimanga unitariamente costante, ma cresca in ragion diretta delle dimensioni. Questa ipotesi conduce a una maggiore *robustezza locale* del tessuto, a una maggiore durata, e a una minore *perdita osmotica* unitaria.

La perdita osmotica unitaria è da ritenere infatti connessa colla quantità di sostanza impermeabilizzante, nel senso che i tempi necessarî a far passare attraverso l'unità di superficie un determinato volume di gas sono proporzionali alla quantità suddetta. Ne segue che considerando l'insieme della superficie di un dirigibile, costruito secondo la precedente ipotesi, le percentuali di lavaggio occorrenti giornalmente per mantenere una determinata purezza variano in ragione inversa del quadrato delle dimensioni. Così ad esempio in un dirigibile da 12 tonnellate di forza ascensionale l'idrogeno dovrebbe venire completamente rinnovato in poco più di un mese per mantenere la purezza di $^{19}/_{20}$; mentre in un dirigibile da 120 tonnellate il rinnovamento si richiederebbe ogni cinque mesi circa. Ad una più grossa unità, per es. 500 tonnellate, basterebbe un rinnovamento annuo. Per il gas elio i tempi di rinnovamento sono circa doppî.

Dipendono altresì dalla superficie dell'involucro gli appesantimenti eventuali dovuti durante il viaggio alle *vicissitudini meteorologiche*, come pioggia e neve. Il sopraccarico dovuto alla pioggia che può ad esempio raggiungere il 16 % in un tipo da 12 tonn., discende a meno del 9 % in un tipo da 120 tonn., e al 5 % in un tipo da 500. Così dicasi delle variazioni di forza ascensionale dovute a *brusche variazioni di temperatura*. A parità di durata del fenomeno, esse comunicano alla massa del gas, attraverso la superficie dell'involucro, una quantità di calore proporzionale alla superficie, e quindi una variazione di temperatura, e conseguentemente di forza ascensionale, in ragione diretta del rapporto tra superficie e volume, cioè in ragione inversa delle dimensioni.

Un effetto analogo producono *le raffiche del vento* durante la marcia. A parità d'intensità e di durata, esse comunicano alla massa del dirigibile una quantità di moto proporzionale alla sezion maestra, e quindi una variazione di velocità in ragione inversa delle dimensioni. La sensibilità dell'aeronave alle perturbazioni esterne è perciò tanto minore quanto maggiore è il suo tonnellaggio. Contemporaneamente decresce nella stessa misura relativa

la *sensibilità al governo dinamico*, e l'azione frenante dell'aria nell'arresto e nella discesa. Cosicchè le grandi navi aeree sono necessariamente più lente nelle manovre; e la manovra dinamica cede sempre più posto a quella statica.

La variazione delle reazioni dell'aria proporzionalmente alle superfici conducendo a forze perturbatrici e di impennaggio varianti col quadrato delle dimensioni, ne segue che a parità di velocità i pesi degli organi di irrigidimento e di impennaggio variano come il cubo delle dimensioni, epperciò la loro percentuale rimane costante; ed i momenti di questi pesi variano come la quarta potenza ed esigono strutture più pesanti.

Ma per quanto concerne i *momenti delle forze perturbatrici e stabilizzanti*, come per i momenti dovuti alle azioni dei timoni di quota e di evoluzione, risulta invece una variazione secondo il cubo delle dimensioni; onde il peso della parte delle strutture destinata a resistere a questi momenti varia anch'esso come i cubi, e la sua percentuale si mantiene costante; secondo quanto abbiamo supposto nella nostra precedente Nota. Ne deriva anche che la *stabilità di marcia* migliora, poichè le coppie statiche variano in misura maggiore dei volumi: e il valore della « velocità critica » diviene sempre più elevato col crescere delle dimensioni.

Così anche i *tempi di oscillazione*, sempre a parità di velocità di marcia, variano in ragion diretta delle dimensioni.

Una singolare menzione meritano, per la vitalità e la pratica delle grandi aeronavi, le manovre di *atterraggio* e di *ormeggio*. Mentre infatti tali manovre sono affidate nelle piccole aeronavi al criterio dei comandanti e alla forza muscolare di allenate squadre, nelle grandi navi aeree esse si compiranno con metodi e dispositivi preparati e con forza meccanica. Ciò è reso possibile precisamente dal diminuito rapporto fra superficie e volume, sia per le maggiori disponibilità relative ed assolute sia per quanto passiamo a chiarire. Venendo infatti a connettersi col suolo, dopo avere annullato la sua velocità di marcia relativamente ad esso, il dirigibile rimarrà soggetto a due forze antagoniste: da una parte quella del vento che tenta spingerlo nella sua direzione ed in direzioni ad essa normali, e d'altra parte quella delle connessioni, facenti capo alla struttura, ed opponentisi alla spinta del vento. La prima, a parità di assetto, varia come la superficie presentata; cosicchè se le connessioni non generano momenti importanti, tutto il peso di esse e della parte resistente della struttura varia come la forza agente e guadagna in rapporto alla forza ascensionale disponibile.

Il vantaggio diviene ancor più evidente se — come è prevedibile — le connessioni stesse siano principalmente attivate da una determinata aliquota di forza ascensionale resa libera al momento opportuno.

In particolare nell'*atterraggio*, lanciato il cavo di manovra e lasciatolo fissare a punti predisposti del terreno, si creerà su di questo una tensione

proporzionale alla forza del vento che consenta al dirigibile di assumere una stabile posizione di aerostato frenato e di venir richiamato a terra senza eventualità di abbattimenti o di urti. La robustezza del cavo sarà quindi proporzionale alla forza del vento e, a parità di lunghezza, anche il suo peso.

Così anche il peso dei verricelli di ricupero istallati a bordo e degli organi motori relativi. Così anche il peso della *zavorra d'atterraggio* predisposta a prora in corrispondenza dell'attacco del cavo, e gettata a momento prestabilito per creare su di questo una forza ascensionale statica, in aggiunta alla eventuale dinamica.

Queste considerazioni sono per certo di natura teorica, giacchè se la lunghezza del cavo fosse proporzionale alle dimensioni, il suo peso varierebbe per contro proporzionalmente ai volumi, e così l'ingombro dei verricelli e l'energia motrice totale necessaria a recuperarlo. Così anche se si generassero momenti di flessione importanti, questi attenuerebbero i benefici innanzi indicati. I quali, come in ogni altro ramo della meccanica, richiedono un'applicazione accorta e geniale.

Ad analoghe osservazioni dà luogo la manovra di *ormeggio*. Se non c'è ricovero, essa consiste nel connettere il dirigibile sul terreno in modo che possa liberamente orientarsi al vento. Il sistema più sicuro è quello di fissarlo per tutta la sua lunghezza a una piattaforma girevole, provvista di mezzi per orientarsi [1]. Le connessioni con questa piattaforma a parità di vento seguono allora la legge delle superfici. Così anche le forze *ascensionali d'ormeggio* eventualmente rese libere per attivare le connessioni suddette.

Se c'è ricovero, la piattaforma girevole, anzichè presentarsi al vento, è destinata a disporsi secondo l'asse del ricovero per portarvi il dirigibile e questo può dunque venire investito di fianco. Anche in tal caso, e sempre a parità d'intensità di vento, le forze abbattenti sono proporzionali alle superficie: cosicchè l'entità delle connessioni e le forze ascensionali d'ormeggio variano nella stessa misura. Così anche i sovraccarichi di cui debba eventualmente zavorrarsi la piattaforma.

Per quanto concerne i momenti flettenti generati nelle suddette manovre, esse seguono in generale la legge dei cubi, epperciò non appesantiscono le aliquote delle strutture che sono destinate ad assorbirne i tormenti.

Può quindi asserirsi, concludendo, che anche nella maggior parte delle questioni accessorie, ma vitali per la pratica delle aeronavi, l'aumento delle dimensioni si presenta vantaggioso: e, là dove non c'è vantaggio, esso non trova ostacoli di principio.

[1] Ideata nel 1913: Brev. n. 138061.