

## Introduzione

La vita moderna è basata in gran parte sull'impiego delle macchine, impiego che va sempre più estendendosi anche in campi fino a poco tempo fa riservati al lavoro manuale o animale (ad es. nel campo domestico ed agricolo).

E' quindi molto importante che l'ingegnere meccanico, il quale dovrà nella sua vita professionale occuparsi soprattutto delle macchine, della loro costruzione, del loro perfezionamento, sia messo in grado, fino dai suoi anni di studio universitario, di conoscere i problemi e i principi fondamentali della costruzione delle macchine.

Parlare di costruzione di macchine, comprendendo con tale nome generico tutte le macchine, dalla calcolatrice elettrica al motore a scoppio, dalla impastatrice meccanica alla turbina idraulica, dalla mietitrice-legatrice alla rotativa per la stampa, può parere, ed è, in un certo senso, superficialità e presunzione.

Tuttavia, se ben si riguarda, tutte le svariatissime macchine esistenti hanno generalmente un certo numero di organi, di elementi comuni, come ad es. alberi rotanti entro cuscinetti, trasmissioni del moto fra assi mediante ingranaggi, collegamenti fra alberi ed organi calettati su di essi, ecc..

Si può perciò, senza entrare nell'esame particolareggiato delle varie macchine, studiare in generale il modo di funzionamento, la forma, il dimensionamento, la resistenza dei vari elementi o gruppi di elementi che formano, per così dire, la materia prima di cui le macchine stesse sono costituite, e dalla cui composizione l'ingegnere ricava poi, secondo schemi già noti oppure del tutto nuovi, il progetto della macchina completa.

Questo studio, che forma appunto l'argomento del presente corso di "Costruzione di Macchine,, abbraccia una classe assai vasta di questioni e

problemi tecnici che presentano generalmente il duplice aspetto di problemi di meccanica applicata e di elasticità e resistenza dei materiali.

Ad esempio sono problemi di meccanica applicata la determinazione delle forze e dei momenti agenti sui vari organi, la verifica che il funzionamento della macchina sia, dal punto di vista dinamico, regolare (equilibramento delle forze di massa, determinazione delle pericolose velocità critiche e di risonanza ecc.), il calcolo delle potenze necessarie a vincere gli attriti e a far compiere alla macchina il lavoro richiesto; sono problemi di elasticità e resistenza dei materiali l'assegnazione ai vari organi delle dimensioni esattamente sufficienti a resistere, col voluto margine di sicurezza, alle sollecitazioni statiche, e, più spesso dinamiche, che essi sono chiamati a sopportare, la determinazione delle deformazioni elastiche dei vari organi (molle di flessione e di torsione, alberi, ecc.).

Spesso i due aspetti del problema, l'aspetto meccanico in senso stretto e l'aspetto elastico, sono intimamente connessi (velocità critiche, frequenze proprie delle molle, ecc.), cioè ci troviamo di fronte a problemi di meccanica applicata nel senso più completo della parola. Per quanto riguarda i problemi di resistenza, è bene ricordare che, poiché le forme degli organi delle macchine non sono, il più delle volte, geometricamente semplici, non sempre bastano, per determinare le sollecitazioni massime in essi, le soluzioni più comuni della teoria dell'elasticità (Prisma di De S. Venant, piastra di spessore uniforme, ecc.), ma occorre talvolta far uso della parte più elevata, o comunque meno nota, della scienza delle costruzioni, utilizzando risultati già conosciuti, se esistono, oppure eseguendo prove fotoelastiche o di rottura su modelli. D'altra parte il fatto che le sollecitazioni degli organi di macchine siano sollecitazioni praticamente sempre variabili complica notevolmente il problema, cosicché spesso si preferisce ricorrere all'esperienza su opportune macchine di prova a fatica, oppure applicare ancora le formule elementari consuete, correggendone però i risultati con opportuni coefficienti che l'esperienza ha dimostrato vevoli per costruzioni simili a quelle in esame.

Un altro punto essenziale che il costruttore di macchine deve tenere presente in ogni momento è lo studio del modo più opportuno con cui dovranno essere realizzati tecnologicamente i vari elementi della macchina.

Al riguardo si tenga presente che nessun pezzo, nemmeno il più semplice, deve essere disegnato senza che si abbia un'idea chiara di come esso potrà e dovrà essere costruite in officina, con le macchine di cui l' officina stessa dispone. Si eviteranno in tal modo forme inutilmente costose o per lo spreco del materiale, o per il tempo richiesto dalla lavorazione.

*E niente di male se, nei casi incerti, prima di eseguire il disegno, si richiederà il parere dei tecnici dell'officina e si discuteranno con loro le varie soluzioni possibili.* Ciò vale fra l'altro per i disegni delle fusioni, la perfetta riuscita e l'economia delle quali sono spesso legate a particolari che l'occhio esercitato del fonditore sa indicare a prima vista.

Per quanto riguarda la scelta dei materiali più opportuni per i vari organi, essa verrà eseguita tenendo presenti le proprietà meccaniche e tecnologiche dei numerosi materiali attualmente esistenti, col concetto di usare finché è possibile materiali comuni, di minor prezzo e facilmente reperibili, limitando ai casi di vera necessità l'impiego di materiali speciali, di caratteristiche più elevate, più costosi e meno facilmente reperibili.

*In particolare, con riferimento agli acciai, poiché il loro modulo di elasticità è quasi indipendente dal loro carico di rottura, non conviene usare acciai con carico di rottura elevato quando le dimensioni degli organi della macchina sono definite, non dal valore delle tensioni massime, ma dalla necessità di limitare le deformazioni, come accade ad esempio in molte macchine utensili.*

Emerge dalle cose dette quanto vari e difficili possano essere i problemi che l'ingegnere progettista è chiamato a risolvere e quanto sia necessaria per lui una preparazione scientifica e professionale ampia e profonda. Tuttavia tale preparazione, benché normalmente necessaria, non è da sola sufficiente, giacché il progetto di una macchina non è solo una questione scientifica o matematica, come la risoluzione di un sistema di equazioni, ma anche una questione di gusto, di proporzione, di senso meccanico e tecnologico, di precedente esperienza.

Né si deve credere che l'opera del progettista si esaurisca con l'impostazione di massima della macchina e col calcolo e disegno delle sue dimensioni fondamentali. Proprio dallo studio accurato dei particolari (ad es. dei giuochi, delle tenute, dei raccordi, ecc.) e dalla più o meno indovinata soluzione dei mille piccoli

problemi di natura tecnico-economica che si presentano nel progetto esecutivo dipendono spesso il buono o cattivo funzionamento di una macchina e il suo prezzo, e quindi il suo affermarsi o meno sul mercato.

Si può dire che buona parte dell'attività degli uffici tecnici delle varie ditte costruttrici è proprio assorbita da questo lavoro minuto di studio e di perfezionamento dei particolari, che non di rado si protrae per interi anni e consente spesso di raggiungere miglioramenti sorprendenti con modifiche di piccola entità.

Nello stesso ordine di idee, si può dire che in generale, salvo casi molto semplici, è sempre necessario, nel corso del progetto, compiere una quantità di cambiamenti e di rifacimenti. La proporzione, l'equilibrio e l'apparente naturalezza della soluzione finale sono spesso il frutto di un lungo lavoro di progettazione che il profano non arriva nemmeno ad immaginare.

E' in questo lavoro di lima, di perfezionamento, di realizzazione meccanica dei concetti fondamentali che l'hanno guidato, che vengono veramente messe alla prova la cultura e l'esperienza dell'ingegnere.

Le difficoltà del progetto sono notevolmente diminuite quando non si debba progettare una macchina di tipo nuovo o con cui si intendano raggiungere limiti di sollecitazioni e di prestazioni nettamente superiori a quelli di macchine analoghe precedenti, bensì, come di solito accade, una macchina che abbia dimensioni intermedie fra quelle di altre macchine, magari della stessa ditta, già costruite, o debba presentare rispetto ad esse miglioramenti sostanziali.

Questo caso può in un certo senso considerarsi come un cambiamento di scala di macchine già esistenti e sperimentate, cambiamento che può essere talora eseguito senza inconvenienti troppo gravi anche da personale di second'ordine dal punto di vista della preparazione scientifica.

Ciò spiega (ma non giustifica) come in certe industrie italiane, anche molto note, *si vedano uffici tecnici affidati a vecchi disegnatori, di cultura molto limitata, ma pratici di disegno e di lavorazioni meccaniche, i quali valendosi della loro lunga esperienza meccanica per quel dato tipo di macchina, riescono a mettere insieme macchine che funzionano regolarmente, anche se di concezione non originale e di caratteristiche non troppo brillanti.*

D'altra parte, dando a tutti il dovuto, deve riconoscersi quanta importanza

abbia per la buona riuscita della costruzione l'abilità e l'esperienza di tutto il personale tecnico in sottordine (disegnatori, personale tecnico di officina, ecc.) alla cui opera l'ingegnere progettista deve necessariamente ricorrere, non potendo normalmente arrivare a svolgere da solo tutto il lavoro materiale richiesto per l'effettivo e completo sviluppo del progetto esecutivo.

Inoltre si deve tenere presente che, come è già ampiamente risultato dai cenni precedenti, nella produzione industriale l'aspetto tecnico e l'aspetto economico sono legati indissolubilmente e si può passare al progetto esecutivo e alla costruzione solo se, in base al progetto tecnico ed economico preliminare, risulta che le condizioni del mercato, una adeguata disponibilità di capitali, di impianti, di maestranze, ecc. assicurano la possibilità di una tempestiva e favorevole produzione, e il suo collocamento con adeguato margine di guadagno.

Pertanto la costruzione è frutto di tutto un complesso tecnico, commerciale ed economico, di cui il progettista è solo una parte, anche se molto importante, e l'aspetto tecnico è solo un aspetto parziale del problema della produzione di una data macchina.

Ci sia qui lecito insistere ancora brevemente sulla assoluta necessità di fare ogni sforzo per abbassare i costi di produzione, compatibilmente con la sicurezza di buon funzionamento e di lunga durata. E certo infatti che fra due macchine destinate a uno stesso scopo e che diano uguali garanzie di buon funzionamento finirà a lungo andare con l'affermarsi quella che costa meno all'acquirente, indipendentemente da quello che esse sono costate ai loro costruttori.

Perciò devono, come regola generale, evitarsi abbellimenti inutili (ad es. finiture non indispensabili di superficie o raggiungimenti di precisioni eccessive non richieste, e quindi non apprezzate, dal compratore.

D'altra parte non converrà mai spingere la riduzione delle dimensioni fino al punto di rischiare la rottura, giacché la spesa per un po' di materiale in più in partenza è sempre molto minore del danno economico che subiscono l'utente per l'arresto e le riparazioni della macchina, la ditta costruttrice per il propagarsi fra il pubblico degli acquirenti, normalmente sprovvisto di cultura tecnica e di spirito critico, della notizia che le sue macchine si rompono.