COSTRUZIONI DI MACCHINE

Teoria

A cura di Sara e Selene

Prof.Frendo


master
COPY

master
COPY

master
COPY

MODELLI PER L'ANALISI STRUTTURALE. DAI CARICHI ALLO STATO DI SOLLECITAZIONE

Introduzione:

I componenti di una macchina si usurano, si deformano, si deteriorano e talvolta si rompono. Uno dei principi della Costruzione di macchine richiede che i carichi favoriscono le funzionalità richieste, che i carichi esterni tendano ad equilibrarsi e che si evitino eccessive tensioni o deformazioni, in caso in cui uno dei seguenti eventi non sia rispettato si può arrivare a deformazioni eccessive o addirittura a rotture immediate.
Comunque anche nelle condizioni di funzionamento e carico ordinario, sul componente si possono accumulare danni visibili e non visibile per usura , erosione corrosione e fatica.

Analisi dei carichi:

I carichi sono generalmente variabili nello spazio e nel tempo e ciò comporta una variazione dello stato di tensione e di deformazione del componente.
I carichi possono essere suddivisi in:

- forze di volume → come la forza peso e i carichi inerziali, cioè derivanti da accelerazioni a cui può essere sottoposto il materiale. È importante notare che i carichi di volume variano con il cubo delle dimensioni, mentre le aree delle sezioni resistenti variano con il quadrato delle dimensioni e ciò comporta che la sicurezza di un elemento sottoposto a forze di volume si riduce all'aumentare delle sue dimensioni.
- Forze di superficie → come forze di pressione , forze di contatto e forze aerodinamiche.

Più nel dettagli i carichi possono essere classificati in:

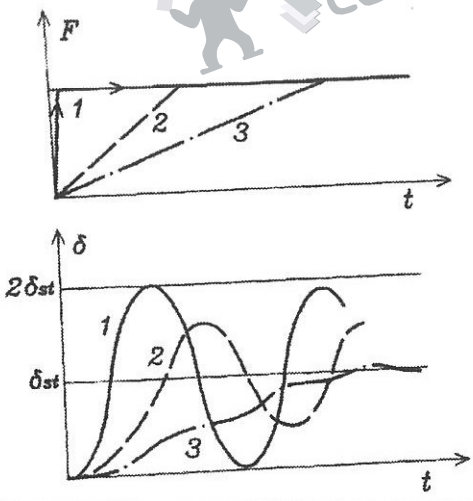
1. Carichi di servizio dovuti cioè alle normali condizioni di funzionamento di una macchina.
2. Carichi dovuti al proprio peso.
3. Azioni inerziali dovute alle accelerazioni previste.
4. Carichi indotti dalle deformazioni come quelli determinati dalle operazioni di montaggio e quelli di origine termica.
5. Carichi dovuti all'ambiente sia esterno che interno alla macchina.
6. Carichi di attrito.
7. Carichi generati da bruschi transitori, vibrazioni o urti.
8. Carichi di origine magnetica, elettromagnetica, elettrostatica o di altra natura.
9. Carichi occasionali come quelli di collaudo, trasporto ecc.
10. Carichi accidentali o dovuti all'uso improprio della macchina.

Tramite l'analisi delle condizioni di carico e ai fini delle verifiche si descrivono:

- I carichi ordinari agenti per tutta la vita della macchina che solitamente provocano tensioni e deformazioni non eccessiva ma variabili nel tempo e sono di regola usati per valutare la durabilità di una macchina.
- I massimi carichi occasionali o eccezionali i quali sono previsti o temuti una sola o poche volte nel corso della vita della macchina.

Carico da urto:

La modalità di applicazione dei carichi può influenzare la risposta di una struttura, quindi è necessario utilizzare modelli diversi per lo studio della risposta della struttura in termini di spostamenti, tensioni e deformazioni a seconda del tipo di caricamento statico o dinamico. Per capire se l'analisi vada svolta in regime di caricamento statico o dinamico, è necessario confrontare il tempo di applicazione del carico con il primo periodo di oscillazione del componente o della struttura. Infatti il generico componente della macchina ha una sua propria elasticità e una sua propria massa, e dal punto di vista dinamico è caratterizzato dai suoi modi propri e dalle frequenze naturali di oscillazioni.
In figura si vede in maniera qualitativa la risposta in termini di spostamento, di una struttura per la quale il carico F viene applicato con tre velocità diverse:



- nel primo caso il carico è applicato istantaneamente
- nel secondo caso la velocità di applicazione è intermedia
- nel terzo caso invece il carico è applicato molto lentamente

Si può osservare come nei tre casi la risposta, in termini di spostamento della trave sia molto diversa nei tre casi e come, nel caso di carico istantaneo la deformata sia esattamente il doppio della deformata statica.

In generale si può assumere che se *il tempo di applicazione dei carichi è maggiore di circa tre volte il periodo del primo modo di vibrare, allora la risposta sarà praticamente molto simile a quella che deriva da un caricamento statico, viceversa se il tempo di applicazione dei carico è inferiore alla metà del periodo del primo modo di vibrare, allora si è in presenza di un carico da urto e la risposta in termini di spostamenti, tensioni e deformazioni sarà amplificata di un fattore d'urto* k_0 *talvolta chiamato anche sovraccarico o amplificazione dinamica, rispetto al carico statico.*

Per studiare il carico da urto è possibile ricondursi allo schema di una massa *m* che sotto l'azione della gravità cade da un altezza *h* e impatta su una molla di rigidezza *k*, infatti:

- La molla k rappresenta la rigidezza della struttura intesa come forza per unità di spostamento del punto di applicazione della forza nella direzione di applicazione della forza stessa.
- Il peso mg rappresenta il carico statico di riferimento.
- L'altezza di caduta h serve a far assumere alla massa una data velocità d'impatto pari a $v=\sqrt{2gh}$ trascurando la resistenza aerodinamica.

Se si indica con δ lo schiacciamento della molla e con F_e la massima forza elastica, si può imporre la conservazione dell'energia, cioè si può eguagliare l'energia elastica potenziale ceduta alla massa con il lavoro di deformazione fatto dalla molla e ottenere:

$$mg(h+\delta) = \tfrac{1}{2}F_e\delta + \tfrac{1}{2}k\delta^2$$

si ha quindi un' equazione di 2° grado in δ che se riarrangiata e indicando con $\delta_{ST} = mg/k$ lo spostamento statico, può essere scritta nella forma:

$$\delta^2 - 2\delta_{ST}\delta - 2\delta_{ST}h = 0$$

da cui si ottiene l'unica soluzione accettabile che è:

$$\delta = \delta_{ST} \cdot [\,1 + \sqrt{(\,1 + 2h/\delta_{ST})}\,]$$

il termine tra parentesi quadre rappresenta il fattore d'urto, cioè il fattore per cui è necessario modificare la deformata statica per ottenere la deformata in caricamento d'urto, si può osservare che l'amplificazione dinamica è solitamente maggiore di 2 ed aumenta all'aumentare dell'altezza di caduta h, cioè della velocità d'impatto, e al diminuire di δ_{ST} ovvero all'aumentare della rigidezza del sistema.
Un altra cosa interessante da osservare è che il fattore d'urto è pari a 2 nel caso in cui l'altezza di caduta e cioè la velocità d'urto è nulla , cioè nel caso notevole di *carico applicato istantaneamente alla struttura,* in questo caso per verificare la struttura si deve usare un carico pari a 2 volte il carico statico.
Si può osservare che il fattore d'urto può essere espresso anche in funzione della velocità d'impatto andandovi a sostituire $h=v^2/2g$.
È opportuno notare che bel modello considerato i è presupposto un comportamento lineare del sistema e una deformata che è esattamente uguale a quella nel caso di caricamento statico a meno di un fattore d'urto, in conclusione si è quindi trascurato ogni deformazione della massa impattante e qualunque possibile forma di smorzamento dovuto a effetti viscosi di attrito o di smorzamento interno dei materiali.
Inoltre se si considera che solitamente le strutture soggette a carichi d'urto sono progettate per assorbire energia è importante osservare che la presenza di brusche variazioni di sezione, cioè di intagli, riduce notevolmente questa capacità della struttura.

Schematizzazioni:

Per qualsiasi metodo di analisi il primo passo da compiere è tradurre la realtà in uno schema di calcolo, che sia compatibile con il metodo scelto, senza poi dimenticare nella fase successiva di valutazione dei risultati le ipotesi assunte nel processo di schematizzazione.
Solitamente si considera un elemento di macchina come un corpo elastico soggetto a forze esterne e areazioni vincolari, corrispondenti a date condizioni operative della macchina.
Occorre poi stabilire il modo in cui le azioni che sollecitano gli elementi variano sia nello spazio che nel tempo.

Dagli schemi al disegno costruttivo:

Oltre al passaggi dalla realtà allo schema di calcolo, occorre saper compiere il passaggio inverso, cioè da uno schema a una possibile rappresentazione concreta.
Questo può essere fatto elaborando un disegna costruttivo preliminare nel quale si fissano solo alcune dimensioni essenziali detto disegno di complessivo di studio. Grazie a questo si riescono ad approfondire ed a valutare i vantaggi e gli svantaggi connessi con i singoli schemi progettati.

master COPY COPISTERIA