

PIATTO FRIZIONE

Il primo punto dell'analisi del nostro sistema verte sul piatto frizione, componente che deve garantire la trasmissione di una coppia di 5 Nm, come da richiesta di progettazione.

Utilizziamo la relazione fondamentale per frizioni a disco:

$$C = f d \cdot N \cdot \frac{R_e + R_i}{2}$$

Dove:

- C è la coppia trasmessa
- N è la forza normale al piatto frizione
- fd è il coefficiente di attrito dinamico tra ferodo e disco metallico
- Re e Ri sono i raggi interni ed esterni della corona circolare che costituisce la superficie di contatto nella frizione

da cui:

$$N = C / (f d * (R_e + R_i) / 2)$$

$$R_e = 57 \text{ [mm]}$$

$$R_i = 29 \text{ [mm]}$$

$$f d = 0.4$$

$$C = 5000 \text{ [Nmm]}$$

$$N = 290 \text{ [N]}$$

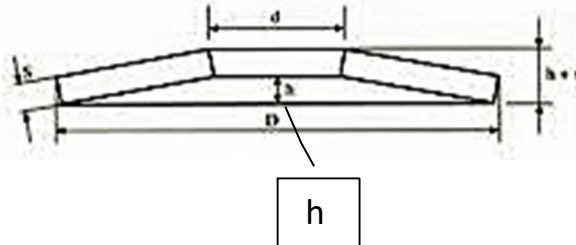
Le dimensioni non devono superare l'ingombro massimo definito dai requisiti di progetto, ed il valore del coefficiente d'attrito è stato scelto poiché tipico di situazioni in cui si hanno ferodi organici striscianti su superfici metalliche.

MOLLA A TAZZA

Per il nostro sistema utilizziamo una molla a tazza lineare per cui devono essere verificate le seguenti relazioni:

$$f_{max} = 0.5 * s$$

$$Re/Ri = 2 \longrightarrow K1$$



Dove:

- Re e Ri sono gli stessi della corona di frizione (per avere una miglior distribuzione degli sforzi) e ci permettono di ricavare graficamente il coefficiente K1 che rappresenta un elemento della costante elastica della molla
- S è lo spessore della molla
- fmax rappresenta il precarico massimo che la nostra molla può assumere

Per scelta progettuale decidiamo di non andare oltre alla condizione di molla piatta, nell'istante di massima sollecitazione (la condizione piatta si verifica nel momento in cui $f_{max}=h$).

Lo sforzo massimo del sistema si raggiunge quando la frizione si stacca, e dal punto di vista della molla, la condizione di sgancio coincide con un ulteriore precarico; ovvero, la bobina attraendo a se la molla tende ad appiattirla e la precarica ulteriormente.

Dunque:

f_{max} = molla precaricata per trasmettere la coppia + aggiunta di precarico per fare fronte all'usura** (che diminuisce il precarico iniziale) + airgap (precarico dovuto allo sgancio, è lo spazio tra la bobina e la molla a tazza)

$$f_{max} = f + \delta + \text{airgap}$$

Dove:

- f è il precarico iniziale dato alla molla
- delta è il tasso di usura (che analizzeremo in seguito)
- l'airgap è lo spazio tra la molla e la bobina

$$K1=0.65$$

$$\text{airgap}=0.3$$

[mm]

La relazione fondamentale per le molle a tazza è la seguente:

$$f = \frac{N * (k1 * Re^2)}{(E * s^3)}$$

In cui:

- E è il modulo di Young dell'acciaio per molle
- N è la forza normale necessaria per trasmettere la coppia richiesta, calcolata in precedenza, che deve essere impressa dalla molla sul disco di frizione

E attraverso un processo iterativo si trova lo spessore minimo per cui la freccia garantisce $f_{max}=0.5*s$.

Avendo tutte le caratteristiche della molla, possiamo calcolare l'angolo di inclinazione α :

$$\alpha = \text{atan}(f_{max}/(Re - Ri))$$

** Nella progettazione della molla a tazza è necessario tener conto anche del processo di usura.

USURA

Tasso di usura delta:

$$\delta = \frac{K}{H} * p * v * t$$

dove:

$$p = \frac{N}{A} \quad \text{pressione esercitata dalla superficie di frizione}$$

$$A = \pi * (Re^2 - Ri^2) \quad \text{superficie di contatto nella frizione}$$

$$v = w * \frac{Re+Ri}{2}; \quad w = n * 2 * \frac{\pi}{60} \quad \text{velocità di sfregamento}$$

in base ai requisiti di progetto

$$t = \text{transitorio} * \text{cicli} \quad \text{transitorio} = 0.5 \quad \text{cicli} = 200000$$

in base ai requisiti di progetto

$$H = 2400 \text{ [MPa]} \quad \text{ovvero 670HV acciaio per utensili}$$

$$K = 10^{-5} \quad \text{metallo su non metallo (puleggia acciaio e materiale d'attrito ferodo organico)}$$

$$E=200000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$S=2.5 \text{ [mm]}$$

$$f=0.245 \text{ [mm]}$$

$$\alpha=2.56^\circ \text{ [deg]}$$

$$K=1e-5$$

$$H=2400 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A=7565 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$P=0.057 \text{ [MPa]}$$

$$n=6000 \text{ [rpm]}$$

$$v=27018 \text{ [mm/s]}$$

$$\text{cicli}=200000$$

$$\text{trans}=0.5 \text{ [s]}$$

Scegliamo per il nostro sistema di sgancio: acciaio per utensili per il piatto frizione e ferodo organico per il materiale d'attrito posto sulla molla (poiché garantisce un'usura inferiore).

CONCLUSIONI

La forza necessaria che deve generare la bobina per una molla lineare, in condizione di sgancio (cioè con precarico massimo) risulta essere:

$$F = ((f + \delta + \text{airgap}) * E * s^3) / (k1 * Re^2)$$

F=1840 [N]
nel caso di
tolleranze più
sfavorevoli

f=0.245
±0.049 [mm]

airgap=0.3
±0.04 [mm]

NOTE

Avendo svolto i calcoli su un sistema sovradimensionato, siamo in grado di assegnare delle tolleranze che permettono comunque di garantire i requisiti richiesti.