



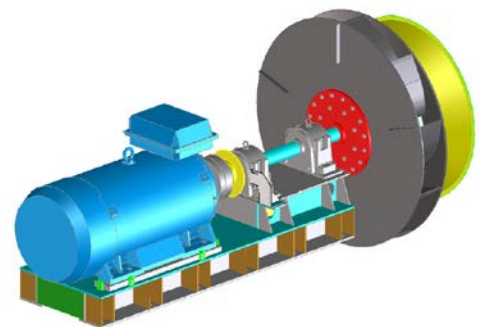
Air Vision,

Kritische snelheid van de aandrijfjas : Essentiële parameter voor de berekening van een ventilator

Inleiding

De mechanische dimensionering van een ventilator wordt uiteraard beïnvloed door economische beperkingen die leiden tot de selectie van de stalen en hun dikte, alsook het design van de ventilator waarmee de produktietijd wordt beperkt om een concurrerende prijs te bekomen.

Niettemin blijft de ventilator een draaiende machine en is het verboden om economisch om te springen met belangrijke berekeningen, die zijn voorzien van de nodige veiligheidscoëfficiënten, om een secure werking te garanderen zowel voor de veiligheid van het gebruikend personeel als voor de installaties in de buurt.



Samen met de berekening van de beperkingen in de turbine, is de kritische snelheid van de aandrijfjas een essentiële parameter in de dimensionering van de ventilator. Uit dit resultaat vloeit de diameter van de aandrijfjas voort, de massa van de turbine, en bijgevolgd de grootte van de lagers en ten laatste het design van de stoel om het geheel te ondersteunen voor een werking in gunstige trillingscondities.

Analiseren we de problematiek verbonden aan deze kritische snelheid .

Elk lichaam, verwijderd van haar evenwichtspunt, draait rond dit evenwichtspunt zodra de actie stopt die haar heeft verwijderd van dit punt. Deze draaiing is een periodieke beweging die een eigenschap is van het systeem. Men noemt de eigenfrequentie van het systeem het omgekeerde van deze periode.

Alle lichamen, zelfs de zogenoemde "stijve" lichamen zijn min of meer elastisch, en zijn dus vatbaar om te trillen op hun eigenfrequentie. Het meest gebruikte voorbeeld is dat van de meetlat. Men houdt de lat stevig gedrukt op de rand van een tafel en voert een kracht uit op het uiteinde dat is vrij gebleven. De eigenfrequentie van het systeem is rechtstreeks beïnvloed door de vrijgelaten lengte van de lat, t.z. door de stijfheid van het systeem. De frequentie is laag bij een grote vrije lengte en hoog als men de lengte beperkt en dus het systeem verstijft.

Bij een vrije draaiing, onder invloed van een unieke actie, zal een lichaam haar evenwichtspunt opnieuw terugvinden. In tegendeel, als de oorzaak van opwinding zelf periodiek is, en zich uitdrukt bij dezelfde frequentie als de eigenfrequentie van het systeem, stelt men vast dat de trillingsbereiken stijgen tot boven elke limiet, in theorie tot het breekpunt van het systeem. De opwindingsfrequentie wordt dan omschreven als kritische frequentie.

Vb.1. iedereen herinnert zich zijn schommel : indien bij elke terugkeer van het kind tot aan de ouder, de ouder licht duwt maar op constante wijze, met andere woorden met een frequentie gelijk aan de eigenfrequentie van het systeem schommel-kind, zal de omvang van de beweging snel gevaarlijk worden en zal de ouder snel ophouden met duwen.

Vb.2. men kent gevallen van bruggen die instorten, door het eenvoudig oversteken van militaire troepen die in de pas lopen en waarvan jammer genoeg de frequentie overeenstemde met de eigenfrequentie van de brug.

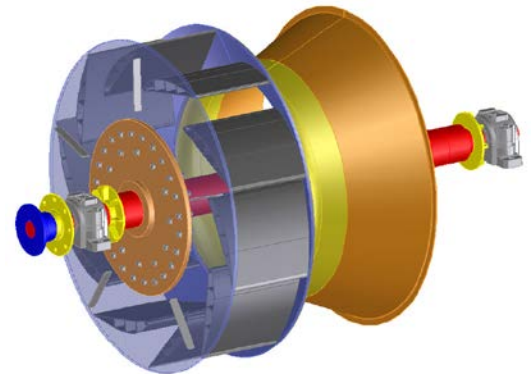


Toepassing op een aandrijfjas van een ventilator

Een aandrijfjas is elastisch want hij buigt onder het gewicht van de turbine. Een turbine heeft altijd een residuele onbalans die een centrifugale kracht doet ontstaan die draait op het draairitme van de aandrijfjas.

Dus, we hebben een opwinding waarvan de frekwentie gelijk is aan de omwentelingssnelheid. Indien de omwentelingssnelheid gelijk is aan de eigenfrekwentie van de as, ontstaat er resonantie waardoor de omvang van de trillingsamplitude vergroot tot het breekpunt van de as.

Het is dus nodig dat de as danig wordt bepaald zodat de werkingssnelheid, waarvoor de ventilator werd berekend, niet te kort ligt bij de kritische snelheid van de as. Men zou het risico lopen dat er trillingen optreden die schadelijke kunnen zijn voor de ventilator als voor de onmiddellijke omgeving.



De factoren die de eigenfrekwentie beïnvloeden zijn namelijk :

1. De stijfheid k : we hebben eerder gezien dat de eigenfrekwentie verhoogt met de stijfheid.
2. De massa m in beweging : indien men een massa verhoogt die verticaal is opgehangen aan een veer, zal de beweging trager worden, dus de frekwentie verlaagt.

De stijfheid en de massa doen de eigenfrekwentie in omgekeerde richting variëren en men heeft :

$$F_p = 1/2\pi\sqrt{k/m}$$

Men kan dus aantonen dat de stijfheid $k = P/f$ (Gewicht/doorbuiging) .

Wetende dat $P=mg$ (massa x versnelling zwaartekracht), komt men uit op een nieuwe uitdrukking van de eigenfrekwentie :

$$F_p = 1/2\pi\sqrt{g/f}$$

De kritische snelheid N_c is gelijk aan de eigenfrekwentie van de as $N_c = 1/2\pi\sqrt{k/m} = 1/2\pi\sqrt{g/f}$

Indien een ventilator ontworpen voor 1500 Tr/min waarvan de as een buiging vertoont van 0.35 mm onder het gewicht van een turbine = 300 kg. heeft deze as een stijfheid van

$$k = 300 \times 9.81 / 0.00035 = 8408571.$$

De kritische snelheid wordt dus $N_c = 1/2\pi\sqrt{8408571/300} = 26.6 \text{ tr/s}$, ofwel 1598 Tr/min.

Een dergelijke waarde is dus gevaarlijk want ze ligt te dicht bij de nominale snelheid van 1500 Tr/min. Het is in het bijzonder gevaarlijk wanneer de ventilator is aangedreven met een frekwentiesturing. De frekwentiesturing maakt het mogelijk om de snelheid op te drijven in functie van speciale behoeften. Het is dus noodzakelijk de aandrijfjas stijver te maken door de diameter te verhogen waardoor de buiging vermindert.

Het is gebruikelijk om de assen te dimensioneren zodat de veiligheidscoëfficiënten van de eigenfrekwentie ten opzicht van de designsnelheid uitkomen op 1.3 tot 1.5 en zelfs 1.7 in bijzondere gevallen.