

Nationale aandrijftechnieksores

Ons kleine, hooggeïndustrialiseerde polderland heeft waarschijnlijk de hoogste rotating-equipment-dichtheid van de wereld. Nederland staat vol met aandrijftechniek. Het motto van de Nationale Aandrijftechniek Dag 2025 is 'Duurzaam duurt het langst'. Wat evenwel nóg langer duurt is aandrijftechniek met een hoge graad van bedrijfszekerheid en beschikbaarheid. Dat blijkt niet altijd voldoende gewaarborgd. Ook al is het ontwerp slim en groen, het gaat nog vaak mis op een 'klassieke' manier. Wat gaat er dan zoal mis in de weerbarstige praktijk? In dit artikel belichten we twee veel voorkomende aandrijftechniekproblemen.

In de industrie en maritieme sector meest voorkomende vorm van aandrijftechniek: een aandrijving met elektromotor met een toerentalregeling middels een frequentieomzetter (FO), koppeling en aangedreven werktuig (pomp, ventilator, compressor, etc.), een gemeenschappelijk stalen fundatieplaat en vaak ook nog een tandwielkast en zuigen persleidingwerk.

Resonantietrillingen, Reliability Killer #1

Een hoog trillingsniveau ondermijnt de langere termijn bedrijfszekerheid. Resonantie is vaak de oorzaak.

In elke roterende machine werken krachten die trillingen veroorzaken. Bijvoorbeeld een (van zichzelf constante) roterende onbalanskracht wekt een trilling op met een frequentie gelijk aan de rotatiefrequentie. Een roterende pompwaaier of ventilator oefent op de constructie een dynamische onbalanskracht uit, dus trilling, met een frequentie van 25 Hz indien toerental 1500 r/min. (25 r/sec) is.

Elke aandrijving is samengesteld uit stationaire en roterende delen. Dit zijn stevige machinemassa's zoals een pomp of e-motorframe en elastische verbindingselementen zoals een stalen ondersteuning. Elke aandrijving kent daarom meerdere resonantiefrequenties. Dat is op zich normaal.

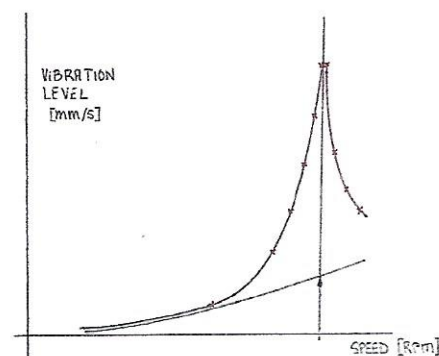
Echter wanneer bij een bepaald toerental de trillingsfrequentie van een aanstoot mechanisme, zoals bijvoorbeeld onbalans of drukpulsatie samenvalt met een resonantiefrequentie van de constructie dan kan het trillingsniveau ontoelaatbaar hoog worden.

Te lang in bedrijf bij dit resonantietoerental ondermijnt de bedrijfszekerheid: vroegtijdige lagerschade, de pompafdichting gaat lekken, bouten breken door vermoeiing of opgebouwde sensorinstrumentatie raakt defect. Lagers van naburige, stilstaande machines raken beschadigd door stilstandtrillingen die worden veroorzaakt door trillingsoverdracht via vloer- of leidingwerk. En de burens klagen over geluid- en trillingsoverlast.

Diagnose en remedie

Resonantie kan gemakkelijk worden herkend bij toerentalvariatie, zoals afb. 1 laat zien. Normaal zal het trillingsniveau gestaag toenemen bij toenemend toerental (groene lijn). Vanaf een bepaald toerental kan het trillingsniveau ineens sterk toenemen en bij een nog hoger toerental weer sterk afnemen (rode lijn). Bij het resonantietoerental kan het trillingsniveau gemakkelijk 10- tot 20-voudig toenemen.

De onbalans zelf is niet groot. Het is de versterking door resonantie die het trillingsniveau ontoelaatbaar hoog maakt. Nabalanceren of opnieuw uitlijnen biedt geen soelaas.

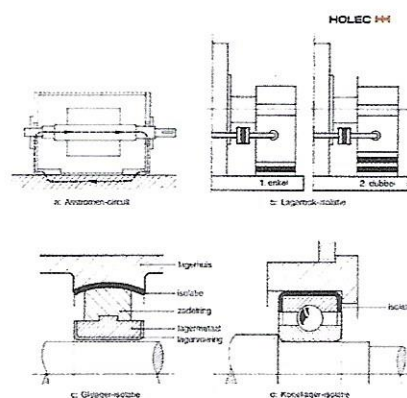


Afb. 1, tekst: Typische resonantiecurve.

Het moge duidelijk zijn dat door de grootschalige toepassing van toerentalgeregelde aandrijvingen de kans op riskante resonantietrillingen sterk toeneemt.

Resonantiefrequentieberekening met Finite Element Analysis (FEA) in het ontwerpstadium kan een potentieel resonantierisico aan het licht brengen. Of alertheid bij de fabrieksafname en de inbedrijfstelling. Aan eindgebruikerzijde zwijgen veel bestekspecificaties over het uitsluiten van resonantie.

Extra moeilijkheid is dat een bedrijfszekerheidsprobleem pas ontstaat wanneer de diverse hoofdcomponenten aan elkaar worden geknoopt. Het is een systeemprobleem, niet een componentprobleem. Het zwarte-pietenspel be-



Afb. 2, tekst: Lageringsisolatie opties.

‘Moderne aandrijftechniek, klassieke problemen’

gint. Componentleveranciers wassen – terecht – hun handen in onschuld. De hoofdaannemer zit met het probleem en heeft niet zelden de minste kennis in huis.

Zo kan een mooie aandrijving, hoe slim en groen ook ontworpen vanaf dag één een duur hoofdpijndossier worden.

Een schijnoplossing is condition monitoring. Het waarschuwt weliswaar op tijd dat het weer mis dreigt te gaan maar lost het onderliggende probleem niet op. Een slimme ontwerper zorgt voor vangnetten: de mogelijkheid tot extra ondersteuning aanbrengen (of juist weghalen) voorbereiden. Of de optie een stalen subframe later ingieten met krimpvrij kunststof beton (dus niet in omgekeerde volgorde).

Lagerschade door elektrische stroomdoorgang

Vroegtijdige lagerschade bij een elektromotor of aangedreven werktuig door elektrische stroomdoorgang in samenhang met een moderne, snelschakelende frequentie-omzetter kan gerust reliability killer #2 genoemd worden.

Door het samenspel van een snel schakelregiem van de FO, een asymmetrische voeding van de drie-fasen statorwikkeling met een voortdurend en snel-schakelende DC spanning van een moderne FO, een lage common mode impedantie van de motor en inadequate (asymmetrische) bekabeling kan er elke keer wanneer de FO-inverter schakelt (3000 keer per seconde!), over de as-einden van de rotor van de motor kortstondig een hoogfrequente as-spanning worden geïnduceerd. Uiteindelijk resulteert dit in een circulerende hoogfrequente as-stroom of lagerstroom door de stroomkring {motor as – motor lager az – motor frame – motor lager naz – terug naar de as}. Deze in de motor circulerende ‘as-stroom’ door de lagers (zie afb. 2,

linksboven) kan vroegtijdige lagerschade veroorzaken wanneer de motor niet adequaat wordt beschermd.

Geïsoleerd lager de oplossing?

Een eerste beschermingsmaatregel is geïsoleerde lagering toepassen. Voldoende is een lager te isoleren want de stroomkring is dan immers onderbroken.

Echter door het hoogfrequent karakter van as-spanning en as-stroom kan de lageringisolatie (en ook de oliefilm) zich als geleidende condensator gedragen en alsnog stroomvoeren. Een vandaag steeds vaker voorkomend verschijnsel bij moderne en steeds sneller schakelende FO's.

Of stroomdoorgang inderdaad speelt, is alleen te zien bij een tijdig gedemonteerd lager. Trillingsanalyse detecteert alleen lager schade, niet de aard ervan.

Een common-modefilter biedt voldoende bescherming. Zo'n filter bestaat uit een aantal ferrietkernringen waardoor de drie fasen van de motorkabel worden gevoerd. Een bewezen effectieve en onderhoudsvrije remedie. Steeds vaker gaan FO-fabrikanten er toe over ferrietkernen standaard in te bouwen. In de markt een nog vaak onbegrepen faalmechanisme. In de jaren '90 publiceerde een FO OEM'er al een document dat de problematiek beschrijft. ●

Over de auteur:

Arie Mol is zelfstandig adviseur, gespecialiseerd in trillingsanalyse en elektromechanische aandrijftechniek. In de rubriek 'Mol maint't' worden onderhoudsgerelateerde en aanverwante eigenaardigheden bij pomp-aandrijvingen belicht. Hij schrijft al sinds 2007 voor Pomp NL. Alle artikelen zijn na te lezen op website: www.ariemol.nl

Meer info:

In diverse PompNL-artikelen is meer informatie te vinden over resonantie- en lagerstroomproblemen. Je kunt ze ook vinden op www.ariemol.nl.