

# Gedrag frequentieregelaar goed beheersbaar

**De frequentieregelaar is niet meer weg te denken bij moderne industriële pompaandrijvingen.**

Ing Arie Mol \*

De in de elektrische aandrijftechniek welbekende 'wet van behoud van ellende' dicteert dat bij veel voordelen er ongetwijfeld ook nadelen zijn. Die nadelen zijn er ook bij de toepassing van de frequentieregelaar, maar gelukkig goed beheersbaar. Mits onderkend, zo niet dan kan dit een soepele be-

drijfsvoering frequent ontregelen. Gelukkig gaat het vaak gewoon goed (de frequentieregelaar is volwassen) maar wat zijn potentiële valkuilen en mogelijke remedies?

## MECHANISCHE RESONANTIE

Een van de meest voorkomende problemen is mechanische reso-

nantie. Dit kan leiden tot onacceptabel hoog trillingsniveau doordat een aanstootfrequentie samenvalt met een resonantiefrequentie. Elke pompopstelling kent resonantiefrequenties. Bij een-toerental toepassingen, zoals voorheen gebruikelijk zonder frequentieregelaar, is de kans niet zo groot dat een aanstootfrequentie samenvalt met een resonantiefrequentie. Bij een breed toerentalbereik neemt die kans toe. Aanstootfrequenties zijn o.a. de onbalans van de pompwaaier gekenmerkt door 1\* toerental frequentie, de schoeppasseerfrequentie gekenmerkt door een frequentie gelijk aan toerental maal aantal schoepen of elektrische gerelateerde frequentiecomponenten door de elektromotor opgewekt.

## KRITISCH TOERENTAL

Resonanties houden verband met een massa-veer systeem zoals de massa van de motor en de elasticiteit van het pomphuis bij verticale opstellingen. Maar ook bij horizontale opstellingen kunnen pomp massa en motormassa met daartussen de elasticiteit van het gemeenschappelijke stalen frame een resonantieprobleem geven. Dit is dan een zgn. torsietrillingsprobleem. Leidingwerk of wanden kunnen in resonantie komen. Wanneer een overhangende pompwaaier in resonantie komt spreekt men van een kritisch toerental probleem.

Resonantie leidt onvermijdelijk tot vroegtijdige schade aan vitale delen zoals lagering of afdichting. Een herstel van de bedrijfszeker-

*Fabricage van frequentieregelaars. De frequentieregelaar is niet meer weg te denken. Toch kleven er ook enkele nadelen aan de toepassing van de regelaars, maar die zijn, mits onderkend, goed beheersbaar*



*Door het snelle schakelregiem van de moderne frequentieregelaar bestaat er kans op lagerschade door elektrische stroomdoorgang*



heid kan doorgaans alleen worden bereikt door het verstemmen van de resonantiefrequentie. Zowel vergroten als reduceren van stijfheid kan een verbetering zijn. Dit laatste bijvoorbeeld door de 'truc' van het lossen van een of meerdere bevestigingsbouten. Maar meestal is een constructieve aanpassing noodzakelijk. Een trillingsanalyse wijst de weg naar een juiste diagnose en doelmatige remedie.

#### EINDIGE-ELEMENTEN METHODEN

Ondanks, of misschien wel dankzij, moderne berekensoftware komen resonantieproblemen nog vaak voor. Er wordt weliswaar volop gebruik gemaakt van eindige-elementen berekenmethoden maar een terugkoppeling vanuit de praktijk middels meting op locatie van de actuele resonantiefrequentie(s) schiet er meestal bij in. Pompontwerpers lopen zo het risico het zicht op de praktijk volledig kwijt te raken. En bij continue productontwikkeling gaat het dan een keer fout.

#### LAGERSCHADE

Een andere, in toenemende mate actuele, potentiële valkuil is de verhoogde kans op lagerschade door elektrische stroomdoorgang. Dit houdt verband met het zeer snelle schakelregiem van de moderne frequentieregelaar. Moderne IGBT technologie laat de vermogenselektronica supersnel schakelen. Dit biedt grote voordelen met betrekking tot rendement en bouwgroote - lees prijs - van de frequentieregelaar. Bij netvoeding

wordt een elektromotor gevoed uit een symmetrisch, sinusvormig driefasen net. Een frequentieregelaar echter schakelt voortdurend en zeer snel een gelijkspanning tussen de drie fasewikkelingen. Dit is een asymmetrisch voedingssysteem en dit heeft tot gevolg dat over de as-einden van de motor een elektrische wisselspanning wordt geïnduceerd. Dit is voor het goed functioneren van de motor geen enkel probleem. Maar er kan een elektrische stroom van hoge frequentie gaan circuleren in het circuit motor as - lager aandrijfzijkant - motorframe - lager niet-aandrijfzijkant - terug naar as, met onvermijdelijk lagerschade als gevolg. Deze 'asstroom' kan ook via het lager van de pomp circuleren indien de koppeling elektrisch geleidend is. Tenzij de oliefilm in het wentel- of glijlager isoleert, hetgeen niet vanzelfsprekend is, of indien geïsoleerde lagering wordt toegepast. Maar zelfs een geïsoleerde lager blijkt niet altijd te isoleren, het gaat dan om hoogfrequent stroompieken waarvoor de isolatie als geleidende condensator werkt.

#### SUCCESSVOLLE REMEDIES

Trillingsanalyse kan tijdig lagerschade aan het licht brengen. Maar niet altijd expliciet stroomdoorgang als oorzaak. Dit komt doordat het zeer grote aantal, minuscule kratertjes op de loopbanen aanvankelijk moeilijk te onderscheiden is van een slechte smeringconditie.

Hoogfrequent stroomdoorgang is visueel herkenbaar uit een typisch schadebeeld op de loopbanen of lagerschalen. Tenminste wanneer het lager tijdig wordt vervangen en niet meteen verschrot...

Er zijn relatief eenvoudige meetmethoden bekend waarmee de asspanning, asstroom en lagerisoliatiestatus bepaald kan worden. Daarnaast geeft meting van de common mode stroom tussen frequentieregelaar en motor m.b.v. hoogfrequent Rogowsky stroomtransformator waardevolle informatie over de kans op schade. Deze metingen kunnen en moeten bij vol in bedrijf zijnde aandrijving worden uitgevoerd. Succesvolle remedies zijn o.a. adequate lagerisolatie, correcte aarding van de bekabeling maar vooral ook een zgn. homo-polair filter of common mode filter. Dit laatste wordt bij groot-vermogen frequentieregelaars standaard toegepast. Maar de praktijk leert dat in sommige gevallen (de ene motor is de andere niet) die vermogensgrens veel lager ligt. Deze remedie is ook effectief met het oog op de kans op wikkelschade. Het snelle schakelregiem kan eveneens een overbelasting vormen van de di-elektrische integriteit van de isolatie van de stator wikkeling.

\* Arie Mol is zelfstandig adviseur en als Mol Rotating Equipment Consultant (Molrec) betrokken bij ontwerp en trouble-shooting van industriële roterende machines