

# Conditiediagnostiek en elektrische machines

**De bewaking van de mechanische conditie van een pomp kan problemen aan het licht brengen rond onder meer lagering, afdichting en cavitatie. Zo kan tijdig correctief worden ingegrepen. Trillingsanalyse is een veel toegepaste meetmethode.**

Arie Mol

Geen pomp zonder elektromotor. Voor elektrische machines zijn er enkele interessante diagnostische middelen bekend die, mits deskundig gebruikt, behulpzaam kunnen zijn bij het stellen van een juiste diagnose in geval van (vermeende) machineproblemen.

## ONDERHOUDSKOSTEN MINIMALISEREN

Wie de conditie van industriële roterende machines kan inschatten, kan de onderhoudskosten minimaliseren. Als blijkt dat de conditie gestaag achteruit gaat, is tijdig ingrijpen mogelijk door gepland onderhoud uit te voeren. Zowel

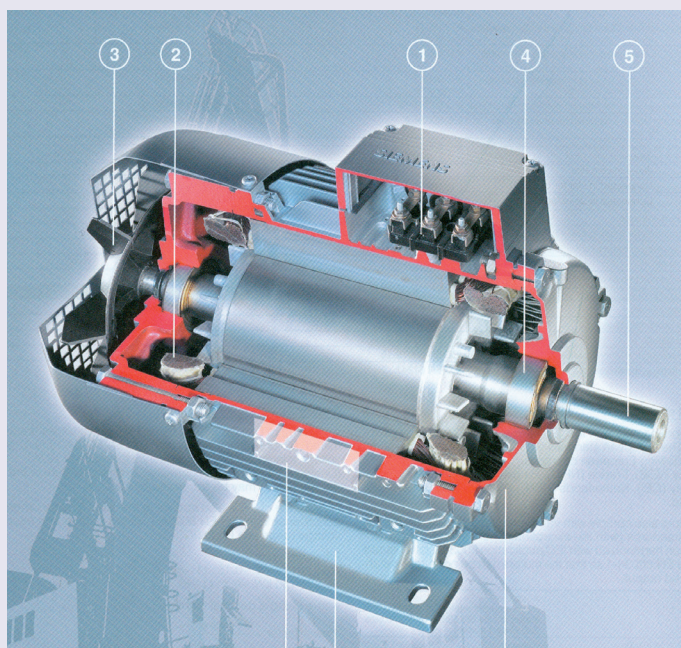
een ongeplande stop als onnodig onderhoud kan op deze manier worden voorkomen, zolang het gaat om faalmechanismen die zich trendmatig ontwikkelen. Trillingsanalyse is bij uitstek geschikt om de conditie van roterende machines in te schatten. Voor een succesvol conditiebewakingsprogramma op basis van trillingsmetingen is instrumentatiekennis noodzakelijk, maar machinekennis is van doorslaggevend belang. De meeste trillingsanalisten hebben een werktuigbouwkundige achtergrond en hebben daardoor moeite met een juiste interpretatie van trillingsgedrag van elektrische origine. Revisiebedrijven klagen over onterecht afgekeurde elektrische machines. Dit geeft weliswaar werk aan de winkel, maar wanneer een motor weer in bedrijf wordt gesteld en het 'probleem' er nog steeds is, liggen de zaken anders. Dan heeft het revisiebedrijf wat uit te leggen, terwijl er niets uit te leggen valt.

## KLASSIEKE INSTINKERS

In de praktijk worden veel gelijksoortige interpretatiefouten gemaakt; je kunt ze gerust 'klassieke in-

stinkers' noemen. Zo kunnen elektrische machines in meer of mindere mate een trilling met dubbele netfrequentie opwekken; dat is dan een trilling van 100 Hz bij een 50 Hz net (of de dubbele uitgangsfrequentie van een frequentieregelaar). Bij een tweepolige motor kan dit gemakkelijk opgevat worden als een uitlijnfout. Immers de tweemaal toerental component, maatgevend voor misuitlijning, is vrijwel gelijk aan de dubbele netfrequentie. Bij een vier- of zespolige motor kan deze 'elektrische trilling' abusievelijk worden aangezien voor een 'lager defect'-frequentie van een kogellager of rollager. In de luchtspleet van een elektromotor varieert het magnetisch veld enigszins in het ritme van de passage van de rotorstaven ten opzichte van de statorgleuven. Dit resulteert ook in fluctuatie van de radiale krachtwerking tussen rotor en stator, dus een karakteristieke 'elektrische' trilling. Zo'n trilling heeft een hoge frequentie, gelijk aan {toerental rotor} \* {aantal rotor staven of stator gleuven}, een frequentie van meestal 500 – 2000 Hz en met 100 Hz zijbanden. Soms valt zo'n frequentiecomponent samen met een resonantiefrequentie in het statorblikpakket en ontstaat er een relatief hoog trillingsniveau en hoog 'magnetisch' geluidsniveau. Dit wordt nogal eens ten onrechte gediagnosticeerd als bijvoorbeeld een excentrische luchtspleet of een losse statorwikkeling. Het is vrijwel

Motor met gegoten aluminium rotor. (Foto: Siemens)





Geen pomp zonder motor

nooit een echt machineprobleem. Het gaat bijvoorbeeld bij 5 mm/s en 1000 Hz om verplaatsing van minder dan 1 micron. Dat is meer irritant voor het menselijk gehoor dan een serieuze bedreiging voor de bedrijfszekerheid van de motor.

#### ROTORSTAAFBREUK

Een faalmechanisme bij kortsluit-tanker motoren is de 'rotorstaaftbreuk'. Dit betekent in de praktijk meestal dat de zilversoldeerverbinding tussen een of meerdere rotorstaven en de kortsluitring een slechte elektrische verbinding is geworden. Er ontstaat een thermische hotspot en uiteindelijk vonkvorming. Daar kan doorgaans de robuuste rotor wel tegen, maar de nabijgelegen statorwikkeling met het kwetsbare isolatiemateriaal niet. Een verhoogde kans op degradatie van de zilversoldeerverbinding is aannemelijk bij motoren die veelvuldig aanlopen en daarbij een groot massastraagheidsmoment moeten versnellen, bijvoorbeeld een grote laagtoerental pomp. Veel motoren tot ca. 200 kW hebben niet massief koperen maar gegoten aluminium rotorstaven. Daarin kunnen af fabriek al gietgallen zitten. Een plaatselijk verhoogde stroomdichtheid kan voor een forse thermische hotspot zorgen en het rotor- of statorblikpakket beschadigen. Een rotorstaafbreek kan worden gediagnosticeerd en trendbewaakt door frequentie spectrum analyse van de motorstroom. Ook trillingsanalyse kan de breuk laten

zien, maar die moet dan met name gericht zijn op amplitudemodulatie van hogere harmonische luchtspleet frequentiecomponenten. Soms is dit ook hoorbaar als een typische laagfrequente 'beat' toon.

#### TORSIETRILLINGANALYSE

Veel moderne dc en ac aandrijvingen zijn uitgerust met een encoder aan de niet-aandrijfszijde van de motor. Deze encoder levert een hoogfrequent pulstrein die een maat is voor het toerental. Dit signaal kan echter ook gebruikt worden voor torsietrillingsanalyse. Een frequentie demodulatie meetmethode brengt torsietrillingsproblemen aan het licht, waardoor de koppeling of tandwielkast overbelast kan raken. Dit wordt met conventionele trillingsopnemers niet opgemerkt. Bij dieselmotoraandrijvingen geeft de magnetische pick-up (voor toerentalmeting) interessante informatie over mogelijke problemen met bijvoorbeeld koppelingen. Frequentiedemodulatietechniek van de hoogfrequente pulstrein van deze pick-up onthult torsietrillingen van de roterende delen. Dieselgeneratorsets kunnen op deze wijze worden geanalyseerd op (on)bevredigend draaigedrag van de roterende delen. Dit kan niet met conventionele trillingsopnemers.

#### ELK VOORDEEL HEEFT ZIJN NADEEL

De tegenwoordig veel toegepaste

frequentieregelaar heeft onmiskenbare voordelen voor de procesoptimalisatie, het energiebeheer en de functionaliteit. De in de wereld van elektrische machines welbekende 'wet van behoud van ellende' dicteert echter dat elk voordeel zijn nadeel heeft, zoals ook Johan Cruijff al stelde. Deze nadelen komen vooral tot uiting in een verhoogde kans op lagerschade door elektrische stroomdoorgang of wikkelingisolatieschade. Dit houdt verband met het zeer snelle schakelregime van de moderne frequentieregelaar, waartegen niet elke motor afdoende beschermd wordt. Dit is geen technisch probleem eigenlijk, eerder een kostenplaatje probleem. Zelfs een geïsoleerd lager blijkt niet altijd te isoleren; het gaat dan om zeer kortstondige hoogfrequent piekstromen elke keer wanneer de frequentieregelaar inverter schakelt. De lagerisolatie werkt voor deze hoogfrequent schakelverschijnselen niet meer als hoge weerstand maar als geleidende condensator. Trillingsanalyse kan tijdig lagerschade aan het licht brengen maar niet eenduidig elektrische stroomdoorgang als primaire oorzaak. Er zijn relatief eenvoudige meetmethoden bekend waarmee de asspanning, asstroom en lagerisoliatiestatus bepaald kunnen worden. Daarnaast geeft meting van de common mode stroom met hoogfrequent Rogowsky stroomtransformatoren waardevolle informatie over de kans op schade.