

Trillingen monitoren om schade te voorkomen

[tekst] Christien Nuboer

Trillingen bij roterende machines duiden meestal op een niet-optimaal functionerende machine. Dit is niet alleen slecht voor de levensduur of van negatieve invloed op de kwaliteit van het product dat er mee gemaakt wordt, het kan ook voor levensgevaarlijke situaties zorgen. De oorzaak kan verschillen en actie is geboden. Beter nog is bij voorbaat al te voorspellen wanneer een stop noodzakelijk is en op welke capaciteit nog even door te draaien valt.

Wanneer een trillingsspecialist wordt opgeroepen om de oorzaak van een trilling te achterhalen of wanneer uit de meetdata blijkt dat er een trilling aanwezig is, heeft hij op basis van de gegevens en ervaring vaak al een vermoeden van de oorzaak. Door het snel achterhalen van het probleem kan een machine op korte termijn worden hersteld en terug in bedrijf worden genomen.

Sander Bakker is een van de trillingsspecialisten binnen Istec International uit Lisse en tevens manager van de afdeling Condition Monitoring. "Vanuit onze ervaring zien wij als de vier meest voorkomende

oorzaken van trillingen; schade aan lagers, beschadigde of versleten tandwiel, uitlijningsproblemen en onbalans. Deze hoofdoorzaken kunnen echter ook weer onderliggende oorzaken hebben waar vibraties uit voortkomen. Het is dan belangrijk om met een 'Root Cause Analysis' de hoofdoorzaak te achterhalen. Zo kan het zijn dat een rollager is beschadigd, terwijl de hoofdoorzaak onbalans blijkt te zijn waardoor de lager is overbelast. Als alleen het rollager wordt vervangen maar de onbalans niet wordt opgelost, dan zal binnen aanzienlijke tijd opnieuw de lager beschadigd raken." Ook twee gekoppelde, roterende machines waarvan de hartlijnen van de as niet precies in elkaars verlengde liggen, kunnen trillingen opleveren. Mogelijke oorzaken van deze, zogenaamde uitlijningsfouten zijn een ongelijke fundatie, uitzetting door temperatuurfluctuaties, onnauwkeurige montage of een combinatie van oorzaken, legt Bakker uit.

Metten van trillingen

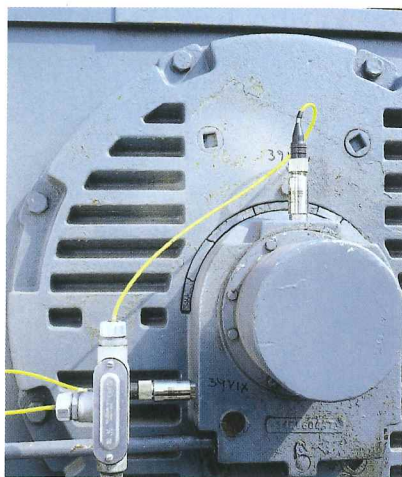
Het achterhalen van de hoofdoorzaak van een machinetrilling blijkt dus niet eenvoudig. Echter, aan de hand van de juiste meetdata kan een ervaren specialist wel snel een richting bepalen waar de oorzaak in gezocht moet worden. Om te weten welke meetdata relevant zijn, moeten we eerst weten hoe een trilling zich ontwikkelt en wat er aan een trilling te meten is. Een vibratie is meer dan simpel-

weg een repeterende beweging. Om te beginnen bestaat een vibratie uit drie parameters: snelheid, versnelling en verplaatsing. Als we trillingen op die drie parameters bekijken, zijn er drie soorten trillingsvormen te onderscheiden: a-periodieke trillingen, overgangstrillingen en periodieke trillingen (zie **afb. 1**). Vanwege het terugkerende karakter bij roterende machines richten we ons hier op de periodieke trillingen.

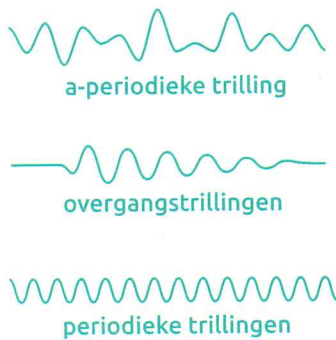
Op **afbeelding 2** worden schematisch de verschillende fases van een trilling in een lager weergegeven. Een trilling begint eerst met een bepaalde impact en zolang hier nog geen kracht achter zit kan het nog niet zoveel kwaad. Bij een hogere acceleratie kan de impact wel voor beginnende schade zorgen. Wanneer de schade door-ontwikkelt, ontstaan er kleine spelingen. Hierdoor neemt de velocity-waarde toe. Pas wanneer er grotere speling ontstaat, wordt de verplaatstingsmeting interessant. Deze meting vindt op dezelfde manier plaats bij kogellagers.

Sensoren

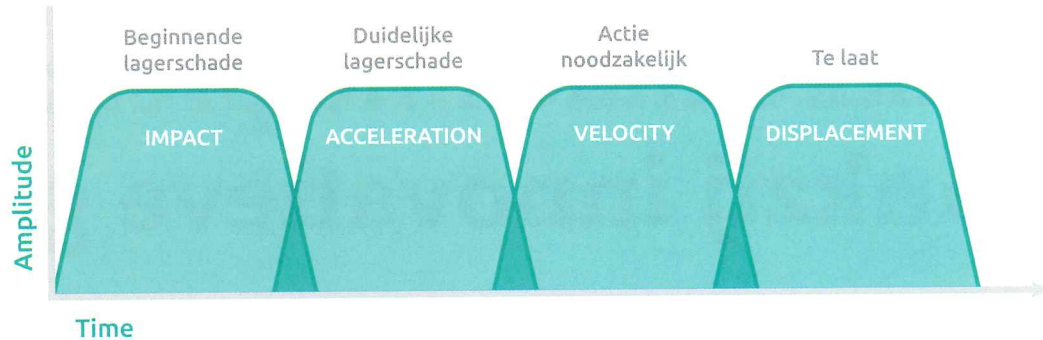
Voor iedere fase zijn verscheidene trillingssensoren beschikbaar, zie **afbeelding 3**. De meest gebruikte sensoren voor trillingsmetingen zijn accelerometers. Dit type sensor meet van lage tot hoge frequenties en is geschikt voor elke applicatie. Velocity-sensoren worden gebruikt voor lage tot middelhoge frequentiemetingen. Dit type sensor heeft een lagere gevoeligheid voor trillingen met een hoge frequentie dan accelerometers. Verplaatstingssensoren (displacement sensoren) of eddy current sensoren worden gebruikt voor het meten van as-bewegingen en inwendige spelingen bij lagers. Deze contactloze sensoren meten bijvoorbeeld de vibraties van een drijfas ten opzichte van glijlagers of andere ondersteunende onderdelen. Dit type sensoren wordt voornamelijk ingezet bij het meten van lage frequenties (1 tot 1500 Hz) en lage amplitudes zoals dat bij machines met glijlagers vaak voorkomt.



Het monitoren van trillingen voorkomt schade aan machine, mens en milieu (foto: Istec).



Afb. 1 Er zijn drie soorten trillingsvormen te onderscheiden.



Afb. 2 Hier worden schematisch de verschillende fases van een trilling in een lager weergegeven.

Output en analyse

“Voor het kiezen van de optimale sensor spelen factoren een rol als het verwachte trillingsniveau, het frequentie- en temperatuurbereik en omgevingsfactoren als bijtende of ontvlambare omgevingslucht, elektromagnetische of akoestische velden of kans op elektrostatische ontlading,” legt Bakker uit. “Elke sensor registreert het complete, ruwe tijdsignaal van de machine en het filteren van het tijdsignaal maakt schadecomponenten zichtbaar. Hierop is een grote mate van automatisering mogelijk maar de interpretatie van de gegevens blijft nog steeds mensenwerk.”

Voor het interpreteren van de data maakt een trillingsspecialist wel gebruik van analysesoftware. Deze software zet de ruwe data om in een FFT-analyse (ook wel spectrumanalyse genoemd, zie **afb. 4**) en een trendanalyse. Aan de hand van deze analyses, de frequenties, de amplitudes, eventuele sidebands en andere diverse factoren kan de trillingsspecialist een oorzaak achterhalen.

Conditiebewaking door experts

Istec kan elk type roterende machine monitoren, legt Koos Hemmes, senior consultant binnen het bedrijf uit. “De consultants komen vooral bij bedrijven in de sectoren chemie, petrochemie, (afval) energie en bulkverwerkers. Naast het leveren, implementeren en kalibreren van sensoren en systemen voor het monitoren van de mechanische staat van machines, is onze afdeling Condition Monitoring, waar Sander Bakker deel van uitmaakt, gespecialiseerd in het analyseren van de data.”

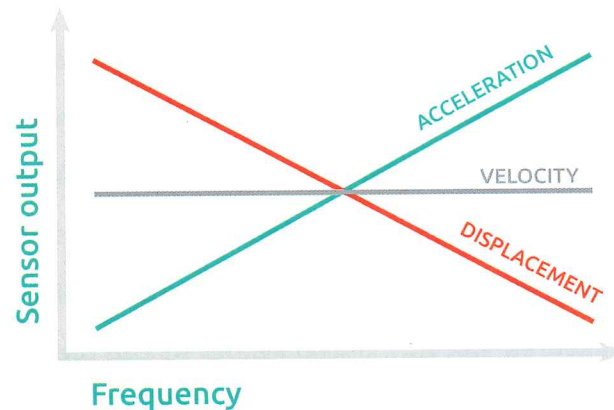
Dat trillingsanalyse een complex vakgebied is en zeer specialistische kennis vereist, blijkt wel uit de ISO-norm. De ISO 18436-2 norm specificeert de vereisten voor training, ervaring en examinering van specialisten op het gebied van machineconditiebewaking (condition monitoring) en machinediagnose middels trillingsmetingen. Het certificaat getuigt van de kennis en kundigheid van de specialist

in het uitvoeren van trillingsmetingen en -analyse op roterende machines. De norm onderscheidt vier niveaus die op basis van kennis en ervaring achtereenvolgens door de specialist kunnen worden doorlopen. Bakker heeft de hoogst haalbare certificering (ISO 18436-2 Niveau 4) en is hiermee een van de drie specialisten in Nederland met deze hoge certificering. “Voor het opzetten van een meetprogramma voor een of meerdere kritische machines bieden wij drie vormen van condition monitoring: periodiek, continu of op afstand. Deze kunnen volledig afgestemd of gecombineerd worden naar de wensen en behoeften van de klant.” De ene klant belt pas bij een probleem maar er zijn steeds meer klanten die een periodieke evaluatie en de trendmatige verandering willen zien. “Dat is natuurlijk ook waar condition monitoring om draait: een meer voorspellend karakter opbouwen vanuit de data.”

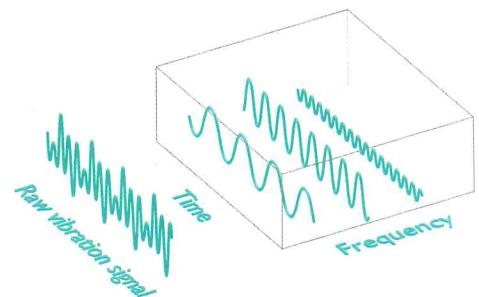
Vraagbaak

Onlangs opende Istec een nieuwe vestiging in Geleen op industrieterrein Chemelot. Van hieruit kan Istec haar klanten in België en het zuiden van Nederland beter en sneller bedienen. Want er blijkt volop vraag naar de expertise van het bedrijf. Hemmes: “We merken ook bij grote bedrijven dat vibratiespecialisten schaars zijn. Een enkeling heeft zelf een gecertificeerde meetgroep maar dan voornamelijk voor eigen gebruik en al helemaal niet voor derden. Istec International is de enige onafhankelijke trillingsspecialist in Nederland.” Het is ook een lastige discipline benadrukt Bakker nog maar weer eens. “Ook al heb je twee dezelfde machines, ze hebben elk een afzonderlijke fingerprint. Want er hoeft maar een kleine factor anders te zijn en ze zijn al niet meer met elkaar te vergelijken.” Het ultieme doel: de klant een lijst overhandigen met welke componenten het eerst gaan uitvalen, dat is het optimale Toestandsafhankelijke Onderhoud (TAO). **AT**

www.istec.nl



Afb. 3 Voor iedere fase zijn verscheidene trillingssensoren beschikbaar.



Afb. 4 Voor het interpreteren van data kan een trillingsspecialist gebruikmaken van een FFT-analyse.

Vibratiebewaking voor functionele veiligheid

Vanuit het kader van functionele veiligheid (IEC-61511) worden roterende machines uitgerust met vibratiebewakingssystemen als zijnde Safety Instrumented Systems (SIS). Het systeem verkrijgt data vanuit de vibratiesensoren die op de machine zijn gemonteerd. Wanneer de vooraf ingestelde grenswaarden worden overschreden, treedt het SIS in werking waarna de machine automatisch afslaat. De verkregen data kunnen vervolgens worden gebruikt om de directe oorzaak voor het in werking treden van de SIS aan te pakken. Met een vibratiebewakingssysteem neemt de veiligheid sterk toe en wordt de kans op blijvend letsel bij personeel en schade aan het milieu aanzienlijk verkleind. Daarnaast wordt grote financiële schade voorkomen. Enerzijds blijft de hoeveelheid schade aan een machine beperkt vanwege de automatische afschakeling en anderzijds zal het bedrijf geen reputatieschade oplopen omdat er geen gewonden en doden vallen.