

Trillingsanalyse en cavitatie

Elke roterende machine heeft een typisch trillingsgedrag. Een goed verstaander kan uit de 'taal' van elektrische machines afleiden of de motor of generator goed functioneert. Ook pompen hebben specifieke gedragskenmerken.

Arie Mol

De bedrijfszekerheid van pompen valt af te leiden uit bepaalde gedragskenmerken. Dit is van groot belang om onderhoudskosten te kunnen beheersen. Bij centrifugaal pompen is cavitatie een belangrijk factor voor de bedrijfszekerheid. Cavitatie veroorzaakt onherroepelijk vroegtijdige mechanische schade aan de waaier en een aanzienlijke rendementsafname. Cavitatiekrachten kunnen ook lageringen en afdichtingen beschadigen en de levensduur ervan aan-

merkelijk reduceren. De impulsachtige natuur van cavitatiekrachten kan de resonantiefrequenties 'aanstoten' van bijvoorbeeld een overhangende waaier of het slakkenhuis, waardoor het trillingsniveau verhoogt en de bedrijfszekerheid vermindert. Trillingsanalyse kan waarschuwen wanneer cavitatie dreigt of al aanwezig is.

WAT IS CAVITATIE?

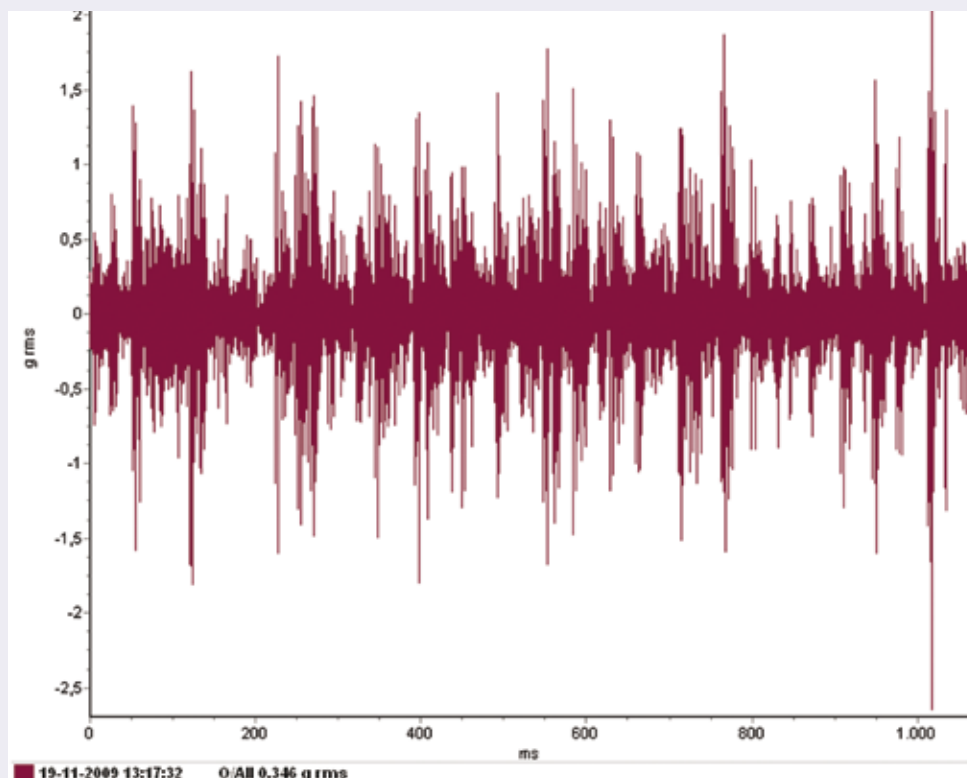
Wanneer de druk van een vloeistof lager wordt dan de dampspanning

bij een gegeven vloeistoftemperatuur, kunnen er geconcentreerde dampbellen in de vloeistof ontstaan. Bij een centrifugaalpompe vindt dit doorgaans plaats aan de zuigzijde, waar de druk laag is. De zuigdruk neemt af naarmate de vloeistofsnelheid groter is. Bij de passage van de vloeistof verderop in de waaier stijgt de druk weer en 'imploderen' de dampbellen. Dit gaat gepaard met grof geweld, en het oppervlak van de waaier kan beschadigd raken of eroderen. Dit heet cavitatie. De kans daarop is aanwezig wanneer het werkpunt van de pomp zich helemaal 'rechts-omder' bevindt in de druk-volumekarakteristiek. De 'Net Positive Suction Head' (NPSH) kan dan nul of negatief worden en de problemen beginnen. Cavitatiegevaar is dus aanwezig bij een relatief lage perstegedruk en een hoge flow.

ANGEL ERUIT

Bij een frequentiereguleerde centrifugaalpompe neemt de kans op cavitatie toe bij een hoge uitgangsfrequentie. Om drukverlies van een beschadigde waaier te compenseren, zal de uitgangsfrequentie hoger worden om dezelfde flow te handhaven; het caviteren wordt alleen maar erger. Het rendement van de pompe is zeer laag in dit werkgebied, een tweede reden om deze situatie te vermijden. Soms kan een speciale coating de waaier behoeden voor cavitatieschade, maar het is beter om de angel eruit

Sterke impulsen door cavitatie-implosies



te halen en preventieve maatregelen te nemen. Cavitatie wordt bevorderd door onregelmatigheden op pijpwanden, toename van temperatuur en procesmatig geïntroduceerde gas/luchtinsluitingen in de vloeistof. Dit laatste kan ook bij normale werkpunten optreden. Risicovolle toepassingen zijn rioolwaterpompen of meerfasepompen, die naast vloeistof ook gasinsluitingen verpompen.

DETECTIE

Wanneer een pomp caviteert, vinden er implosies van dampbellen plaats nabij de waaier. Dit veroorzaakt impulsachtige trillingen die resonantiefrequenties aanstoten. Vooral de resonantiefrequenties van de roterende waaier, en in mindere mate ook die van de stationaire behuizing. Elke waaier en elke pompbehuizing heeft een aantal resonantiefrequenties met verschillende bijbehorende bewegingsvormen. Deze resonantiefrequenties liggen meestal in het gebied van 100 Hz tot 10 kHz. De rechtgeaarde trillingsanalist zal op een beurs niet langs een schroef of pompimpeller kunnen



Deze meerfasepomp (made in Holland) verpompt een mix van olie en gas uit een Siberische bron

lopen zonder er even met de vuist of de hand een tik tegen te geven. De 'ting' of 'tong' die ontstaat, is de dominante resonantiefrequentie van de schoep van de schroef of de waaier van een centrifugaalpomp. Een of meerdere resonantiefrequenties hebben weinig

minante resonantiefrequentie is. Dit kan door het aanslaan van de waaier met bijvoorbeeld een rubber hamer en te meten wat dan de resonantiefrequentie is. Dit kan alleen met een 'droge' (vloeistofloze) pomp. Vloeistof kan de resonantiefrequentie laten verschuiven, maar dat is niet veel.

De rechtgeaarde trillingsanalist kan niet langs een schroef of pompimpeller lopen zonder er een tik tegen te geven

damping en een lange nagalmtijd. Het zijn vooral deze frequenties die worden aangestoten door de imploderende dampbellen. Dit veroorzaakt het kenmerkende impulsachtige en onregelmatige geluidspatroon dat zo kenmerkend is voor cavitatie. De detectie is dan eenvoudig: plaats een trillingssensor op de behuizing en stem met een bandfilter van een vibratiemonitor af op de resonantiefrequentie van de waaier. Voor elke pomp moet worden vastgesteld wat de do-

minante resonantiefrequentie is. Dit kan door het aanslaan van de waaier met bijvoorbeeld een rubber hamer en te meten wat dan de resonantiefrequentie is. Dit kan alleen met een 'droge' (vloeistofloze) pomp. Vloeistof kan de resonantiefrequentie laten verschuiven, maar dat is niet veel.

IN HET VIZIER

Moderne trillingsanalyseapparatuur is in staat om specifiek cavitatiegedrag te detecteren. De signaal-ruisverhouding wordt steeds beter, wat inhoudt dat de meting minder wordt 'vervuild' door andere trillingen. Het is immers van belang niet een foute diagnose te maken; vaak genoeg wordt een smeringarme of defecte lagering geïnterpreteerd als cavitatie, of andersom. Slimme monitoring- en diagnose-elektronica houdt de 'performance' van de pomp in het vizier. Bedrijfszekerheid en efficiëntie kunnen daarmee steeds verder worden geoptimaliseerd. Vooral bij toepassingen met frequentieregelaars en afstandbesturing wordt dit in toenemende mate belangrijk.