

Trillingsanalyse is een voortdurend leerproces

Trillingsanalyse van roterende machines is een mooi vakgebied. Pompen, ventilatoren, dieselmotoren en elektrische machines evolueren voortdurend. Nieuwe markt- en klanteisen, innovaties en nieuwe materialen dagen ontwerpers en constructeurs steeds opnieuw uit hun machines te optimaliseren. De markt voedt de fabrikant op.

Arie Mol

Producenten die vandaag op safe spelen en uitontwikkelde 'proven-design' machines op de markt brengen, lopen het risico dat ze morgen niet meer concurrerend zijn met bijvoorbeeld prijs-prestatieverhouding en energieverbruik. Doorgaande ontwikkeling van machines kent echter ook een risico: de inmiddels bekende wet van behoud van ellende, in de voetbalwereld bekend onder het Cruijffiaanse credo 'ieder nadeel heb zijn voordeel'. De ontwerper of constructeur

die met een technische modificatie een gewenst voordeel kan bereiken, kan over het hoofd zien dat hij met de verbetering juist een nieuw nadeel introduceert. Daardoor kan de bedrijfszekerheid in het geding komen, bijvoorbeeld doordat er een trillingsprobleem ontstaat.

POMPDYNAMICA

De meeste trillingsproblemen komen voort uit dynamische problemen. Statisch is een constructie

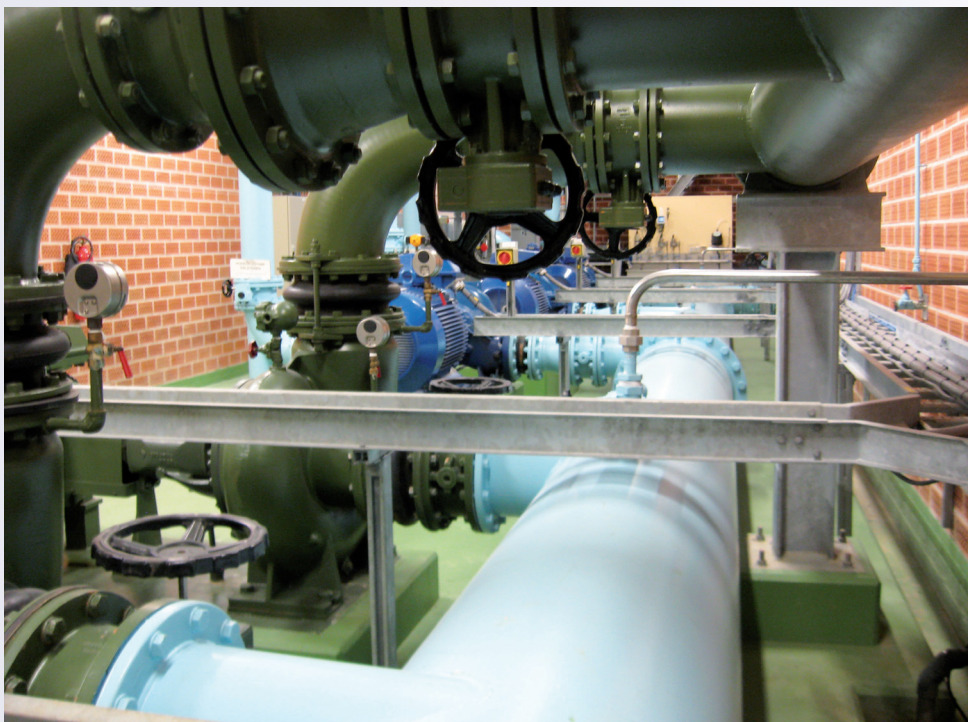
vaak in orde; sterkte-technisch is het systeem meestal goed ontworpen. Ook de uitlijning is meestal wel in orde. Resonantie is een vaak voorkomend dynamisch probleem. Bij het optreden van resonantie is er bij een bepaald toerental sprake van een aanstootfrequentie, bijvoorbeeld onbalans, die samenvalt met een resonantiefrequentie. In dat geval is noch de stijfheid noch de massa van een constructie bij machte de krachtwerking in toom te houden. Integendeel: die twee heffen elkaar juist op en er is dan alleen nog damping om de trilling tegen te gaan. Maar juist de damping is bij veel constructies onvoldoende aanwezig. Lageringsfouten komen ook vaak voor. Onderdelen zoals een lager of een asafdichting falen vroegtijdig, wat leidt tot inkomstenderving door productieverlies en ongeplande onderhoudskosten. De schone taak voor de trillingsanalist is dan de oorzaak te vinden, de angel eruit te halen en zo de bedrijfszekerheid herstellen.

POMPPROBLEMEN

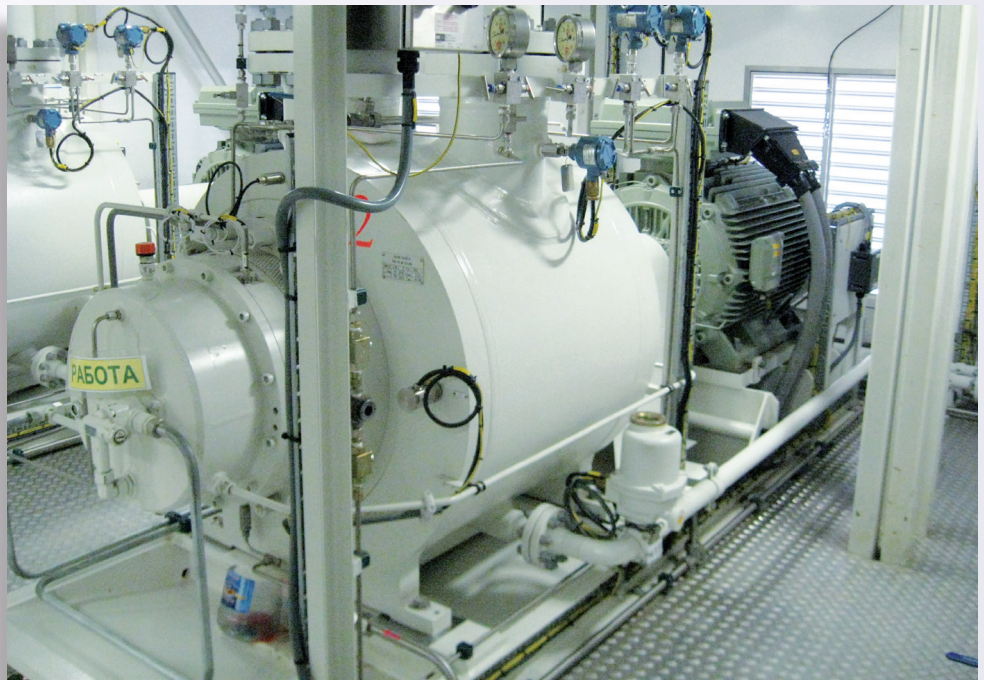
Bij pomp aandrijvingen gaat het bij trillingsproblemen vaak om:

- Resonantie. De resonantiefrequentie valt samen met de toerental frequentie (het aanstootmechanisme is dan onbalans) of met schoeppasseerfrequentie (het aanstootmechanisme is dan hydraulische drukpulsatie,

Resonantie is in leidingsystemen een onderschat faalmechanisme



Fundatie bepaalt vaak het trillingsgedrag



doorgaans bij een werkpunt ver verwijderd van het optimale werkpunt). De resonantiefrequentie kan bijvoorbeeld worden bepaald door een samenspel van enerzijds massa e-motor of pomp en anderzijds de stijfheid van de subframeondersteuning eronder.

- Cavitatie. Ook dit is een werkpuntprobleem. Menige pompinstallatie werkt niet in het beoogde werkpunt omdat zuig- of persdruk anders blijkt te zijn dan berekend of gespecificeerd.
- Torsietrillingresonantie bij dieselmotoraangedreven pompen. Hierbij treedt vroegtijdige schade op aan koppeling, mechanical seal, asafdichting of tandwielkast.
- Resonantie of drukpulsatie in (lange) leidingssystemen. De terugslagklep is dan een kwetsbare component in het pompsysteem.

FREQUENTIEREGELINGEN

De toepassing van een frequentieregeling vergroot de kans op ongewenst trillingsgedrag doordat het werkpunt niet altijd in het 'best

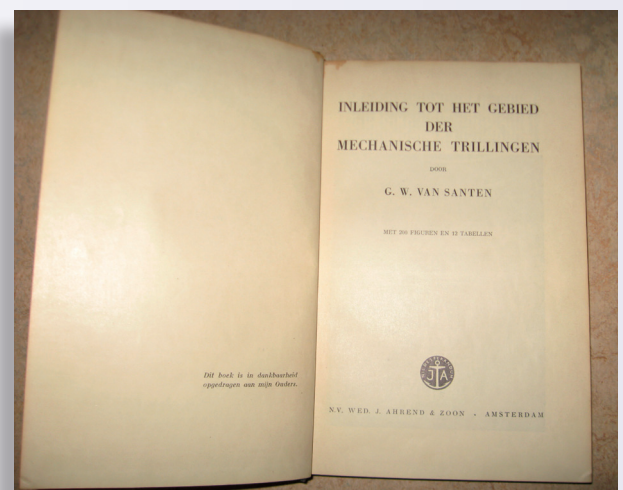
efficiency point' ligt. Met name bij moderne 'heavy duty' hoogrendement pompen komt het er op aan dat het werkpunt in orde is. Lagerschade door elektrisch stroomdoorgang is wereldwijd een 'issue' bij moderne frequentiege-regelde pompaandrijvingen. Het supersnelle schakelregime van de inverter is daar debet aan. Zelfs geïsoleerde lagering voldoet dan niet altijd meer omdat het om hoogfrequentstroompieken gaat, waarvoor de isolatielaag als geleidende condensator werkt. Trillingsanalyse kan niet de stroomdoorgang detecteren, maar wel de lagerschade vroegtijdig ontdekken.

KENNIS VAN ROOT CAUSES

Bij trillingsanalyse gaat het vooral om machinekennis. Aan de basis van elke trillingsanalyse staat de vraag: hoe kan deze machine zich (mis)gedragen? Daaruit volgt een lijstje van mogelijke 'root causes'. Vervolgens wordt voor elke potentiële root cause een meetprogramma bedacht: wat moet ik hoe, waar, wanneer, onder welke omstandigheden meten? Zo kan dan een root cause tot de werkelijke oorzaak worden gepromoveerd, dan wel worden afgevoerd van de lijst. Een handige hulp hierbij

is het 'Leerboek Trillingsanalyse'. Dit maakt jarenlange praktische ervaring in het vakgebied trillingsanalyse van roterende machines toegankelijk voor geïnteresseerden: service engineers, studenten en zij die beroepshalve verantwoordelijk zijn voor het hoofdpijndossier 'trillingen'. Theoretische wiskundige onderbouwing wordt in het leerboek bewust achterwege gelaten. Die onderbouwing is ook niet echt nodig in de dagelijkse praktijk. Net als de roterende machines zelf evolueert ook dit leerboek. In de loop van de tijd worden er hoofdstukken toegevoegd; de meest recente versie staat altijd op internet.

G.W. van Santen is de nestor van trillingsanalyse in Nederland. Dit boek van zijn hand komt uit 1951



Het 'Leerboek Trillingsanalyse' is in digitale pdf-versie te downloaden vanaf de website www.ariemol.nl. Dit document is, met bronvermelding, voor iedereen beschikbaar. Het leerboek is met name bedoeld voor onderwijsdoeleinden.