

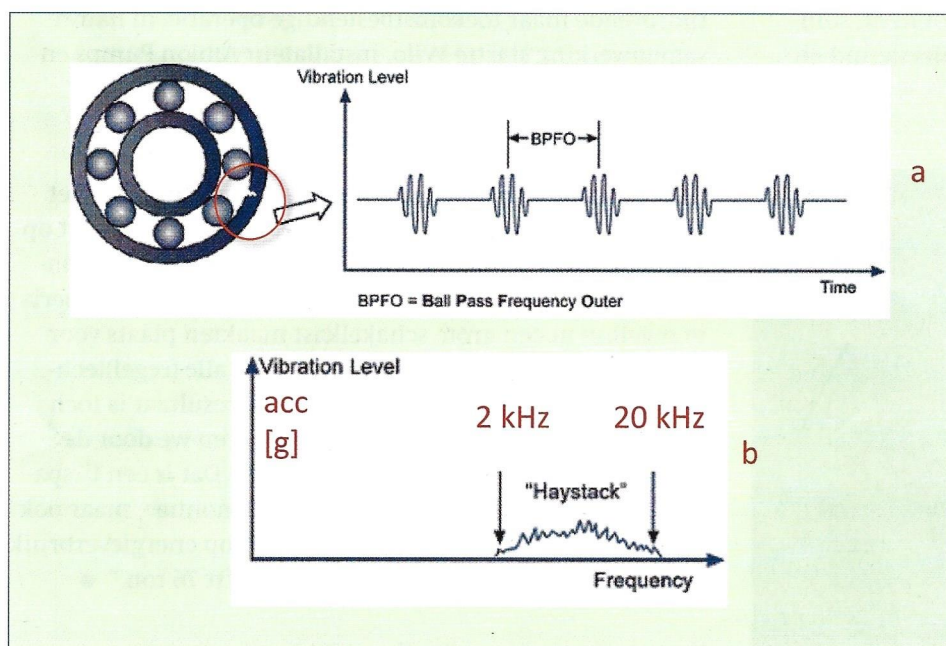
Lagerschade- detectie (deel 2)

De langeretermijn bedrijfszekerheid van een pompaandrijving wordt in belangrijke mate bepaald door de conditie van de lagering. Deel 1 (PompNL 6, december 2020) belichtte een effectieve lageringschadedetectiemethode voor wentellagers op basis van trillingsanalyse. Een essentiële pijler in elk conditiebewakingsprogramma. In dit laatste deel komen de valkuilen aan bod. Bron is het 'Leerboek Trillingsanalyse' van de hand van de auteur (zie kader).

In deel 1 belichtten we de zogenaamde envelopptechniek waarmee wentellagerschade vroegtijdig kan worden gedetecteerd. Elke keer wanneer een kogel een beschadiging op de loopbaan van de binnen- of buitenring overrolt, ontstaat er een kortstondige, impulsachtige trilling met hoge frequentie. Ook wanneer een beschadiging op een roterende kogel de bin-

nen- en buitenring toucheert ontstaat er tweemaal een kortstondige impact per kogelrotatie. Kenmerkend is de hoge frequentie waarmee de impact uittrilt en het ritme waarin dit optreedt (**afbeelding 1**). De frequentie van de impact wordt bepaald door lokale resonantiefrequenties van de constructie of de resonantiefrequentie van de koppeling van vibratiesen-

sor met object (meetpin, magneet, schroefdraad, piezo materiaal). Meestal ergens in het gebied 2 .. 20 kHz. Dit 'haystack'-signaal (afbeelding 1) bevat al schade-informatie. Het ritme van de impacts wordt bepaald door de geometrie van het lager, het aantal wentellichamen en uiteraard het toerental. De ontwikkelingstrend van schade is te monitoren met periodieke of online trillingsmeting.

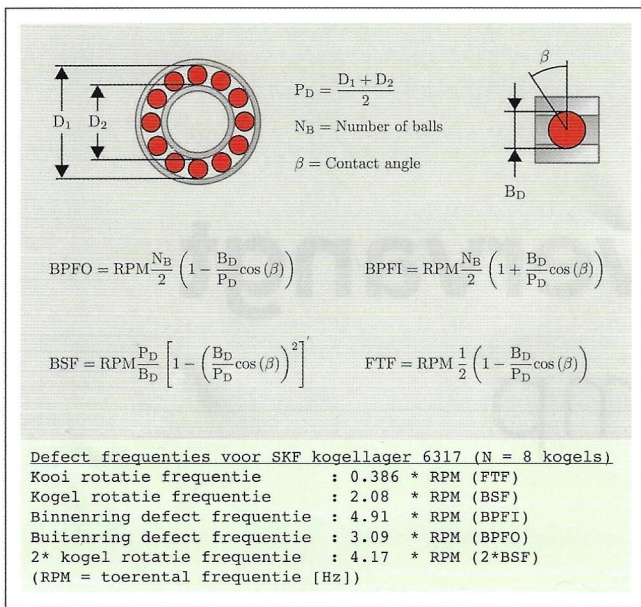


Afbeelding 1: Kogels overrollen een 'crack' in de buitenring.

Frequenties

Een defect aan een wentellager 'verraadt' zich met vier frequenties. De berekenformules staan in **afbeelding 2**. Lagerfabrikanten bieden op hun website een rekenprogramma aan waarmee de defectfrequenties van hun lagers berekend kunnen worden. Door een handigheidje, namelijk het invoeren van toerental RPM = 60 r/min. (1 Hz), worden dimensieloze grootheden verkregen. Wie de berekengegevens voor bijvoorbeeld SKF-kogellager 6317 in afbeelding 2 goed bekijkt, valt een aantal dingen op:

- Gebroken getallen.
- Contacthoek is meestal < 15 graden dus $\cos \beta$ is circa 1.
- $BPFO = N * FTF$



Afbeelding 2: Defectfrequenties (kogellager SKF 6317).

- BPFO + BPFI = N (3.09 + 4.91 = 8)
- Kooirotatie analoog aan planetaire tandwielkast.
- Alleen BPFO en BPFI zijn afhankelijk van aantal kogels.

Diagnose valkuilen

Per fabrikant kan het aantal wentellichamen een meer of minder zijn. Zo heeft bijvoorbeeld FAG zeven kogels in een 6317 kogellager. De BPFO en BPFI liggen dan ongeveer een factor 7/8 lager ten opzichte van die van SKF. Na revisie kan er een ander fabricaat gemonteerd zijn. Omgekeerd kan een ervaren analist uit de defectfrequentie afleiden wat het aantal wentellichamen moet zijn!

Bij frequentiegeredele elektro-motoren wordt de dubbele uitgangsfrequentie in het enveloppspectrum gevonden. Dit is normaal en duidt niet op een elektrische onvolkomenheid. Bij de interpretatie van een enveloppspectrum kan dit een valkuil zijn. Bijvoorbeeld een 6212 kogellager met tien kogels heeft een BPFO van 4.08 * toerental frequentie. Of een 6022 kogellager met veertien kogels heeft een BPFO van 6.09 * toerental frequentie. Dus oppassen bij een vierpolige respectievelijk zespolige motor. Elektrische frequentie ligt dicht bij lageringdefectfrequentie en kan deze lang maskeren.

Binnenring en buitenring

Een betere term is binnenring-gerelateerde of buitenring-gerelateerde

defectfrequentie. Ook een te ruime passing van buitenring in lagerhuis-boring of van binnenring op de as kan een BPFO respectievelijk BPFI genereren bij een onbeschadigd lager. Visuele inspectie van een gedemonteerd, geopend en schoongemaakt lager toont uiteraard geen schade. Alleen het lager vervangen maar niet de passing corrigeren, levert na opnieuw inbedrijfstelling meteen weer een BPFO- of BPFI-defect op.

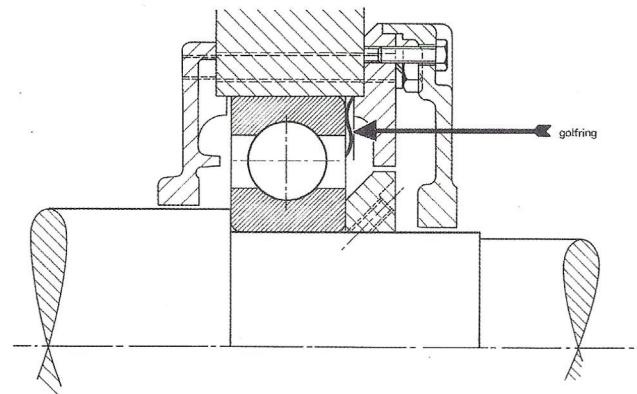
Bij een binnenring-gerelateerd defect wordt in het enveloppspectrum de BPFI-frequentie vergezeld door zijbanden van toerental frequentie. Dit omdat eenmaal per omwenteling de binnenringschade de belaste zone passeert. Dit geeft een amplitudemodulatie in het tijddomein (golfvorm) en zijbanden van toerental frequentie in een frequentiespectrum.

Cavitatie

Voor cavitatie geldt ook als kenmerk de hoge frequentie waarmee impacts uittrillen. Cavitatie onderscheidt zich van lagerschade door het ritme waarin de impacts optreden. Dat is bij cavitatie namelijk onregelmatig. Het optimaal benutten van de envelopptechniek vraagt om zorgvuldige configuratie van filter, meettijd en spectrum averaging.

Online ontzorgingsfilosofie

Het in Nederland en vooral in België al veel toegepaste periodiek 'offline'



Lagering: bewaak de zwakste schakel. (Bron: Holec)

meten, het 'mannelijke' doet looprondes lijkt de langste tijd gehad te hebben. Vandaag kan op de pomp en motor permanent een digitale Mems-vibratiesensor gemonteerd worden. En dat met aantrekkelijke specificaties: triaxiaal versnellingsopnemer met frequentiebereik 4 kHz, met outputs [g peak] en [g rms] en [mm/s rms], 10-bits,

'Sensortechnologie wijzigt speelveld'

25 kHz samplefrequentie, batterij, wifi connectiviteit, bufferend BNC outputs en temperatuurmetering. Druk-, flow- en toerentalinformatie kunnen in een holistische ontzorgingsfilosofie worden meegenomen. Daar is geen AI of big data voor nodig. Dat maakt een doelmatige, prijsgunstige, continue eerstelijns conditiebewaking op afstand haalbaar. Cavitatie, lageringschade of smeringsprobleem worden tijdig gemeld. ●

Over de auteur

Arie Mol is zelfstandig adviseur, gespecialiseerd in trillingsanalyse en elektromechanische aandrijfstechniek. In de rubriek 'Mol maint't' worden onderhouds-gerelateerde en aanverwante eigenaardigheden bij pompaandrijvingen belicht. Hij schrijft al sinds 2007 voor Pomp NL. Alle artikelen zijn na te lezen op website: www.ariemol.nl

POMPEN

Brengt uw proces in beweging



Visie

Walter Eevers: “Mooie toekomst voor pompen”

Onderhoud

Wentellagers onder de loep

Duurzaamheid

Zuinig omgaan met water