

Trillingsproblemen **horizontale** pompopstellingen

In PompNL 2 2021 pagina 28 en 29 behandelde de auteur een resonantieprobleem bij een verticale pompopstelling. Daar zette hij ook uiteen wat resonantie inhoudt. Maar ook bij horizontale pompopstellingen kan resonantie voor een bedrijfszekerheidsprobleem zorgen. Daar gaat de auteur in dit artikel op in.

In deze uitgave een trillingsprobleem dat kenmerkend is voor een 2-polige elektromotor van een hoog-toerental pomp: het '100 Hz probleem'. Een mechanisch probleem met een elektrische oorzaak en daarom vaak onbegrepen.

De 2-polige ('3000 r/min.') elektromotor geplaatst op een stevige fundatie

kenmerkt zich door een bepaalde trillingsgedrag. De radiale krachtwerking van de magnetische noord- en zuidpool is werkzaam over de luchtspleet tussen stator en rotor en resulteert in een ovale vervorming van het statorblikpakket. Dit magnetische veld roteert en er gebeurt iets opmerkelijks (zie **afb. 1**). Het magnetische veld roteert 50 keer per seconde, dus het ovaal ook.

De 100 Hz-trilling

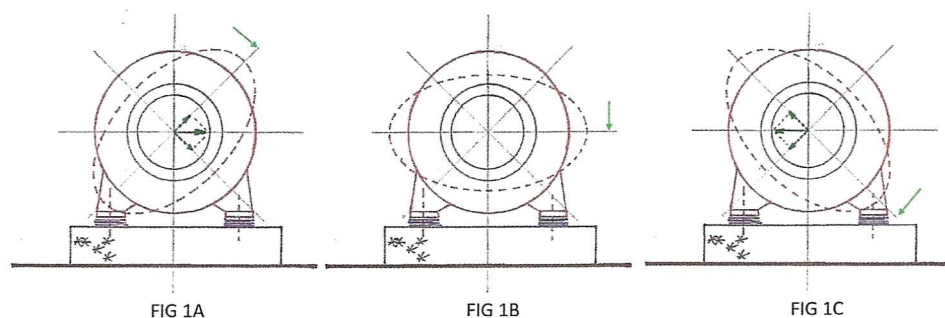
Op moment 1a zorgt de ovale vervorming van het statorblikpakket voor twee reacties: de hartlijn van de motor wordt door de linker motorvoet naar 'rechtsboven geduwd'. Tegelijkertijd beweegt de hartlijn richting rechter motorvoet. Dat resulteert in een horizontale beweging naar rechts van het gehele motorframe. Even later, op moment 1b is het magnetisch veld intussen 45 graden geroteerd.

De knooppunten van de ovale statorvervorming vallen nu vrijwel samen met de positie van de motorvoeten. De hartlijn van de motor is terug in de stationaire positie. Op moment 1c is de resultante een horizontale beweging naar links van het gehele motorframe. Door één omwenteling te volgen, is in te zien dat op het motorframe een trillingscomponent in de horizontale bewegingsrichting ontstaat met een frequentie gelijk aan de dubbele netfrequentie: 'de 100 Hz-trilling'. De bewegingsvorm van het motorframe is een gecombineerde lateraal-torsie beweging (zie **afb. 2**).

Bij een frequentiegeregelde motor gaat het uiteraard om een trilling met een frequentie gelijk aan de dubbele uitgangsfrequentie. De motorvoeten direct onder het statorblikpakket is ongewenst maar standaard bij ribbengekoelde < 500 kW motoren.



Te veel vulplaten!



Afb. 1: Typische vervorming stator 2-polige elektromotor.

De lagerschilden worden niet ovaal vervormd. Toch kunnen lagers dynamisch extra belast worden wanneer de rotor de statorbeweging niet kan volgen. De sterke, magnetische krachtwerking kan via de vloer trillingen overdragen naar een naburige, stilstaande pomp en daar de lagers beschadigen (*false brinelling*). Maar voor de motor zelf vormt dit 100 Hz-trillingsgedrag doorgaans geen probleem. Dat wordt het wél wanneer de combinatie van massa (traagheid) van het motorframe en de elasticiteit van de motorvoetondersteuning een (torsie)-resonantiefrequentie heeft nabij 100 Hz.

Te veel 'shimmen' ongewenst

Teneinde motor-ashartlijn en de pomp-ashartlijn correct met elkaar uit te lijnen, gebruikt de monteur een aantal dunne vulplaten ('shims') onder de voeten van motor en pomp (zie

'Notoire pompkiller: Resonantie!'

afb. 3). Meestal worden pomp, zuig- en persleiding het eerst op hun plek gezet. De pomp staat bewust iets hoger op de fundatie dan de motor. Onder de motorvoeten plaatsten ze dan vulplaten om de motorhartlijn op de juiste hoogte te krijgen. Dat resulteert in een prima uitlijning van motor en pomp. Tot zover ook geen probleem.

Echter, (vele) vulplaten zijn niet als 'oneindig stijf' te beschouwen. Er kan een resonantiefrequentie ontstaan in de buurt van 100 Hz met een ontoelaatbaar hoog trillingsniveau. Een bumpstest of toerentalvariatie kan een resonantiefrequentie nabij 100 Hz bevestigen.

Bewegingsvormanalyse

De trillingsanalist kan met bewegingsvormanalyse laten zien dat bout, motorvoet, vulplaten en fundatie ten opzichte van elkaar bewegen (zie

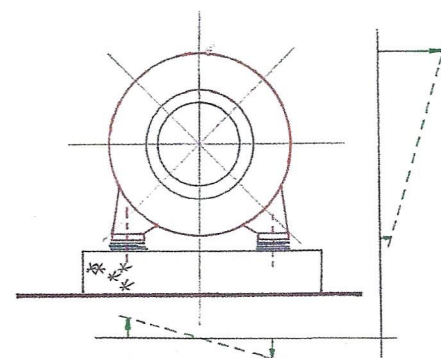
afb. 3, meetpunten a t/m d). Vulplaten kunnen de resonantiefrequentie bepalende elasticiteit zijn. Of het blijkt dat bouten niet goed verankerd zijn in beton. Of dat grouting niet goed aansluit tegen het stalen subframe.

De niet-lineaire elasticiteit van vulplaten bewerkstelt dat de onbalanstrilling (iets lager dan 50 Hz) een tweede harmonische krijgt. Dit wordt vaak onterecht als misuitlijning gediagnosticeerd. Deze mechanische tweemaal toerentaltrilling valt bijna samen met de elektrische 100 Hz-component. Hierdoor ontstaat bij de 2-polige motor een laagfrequent zweving in trilling en geluidsbeeld.

Remedies

Trillingen reduceren door opnieuw uit te lijnen of na balanceren, zal weinig soelaas bieden. Vaak zal men kunnen constateren dat voetbouten aanhalen of lossen het trillingsniveau beïnvloedt. Het gaat dan niet om de magische kreet 'softfoot' maar om kleine resonantiefrequentieverschuivingen omdat de elasticiteit van de motorvoetondersteuning wordt beïnvloed. De uitlijntechnicus twijfelt onterecht aan zichzelf of zijn apparatuur. Ook is er geen sprake van een elektrische onvolkomenheid zoals een loszittend blikpakket of wikkelingsprobleem.

Afhankelijk van de uitkomst van de bewegingsvormanalyse moet men proberen de resonantiefrequentie te



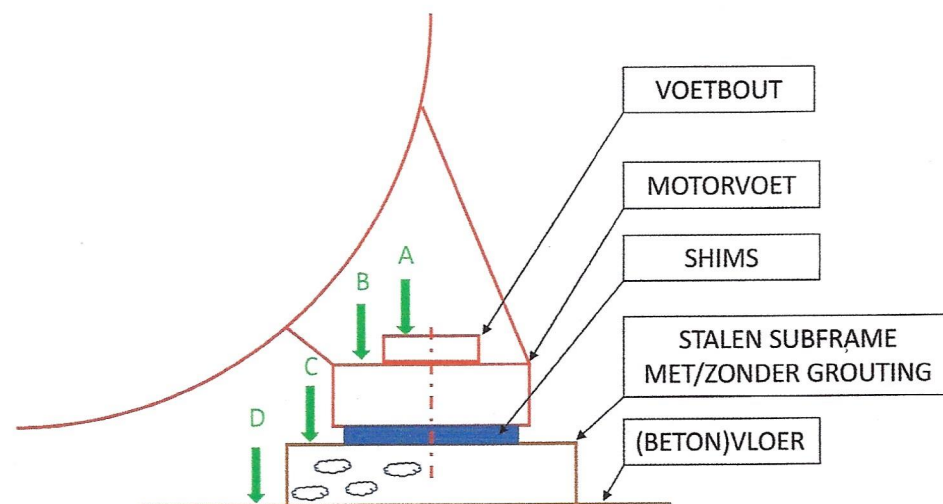
Afb. 2: Lateraal-torsie beweging van motorframe.

verschuiven naar een waarde buiten het toerentalbereik door:

- Beperk aantal vulplaten.
- Grouting aanbrengen in ondersteunende stalen subframe. Of juist verwijderen.
- Als de aangebrachte grouting niet goed aansluit, kan men krimpvrij kunststof beton injecteren in de holle ruimtes.
- De verankering in het beton herstellen.
- 'Skippen' van de uitgangsfrequentie van de frequentieomzetter. ●

Over de auteur

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



Afb. 3: Bewegingsvormanalyse motorvoet.