

ONDERHOUD

Wim van der Have

Minder rendement door cavitatie of turbulentie

Professionele polderpomp knettert gek

Alleen voetstappen overstemmen het zovende geluid van de stoïcijns werkende centrifugaalpomp in de donkere kelder van het gemaal. 250.000 liter per minuut wordt er verplaatst met een hoogteverschil van ruim zes meter. Boven staat een 450 PK diesel die via een tandwielkast voor het vermogen zorgt. Al geruime tijd worden jaarlijks de trillingen van de tandwielkast en de pomp gecontroleerd. De pomp draait meestal zorgeloos, maar deze keer is het anders.

Het rustige zoeven van de waaier is omgeslagen in een oorverdovend geknetter, dwars door de zojuist opgezette oorkleppen heen. De weerkaatsing is ook duidelijk voelbaar in de sombere pompkelder. Er wordt duidelijk getornd aan het tot dan toe ongestoorde bestaan, aan de dijk van de polder. Kenners weten al dat het hier gaat om cavitatie. Maar anderen geloven dat het turbulentie moet zijn.

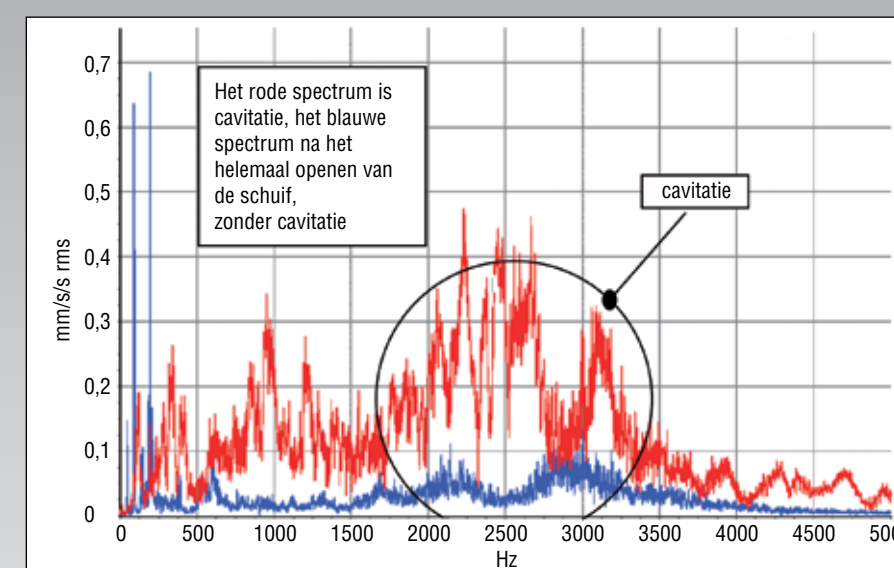
Turbulentie

Het is niet gek dat cavitatie nogal eens wordt verward met turbulentie. Het is

immers allebei knap lastig. Het kan namelijk tot uitval leiden van de pomp in kwestie. Desalniettemin is het belangrijk onderscheid te maken tussen de twee verschijnselen. Omdat de oplossingen ervan ook heel verschillend zijn. In de periode voor een potentiële 'crash' presteert een pomp in beide gevallen onvoldoende. Bij turbulentie is de stroom vloeistof of gas naar de schoep van de pomp nogal wispelturig, terwijl een stabiele toevoer essentieel is. Het gelijkmatig stromen van vloeistof door een leiding heet in de stromingsleer laminair. Een laminaire stroming is te vergelijken met de nerven in een houten plank. De punt van een spijker doet de houtnerven uiteenwijken maar niet verbreken. De nerven omklemmen zo de spijker.

Anders wordt het als de houtnerven worden verbroken. Het goedbedoelde knutselwerk valt dan gemakkelijk uiteen. Laminair gedrag in stroming is ook te zien als nerven, als diverse lagen om en over elkaar heen. Onderling hebben ze verschillende snelheden. Dit wordt gestimuleerd door de bochten en andere weerstanden maar de verschillende lagen zijn laminair gezien niet van elkaar verbroken. Zonder verstoring van deze laminaire flow ondervindt de stro-

ming door een leiding de minste weerstand. Voor de beste werking van een pomp wil elke schoep of waaier een laminair aanbod. Om dit te bewerkstelligen, worden het aantal schoepen, de schoepvorm, de toeren en de diameters zorgvuldig op elkaar afgestemd. Elke schoep hakt dan namelijk gelijke happen uit het aanbod. Bij turbulentie daarentegen is de laminaire stroming ernstig van slag of beter gezegd niet meer laminair. Er ontstaan dan wervelingen die het laminaire gedrag van de toevoer naar de pomp verbreken. Die wervelingen veroorzaken tollende bewegingen haaks op de stroomrichting of soms er tegen ingaand. In plaats van gelijke happen toevoer is er bij turbulentie steeds een ongelijke hoeveelheid in de schroef. Dit levert een behoorlijke wisseling in de belasting op en het nodige vermogen reist de pan uit. Ook de opbrengst van de pomp is ongelijk. Door deze onregelmatigheid ontstaan er ook schokgolven in de persleiding en dat leidt weer tot energieverlies. Door ernstige beroering van het medium aan de aanzuigzijde, komt er opgesloten buitenlucht mee die de plaats inneemt van de te verpompen massa. Met andere woorden: verwaarloosd rendement.



Figuur 1. 5000 Hz versnellingspectrum

Cavitatie

Omdat een waaier of schroef door te zuigen een onderdruk creëert, wil het water altijd naar de pomp toe stromen. Dit komt omdat op de oppervlakte van het water de buitenlucht drukt. Dit is een druk van ongeveer één bar, of één kilo per vierkante centimeter. De zuigkracht van de pomp creëert dus een onderdruk, vandaar het toestromen naar de pomp. Als de pomp te hard zuigt, ontstaat cavitatie, oftewel dampspanning in de vloeistof. Vergelijk het met een griepsput waar vloeistof in wordt gezogen. Als de voorzijde van de naald wordt afgestopt terwijl de zuiger maar blijft uitzetten, dan wordt de vloeistof uiteindelijk uit elkaar getrokken. De moleculen komen van elkaar. De zo ontstane dampspanning implodeert zodra de zuigkracht wegvalt. En die zuigkracht valt weg bij het passeren van een pompschroef. Met oppervlakte-water gaan natuurlijk ook allerlei verontreinigingen mee. Verschillende soorten vuil kunnen wat sneller uit elkaar worden getrokken dan wanneer het alleen water betreft. Dus kan er ook sneller cavitatie ontstaan bij verontreinigd water. Ook de temperatuur speelt een rol. Hoe warmer het water, hoe sneller de kans op cavitatie. Bij een hoge druk op water, een hogere vloeistofkolom, zal er juist minder snel cavitatie ontstaan.

Oplossingen

Cavitatie is te voorkomen door het uitsluiten van buitengewone onderdruk op de pomp. Dit kan door de zuigleiding

helemaal open en schoon te houden, sterke temperatuurschommelingen en abnormale verontreiniging te vermijden of door de toeren van de pomp te verlagen. Desnoods moet het ontwerp van de toevoerleidingen of de pomp worden veranderd. Bij turbulentie kan de oplossing zijn dat met het plaatsen van schotten in de stroming, het laminaire gebeuren herstelt. De schotten dwingen het water in één stroomrichting, namelijk naar de pomp toe. Om turbulentie te voorkomen, mogen op een afstand van minimaal 4 tot 6 maal de diameter van de waaier, voor de schoep en in de zuigleiding, geen vernauwingen of bochten zitten.

Trillingsanalyse

Om cavitatie vast te stellen terwijl een pomp knettert, hoeft een beetje machinist geen trillingspectra te bestuderen. Dat hoort hij zo ook wel, dwars door zijn oorbescherming heen. Toch geeft niet alle cavitatie hetzelfde geluid. Het knetteren kan ook heel zacht zijn of overstemd worden door andere geluiden. Bovendien hoeft cavitatie niet altijd bij de pomp plaats te vinden, het kan ook elders in de leiding ontstaan. Met behulp van trillingsanalyse is vast te stellen of en waar cavitatie plaatsvindt in een pomp of leidingwerk. Op verdachte plaatsen wordt in zo'n geval een opneemer gepositioneerd. Bij de pompschroef is dit waar de lageringen zich bevinden. Bij uitlezing van de opgenomen data in de computer kan de analyse van de spectra beginnen. Voor de controle op aanwezigheid van cavitatie in de

pomp is het versnellingspectrum met een bandbreedte van 5000 Hertz het meest geschikt. Het spectrum komt bij cavitatie als een heuvel los van de nullijn, ongeveer tussen 1500 en 3500 Hertz. Het niveau van de bult in het spectrum dient dan niet boven de 0,2 mm per seconde kwadraat te komen. In het spectrum van figuur 1 zien we dit.

Schade

Al naar gelang de hevigheid van cavitatie, schoepmateriaal en type media, zal het uiterlijk van een pompschoep veranderen van een glad oppervlak naar een soort van maanlandschap. En dan hebben we het nog over het meest gunstige geval want er kunnen ook grote gaten in een waaier of het pomphuis ontstaan. Bij grote omtreksnelheden kan de schoep soms helemaal vast smelten met het pomphuis. Door de implosie van de dampbellen komt er zo'n geweldige kracht vrij dat



Een gladde pompschroef die onderhevig is aan cavitatie

er stukjes staal uit de verschillende pompcomponenten worden getrokken. De vloeigrens van het staal wordt bereikt en kan afhankelijk van de legering al gauw ½ ton per vierkante centimeter bedragen. En ook de drukken in orde-grootte van 8000 bar zijn niet bepaald uitzonderlijk. In het gemaal echter is het zachte zoeven snel teruggekeerd. Door de schuif in het aanvoer kanaal nu helemaal te openen, verminderde de onderdruk bij de schroef. Het knetteren verdween en de oorkleppen hangen weer onverstoord aan hun haakje. ■

www.mtd.nl

Gemaal
Abraham Kroes
aan de Zuidplaspolder
te Moordrecht

