

ONDERHOUD

Wim van der Have

De complexiteit van trillingen

Dubbelspel maakt trilling destructief

'Een heftruck zien aankomen voor de bocht is aangener dan een heftruck die ineens gierend voor je afremt'. Dit vinden operators van een grote drukkerij. Meestal wordt zo'n incident wel hoffelijk zwaaiend opgelost, maar dat moet eigenlijk niet nodig zijn. Zo ontstaat tijdens het werkoverleg het idee om te werken met een spiegel. Daarmee kan namelijk om de bocht worden gekeken en kan een onverwachte wildeman van te voren worden getraceerd.

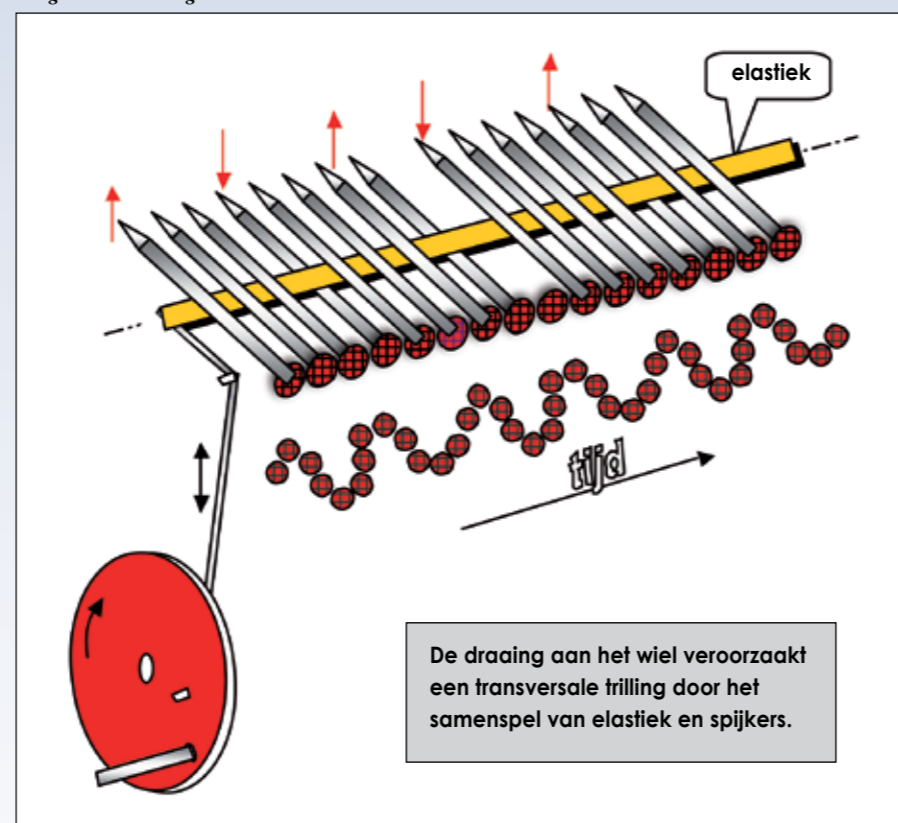
Het voorstel wordt aangenomen en de Technische Dienst draagt zorg voor de uitvoering. Een halve vierkante meter spiegel wordt aan het frame van de zware drukpers gemonteerd. Het probleem van 'overstekend wild' lijkt te zijn opgelost. Jammer is alleen dat er vrijwel niets te zien is, omdat de spiegel hevig trilt als de drukpers draait. Zo veel dat een naderende heftruck niet meer in het beeld te vangen is. De spiegel is dus onbruikbaar. Om het hevige trillen tegen te gaan, wordt de steun van zijn rubbers gehaald en tegen het frame van de drukpers gelast. De trillingen zijn nu wel aanzienlijk minder en het zicht is aanmerkelijk beter, maar na verloop van tijd scheuren de lassen. De spiegel valt aan diggelen op de vloer. Wie heeft hier zo waardeloos gelast? Het laswerk wordt met sterkere elektroden overgedaan. Het nieuwe exemplaar is nu met geen tuig paarden meer van het frame te rukken. De volgende ochtend echter ligt de spiegel weer aan gruzelementen. Opnieuw zijn de lassen gescheurd. Hoe is het mogelijk?

Transversale trilling

Elke trilling heeft een energie-inhoud. Deze energie-inhoud bestaat bij een mechanische trilling uit de twee elementen: kracht en beweging. Deze twee zijn onafscheidelijk, ze werken samen en houden elkaar bezig. Is de ene groot, dan is de andere klein en andersom. Bij de nog niet vast gelaste spiegel is de kracht klein, maar de beweging groot. Het beeld in de spiegel bewoog daardoor zoveel dat deze ondoelmatig werd. Toen er na het lassen weinig beweging in de spiegel zat, werd daardoor de kracht van diezelfde

uitgerolde slang. De kracht in het op en neer bewegen, is de energie die in de slang wordt gebracht. Op het strand is er ook iets dergelijks gaande. De golven rollen het strand op, maar niet het water. Het water gaat slechts op en neer. Alleen de energie stroomt dus middels de golven op het strand. In de transversale golf op zee zit nog een andere golf, de zogeheten rayleighgolf. Deze zorgt ervoor dat er ook een beetje zee toestroomt op het strand.

Longitudinale trilling



trilling groot. De trilling, die de spiegel laat bewegen, wordt transversaal genoemd. Denk bij een transversale trilling aan bijvoorbeeld publiek dat een wave doet in een stadion, terwijl er geen toeschouwer van zijn plek komt. Door te gaan staan terwijl de buurman alweer begonnen is met zitten en de andere buurman begint met staan, lijkt het alsof er een golf door het publiek gaat. Het is ook mogelijk een transversale trilling in een tuinslang te maken door een slang aan het begin snel op en neer te bewegen. Er gaat dan namelijk een trilling, een golf door de

Maar om de transversale trilling in de mechanica te begrijpen, is de rayleighgolf niet aan de orde. Een transversale trilling bestaat dus uit een beweging en een kracht. Het is dus een transversale trilling die de operator dizzy maakt, terwijl de heftruck gierend afremt.

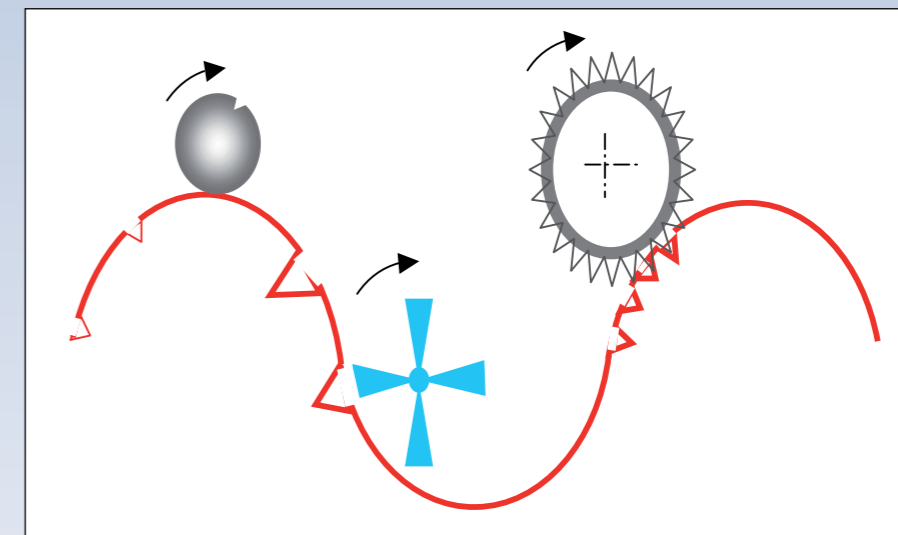
Energie-inhoud

Na het vastlassen van de spiegel aan het frame van de drukpers was er weinig beweging meer in de spiegel. Klus geklaard, zo lijkt het. Helaas, niets is minder waar. De trilling is nu wel minder maar de energie-

inhoud van de trilling is onveranderd. Door het lassen is één element uit de transversale trilling aangepakt, namelijk de beweging. Die is nu veel minder maar daardoor wordt kracht in de transversale trilling veel groter. Het stel houdt elkaar immers in evenwicht. De van oorsprong transversale trilling wordt door het lassen gedwongen zich longitudinaal te gedragen. Om een longitudinale trilling te begrijpen, is het leerzaam om naar omvallende dominostenen in een rij te kijken. Het lijkt alsof er een trilling door de reeks vallende dominostenen gaat. Een longitudinale trilling heeft dus een energie-inhoud die zich voortplant door de steeds naastliggende moleculen aan te stoten. Logisch eigenlijk dat de kracht van de trilling, de moleculen in het metaal, van elkaar doet spijten. Daarom scheuren de lassen die maken dat de spiegel voor het oprapen ligt. Longitudinale trillingen in een machine hebben een impactachtig karakter. Het klinkt als tikken, kraken en ratelen. Het kan bijvoorbeeld een kogel door een buitenringschade van een lager zijn of tanding-rijpingen uit een tandwielkast. In draaiende machines komen longitudinale trillingen en transversale trillingen gelijktijdig voor.

RMS-waarde

Elke trilling heeft dus altijd een energie-inhoud. Deze energie-inhoud heeft een



Een longitudinale en transversale trilling tegelijkertijd

bepaalde sterkte. De sterkte van een trilling, bijvoorbeeld in een elektromotor, kan door onbalans van de toeren komen. Onbalans is altijd transversaal. Maar tegelijkertijd kunnen er ook trillingen uit een frequentieregelaar optreden, het blinkpakket of een kromme rotorstaaf. Dit zijn in vergelijking met de onbalans, longitudinale trillingen. Al deze trillingen opgeteld, hebben een gezamenlijke sterkte waar een waarde, een getal, aan gekoppeld kan worden. Deze waarde wordt aangegeven in bijvoorbeeld de ISO-norm 10816. Met deze norm in de hand is het mogelijk om de trillingsterkte te beoordelen. In deze norm wordt namelijk het aantal kilowatts van een machine gekoppeld aan de energie-inhoud die de machine mag produceren tijdens het draaien. Bij een te sterke trilling volgens deze ISO-norm dient dus de energie-inhoud van de trillingen te verminderen om een lange levensduur van een machine te kunnen garanderen. Daarom is het nuttig te weten of de energie-inhoud van de

totale trillingen voornamelijk een longitudinaal karakter of een transversaal karakter heeft. Als de trillingsterkte volgens de ISO-norm 10816 te hoog is en de trillingsterkte wordt voornamelijk veroorzaakt door een transversale trilling, dan is opnieuw balanceren een goede remedie. Maar stel nu dat de toename van de trillingsterkte komt van een kapot lager, een longitudinale trilling, dan is er zich iets ernstigs aan het ontwikkelen. Balanceren heeft dan geen zin. Bij een sterke toename van de RMS-waarde, is het zinvol om te weten om wat voor een soort trilling het voornamelijk gaat. Dan weten we ook of we moeten vluchten of niet. Een transversale trilling in trillingsterkte verminderen, vraagt om een andere aanpak dan als het om een longitudinale trilling gaat. In het geval van de spiegel wordt het element beweging opgesloten in de trilling. De transversale trilling werd door het lassen gedwongen zich longitudinaal te gedragen. Beter was het geweest om de sterkte van de transversale trilling op te slokken in een demping. Dit kan bijvoorbeeld door zacht rubber toe te passen of het geheel in stalen veren op te hangen. Een andere manier is het onderbreken van de trilling. In de drukkerij is voor de laatstgenoemde oplossing gekozen. De derde spiegel staat nu namelijk op een standaard voor de drukpers gemonteerd. ■

www.mtd.nl

