

# Over de verborgen bijproducten in een koppeling

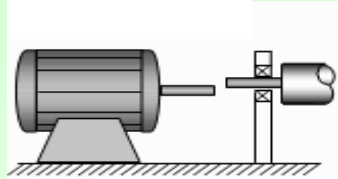
Als een motor en een werktuig wat met elkaar hebben, dan zit er in de regel een koppeling tussen. Bijna altijd bestaat een koppeling uit twee helften, eentje aan de motor en de andere voor het werktuig. Maar als de relatie tussen de beide helften niet is zoals het hoort dan kan dat soms uitlopen op een verstoorde nachtrust. Dit lijkt op het eerste gezicht wellicht wat overdreven maar oordeelt u zelf.

Vierentwintig uur per dag, met tweehonderdvijftig meter per minuut, wordt aluminium laminaat op dik papier geplakt. Dat doet de zogenoemde Chaceermachine. Het gebeurt in een bedrijf dat verpakkingmateriaal maakt voor hygiënische toepassingen. Het gereed product gaat vervolgens naar allerlei drukkerijen. Veelkleurige reclame uitingen worden daarop gedrukt. Vervolgens worden daarvan allerlei doosjes, schenkvormen en ander communicatiegebeuren gemaakt.

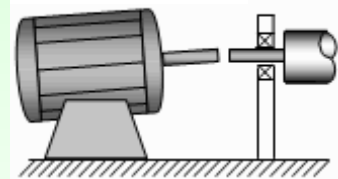
Het aluminium laminaat is meestal iets van achtduizendste mm dun en zit op rollen van anderhalve meter dik bij een breedte van drie meter. De aluminiumfolie rol loopt synchroon met de dik papierrol. Middels toerentellers zijn de rolsnelheden aan elkaar gekoppeld. Met een beetje lijm tussen laminaat en papier ontstaat zo het half fabricaat. De gelijkloop tussen beide rollen is heel belangrijk want bij het minste of geringste scheurt de aluminium folie waarop dan twintig minuten productiestilstand volgt. En dit gebeurt de laatste tijd steeds vaker. De oplossing is gevonden door een spanrol op de folie te plaatsen. Een geringe hapering kan zo door de verende spanrol opvangen worden. De spanrol is echter geen oplossing maar meer een bestrijding van het probleem. De aandrijving van de aluminium folie rol vind plaats door een tandwielkast met aangeflensde motor. Het enige verschil tussen vroeger, toen het laminaat niet scheurde en nu, is dat de tandwielkast in tussentijd gereviseerd werd. Trillingsmetingen op de aandrijfmotor brengen geen problemen aan het licht. De revisie is goed uitgevoerd. Alleen is er nu wel een hoekuitlijnfout gemeten over de koppeling van de tandwielkast naar de rol aluminium folie. In een trillingspectrum is dat goed te zien. Kan deze uitlijnfout de oorzaak zijn van het scheuren van het aluminium laminaat?

De uitlijnfout

De meest ideale situatie voor een gemonteerde koppeling is, als de hartlijnen van de motor en het werktuig, in elkaars ver



Figuur 1



Figuur 2

verlengde liggen. Er van uitgaande dat, in de staat van oplevering, een koppeling perfect was uitgelijnd, zijn er in de praktijk genoeg situaties waarin een uitlijning kan verlopen. Machinedelen kunnen losraken bij voorbeeld, een fundatie kan verzakken of thermische groei gooit roet in het eten. In hoofdzaak zijn er twee verschillen mogelijk. De eerste is een parallel uitlijnfout, de beide hartlijnen van motor en het werktuig liggen hierbij evenwijdig maar iets van elkaar verschoven. (zie fig.1) De tweede soort uitlijnfout is als de afwijking in een hoek voorkomt. (zie figuur 2) Beide fouten kunnen verschijnen in het horizontale- of verticale vlak maar vaak komen ze ook tegelijk voor. Nu is de bedoeling van een koppeling juist, om uitlijnfouten op te kunnen vangen. Daarom is er nog al eens wat twijfel over de noodzaak van uitlijnen. Er zijn immers niet

## Productiestoringen door uitlijnfout

voor niets verschillende soorten koppelingen op de markt om aan elke praktijksituatie te kunnen voldoen. Dus wat is het probleem eigenlijk?

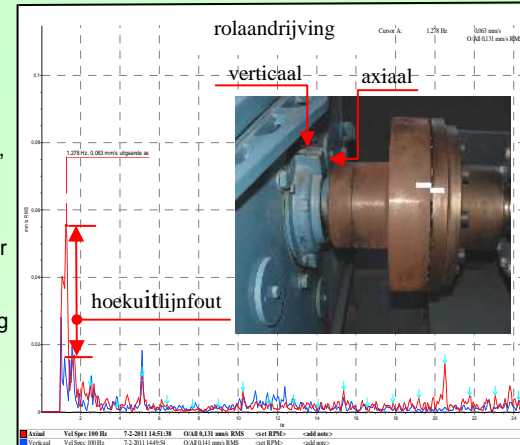
### snelheid

Om de moeilijkheden in een hoekuitlijnfout te begrijpen verbeelden wij ons twee gelijke ringen in. Ze staan voor de beide helften van een koppeling. De ringen staan tegenover elkaar. De tweede ring kantelen we nu een beetje. Gezien vanuit de eerste ring zal de tweede ring dan een ellips vormen. Deze ellipsvorm, gezien vanuit de eerste ring, dit is erg belangrijk, heeft een langere omtrek dan de ronde vorm van de eerste ring. Als de beide ringen in deze situatie, als in één geheel, gekoppeld, gaan draaien, ontstaan er snelheidsverschillen tussen beide ringen. Tijdens elk rondje van de beide ringen zal de gekantelde ring steeds een veranderend tempo hebben omdat deze zijn ellipsvorm volgt. Omdat de weg van de ellipsvorm bovendien langer is dan die van de ronde vorm heeft de gekantelde ring, in het hele rondje, nog een stukje te gaan. Dit stukje 'nog te gaan' verdwijnt per elke omgang, in de axiale richting. De tweede gekantelde ring stelt de hoekuitlijnfout voor. De ontstane oneenparige snelheid van de tweede ring, gaat zo het werktuig in en kan tot vermoeiing van materiaal leiden of inderdaad, scheuren van aluminium laminaat.

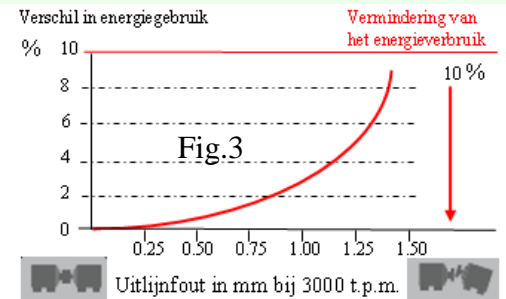
### energie

Als het werktuig in een andere praktijk-situatie bijvoorbeeld een verdringerspomp betreft, komt door een hoekuitlijnfout in de koppeling van de motor op de pomp, stootgolven in het (vloeibare) medium. Dit komt omdat ook de energieoverdracht van de motor naar het werktuig, ellipsvormig is. Elke schoep uit de pomp zal de hoeveelheid medium met een verschillende snelheid het perskanaal in stuwen. De variërende schoepsnelheid veroorzaakt zo stootgolven in de persleiding. In het zuigkanaal kan er door het verschil in stroomsnelheid gemakkelijker turbulentie ontstaan. Het teveel aan energie in elk rondje van de ellipsvormige

koppelingshelft, vertaald zich in een axiale energie. Deze energie, op haar beurt, wordt dan een axiale trilling. Ook in de hoog frequente gebieden ontstaan er trillingen. Een trillingsdemper tussen de leiding en de pomp kan dan wel verhoeden dat de persleiding van de pomp of ophanging scheurt, maar het is natuurlijk gezonder om de uitlijning van de motor op de pomp te corrigeren. Snelheids- en energie variaties tussen beide koppelingshelften komt bij omegakoppelingen of de cardan achtigen, door hun constructie, niet voor. Bij andere koppelingen worden de snelheids- en energie variaties bestreden door een demping toe te passen. Dat kunnen bijvoorbeeld klauwen of pennen met de juiste hardheid rubber zijn. Het wisselen in toeren en energie wordt zo geabsorbeerd en zet zich dan om in warmte. Dit is dus feitelijk, energieverlies. Een uitlijnfout van 1 mm zal bij 3000 toeren per minuut zo ongeveer 3% minder rendabel zijn. (zie fig. 3) Keren wij echter terug naar de Charceermachine. In de eerste driekwart van de rol scheurt er geen aluminium. Dit is verklaarbaar. De massa van een volle rol aluminium laminaat werkt als een vliegwiel. Het maakt alle onéén-parigheid in snelheid tot een gelijkmatig draaiende rondjes. Daardoor breekt de aluminium folie niet.



Bij de controle van een hoekuitlijnfout met trillingsapparatuur heeft de amplitude van de toerental frequentie axiaal op de motor de volle belangstelling. Deze wordt vergeleken met de amplitude van de toerental frequentie radiaal gemeten op de motor. Hierbij dient de axiale amplitude niet meer dan de helft te zijn van de radiale amplitude. Is de axiale amplitude echter hoger dan de radiale amplitude, dan is er sprake van een behoorlijke uitlijnfout.



Bij een volle rol echter, verdwijnt de onéén-parigheid uit de hoekuitlijnfout in de tandwielkast. Deze geeft dan een deïndend geluid wat overeenkomt met de uitgaande toeren van de tandwielkast. Die is daar niet blij mee. Het betekent extra belasting voor haar tandtrappen. Sinds de tandwielkast met laserapparatuur perfect is uitgelijnd op de rol, komen productiestops door het scheuren van aluminium laminaat niet meer voor.