

Never clean a running machine

Het is één van de bekendste onderhoudsregels: never clean a running machine, ofwel een roterende machine is onkwetsbaar zolang deze roteert. Dit is natuurlijk een beetje gechargeerd, maar heeft alles te maken met hoe moderne industriële productiebedrijven tegen het onderhoud van pomp aandrijvingen aankijken.

Arie Mol *

De gewijzigde economische omstandigheden hebben veel bedrijven het afgelopen jaar genoodzaakt het machinepark anders te gebruiken. Zo kan het voorkomen dat machines die zijn ontworpen en gebruikt voor continue gebruik nu vaker worden ingezet voor start-stopbedrijf. Zo zal een elektriciteitscentrale met vier opwekeenheden bij een capaciteitsvraag van 75% in het weekend bij voorkeur één eenheid uitscha-

kelen, in plaats van ze alle vier op driekwart vermogen te laten draaien. De efficiëntie is bij 100% belasting nu eenmaal hoger, en de boekhouders zijn de baas als de kosten en het energieverbruik omlaag moeten. De vraag is alleen hoe onderhoudskosten, beschikbaarheid en bedrijfszekerheid zich verhouden ten opzichte van de lagere inkoopkosten voor kolen en gas. Technici realiseren zich vaak dat voor bepaalde machines de onder-

houdskosten en de bedrijfszekerheid meer afhankelijk zijn van het aantal starts en stops dan van het aantal draaiuren. Bij deze machines zitten de lagers, de elektromotoren en de mechanical seals bij doorlopende vollast en ontwerptemperatuur lekkerder 'in hun vel' dan bij steeds terugkerende thermische cycli, zoals starts en stops.

FALSE BRINELLING

Een berucht fenomeen is lagerschade door achtergrondtrillingen. Dit komt vooral voor bij pompen met wentellagers. Wanneer een pomp stilstaat, een naburige pomp in bedrijf is én er onvoldoende trillingsisolatie via de gemeenschappelijke ondergrond is, dan treedt uiteindelijk lagerschade op. Wanneer kogels en loopbanen van een wentellager lange tijd in de-

zelfde stilstaande positie verkeren, is er metallisch contact zonder oliefilm. Achtergrondtrillingen veroorzaken dan minuscule pitjes in de loopbanen. Dit verschijnsel staat bekend onder de naam 'false brinelling'. Als de getroffen pomp dan gaat draaien, worden de beschadigingen in snel tempo groter. Veel pompinstallaties worden parallelredundant ontworpen. Zo worden er vaak drie pompen in parallelbedrijf ingezet met gemeenschappelijke zuig en pers, waar maximaal twee pompen nodig zijn. De beschikbaarheid is dan optimaal want in geval van nood is er een stilstaande pomp stand-by. Als trillingsisolatie via de ondergrond of de pijperij onvoldoende is gewaarborgd, kan er false brinelling ontstaan. De beschikbaarheid zal dan in theorie hoog zijn, maar in de praktijk is de bedrijfszekerheid laag. In dit opzicht is het beter drie pompen te laten draaien, maar dat is energetisch weer niet gewenst. Een optie is de redundante pomp langzaam als turbine te laten meedraaien. Dit vraagt wel om een geheel andere systeembenadering, immers de zuig- en persklep moeten een beetje opengezet worden. Het compromis is dan doorgaans alle pompen te laten draaien in een regelmatig wisselend gebruiksregime. Dat betekent dan wel meer start-stops.

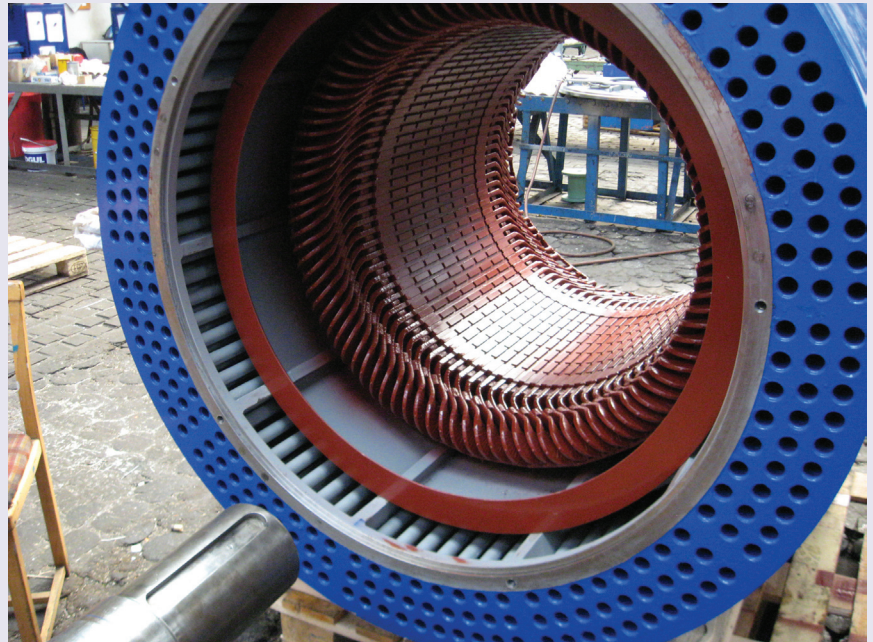
COMPROMIS

Elektromotoren zijn het werkpaard van de procesindustrie. Bij het selecteren van een elektromotor

Never clean a running machine



De wikkelkoppes van een statorwikkeling



voor een bepaalde pompaandrijving moeten enkele afwegingen gemaakt worden, vooral wanneer het gaat om de grotere vermogens ruim boven 100 kW. Voor vrijwel elke toepassing geldt dat er minimaal drie wensen zijn die een compromis vereisen. Ten eerste gaat het om de wens van een hoog aanloopkoppel. De aanloop – vooral bij werktuigen met een hoog massastraagheidsmoment – kan dan snel plaatsvinden, waardoor de thermische belasting van de statorwikkeling maar vooral ook de rotor minimaal kan zijn. De tweede wens is een zo laag mogelijke aanloopstroom; het net wordt dan ontzien. Dat is op zich tech-

van ellende' waar machineontwerpers zeker bij elektrische machines steeds tegenaan lopen. Gunstige bedrijfscondities en gunstige aanloopcondities gaan meestal niet samen.

ROTORSTAAFBREUK

Bij pompinstallaties in continu-bedrijf wordt het kenmerk van de kwadratische tegenkoppel karakteristiek benut om te kiezen voor een hoog rendement motor. Een verhoogde thermische belasting tijdens sporadisch voorkomend

problemen is niet zo groot bij motoren van pakweg < 200 kW; deze hebben tegenwoordig vrijwel allemaal een rotorkooi van aluminium spuitgietwerk. Het risicogebied is boven de 200 kW, en bij een rotorkooi van koper. Een potentieel rotorprobleem is te diagnosticeren en te monitoren. Het probleem is hoorbaar door een typisch laagfrequent hunten bij belaste motor, en een geavanceerde trillingsanalyse brengt dit probleem ook aan het licht. MCSA (motor current signature analysis) is een analysetech-

“Gunstige bedrijfscondities en gunstige aanloopcondities gaan niet samen”

nisch gewenst, maar het kan ook commercieel van belang zijn. Als er een flinke piekstroom is in een bepaalde periode kan het elektriciteitsbedrijf de gebruiker in een hogere kWh-klasse indelen. De derde wens, last but not least, is een zo hoog mogelijk rendement. De kWh-kosten gerekend over de bedrijfstijd (van enkele jaren) zijn vele malen de investeringskosten van de motor. Nu is de combinatie van hoog aanloopkoppel en lage aanloopstroom nog wel te realiseren met een 'hoogohmig' rotorontwerp. Tegelijkertijd betekent dit dat een hoog rendement niet meer haalbaar is. Dit is een klassiek voorbeeld van de 'wet van behoud

aanlopen wordt dan voor lief genomen. Dit gaat goed totdat de pomp voor start-stopbedrijf wordt ingezet. Door de frequent optredende thermische overbelasting ontstaat het risico op rotorstaafbreuk. Het probleem is daarbij niet zozeer een niet aan het koppel bijdragende rotorstaaf; andere staven nemen die taak over. Ernstiger is een mogelijke degradatie van de zilversoldeerverbinding tussen rotorstaaf en kortsluitring. De daarbij optredende vonkvorming vindt plaats vlak onder de wikkelkoppes van de statorwikkeling. Wanneer de wikkelingisolatie het begeeft, is de motor total-loss. De kans op dit soort bedrijfszekerheid-

niek die ook gebruikt wordt om periodiek de gezondheid van de rotor in te schatten. Of de statorwikkelingisolatie is aangetast, kan in stilstand met klassieke technieken worden vastgesteld. In bedrijf zijn er ook mogelijkheden, zoals het detecteren van hoogfrequentontladingen in de common mode stroom. Dit is vanwege (on)veilig werken lastig bij middenspanningmotoren.

* Arie Mol is zelfstandig adviseur en als Mol Rotating Equipment Consultant (Molrec) al meer dan 30 jaar actief betrokken bij ontwerp van en trouble-shooting bij industriële roterende machines.