

Voor hoog rendement komt de gehele keten kijken

Veel artikelen over hoog rendement elektromotoren beginnen met een zin als '65% van alle elektriciteit op industriële plants wordt verbruikt door elektromotoren'. Het is effectiever om naar het totale proces te kijken.

Arie Mol

Tussen energie ge- en verbruiken bestaat een principieel verschil. Als 65% van alle elektriciteit op industriële plants wordt verbruikt door elektromotoren, verbruikt een 'standaard' elektromotor met een rendement van 90 tot 95% slechts 1/10 tot 1/20 van de 65%. De rest, 58,5 tot 61,7%, wordt doorgegeven aan het aangedreven werktuig en het proces. De motor verbruikt dus slechts 3,3 tot 6,5%, en geen 65%. Die resterende circa 60% gaat verloren in energieverliezen in de pomp, die doorgaans een veel lager rendement, 75 tot 85%, heeft dan de elektromotor. Van die 60% wordt dan ongeveer 12% door de pomp verbruikt. Die pomp moet dan wel een werkpunt hebben nabij het best efficiency point (BEP). Dit is niet altijd het geval, zeker niet wanneer een frequentieregelaar wordt toegepast. Het werkpunt schuift dan over een breed deel van de druk-volumecurve. Onvermijdelijk is het pompvermogen gemiddeld lager dan het BEP piekrendement. Het grootste deel, ongeveer 50%, wordt verbruikt door het proces, het van A naar B verplaatsen van de massa vloeistof.

OVERDIMENSIONERING IS ENERGETISCH FUNEST

Wie een hoog rendement nastreeft en dus minimale verliezen in de keten wil, moet kijken naar de component(en) met de grootste energieverliezen. De focus op de component met verreweg de

minste verliezen, de elektromotor, heeft dan weinig zin. Het is niet zinvol om de aandacht te leggen bij het begin van de keten, maar bij het eind daarvan, het proces en de pomp. Het is dan van belang dat duidelijk is wat de tegendrukweerstandlijn van het systeem is. Het gaat om de lijn zowel in het heden als in de toekomst, dus ook de invloed van vervuiling moet bekend zijn. Dit is een verantwoordelijkheid van de eindgebruiker. De pompwaaier dient hierop te worden aangepast; een schone taak voor de ontwerper van de pomp. De vaak toegepaste, schier onuitroeibare, 'veilige' overdimensionering is energetisch funest. Het rendement van een frequentieregelaar en een tandwielkast is relatief hoog, dus hier valt niet veel te halen.

NAUWELIJKS MEETBARE RENDEMENTSVERBETERING

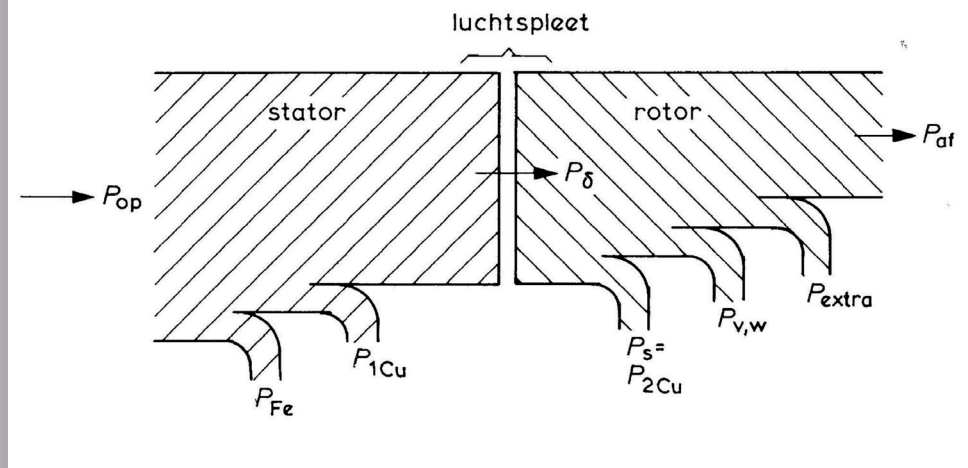
Een zogenoemde hoog rendement motor van 7,5 tot 375 kW met een rendement van 94 tot 97% (in plaats van de 'standaard' 90 tot 95%) heeft 40% minder energieverliezen. Maar het besparingspotentieel is natuurlijk niet 40% van 65%. De HR motor verbruikt $0,6 * (3,3 \text{ tot } 6,5)\% = 2,0 \text{ tot } 3,9\%$ van het totaal. De resterende 61 tot 63% wordt

gebruikt en doorgegeven naar het werktuig en het proces waarin het wordt verbruikt. De winst is dus $(6,5 \text{ tot } 3,3)\%$ minus $(2,0 \text{ tot } 3,9)\% = \text{circa } 2\%$ van het totale verbruik. Dit is praktisch niet meetbaar; immers, rendement wordt bepaald door een vijftal grootheden, te weten druk, flow,

Wordt echt 65% van alle elektriciteit op industriële plants verbruikt door elektromotoren?



- P_{Op} : opgenomen elektrische vermogen [kW]
 P_{Fe} : ijzerverlies in statorblikpakket
 P_{1Cu} : koperverlies in stator wikkeling
 P_s : slipverlies in rotor
 $P_{v,w}$: ventilatie- en wrijvings verliezen
 P_{extra} : extra verlies door eindig aantal gleuven
 P_{af} : afgegeven mechanisch vermogen (koppel * toerental)



Energiebalans elektromotor. (Bron: Heemaf, Ir. H. Kluit)

spanning, stroom en $\cos \varphi$. Deze hebben ieder een nauwkeurigheid van op zijn best 0,5%. Een Key Performance Factor als $m^3/$ uur per kWh en 'return of investment' kengetallen kunnen met een hoog rendement motor tegenvallen.

BESLAG OP ZELDZAME GRONDSTOFFEN

Bij een elektromotor is circa 40% reductie van energieverliezen het maximaal haalbare. Het gaat dan om een IE4 klasse motor in plaats van een 'standaard' IE1 motor. De IE4 motor is vaak uitgerust met permanent magneten (PM) in de

in Bangladesh laat zich raden. Het zeer snelle schakelregiem van moderne frequentieregelaars doet het rendementvoordeel weer deels teniet, omdat er extra verliezen in de motor worden gedumpt. Sommige fabrikanten brengen IE4 klasse motoren op de markt zonder PM technologie, de zogeheten reluctantiemotoren. Maar deze motoren vragen om meer ijzer, koper en isolatiemateriaal en hebben zo een groter grondstoffenbeslag.

HOOG RENDEMENT EN BEDRIJFSZEKERHEID

Ontwerpers kunnen een pomp

bij een werkpunt buiten het BEP. Bij centrifugaalpomp kunnen de drukpulsaties met schoeppasseerfrequentie het kritisch toerental van de overhangende waaier aanstoten. Dat zorgt voor een verkorte standtijd van het mechanical seal en de pomplagering. Een kritisch toerental van 250% boven het maximum bedrijfstoerental lijkt een voldoende stijf ontwerp, maar een pompwaaier met drie schoepen en een frequentieregelaaruitsturing van 83% kan niettemin een trillingsprobleem opleveren met een serieuze bedreiging van de bedrijfszekerheid. Laat nou net het meest gebruikte bereik van de pomp 80 tot 85% zijn...

FOCUS OP SYSTEEM, NIET OP COMPONENT

Kortom, een goed functionerende en betrouwbare elektromotor behoeft geen vervanging. Een hoog rendement versie zet energetisch gezien nauwelijks zoden aan de dijk. Het heeft veel meer zin te beginnen aan het einde van de keten: een juiste afstemming van proces en pomp. Een efficiënt aandrijfsysteem is eerst en vooral een 'systeemontwerp' uitdaging: een optimale afstemming tussen componenten als motor, pomp, frequentieregelaar, variabele stromingsweerstand en opvoerhoogte en het streven naar een hoog gemiddeld rendement.

De aandacht bij het eind van de keten; het proces en de pomp

rotor, die de interne motorverliezen aanzienlijk kunnen reduceren. De PM techniek maakt gebruik van rare earth elements, zeldzame aardelementen, die vooral worden gewonnen in China. De posten slipverlies in de rotor en luchtspleetgerelateerde verliezen vervallen bij deze motoren, maar een frequentieregelaar is noodzakelijk omdat een PM motor niet 'direct online' kan aanlopen op het net. Wat dit betekent voor de arbeidsomstandigheden in de Chinese mijnbouw en de elektronica-afval business

maken met een hoog rendement. De verleiding is groot om een pomp te ontwerpen met een hoog piekrendement bij het BEP. Dat heeft ook nadelen. Die worden zichtbaar als snel afnemend rendement bij een werkpunt buiten het BEP. Het gemiddelde rendement valt daardoor tegen, tenzij de pomp continu bij het BEP wordt bedreven. Een elektromotor behoudt haar rendement veel beter bij deellast. Een ander potentieel nadeel van een hoog piekrendement zijn sterkere drukpulsaties