

Trillingsprobleem in fundatie

Veel trillingsproblemen vallen onder de categorie 'systeemprobleem'. De componenten, zoals pomp, e-motor, tandwielkast en fundatie, zijn elk op zich in orde. Maar met elkaar gekoppeld kan er toch een trillingsprobleem ontstaan, zoals blijkt uit een Russisch praktijkvoorbeeld.

Arie Mol

Bij trillingsproblemen die het gevolg zijn van de combinatie van de onderdelen gaat het meestal om resonantie. De resonantiefrequentie van de gehele opstelling ligt te dicht bij de toerentalrequentie. De oorzaak kan daarbij lastig te achterhalen zijn, of ligt in speciale lokale omstandigheden.

OLIE EN GAS

Rusland is een van de grootste olie- en gasleveranciers. De Siberische voorraden zijn schier onuitputtelijk; als je maar diep

genoeg in de aarde prikt, komt er overal olie en gas naar boven. Wie over de Siberië route naar het Verre Oosten vliegt, kan zich verbazen over de vele sporen van menselijke activiteit in het onmetelijk grote en desolate landschap daar beneden. Het gaat voornamelijk om olie- en gasinfrastructuur.

SPECIALE POMPBEHOEFTE

Veel westerse bedrijven – niet in de laatste plaats innovatieve Nederlandse high tech spelers – leveren spullen aan de Russische

olie- en gasindustrie. Siberië heeft een speciale pompbehoefte. Het gaat niet alleen om pompen om ruwe olie te verplaatsen, of om compressoren om aardgas te verplaatsen. Wat in Siberië naar boven komt, is veelal een combinatie van vloeistof, gas en condensaat. Dit bijzondere mengsel naar een gas oil separation plant (GOSP) verzamelstation transporteren, vraagt om een speciale pomp, die tegelijkertijd

een compressor is: de multi-phase pump, oftewel een 'pompressor'.

FUNDATIE IN PERMAFROST

Het Siberische landklimaat zorgt voor hete zomers met een moerasige grond, en bovendien wolken irritante muggen. Strengere winters stellen bijzondere eisen aan de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van installaties. De gemeenschappelijke noemer is het hele jaar door een stevige permafrost ondergrond, vaak op slechts enkele meters diepte. Doorgaans wordt rotating equipment geplaatst op een stalen subframe. De thermische uitzetting van staal is 1,2

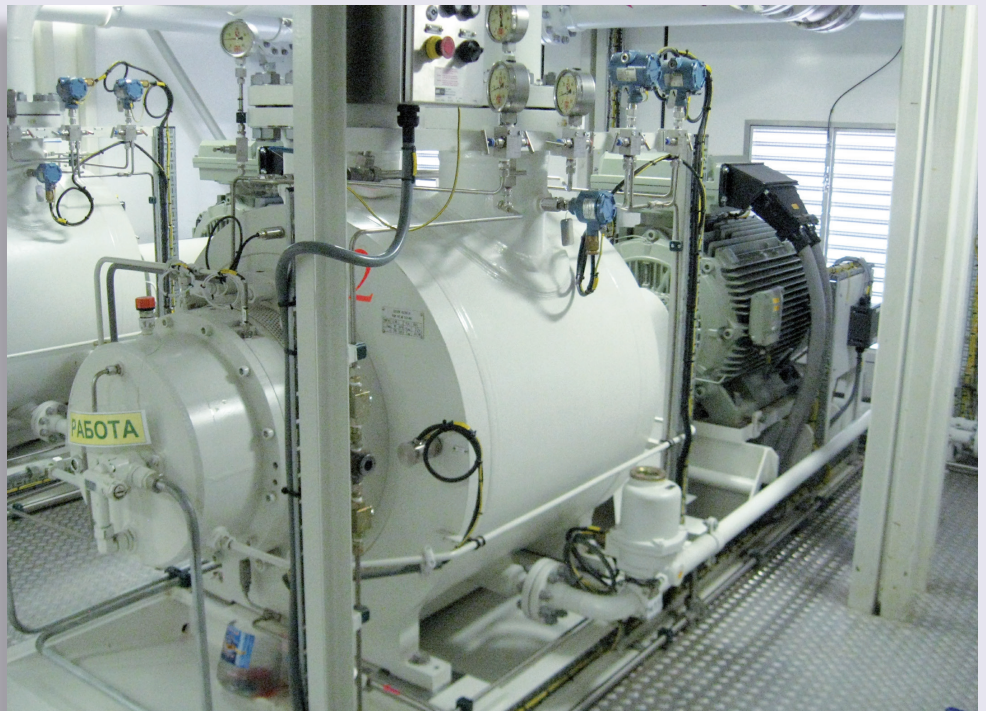
Fundatie bepaalt vaak het trillingsgedrag



SIBERISCH TOEKOMSPERSPECTIEF

De opwarming van de aarde heeft niet alleen nadelen. Zo zou de boomgrens op het noordelijk halfrond ongeveer 500 km of meer naar het noorden kunnen opschuiven. Er komt dan een enorme hoeveelheid grond beschikbaar, bijvoorbeeld voor bosbouw: Siberië als de nieuwe CO₂-bron van de aarde. Het levert ook grond voor bewoning op: Canada (opnieuw) als immigratieland. Of grond voor voedsel: de graanschuren van de wereld verplaatsen zich naar het noorden. Misschien is ook de winning van grondstoffen mogelijk zonder barre Arctische omstandigheden. Maakt de mens met een kromme stok een rechte slag? Het zou zo maar kunnen.

Multi-phase pump ('pompressor') bij een Siberisch olieveld



mm per meter lengte en per 100 graden temperatuurverschil. Dit maakt duidelijk dat constructeurs zich in Siberië geplaagd zien voor bijzondere uitdagingen. Een stalen platform van 10 bij 10 meter kan 's zomers bijna 10 mm langer zijn dan 's winters. Zo'n stalen platform krijgt voor een groot deel haar stevigheid door ondersteuning door vele stalen heipalen die stevig in de Siberische permafrost verankerd

een serieuze bedreiging voor de bedrijfszekerheid.

RESONANTIEPROBLEEM

Een resonantieprobleem kan worden aangetoond door mo-

posters over veilig werken, environmental care en een fraaie mission statement, en moderne efficiënte hightech installaties met plc besturingstechniek. Russische technici geloven het allemaal wel. Zij zijn al decennia gewend om te werken met beperkte middelen en vertrouwen vooral op eigen improvisatievermogen wanneer het aankomt op problemen oplossen. Russische technici hanteren daarbij hun eigen beproefde werkmethodeken. De Russische energiesector heeft haast met de aanleg van pijpleidingen naar Europa; wanneer moderne technologie de enorme Europese 'unconventional' gasvoorraden, met name diep onder Duitsland en Polen, winbaar maakt, dan krijgen de Russen geduchte concurrentie.

Bijzondere uitdagingen voor constructeurs

zijn. Een betonnen fundatieblok is in een moerasomgeving een minder goede keuze.

KLIMAATVERANDERING

De klimaatverandering in de vorm van global warming lijkt intussen ook merkbaar in het als koud bekend staande Siberië. In één geval is gebleken dat de stalen heipalen niet allemaal even stevig gefundeerd waren in de permafrost; het niveau van de ijslaag is langzaam maar zeker aan het zakken. Een subframe kan dan een deel van de stijfheid verliezen, waardoor de resonantiefrequentie daalt. Dit kan zo ingrijpend zijn, dat de resonantiefrequentie van de opstelling in de buurt komt van bedrijfstoerental van de pompen. Een niet goed ondersteund stalen subframe is al snel te elastisch. Een verhoogd trillingsniveau wordt dan

dale analyse (bewegingsvorm met 'knopen' en 'buiken' van de gehele opstelling bepalen), door een bump test (meting resonantiefrequentie en dempingsgraad) of door toerentalvariatie (fasezwaai analyse) als de e-motor wordt gevoed met een frequentieregelaar. Het is vervolgens niet altijd eenvoudig om correctieve en betaalbare maatregelen te bedenken om de resonantiefrequentie weer buiten het bedrijfstoerentalgebied te brengen.

WESTERS VERSUS RUSSISCH

Het is met name een bekende Anglo-Dutch petrochemische multinational die via joint venture constructies Russische partners ondersteunt in het efficiënter exploiteren van het zwarte goud. De westerse invloed is vooral merkbaar in de kantoren: overal fraaie

VEILIGHEIDSINSTRUCTIE

Wie in het verre Siberië werkt, krijgt te maken met een bijzondere veiligheidsinstructie: pas op voor beren. Het is vooral raadzaam moeder met jong niet al te zeer voor de voeten te lopen. Wanneer een beer zich bedreigd voelt en wil aanvallen of zich wil verdedigen, gaat hij op zijn (of haar) achterpoten staan. Een dergelijke imposante verschijning moet natuurlijk afschrikwekkend werken. Maar hoe ziet een beer de homo sapiens eigenlijk? Als een zeer agressief wezen dat voortdurend op zijn achterste benen loopt...