



EEN SCHIP MOET varen

DIT ZAL REDERS UIT HET HART GEGREPEN ZIJN. EEN SCHIP MOET IMMERS VAREN. DAARVOOR IS HET GEBOUWD. ELK UUR DAT HET STILLIGT, KOST GELD. HET BELANG VAN SCHADEONDERZOEK WORDT DUIDELIJK AAN DE HAND VAN TWEE CONCRETE SCHADEGEVALLEN.

door Jan Quist

Een schip dat stilligt, kost geld. Echter, de meeste reders worden van tijd tot tijd toch geconfronteerd met stilligtijd als gevolg van averij of schade aan de voortstuwingsinrichting. De reparatie van dergelijke schades, maar veel meer nog de stilligtijd, levert dan een forse kostenpost op. Het is dan ook zaak om dergelijke schades zo efficiënt mogelijk aan te pakken. En even belangrijk is het om zeker te stellen dat de betreffende schade niet nog een keer kan optreden. In dit artikel wordt aan de hand van enkele cases getoond hoe het inschakelen van een schadeonderzoeker vanaf het moment dat de schade zich voordoet een belangrijke bijdrage kan leveren aan het vinden van een zo efficiënt mogelijke aanpak van de schade. Ook kan schadeonderzoek de 'root cause' van de schade aan het licht brengen. En dat zijn zaken waarin elke reder geïnteresseerd zou moeten zijn!

Case A: Scheurvorming in een roerkoning

Tijdens een periodieke inspectie van een schip in een haven in het Verre Oosten werd vastgesteld dat scheuren aanwezig waren in de roerkoning (grootste diameter 600 mm, lengte ca. 8 m), direct onder de uithouder. Omdat de betreffende rederij meerdere schepen van hetzelfde type in bedrijf had, waren bij oplevering twee extra roerkoningen meegeleverd. Echter, deze roerkoningen waren al gebruikt als vervanging voor roerkoningen met dezelfde soort schade aan twee andere schepen. Er was dus sprake van een probleem: er zou gerepareerd moeten worden. Een nieuwe roerkoning had namelijk een veel te lange levertijd. Echter, het 25CrMo4 staal waarvan de roerkoning is gemaakt is niet het meest eenvoudige staal om lasreparaties aan uit te voeren. Omdat men ook nog in het duister tastte voor wat betreft de oorzaak van de scheurvorming

werd besloten een schadeonderzoeker in te schakelen. Op dat moment lag al een compleet draaiboek gereed voor het demonteren van de gescheurde roerkoning, het uitslijpen van de scheuren, het weer vollassen en het spanningsarm gloeien na het lassen.

De omvang van de schade

Een van de eerste zaken die opvielen bij het doornemen van het dossier was dat de opgegeven scheurdieptes in de al eerder afgekeurde roerkoningen (maximaal 6,8 mm) met een zekere scepsis bekeken moesten worden. De daarvoor gebruikte techniek (Ultrasoon A-scan) is namelijk niet geschikt voor het bepalen van scheurdieptes in die orde van grootte. Daarom werd geadviseerd om de scheurdieptes opnieuw te laten meten met behulp van de AC Potential-Droptechniek. Uit deze metingen bleek dat de maximale scheurdiepte bij deze twee roerkoningen 2,4 mm bedroeg, dus substantieel kleiner dan de gerapporteerde maximale scheurdiepte. Omdat de scheuren in de nu gescheurde roerkoning met dezelfde techniek (Ultrasoon A-scan) bepaald waren, mocht verwacht worden dat ook deze scheuren in werkelijkheid (veel) kleiner zouden zijn dan gerapporteerde waarde van maximaal 5 mm.

De aard van de scheurvorming

Om de aard van de scheuren te bepalen werd aanvullend onderzoek uitgevoerd aan de eerder afgekeurde roerkoningen. Het uitnemen van monsters was minder gewenst. In aanvulling op het visuele onderzoek en het magnetische scheuronderzoek werden daarom op enkele plaatsen replica's gemaakt. Aan de hand van de replica's werd vastgesteld dat het ging om transkristallijne scheuren. Hoewel het faalmechanisme nog niet onomstotelijk kon worden vastgesteld, was de conclusie dat het waarschijnlijk ging om vermoeiingsscheuren.

De oorzaak van de scheurvorming

De volgende vraag was uiteraard welke dynamische belastingen de vermoeiingsscheuren hadden veroorzaakt. Het leek niet waarschijnlijk dat de normaal op roerkoningen uitgeoefende belastingen aanleiding waren voor het ontstaan van de scheuren. Daarom werd in een andere richting gezocht, namelijk het optreden van transiënte (fluctuerende/grillige) belastingen. In dit geval werd specifiek gedacht aan belastingen die worden veroorzaakt door interferentie met dynamische belastingen van buitenaf. Om een indruk te krijgen van dit soort belastingen, werden eigenfrequentiemetingen uitgevoerd op de

roerkoning inclusief het roer. Deze metingen leverden een opmerkelijk resultaat op. De eerste eigenfrequentie van de genoemde samenstelling bleek vrijwel exact gelijk te zijn aan de frequentie van de pulsen van de nabijgelegen schroef tijdens het varen op vol vermogen. Dit betekende dus dat de roerkoning tijdens varen op vol vermogen continu 'opgeslingerd' werd, wat, zoals bekend, tot zeer hoge dynamische belastingen kan leiden. De 'root cause' voor de opgetreden scheurvorming was daarmee met grote waarschijnlijkheid vastgesteld.

De aanpak van de reparatie

Zoals gezegd lag er al een uitgewerkt plan gereed voor het repareren van de scheuren door middel van uitslijpen en vollassen. Nog afgezien van de kosten en de doorlooptijd van deze methode, had deze ook het bezwaar dat er restspanningen in het materiaal achter zouden blijven. Dit is nadelig voor wat betreft het vermoeiingsgedrag van de roerkoning. Een alternatieve aanpak bestond uit het zeer geleidelijk en vloeiend uitslijpen van de scheuren (over 100 mm aan weerszijden van de scheuren) gevolgd door 'shot peening'. Dit deel van het reparatievoorstel moest echter vervallen, omdat er op de locatie waar de reparatie moest plaatsvinden geen gekwalificeerde firma voor het uitvoeren van het shot peenen aanwezig was. De 'reparatie' door alleen vloeiend uitslijpen van de scheuren werd voorgelegd aan de surveyor van de classificatiemaatschappij, en akkoord bevonden. Zo bleek het dus mogelijk om een relatief lastig probleem op een eenvoudige, maar vooral ook snelle manier op te lossen.



Afbeelding 1: De twee monsters voor het onderzoek aan de beschadigde rods. De pijlen wijzen naar kitresten.

Case B: Het afbreken van tie rods

Binnen twee weken na elkaar braken ‘tie rods’ van twee verschillende cilinders van een motor van een koopvaardij-schip. In beide gevallen was de schade aan de motor fors. Ging men in het eerste geval nog uit van een incident, na het optreden van het tweede geval ontstond hierover twijfel. Daarom werd besloten een schadeonderzoek te laten uitvoeren. Ten behoeve van het onderzoek werden de uiteinden van de twee tie rods beschikbaar gesteld. De breukvlakken bleken behoorlijk beschadigd en sterk corrosief aangetast. Verder waren op beide delen kitresten aanwezig. Overleg met de reder wees uit dat de kit waarschijnlijk gebruikt was als afdichting van de gaten waar de tie rods doorheen steken, in plaats van de voorgeschreven 0-ringafdichting tussen de cilinderkop en de cilinder.

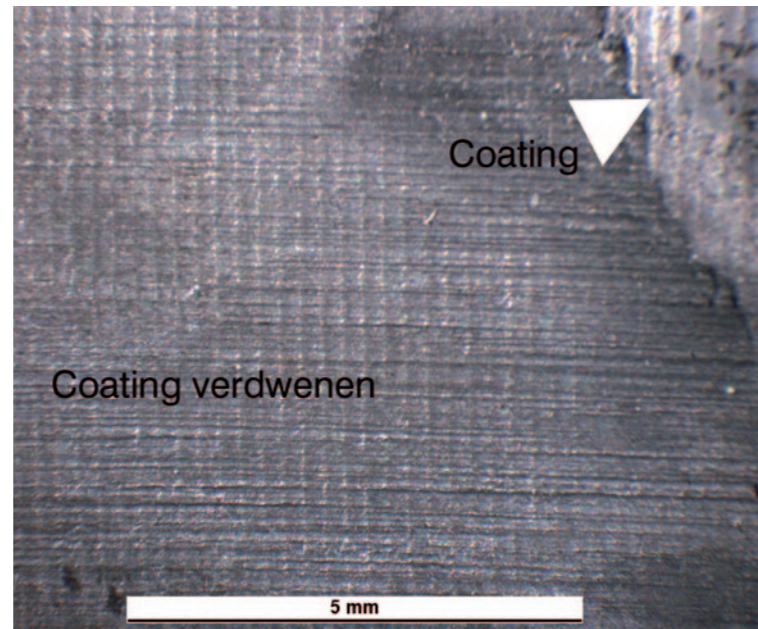
Het schadeonderzoek

Het onderzoek aan het breukvlak wees uit dat de tie rods bezwaken waren door vermoeiing. Een van de twee breukvlakken is weergegeven in afbeelding 2.



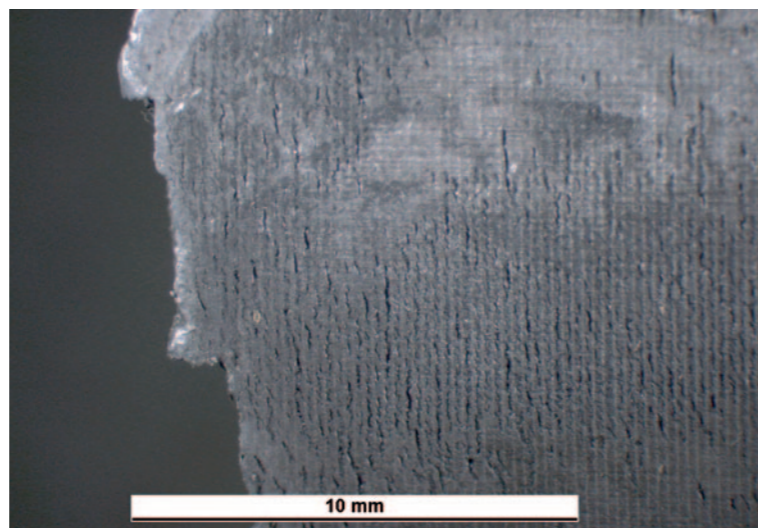
Afbeelding 2: Een van de twee breukvlakken van de onderzochte tie rods. Ter plaatse van de twee pijlen zijn vermoeiingsscheuren geïnitieerd.

Bij het macroscopisch onderzoek van het oppervlak van de twee monsters werd vastgesteld dat de coating die de bouten moest beschermen, beschadigd of verdwenen was (zie afb. 3). Op die beschadigde locaties, maar ook op plaatsen waar de coating nog intact leek, was een groot aantal scheurtjes in omtrekrichting te zien. Bij een van de twee breuken kon overtuigend vastgesteld worden dat de vermoeiingsscheur geïnitieerd was op enkele van deze scheurtjes (zie afb. 4). Bij de andere breuk was de relatie minder eenduidig, maar de conclusie was dat de vermoeiingsscheuren een en dezelfde oorzaak hadden.



Afbeelding 3: Op veel plaatsen was de coating op de tie rods beschadigd of zelfs deels verdwenen.

Omdat het breukvlak sterk vervormd was als gevolg van het tegen elkaar slaan van de breukvlakken leverde onderzoek in de rasterlektronenmicroscopie weinig nieuwe informatie op. Om de aard van de kleine scheurtjes vast te stellen werden enkele dwarsdoorsneden over deze scheurtjes metallografisch onderzocht. Dit leverde beelden op zoals weergegeven in afbeelding 5. De scheurtjes waren fijn van aard en deels of geheel gevuld met oxidische producten. Op basis van deze resultaten werd geconcludeerd dat deze scheurtjes eveneens het karakter hadden van vermoeiingsscheurtjes, maar dat de initiatie, en wellicht ook de groei ervan, had plaatsgevonden in combinatie met corrosie. Ook werd bij het metallografisch onderzoek vastgesteld dat de hoofdscheur bij beide breukvlakken transkristallijn van aard was. Dit ondersteunde de voorlopige karakterisering van de twee breuken als vermoeiingsbreuken.



Afbeelding 4: Ter plaatse van het initiatiepunt van een van de (hoofd-) vermoeiingsscheuren is in het oppervlak een groot aantal kleine scheurtjes aanwezig. Het stapsgewijze verloop in het breukvlak geeft duidelijk aan dat de hoofdscheur is geïnitieerd op de kleinere scheurtjes.

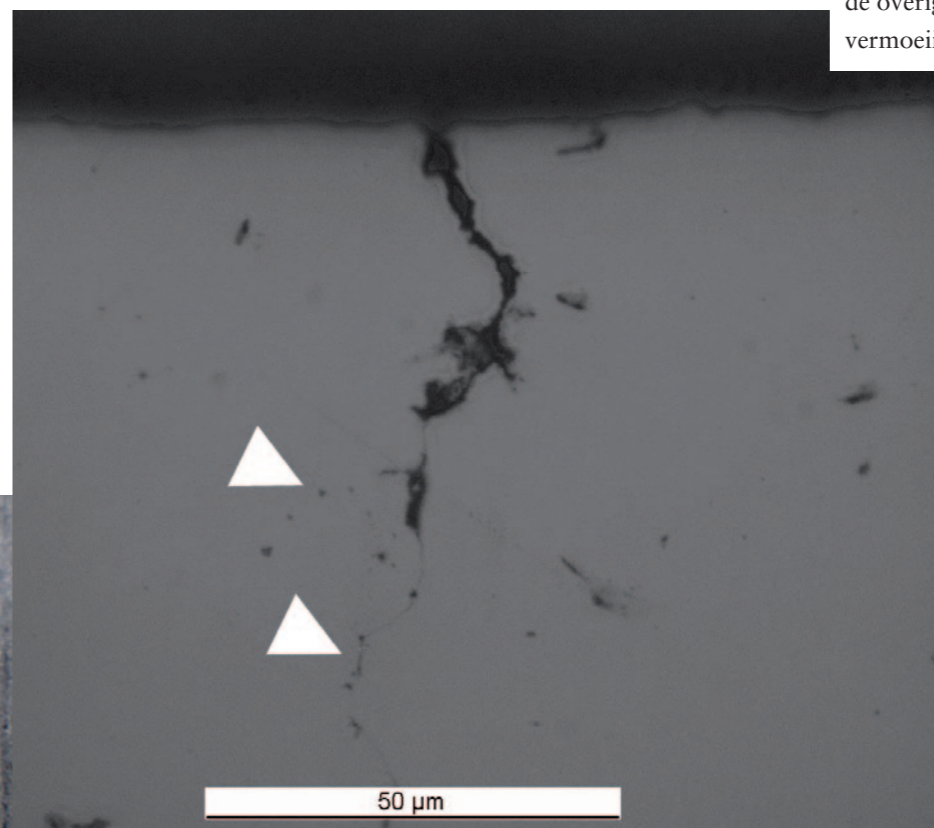
De breukvlakken bleken behoorlijk beschadigd en sterk corrosief aangetast

Het faalmechanisme

De conclusie van het onderzoek was dat de tie rods gefaald hadden door vermoeiing onder invloed van de dynamische belastingen die inherent zijn aan de functie van deze onderdelen. De hoofdscheuren waren geïnitieerd op enkele kleinere scheurtjes die in een eerder stadium waren ontstaan. Deze kleinere scheurtjes hadden eveneens het karakter van vermoeiingsscheurtjes, maar de initiatie ervan was waarschijnlijk veroorzaakt of bevorderd door gelijktijdige corrosieve aantasting. De corrosieve aantasting op zijn beurt was weer bevorderd of veroorzaakt door de beschadiging van de coating. Geadviseerd werd om de overige tie rods te onderzoeken op oppervlakscheurtjes. De opdrachtgever nam echter geen enkel risico en liet alle tie rods vervangen door nieuwe, met een beter beschermende coating.

Het belang van de schadeonderzoeker

De twee beschreven cases maken duidelijk welke rol een schadeonderzoeker kan spelen in het efficiënt omgaan met schades. In de eerste case kwam dit effect duidelijker naar voren dan in het tweede. Maar in de tweede case had de inbreng van de schadeonderzoeker veel groter kunnen zijn, indien hij al vanaf de eerste schade betrokken zou zijn geweest. Dan had de tweede schade niet hoeven optreden. Natuurlijk is het achteraf gemakkelijk praten. En het is ook niet verwonderlijk dat in eerste instantie gedacht wordt aan een incident. Maar een ervaren schadeonderzoeker ziet in veel gevallen al direct aan het breukvlak of het om vermoeiingsschade gaat. En hij weet ook dat vermoeiingsschades relatief zelden incidenten zijn (bijvoorbeeld het gevolg van een materiaalfout). Met die wetenschap zou hij ongetwijfeld geadviseerd hebben om de overige tie rods te inspecteren op de aanwezigheid van vermoeiingsscheurtjes.



Afbeelding 5: Beeld van een dwarsdoorsnede over een scheurtje. Het scheurtje is grotendeels gevuld met oxidische producten. Aan het uiteinde treden zeer fijne vertakkingen op (zie de twee pijlen).

In dit artikel zijn slechts twee cases besproken, maar bij tal van andere schades spelen dezelfde factoren een rol. Zo worden bijvoorbeeld regelmatig schadeonderzoeken uitgevoerd op lagerschalen. In bijna alle gevallen is het schip al lang en breed weer in de vaart voordat de schalen bij het laboratorium binnenkomen. Het is dan vaak moeilijk om een antwoord te krijgen op vragen die van belang zijn om het onderzoek optimaal te kunnen uitvoeren. De huidige digitale mogelijkheden maken het echter steeds eenvoudiger om al voor het demonteren van de lagers een schadeonderzoeker in te schakelen, bijvoorbeeld door het maken en verzenden van een aantal digitale foto's. Op die manier wordt de onderzoeker in staat gesteld om cruciale gegevens betreffende de schade op te vragen, voordat deze door reparatie verdwenen zijn.

En last but not least: de kosten van een schadeonderzoek bedragen in verreweg de meeste gevallen slechts een fractie van de kosten van een tweede ‘incident’, om nog maar te zwijgen over de gevolgschade.

Personalia

De auteur, Jan Quist, werkt als Consultant Failure analysis bij Element Materials Technology in Amsterdam.