



Langetermijneffect straling op staal grotendeels onbekend

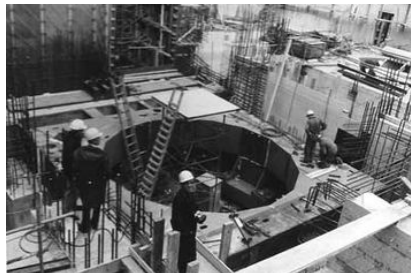
Auteur: Annemieke van Roekel | 2 oktober 2012

Over het effect van langdurige blootstelling aan hoogradioactieve straling en hoge temperatuur op de microstructuur van metaal tasten wetenschappers nog in het duister. Gedetailleerde monitoring van kernreactoren is daarom van het grootste belang.

Recent zijn bij een routinecontrole scheurtjes ontdekt in twee kernreactoren in twee verschillende kerncentrales in België (<http://www.barsten-in-belgische-kerncentrales/index.html>). De Belgische overheidsinstantie die de taak heeft om kerncentrales te controleren, vindt de situatie zo ernstig dat besloten is de kernreactoren niet weer op te starten. Hoog tijd voor consultatie van metaalspecialist Leo Kestens (<http://www.3me.tudelft.nl/over-de-faculteit/hoogleraren/materials-science-and-engineering/microstructural-control-in-metals/profdrir-lai-kestens/>), hoogleraar Metal Science & Technology aan de Universiteit van Delft (bij de afdeling Materials Science and Engineering (<http://www.3me.tudelft.nl/over-de-faculteit/afdelingen/materials-science-and-engineering/>)) én de Universiteit van Gent (<http://www.ugent.be/ea/dmse/en/about>).

Theoretisch materiaalkundige

"Ik ben slechts een *theoretisch materiaalkundige*", zegt Kestens bescheiden. "Ik ben op geen enkele manier betrokken bij de praktijk in de kerncentrales waar zich nu problemen voordoen. Je moet het zo zien: ik sta net zo ver van de praktijk af als een moleculair bioloog van de medische praktijk. Een moleculair bioloog heeft ook geen klinische ervaring." Ondanks zijn bescheiden opstelling valt er veel van Kestens te leren. Met als conclusie dat er in de materiaalwetenschap nog veel onzeker is over het 'gedrag' van metalen en metaallegeringen op microniveau.



De bouw van de kernreactor in Borssele, ruim veertig jaar geleden. De kernreactor is van dezelfde makelij als de reactoren in België, maar de Zeeuwse centrale draait gewoon door, tot aan de volgende reguliere onderhoudsbeurt dit jaar.

EPZ

Zandkasteel

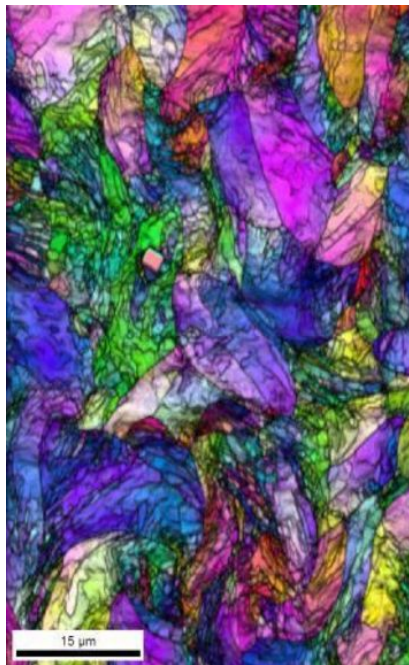
Dat atomen in een mineraal, metaal of metaallegering – zoals staal, waarvan kernreactoren zijn gesmeed – gestapeld zijn in de vorm van een kristalrooster (<https://nl.wikipedia.org/wiki/Kristalrooster>), is wel algemeen bekend. "Metalen bestaan uit ontelbaar vele kleine kristalletjes, die aan elkaar gehecht zijn zoals zandkorreltjes in een zandkasteel", legt Kestens

uit. "Onder normale omstandigheden is het kristalrooster van een metaal stabiel. Maar onder invloed van hoogradioactieve straling, in combinatie met verhoogde temperatuur, kan zo'n kristalrooster zijn stabiliteit verliezen. Bij een (langdurige) blootstelling aan straling zijn niet alle *roosterposities* meer bezet omdat er atomen worden weggeschoten. Hierdoor ontstaan er lege plekken in het kristalrooster, de zogeheten 'vacatures'."

Vacatureconcentratie

De vacatureconcentratie is onder meer afhankelijk van de intensiteit en de precieze aard van de radioactieve straling en van de temperatuur waarbij het metaal wordt gebruikt. "Indien het materiaal veel vacatures bevat, kunnen deze zich door het materiaal gaan verplaatsen

(<https://nl.wikipedia.org/wiki/Diffusiekruij>). Ook kunnen vacatures zich gaan clusteren. De mate waarin dit gebeurt bepaalt uiteindelijk of er in het materiaal kleine barstjes gaan ontstaan die tot scheuren kunnen uitgroeien." Volgens Kestens is het daarom van groot belang dat kernreactoren voortdurend worden gemonitord, zodat de scheurtjes in een vroeg stadium worden opgespoord en bepaald kan worden of het om kritische of ongevaarlijke, 'subkritische' barstjes gaat.

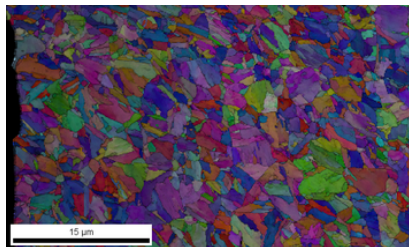


Staallegering met bijzondere sterkte-eigenschappen.

📷 TU Delft

Simulaties in het lab

Het is echter niet zo dat minuscule barstjes automatisch uitgroeien tot scheuren in het materiaal en uiteindelijk tot een lekkage leiden. De sterkte van een materiaal wordt vooral bepaald door de grootte van de kristalkorreltjes. Kestens: "Naarmate de korrelgrootte afneemt, verhoogt de sterkte van het materiaal. In het laboratorium is veroudering van staal onder invloed van temperatuur en straling wel onderzocht, maar de omstandigheden waarin een kernreactorvat zich bevindt, zijn zo specifiek dat dat in het lab natuurlijk niet exact na te bootsen is."



Microstructuur van een staallegering met bijzondere vermoeiingseigenschappen. Deze afbeelding en die hierboven zijn beide gemaakt met een 'scanning elektron microscope' (<https://nl.wikipedia.org/wiki/Elektronenmicroscopie>) (1 μm = 1 micrometer = 1/1000 mm). De kleuren reflecteren de verschillende kristalkorreltjes.

📷 Universiteit Gent

Hoge resolutie

Door de verbetering van (vooral) de beeldtechnieken zijn deskundigen steeds beter in staat scheurtjes op microscopische schaal in beeld te brengen. Bij oneffenheden in de kristalstructuur gaat het niet om de orde van grootte waarin metaalkristallen meestal worden uitgedrukt (in micrometers), maar om een eenheid die nog 10.000 maal kleiner is. We spreken dan over tienden van een nanometer (<https://nl.wikipedia.org/wiki/Nanometer>), ofwel 10^{-10} meter. Kestens:

“Hiervoor gebruiken we een transmissie-elektronenmicroscop, waarmee we op atomaire schaal visualisaties kunnen maken. We kijken als het ware in het DNA van het materiaal. Er gaat dan een wereld voor je open!”

Uitvlooien

Kestens vermoedt dat de technici van Tihange en Doel, waar zich de problemen momenteel voordoen, momenteel aan het uitvlooien zijn hoe de stalen reactoren ervoor staan. Hij vindt het vreemd dat de Nederlandse overheid weigert om op zeer korte termijn aanvullend onderzoek te doen naar het reactorvat in Borssele, waarvoor de energiecentrale stilgelegd moet worden. “Als wetenschapper, inwoner van Gent maar niet in de laatste plaats op grond van mijn gezond verstand zou ik haast maken met een materiaalanalyse van het reactorvat in Borssele.”



Kestens pleit voor een snelle analyse van de microstructuur van de stalen kernreactor in Borssele.

 <https://beeldbank.rws.nl>,
Rijkswaterstaat / Harry van Reeken

Zie ook:

- Barsten in Belgische kerncentrales (Kennislinkartikel, 25 september 2012)
- Gemeente Gent: 'Sluit kerncentrale Borssele, EenVandaag op 25 september 2012
- Radioactiviteit voor niet-wetenschappers (Wetenschap24)

Actuele toevoeging:

- Reactie van de Kernfysische Dienst op de situatie in Borssele, op 2 oktober 2012

Dit artikel is een publicatie van **NEMO Kennislink**.

© NEMO Kennislink, sommige rechten voorbehouden

Dit artikel publiceerde NEMO Kennislink op 02 oktober 2012