

Mini-MYRRHA simuleert koeling in reactor

In Mol staat 's werelds enige volledige schaalmodel van een kernreactor gekoeld met een vloeibare lood-bismutlegering: E-SCAPE. Met het model met schaal 1:6 simuleren onderzoekers de koeling van de innovatieve onderzoeksreactor MYRRHA. Met resultaat. De koeling blijft gegarandeerd.

MYRRHA zal medische radio-isotopen produceren, materiaalonderzoek voor splijtings- en fusiereactoren mogelijk maken en een flinke stap voorwaarts nemen in het sluiten van de splijtstofcyclus. Voor dat laatste past SCK•CEN het principe van transmutatie toe. "Transmutatie vormt langlevende, hoogradioactieve resten – de zogenaamde mindere actiniden zoals neptunium, americium en curium – door kernsplijting om in korter levende splijtingsproducten, die minder radioactief zijn", licht nucleair ingenieur Katrien Van Tichelen toe. Transmutatie verlicht zo de eisen voor geologische berging, maar werkt niet in de huidige watergekoelde reactoren. In die reactoren is de kans op absorptie – waarbij het atoom het neutron opneemt en zwaarder wordt – namelijk groter dan de kans op splijting voor bepaalde atomen. "Die zware atomen dragen net veel bij aan de radioactiviteit van het afval en hebben een langere levensduur. Snelle neutronen slagen er wél in die zware kernen te versplijten", aldus Katrien.



Water modereert, vertraagt snelle neutronen en hindert het splijten van mindere actiniden. "In die omstandigheden kan transmutatie niet voltrekken", zegt Katrien. In het ontwerp van MYRRHA zal een eutectisch mengsel van lood (44,50%) en bismut (55,50%) de kern koelen zonder de snelle neutronen af te remmen. "Het koelmiddel stroomt door de reactorkern, neemt daar warmte op, stijgt en geeft die warmte weer af in de warmtewisselaars om nadien weer naar de kern te dalen. Zo wordt de kern gekoeld."

Natuurlijke convectiekoeling

In alle omstandigheden moeten de temperaturen in de reactorkern begrensd blijven. "Om dat te testen, ontwierpen we E-SCAPE: een experimenteel 1:6 schaalmodel van MYRRHA, oftewel een mini-MYRRHA", aldus Katrien. De configuratie van E-SCAPE is – net zoals MYRRHA zelf – van het zogenaamde pool-type. Dat wil zeggen dat alle onderdelen – de reactorkern, de pompen en warmtewisselaars – in het koelmiddel zijn ondergedompeld. "Om de warmte van de reactorkern te simuleren, hebben we in E-SCAPE elektrische verwarmingselementen geplaatst. Die verwarmingselementen zijn geplaatst in vijf ringen en hebben een totaalvermogen van 100 kilowatt op een volume van 30 liter. Met een 300-tal sensoren monitoren we de temperaturen in het vat en brengen we ze in kaart", legt onderzoeker Fabio Mirelli uit. Systematisch worden onderdelen van het schaalmodel uitgeschakeld om accidentele omstandigheden na te bootsen. "Wat als er plots een pomp stukgaat? Wat als een warmtewisselaar niet voldoende werkt? Treedt het mechanisme van natuurlijke convectie in werking? Kunnen we de koeling van de kern garanderen? Dát is belangrijke informatie voor het ontwerp en de veiligheidsanalyse van de MYRRHA-onderzoeksreactor."



Fabio Mirelli, onderzoeker bij SCK•CEN

“Onze experimenten leveren belangrijke informatie voor het ontwerp en de veiligheidsanalyse van MYRRHA.”



Onder natuurlijke convectie verstaat men de stroming van een vloeistof, die ontstaat doordat een temperatuurverschil een verschil in dichtheid veroorzaakt. “Warme vloeistof heeft een lagere dichtheid en komt bovendrijven, terwijl de koude vloeistof door zijn hogere dichtheid naar de bodem zakt”, aldus Katrien. In 2018 kwamen de eerste resultaten van het grootschalige experiment uit de bus. “Het systeem werkt. De natuurlijke convectiekoeling is ruim voldoende om de restwarmte te evacueren. Ook als we de pompen afzetten, blijft de koeling gegarandeerd”, glunderen beide onderzoekers. In de komende maanden zullen de onderzoekers de gegevens in detail analyseren.

Katrien Van Tichelen, nucleair ingenieur bij SCK•CEN



Geruststellende geluiden

Beide onderzoekers brachten vorig jaar veel tijd door vlakbij E-SCAPE door. “In de zomer is het daar 30 tot 35°C”, weet Fabio Mirelli. Een pittige temperatuur vergezeld van een ononderbroken geruis van de pompen. “Dat geruis wordt na een tijd geruststellend. Het is zoals de motor van je auto. Aan het geluid ervan hoor je of alles normaal functioneert. Ik wil die pompgeluiden dus echt wel horen.” Eenmaal het experiment loopt, hoeven de onderzoekers enkel nog een oogje in het zeil te houden en de geregistreerde data te analyseren. Om een nog beter idee te krijgen van de stromingspatronen van het lood-bismutmengsel plannen de onderzoekers in 2019 metingen met ultrasone snelheidsmeters. Op langere termijn zullen de onderzoekers ook de chemische condities van de vloeibare legering in E-SCAPE controleren. “Dan beschikken we over een schat aan informatie, over onmisbare gegevens om ons te kunnen uitspreken over wat we van de werking in de MYRRHA-onderzoeksreactor verwachten”, besluit Fabio.

Technologie

Een voortrekkersrol spelen

SCK•CEN is een bakermat voor technologie en innovatie. Dankzij onze unieke infrastructuur kunnen we grensverleggende experimenten uitvoeren en technologieën ontwikkelen. Toch is innovatie niet enkel te danken aan ingewonnen kennis of ontwikkelde technologieën. Innovatie steunt ook op de creativiteit en motivatie van onze medewerkers. Ze zijn een vereiste om te kunnen inspireren en opportuniteiten te creëren om efficiënte oplossingen voor de maatschappij te ontwikkelen.

Marc Schyns

Instituutsdirecteur
Geavanceerde Nucleaire Systemen

