

# Hur påverkas egenskaperna hos volfram av miljön på ESS i Lund?

Examensarbetare: Allan Fredriksson

**Forskningsanläggningen ESS ska bli världens kraftigaste neutronkälla, och meningen med detta arbetet har varit att ta reda på mer om volframs materialegenskaper då det innehåller defekter som kan uppstå under omständigheterna som råder på ESS i Lund.**

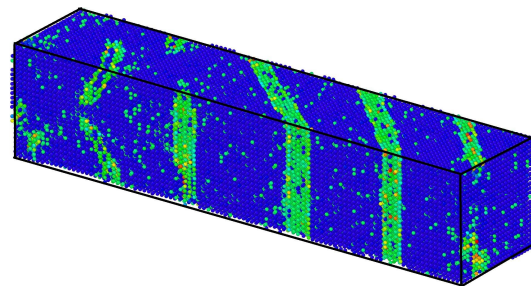
En atomkärna består av protoner och neutroner, protonen är positivt laddad medan neutronen inte har någon elektrisk laddning. På ESS accelereras protoner till hög hastighet för att därefter krocka med ett roterande hjul bestående av volframblock. I denna kollisionen mellan protoner och volframkärnor, sprids neutroner med hög energi, som ESS därefter använder i sina experiment. Värme och radioaktiva isotoper skapas under själva krocken, på grund av detta så kyls målet av heliumgas och omges av en stålstruktur som ska absorbera oönskad radioaktivitet. Då krocken med målet sker kan punktdefekter såsom vakanser skapas i volfram. En vakans är en saknad atom i kristallmönstret.

På ESS är man även orolig heliumatomer ska penetrera ytan på volframblocken och gå in i materialet och därefter bilda heliumkluster inne i volframet. En interstitiell atom är alltså en atom av en annan typ som har tagit sig in det lilla utrymmet som finns mellan atomerna i det existerande kristallmönstret.

Faran med detta är att då densiteten på heliumbubblorna är relativt låg jämfört med bulkmaterialet tungsten, så känner klusterna en attraktionskraft från den fria

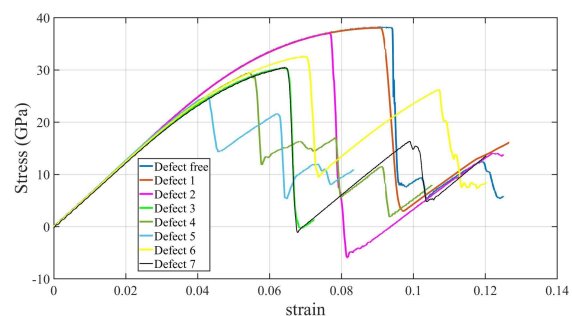
ytan, vilket gör att bubblorna rör sig mot ytan allteftersom de växer sig större. När heliumbubblan når ytan sker en tryckavlastning av heliumbubblan likt ett vulkanutbrott, och kvar på ytan blir en krater.

Molekylsimulering, som är en simuleringsmetod för att analysera atomernas fysiska rörelser, kommer att användas i detta arbete för att simulera volfram med olika defekter, dessa simuleringarna kommer att öka förståelsen för materialegenskaperna hos volfram.



Figur 1: Provbit av 100x24x24 volframatomer under en molekylsimulering.

Simuleringarna som görs undersöker effekterna av defekter som vakanser, vakanskluster och interstitiella heliumatomer har på volframs materialegenskaper.



Figur 2: Resultat av en molekylsimulering presenterad i en spännings-töjningskurva.

**Resultat:** Från simuleringarna framkommer det att vakanser inom de av ESS givna gränserna inte kommer att påverka elasticitetsmodulen (mått på styvheten för ett material), men både maxspänningen och töjningen då materialet börjar gå sönder kommer minska. För denna defekten så har placeringen av vakansen betydelse. Om denna är placerad på en yta så är detta sämre för materialegenskaperna än om den befinner sig mitt inne i bulkmaterialet. Inte heller vakanskluster kommer bidra till någon förändring av elasticitetsmodulen. Ju större vakanskluster, desto mer minskar

töjningen då materialet börjar gå sönder. Maxspänningen kommer dock ej ändras lika mycket.

Gällande heliumblåsor, vid denna temperaturen finns ingen risk för att dessa kommer att bildas.

Små heliumkluster kan däremot skapas i bulkmaterialet hos volfram, i miljön som råder på ESS. Dessa kan försämra de mekaniska egenskaperna ganska mycket eftersom de introducerar inre spänningar i materialet.

Risken att större heliumkluster ska bildas bedöms som väldigt liten vid dessa temperaturer.

Tillhör examensarbete TFME-5044 , A molecular dynamics study on the influence of defects on tungsten material properties.

Handledare: Per Hansson och Leon Petersson, mekanikavdelningen på Lunds Tekniska Högskola (LTH).

Examinator: Aylin Ahadi, mekanikavdelningen på Lunds Tekniska Högskola (LTH).