

Hur kan röntgenstrålning synliggöra skillnader i metallisk atomstruktur?

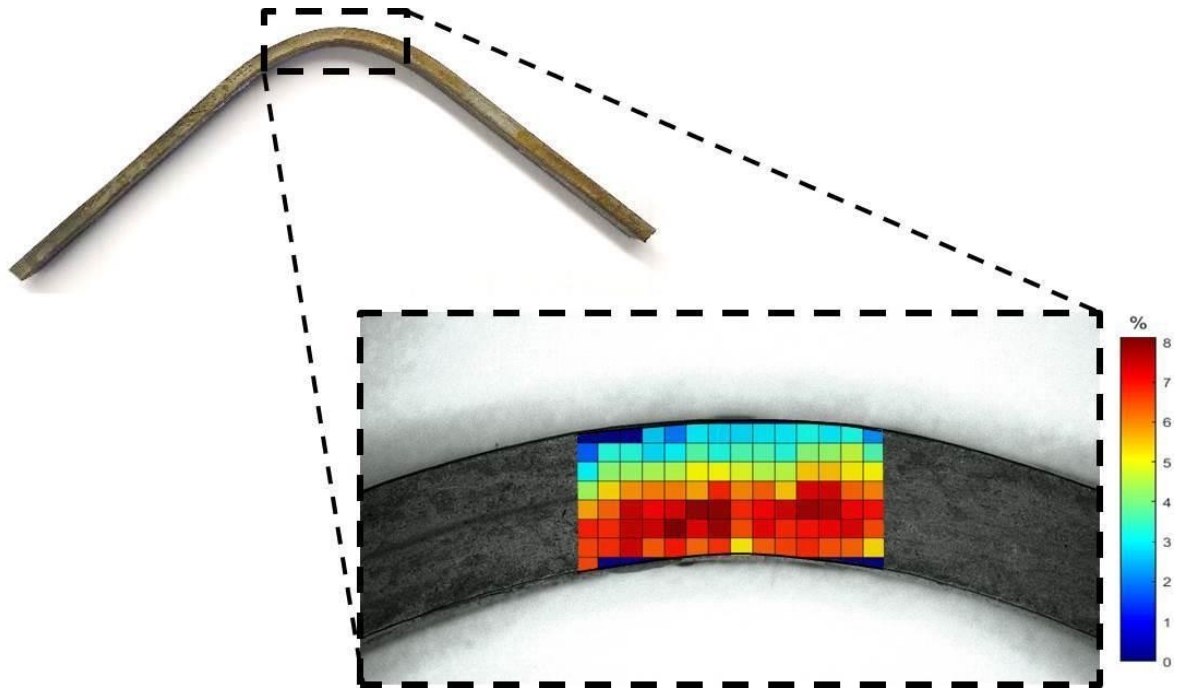
Materialforskningen står ständigt inför nya utmaningar för att tillgodose behoven inom industriell innovation och utveckling. I vår tid ställs större krav på materialegenskaper med målet att tillverka lättare, hårdare och mer böjbara material som har mindre påverkan på miljön. För att kunna skapa och förstå nya material behövs dock en god förståelse för deras underliggande mikrostrukturella egenskaper. Ny forskning avser att kartlägga inhomogeniteter i mikrostrukturen med hjälp av skannande röntgendiffraction (SXR).

För att kunna förutse livslängden hos nya material måste makroskopiska avvikelser i mikrostrukturen kartläggas. I metalliska material kan den atomära strukturen skilja sig spatialt, vilket oftast kontrolleras genom olika tillverkningssteg och förändringar i legeringsämnen. Dessa skillnader kan ge varierande egenskaper som duktilitet eller sprödhet på olika delar av de färdiga komponenterna. Omvandlingar av mikrostrukturen kan även ske i efterhand under påverkning av värme eller mekanisk påfrestning. Detta gör att materialen kan skifta atomstrukturer eller "faser" vilket ibland ger dem helt nya egenskaper.

Genom att generera och mäta spridningen av röntgenstrålar från en metall, så är det möjligt att titta "under ytan" på materialet. Från olika metaller sprids strålningen annorlunda vilket resulterar i specifika mönster som sedan kan mätas. Metoden som kallas röntgendiffraction (XRD) har använts sedan början av 1900-talet för att undersöka atomära strukturer. Problemet med XRD-metoden är att den är begränsad till enskilda punkter på ett prov och kan därmed inte användas för att se om det sker förändringar spatialt.

I det här projektet har en variation av röntgendiffraction används där flera XRD-mätningar sker successivt, i en skannande process. Genom denna metod, som kallas för skannande röntgendiffraction (SXR), genereras ett rutnät av mätpunkter över en tvådimensionell yta av provet. Eftersom en större mängd XRD-data blir resultatet av en sådan mätning blir det snabbt omöjligt att analysera varje enskilt mönster separat. Därför har en automatiserad analysprocess tagits fram där hundratals analyser sker i följd.

Metoden har beprövats i syfte att mäta inhomogeniteter i fördelningen av den mjuka restaustenitfasen i stålprover. Genom att göra mätningar på tvärsnittet av olika komponenter har restaustenitfasen kunnat kartläggas. I figur 1 visas resultatet av en sådan kartläggning av ett bockat stålprov. Här upptäcktes att fördelningen av fasen inte är homogen efter bockning. Detta beror sannolikt på att fasomvandlingen sker i samband med en volymökning som uppstår på ovansidan av bocken.



Figur 1. Kartläggning av restaustenithalten över tvärsnittet av ett bockat stålprov. Resultatet visar en ojämn fördelning av restaustenit.

De resultat som redogörs i detta arbete kan fortsättningsvis användas inom stålindustrin. Vidare kan den etablerade SXRD-metodiken användas för att kartlägga mikrostruktur i övriga metaller liksom andra typer av material.

Handledare : **Fredrik Lindberg**

Andre handledare: **Jesper Wallentin**

The development of scanning X-ray diffraction phase mapping in martensitic steels using automated Rietveld refinements; 30 hp, maj 2018

Synkrotronljusfysik, Naturvetenskapliga fakulteten, Lunds universitet. Swerea KIMAB