

Harjoitteluraportti
Fysiikan Kandiohjelma, MAT20008

Sebastian Coffeng, 014731514
Ohjaaja: Ivan Lomaking, Tutkijatohtori
1.6-31.8.2020, Aalto yliopisto, CSM

1 Harjoittelupaikan yleinen kuvaus

Toimin tutkimusassistenttina Aalto-yliopiston complex systems and materials (CSM) ryhmässä. Tutkimusprojektina työryhmälläni oli ”Fatigue crack growth”. Tutkimme alumiinin stressihalkeamisen ominaisuuksia. Tavoitteena oli luoda teoriapohja ennustamaan ja selittämään kuinka metallien stressialkeama muodostuu ja etenee. Työhöni kuului näytekalteiden halkeamisen analysointi ja näytemetallien hilarakenteiden tutkiminen röntgendiffraktion avulla.

Aloitin harjoittelun tutustumalla aiheeseen ja lukemalla erilaisia tieteellisiä artikkeleita. Minut perehdytettiin koelaitteistoon ja kävin Aalto-yliopiston tarjoamalla Triton supertietokone kurssilla. Kesän ensimmäisellä puolikalla keskityin näytekalteiden halkeamisen seurantaan. Kirjoitin matlab pohjaisen ohjelman, joka tunnistaa missä halkeaman kärki sijaitsee. Ohjelma tuotti graafeja, joissa halkeaman pituus esitettiin suhteessa kalteen kokemiin stressisykleihin. Koska näytekalteesta otettiin kuvia 4 sekunnin välein useiden tuntien ajan, oli dataa hyvin paljon. Tästä johtuen laskennassa käytettiin hyödyksi Triton supertietokonetta laskennan tehostamiseksi. Tuotettuja graafeja pystyttiin myöhemmin käyttämään näytteen halkeamisnopeuden määrittämiseen. Kuvassa 1 nähdään esimerkki halkeamanseurantaohjelmasta. Punaisella ympyröity kohta on halkeaman pää.



Figure 1: Halkeaman tunnistusohjelma

Toisena tehtävänä oli näytekalteiden hilarakenteen määrittäminen. Hilarakenteiden eroja vertailemalla voidaan saada tietoa, kuinka rakenne-erot vaikuttavat stressihalkeamisen ominaisuuksiin [1]. Näytekalteina toimi alumiinin 1005 ja 5005 seokset. Molemmista seoksista oli näytekalteita, joita oli valmistettu sekä rullaamalla että lämpökäsittelyllä. Alumiini 1005 ja 5005 hienonnettiin myös pulveriksi, jotta saataisiin referenssikokeet näytteille. Pulverinäytteen hilarakenteessa ei ole sisäisiä stressejä, joten muita näytteitä on helppo verrata tähän [2]. Kuvassa 2 nähdään 2 theta röntgendiffraktioliite mittaamassa alumiini 5005 pulverinäytettä.

Harjoittelun kokeelliset osat suoritettiin Aalto-yliopiston tiloissa, mutta noin puolet ajasta työtä tehtiin kotoa käsin. Osan ajasta koin, että etätyöskentelyyn oli hankala orientoitua. Vapaa-ajan ja työajat tuntuivat sekoittuvan liian helposti keskenään, sekä keskittyminen herpaantui liian helposti. Sain työni kuitenkin tehtyä, mutta jatkossa tähän tulisi kiinnittää enemmän huomiota.

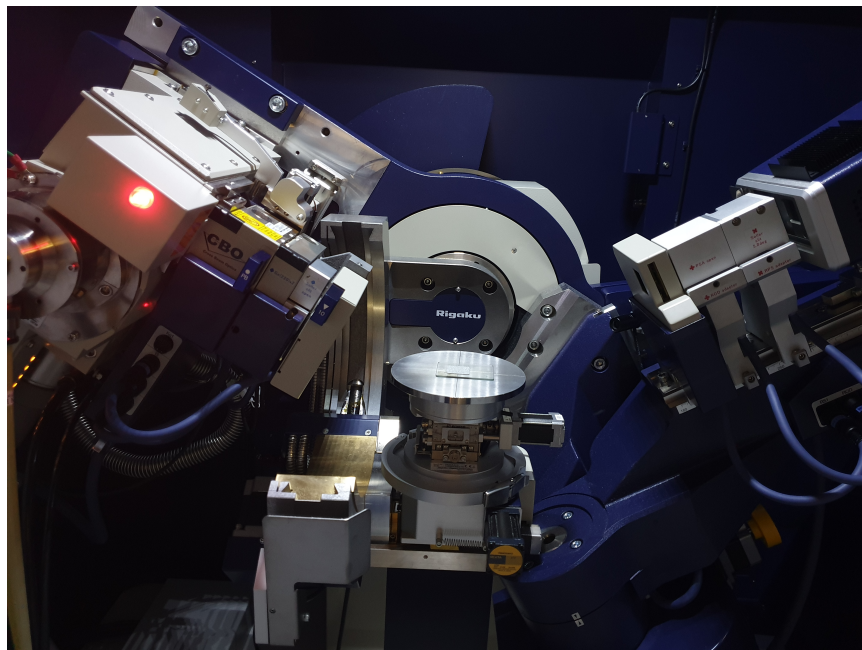


Figure 2: Röntgendiffraktioliite, jota käytin mittauksissa. Näytetelineessä on alumiini 5005 pulverinäyte.

Myös työn eteneminen halkeaman seurantaohjelman suhteen oli osan ajasta haastavaa. Kesän alussa kuvankäsittelyn nopeutta yliarvioitiin. Tämä johtui osaksi esimerkiksi siitä, että jotkin käsiteltävistä kuvista oli hyvin kohinaisia ja siten halkeaman seuranta oli hankalaa. Näitä ongelmia pystyttiin ratkomaan oletettua hitaammin.

2 Oppiminen harjoittelun aikana

Tein kandidaatin työni aiheesta arkeologisten kuitunäytteiden selluloosan rakenteen tutkimus röntgendiffraktion avulla. Olin siis jo hieman perehtynyt materiaalitutkimukseen röntgendiffraktiolla. Alumiinin röntgendifraktionäytteiden teoriapohja oli helppo käsittää myös harjoittelupaikassa. Stressihalkeaminen oli uusi aihe minulle ja luinkin harjoittelun aikana paljon aiheeseen liittyen. Kesän aikana tämä osa-alue vahvistui huomattavasti. Matlab työkalujen käyttö ja kuva-analysointi ohjelmoinnin avulla oli myös uutta. Suuren datamäärän takia matlab koodia ajettiin Aalto-yliopiston Triton supertietokoneella. Tämä oli mielenkiintoista ja tehosti työntekoa huomattavasti. Koen kehittyneeni kesän aikana matlabin kuvankäsittelyssä ja etenkin linux shell komentojen käytössä.

Työskenteleminen osana työryhmää oli mielestäni mielenkiintoista ja mukavaa. Oli hienoa huomata harjoittelun aikana kuinka omat kommunikaatiotaidot kehittyivät. Ajan myötä alkoi hahmottaa mitkä tiedot ovat oleellisia ryhmän

muille jäsenille ja mitä he halusivat tietää minun työskentelystäni. Etätyöskentelystä johtuen osa tiedosta ei kuitenkaan välittyy yhtä tehokkaasti ja esimerkiksi pienten ongelmien ratkaisemiseen kului oletettua enemmän aikaa. Paikanpäällä pystyi helposti kysyä kollegalta neuvoa asioihin kun taas pienet ongelmat saattoivat jäädä vaivaamaan etätöskennellessä kun asia ei ratkennutkaan nopeasti.

Ohjaajani oli mukana työskentelyssä ja kommunikaatio välillämme sujui hyvin. Tarvittaessa hän osasi myös auttaa minua aiheen teoriapuolessa syvällisesti. Osassa kysymyksissäni harjoittelija kollegani osasivat myös auttaa.

Odotukseni kesästä täyttyivät pääpiirteittäin. Olisi ollut mukavaa jos harjoittelu olisi toiminut normaalioloissa, mutta suurimmalta osin työ kuitenkin sujui sulavasti.

3 Lopputulos

Kesän jälkeen, sekä halkeaman seuranta kuvankäsittelystä, että röntgendifraktiommittauksista saatiin käytettävää dataa. Halkeaman seurantaohjelman kohina pystyttiin filteröimään suhteellisen hyvin ja graafit ovat oletetun muotoisia sekä selkeitä. Kuvassa 3 nähdään esimerkkikuvaaja näytteestä numero 26 (Lämpökäsittely alumiini 5005). Kuvasta huomataan, että halkeama kasvaa exponentiaalisena tahtiin suhteessa stressisykleihin.

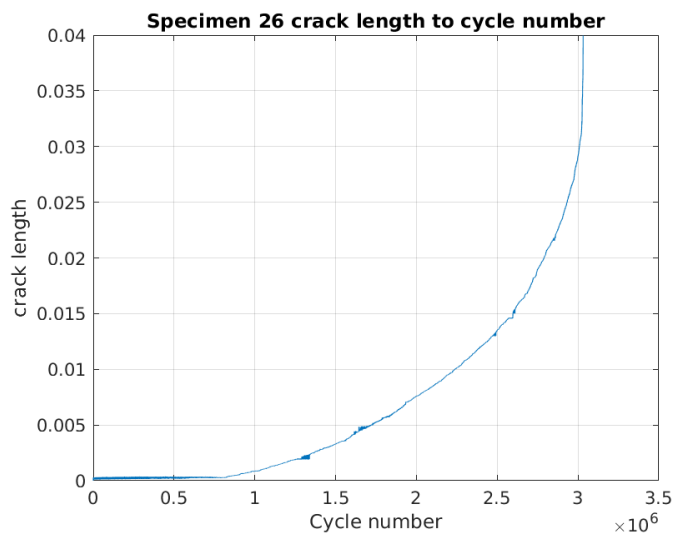


Figure 3: Halkeaman pituus esitettynä stressisykliä funktiona

Röntgendiffraktiomittauksissa tulokset olivat hyviä ja vastasivat oletettua. Pulverinäytteissä kaikki alumiinin difraktiopiikit olivat näkyvissä välillä 30-150 astetta. Kuvassa 4 nähdään eri alumiininäytteiden 2 theta röntgendiffraktiokuvioita. Jokaisen näytteen difraktiopiikit on merkitty niitä vastaavilla millerin indekseillä.

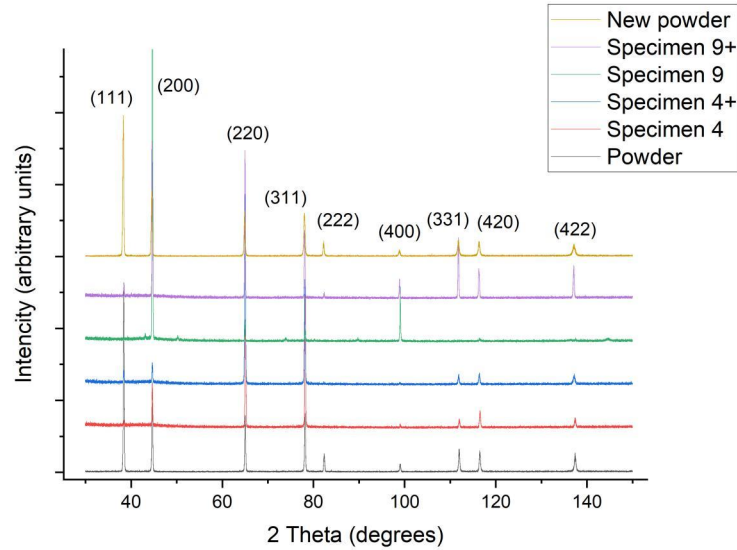


Figure 4: Röntgendiffraktiokuvaaja eri näytteillä. Millerin indeksin difraktiopiikit on merkitty kuvaajaan

Piikkejä lähempää tarkastellessa huomataan, että niiden muoto muuttuu eri näytteiden välillä. Näiden piikkien muoto kertoo suoraan millainen hilarakenne näytteellä on [2]. Esimerkiksi piikkien leventyessä laajenee myös hilarakenteen kidekoon jakauma tai piikin huipun liikkuminen vastaa kidekoon muutosta. Mittauksissa huomattiin, että lämpökäsittelyjen ja valmistusprosessissa rullattujen näytteiden kidekoko sekä sen jakauma muuttui suhteessa pulverinäytteisiin.

References

- [1] B. E. Warren (2012) X-ray Diffraction, Courier Corporation
- [2] S. J. L. Billinge, Dinnebier, Robert E. (2008) Powder diffraction : theory and practice