

Väitöstiedote

Väitös 22.5.2020

Materiaalien käytettävyys ylikriittisen veden olosuhteissa

Väitöskirjan nimi	Structural materials corrosion testing and modelling assessment in supercritical water
Väitöskirjan sisältö	<p>Ydinenergian tuotannossa esitetyt vaatimukset paremmalle polttoainetehokkuudelle ja turvallisuudelle edesauttavat uudenlaisten innovaatioiden esiintuloa edistämällä myös neljännen sukupolven (Gen IV) ydinvoimalaitosten kehitystä. Yleisesti ottaen Gen IV tyyppiset reaktorit käyttävät polttoainetta tehokkaammin kuin nykyiset kevytvesireaktorit. Näistä Gen IV konsepteista ylikriittisen veden reaktori (SCWR) on ainoa, joka käyttää vettä jäähdytteenä. Tämä reaktorikonsepti on lähinnä nykypäivän kevytvesireaktoreita ja perinteisiä ylikriittisiä hiilivoimalaitoksia. Yhteisistä piirteistä johtuen ylikriittisen veden (> 500 °C) korroosioilmiöiden tutkimus hyödyttää näitä kaikkia.</p> <p>SCWR:n komponenteille yleinen korroosio on yksi vakavimmista materiaalien vanhenemismekanismeista. Väitöskirjassa tutkittiin useita materiaaliehtokkaita erilaisilla karakterisointimenetelmillä, jotta ymmärrettäisiin materiaalien käyttäytymistä SCW olosuhteissa aina 700 °C lämpötilaan asti. Tulosten perusteella voidaan todeta, että ohutseinäisen komponentin tapauksessa tyypillisesti kevytvesireaktoreissa käytetyt zirkoni-seokset ja perinteiset austeniittiset ruostumattomat teräkset eivät ole riittävän kestäviä yleisen korroosion suhteen. Tämä havainto sulkee pois useat ydinvoimalaitoskäyttöön jo lisensoidut materiaalivaihtoehdot niiden perustilassa. Toisaalta perinteisten austeniittisten ruostumattomien terästen tapauksessa pinnan kylmämuokkauksen havaittiin edistävän suojaavan oksidifilmin muodostumista. Hapettumisen kestävyuden suhteen myös korkean kromipitoisuuden omaavat austeniittiset ruostumattomat teräkset ja nikkeli pohjaiset seokset ovat osoittaneet käyttökelpoisuutensa.</p>
Väitöskirjan ala	Materiaalien prosessointi
Väittelijä ja väittelijän yhteystiedot	Diplomi-insinööri Sami Penttilä sami.penttila@vtt.fi
Väitöksen ajankohta	22.5.2020 klo 12
Paikka	Aalto-yliopiston kemian tekniikan korkeakoulu, Ke3-sali, Kemistintie 1, (käynti Biologinkujan puolelta), Espoo Etäväitöksen seuraaminen tapahtuu Zoom-yhteyden avulla
Vastaväittäjä(t)	Professori Jörg Starflinger, University of Stuttgart, Saksa
Valvoja	Professori Mari Lundström, Aalto-yliopiston kemian tekniikan korkeakoulu
Väitöskirjan verkko-osoite	https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/51
Avainsanat	Ylikriittinen vesi, korroosio, teräs, suojaakuori, SCWR

Press release

Defence on 22 May 2020

Materials performance under supercritical water conditions

Title of the doctoral thesis	Structural materials corrosion testing and modelling assessment in supercritical water
Content of the doctoral thesis	<p>Demands for improved sustainability, efficiency and safety require innovations in the field of nuclear technology. In general, Generation IV (Gen IV) reactors use fuel more efficiently than current Light Water Reactors (LWR) and in most cases they have enhanced safety features compared to present day reactors. One of the Gen IV type reactor concepts is called Supercritical Water Reactor (SCWR) that uses water as a coolant medium. This concept is close to present LWRs and conventional Supercritical Fossil-Fired Plants (SCFFP). Therefore, it has many features where diverse research is beneficial, including various corrosion phenomena at high temperatures (> 500 °C).</p> <p>For components in SCWR designs, general corrosion is one of the most severe degradation modes. Several candidate materials were studied by using different characterization methods to understand materials behaviour in harsh SCW conditions at temperatures up to 700 °C. It was found that, in the case of thin wall components, zirconium alloys and conventional austenitic stainless steels typically used in present day LWRs, have generally not sufficient corrosion resistance. This observation rules out most of the available nuclear-grade materials in Supercritical Water (SCW) conditions. However, in the case of austenitic stainless steels, the beneficial effect of surface cold working on the early formation of a protective oxide film seems promising. In terms of oxidation resistance, also high-chromium austenitic stainless steels and Ni-based austenitic alloys are applicable.</p>
Field of the doctoral thesis	Processing of materials
Doctoral candidate and contact information	M.Sc. (Tech.) Sami Penttiä sami.penttila@vtt.fi
Defence date and time	22 May 2020 at 12
Place of defence	Aalto University School of Chemical Engineering, Lecture hall Ke 3, Kemistintie 1, (main door at Biologinkuja) Espoo Public shall follow the remote defence via Zoom-link
Opponent(s)	Professor Jörg Starflinger, University of Stuttgart, Germany
Custos	Professor Mari Lundström, Aalto University School of Chemical Engineering
Link to electronic thesis	https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/51
Keywords	Supercritical water, corrosion, steel, cladding, SCWR