



DokumentID
1371851

Ärende

Strålsäkerhetsmyndigheten
Att: Ansi Gerhardsson
171 16 Stockholm

Handläggare
Jan Eckerlid
Er referens
SSM2011-2426-60
Kvalitetssäkrad av
Saida Engström
Olle Olsson
Godkänd av
Anders Ström
Kommentar
Granskning, se SKBdoc id 1387259

Sida
1(5)
Datum
2013-04-18
Ert datum
2012-09-11
Kvalitetssäkrad datum
2013-06-26
2013-06-26
Godkänd datum
2013-06-26

Svar till SSM på begäran om komplettering rörande tillverkningsaspekter för ingående delar i kapseln

Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM, har i sin skrivelse till Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, daterad 2012-09-11 begärt komplettering om tillverkningsaspekter för ingående delar i kapseln.

Nedan lämnas en kort lägesrapport över arbetet med att besvara kompletteringarna. En mer detaljerad rapport ges vid ett planerat möte den 28 augusti 2013. Planer för slutgiltiga svar anges vid lägesrapporten för respektive fråga,

1. Redovisning av hur variationer i kemisk sammansättning för ingående koppardelar i kapseln motsvaras av tänkta provpunkter samt hur variationer i kemisk sammansättning kan påverka kopparens materialegenskaper.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

SKB:s erfarenhet från koppargötleverantörer är att de processer som används vid gjutning ger små variationer i den kemiska sammansättningen, några ppm som mest. Extrusions- och smidesprocessen har simulerats och dessa simuleringar ger kunskap för att identifiera provpunkters placering i de färdiga komponenterna.

2. Risk för att tillverkningsdefekter orsakade av att tillverkningen av koppardetaljer i kapsel sker i närvaro av luft bör beskrivas ytterligare liksom de kontroller som planeras för att detektera eventuella defekter.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

Simuleringar av tillverkningsprocessen har genomförts för att öka kunskapen om materialflödet. Detta ger kunskap om hur eventuella oxiderade partiklar förflyttar sig under tillverkningsprocessen. Det ger även information om hur mycket av ytan som måste bearbetas bort för att få en yta fri från defekter. Sammanställning och rapportering pågår.

Svensk Kärnbränslehantering AB
Box 250, 101 24 Stockholm
Besöksadress Blekholmstorget 30
Telefon 08-459 84 00 Fax 08-579 386 10
www.skb.se
556175-2014 Säte Stockholm

3. Belägg för att koppar med en syrehalt på några tiotals ppm uppfyller materialkrav på exempelvis krypduktilitet.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

Eftersom all krypprovning i TR-09-32 (Andersson-Östling och Sandström 2009) är utförd på kopparmaterial med syrehalt <5ppm bör referensutförningen i TR-10-14 (SKB 2010) spegla detta faktum. SKB:s plan är att justera kravet på syrehalt i kopparn till <5 ppm. Eventuella förhöjningar i syrgashalt i svetsgodset behandlas som defekt. Undersökningar pågår där svetsen utförs under skyddsgas.

4. Inverkan av oxidinneslutningar som bildas vid FSW svetsning på kopparhöljets mekaniska integritet inklusive krypegenskaper bör beskrivas ytterligare.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

SKB har låtit utföra krypprovning och detaljerade metallografiska undersökningar av svetsar innehållande oxidpartiklar. Det bör tilläggas att de svetsar som var undersökta i TR-05-08 (Andersson et al. 2005) och TR-07-08 (Andersson et al. 2007) var utförda i luft och därmed också innehåller oxidpartiklar. De mekaniska egenskaperna såsom krypduktilitet var likartade grundmaterialet med undantag av ett område i roten som visade signifikant sämre egenskaper. Detta är en uppkastad rest av den vertikala spalten som inte har sammanfogats vid svetsprocessen, ett bindefel. Denna typ av defekt uppstår på grund av överpenetration av verktyget. Följaktligen kan denna typ av defekter kontrolleras genom processkontroll. SKB har utvecklat processen för att undvika denna typ av defekter.

Följande aktiviteter genomförs för att öka förståelsen över bildning av oxidskikt på svetsytorna:

1. Bestämning av temperaturhistoriken vid fogytorna under svetsning.
2. Bestämning av oxidationskinetiken vid syrehalter mellan 21 % (luft) och 1-10 ppm (skyddsgas).
3. Karakterisering av befintligt gasskydd på svetsen med avseende på syrehalt.
4. Användande 1,2 & 3 för beräkning av oxidskikt innan sammanfogning.
5. Karakterisering av fogytorna före svetsning.

5. Samband mellan foglinjeböjningens radiella utbredning och bildandet av oxidinneslutningar vid FSW svetsning som funktion av processparametrar som skulderdjup.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

De parametrar som påverkar foglinjeböjningen är: tapplängd, tappens relativa höjdläge mot foglinjen, och svetsverktygets djup. Eftersom svetsverktygets djup inte går att variera

så mycket samt att man vill ha det konstant vid ett visst djup för att inte producera så kallat skägg och/eller störa processen, så varierar enbart tapplängden och höjdläget i studien. Tapplängden har i pågående undersökning varierats mellan 48 och 52 mm i 1 mm intervall, och höjdläget har varierats ± 4 mm från centrerat läge.

6. Redovisning av mekaniska egenskaper inklusive krypegenskaper och defektfördelning i provresultat från områden med hög dämpning vid ultraljudsprovning.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

Undersökningar av områden med hög ljuddämpning har visat att inga avvikelser avseende mekaniska egenskaper finns. Resultat från krypprovning återstår dock. Nuvarande tidplan indikerar att dessa resultat är färdiga under hösten 2013. Förutom kravet på kornstorlek planerar SKB att införa ett krav avseende ljuddämpning. Detta krav uttrycks troligen i decibel.

7. Redovisning av hur kallbearbetningsgraden i kopparlocken påverkar de mekaniska egenskaperna och hur graden av kallbearbetning planeras att styras och kontrolleras under produktion.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

Det är känt att det finns ett samband mellan en kallbearbetning och sträckgränsen (Stouffer och Dame 1996), samt mellan hårdhet och sträckgräns (Sundararajan och Tirupataiah 1994). Därmed kan hårdhetsmätning vara ett sätt för att mäta kallbearbetningsgraden i ett kopparlock. SKB har genomfört hårdhetsmätning på kallbearbetad koppar från dragprovstavar och resultatet visar god korrelens mellan sträckgräns och hårdhet.

Krypförsök har genomförts för lockmaterial i smitt tillstånd (med kallbearbetning) och i glödgat tillstånd (utan kallbearbetning). Den förväntade sänkningen i krypduktiliteten för smitt material i jämförelse med glödgat material är så liten att dess storlek inte kan fastställas från försöken. För både smitt och glödgat material är krypförlängningen högre än 40 % (TR-09-32, Andersson-Östling och Sandström 2009).

I försöket som beskrivs i TR-09-32 i kapitel 6, så har kompletterande information tagits fram angående kallbearbetningsgraden: Med hjälp av dragprov har kallbearbetningsgraden i det provade kopparlocket uppmätts. I lockets kant erhöles värden på mellan 2 och 5 %, i övriga delar mellan 1 och 2 %. Denna nivå på kalldeformation kan förväntas ge något förhöjd kryphållfasthet och något sänkt krypduktilitet.

Inverkan av kallbearbetningsgraden undersöks genom krypprovning på bland annat nedskalade intryck. Dessa försök är ännu inte avslutade.

SKB har även låtit genomföra hårdhetsmätning av fem smidda kopparlock. Resultatet visar att hårdheten varierar inom komponenterna både i ringled och i radiell led. Den uppmätta hårdheten varierade mellan 52 och 79 Brinell.

SKB bedömer att den använda metoden för hårdhetsmätning kan användas vid produktion av kopparlock. Det återstår dock att identifiera ett lämpligt mätsystem för hårdhetsmätning som kan användas vid serieproduktion av kopparlock.

SKB gör bedömningen att varmsmidesprocessen för locktillverkningen är svår att styra så att kallbearbetning av smidet helt kan undvikas. SKB har därför valt att utveckla en särskild värmebehandlingscykel för de smidda kopparlocken. De undersökningar som har gjorts visar på att kopparen erhållit goda och jämna mekaniska egenskaper i lockens flänsar och skivor med avseende på sträckgräns, hårdhet och kornstorlek.

8. SKB bör tydligt ange vilka materialkrav som gäller för de två typerna av gjutna insatser (BWR, PWR), för att den lastupptagande funktionen för kapseln ska upprätthållas.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

De probabilistiska analyserna för isostat- och skjuvlastfallet har resulterat i de krav på materialdata som krävs för BWR.

För PWR så har det ansatts materialdata i den skadetålighetsanalys som genomförts. Dessa krav baserar sig på ett tillverkningsutfall som varit möjligt att uppnå historiskt för PWR och som leder till likartade krav på materialet som för BWR. Det bedöms som att det är realistiskt att uppnå dessa krav med de senare gjutningarna av PWR som gjorts. Baserat på beräkningarna kommer kraven på referensutformningen uppdaterats.

Med vänlig hälsning

Svensk Kärnbränslehantering AB
Avdelning Kärnbränsleprogrammet

Helene Åhsberg
Projektledare Tillståndsprövning

Referenser

Dokument och referenser i ansökan

Andersson H C M, Seitisleam F, Sandström R, 2007. Creep testing and creep loading experiments on friction stir welds in copper at 75°C. SKB TR-07-08, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Andersson-Östling H C M, Sandström R, 2009. Survey of creep properties of copper intended for nuclear waste disposal. SKB TR-09-32, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2010. Design, production and initial state of the canister. SKB TR-10-14, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Övriga referenser

Andersson H C M, Seitisleam F, Sandström R, 2005. Creep testing of thick-wall copper electron beam and friction stir welds at 75, 125 and 175°C. SKB TR-05-08, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Stouffer D C, Dame L T, 1996. Inelastic deformation of metals: models, mechanical properties, and metallurgy. New York: Wiley.

Sundararajan G, Tirupataiah Y, 1994. The hardness-flow stress correlation in metallic materials. Bulletin of Materials Science 17, 747–770.