



DokumentID
1471002

Sida
1(13)
Datum
2015-02-26

Handläggare
Jan Sarnet
Ulf Ronneteg
Mikael Jonsson

Ärende

Er referens
SSM2011-2426-217
Kvalitetssäkrad av
Jan Eckerlid
Helene Åhsberg
Godkänd av
Martin Sjölund
Kommentar

Ert datum
2012-02-04
Kvalitetssäkrad datum
2015-02-27
2015-02-27
Godkänd datum
2015-02-27

Strålsäkerhetsmyndigheten
Att: Ansi Gerhardsson
171 16 Stockholm

Granskning, se SKBdoc id 1387259

Svar till SSM på begäran om förtydligande rörande kontroll och provning

Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM, har i sin skrivelse till Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, daterad 2015-02-04 begärt förtydligande rörande kontroll och provning beskrivna i rapport "Non-destructive testing of canister components and welds" (SKBdoc 1434744 version 1.0) enskilt och i relation till SKBdoc 1175208, SKBdoc 1414760, TR-10-14, och SKBdoc 1415307.

Nedan besvarar SKB samtliga frågor i begäran om förtydligande.

1. Segjärnsinsatsen

1.1 SKBdoc 1414760 beskriver den kravbild för OFP som idag är identifierad. Av avsnitt 5 framgår det att mikroskopiska defekter (mikroporositet, defekt grafit) behandlas inte eftersom de detekteras med förstörande provning. SSM undrar var informationen finns som beskriver hur sådana defekter hanteras, vilka acceptanskriterier som finns samt hur det säkerställs att dessa kriterier uppfylls för hela volymen. Dessutom måste förstörande prov för kontroll av defekta grafitformer relateras till en representativ provposition.

SKB:s svar

De defekter som förekommer i segjärnet men som är storleksmässigt mindre än beskriven kravbild för OFP betraktas som en del av materialegenskaperna. Exempel är mikroporositet och avvikande struktur. Materialegenskaperna bestäms genom förstörande drag- och brottseghetsprovning samt metallografisk strukturbedömning och kraven anges i SKBdoc 1288292 samt Raiko et al. (2010). Därtill finns tillverkningskrav som även omfattar strukturen och där max tillåten perlithalt och krav på grafitens form anges. SKB har för avsikt att utreda tillverkningskraven för materialegenskaper och kraven kommer att hanteras genom en kvalificering av processen. I förtydliganden till svaret på fråga 1 i SKBdoc 1452923 beskrivs hur SKB resonerar angående säkerställande av uppfyllnad av acceptanskriterier i insatsens hela volym.

1.2 Rapporten SKBdoc 1434744 sammanfattar utvecklingen av OFP mellan 2009-2013 inklusive defektspecifikationer och acceptanskriterier. SSM har följande frågor/funderingar:

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

1.2.1

I tabell 4-1 anges acceptabla storlekar. Beskrivs här både längd och djup?

SKB:s svar

I version 2.0 av rapport SKBdoc 1434744 som är bilaga till detta svarsbrev har tabellen uppdaterats där det tydligt står vilka acceptabla storlekar som avser längd och djup.

1.2.2

Vad menas med "surface cracks" i tabell 4-3?

SKB:s svar

I bilagan som är version 2.0 av rapport SKBdoc 1434744 har tabellen uppdaterats där begreppet är ändrat till "surface defects" då sprickor inte förväntas i dessa områden.

1.2.3 [a]

I tabell 4-4 presenteras en sammanfattning av de defekter som kan förekomma. Axiella varmsprickor definieras ("zon D") från hörnet, närmast insatsens ytterytan, av kanälrören. Vad är anledningen till att varmsprickor inte definieras för området mellan kanälrören i "zon B och C" och A där det stelnar sist? Vad är motiveringen till att dessa sprickor har enbart en axiell orientering, var finns denna information? Kan SKB beskriva fotnot 1) till tabellen?

SKB:s svar

Erfarenhetsmässigt är sannolikheten för förekomst av sprickor låg direkt efter gjutning och utan att initiala yttre belastningar lagts på. Detta gäller i synnerhet för segjärn med ferritisk grundmassa. Förekomst av varm- eller kallsprickor är enligt SKBdoc 1219803 mycket ovanlig. I de kända fall som sprickor har påvisats i segjärn direkt efter gjutning har de varit lokaliserade vid hörn eller andra anvisningar och uppkommit i samband med dragspänningar under stelning. En spricka kan initieras där den lokala spänningsintensiteten är tillräckligt stor. Faktorer att beakta är geometri, formningsutrustning och gjutningsförfarande. Tidigare utförda simuleringar påvisar läget för högst spänningsintensitet, och därmed störst risk för sprickbildning, i zon D (SKBdoc 1219803). Initiala studier av sprickornas orientering indikerar axiell orientering, men SKB kommer att arbeta vidare med att ta fram underlag som styrker detta påstående.

1.2.3 [b]

Kan SKB beskriva fotnot 1) till tabellen [4-4 i SKBdoc 1434744]?

SKB:s svar

Kallsprickor kan uteslutas som tillverkningsfel eftersom materialet i insatsen är duktilt ner till låga temperaturer.

1.2.3 [c]

Hur och var i ansökan hanteras sannolikheten till förekomst av kallsprickor i insatsen, till exempel till följd av att man skulle tappa insatsen eller kapseln? Är förekomst av kallsprickor i insatsen möjligt då?

SKB:s svar

Det har visats att ferritiskt segjärn har god brottseghet ner till -100 °C. Vid inslag av perlit i grundmassan stiger omslagstemperaturen. I grövre gods har omslagspunkten från seg till spröd brottmekanism rapporterats ligga mellan -80 °C till -40 °C för ferritiskt segjärn (SKBdoc 1265058). SKB anser det vara osannolikt att insatsen ska utsättas för en så stor mekanisk åverkan vid minusgrader att kallsprickor uppkommer men ingen riskanalys är gjord. SKB har för avsikt att säkra kedjan för transport och ge riktlinjer för hur en eventuellt tappad insats ska hanteras/kasseras.

1.2.4 [a]

Tabeller 4-6, 4-7 och 4-8. Hur definieras axiella och omkretsdefekter?

SKB:s svar

Definition av axiella och omkretsdefekter avser defekternas huvudsakliga utbredningsriktning.

1.2.4 [b]

Beskriv varför "sand inclusions" har uteslutits.

SKB:s svar

I bilagan som är version 2.0 av rapport SKBdoc 1434744 har "sand inclusions" inkluderats.

1.2.5

I tabellerna 4-7 och 4-10 utesluts varmsprickor från zon A, B och C. Vad är anledningen till detta (jfr. 1.2.3 ovan)?

SKB:s svar

Se svar på fråga 1.2.3.

1.2.6

Tabeller 4-9, 4-10 och 4-11. Varför har "sand inclusions" uteslutits, hur resonerar SKB?

SKB:s svar

I bilagan har "sand inclusions" inkluderats.

1.2.7

Tabell 4-11. När avser SKB att definiera acceptanskriterier i zon C?

SKB:s svar

SKB planerar att under inför PSAR vidare utreda acceptanskriterier för insatserna, och då även mellan kanälrören för BWR och PWR, det vill säga zon C. Uppdaterad kravbild för hela kapseln inklusive nya acceptanskriterier ges i PSAR.

1.2.8

I tabell 4-12 anges acceptanskriterier (från SKB TR-10-14) för kantavstånd där nominella värden $33,3 \pm 10$ respektive $37,3 \pm 10$ beskrivs för BWR-respektive PWR-insats. I zon D för både BWR- och PWR-insatserna har defektstorlekar definierats som medför, vid defektförekomst, att kravet på kantavståndet inte skulle kunna uppfyllas. Hur resonerar SKB i denna fråga?

SKB:s svar

SKB har i rapporterna SKBdoc 1459222 respektive SKBdoc 1450913 låtit utreda frågan huruvida kantavståndet har en inverkan på insatsernas skadetålighet för skjuvlastfallet. Utredningarna visade att de toleranser för kantavståndet som anges för referensutförningen enligt SKB (2010), inte påverkar de acceptabla defektstorlekarna för detta lastfall. För isostatiska lastfallet har SKB för avsikt att göra en skadetålighetsanalys för isostatiska lasten 50 MPa och i samband med det kommer kombinationen av minskat kantavstånd och tillåten defektstorlek att ses över.

1.2.9

I beskrivningen av OFP-teknik UT33 för provning mellan kanälrören beskrivs att dämpningen har varit lägre än förväntat. Hur har SKB kommit fram till denna slutsats? Har SKB gjort en jämförelse på förväntad dämpning i segjärn och verklig dämpning och vad har använts som referens? Har dämpningen analyserats för UT-teknik med vinkelavsökning?

SKB:s svar

Kommentaren i avsnitt 6.2.2 (SKBdoc 1434744 version 1.0) att ultraljuddämpningen var lägre än förväntat var baserad på erfarenheter från arbetet med teknikutvecklingen. För att ytterligare underbygga detta har version 2.0 av rapport SKBdoc 1434744 kompletterats i avsnitt 7.1.1, bilaga till detta svarsdokument, med en studie avseende känslighet för respektive provningsteknik. Denna studie redovisar en hög och jämn känslighet, i form av signal-till-brus förhållande, för artificiella defekter längs hela inspektionsdjupet för respektive metod.

1.2.10

För provning av segjärnsinsatsen har SKB utvecklat olika PA UT-tekniker. Generellt beskriver SKB att hos leverantörerna/underleverantörerna ska provningen delvis ske efter

industriella standarder i kombination med andra krav. För segjärnsinsatsen anges att provningar som utförs av leverantörerna baseras på teknik och acceptanskriterier som normalt används inom gjutindustri. Kan SKB ange vilka beprövade standarder som avses att användas gällande teknik (t.ex. mekaniserad PA UT teknik, prober, acceptanskriterier för detektering men även storleksbestämning, etc.)? Kan SKB ange standarderna som avses användas även för andra kapselkomponenter?

SKB:s svar

Den upphandling som SKB i dagsläget gör från gjuterier av segjärnsinsatser, ingående i den utvecklingsprocess som pågår inom SKB, baseras på ett kommersiellt och tekniskt underlag. Beträffande oförstörande provning har SKB i detta skede valt att basera kravbilderna på standardiserad teknik och acceptanskriterier som är väl etablerad inom svensk och internationell gjutindustri. För ultraljudprovning av insatskomponenter används SS-EN 12680-3 "Founding – Ultrasonic testing – Part 3: Spheroidal graphite cast iron castings". Denna standard kräver/möjliggör en mera detaljerad specificering av kravbilderna vilket SKB anammade beträffande provningsytor/volymer, zonindelning baserat på "severity levels", mekaniserad provning, infallsvinkel, skriftlig provningsinstruktion mm. Den i dagsläget använda kravbilderna mot leverantörer ska enbart betraktas som strikt kopplad till den kommersiella upphandlingen.

2. Kopparkapseln

2.1 Av både SKBdoc 1414374 och SKBdoc 1434744 framgår det att defekter av typ exogen slag kommer att provas i block p.g.a. götets storlek och materialstrukturen. Kan SKB beskriva vilka typer av exogena slaggar som förväntas uppkomma och vilken karakteristik dessa har när götet har deformerats till block eller vid smidesprocessen till lock och botten? Kan dessa få en mer laminär utformning vid framtagning av block eller lock och botten?

SKB:s svar

Gjutning av koppar sker i en skyddad atmosfär och är normalt en mycket ren process. I extremfall kan exogena slaggar förväntas uppkomma som följd av att gjutprocessen blir förorenad av främmande material. Karakteristiken på dessa är i dagsläget okänd och behöver utredas vidare. Om de består av homogent metalliskt material förväntas de behålla sin form. Är de däremot är porösa så kan de förväntas få en mer laminär utbredning efter varmförning. För närvarande pågår praktiska försök med syfte att få fram mer information om slaggernas möjliga karakteristik. Dessa försök görs genom gjutning med en nedskalad process som förorenas med exogent material. Därefter varmföras göten innan de undersöks med både oförstörande och förstörande provning.

2.2 Hur avser SKB verifiera att koppartjockleken ligger innanför angivna toleranser? OFP eller annat?

SKB:s svar

För kopparlock och kopparbotten har SKB för avsikt att tillämpa konventionella metoder och ultraljudsinspektion för dimensionsmätning, vilket framgår av figur 5-16 i SKB

(2010). För kopparrören har SKB ännu inte bestämt vilken metod som ska användas enligt figur 5-8 i SKB (2010).

2.3 SSM har följande frågor/funderingar avseende SKBdoc 1434744 samt vissa underliggande rapporter:

2.3.1 [a]

Av tabell 4-16 framgår det att för OFP-tekniken är acceptanskriteriet att halv acceptabel defektstorlek ska kunna detekteras. Motsvarande kriterium saknas för segjärnsinsatsen. Hur resonerar SKB med tanke på att tekniken troligen kommer att inneha en tolerans?

SKB:s svar

De acceptabla defektstorlekarna för kopparrören och insatserna har härletts på olika sätt. De acceptabla defektstorlekarna för OFP-tekniken för defekter i omkretsled som härletts för segjärnet, är halverade med avseende på den så kallade kritiska defektstorleken. De acceptabla defektstorlekarna för kopparkomponenterna rör, lock och botten har härletts, utan säkerhetsfaktorer mot kritiska defektstorlekar, med utgångspunkt från kapselns referensutformning och förväntade initialtillstånd (SKB 2010). I den preliminära kravbilderna för OFP har SKB valt att halvera defektstorleken för kopparkomponenterna på grund av osäkerheter i beräkningar och antaganden. En eventuell tolerans för OFP-tekniken tillkommer utöver kravbilderna för OFP i samband med kvalificering. SKB avser att göra en övergripande översyn av acceptanskriterierna för kapseln (SKBdoc 1471283) som underlag till PSAR.

2.3.1 [b]

Hur lyder motiveringen till att hanteringsskador (indentation) inte kan förekomma på topp-och bottenytan av koppargöten?

SKB:s svar

Acceptanskriterier för hanteringsskador i koppargöt har förts in i tabell 4-16 i bilagan.

2.3.2

Kan SKB motivera de olika acceptanskriterierna från ett tillverkningsstadium till en annan? T.ex. kan inte utbredningen i radiell led vara mer relevant än djupet för defekter som förekommer på topp-och bottenytorna? Ett annat exempel är att i tabell 4-18 (kopparrör) anges inte några acceptanskriterier för hanteringsskador men i tabell 4-17 (block) accepteras hanteringsskador med 18 mm djup utbredning från mantelytan. För spider cracks anges acceptanskriterier som ett djup på 18 mm från topp-och bottenytorna. Hur deformeras dessa vidare i kommande processer, vad är acceptanskriterierna i nästkommande steg, borde inte utbredning i radiell riktning vara mer relevant? Det accepteras sprickor på mantelytan upp till 10 mm djup men det finns inga acceptanskriterier för dessa sprickor i kommande tillverkningssteg, hur ser dessa kvarlämnade sprickor ut i nästa steg?

SKB:s svar

SKB har härlett acceptanskriterier för olika tillverkningsstadier av kopparrör samt lock och botten. En beskrivning finns i rapporten "Manufacturing and testing of copper components" (SKBdoc 1432038). Där visas hur olika defekter överförs mellan tillverkningsstegen av kopparkomponenter samt vilka acceptanskriterier som finns för olika defekter vid respektive tillverkningssteg. Tabell 4-18 i rapporten anger att utbredningen i djupled är betydelsefull för om defekten kommer att maskinbearbetas bort under tillverkningen eller om någon del av defekten kommer att bestå i färdig komponent. Utbredningen på ytan är inte av betydelse i detta avseende. Tabell 4-18 i bilagan innehåller acceptanskriterier för intryck av främmande partiklar, intryck samt axiella repor. Eftersom ett intryck uppstår på grund av en hanteringsskada, finns kriteriet för hanteringsskada i Tabell 4-18. Tillverkningsprocessen av koppargöt är sådan att det kan uppstå varmsprickor på götets mantelyta. I de efterföljande tillverkningsstegen uppstår inte sprickbildning varför det endast är relevant att ha ett acceptanskriterium för sprickor på koppargötets mantelyta. De acceptabla defektdjupen för samtliga kopparkomponenter är härledda så att defekterna kommer att avlägsnas i de efterföljande tillverkningsstegen av respektive komponent om defektdjupet inte är för stort.

2.3.3 [a]

I fotnot 3) till tabell 4-17 står det att acceptanskriterierna för exogen slagg gäller även för inneslutna defekter. Kan det förekomma andra inneslutna defekter än exogen slagg i block eller kopparröret? Frågan gäller även för lock och botten från götet till smide (tabell 4-22 fotnot 4). Acceptanskriterier för exogen slagg anges som ett djup från mantelytan. Hur resonerar SKB i att välja defektens djup och inte sin storlek (oavsett var det finns i hela volymen)?

SKB:s svar

Den enda inre defekttyp som kan uppstå i kopparkomponenter är exogena slaggar. Exogen slagg kan vara en inre defekt eller en ytdefekt vilket tabell 4.17 med fotnot 3) söker fastställa. Det är riktigt att acceptabelt defektdjup avser defektens storlek i radiell ledd i hela volymen. Detta är förtydligt i en fotnot (SKBdoc 1434744 version 2.0).

2.3.3 [b]

När avser SKB att definiera acceptanskriterier för hanteringsskador som uppstår på topp- och bottenytorna?

SKB:s svar

Acceptanskriterier för hanteringsskador i koppargöt har förts in i tabell 4-21 i bilagan.

2.3.4

SKB beskriver att ingen volymetrisk provning kommer att genomföras i koppargötet p.g.a. den grova kornstrukturen med kornstorlekar i cm-skalan. Hur avser SKB att säkerställa att acceptanskriterierna avseende defektdjup uppfylls innan man går vidare till nästa tillverkningsstadie?

SKB:s svar

Avseende bestämning av defektdjup utvärderar SKB flera angreppssätt. Ett sätt kan vara att tillåta lokal avverkande bearbetning, som i dagsläget inte är fastställt. Defektdjupet behöver i så fall inte bestämmas med OFP. SKB har i dagsläget inte utvecklat teknik för eventuell storleksbestämning av defekter. Exempel på möjliga tekniker som kan vara aktuella är avgjutningsteknik och virvelströmsteknik.

2.3.5

I SKBdoc 1175208 hanteras uppkomst av speed cracking och hot tear i samband med extrudering. Det kan anses som tveksamt att speed cracking inte skulle uppkomma vid hög friktion vid extrudering. SKB analyserar inte heller uppkomsten av inneslutna så kallade Chevron-sprickor som kan förekomma p.g.a. låg friktion vid extrudering. Kan SKB förklara varför dessa defekttypen helt utesluts? Dessa defekter hanteras inte heller i SKBdoc 1414374 och SKBdoc 1434744.

SKB:s svar

Frågan angående defekterna "speed cracking" och "hot tearing" har besvarats av SKB i "Svar till SSM på begäran om komplettering rörande kontroll och provning för fastställande av kapselns initialtillstånd" (SKBdoc 1371850). SKB har låtit genomföra en utredning med avseende på defektbildning vid tillverkning av kopparrör och förekomst av defekterna "speed cracking" och "hot tearing" vid extrusion av kopparrör. Denna utredning "Investigation of defects in manufacturing of copper tubes" (SKBdoc 1399823) visar att speed cracking inte uppstår vid den aktuella extrusionsprocessen av kopparrör. För att speed cracking skulle kunna uppstå måste materialet lokalt överhettas så att lokal smältning uppstår under extrusionsprocessen. Simuleringar har visat att temperaturökningen på grund av friktion och inhomogen bearbetning endast är ca 20 °C. Den maximala temperaturen i arbetsstycket av koppar blir därmed under 700 °C, vilket med betryggande marginal är lägre än 1085 °C som är smälttemperaturen för kopparmaterialet. Ingen förekomst av hot tearing vid extrusion finns redovisad i litteraturen. Defekttypen bedöms även som icke relevant vid extrusion av kapselns rena kopparmaterial, se tidigare rapport (SKBdoc 1399823). Därför gör SKB bedömningen att ytbrytande sprickor på kopparkapseln orsakade av speed cracking och hot tearing inte kan uppkomma och därmed exkluderas dessa från tänkbara defekter på kopparkapseln. Rapporten (SKBdoc 1399823) visade på att sprickbildning i kopparen inte uppstår under de betingelser som råder vid varmformningen som SKB använder vid tillverkningen av kopparkomponenter. Därmed exkluderas även Chevron-sprickor som defekttyp för kopparkomponenterna.

2.3.6

Det har visat sig att trots att acceptanskriteriet på medelkornstorleken uppfylls kan stora områden med hög dämpning (och stora korn) finnas i kopparröret. Samtidigt anges att acceptanskriteriet på defektdjup från ytan inte får vara större än 10 mm i radiell led (tabell 4-18, SKBdoc 1434744), medan enligt tabell 8-3 SKBdoc 1414374 ska storleksbestämningen säkerställa att defektdjupet inte får överskrida 5mm. Hur avser SKB att djupbestämma detekterade defekter i kopparröret i dessa områden med hög dämpning?

SKB:s svar

SKB har i dagsläget inte utvecklat teknik för eventuell storleksbestämning av defekter. Beroende på defekttyp kan någon/några av följande tekniker vara aktuella: avgjutningsteknik, virvelströmsteknik och ultraljudprovning från rörets insida.

2.3.7

Varför saknas acceptanskriterier för spider cracks (topp-och bottenytan) samt för intryckta partiklar på mantelytan (tabell 4-21)? När avser SKB att definiera acceptanskriterierna för topp- och bottenytan, se fotnot 4)? Varför är acceptanskriterierna här mindre (6,5 mm) än de 10mm som definieras i TR-10-14? Kan SKB beskriva och motivera de fastställda acceptanskriterierna från olika tillverkningssteg för lock och botten?

SKB:s svar

Spider cracks förekommer inte vid stränggjutning som är tillverkningsprocessen vid göt för tillverkning av lock och botten av koppar. Smideprocessen är sådan att götet deformeras genom mekanisk kontakt på ändarna varför intryckning av främmande partiklar i så fall uppstår endast där. Eftersom maximalt 10 mm lokal reduktion av korrosionsbarriären accepteras på färdig produkt (SKB 2010), har detta använts för att härleda tillåten storlek på en främmande partikel. Acceptanskriteriet 6,5 mm defektdjup på mantelytan är utformat så att om det uppfylls, så försvinner defekten i sin helhet i nästa tillverkningssteg, det vill säga maskinbearbetningen, vilket framgår ur (SKBdoc 1432038). Defekter som inte tilldelats ett acceptanskriterium, är sådana som inte alls uppstår eller endast når en så liten storlek att de är försumbara om de ändå uppstår på grund av tillverkningsprocessernas genomförande. Därför har acceptanskriterier inte ansetts nödvändiga för defekterna intryck, varmsprickor och kallflytningar på götets ändtor. SKB hänvisar till rapporten "Manufacturing and testing of copper components" (SKBdoc 1432038) avseende motivering av de fastställda acceptanskriterierna från olika tillverkningssteg för lock och botten.

2.3.8

I tabell 4-22 anges acceptanskriterierna för exogen slagg som ett djup från mantelytan. Kan inte det vara storlek på defekten var som helst i hela volymen? Hur resonerar SKB? Det accepteras sprickor på mantelytan upp till 6,5mm djup i götet men det finns inga acceptanskriterier för dessa sprickor i kommande tillverkningsstadie, hur ser dessa kvarlämnade sprickor ut i nästa steg (smide)? I tabellen definieras acceptanskriterier för oxidstråk. Hur bildas dessa och vad är det för karakteristik dessa defekter har (orientering, täthet, storlek (makro/mikro))? Vad är skillnaden mellan oxidstråk som bildas vid smidesprocessen och oxidstråk vid FSW?

SKB:s svar

Det är riktigt att acceptabelt defektdjup avser defektens storlek i korrosionsbarriärens riktning i hela volymen. Detta är förtydligt i en fotnot i bilagan. Acceptanskriteriet 6,5 mm på mantelytan av lockgötet är giltigt för samtliga defekter. Kravet är utformat så att om det uppfylls, så försvinner defekten i sin helhet i nästa tillverkningssteg, det vill

säga maskinbearbetningen, vilket framgår i SKBdoc 1432038. Ytbrutande oxidstråk kan bildas på grund av felaktig hantering av arbetsstycket vid smide av kopparlock, vilket resulterar i en icke komplett renbearbetad yta i den efterföljande maskinbearbetningen.

Skillnaden mellan dessa makroskopiska oxidstråk och oxidstråken som kan bildas i svetsen är storleksfördelningen av oxiderna. Verktyget som används i FSW processen bryter upp oxidfilmen som bildas på ytan. De makrodefekter som har identifierats under smidesprocessen är så stora att de kan identifieras med visuell kontroll alternativt med penetrantprovning av de maskinbearbetade ytorna medan de oxidstråk som bildas vid FSW processen kräver speciell provberedningsteknik (elektropolering) för att framträda.

2.3.9

I tabell 4-24 anges acceptanskriterier på 5 mm. Varför är acceptanskriterierna här mindre än de 10 mm som definieras i TR-10-14? Hur pass realistiskt/nödvändigt är ett strängare kriterium, med tanke på att OFP-tekniken kommer att ha en viss tolerans.

SKB:s svar

Eftersom kaviteter kan sammanfalla med rotdefekter (foglinjeböjning eller kvarvarande fog) så har det preliminära acceptanskriteriet på 10 mm total defektstorlek fördelats mellan kavitet och rotdefekt. I pågående utvecklingsprojekt har en detaljerad analys av defekter initierats med syfte att bland annat dokumentera defekternas täthet.

2.3.10

I SKBdoc 1415307 nämns ytterligare två förekommande defekter i FSW, oxidpartiklar och tappmaterial i svetsgodset. Av avsnitt 4.4.1 framgår det att förekomsten av oxidpartiklar kommer att minimeras genom processkontroll av atmosfären vid svetsning och därmed behöver inte defekttypen beaktas vid OFP av svetsen. Vilka är acceptanskriterierna för denna typ av defekt och hur avser SKB att säkerställa att dessa uppfylls? Hur resonerar SKB i frågan om huruvida det är tillräckligt att minimera sådana risker enbart genom processkontroll?

SKB:s svar

Huruvida enbart processkontroll är tillräckligt är enligt SKB en fråga i vilken grad krav uppfyllnaden på slutprodukten påverkas av störningarna i processen. Om det finns en signifikant sannolikhet att störningar i processen kan påverka uppfyllnaden och fortsätta i systemet oupptäckta ska efterföljande kontroller göras. I fallet för oxidpartiklar i FSW så avser SKB att upprätta ett processfönster med avseende på krypegenskaper och korrosionsegenskaper. Om det bedöms nödvändigt baserat på det uppställda processfönstret kommer ytterligare kontroller förutom processkontroll att införas. Det bör tilläggas att svetsar utförda i luft har korrosions- och krypegenskaper som uppfyller kraven.

2.3.11

Varför hanteras inte tappmaterial i svetsgodset i tabell 4-23 och 4-24 SKBdoc 1434744? Var i ansökan hanteras dessa acceptanskriterier och eventuella åtgärder?

SKB:s svar

Erfarenhet från nästan 600 svetsar på Kapsellaboratoriet har visat att minst 20–25 mm tapp hamnar i svetsgodset vid tappbrott. En sådan del av tappen kan detekteras med OFP, visuell kontroll av tapp efter svetsning och i svetsdata som följd av stort fall i moment (SKBdoc 1415307). Även förlust av små bitar av tappmaterial skulle påvisas vid den visuella kontrollen. Ett alternativ kan dessutom vara att väga tappen före och efter svetsning. I pågående utvecklingsprojekt kommer acceptanskriterier för tappmaterial och därtill kopplade åtgärder att utarbetas.

Med vänlig hälsning

Svensk Kärnbränslehantering AB
Avdelning Kärnbränsle

Helene Åhsberg
Projektledare Tillståndsprövning

Bilaga

Non-destructive testing of canister components and welds. SKBdoc 1434744, ver 2.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Referenser***Referenser i ansökan***

Raiko H, Sandström R, Rydén H, Johansson M, 2010. Design analysis report for the canister. SKB TR-10-28, Svensk Kärnbränslehantering AB.

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

Övriga referenser

SS-EN 12680-3:2003. Founding – Ultrasonic testing – Part 3: Spheroidal graphite cast iron castings. Stockholm: Swedish Standards Institute.

Opublicerade dokument i ansökan

SKBdoc 1175208 ver 5.0. Tillverkning av kapselkomponenter. Svensk Kärnbränslehantering AB.

Opublicerade dokument

SKBdoc 1219803 ver 1.0. Rapport om sprickor i segjärnsinsats PWR, BWR. Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKBdoc 1265058 ver 3.0. Toughness of ferritic nodular irons. Swerea Swecast.

SKBdoc 1288292 ver 1.0 Summary of important characteristic parameters for the BWR- and PWR-insert, based on performed strength and damage tolerance analyses. Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKBdoc 1399823 ver 1.0. Investigation on defects in copper ingots for extrusion. Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKBdoc 1371850 ver 4.0. Svar till SSM på begäran om komplettering rörande kontroll och provning för fastställande av kapselns initialtillstånd. Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKBdoc 1414760 ver 1.0. Kravbild för inspektion med oförstörande provning av defekter i segjärnsinsats. Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKBdoc 1415307 ver 1.0. Kravbild för oförstörande provning av kopparkapselns svetsar. Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKBdoc 1432038 ver 1.0. Manufacturing and testing of copper components. Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKBdoc 1450913 ver 1.0. Damage tolerance analysis of BWR-canister inserts for spent nuclear fuel in the case of an earthquake induced rock shear load – Influence of using more detailed models. Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKBdoc 1452923 ver 3.0. Svar till SSM på frågor i protokollet från kapselavstämningsmötet 25 juni 2014. Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKBdoc 1459222 ver 1.0. Damage tolerance analysis of PWR-canister inserts for spent nuclear fuel in the case of an earthquake induced rock shear load – Influence of using more detailed models. Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKBdoc 1471283 ver 1.0. Samlad kravbild angående kapseln. Svensk Kärnbränslehantering AB.