



DokumentID 1414374	Version 1.0	Status Godkänt	Reg nr	Sida 1 (19)
Författare Mikael Jonsson Håkan Rydén			Datum 2013-12-04	
Kvalitetssäkrad av Sanja Trkulja (KG)			Kvalitetssäkrad datum 2014-02-28	
Godkänd av Jan Sarnet			Godkänd datum 2014-02-28	

Kravbild för oförstörande provning av kopparkapselns rör, lock och botten

Innehåll

1	Inledning och syfte	2
2	Bakgrund	2
3	Avgränsningar	3
4	Identifiering av defekter för kopparkomponenter	3
5	Härledning av acceptanskriterier	3
6	Processkedjan och inspektion	3
7	Krav som ställs vid inspektion med OFP	4
7.1	Krav på detektering	4
7.2	Krav på lägesbestämning	4
7.3	Krav på karakterisering	4
7.4	Krav på storleksbestämning	4
8	Beskrivning av inspektionskrav, tillverkning av kopparrör med extrusion	5
8.1	Defekter-koppargöt för rör	5
8.2	Defekter-blocker	9
8.3	Defekter-maskinbearbetat kopparrör	11
9	Beskrivning av inspektionskrav, tillverkning av lock och botten	13
9.1	Defekter-koppargöt för lock och botten	13
9.2	Defekter-maskinbearbetat lock och botten	16
	Referenser	19

1 Inledning och syfte

Strålsäkerhetsmyndigheten SSM har i sin begäran om komplettering av SKB:s ansökan om slutförvar önskat en redovisning av defektstorlekar för detektering samt krav för storleksbestämning av dessa defekter; Punkt nr 2 och 3 ”Kontroll och provning för fastställande av kapselns initialtillstånd” (SSM, 2012).

Den kravbild som definieras grundas på den kunskapsnivå som finns idag. Ett systematiskt fortsatt arbete behövs för att vidare underbygga och slutligen fastställa kraven.

Huvudsyftet med detta dokument är att beskriva de defekter som kan uppkomma i smidda lock och botten samt extruderade rör tillverkade enligt SKB:s referensmetoder. Dokumentet syftar också till att ange acceptanskriterier för defekter i komponenterna och de därtill kopplade kraven på den oförstörande provningen (OFP).

2 Bakgrund

Tillverkningsprocesserna för kopparkomponenterna är översiktligt beskrivna i ”Tillverkning av kapselkomponenter” (SKBdoc 1175208) och även i SKB (2010).

Gjutprocessen av stora koppargöt har utretts i ”Investigation of defects in copper ingots for extrusion” (SKBdoc 1399823). Den efterföljande extrusionsprocessen har analyserats och modellerats med syfte att utarbeta acceptanskriterier för defekter ”Main study-copper tube extrusion” (SKBdoc 1377246). Motsvarande utredning har även gjorts för smidesprocessen för lock och botten, ”Main study-Simulation of copper lid manufacturing” (SKBdoc 1399827).

För att kartlägga möjliga defekterna har flera angreppssätt använts:

- Utgående från de defekter som anges i Tabell A-2 i ”Tillverkning av kapselkomponenter” (SKBdoc 1175208).
- Utredning av defekter i koppargöt för rörtillverkning, se ”Investigation of defects in copper ingots for extrusion” (SKBdoc 1399823).
- Simulering av de postulerade defekter som anges i ”Main study-copper tube extrusion” (SKBdoc 1377246) och ”Main study-Simulation of copper lid manufacturing” (SKBdoc 1399827).
- Fördjupade utredningar av gjutprocessen samt extrusionsprocessen och smidesprocessen enligt dokumenten ovan.
- Observationer av ytdefekter i göt och varmbearbetade kopparkomponenter.

I SKB (2010) redovisas tillverkningssystemet för kapselns olika delar och ”produktions/inspektionsscheman”, ”production-inspection scheme”, som på en övergripande nivå anger de inspektioner med bland annat oförstörande provning som planeras genomföras. Produktions/inspektionsschemat för locket och botten framgår av figur 5-16 och av figur 5-8 för kopparrör i SKB (2010).

För att förtydliga kravbilden för OFP har SKB arbetat vidare med att mer detaljerat beskriva de defekter som bedöms som relevanta, motsvarande acceptanskrav och hur kravbilden för olika inspektioner ska tas fram.

3 Avgränsningar

Dokumentet syftar till att beskriva kravbilden för olika inspektioner fram till och med att kapseln förslutits i inkapslingsanläggningen enligt det flöde som anges i kapitel 6 i SKB (2010). Dokumentet behandlar enbart kravbilden avseende säkerhet efter förslutning av slutförvaret.

Inspektionen begränsas till att omfatta maskinbearbetade göt för tillverkning av rör, lock eller botten samt till färdiga kopparkomponenter efter avslutad maskinbearbetning. Röret inspekteras dessutom mellan varmformningens olika steg då arbetsstycket benämns ”blocker”.

4 Identifiering av defekter för kopparkomponenter

De defekter som beskrivs i detta dokument bedöms kunna uppstå vid tillverkningen av kapselns rör, lock och botten. Vissa defekter såsom slag i koppargöten är att betrakta som extraordinära händelser och uppstår ej under normala förhållanden. Kopparen är en mjuk metall och därmed känslig för hur den hanteras, varför det inte kan uteslutas att hanteringsskador kan uppstå i något skede av tillverkningsprocessen.

5 Härledning av acceptanskriterier

Acceptanskriterier för defekter i kopparhöljet har härletts ur tabell 7-3 i SKB (2010). Defekter antas ge en lokal reduktion av korrosionsbarriären. Defekternas ytliga utbredning har ej analyserats närmare varför det inte heller kan anges några krav för inspektionen med avseende på ytlig utbredning. SKB har dock för avsikt att arbeta vidare med att analysera defekterna och dess karakteristik med målsättningen att kunna ange en kravbild även för defekternas ytliga utbredning.

Acceptanskriterier för defekternas storlek under rörtillverkningens olika skeden har härletts ur ”Main study-copper tube extrusion” (SKBdoc 1377246).

Acceptanskriterier för defekternas storlek under de olika tillverkningsskeden av lock och botten har härletts ur ”Main study-Simulation of copper lid manufacturing” (SKBdoc 1399827).

Acceptanskriterier för hanteringsskador efter varmformningsoperationerna är inte färdigställda, arbete pågår dock med att fastställa dessa kriterier.

De olika defekter som förväntas kunna förekomma i kopparhöljet har sammanställts i defektbeskrivningar som baseras på:

- processtandarder, där sådan finns
- erfarenheter från provtillverkning
- modellering av varmformningsprocesserna.

6 Processkedjan och inspektion

De inspektioner som planeras är anpassade till de olika delarna i processkedjan. De koppargöt som används inspekteras med avseende på ytdefekter. Materialstrukturen och götets storlek medför att inspektion av götens inre delar inte är möjlig utan denna inspektion måste göras efter varmformning då strukturen omvandlats så att inspektion med ultraljud är möjlig. SKB bedömer att det är lämpligt att inspektera det hålade och maskinbearbetade arbetsstycket som benämns blocker. SKB bedömer dock att inspektionen och dess utförande behöver utredas vidare varför inspektion även äger rum på det maskinbearbetade röret efter extrusion. De inre delarna av göten för lock och botten inspekteras efter smidning och maskinbearbetning.

7 Krav som ställs vid inspektion med OFP

Initialtillståndsbeskrivningen är en beskrivning av det tillstånd i vilket kapseln deponeras i slutförvaret. Referenskapselns toleranser med avseende på geometriska dimensioner har angivits i tabell 7-3 i SKB (2010). För att följa produktionen av kapselns ingående delar behövs verktyg som säkerställer att produktkvaliteten långsiktigt ligger inom det intervall som tolereras.

De övergripande kraven på inspektionsmetoder med oförstörande provning av kapselkomponent uttrycks enligt följande:

- krav på detektering av defekter
- krav på lägesbestämning av defekter
- krav på karaktärisering av defekter
- krav på storleksbestämning av defekter.

7.1 Krav på detektering

Övergripande är ett krav vid inspektion att defekter med ca halva den acceptabla defektstorleken ska kunna detekteras.

7.2 Krav på lägesbestämning

Med lägesbestämning avses en lokalisering av defekter i komponenten. Det kan tänkas att vissa lokaliseringar är mer allvarliga än andra med avseende på eventuell defektförekomst.

7.3 Krav på karaktärisering

Som en följd av att kopparen inte visat sig vara känslig för spricktillväxt ur ett brottmekaniskt perspektiv enligt Raiko et al. (2010) finns inget motiv till att karaktärisera defekter.

7.4 Krav på storleksbestämning

Med storleksbestämning avses att fastställa defektens storlek med syfte att säkerställa korrosionsbarriärens tjocklek i den färdiga kapseln.

8 Beskrivning av inspektionskrav, tillverkning av kopparrör med extrusion

Tillverkning av kopparrör med extrusion utgår från ett stort koppargöt med en vikt upp till ca 16 ton. Efter avslutad gjutning maskinbearbetas götet. För att säkerställa att götet uppfyller kraven för fortsatt tillverkning sker inspektion av götet med avseende på materialsammansättning, mått, vikt samt förekomst av ytdefekter. Om det konstateras att ytdefekter förekommer bearbetas dessa bort. Underskrids den undre gränsen för götets vikt efter tillkommande maskinbearbetning av götet, kasseras det.

8.1 Defekter-koppargöt för rör

De olika defekterna beskrivs nedan och har sammanställts i tabell 8-1. Acceptanskriterier för defekter i göten är härledda från modellering av de efterföljande processtegen och hur dessa ger lokal reducering av korrosionsbarriären på det färdiga röret.

Intryckning av främmande partiklar

Intryck av en främmande partikel kännetecknas av att en partikel trängt in i kopparen och fastnat i kopparen. Det bedöms att dessa partiklar endast kan tränga in i kopparen om föremålen är av metall eller av andra material som är hårdare än kopparen. Observationer: Enstaka intryck av främmande partiklar har observerats. Exempel finns i tabell A-2 i "Tillverkning av kapselkomponenter" (SKBdoc 1175208).

Kallflytningar

Kallflytningar kan uppstå när smält koppar tränger in mellan väggen på gjutformen och den stelnade kopparen. Kallflytningar har observerats vid flertal tillfällen på götets mantelyta, se exempel till vänster i figur 8-1 innan götet maskinbearbetats till slutlig dimension.

Sprickor på götets mantelyta

Observationer: Sprickor på götets mantelyta förekommer frekvent innan maskinbearbetning av götet, se exempel i Figur 8-1.

Lokala plasticeringar och slagskador från felaktig hantering

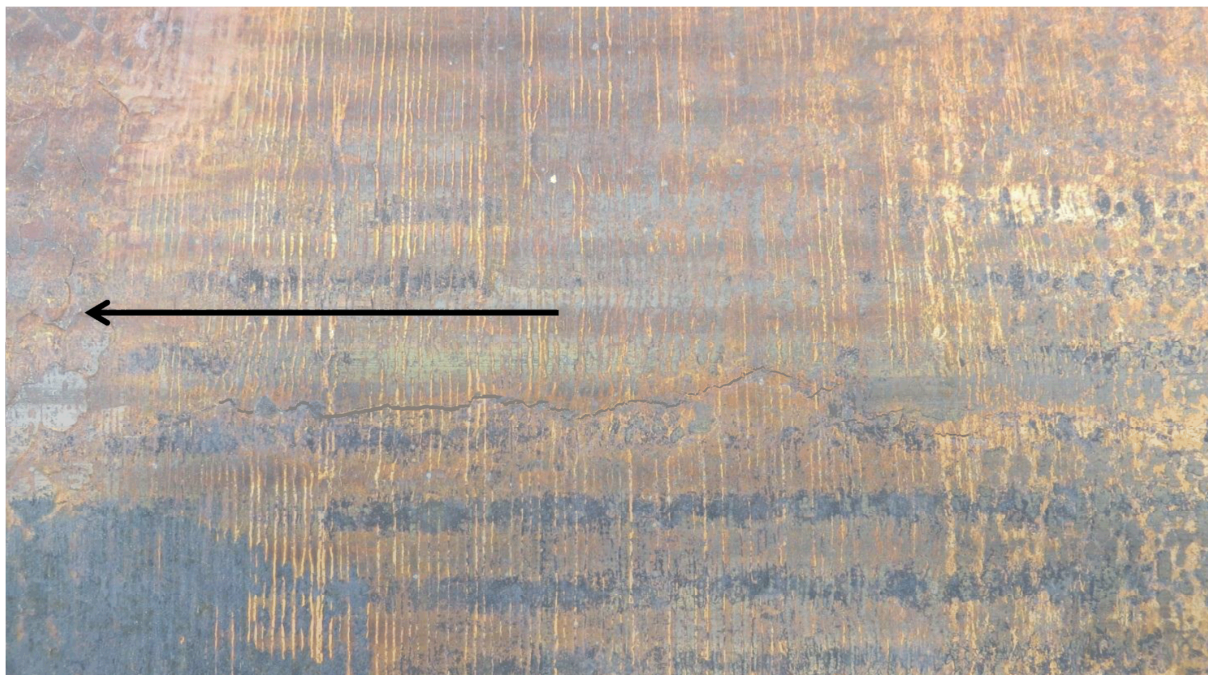
Kännetecknas av mekaniska skador på kopparytan. Se exempel i figur 8-2.

Spider cracks

Observationer: Spider cracks är en form av axiella sprickor som förekommer frekvent i ändytor innan maskinbearbetning av götet, se exempel figur 8-3. Processteget hålning avlägsnar centrumdelen av götet vid rörtillverkning där "spider cracks" kan finnas. Detta förfarande ger en extra säkerhet mot denna typ av defekter.

Exogena slagger

Observationer: Inga slagger har observerats. Inspektion av dessa kan dock inte göras förrän tidigast i blockern av inspektionstekniska skäl. Därför har exogena slagger exkluderats från tabell 8-1.



Figur 8-1. Typisk axiell ytspricka på mantelytan av koppargöt innan maskinbearbetning. Längden på defekten är ca 100 mm. Till vänster i fotot märks även kallflytningar vid pilens spets.



Figur 8-2. Hanteringsskada inringad ovanför måttbandet på koppargöt för rörtillverkning.



Figur 8-3. Spider cracks som ringats in ovanför måttbandet på änden av koppargöt för tillverkning av rör.

Acceptanskriterier för defekter i göten är härledda från modellering av de efterföljande processtegen och hur dessa defekter kan reducera korrosionsbarriären i det färdiga röret.

Tabell 8-1. Sammanställning av defekter och acceptanskrav samt krav för inspektion av koppargöt vid rörtillverkning.

Defekter och krav				Krav vid inspektion			
Defekt	Defekttyp och lokalisering	Möjlig konsekvens	Acceptans-kriterium, största tillåtna djup ³⁾	Detektering ⁴⁾	Lägesbestämning	Karaktärisering	Storleksbestämning ⁵⁾
Intryckning av främmande partiklar ^{1, 3)}	Ytbrytande, götets ändtor och mantelyta	Kvarstående defekter i det färdiga kopparröret	< 18 mm djup från ändtan <25 mm djup från mantelytan	>9 mm djup ändta > 12 mm djup mantelyta	Nej	Nej	< 9 mm
Lokala plastificeringar och slagskador från felaktig hantering ³⁾	Ytbrytande, götets mantelyta	Kan ge oxiderade områden i röret vilket reducerar väggjockleken	<25 mm djup från ytan	> 12 mm djup			< 12 mm
Sprickor på mantelytan ^{1,2)}	Ytbrytande, mantelyta	Kan ge oxiderade områden i röret vilket reducerar väggjockleken	<10 mm djup från ytan	> 5 mm djup			< 5 mm
Kallflytningar ²⁾	Ytbrytande, mantelyta	Kan ge oxiderade områden i röret vilket reducerar väggjockleken	<10 mm djup från ytan, inga krav på övrig utsträckning	> 5 mm djup			< 5 mm
"Spider cracks" ²⁾	Ytbrytande, ändtor	Kan ge oxiderade områden i röret vilket reducerar väggjockleken	<18 mm djup från ytan	> 9 mm djup			< 9 mm

Härledningen av defekter och acceptanskriterier har gjorts i:

¹⁾ Tabell A-2 i "Tillverkning av kapselkomponenter" (SKBdoc 1175208),

²⁾ "Investigation of defects in copper ingots for extrusion" (SKBdoc 1399823),

³⁾ "Main study-copper tube extrusion" (SKBdoc 1377246),

⁴⁾ "Värdet i kolumnen utläses som "Samtliga defekter överskridande angivet värde ska detekteras",

⁵⁾ "Värdet i kolumnen utläses som "Vid storleksbestämning ska säkerställas att angivet värde inte överskrides".

8.2 Defekter-blocker

Innan extrusionssteget genomgår koppargötet stukning, hålning och maskinbearbetning till blocker. Blockern skapas då arbetsstycket maskinbearbetas efter hålningen. Blockern kännetecknas av finkornig koppar. SKB bedömer att blockern är lämplig för inspektion med oförstörande provning, inspektionen och dess utförande bedöms dock behöva utredas vidare. Sammanställning av defekter för inspektion i blockern är gjord i tabell 8-2.

Exogena slagger

Observationer: Inga slagger har observerats. Exogena slagger bedöms som den enda möjliga formen av slagg för denna högre koppar kvalitet.

Lokala plasticeringar och slagskador från felaktig hantering

Hanteringsskador kan uppstå på koppar om den hanteras på ett felaktigt sätt.

Intryckning av främmande partiklar

Intryck av en främmande partikel kännetecknas av att partikel trängt in i kopparen varpå densamma fastnat i kopparen. Det bedöms att dessa partiklar endast kan tränga in i kopparen om föremålen är av metall eller andra material hårdare än kopparen. Observationer: Enstaka intryck av främmande partiklar har observerats. Exempel finns i tabell A-2 i "Tillverkning av kapselkomponenter" (SKBdoc 1175208).

Tabell 8-2. Sammanställning av defekter i maskinbearbetad blocker vid rörtillverkningen.

Defekt och acceptanskrav				Inspektionskrav			
Defekter	Typ av defekt samt lokalisering	Möjlig konsekvens	Acceptans-kriterium, största tillåtna djup ^{1,2)}	Krav på detektering ³⁾	Krav på lägesbestämning	Karaktärisering	Storleksbestämning ⁴⁾
Exogena slag ^{2,5)}	Inre eller ytbrytande	Reduktion av korrosionsbarriären	Radiell utbredning <10 mm storlek	Påvisa radiell utbredning >5 mm	Nej	Nej	Radiell utbredning < 5 mm
Lokala plastificeringar och slagskador från felaktig hantering ¹⁾	Ytbrytande, i yttre mantelyta	Kan ge oxiderade områden i röret vilket reducerar vägg tjockleken	<18 mm djup	Påvisa radiell utbredning >9 mm			Säkerställa djup, < 9 mm
Intryckning av främmande partiklar ^{2,5)}	Ytbrytande, ändytter och i yttre mantelyta	Kvarstående defekter i det färdiga kopparröret	<10 mm djup kan accepteras	Påvisa djup > 9 mm			Säkerställa djup, < 5 mm

Härledningen av defekter och acceptanskriterier har gjorts i:

¹⁾ ”Main study-copper tube extrusion” (SKBdoc 1377246) med avseende på oxidstråk och hanteringsskador,

²⁾ SKB (2010),

³⁾ Värdet i kolumnen utläses som ”Samtliga defekter överskridande angivet värde ska detekteras”,

⁴⁾ Värdet i kolumnen utläses som ”Vid storleksbestämning ska säkerställas att angivet värde inte överskrides”.

⁵⁾ Tabell A-2 i ”Tillverkning av kapselkomponenter” (SKBdoc 1175208),

8.3 Defekter-maskinbearbetat kopparrör

Sammanställning av defekter för inspektion av maskinbearbetat kopparrör är gjord i tabell 8-3.

Lokala plasticeringar och slagskador från felaktig hantering

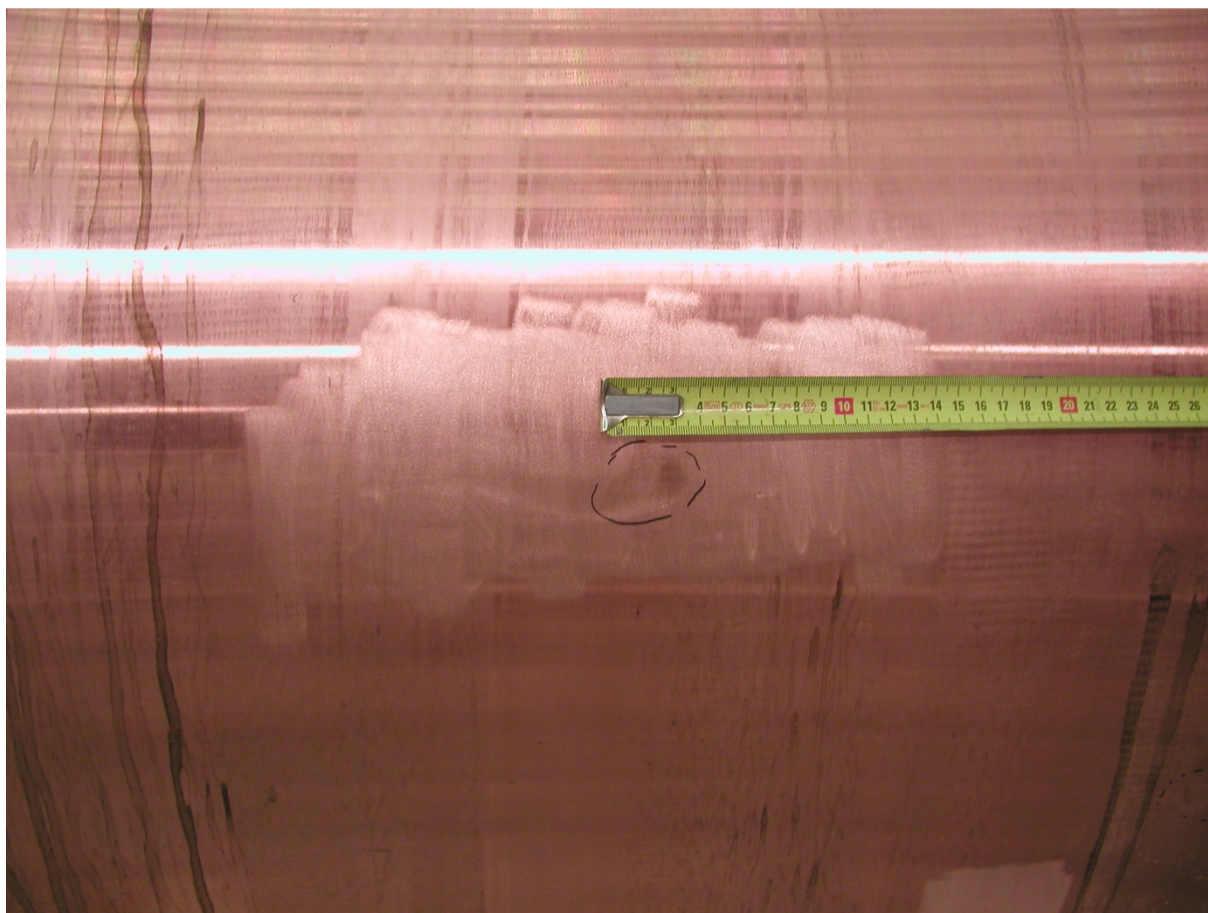
Observationer: Det har förekommit diverse ovarsam hantering vilket resulterat i intryck kopparen, se figur 8-4. Kopparens låga hårdhet gör att den lättare blir skadad av hantering än till exempel stål. Hanteringen av koppar kräver ändamålsenliga verktyg för detta och ett lämpligt handhavande vid hanteringen för att undvika denna typ av skador.

Intryckning av främmande partiklar

Intryck av en främmande partikel kännetecknas av att partikel trängt in i kopparen varpå densamma fastnat i kopparen. Det bedöms att dessa partiklar endast kan tränga in i kopparen om föremålen är av metall eller andra material hårdare än kopparen. Observationer: Enstaka intryck av främmande partiklar har observerats. Exempel finns i tabell A-2 i "Tillverkning av kapselkomponenter" (SKBdoc 1175208).

Oxidstråk på grund av skador på extrusionsmatrisen i samband med varmformning

Defekttypen bedöms kunna uppstå. Påverkan på den extruderade produkten förväntas bli i form av repor i ytan med axiell utsträckning. Liknande repor har noterats i rör i pre-machined stadiet.



Figur 8-4. Hanteringsskada på kopparrör en del av skadan är inringad nedanför måttbandet.

Tabell 8-3. Sammanställning av defekter i maskinbearbetat rör efter extrusion.

Defekter och acceptanskrav				Krav vid inspektion			
Defekt	Typ av defekt, lokalisering	Möjlig konsekvens	Acceptanskriterium, största tillåtna djup ¹⁾	Krav på detektering ³⁾	Krav på lägesbestämning	Karakterisering	Storleksbestämning, säkerställa djup ⁵⁾
Lokal plasticering pga slagskador och felaktig hantering ^{2,4)}	Ytbrytande, rörets mantelyta	Reducerar korrosionsbarriären lokalt och ger upphov till lokal kallbearbetning.	<10 mm djup	Detektera defekter med en radiell utbredning >5 mm	Nej	Nej	< 5 mm
Intryckning av främmande partiklar ^{2,4)}	Ytbrytande, rörets mantelyta	Kvarstående defekter i det färdiga kopparröret och ger upphov till kallbearbetad koppar					
Oxiderade axiella repor orsakade av skador på extrusionsmatrisen vid varmformning	Ytbrytande, inre och yttre mantelyta	Reducerar korrosionsbarriären lokalt					

¹⁾ Acceptanskriterium har härletts ur Tabell 7-3 i SKB (2010).

²⁾ Krav avseende fogberedda ytor för svetsning tillkommer. Kraven på röret innan svetsning enligt ritning som anges i dokumentet "Ritningsförteckning för kapselkomponenter" (SKBdoc 1203875) måste uppfyllas.

³⁾ Värdet i kolumnen utläses som "samtliga defekter överskridande angivet värde ska detekteras",

⁴⁾ Krav avseende tillåtet defektdjup avseende kallbearbetnings effekter är under utredning,

⁵⁾ Värdet i kolumnen utläses som "Vid storleksbestämning ska säkerställas att angivet värde inte överskrides".

9 Beskrivning av inspektionskrav, tillverkning av lock och botten

Tillverkningen av lock och botten utgår från ett stränggjutet koppargöt med diametern 0,5 meter. Prov för kemisk analys i bägge ändar av det stränggjutna götet. Detta långa göt kapas till lagom stora smidesämnen som sedan maskinbearbetas så att smidesvikten ca 1,3 ton erhålles. Konstateras förekomst av ytdefekter bearbetas dessa bort. Underskrids den undre gränsen för smidesvikten efter tillkommande bearbetning kasseras smidesämnet.

Vid maskinbearbetning av smidet påverkas arbetsmånen i området vid lockets fläns som bildas i botten av undre smidesverktyget, beroende på hur lockets position förläggs i det smidda ämnet. Om det antas att det behövs 10 mm arbetsmån på den plana ytan av locksmidets undersida (egentligen lockets ovarsida efter montering) finns det endast 6,5 mm arbetsmån kvar vid flänsen. Det kritiska området framgår av figur 3-6 och 3-7 i rapport "Main study-Simulation of copper lid manufacturing" (SKBdoc 1399827).

9.1 Defekter-koppargöt för lock och botten

De olika defekterna beskrivs nedan och har sammanställts i tabell 9-1. Acceptanskriterier för defekter i göten är härledda från modellering av de efterföljande processtegen och hur dessa ger lokal reducering av korrosionsbarriären på det färdiga locket eller botten.

Intryckning av främmande partiklar

Intryck av en främmande partikel kännetecknas av att partikel trängt in i kopparen varpå densamma fastnat i kopparen. Det bedöms att dessa partiklar endast kan tränga in i kopparen om föremålen är av metall eller andra material hårdare än kopparen. Observationer: Enstaka intryck av främmande partiklar har observerats, exempel finns i tabell A-2 i "Tillverkning av kapselkomponenter" (SKBdoc 1175208).

Sprickor på götets mantelyta

Observationer: Enstaka observationer har förekommit. Dessa accepteras ej.

Lokala plasticeringar och slagskador

Kan uppstå på grund av ovarsam hantering. Se exempel i figur 9-1.

Kallflytningar

Kallflytningar kan uppstå när smält koppar tränger in mellan väggen på gjutformen och den stelnade kopparen. Defekten bedöms kunna förekomma även för stränggjutning.



Figur 9-1. Hanteringsskador som ringats in på mantelytan på ett lockgöt.

Tabell 9-1. Sammanställning av defekter och krav för inspektion av koppargöt vid tillverkning av lock och botten.

Defekt och acceptanskrav				Inspektionskrav			
Defekt	Typ av defekt	Möjlig konsekvens	Acceptans-kriterium, största tillåtna djup ^{3,6)}	Krav på detektering ⁴⁾	Krav på lägesbestämning	Karakterisering	Storleksbestämning ⁵⁾
Intryckning av främmande partiklar ^{1,3)}	Ytbrytande, ändytor	Kvarstående defekter i den färdiga komponenten	Djup <10 mm	Djup > 5 mm	Nej	Nej	Djup < 5 mm
Sprickor i mantelytan ^{2,3)}	Ytbrytande, mantelyta	Kan ge oxiderade områden i komponenten vilket reducerar korrosionsbarriären	Djup <6,5 mm	Djup > 3 mm			Djup < 3 mm
Lokala plastificeringar och slagskador ³⁾	Ytbrytande, mantelyta	Kan ge oxiderade områden i komponenten vilket reducerar korrosionsbarriären	Djup <6,5 mm	Djup > 3 mm			Djup < 3 mm,
Kallflytningar ^{2,3)}	Ytbrytande, mantelyta	Kan ge oxiderade områden i komponenten vilket reducerar korrosionsbarriären	Djup < 6,5 mm	Djup > 3 mm			Djup < 3mm

Defekterna och acceptanskriterier har härletts utifrån:

- ¹⁾ ”Tillverkning av kapselkomponenter” (SKBdoc 1175208),
- ²⁾ ”Investigation of defects in copper ingots for extrusion” (SKBdoc 1399823),
- ³⁾ ”Main study-Simulation of copper lid manufacturing” (SKBdoc 1399827),
- ⁴⁾ Värdet i kolumnen utläses som ”Samtliga defekter överskridande angivet värde ska detekteras”,
- ⁵⁾ Värdet i kolumnen utläses som ”Vid storleksbestämning ska säkerställas att angivet värde inte överskrides”.
- ⁶⁾ Acceptanskriterium har härletts ur Tabell 7-3 i SKB (2010).

9.2 Defekter-maskinbearbetat lock och botten

Sammanställningen av defekter är gjord i tabell 9-2.

Slagginneslutning

Observationer: Inga slaggar har observerats.

Oxidstråk på grund av hanteringsskador på arbetsstycke i samband med varmformning

Har ej påvisats, men bedöms kunna uppstå.

Lokala plasticeringar och slagskador från felaktig hantering

Observationer: Diverse ovarsam hantering har förekommit vilket resulterat i intryck kopparen, se figur 9-2. Kopparens låga hårdhet gör att den lättare blir skadad av hantering än till exempel stål.

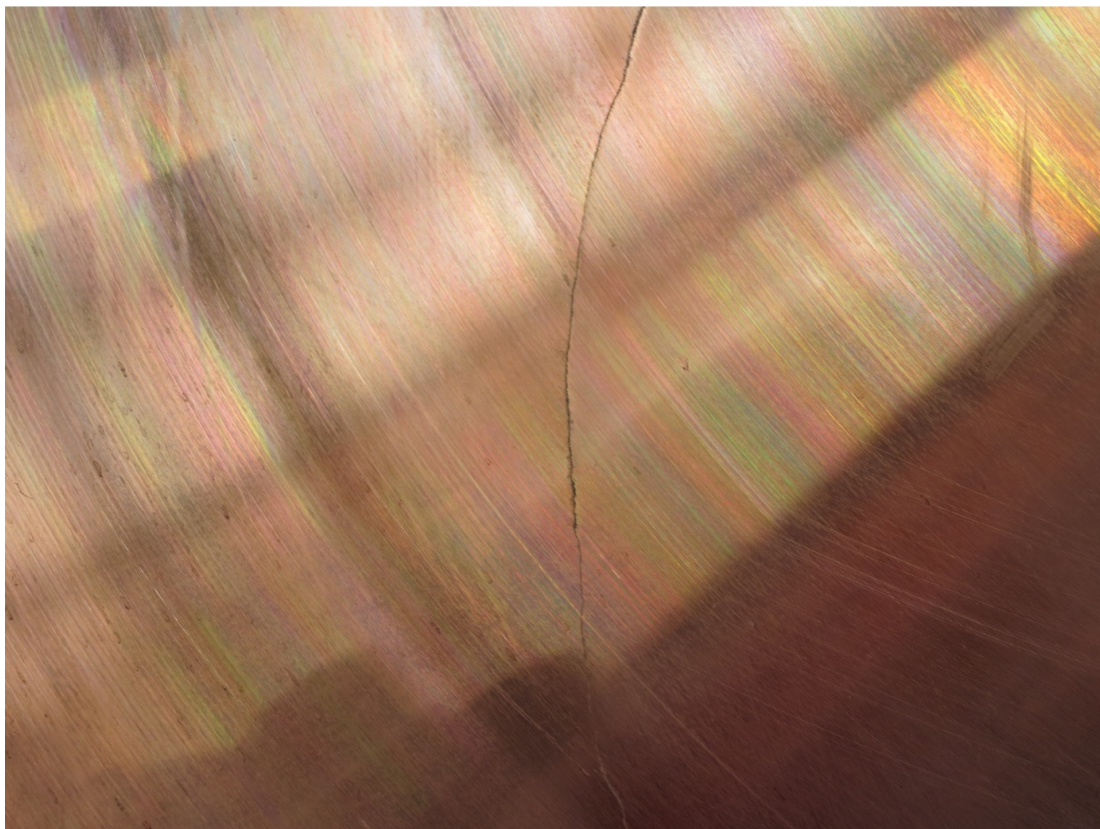
Hantering av koppar kräver ändamålsenliga verktyg för detta och ett lämpligt handhavande vid hanteringen.

Smidesveck

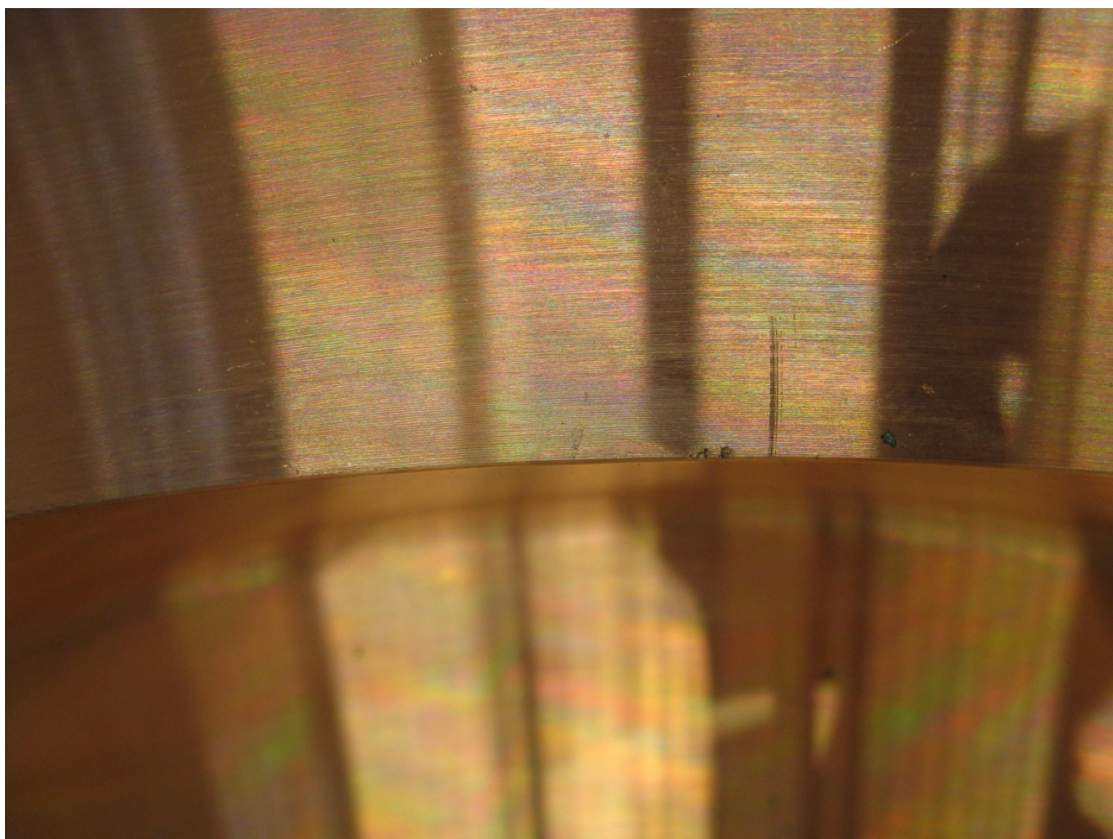
Smidesveck har förekommit vid vissa smidesförsök. Orsaken till defektbildningen är känd och den bör kunna undvikas som följd av vidareutveckling av smidesprocessen. Smidesveckan bedöms inte uppstå vid normalt förfarande av smidesprocessen, se figur 9-3.

Intryckning av främmande partiklar

Intryck av en främmande partikel kännetecknas av att partikel trängt in i kopparen varpå densamma fastnat i kopparen. Det bedöms att dessa partiklar endast kan tränga in i kopparen om föremålen är av metall eller andra material hårdare än kopparen. Observationer: Enstaka intryck av främmande partiklar har observerats. Exempel finns i tabell A-2 i "Tillverkning av kapselkomponenter" (SKBdoc 1175208).



Figur 9-2. Smidesveck på undersida av kopparlock.



Figur 9-3. Hanteringsskada på lockets fläns.

Tabell 9-2. Sammanställning av defekter i smidda lock och bottenar efter maskinbearbetning.

Defekter och acceptanskrav				Inspektionskrav			
Defekt	Typ av defekt, lokalisering	Möjlig konsekvens	Acceptans-kriterium, största tillåtna djup ¹⁾	Krav på detektering ⁴⁾	Krav på lägesbestämning	Karaktisering	Storleksbestämning, säkerställa djup ⁵⁾
Slagginneslutning ²⁾	Inre eller ytbrytande, godtyckligt läge i komponentens volym	Reduktion av korrosionsbarriären	<10 mm utsträckning i korrosionsbarriären	> 5 mm	Nej	Nej	< 5 mm
Oxidstråk på grund av hanteringsskador på arbetsstycke vid varmformning ⁶⁾	Ytbrytande, godtyckligt läge komponentens yta	Reduktion av korrosionsbarriären	< 10 mm	> 5 mm	Nej	Nej	Djup, < 5 mm kan tolereras, inga krav på övrig utsträckning
Smidesveck ²⁾	Ytbrytande, Den plana under- och översidan på komponenten	Reduktion av korrosionsbarriären					
Lokala plasticeringar och slagskador från felaktig hantering efter smidning och intryckning av främmande partiklar ^{3,6)}	Ytbrytande, hela komponentens yta	Reduktion av korrosionsbarriären samt lokal kallbearbetning.					
Intryckning av främmande partiklar ^{2,3)}	Ytbrytande, hela komponentens yta	Kvarstående defekter i den färdiga komponenten samt lokal kallbearbetning					

Defekterna och dess acceptanskriterium har härletts ur:

- ¹⁾ Tabell 7-3 i SKB (2010).
- ²⁾ ”Tillverkning av kapselkomponenter” (SKBdoc 1175208).
- ³⁾ Krav avseende fogberedda ytor för svetsning tillkommer. Kraven på röret innan svetsning enligt ritning som anges i dokumentet ”Ritningsförteckning för kapselkomponenter” (SKBdoc 1203875) måste uppfyllas.
- ⁴⁾ Värdet i kolumnen utläses som ”Samtliga defekter överskridande angivet värde ska detekteras”.
- ⁵⁾ Värdet i kolumnen utläses som ”Vid storleksbestämning ska säkerställas att angivet värde inte överskrids”.
- ⁶⁾ ”Main study-Simulation of copper lid manufacturing” (SKBdoc 1399827).

Referenser

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.

SSM, 2012. Begäran om komplettering av ansökan om slutförvar av använt kärnbränsle och kärnavfall – kontroll och provning för fastställande av kapselns initialtillstånd. SSM2011-2426-59, Strålsäkerhetsmyndigheten.

Opublicerade dokument

SKBdoc id, version	Titel	Utfärdare, år
1175208 ver 5.0	Tillverkning av kapselkomponenter	SKB, 2011
1203875 ver 2.0	Ritningsförteckning för kapselkomponenter	SKB, 2014
1377246 ver 2.0	Main study – copper tube extrusion	SKB, 2013
1399823 ver 1.0	Investigation of defects in manufacturing of copper tubes	SKB, 2013
1399827 ver 1.0	Main study – Simulation of copper lid manufacturing	SKB, 2013