

► Skogsindustridagarna 2014

Utmattningsskador hos batchkokare ?



► Skogsindustridagarna 2014 Utmattningsskador hos batchkokare

Först lite information om hur en batchkokare fungerar

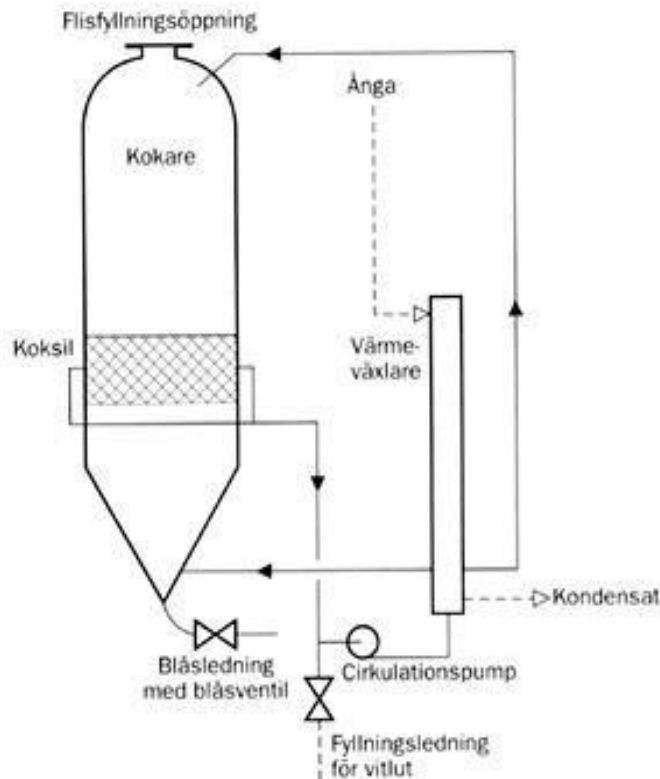
Vid satsvis kokning (batchkokning) fylls kokaren med flis, vitlut och svartlut.

Kokvätskan som dras av genom silar cirkuleras med en pump till en vvx, där vätskan värms med ånga, och sedan tillbaka till kokaren.

Temperaturen höjs till mellan 150-170°C efter ett kokschema som är anpassat till massakvalitet och vedråvara.

När kokningen är klar öppnar man en ventil i botten av kokaren och den töms (blåses) till en blåstank.

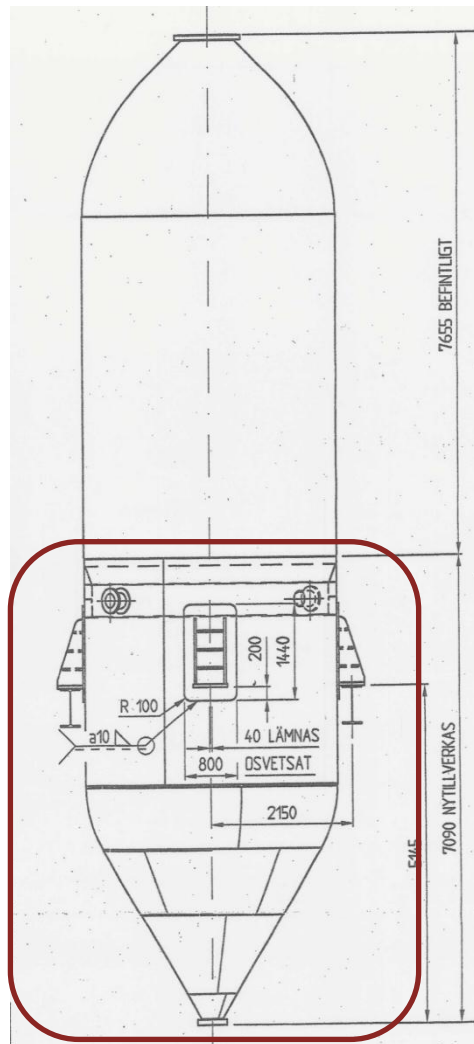
Kokaren satsas sedan på nytt och en ny kokcykel påbörjas.





- Tillverkad 1966 av Hedemora Verkstäder.
- Kokaren har en total volym av 125 m³.
- Beräknings tryck: 10,5 bar i topp.
- Beräknings temperatur: 185 °C.
- Invändig diameter 3800 mm.
- Höjd ~14800 mm.
- Material: SS 1430 (tryckkärlsstål).

► Skogsindustridagarna 2014 Utmattningsskador hos batchkokare



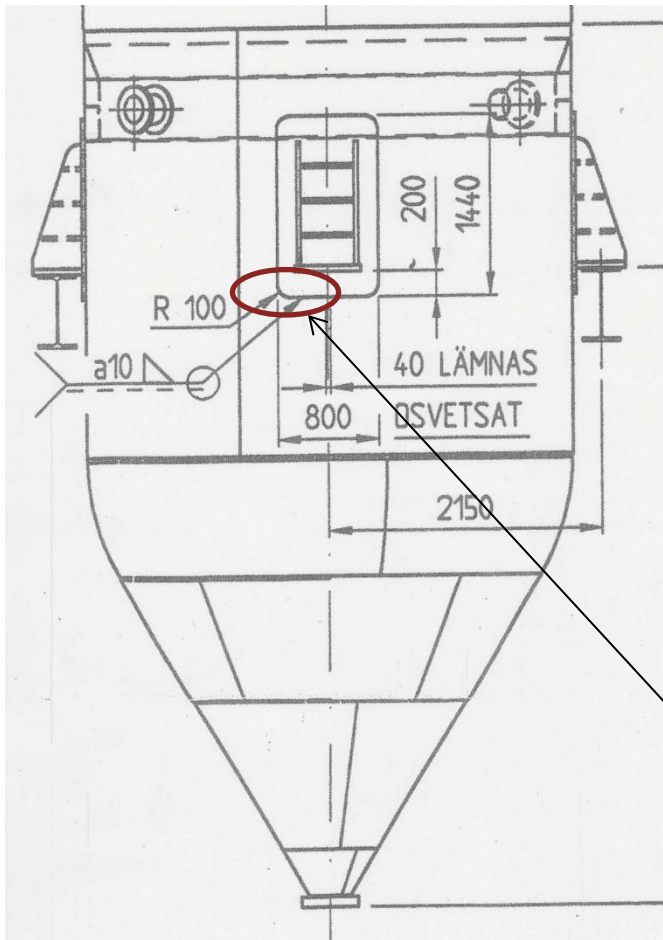
På grund av kraftig korrosion i manteln nedre del så byttes den år 2000 från montageskarven ovanför silplåt och hela vägen ner till duplex (Avesta 2205, 1.4462).

Då kokarna ursprungligen inte varit beräknad för utmattning så gjorde inte tillverkarna någon beräkning avseende detta denna gång heller.

Åren gick och hösten 2013 strax före den återkommande besiktningen av kokaren noterades det ett lutläckage från isoleringen vid det ena stödet.

Kokaren ställdes av och blindades bort från övriga anläggningen och därefter byggdes en ställning utvändigt och man började att avisolera Manteln. När bruket inte visste var läckaget kom ifrån bestämde man sig för att klä av kokaren helt och hållet.

► Skogsindustridagarna 2014 Utmattningsskador hos batchkokare

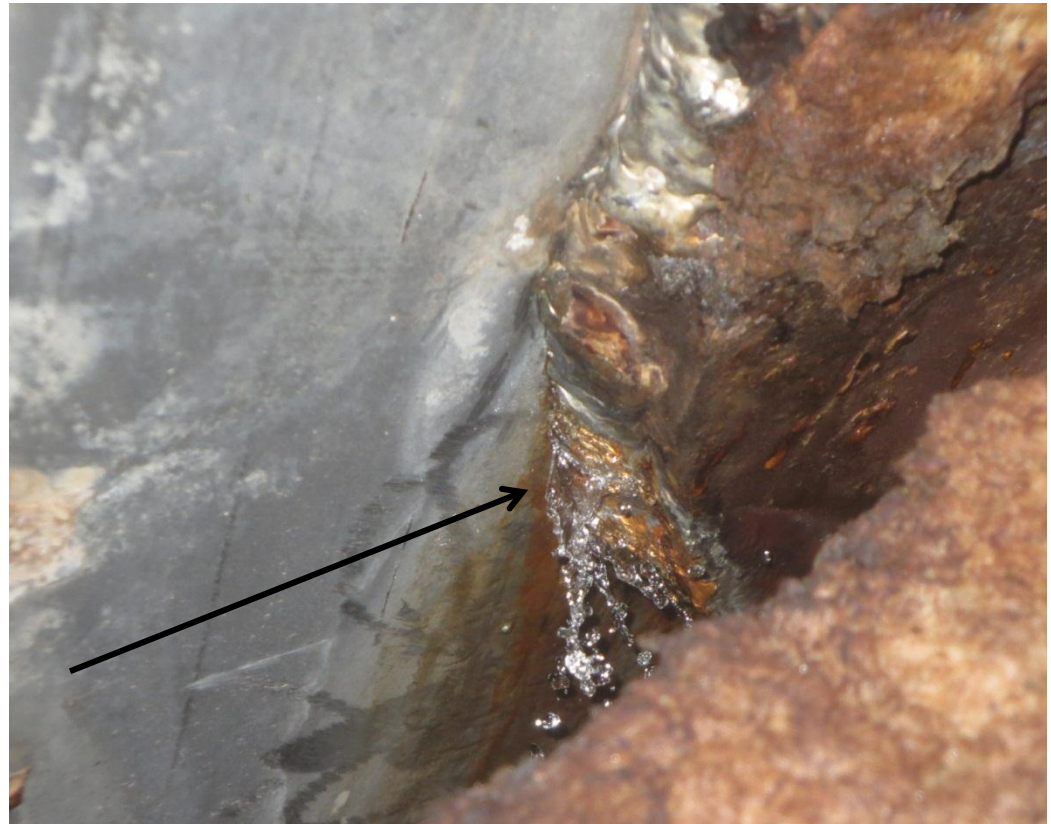


Efter avisolering och rengöring började sprickjakten. Men trots skarpa ögon och förstärkt besiktning i form av penetrantprovning upptäcktes inga sprickor.

I samråd med driften vattenfylldes kokaren för att möjliggöra en provtryckning och på så sätt upptäcka varifrån läckaget kom.

Vid 5 bars vattentryck upptäcktes ett läckage från nedre radien hos den östra avväxlingsplåten.

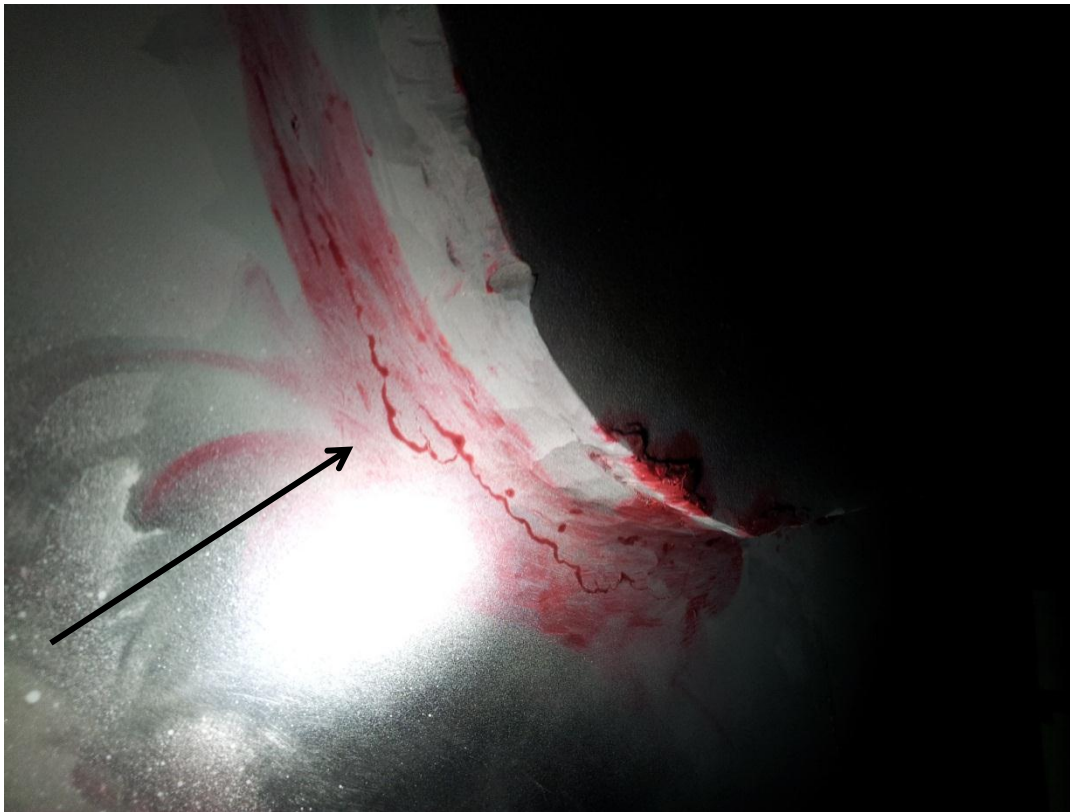
► Skogsindustridagarna 2014 Utmattningskador hos batchkokare



Läckaget kom från en spricka i den nedre radien hos avväxlingsplåten. Sprickan följde den värmepåverkade zonen för svetsen mellan plåt och mantel.

► Skogsindustridagarna 2014 Utmattningsskador hos batchkokare

Efter det att man tömt kokaren på vatten slipades svetsen ner och en penetranprovning utfördes för att:



1. få en uppskattning av spricklängden. Den var c:a 300 mm lång.
2. Bekräfta orienteringen hos sprickan. Vilken följde den värmepåverkade zonen hela tiden.

Skogsindustridagarna 2014 Utmattningsskador hos batchkokare

I kokeriet har man bytt ut batchkokarnas nedre delar till duplex i två omgångar, första omgången var år 1999-2000 och den andra 2009-2010.

- Ingen utmattningsberäkning utfördes 1999/2000.
- Efter det omtalade Oxelösundsfallet 2006 där en syrgasbehållare exploderade på grund av utmattningssprickor blev det lite mer fart på anläggningsägarna att begära utmattningsberäkning av nya tryckkärl. Samtidigt tittade man på de tryckkärl som redan var i drift som arbetar med tryck och temperaturväxlingar som exempelvis batchkokare.
- Där tittade man på kolstålsmantelns delar som varit i drift sedan början på 60-talet utan att hitta några utmattningssprickor, trots att vissa gått runt 90 000 last- och temperaturväxlingar.
- När man år 2009 fortsatte bytet av nederdelar till duplex på kokarna började man begära utmattningsberäkningar på dessa och gränsen efter beräkning sattes till max 20 000 lastväxlingar.

Skogsindustridagarna 2014 Utmattningsskador hos batchkokare

Tillsammans med kokeriets driftingenjörer gjordes en beräkning på antalet tryck och temperaturväxlingar som de första duplexkokarna varit utsatta för sedan år 2000 och då hamnade man på strax över 20 500 växlingar.

När man pratar om utmattningsskador vad är det då som händer?

- Utmattning är ett fenomen som uppkommer i framför allt metalliska material.
- Utmattning uppkommer vid återkommande belastningsförändringar och leder till att sprickor initieras och börjar växa i materialet.
- Sprickorna växer efter ytterligare belastningsförändringar tills ett restbrott sker på grund av överbelastning i det kvarvarande materialet.

Hur många belastningsförändringar som ett material tål beror bl.a. på:

1. Materialets grundegenskaper.
2. Konstruktionens geometriska form.
3. Hur stor belastningsförändringen är.
4. Hur stor den största belastningen är i förhållande till materialets sträckgräns.

► Skogsindustridagarna 2014 Utmattningsskador hos batchkokare

- Duplexa stål har ett mycket högre beräkningsvärde jämfört med kolstål vilket medför att man kan använda en tunnare plåt.
- Den ursprungliga kolstålsmanteln i detta område var 36 mm.
- När man sedan bytte till duplex räckte det med en 18 mm tjock mantel.
- Problemet är att när man skulle svetsa in avväxlingsplåtarna (4 st) använde man den gamla kolstålsmanteln som var 36 mm.
- När man sedan började använda kokaren som då arbetar från 0-10 bars tryck och en temperatur som växlade mellan 50-150 °C så fick man extra spänningar runt dessa avväxlingsplåtar.

► Skogsindustridagarna 2014 Utmattningsskador hos batchkokare

För att klarlägga vilka krafter som påverkade dessa avväxlingsplåtar utfördes beräkningar utifrån data från kokeriets driftingenjörer.

Beräkningen är gjord i två steg.

1) Vilken temperaturfördelning får vi under uppvärmning av kokaren ?

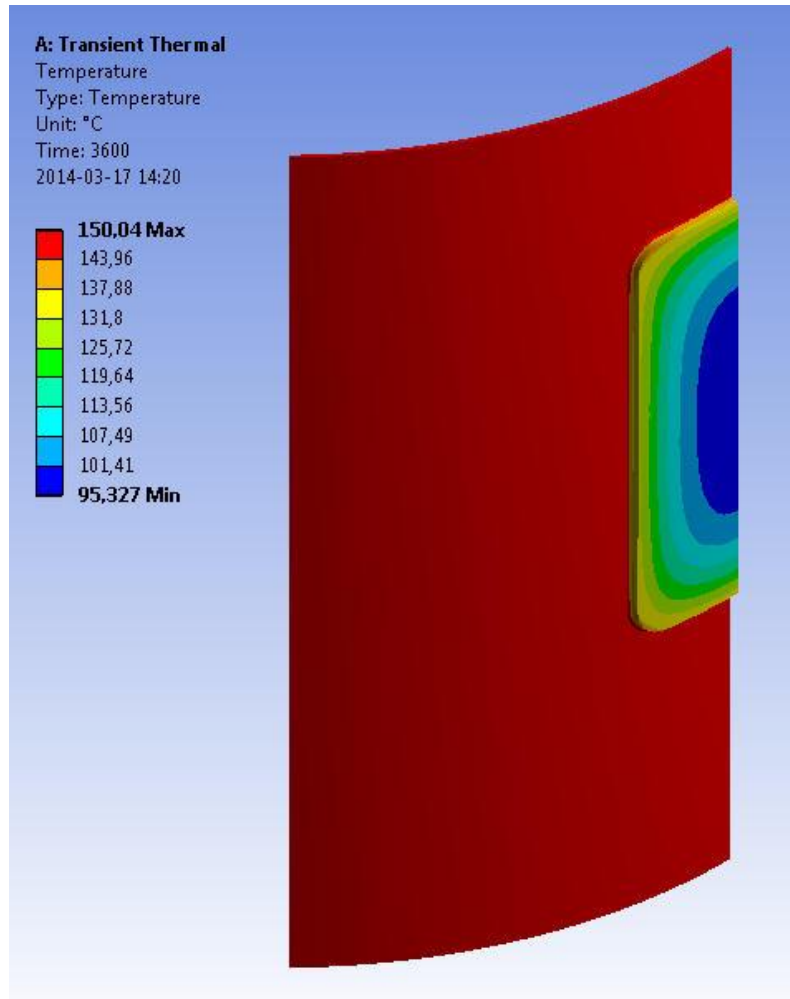
Förutsättningar beräkning 1:

- Mantel och förstärkningsplåt modellerade. Konsol och upplagsbalk utelämnade.
- Insidan mantel värms med ökande temp från 70 till 150 °C under 1 timma ,
värmeövergångstal = 2000 W/m²*K.
- Utsidan kylvä 200 mm isolering till omgivande luft med 30 °C; "effektivt"
värmeövergångstal = 0,2 W/m²*K.
- Spalt mellan mantel och platta har ingen metallkontakt, och är 2 mm bred.

Resultat beräkning 1:

- Temperaturen efter avslutad uppvärmning (1 tim) är i manteln 150 °C, och mitt på plåten 95 °C.

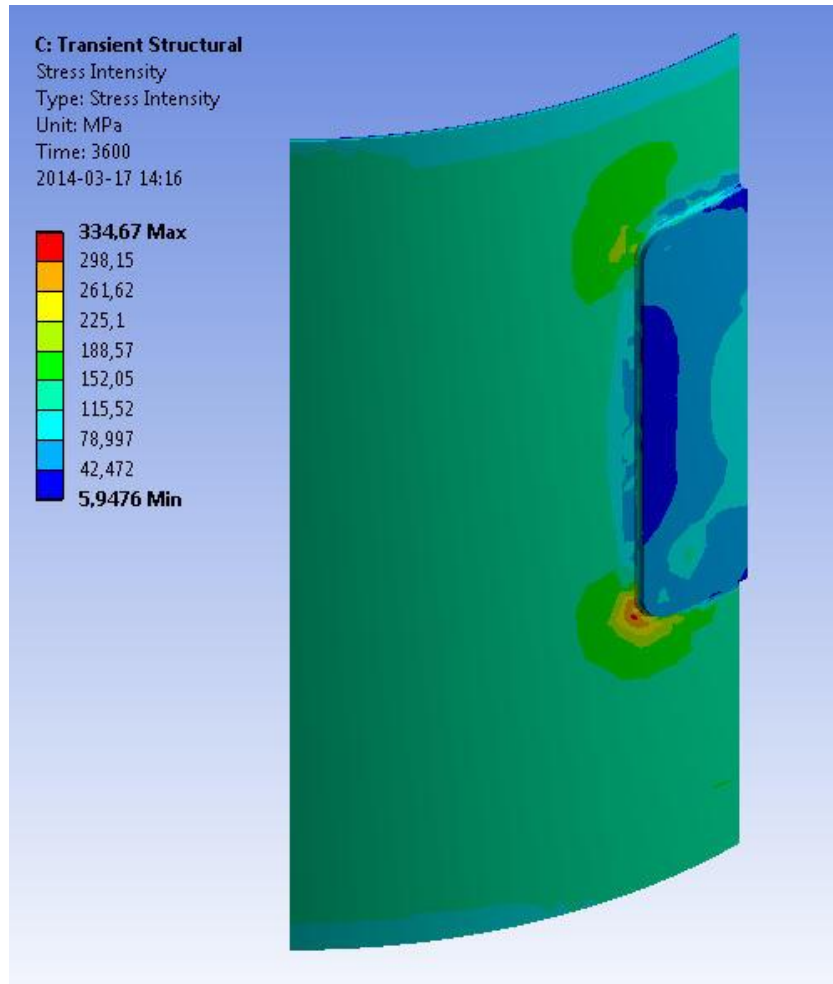
► Skogsindustridagarna 2014 Utmattningsskador hos batchkokare



Vid kokcykelns start får kokarmanteln en temperaturen invändigt av 150°C och utvändigt på avväxlingsplåten mot isoleringen är temperaturen då 30°C.

Beskrivande bild över temperaturskillnaden på manteln och förstärkningsplåten.

► Skogsindustridagarna 2014 Utmattningsskador hos batchkokare



De höga spänningarna som uppkommer precis i området där sprickorna lokaliserats beror till stor del av materialens olika tjocklek och värmeutvidgningkoefficienter.

► Skogsindustridagarna 2014 Utmattningsskador hos batchkokare

Förutsättningar beräkning 2:

- Temperaturfördelningen från beräkning 1 kombineras med,
- Inre tryck, och axiell last av inre tryck och egenvikt.
- Övre och undre rand låst radiellt för att inte manteln ska "fläka" sig.
- Förstärkningsplåten låst i vertikalled i höjd med konsolens "basplan"

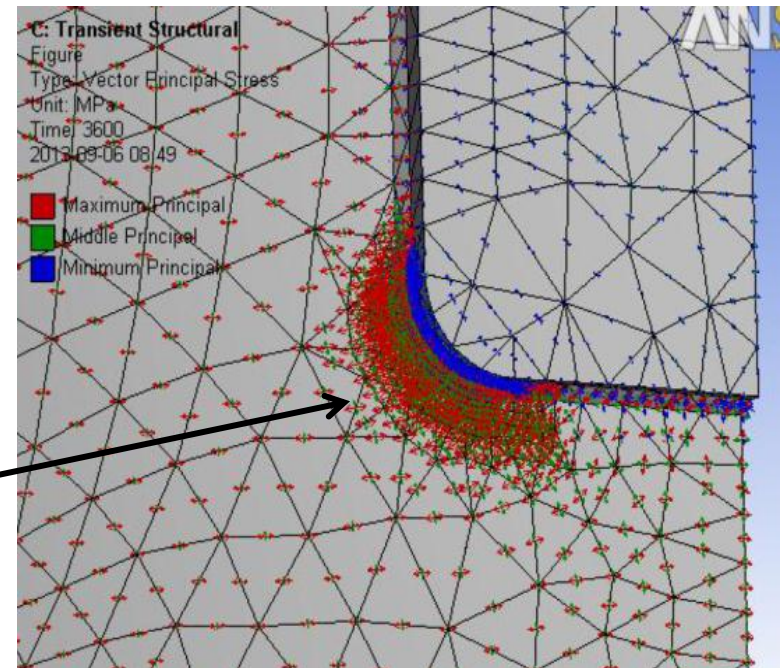
Resultat av beräkning 2:

Största huvudspänning (dragspänning) uppgår till 518 MPa och uppträder i manteln exakt där den aktuella sprickan finns.

Dessutom är dragspänningen riktat i stort sett vinkelrätt mot svetstån där sprickan är.

Huvudspänningsriktningar

Dragspänning = Röda pilar

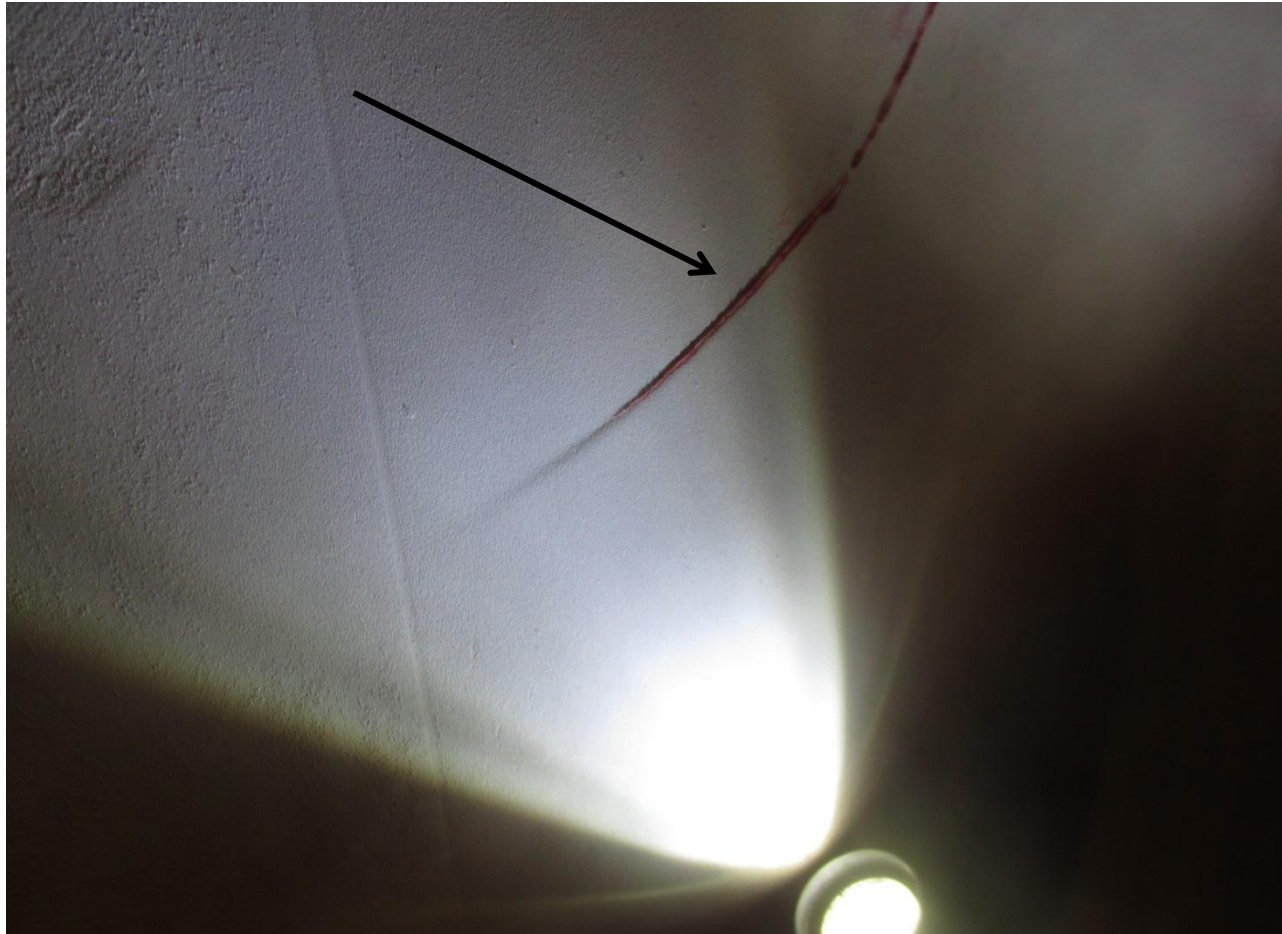


Skogsindustridagarna 2014 Utmattningsskador hos batchkokare

Vad gjordes sedan?

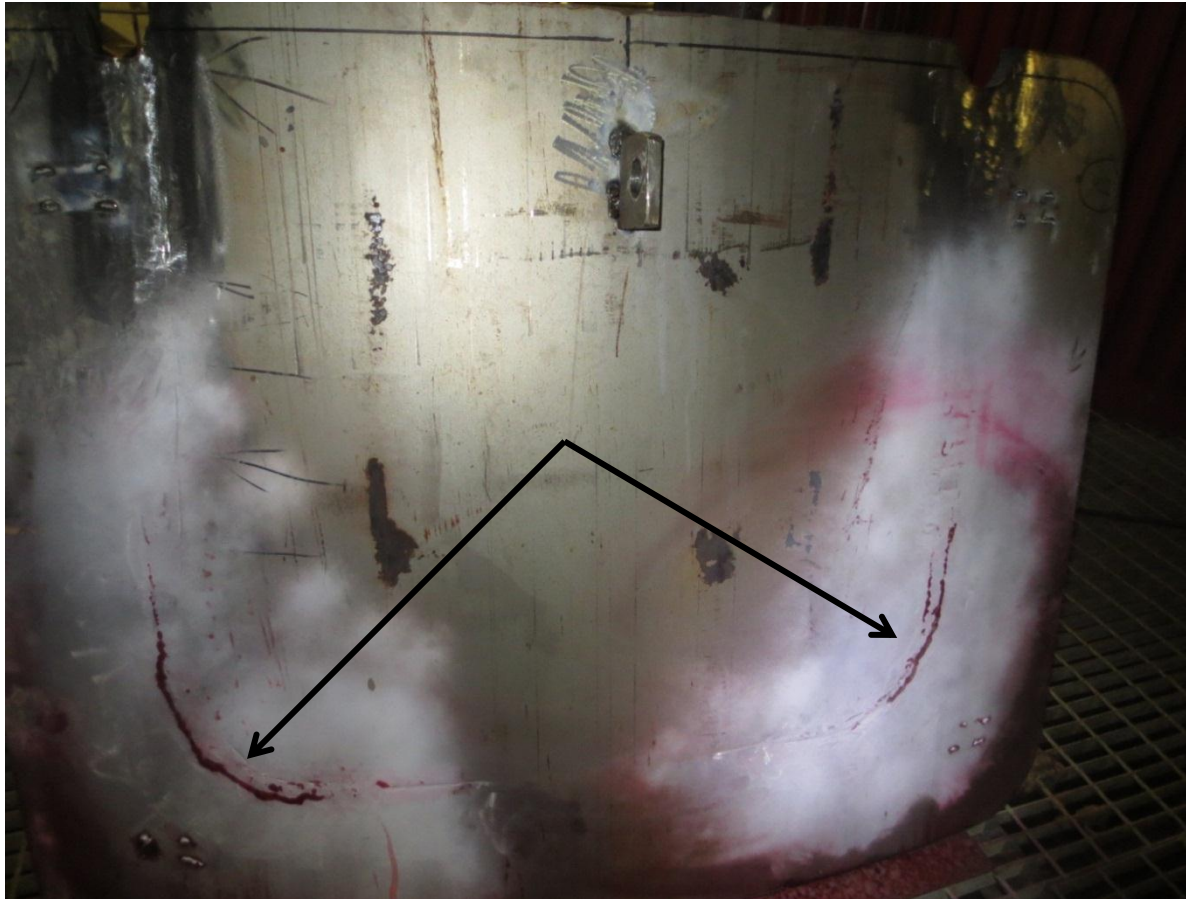
- För att få en uppfattning om hur det såg ut på samtliga avväxlingsplåtar polerades ett 150 mm brett fält upp runt om i området mellan övergången avväxlingsplåt och mantelplåt på insidan av kokaren samt svets och värmepåverkad zon på utsidan.
- Sedan utfördes 100 % ultraljudsprovning av området på insidan och penetrantprovning av svets och värmepåverkad zon utvändigt.
- På samtliga 4 stycken avväxlingsplåtars nedre radier registrerades kraftig sprickbildning som ännu inte gått igenom mantelplåten.
- Även i de övre radierna upptäcktes några mindre linjära indikationer, men dessa kunde avlägsnas genom slipning och i något fall fick man påsvetsa efter slipning.
- Under samtliga avväxlingsplåtars nedre del blev man tvungen att ersätta manteln med ny duplexplåt.
- Nya avväxlingsplåtar och stöd tillverkades av 20 mm duplex för att minska påkänningarna runt radierna.

► Skogsindustridagarna 2014 Utmattningskador hos batchkokare



Denna bild är tagen inuti kokaren. Här ser man att mantelplåten som spruckit även är deformerad vid den nedre radien hos avväxlingsplåten.

► Skogsindustridagarna 2014 Utmattningsskador hos batchkokare



Här har man skurit loss en del av duplexmanteln som är bakom avväxlingsplåten vid det ena stödet. Kraftiga sprickor upptäcktes i båda nedre radierna med penetrantprovning vid samtliga stöd.

► Skogsindustridagarna 2014 Utmattningskador hos batchkokare



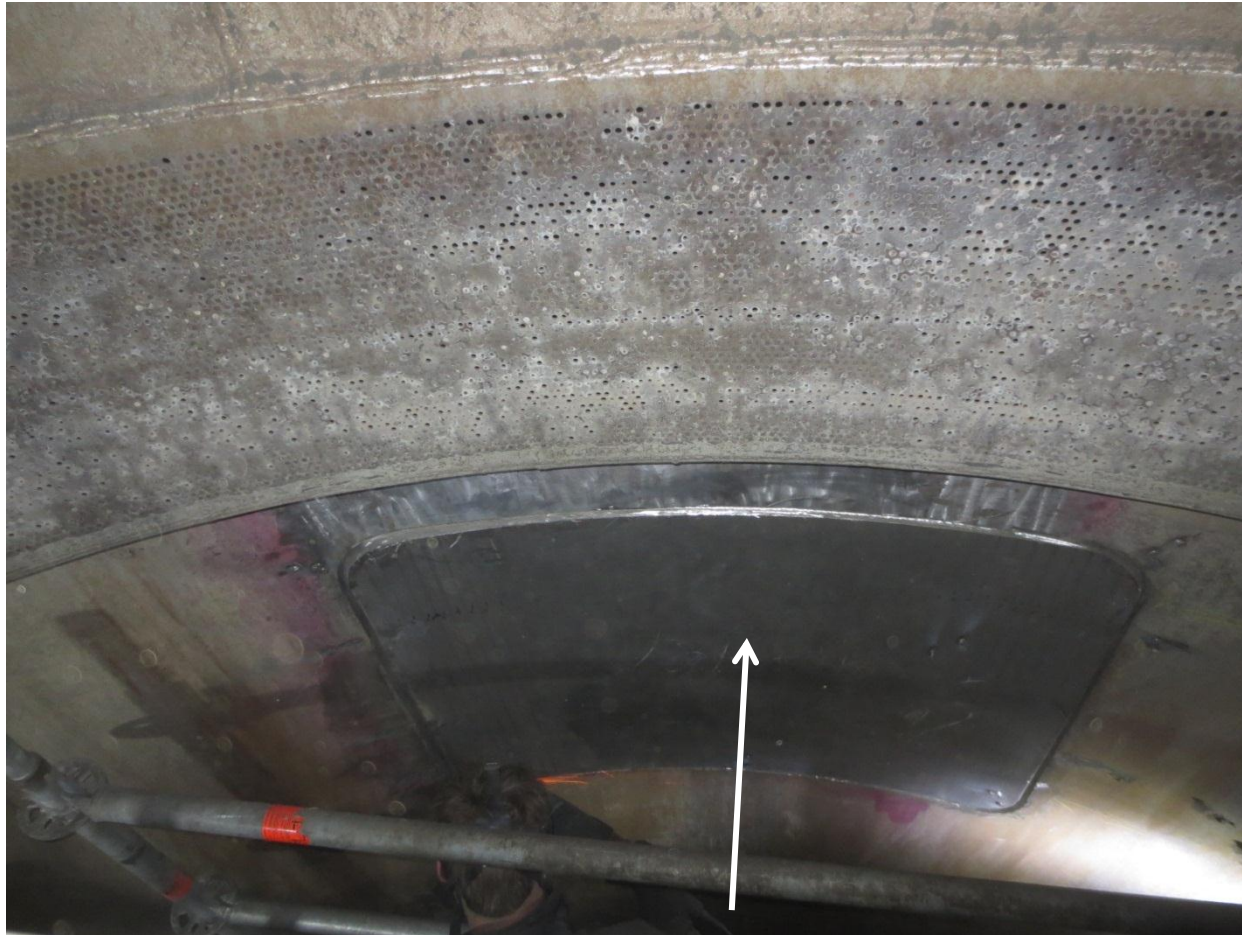
Närbild på en av sprickorna efter utförd penetrantprovning

► Skogsindustridagarna 2014 Utmattnings-skador hos batchkokare



Den skadade mantelplåten byttes ut vid samtliga stöd

► Skogsindustridagarna 2014 Utmattningsskador hos batchkokare



Inpassning av den nya duplexplåten.

► Skogsindustridagarna 2014 Utmattningsskador hos batchkokare



Även nya avväxlingsplåtar svetsades in. Denna gång tillverkade av samma material dvs duplex med en tjocklek av 20 mm.

Även stöden tillverkades av samma material och tjocklek.

Höga visuella krav sattes på svetsen och övergångarna mellan svets och mantel.

Samtliga insvetsade mantelplåtar röntgades 100%.

De kälsvetsade avväxlingsplåtarna penetrantprovades 100 %.

Avslutningsvis provtrycktes kokaren och avsynades med godkänt resultat.

► Skogsindustridagarna 2014 Utmattningsskador hos batchkokare

- Fram till idag har vi registrerat och åtgärdat samma skador på ännu en batchkokare.
- Vi har fyra stycken kokare till som gjordes om till duplex år 2000 .
- Med all sannolikhet kommer vi att hitta denna typ av skador även på de resterande kokarna.
- Hur är det med era batchkokare????
- För oss fortsätter jakten på utmattningssprickor.

► Skogsindustridagarna 2014 Utmattningsskador hos batchkokare



Tack för att ni lyssnade

▶ TRUST & QUALITY www.inspecta.com