

Kopparkorrosion

Mindre än fem millimeter på en miljon år. Så mycket av kopparkapseln fem centimeter tjocka hölje korroderar bort i Kärnbränsleförvaret under normala omständigheter.

Vid slutförvaring ska det använda kärnbränslet kapslas in i koppar och deponeras inbäddat i lera på 500 meters djup i berggrunden. Så länge kapseln är tät kan inga radioaktiva ämnen komma ut ur den. SKB har valt att tillverka kapseln av koppar, eftersom det är ett material som står emot korrosion under så långa tidsperioder – upp till en miljon år – som det är fråga om i Kärnbränsleförvaret.

Syrgasfri miljö i förvaret

På 500 meters djup är grundvattnet syrgasfritt. Korrosionsprocesserna ser därför annorlunda ut där än vad de gör vid markytan, där det finns syre. I Kärnbränsleförvaret kommer kapseln att utsättas för flera typer av korrosion. Alla korrosionsprocesser är emellertid inte lika viktiga. Det är framför allt svavel – i form av sulfid – som kan orsaka korrosionsangrepp på kapseln i Kärnbränsleförvaret.

Det som avgör hur omfattande korrosionen blir och hur fort den går, är tillgången på korrosiva ämnen vid kapseln yta. Här har bufferten av lera, som omger kapseln, en viktig uppgift. Leran tar upp vatten, sväller och tätar runt kapseln. Transporten av sulfid och andra korrosiva ämnen går på så sätt mycket långsamt genom den vattenmättade leran.

Med jämna mellanrum uppdaterar SKB sin analys av om Kärnbränsleförvaret är säkert på lång sikt. Den senaste säkerhetsanalysen kallas SR-Site och lämnades in 2011 i samband med ansökningarna om att få bygga Kärnbränsleförvaret i Forsmark.

Sulfid värst för kapseln

I säkerhetsanalyserna går SKB igenom alla korrosionsprocesser och bedömer vilken betydelse de har i förvaret. Beräkningarna i SR-Site visar att i normalfallet kommer mindre än fem millimeter av det fem centimeter tjocka kopparhöljet att korrodera bort på en miljon år. Huvuddelen av korrosionen orsakas av sulfid. Om en del av bufferten eroderas bort går naturligtvis tillförseln av sulfid lite snabbare, men korrosionen är fortfarande oerhört långsam.



Kopparkapseln är fem meter lång och väger mellan 25 och 27 ton när den är fylld med bränsle.

Foto: Curt-Robert Lindqvist

Ungefär en kapsel av 6 000 korroderar sönder på en miljon år i så fall.

SKB får ofta frågan om hur vi kan veta att vi inte missat någon korrosionsprocess. Här lutar vi oss mot väl kända naturvetenskapliga lagar (framförallt termodynamik) för att förutsäga vilka processer som möjligen skulle kunna ske. Samtidigt följer vi det internationella vetenskapliga kunskapsläget när det gäller korrosionsprocesser.

Koppar i syrgasfritt vatten

Under de senaste åren har frågan om huruvida koppar kan korrodera i rent syrgasfritt vatten debatterats. Ett antal experiment har genomförts av såväl SKB som andra forskare. Vid en del av dessa försök har man sett vätgas när koppar läggs ner i syrgasfritt vatten. Vätgasen har då förts fram som ett bevis på att kopparn korroderar.

SKB har gjort stora insatser för att bringa klarhet i frågan. Sedan 2010 har forskare vid Ångströmlaboratoriet vid Uppsala universitet arbetat med att upprepa de tidigare försöken under så rena förhållanden som möjligt. Fokus har varit att leta efter korrosionsprodukter som bildas vid en korrosionsprocess. Trots noggranna analyser av materialen som ingår i försöket, exempelvis vattnet och koppars yta, har man inte sett några korrosionsprodukter.

Parallellt har också forskare vid det mikrobiologiska forskningsföretaget Microbial Analytics AB utvecklat en alternativ metod att studera fenomenet. Där har man använt sig av en enklare försöksupställning. I stället för stålbehållare har man lagt kopparbitar i vanliga provrör av glas med rent syrgasfritt vatten. Provrören försluts med en gummikork och med en nål kan man ta ut en liten mängd gas som sedan analyseras i en gaskromatograf. Under 2014 har en rad olika kopparkvaliteter som rengjorts på olika sätt studerats med den här alternativa metoden.

Forskningen gav klarhet

Resultaten från de båda forskargrupporns arbete har lett fram till ny och avgörande information i frågan. Denna information presenterade SKB i en samlad redovisning i mars 2015 (med ett tillägg 2016 innehållande kompletterande referenser) som svar på Strålsäkerhetsmyndighetens begäran om komplettering. Där konstaterar man att oavsett vilken kvalitet det är på kopparn eller hur den rengjorts så bildas ingen vätgas när man lägger den i rent syrgasfritt vatten.



Foto: Curt-Robert Lindqvist

Genom laboratorieexperiment vid bland annat forskningsföretaget Microbial Analytics AB i Göteborg, har frågan om kopparkorrosion i rent syrgasfritt vatten undersökts.

SKB kan därmed bekräfta att koppar inte kan korrodera fortgående under syrefria förhållanden. Mycket tunna ytskikt kan oxideras, men det är utan betydelse för slutförvaret. Detta stämmer överens med den gängse kunskapen om koppars motståndskraft mot korrosion.

I försök med kapselkoppar har man dock sett vätgas i försöken. Genom att värmebehandla kapselkopparn upp till 400 grader i vakuum har man kunnat detektera att den avger vätgas. När kopparn sedan läggs i rent syrgasfritt vatten kommer ingen vätgas. Detta betyder att den vätgas som observerats i försök med kapselkoppar fanns i materialet från början. Det handlar alltså inte om någon korrosionsprocess.

Fortsatt forskning

För andra korrosionsprocesser är vår forskning inriktad på att få en bättre förståelse för detaljer i mekanismerna. Här arbetar vi internationellt tillsammans med flera olika forskare. Med ökad kunskap kan vi öka precisionen i våra beräkningar vid nästa säkerhetsanalys.