

Till Dnr 46/07

Februari 2008

Peter Szakálos
Korrosionslära
Kungliga Tekniska Högskolan
Drottning Kristinas väg 51
100 44 Stockholm

Bästa forskarkollegor,

Vi har tagit del av Ert brev till Miljöminister Andreas Carlgren daterat den 23 januari 2008. Det är helt naturligt att Kärnavfallsrådet intresserar sig för en studie (P. Szakálos et al, *Electrochemical and Solid-State Letters*, 10 (11) C63-C67 2007) vars slutsats är att kopparkapseln skulle kunna korrodera i den miljö där den ska innesluta använt kärnbränsle i mer än 100 000 år. Detta arbete utgjorde underlag för publicering av en artikel i SvD (21 januari) som medförde en del kritik mot SKB och KBS-3 konceptet.

Det är också naturligt att vi inom forskarsamhället ska ha beredskap för att våra publicerade arbeten kritiskt granskas och att underlaget till våra slutsatser kan ifrågasättas. Detta utgör egentligen grunden för att publicera all forskning och publikationen bör innehålla tillräckligt mycket information (t.ex. avseende experimentell metodik) att det ska vara möjligt för en intresserad läsare att granska och vid behov ifrågasätta slutsatserna.

Att vårt yttrande i detta fall medförde en ny artikel i SvD är inte heller konstigt och inte något som Kärnavfallsrådet beklagar eftersom vi också strävar efter att väcka ett intresse och engagemang för denna viktiga fråga bland allmänheten. Mot den bakgrunden är syftet med Ert brev till Miljöministern svårt att förstå.

Till sakfrågan:

Er föreslagna reaktionsmodell innebär alltså att vattnet reduceras t.ex. enligt reaktionen $\text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \Rightarrow \text{H}_{\text{ads}} + \text{OH}^-$ vilket då skulle oxidera metalliskt koppar enligt $\text{Cu} \Rightarrow \text{Cu}^+ + \text{e}^-$. Vilket oxidationstal har Cu i Era föreslagna korrosionsprodukter? Av de angivna formlerna att döma verkar det vara Cu(I). Detta skulle dock innebära att totalreaktionen inte är termodynamiskt motiverad. Därför bör Ni ge förslag på varför termodynamiken i detta fall är satt ur spel, vilket är ett rimligt krav med hänsyn till att så mycket talar emot en oxidation av koppar med vatten som oxidationsmedel. Det är dessutom allmänt känt att koppar inte är en väteutdrivande metall och att koppar därför endast kan oxideras i syror som salpetersyra och svavelsyra och då inte genom vätegasutveckling.

Det finns många exempel på fynd av gedigen koppar i naturen som har funnits där i tusentals år och längre. Hur anser Ni detta vara möjligt med utgångspunkt från Era slutsatser? Är en syrefri miljö farligare ur korrosionssynpunkt än en syrehaltig?

Ni har fortfarande inte gett något svar på var (i Sverige?) SIMS-mätningarna är gjorda och hur provberedningen har gått till och vilka åtgärder har gjorts för att förhindra luftoxidation av prover från experiment i anoxisk miljö?

Att korrosionsprodukterna på koppar innehåller syre från både vatten och syrgas och att korrosionsprodukterna innehåller väte tycker vi fortfarande inte utesluter att reaktionen $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow 2\text{CuO} + 2\text{H}_{\text{ads}}$ är dominerande ev. följd av $2\text{CuO} \Rightarrow \text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_{\text{ads}}$.

Det vore ju ganska enkelt att utesluta ovanstående modell genom att upprepa experimentet utan metallisk koppar men med Cu(I)O i syrefri miljö och analysera om vätgas genereras eller ej. I Era föreslagna korrosionsprodukter förekommer H_{ads} vilket betyder att den totala ytan av metallisk koppar måste vara en kritisk parameter. Genom att göra experiment med kopparpulver skulle man kunna öka ytan på ett dramatiskt sätt och få ett ännu säkrare underlag till era slutsatser.

Man bör också komma ihåg att i Era experiment används "obundet vatten" vilket betyder att vattnet har en hög aktivitet som direkt påverkar de föreslagna reaktionernas kinetik och omfattning. I slutförvaret kommer vattnet att vara bundet i bentoniten vilket bör sänka vattenaktiviteten avsevärt.

Avslutningsvis vill vi påpeka att Kärnavfallsrådet är en oberoende vetenskaplig kommitté som lämnar råd till regeringen i kärnavfallsfrågan. Vi gör våra granskningar och drar våra slutsatser helt utifrån den vetenskapliga kompetens som vi besitter vilket i många fall också innebär att vi kritiserar SKB:s forskningsprogram. Man måste dock ha förståelse för att även SKB måste utgå från vissa grundläggande fakta och dit hör (åtminstone än så länge) att koppar är en tillräckligt ädel metall för att inte korroderas av vatten i en syrefri miljö.

Med vänlig hälsning

Willis Forsling
Professor oorganisk kemi,
ledamot i Kärnavfallsrådet

Hannu Hänninen
Professor maskinteknik,
sakkunnig i Kärnavfallsrådet

Kopia till:

Miljöminister Andreas Carlgren
Miljödepartementet, Registrator
Miljödepartementet, Ansi Gerhardsson

Länsstyrelsen i Kalmar län
Länsstyrelsen i Uppsala län

Oskarshamns kommun
Östhammars kommun

SKI
SSI
SKB
MKG
MILKAS

Mats Hillert, KTH
Gunnar Hultquist, KTH
Rolf Sandström, KTH
Seshadri Seetharaman, KTH

Olle Grinder, PM Technology

Kim Lundin, Dagens Industri
Nilofar Saidi, SVT/Rapport
Björn Malmström, Svenska Dagbladet