



DokumentID
1418271

Ärende

Strålsäkerhetsmyndigheten
Att: Ansi Gerhardsson
171 16 Stockholm

Handläggare
Kastriot Spahiu
Er referens
SSM2011-2426-108
Kvalitetssäkrad av
Allan Hedin
Helene Åhsberg
Godkänd av
Martin Sjölund
Kommentar
Granskning, se SKBdoc 1387259

Sida
1(3)
Datum
2013-12-13
Ert datum
2013-03-15
Kvalitetssäkrad datum
2013-12-19
2013-12-20
Godkänd datum
2013-12-20

Svar till SSM på begäran om komplettering avseende metallegeringar i bränsle

Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM, har i skrivelse till Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, daterad 2013-03-15, begärt komplettering av ansökan om slutförvaring av använt kärnbränsle angående långsiktig stabilitet hos metallegeringar i bränsle på följande tre områden.

- 1. En utförlig redovisning av förekomst av metallegeringen Mo-Tc-Ru-Rh-Pd. Redovisningen bör omfatta fördelningen av legeringen i bränslekutsar längs kutsarnas radie, legeringens partikelstorlek, medmera, för bränsle med olika utbränningsgrader. Dessutom bör SKB komplettera med information om andelen platinametaller som förekommer i annan form än i den ovan nämnda metallegeringen.*
- 2. En utförlig redovisning av långsiktig stabilitet av metallegeringen.*
- 3. En utförlig redovisning av påverkan av bildning av metallegeringen på bränslets oxidationsstatus.*

En utförlig redovisning av de tre punkterna ges i bifogad bilaga. Nedan ges en sammanfattning av denna redovisning.

- 1. En utförlig redovisning av förekomst av metallegeringen Mo-Tc-Ru-Rh-Pd. Redovisningen bör omfatta fördelningen av legeringen i bränslekutsar längs kutsarnas radie, legeringens partikelstorlek, medmera, för bränsle med olika utbränningsgrader. Dessutom bör SKB komplettera med information om andelen platinametaller som förekommer i annan form än i den ovan nämnda metallegeringen.*

SKB:s svar

Vanligtvis bildas metallegeringen i bränslet som en hexagonal fas (ϵ -fas) vilken huvudsakligen innehåller Mo, Ru, Tc, Rh och Pd. I bränslen som utsätts för högre temperaturer (t ex i snabbreaktorer, FBR), har även en kubisk palladium-rik α -fas rapporterats. Partiklarna har undersökts med transmissionselektronmikroskopi, TEM, och partikelstorleken vid bränslekutsens yttre kant har bestämts till 1-8 nm. I de mer centrala delarna av bränslekutsen, där temperaturen är högre då bränslet är i reaktorn, är partiklarna större. Partiklarna blir också större om bränslet har rampats, dvs utsatts för högt

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

effektuttag. Partiklarnas kemiska sammansättning påverkas också av högre Pd utbyte vid ^{239}Pu fission jämfört med ^{235}U fission. Med ökad utbränning ökar mängden fissionsprodukter och därmed också total mängd metallegering. Vid upplösning av använda bränslekutsar i salpetersyra är utbytet av metalliska partiklar, dvs den icke-upplösta fraktionen av metalliska partiklar, alltid mindre än hela inventariet för ädelmetaller. Detta tyder på att en stor andel av de metalliska partiklarna är extremt små (endast några atomer stora) och därmed löses upp i salpetersyra.

2. En utförlig redovisning av långsiktig stabilitet av metallegeringen.

SKB:s svar

Metallpartiklarna är resistent mot vattenkorrosion under både oxiderande och reducerande förhållanden. Det är dock känt att palladiumkatalysatorer kan reagera med sulfidjoner, vilket orsakar såkallad sulfidförgiftning, vilket påverkar deras funktion negativt. En studie visar att sulfidförgiftning av palladium inte sker i närvaro av höga väte- och sulfidkoncentrationer. Sulfidkorrosion är möjlig under reducerande förhållanden vid bränsleytan, dvs när radioaktiviteten hos bränslet har avklingat till försumbara nivåer. Detta kan utläsas av resultat av de studier som gjorts på liknande partiklar i de naturliga kärnreaktorerna i Oklo. Med tanke på den extremt låga lösligheten hos de flesta metallsulfider kommer inte sulfidkorrosion att bidra till signifikant frigörelse av komponenterna i metallegeringen. Sulfid är reducerande, och det har visats experimentellt att radiolytisk upplösning av några tusen år gammalt bränsle motverkas redan vid ppm-koncentrationer av sulfid under inert atmosfär.

3. En utförlig redovisning av påverkan av bildning av metallegeringen på bränslets oxidationsstatus.

SKB:s svar

Syrepotentialen hos det använda bränslet skiljer sig endast marginellt från potentialen hos den nytillverkade kutsen. Detta beror främst på den buffrande effekten hos den rikligt förekommande fissionsprodukten molybden. Det överskott av syre som bildas vid fission av U och Pu neutraliseras helt genom både oxidation av metalliskt Mo i metallpartiklar, så att Mo (IV) bildas, vilken löses i bränslematrisen, och oxidation av ett tunt skikt av den inre ytan av kapslingen (Zircaloy).

Med vänlig hälsning

Svensk Kärnbränslehantering AB
Avdelning Kärnbränsleprogrammet

Helene Åhsberg
Projektledare Tillståndsprövning

Bilaga

Spahiu K, Evins L Z, 2013. Metal alloy particles in spent nuclear fuel. SKBdoc 1415408, ver 1.0. Svensk Kärnbränslehantering AB.