

RÉSUMÉ

Titre : Évaluation de la fissuration par hydruration retardée des grappes de combustible CANDU irradiées pendant l'entreposage à sec
Rapport n° : NWMO TR-2010-13
Auteurs : Timothy Lampman et Paul Gillespie
Organisation : AMEC NSS
Date : Décembre 2010

Résumé

Ce rapport résume divers travaux d'expérimentation et de modélisation effectués pour déterminer si la fissuration par hydruration retardée (FHR) pouvait survenir dans les grappes de combustible CANDU entreposées dans les conteneurs de stockage à sec d'Ontario Power Generation. Les études réalisées indiquent que le combustible CANDU n'est pas susceptible de subir de FHR.

La FHR nécessite que la concentration d'hydrogène dans un matériau excède sa solubilité, un gradient de contrainte qui concentre l'hydrogène dissous, formant par ce fait des hydrures solides, et une contrainte suffisante pour fracturer les hydrures formés. Si toutes les conditions sont présentes, la FHR est susceptible de survenir. Les premières études dans ce domaine ont déterminé que la concentration d'hydrogène présente dans le combustible irradié était suffisante pour entraîner la FHR, mais une incertitude persistait quant à savoir si l'importance de la contrainte présente dans le combustible CANDU était suffisante pour provoquer la FHR en conditions d'entreposage à sec.

Pour étudier davantage la question, AMEC NSS a mis au point des modèles de contrainte par éléments finis applicables aux grappes de combustible CANDU utilisées par Ontario Power Generation et Bruce Power. Ces modèles de contrainte ont été mis au point pour tenir compte des propriétés de combustible CANDU. Une des principales caractéristiques du combustible susceptibles de favoriser la FHR est la soudure entre le bouchon d'extrémité et la plaque d'extrémité, où la discontinuité de soudure est très marquée. Une étude de cas sur les conditions d'entreposage à sec du combustible a été réalisée pour déterminer les facteurs d'intensité des contraintes à l'extrémité de la discontinuité de la soudure. Les résultats laissent supposer que les facteurs d'intensité des contraintes ne dépassent pas $3 \text{ MPa m}^{1/2}$.

Pour comprendre si le facteur d'intensité de contrainte est suffisant pour engendrer de la FHR, Kinectrics a mis au point une technologie et des dispositifs permettant de déterminer le facteur d'intensité de contrainte déclenchant la FHR aux soudures entre les plaques d'extrémité et les bouchons d'extrémité. Les modèles à 28 et 37 éléments de combustible de différents fabricants ont été testés. Les résultats des tests semblent indiquer que le facteur d'intensité de contrainte critique se situe dans une plage de $7,6 \text{ MPa m}^{1/2}$ à $13,6 \text{ MPa m}^{1/2}$.

Puisque le facteur d'intensité de contrainte calculé est nettement inférieur au facteur d'intensité de contrainte critique, la FHR n'est pas susceptible de survenir en condition d'entreposage à sec. Bien que des incertitudes subsistent dans le cadre de ces travaux, elles ne sont pas considérées comme suffisamment importantes pour réfuter la conclusion selon laquelle la FHR n'est pas susceptible de survenir en condition

d'entreposage à sec, étant donné la marge indiquée entre les facteurs de contrainte appliqué et critique.