

Facultatea de Energetică

Adaptarea unor modele fizice de relocare a combustibilului în cursul accidentelor severe existente în codul SCDAP/RELAP5 (PWR) la geometria orizontală specifică reactorilor CANDU

Autor: Mirea Mladin

Coordonator: prof. dr. ing. Nicolae Dănilă

Teza de doctorat privește domeniul accidentelor severe la reactorii nucleari de putere. Se realizează întâi o introducere în problematica accidentelor severe la reactori nucleari energetici cu apă sub presiune. În vederea prezentării ulterioare în lucrare a adaptărilor făcute și a noilor modele, este realizată o prezentare sintetică a modelelor de degradare la accident sever existente în versiunea standard a codului de calcul (PWR/BWR). Apoi sunt abordate accidentele severe la CANDU, din punctul de vedere al secvențelor de accident luate în considerare în analiza de accident sever, cu reliefarea specificității reactorilor CANDU. Sunt investigate capabilitățile versiunii standard a codului SCDAP/RELAP5 în tratarea fazei timpurii a accidentului, în interiorul canalului combustibil. Ulterior, teza sintetizează contribuțiile originale ale autorului la studiul accidentelor severe la CANDU cu SCDAP/RELAP5 și adaptările făcute pentru modelarea fenomenelor la acest proiect de reactor.

Modelul de relocare a topiturii metalice în geometrie de fascicul combustibil orizontal, prăbușirea fasciculului și transferul de căldură la contactul dintre componente sunt modele noi în SCDAP/RELAP5, dezvoltate de autor și destinate reactorilor CANDU.

Teza abordează și studiul fazei târzii a accidentului sever la CANDU prin adaptarea și aplicarea SCDAP/RELAP5 la studii de retenție a zonei active degradate în interiorul vasului Calandria. Acestea investighează posibilitatea de răcire pe termen lung a vasului de către apa din tancul de protecție biologică, precum și evoluția temperaturii și zonei active degradate și integritatea peretelui vasului.

Capitolul final al tezei analizează posibilitatea continuării lucrărilor și preconizează unele noi adaptări de modele fizice în SCDAP/RELAP5 pentru a trata complet o secvență de accident sever la CANDU cu acest cod de calcul.

Adaptation of some physical models for fuel degradation during severe accidents existent in SCDAP/RELAP5 (PWR) to horizontal geometry of CANDU reactors

The thesis concerns the severe accidents in nuclear reactors. Firstly, an introduction in the topic of pressurised-water reactors severe accidents is done. With the aim of subsequently presenting the adaptations and the new physical models, a concise presentation of fuel degradation models existent in the standard version of SCDAP/RELAP5, for PWR/BWR, is provided. Then, accident sequences that could lead to severe accidents are approached, stressing the peculiarities of CANDU reactors with regard to severe accidents. The capabilities of the standard version of the code to simulate the early-phase of the accident inside the fuel channel are investigated. Further on, the thesis presents the original contributions of the author to severe accidents studies in CANDUs using SCDAP/RELAP5, and the adaptation of the code for this reactor design.

The metallic melt relocation in horizontal fuel bundle geometry and the heat transfer at contact between components are new models in SCDAP/RELAP5, developed by the author and designed for CANDU.

The late-phase of the accident is also approached by adapting and applying SCDAP/RELAP5 to in-vessel retention studies of the degraded core in the bottom of the Calandria vessel. These studies investigate the long-term possibility of cooling the vessel by the shield-tank water, and the evolution of the temperature of the core debris and the integrity of the vessel wall.

The final chapter of the thesis analyses the possibilities to continue the work and foresees some new physical adaptations that could be done in SCDAP/RELAP5 in order to treat a CANDU severe accident sequence completely using the code.