

Tranziens reaktorfizikai folyamatok vizsgálata saját fejlesztésű, végeselem-módszeren alapuló diffúziós kóddal

Absztrakt

Az alkalmazott fizikai tudományokban a számítógép és a numerikus módszerek megjelenése óta a fizikai folyamatok szimulációja elengedhetetlen. Atomerőművekben, kutatóreaktorokban a fluxus-, így a teljesítmény-eloszlás folyamatos modellezése céljából különböző neutrontranszport közelítésen és numerikus módszeren alapuló reaktorfizikai kódokat alkalmaznak. Magyarországon a numerikus módszerek kínálta spektrumból hiányzik a tisztán végeselem-módszert alkalmazó, tranziens számításokat is lehetővé tévő reaktorfizikai kód. 2014 óta a BME Nukleáris Technikai Intézetében folyó elméleti reaktorfizikai kutatások egyik fő iránya a végeselem-módszeren alapuló determinisztikus neutrontranszport modellezés.

A végeselem-módszernek az előnye az elterjedtebben alkalmazott végesdifferencia-módszerhez képest, hogy tetszőlegesen bonyolult, szabálytalan geometriát is képes kezelni a tetszőleges geometriájú, véges sok elemre történő felbontás segítségével. A végeselem-módszer további előnye, hogy több dimenzióra könnyedén általánosítható algoritmust kapunk, hiszen a térdimenzió száma a hálózason kívül csak az elemeken belüli interpolációra alkalmazott formafüggvények alakját befolyásolja.

A 2018. évi Tudományos Diákköri Konferenciára készített dolgozatomban bemutattam egy, az időfüggő diffúzióegyenlet megoldására fejlesztett algoritmust, ismertettem az általam fejlesztett, végeselem-módszeren alapuló időfüggő diffúziós kód felépítését, és egydimenziós időfüggő tesztesetek eredményeit prezentáltam. A DIMITRI végesdifferencia-módszeren alapuló, az NTI-ben fejlesztett időfüggő diffúziós kód továbbfejlesztéseként induló programírás mára önálló projekté nőtte ki magát, melynek eredménye egy olyan

– térben végeselem-, időben theta-módszert használó – sajátfejlesztésű kód lett, ami képes tetszőleges geometriával, energiacsoport számmal, anyagi összetétellel és későneutron-anyamag csoporttal, kapcsolt és visszacsatolást is figyelembe vevő reaktorfizikai folyamatokat számítani.

Jelen dolgozatomban két kétdimenziós, időfüggő benchmark feladat esetében ismertetem az általam fejlesztett időfüggő diffúziós kód alkalmazásával kapott eredményeket, melyeket összevetek a vonatkozó irodalomban rendelkezésre álló referenciaeredményekkel. Az első benchmarkban visszacsatolás figyelembe vétele nélkül a termikus tartománybeli abszorpciós csoportállandó kétféle változtatásának hatását vizsgálom az ún. TWIGL feladatban. A második benchmark feladatban pedig egy egyszerűsített forralóvizes reaktormodell esetében számítok egy prompt szuperkritikus folyamatot, ahol a csoportfluxusok eloszlása mellett a hőmérsékletmezőt is modellezem, visszacsatolásként pedig figyelembe veszem a Doppler-effektust is.

Hajas Tamás Zoltán