

## **МОДЕЛЬ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ДЛЯ МАНЕВРУВАННЯ ПОТУЖНІСТЮ РЕАКТОРА ВВЕР-1000**

**СЕВЕРИН В.П., НІКУЛІНА О.М., ЛЮТЕНКО Д.А.**

*Національний технічний університет*

*«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Атомні електростанції з ядерними реакторами ВВЕР-1000 генерують значну частку електричної енергії України та експлуатуються в режимі стабілізації потужності атомного енергоблоку, хоча внаслідок невідповідності між генеруванням і споживанням електричної енергії упродовж добового циклу актуальна проблема маневрування потужністю енергоблоку. При зміні потужності реактора необхідно одночасно контролювати швидку зміну багатьох нейтронно-фізичних і технологічних параметрів, що призводить до необхідності модернізації діючих енергоблоків АЕС шляхом створення системи автоматичного управління потужністю енергоблоку у маневрених режимах.

Мета доповіді полягає в представленні моделі системи автоматичного управління для маневрування потужністю реактора ВВЕР-1000.

Проаналізовано притаманні ВВЕР-1000 внутрішні збурення, що впливають на сталість реактора: температурний ефект реактивності, потужнісний ефект реактивності, ефект реактивності від отруєння йодом і ксеноном. Кількісною мірою сталості реактора є аксіальний офсет – технологічна характеристика рівномірності енерговиділення. Для ефективного та безпечного керування потужністю енергоблока в режимі маневрування необхідно створити систему автоматичного управління, яка буде враховувати властиві реактору ВВЕР-1000 внутрішні збурення, дозволить зменшити відхилення аксіального офсету та забезпечити сталість реактора. Представлена багатозонна математична модель реактора ВВЕР-1000 з зосередженими параметрами як об'єкта автоматичного управління. Активна зона реактора поділена по висоті на 10 зон з зосередженими параметрами. Відмінність між зонами полягає в різних початкових умовах та значеннях теплогідравлічних параметрів. Модель кожної зони складається з типових блоків: точкова модель нейтронної кінетики реактора; модель нагріву теплоносія; модель нагріву твєлів; модель ефекту реактивності від отруєння ксеноном; модель температурного ефекту реактивності; модель потужнісного ефекту реактивності; модель теплової потужності; модель впливу регулюючої групи органів регулювання системи управління та захисту; модель борного регулювання. Температура теплоносія на виході з однієї зони дорівнює його температурі на вході в наступну зону. Модель реактора доповнена рівняннями регуляторів та приведена до відносних змінних стану. Розраховано аксіальний офсет як кількісну міру сталості реактора.

Розроблена багатозонна модель реактора дозволить контролювати зміну основних технологічних параметрів реактора ВВЕР-1000, таких як тепла потужність, значення температури теплоносія на вході та виході з активної зони реактора, температуру твєлів по висоті активної зони реактора.