

ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЁТА ДИНАМИКИ ИМПУЛЬСНОГО РЕАКТОРА ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

*Верхоглядов А.Е., Верхоглядова В.Н., Шабалин Е.П.
Объединённый Институт Ядерных Исследований, г. Дубна*

В Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ (Дубна) с 1960 года работают уникальные установки для получения и научного применения нейтронов – импульсные реакторы периодического действия (ИРПД). Исследовательские реакторы этого типа используются для экспериментов в области физики твёрдого тела, ядерной физики и радиационных исследований. ИРПД – сложная динамическая система с множеством обратных связей.

Как показал опыт эксплуатации реактора ИБР-2М и его предшественников (ИБР-2, ИБР-30), в периодических импульсных реакторах при некоторых условиях наблюдается нестабильная динамика импульсов мощности. Обнаружены и описаны несколько явлений, вызывающих обратную связь и способных приводить к неустойчивой динамике: температурное расширение топливных таблеток [1], изгибы твэлов и тепловыделяющих сборок [2], теплопередача в потоке теплоносителя. Для исследования особенностей работающих ИРПД и проектирования нового источника создаётся программно-расчётный комплекс, моделирующий работу реактора с учётом известных физических процессов, параметров конструкции и материалов активной зоны (рис.1).

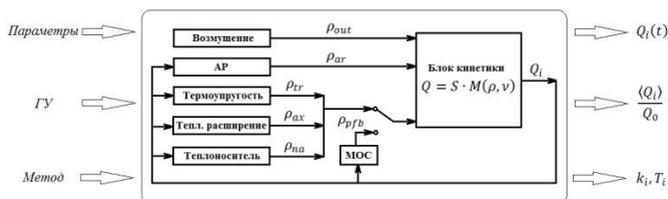


Рис. 1. Блок-схема программы

Благодаря модульной структуре и ряду физических допущений, программа моделирует динамику импульсного реактора, вычисляя все параметры системы от импульса к импульсу. Уравнения нейтронной кинетики решаются по одноточечной модели с учётом запаздывающих нейтронов. Для учёта обратных связей по реактивности рассчитываются температурные деформации топлива и термоупругие колебания твэлов. Разрабатывается модуль учёта гидродинамических эффектов жидкого теплоносителя. Для сравнения результатов с другими моделями и экспериментальными данными в программе имеется возможность построения импульсной переходной характеристики реактора [3].

Первые результаты расчётов позволяют предложить несколько способов борьбы с нестабильностью динамики ИРПД:

XX МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

- Изучение области неустойчивости в пространстве параметров (частота импульсов, мощность, расход теплоносителя, собственные частоты твэлов);
- Изучение величины трения поперечных колебаний твэлов;
- Создание твэлов разной массы или жёсткости.

Литература

1. Шабалин Е.П., О колебаниях мощности и пределе устойчивости импульсных реакторов // Атомная энергия, - 1986.
2. А.Е. Верховлядов, Уравнение плоских вынужденных поперечных колебаний стержня под действием температуры. Численно-аналитическое решение. // Письма в ЭЧАЯ, - 2023.
3. Е.А. Бондарченко, Ю.Н. Пепельшев, А.К. Попов, Экспериментальное и модельное исследование особенностей динамики импульсного реактора периодического действия ИБР-2. // Физика элементарных частиц и атомного ядра, - 2004.