

4. РЕАКТОРЫ НА ПРОМЕЖУТОЧНЫХ НЕЙТРОНАХ

Помимо реакторов на тепловых и быстрых нейтронах существуют и реакторы, работающие на нейтронах с промежуточными энергиями.

Примером может служить реактор СМ-3 (г.Димитровград). Водо-водяной корпусной высокопоточный исследовательский реактор СМ на промежуточных нейтронах относится к классу импульсных реакторов с нейтронной ловушкой и отражателем из металлического бериллия, размещенных в стальном корпусе. Активная зона, состоящая из 28 топливных сборок, имеет высокую концентрацию ^{235}U и относительно небольшую концентрацию ядер замедлителя, в качестве которого используется легкая вода.

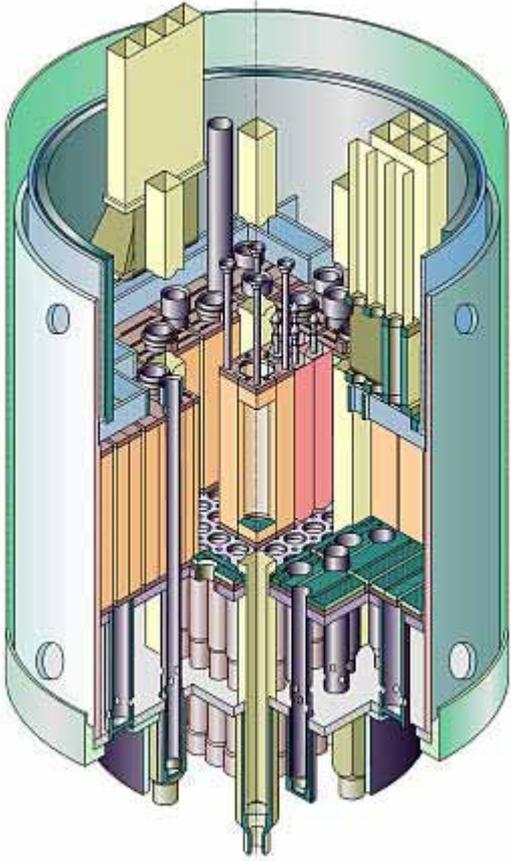


Рис.17. Блок схема высокопоточного реактора на промежуточных нейтронах СМ-3.

В реакторе СМ-3 используется тепловыделяющие сборки двух типов, содержащие 0,94 кг (188 ТВЭлов) и 0,8 кг (160 ТВЭлов) ^{235}U . Обе ТВС представляют собой коробчатую жесткую конструкцию из кожуха квадратного сечения. В обеих ТВС используются стержневые ТВЭлы крестообразного профиля с ядерным топливом дисперсионного типа в виде двуоксида урана. Оболочка – нержавеющая сталь; матрица – медь с бериллиевой бронзой.

Высокопоточная ловушка нейтронов формируется бериллиевыми вкладышами сложной формы, установленными в четыре центральные ячейки. Вкладыши образуют в центре активной зоны цилиндрическую полость, в которой установлен центральный блок трансурановых мишеней с трубчатым сепаратором мишеней.

Высокоэнергетичные нейтроны, покидая активную зону, замедляются до тепловых в нейтронной ловушке и боковом бериллиевом отражателе. В ловушке достигается максимальная плотность потока тепловых нейтронов – до $5 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$, а в ТВЭлах на границе активной зоны и ловушки – максимальное энерговыделение. В отражателе плотность потока тепловых нейтронов меньше, чем в ловушке, но также достаточно высока, до $1,35 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$.

При сооружении реактора СМ ориентировались на создание ТВЭла, который мог бы работать при сверхвысоких тепловых нагрузках. Выбор пал на ТВЭл с дисперсионной топливной композицией на основе диоксида урана в медной (с добавкой бериллиевой бронзы) матрице и со стальной оболочкой. Для увеличения отношения поверхности ТВЭла к его объему выбрана крестообразная форма поперечного сечения. Высокая теплопроводность топливной композиции в сочетании с прочным диффузионным сцеплением сердечника с оболочкой обеспечивают приемлемую температуру в ТВЭлах при тепловом потоке с их поверхности, достигающем величины $12\text{--}15 \text{ МВт/м}^2$. Они остаются работоспособными при проектных теплотехнических параметрах до выгорания 50% и выше. Но это достигается, применением материалов, сильно поглощающих нейтроны, особенно в низкой энергетической области. Создать новый ТВЭл с заменой этих материалов на другие, менее поглощающие нейтроны, и в то же время с высокой работоспособностью – сложная задача. Испытывались ТВЭлы, изготовленные методом совместной прокатки сердечника из смеси диоксида урана и порошка электролитического никеля в оболочке из никеля, а также ТВЭлы с алюминиевой или циркониевой матрицей с гетерогенным упорядоченным размещением в ней ядерного топлива.

Реакторы на промежуточных нейтронах пока не нашли применения в энергетике, но они считаются достаточно перспективными.