

Исследовательский ядерный реактор ИВВ-2М. Краткое описание и основные характеристики

Исследовательский ядерный реактор ИВВ-2М является легководным реактором бассейнового типа. Его номинальная тепловая мощность составляет 15 МВт.

Конструкция реактора ИВВ-2М показана на рисунках 1 и 2. Бассейн реактора расположен в бетонном массиве, покрытом изнутри герметичной оболочкой из нержавеющей стали.

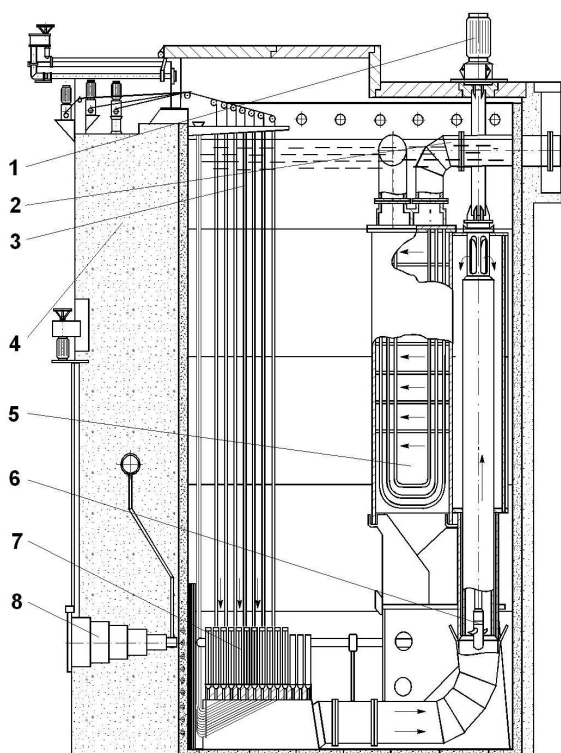


Рисунок 1. Конструкция реактора ИВВ-2М
(вертикальное сечение)

1 – электродвигатель насоса; 2 – трубопровод второго контура охлаждения; 3 – приводы стержней регулирования; 4 – бетонный массив; 5 – теплообменник; 6 – насос; 7 – активная зона; 8 – горизонтальный экспериментальный канал.

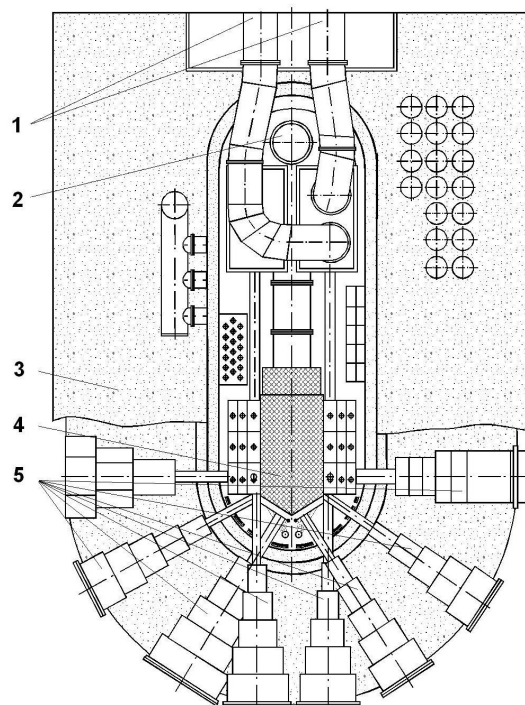


Рисунок 2. Конструкция реактора ИВВ-2М
(горизонтальное сечение)

1 – трубопроводы второго контура охлаждения; 2 – теплообменник; 3 – бетонный массив; 4 – активная зона; 5 – горизонтальные экспериментальные каналы.

Реактор оснащен 8-ю горизонтальными экспериментальными каналами диаметром от 100 до 230 мм, в том числе: шесть радиальных и два касательных канала, два вертикальных экспериментальных канала диаметром 150 и 200 мм.

В нижней части бассейна реактора располагается опорная плита из алюминиевого сплава, в которой имеется 186 установочных отверстий, расположенных по треугольной схеме с шагом 64 мм. Активная зона формируется установкой в опорную плиту шестигранных тепловыделяющих сборок (от 36 до 42 штук), шестигранных бериллиевых блоков отражателя, экспериментальных и облучательных устройств.

Топливные сборки, установленные в опорной плите, образуют шесть секций. В центре каждой из секций оставляется полость, предназначенная для установки экспериментальных и облучательных устройств внешним диаметром до 60 мм. Возможно формирование из фигурных бериллиевых блоков полостей диаметром 105 мм, 123 мм и

130 мм, как в центре активной зоны, так и в отражателе (рисунок 3). Кроме того, в отражателе различные устройства могут устанавливаться вместо любого из бериллиевых блоков, таким образом, существует возможность для формирования в отражателе активной зоны полости диаметром до 400 мм (рисунок 4).

В каждой топливной сборке также имеется полость, образованная внутренней шестигранной чехловой трубой с вписанным диаметром 29,1 мм. В эти полости могут устанавливаться различные устройства для облучения. Облучательные устройства диаметром менее 24 мм могут устанавливаться в специальные бериллиевые блоки с внутренней полостью диаметром 25 мм.

Блочная структура активной зоны и отражателя, однотипность и взаимозаменяемость их элементов обеспечивают гибкость конструктивных решений и физических параметров при проведении научных экспериментов и осуществлении производственной деятельности. Одновременно в активной зоне и отражателе реактора облучается до 55 экспериментальных облучательных устройств.

Высокий коэффициент размножения нейтронов и уран-водное отношение данной активной зоны, а также наличие бериллиевого отражателя обеспечивают высокую плотность потока нейтронов и относительно жесткий энергетический спектр нейтронов.

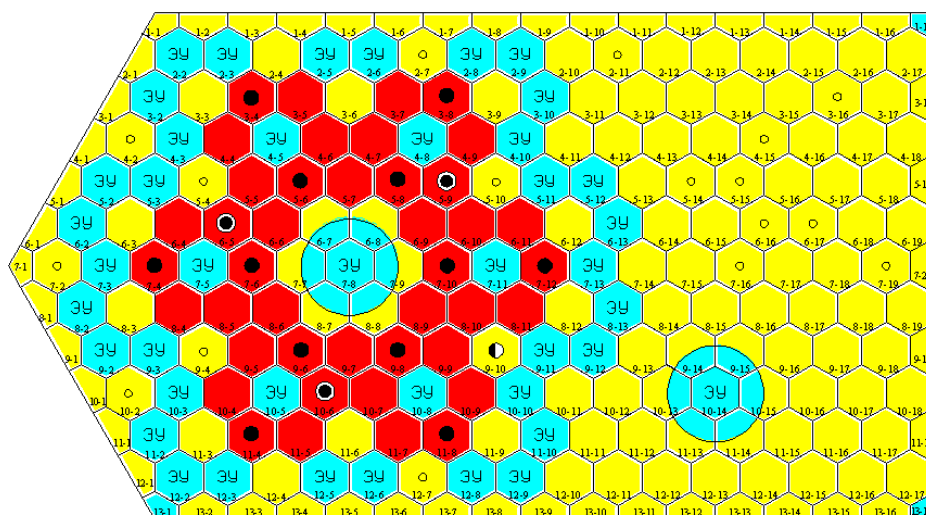
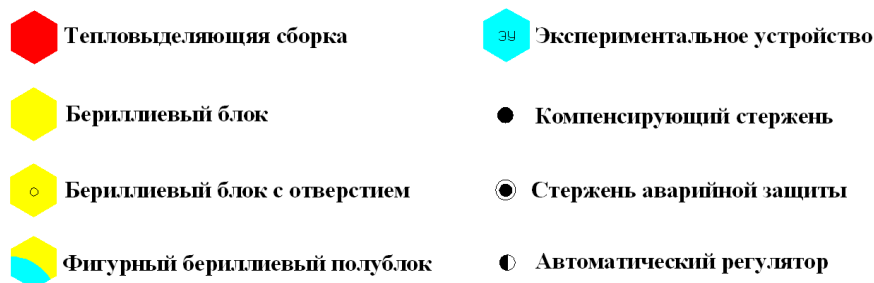


Рисунок 3. Активная зона реактора ИВВ-2М с экспериментальным устройством в центральной ячейке



Основные технические и физические характеристики реактора ИВВ-2М приведены в таблице.

Параметр	Значение
Тепловая мощность реактора, МВт	15
Теплоноситель 1 контура	Химобессоленая вода
Высота активной зоны, мм	500
Мощность теплообменника, МВт	20
Максимальная плотность потока нейтронов, $1/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$:	
– тепловых	$5 \cdot 10^{14}$
– быстрых ($E > 0,1$ МэВ)	$3 \cdot 10^{14}$
Количество возможных ячеек для ЭУ в активной зоне и бериллиевом отражателе, шт.:	
– в центре АЗ, $\varnothing 123$ мм;	1
– в секции из шести ТВС, $\varnothing 60$ мм;	6
– в полости ТВС, $\varnothing 30$ мм;	20
– в Ве-отражателе, $\varnothing 60$ мм;	10
– в Ве-отражателе, $\varnothing 130$ мм;	4
– в Ве-отражателе, до $\varnothing 400$ мм;	1
– в полости Ве-блока, $\varnothing 24$ мм;	25
Временной коэффициент использования реактора, %	80-90
Продолжительность компании, ч	500

Реконструкция и модернизация систем и оборудования ИЯР

Физический пуск исследовательского ядерного реактора ИВВ-2М был проведен в апреле 1966 года. В период с 1975 года по 1988 год была проведена модернизация ИЯР ИВВ-2М.

Модернизация реактора, проведенная в период с 1975 по 1988 годы, позволила увеличить тепловую мощность реактора до 20 МВт. (разрешенная на сегодня мощность 15 МВт), повысить нейтронно-физические характеристики активной зоны и заложить основу для продления ресурса эксплуатации ИЯР ИВВ-2М до 2025 года.

В 2010 году разработан «План мероприятий ОАО «ИРМ» по обеспечению безопасной эксплуатации комплекса ИВВ-2М на период до 2025 года», утвержденный руководством ГК «Росатом». Финансирование «Плана мероприятий...» предусмотрено из средств отраслевой Программы развития экспериментальной базы и резерва ГК «Росатома».

Основные работы по модернизации систем и оборудования ИЯР направлены на:

- реализацию проекта реконструкции шахты-хранилища отработанных ТВС;
- проведение реконструкции системы управления и защиты (СУЗ) и системы контроля технологических параметров (КИП);
- реконструкцию системы второго контура реактора;
- реконструкцию системы вентиляции комплекса реактора;
- реконструкцию системы электроснабжения ИЯР;
- реконструкцию системы очистки теплоносителя первого контура реактора;
- замену теплообменника и циркуляционного насоса первого контура реактора;
- замену мостового крана в физзале реактора.

Стендовая база на ИЯР ИВВ-2М

Для обеспечения заданных параметров при испытании экспериментальных устройств, реактор ИВВ-2М оснащен стендовой базой, в состав которой входят основные стенды «ПУРС», «РИСК», «УРАЛ».

Стенд «ПУРС» предназначен для вне реакторной подготовки и обеспечения ресурсных испытаний петлевых каналов. На стенде проводятся исследования в области термоэмиссии, а также высокотемпературные испытания твэлов различных ядерных установок.

Стенд «РИСК» предназначен для обеспечения реакторных испытаний твэлов, макетов твэлов и топливных композиций ЯЭУ различного назначения в инертной газовой среде (гелий, неон, гелий-неоновая смесь). На стенде проводятся исследования твэлов, анализ выхода газовых продуктов деления из топлива.

Стенд «УРАЛ» предназначен для проведения внутриреакторных испытаний конструкционных материалов в условиях воздействия ионизирующих излучений. На стенде проводится облучение образцов в инертно-газовых средах и вакууме при температурах 60 – 1500°С, в жидком азоте, коррозионные испытания в жидких и газовых средах при температурах 30-1000°С, механические испытания образцов конструкционных материалов.

Проводимые работы с использованием экспериментальной базы реактора

В последнее десятилетие, ИЯР ИВВ-2М использовался для выполнения следующих задач:

- испытания и исследования приборов прямого преобразования ядерной энергии в электрическую;
- исследований в области физики твердого тела, ядерной физики, биологии;
- исследований и работ в области радиационной химии, радиационных, ядерных и реакторных технологий, нейтронно-активационного анализа;
- исследований ядерных материалов и полномасштабных изделий с делящимися веществами;
- исследований влияния излучений на приборы, датчики, полупроводниковые материалы, оборудование;
- исследований конструкционных материалов и материалов биологической защиты;
- наработки радиоактивных изотопов.

На горизонтальных экспериментальных каналах, оборудованных комплексом нейтронных дифрактометров и спектрометров для исследования поликристаллических и монокристаллических материалов проводят исследования лаборатории Института Физики Металлов Уральского отделения РАН

Большим плюсом исследовательского реактора ИВВ-2М является то, что в одном комплексе с ним эксплуатируется корпус защитных камер, в составе 14 единиц. Это обеспечивает замкнутый цикл исследований и испытаний конструкционных и ядерных материалов под воздействием реакторного облучения и позволяет проводить работы по получению радиоизотопов и соединений на их основе. Для решения текущих технологических задач, реакторный корпус также оснащен 2-мя защитными камерами.

Использование реактора данного типа имеет универсальный характер, его конструкция и технические характеристики позволяют быстро реагировать на новые появляющиеся задачи. Гибкость и возможность оперативного использования позволяет поддерживать временной коэффициент использования реактора на одном из самых высоких уровней в мире, порядка 80-90 %.

Реактор ИВВ-2М является многофункциональным – опыт эксплуатации показывает, что ИВВ-2М может представлять собой гармоничный симбиоз реактора типа «2 в одном» - а именно, исследовательский реактор, обеспечивающий научные и прикладные исследования в различных направлениях, и чисто коммерческий, для производства радиоизотопной продукции. Реактор технологичен, с точки зрения открытости к модернизации и реконструкции.

Перспективы ИВВ-2М для проведения новых исследований

Перспективные исследования в ближайшее время:

- оценки выхода радионуклидов из теплоносителя и испытания конструкционных материалов реакторной установки со свинцовым теплоносителем «БРЕСТ»;
- отработка режимов выделения трития из теплоносителя для экспериментального модуля blankets термоядерного реактора ИТЭР;
- экспериментальные исследования в обоснование работоспособности перспективных видов топлива и графитовых материалов для ВГТР повышенных параметров;
- реакторные испытания и послереакторные исследования топливных композиций и опытных твэлов для изучения возможности перехода на торий-урановый цикл в реакторах на быстрых нейтронах.
- расширяется номенклатура производимых изотопов.