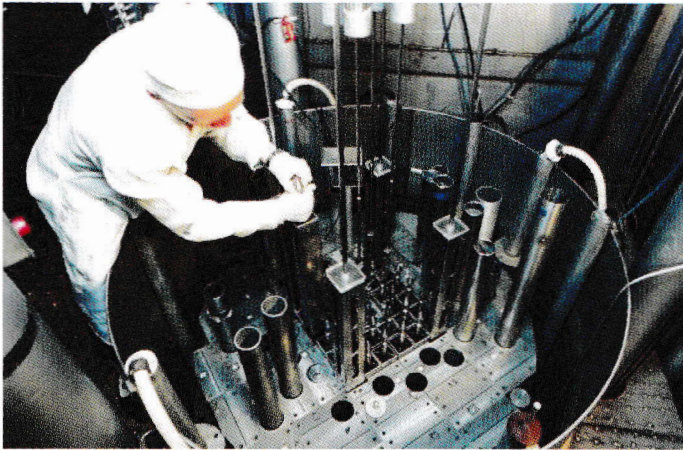


## КРИТИЧЕСКИЙ СТЕНД СМ

Первая критическая сборка реактора СМ-2 была создана в процессе строительства реактора в 1960 г. В помещении второго горизонтального канала была сооружена физическая модель (критстенд) реактора с целью определения критических параметров и основных нейтронно-физических характеристик активной зоны. 10 февраля 1961 г. на критстенде были получены первые нейтроны. В 1968 г. было принято решение о переносе критической сборки реактора СМ-2 на здание реакторной установки МИР и ее размещении в помещениях критического стенда реактора МИР.

Физический пуск критического стенда СМ в новом помещении был осуществлен 16.01.1970 г. Критическая сборка стенда является физической моделью высокопоточного исследовательского реактора СМ и позволяет моделировать все его модификации (СМ-2, СМ-3). В пределах активной зоны и отражателя геометрические размеры и материальный состав критической сборки соответствуют конструкции реактора СМ.



Перезагрузка активной зоны  
КС СМ

Критический стенд включает в себя: систему управления и защиты, систему залива замедлителя, систему электроснабжения, систему дозиметрического контроля, систему вентиляции, систему противопожарной сигнализации, систему заполнения и подпитки дистиллята, систему водоснабжения, систему отопления, систему спецканализации.

Активная зона КС СМ — это квадрат  $420 \times 420$  мм ( $6 \times 6$  ячеек с шагом 70 мм). Четыре центральные ячейки используют для размещения центральной замедляющей полости (ЦЗП) — нейтронной ловушки, четыре угловые — компенсирующих органов (КО). Всего в активную зону может быть установлено до 28 ТВС (при вводе в зону топливных подвесок КО в процессе выполнения эксперимента общее число ТВС достигает 32 штук). Четыре органа аварийной защиты (АЗ) размещают в углах ЦЗП. Высота активной зоны — 350 мм. ТВС — квадратного сечения наружным размером чехла  $69 \times 69$  мм. Внутри чехла — стержневые твэлы крестообразного сечения (описанный диаметр 5,15 мм) с винтовой закруткой вдоль продольной оси. Толщина стальной оболочки твэла — 0,15 мм, топливная композиция — диоксид урана, диспергированный в матрице из меди с добавлением бериллиевой бронзы. Высота активной части твэла — 350 мм. Конструкция ТВС позволяет разбирать их на отдельные твэлы.

Для моделирования выгорания топлива применяют твэлы с содержанием  $^{235}\text{U}$  от 100% до 40% номинального значения.

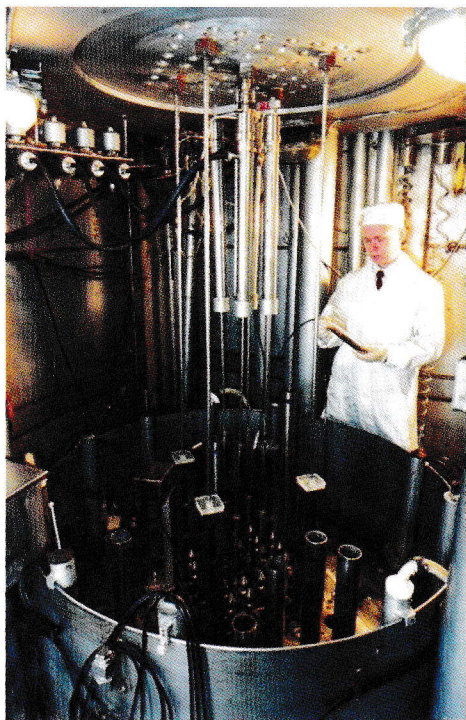
Процессы отравления и шлакования топлива продуктами деления имитируют размещением в массиве твэлов поглощающих элементов (пэлов). Часть твэлов может быть удалена для организации экспериментальных каналов. Вместо ТВС в ячейках активной зоны могут размещать различные экспериментальные устройства.

### Основные технические характеристики КС СМ

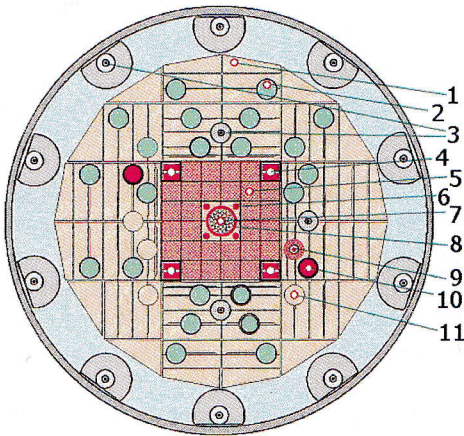
Предельное значение мощности, Вт	до 20
Число ТВС активной зоны	до 32 (включая 4 перемещаемые ТВС в подвесках компенсирующих органов)
Топливо	$^{235}\text{U}$ ( $\text{UO}_2$ диспергированный в медную матрицу)
Обогащение, %	90
Замедлитель	вода
Отражатель	бериллий

Центральная замедляющая полость активной зоны КС СМ состоит из четырех бериллиевых вкладышей и устройства для размещения облучаемых мишеней. Четыре вкладыша в сборе образуют в центре активной зоны цилиндрическую полость диаметром 105 мм. В каждом вкладыше имеется сквозное продольное отверстие, в котором размещен стержень аварийной защиты.

Конструкция органов СУЗ соответствует конструкции СУЗ реактора СМ. Рабочий орган АЗ представляет собой сборку пэлов диаметром 20 мм, состоит из поглотителя и вытеснителя. Возможно использование органа АЗ с вытеснителем из алюминия или бериллия, а также без вытеснителя. Компенсирующий орган (КО) состоит из двух частей. Верхняя часть представляет собой сборку квадратного сечения, набранную из пэлов на основе оксида европия, нижняя часть — разборная ТВС.



Общий вид КС СМ



Картограмма активной зоны критсборки СМ: 1 — бериллиевые блоки отражателя; 2 — макеты экспериментальных каналов; 3 — ионизационные камеры в сухом канале; 4 — компенсирующие органы; 5 — рабочие ТВС; 6 — стержень АЗ в бериллиевом вкладыше; 7 — макет центрального блока трансураниевых мишеней; 8 — макет центрального компенсирующего органа; 9 — источник нейтронов; 10 — имитаторы стержня автоматического регулирования; 11 — бериллиевые пробки

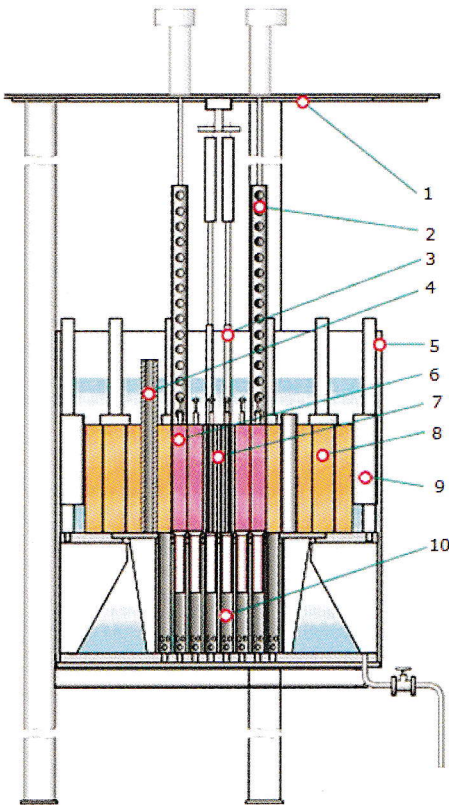


Схема вертикального сечения критсборки СМ: 1 — площадка приводов СУЗ; 2 — направляющая труба КО; 3 — стержень АЗ; 4 — макет экспериментального канала; 5 — экспериментальный бак; 6 — рабочая ТВС; 7 — центральная замедляющая полость; 8 — бериллиевый блок отражателя; 9 — канал ионизационной камеры; 10 — решетка опорная в сборе

### Экспериментальные возможности

Доступность элементов активной зоны критического стенда предоставляет уникальные возможности для проведения исследований.

На критсборке СМ имеется возможность смоделировать все необходимые варианты компоновки основного экспериментального устройства реактора СМ — нейтронной ловушки.

ки в его центральной замедляющей полости — в условиях, которые определяются задачами экспериментов. В качестве конструктивного элемента ловушки могут быть применены: сепараторная конструкция из 27 циркониевых труб  $\varnothing 14 \times 0,5$  мм для размещения мишеней с водой в зазорах или цилиндрический бериллиевый блок диаметром 93 мм и высотой 500 мм с 27 продольными отверстиями, расположенными на трех радиусах, а также иные перспективные варианты компоновки нейтронной ловушки.

Активная зона КС СМ окружена отражателем, который набирается из 48 бериллиевых блоков с размерами  $210 \times 100 \times 500$  мм. В блоках выполнены вертикальные цилиндрические отверстия для размещения 30 макетов экспериментальных каналов и двух имитаторов стержней автоматического регулирования реактора. Координаты отверстий в блоках отражателя соответствуют реакторным. Размеры, материал и необходимость установки макетов экспериментальных каналов определяются задачами экспериментов.

В экспериментах на критсборке определяют: эффекты реактивности при проведении перегрузок топлива, экспериментальных устройств, конструктивных элементов; эффективность органов СУЗ; распределение энерговыделения в активной зоне; распределение и спектральные характеристики потока нейтронов в активной зоне и экспериментальных устройствах.

### **Основные направления исследований**

На критической сборке СМ выполняют исследования по следующим направлениям:

- обоснование ядерной безопасной эксплуатации реактора СМ;
- определение нейтронно-физических характеристик экспериментальных каналов и устройств реактора СМ;
- выбор средств формирования режимов облучения и согласования заданных режимов испытаний ЭУ, одновременно облучаемых в реакторе СМ;
- исследования в обоснование концепций модернизации активной зоны реактора СМ и принимаемых проектных решений;
- выполнение экспериментов с целью отработки методик расчета нейтронно-физических характеристик реактора;
- обучение персонала.

### **Основная деятельность**

За более чем пятидесятилетнюю историю использования критического стенда СМ проведены многочисленные исследования в обоснование реконструкций реактора СМ, по определению характеристик активной зоны и экспериментальных устройств (ЭУ). В конструкцию критсборки и систем стенда за время эксплуатации внесены многочисленные изменения, связанные как с приведением в соответствие с меняющейся компоновкой активной зоны реактора, так и с требованиями нормативных документов по безопасности.

В последние годы эксплуатации на КС СМ было проведено:

- экспериментальное обоснование возможности создания новых облучательных объемов в активной зоне реактора с высокой плотностью нейтронного потока;
- экспериментальное обоснование изменения конструкций органов АЗ и АР;
- выполнение тестовых экспериментов с целью отладки методик расчета нейтронно-физических характеристик реактора СМ;
- обоснование перспективных вариантов компоновки нейтронной ловушки реактора СМ.

### **Ближайшие планы**

Поддержание стенда в работоспособном состоянии со своевременным продлением срока эксплуатации основных элементов.

Внедрение новых методов неразрушающих измерений в системе учета и контроля ядерных материалов.

Экспериментальное обоснование новой модульной компоновки нейтронной ловушки.

Экспериментальные исследования физических характеристик и обоснование возможности перевода реактора СМ на новый твэл с малым вредным поглощением нейтронов.

Экспериментальное обоснование замены поглотителя нейтронов в рабочих органах СУЗ реактора СМ-3.

## КРИТИЧЕСКИЙ СТЕНД МИР

Физический пуск критического стенда МИР был осуществлен 07.10.1966 г. Критическая сборка стенда является физической моделью материаловедческого исследовательского реактора МИР.М1. В пределах активной зоны и отражателя геометрические размеры и материальный состав критической сборки соответствуют конструкции реактора МИР.М1.



Вид на критическую сборку МИР сверху

Критический стенд МИР.М1 включает в себя: систему управления и защиты, систему залива замедлителя, систему электроснабжения, систему дозиметрического контроля, систему вентиляции, систему противопожарной сигнализации, систему заполнения и подпитки дистиллята, систему водоснабжения, систему отопления, систему спецканализации.

В конструкцию критсборки и систем стенда за время эксплуатации внесены многочисленные изменения, связанные как с приведением в соответствие с меняющейся компоновкой активной зоны реактора МИР, так и с требованиями нормативных документов по безопасности. Установленный срок эксплуатации критстенда — до 31.12.2027 г.

Активная зона и отражатель критической сборки размещены в экспериментальном баке, который залит дистиллированной водой. Активная зона с отражателем набраны из шестигранных бериллиевых блоков с размером «под ключ» 148,5 мм и высотой 1100 мм. Блоки размещают в узлах гексагональной решетки с шагом 150 мм. Центральные 4 ряда блоков выполняют функции замедлителя и среды диффузии нейтронов, внешние 2 ряда — отражателя. В осевые отверстия блоков первых четырех рядов кладки устанавливают рабочие каналы со штатными ТВС и макеты экспериментальных устройств.

Внутренний слой отражателя — бериллиевый. Наружный слой отражателя состоит из ряда сплошных графитовых блоков, очехлованных алюминием.