

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

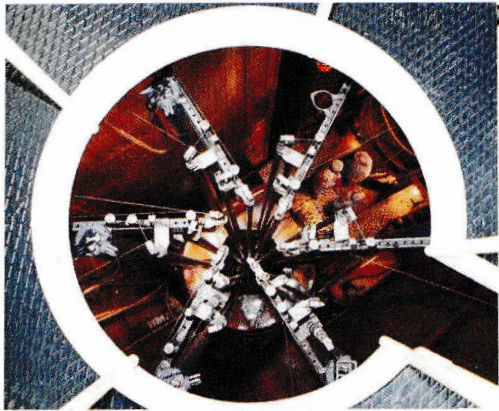
Экспериментальное обоснование новой модульной компоновки нейтронной ловушки.

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.

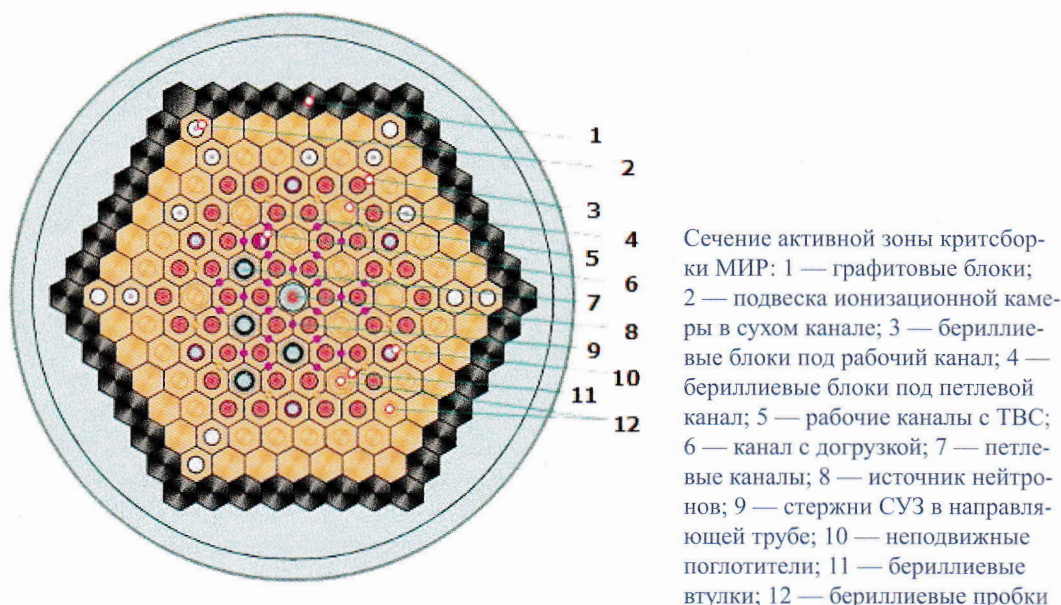
Активная зона и отражатель критической сборки размещены в экспериментальном баке, который залит дистиллированной водой. Активная зона с отражателем набраны из шестигранных бериллиевых блоков с размером «под ключ» 148,5 мм и высотой 1100 мм. Блоки размещают в узлах гексагональной решетки с шагом 150 мм.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

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

Основные технические характеристики КС МИР

Максимальная тепловая мощность, Вт	5
Число рабочих ТВС активной зоны	до 42
Топливо	^{235}U (интерметаллид урана в алюминиевой матрице)
Обогащение топлива, %	90
Замедлитель нейтронов	вода и бериллий
Отражатель	бериллий и графит

В соответствии со структурой активной зоны реактора в активной зоне критсборки предусмотрено двенадцать ячеек для размещения макетов экспериментальных устройств. Они расположены во втором и третьем рядах кладки таким образом, что каждая окружена шестью ячейками с рабочими каналами.

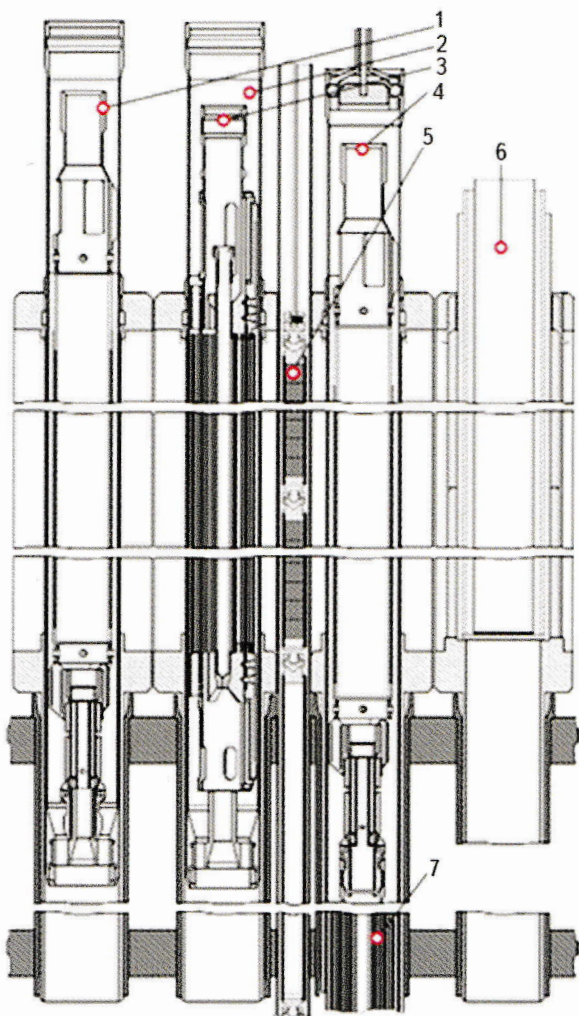


В экспериментах на критсборке используют шести- и четырехтвэльные рабочие ТВС. ТВС из шести коаксиально расположенных кольцевых твэлов является топливной сборкой старой конструкции, ранее использовавшейся в реакторе. При необходимости в экспериментах используют штатные ТВС реактора МИР современной конструкции, состоящие из четырех кольцевых твэлов. Габаритные размеры четырех наружных твэлов для обоих типов сборок одинаковы. Каждый твэл представляет собой трехслойную трубу: топливный слой с обеих сторон заключен в оболочку из алюминиевого сплава.

Толщина твэла — 2 мм, ширина межтвэльного зазора — 2,5 мм, высота активной части — 1000 мм, наружный диаметр внешнего твэла — 70 мм. В качестве топлива для шеститвэльных ТВС использован уран-алюминиевый сплав, для четырехтвэльных — UO_2 , диспергированный в алюминиевую матрицу. Обогащение топлива по ^{235}U — 90%. Номинальная масса ^{235}U в ТВС обоих типов — 350 г. Выгорание топлива в рабочих ТВС моделируют использованием сборок такой же конструкции, но с уменьшенным содержанием ^{235}U .

Расположение рабочих органов СУЗ и их конструкция соответствуют реакторным. Рабочие органы СУЗ (6 АЗ, 18 КО) перемещаются в направляющих трубах, расположен-

ных в отверстиях на стыках блоков кладки активной зоны. Органы АЗ и КО имеют одинаковую конструкцию и представляют собой стержни $\varnothing 24$ мм, состоящие из четырех секций, расположенных друг над другом. Длина одной секции — 550 мм, соединение секций между собой — шарнирное. Две верхние секции — поглотитель (30% В4С и 70% А1, оболочка — сталь Х18Н9Т), две нижние — вытеснитель из металлического бериллия, очехлованный нержавеющей сталью.



Фрагмент вертикального сечения критической сборки МИР: 1 — имитатор КД; 2 — рабочий канал; 3 — штатная ТВС; 4 — компенсатор с догрузкой (КД); 5 — стержень СУЗ; 6 — петлевой канал; 7 — топливная подвеска

Проектом предусмотрено также размещение в активной зоне до 3 компенсаторов с догрузкой (КД), каждый из которых представляет собой штатную ТВС, соединенную с расположенным над ней поглотителем. Поглотитель КД — труба $\varnothing 63 \times 2$ мм (кадмий), очехлованная нержавеющей сталью. При извлечении КД поглощающая часть выводится в пространство над активной зоной, а ТВС вводится в нее. Каналы для размещения КД устанавливаются в блоки кладки активной зоны вместо рабочих каналов для штатных ТВС. В четвертом ряду кладки активной зоны предусмотрено размещение в рабочих каналах шести имитаторов КД, каждый из которых представляет собой поглощающую часть КД.

Экспериментальные возможности

В активной зоне критсборки размещают макеты экспериментальных петлевых каналов реактора МИР.М1. В эти каналы загружают экспериментальные ТВС (или их имитаторы) для проведения исследований перед загрузкой экспериментальныхборок в реактор. Макеты петлевых каналов моделируют по высоте активной зоны и торцевым отражателям физические свойства материалов петлевых устройств реактора. Конструктивно макеты петлевых каналов представляют собой набор коаксиально расположенных металлических труб, скрепленных между собой. Размеры труб и материалы, из которых они изготовлены, заполнение межтрубного пространства определяются задачами реакторных исследований.

В экспериментах на критсборке определяют: эффекты реактивности при проведении перегрузок топлива, экспериментальных устройств, конструкционных элементов; эффекты реактивности при удалении или вводе замедлителя в различные полости экспериментальных устройств; эффективность органов СУЗ; распределение энерговыделения в активной зоне; распределение и спектральные характеристики потока нейтронов в активной зоне и экспериментальных устройствах

Основные направления исследований

На критическом стенде МИР выполняют исследования по следующим направлениям:

- обоснование ядерной безопасной эксплуатации реактора МИР.М1;
- определение нейтронно-физических характеристик экспериментальных каналов реактора МИР.М1;
- выбор средств формирования режимов облучения и согласования заданных режимов испытаний ЭУ, одновременно облучаемых в реакторе МИР.М1;
- выполнение экспериментов с целью отработки методик расчета нейтронно-физических характеристик реактора МИР.М1;
- обучение персонала.

За последнее десятилетие тематика экспериментальных работ, выполняемых на реакторе МИР.М1, значительно расширилась. Это привело к более интенсивному использованию КС МИР. Проведенные на критическом стенде исследования позволили определить физические условия, обеспечивающие достижение заданных параметров облучения в экспериментальных устройствах и соблюдение требований ядерной безопасности при проведении таких, ранее нехарактерных для реактора МИР.М1 работ, как

- эксперименты по моделированию для испытываемых твэлов условий, характерных для аварийных ситуаций с резким увеличением мощности;
- эксперименты по моделированию условий, характерных для аварийных ситуаций с потерей теплоносителя;
- испытания твэлов в циклических режимах изменения мощности;
- массовое производство радионуклидов, прежде всего ¹⁹²Ir.

Основная деятельность

Для обеспечения выполнения программы экспериментальных работ планомерно выполняются работы по поддержанию оборудования, систем и элементов критстенда МИР в работоспособном состоянии (проверки, ремонт, техническое обслуживание, ревизии, поверки), а также работы по техническому освидетельствованию и продлению ресурса.

Основные улучшения технических систем критстенда в последние годы эксплуатации связаны с дальнейшим совершенствованием физической защиты КС МИР и учета и контроля ядерных материалов. Выполнены следующие важные работы:

- оснащена современной измерительной техникой ключевая точка измерений в системе учета и контроля ядерных материалов;

— внедрена система видеонаблюдения за технологическим процессом.

По результатам экспериментов на критической сборке реактора МИР существенно повышен уровень ядерной безопасности реактора МИР.М1 и выбраны условия безопасного проведения новых классов экспериментов.

Ближайшие планы

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

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

Экспериментальные исследования характеристик новых экспериментальных устройств реактора МИР.М1.

Дальнейшее использование критстенда МИР планируется осуществлять с акцентом на работы по тестированию расчетных программ моделирования и детализации нейтронно-физических характеристик реактора МИР.М1.

Персоны

Обслуживающий персонал критических стендов СМ и МИР является общим для обоих стендов.

Руководство критическими стендами СМ и МИР в разное время осуществляли Р. И. Коротков, В. В. Калыгин, А. П. Малков, Ю. А. Краснов, А. Ю. Халяпин. С 2014 г. комплекс критстендов СМ и МИР возглавляет Фомин Данил Витальевич.

Научным руководителем экспериментов на КС СМ и МИР в настоящее время является А. П. Малков.

Выдающимся работником на КС СМ и МИР является заслуженный работник НИИАР механик критстендов Евсеев Александр Федорович, стаж работы которого на критических стендах составляет более 50 лет.



Евсеев А. Ф.



Фомин Д. В.

Контакты



Малков Андрей Павлович

Начальник управления ядерной безопасности РИК

Тел.: +7(842)356-51-04. Факс: +7(842)356-56-67.

E-mail: Izhutov @niiar.ru