

дент Владимирский В. В., главный инженер реактора Гаврилов С. А., начальник отдела Каравасев Г. Н., начальник установки Кириллин Ю. В., главный инженер Дядин Ю. В., главный механик Шилов А. П., главный механик Федичкин А. А., главный энергетик Ишунин В. А., начальник службы КИПиА Борткевич А. Ф.; заместитель директора Шведов О. В., заместитель директора Конев В. Н., главный инженер Копрук А. П., главный инженер Волков Е. Б., начальник установки ТВР Гаврилин Н. Д.

Контакты



Волков Евгений Борисович

Главный инженер отдела тяжеловодных ядерных реакторов

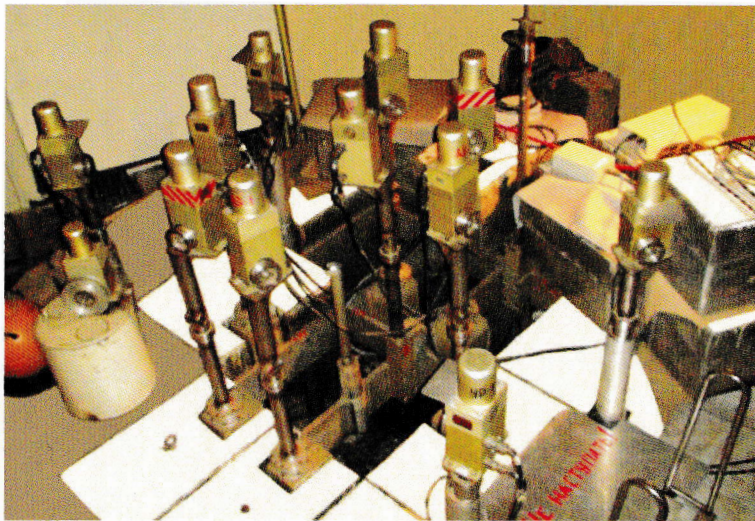
Тел.: +7(499)123-82-84. Факс: +7(499)123-82-84.

E-mail: volkov_e@itep.ru

КРИТИЧЕСКИЙ СТЕНД МАКЕТ

Тяжеловодный критический стенд МАКЕТ был введен в эксплуатацию в марте 1977 г. (физический пуск состоялся 30.12.1976 г.).

Критический стенд МАКЕТ был создан в качестве физической модели промышленных реакторных установок и предназначен для исследования нейтронно-физических параметров активных зон, работающих и проектируемых тяжеловодных реакторных установок.



Реакторный зал. Вид на крышку КС МАКЕТ

Для повышения эксплуатационных возможностей и ядерной безопасности в 1982–1983 гг. критический стенд МАКЕТ реконструирован. В результате была повышена надежность и стабильность работы СУЗ, модернизирована гидросистема стенда и выполнена полная гидроизоляция пола реакторного зала, обеспечивающая сохранность замедлителя (тяжелая вода) в случае разгерметизации гидросистемы.

Основные технические характеристики КС МАКЕТ

Мощность, макс., кВт:	
— по паспорту	0,1
— по проекту	1
Замедлитель	тяжелая вода
Теплоноситель (нет принудительного теплосъема)	тяжелая вода
Отражатель	тяжелая вода
Плотность потока, макс. *, $\text{см}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$:	
— тепловых нейтронов**	$2 \cdot 10^9$
— быстрых нейтронов**	$3 \cdot 10^8$
Стержни СУЗ (максимальное количество):	
— автоматического регулирования (АР)	1
— аварийной защиты и дополнительного поглощения (АЗ-ДП)	6
Каналы контроля и защиты СУЗ:	
— токовые	6
— импульсные	5

* — измеренная в экспериментах;

** — зависит от исследуемой модели активной зоны.

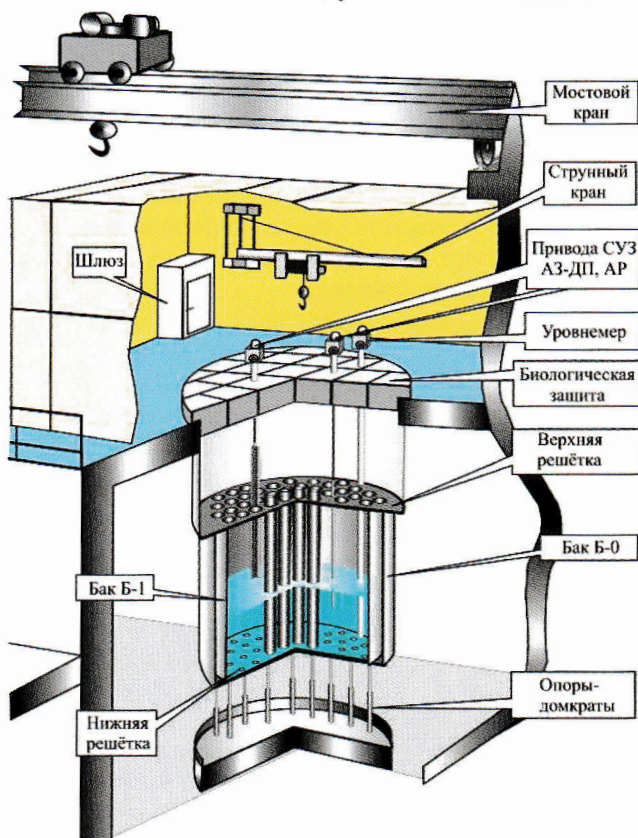


Схема размещения систем КС МАКЕТ

Особенности и экспериментальные возможности

Критическая сборка расположена в отдельном помещении, отделенном от пультовой и других помещений здания биологической защитой (толщина бетонных стен 1,2 м), защит-

ными дверями, проходами-лабиринтами. Биологическая защита рассчитана на работу стенда на мощности до 1 кВт.

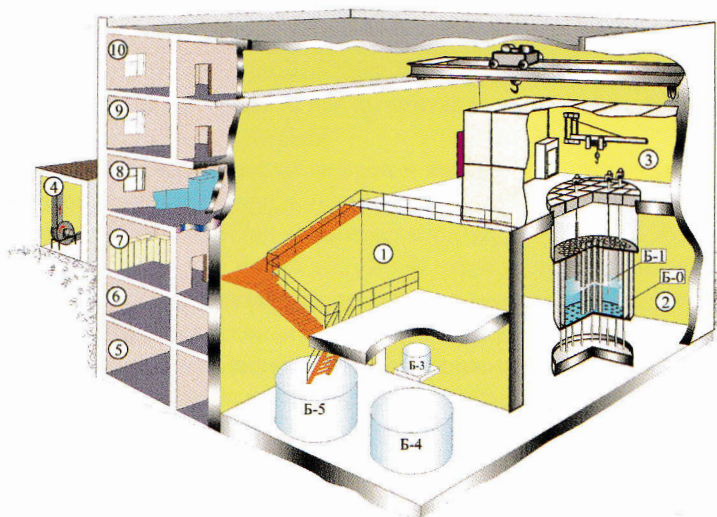


Схема здания, «защитного домика» и бокса активной зоны КС МАКЕТ: 1 — реакторный зал; 2 — бокс активной зоны; 3 — «защитный домик»; 4 — вентиляционная; 5, 6 — подвальные помещения; 7 — санпропускник; 8 — пультовая; 9, 10 — лабораторные помещения

Для исключения выхода в здание активности в случае аварии над критической сборкой сооружен «защитный домик» с «условно-герметичными» стенками и дверями, сообщаемый с другими технологическими помещениями посредством шлюза. Стенд оснащен штатными системами дозиметрического контроля, СУЗ и КИП, обеспечивающими надежный контроль и управление необходимыми нейтронно-физическими и технологическими параметрами установки.

Экспериментальные и эксплуатационные возможности критического стенда МАКЕТ позволяют исследовать размножающие решетки, включая полномасштабные зоны других реакторных установок, мобильно изменяя их состав и композицию.

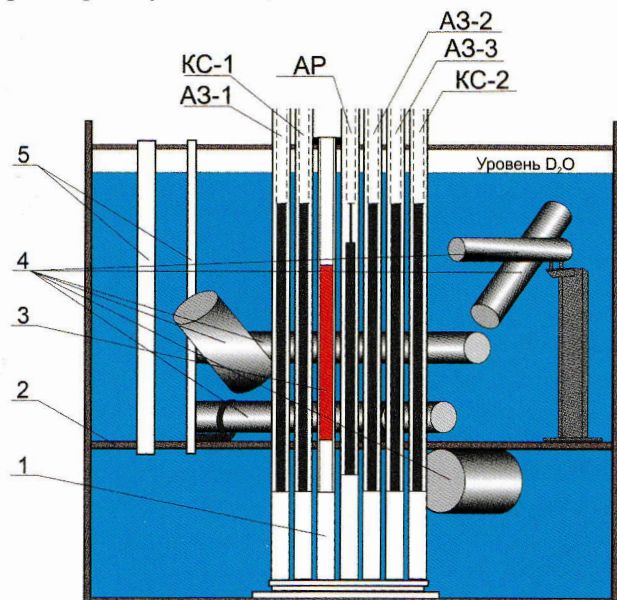


Схема бака активной зоны Б-1: 1 — канал ТВС; 2 — кольцевая плита; 3 — активная часть ТВС; 4 — экспериментальные каналы; 5 — вертикальные экспериментальные каналы

Критический стенд МАКЕТ характеризуется следующими принципиальными особенностями:

- бак Б-1 диаметром 2600 мм, в котором расположена активная зона, может принять 19 м³ тяжелой воды. Конструкция стенда позволяет увеличить объем активной зоны до 33 м³ за счет резервного бака Б-0 диаметром 3400 мм, что дает возможность осуществлять эксперименты с полномасштабными моделями активных зон реакторов различных типов и назначений;
- бак активной зоны Б-1 отстоит от стен помещения и пола не менее чем на 2 м, опирается на трубчатые опоры-домкраты, что сводит к минимуму влияние на критические размеры исследуемых решеток эффектов обратного рассеяния покинувших активную зону нейтронов;
- бак активной зоны Б-1 накрыт изолирующим «защитным домиком» со шлюзом, предохраняющим тяжелую воду от контакта с воздухом стендового зала и предотвращающим обеднение тяжелой воды, а также являющимся локализирующей системой, ограничивающей выход газообразных продуктов деления в помещение стенда и здание при возможных авариях;
- пол стендового зала, где расположено большинство элементов гидросистемы, имеет герметичное покрытие из нержавеющей стали, способное принять и сохранить в случае разгерметизации гидросистемы всю пролитую воду;
- система химводоочистки, использующая ионообменные смолы, обеспечивает необходимое качество тяжелой воды;
- система вентиляции критического стенда МАКЕТ позволяет менять температуру воздуха помещений стендового зала и соответственно температуру находящейся в сливных баках Б-4 и Б-5 тяжелой воды на 15 °С со скоростью 1,5–2 °С в сутки, что позволяет поддерживать необходимый температурный режим в активной зоне и проводить оценки температурных эффектов.

Ресурс КС МАКЕТ составляет 30 лет.

В соответствии с «Требованиями к обоснованию возможности продления назначенного срока эксплуатации объектов использования атомной энергии» (НП-024-2000) проводятся работы по оценке возможности продления ресурса систем и элементов критического стенда МАКЕТ, важных для безопасности.

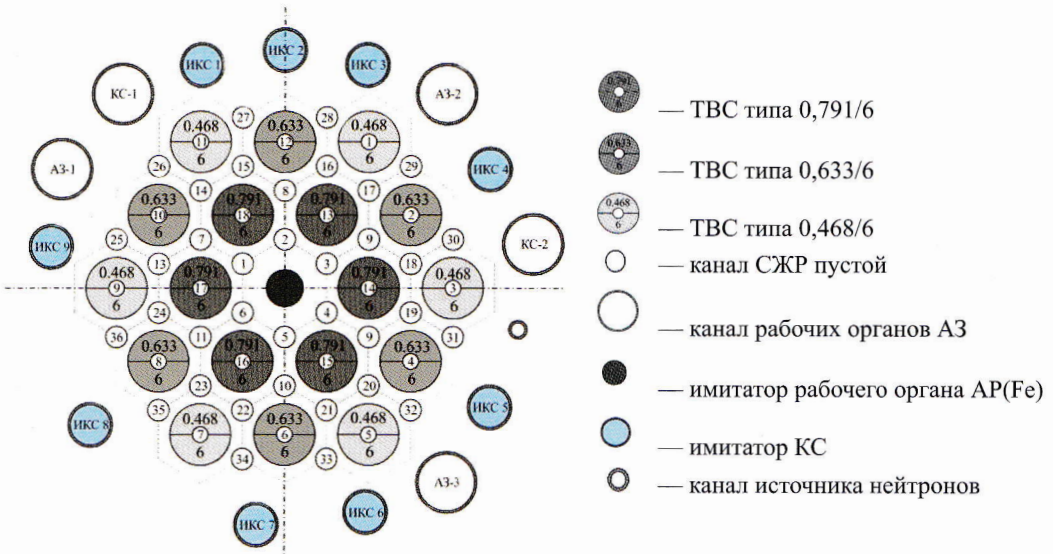
Эксплуатационные параметры систем критического стенда МАКЕТ

Бак активной зоны Б-1 (алюминий, толщина стенок — 10 мм, толщина дна — 16 мм): — диаметр × высота, м — объем, м ³	2,6×3,65 19,0
Защитный бак Б-0 (алюминий, толщина стенок — 10 мм, толщина дна — 16 мм): — диаметр × высота, м — объем, м ³	3,4×3,7 33,0
Автоматические уровнемеры воды в Б-1: — количество уровнемеров (УР-1, УР-2) — точность определения абсолютного уровня, мм — точность определения уровня, мм	2 1,5 0,5
Ограничители уровня воды в баке Б-1: — количество ограничителей уровня (ОУ-1, ОУ-2) — точность определения уровня, мм	2 1,5

Сигнализатор уровня воды в баке Б-1: — количество сигнализаторов уровня (СУ-1) — точность определения уровня, мм	1 1
Максимальная скорость закачки тяжелой воды в бак Б-1, л/с	0,7
Дозиметрический контроль стационарными приборами, количество: — тепловые нейтроны — промежуточные нейтроны — быстрые нейтроны — гамма-излучение	2 2 2 30

Состав активной зоны критического стенда МАКЕТ

В зависимости от типа исследуемых решеток состав активной зоны изменяется очень значительно как по числу используемых, так и по типу ТВС. В качестве примера представлена картограмма одной из исследованных решеток — полномасштабная физическая модель активной зоны реактора ТВР-М. Обогащение используемого в экспериментах топлива имеет широкий диапазон — от естественного до обогащенного более 20% по ^{235}U .



Картограмма полномасштабной физической модели активной зоны реактора ТВР-М

На критическом стенде МАКЕТ нет принудительного теплоотвода — тепло отводится естественной конвекцией воздуха.

Экспериментальные и облучательные возможности критического стенда МАКЕТ

Исходя из назначения критического стенда, его экспериментальные возможности позволяют выполнять весь спектр статических и динамических экспериментов тяжеловодных размножающих решеток.

Эксплуатационные возможности критического стенда позволяют мобильно изменять дистанционирующие решетки и другое оборудование для монтажа исследуемых активных зон. В базовых дистанционирующих решетках имеется возможность установки локальных решеток — вставок диаметром до 800 мм для установки моделей активных зон или изменения шага решетки.

Геометрические размеры бака активной зоны позволяют исследовать полномасштабные модели активных зон.

Облучательные объемы на критическом стенде используются, как правило, только для экспериментальных исследований и представляют собой практически все пространство активной зоны. Для облучения образцов, требующих набора определенного флюенса, используются разного типа экспериментальные каналы, установленные в сформированную решетку. Возможно формирование специальных активных зон для реализации этих целей.

Основные направления исследований

Исследования нейтронно-физических параметров активных зон реальных тяжеловодных реакторных установок на этапах проектирования, ввода в эксплуатацию и эксплуатации.

Обоснование ядерной безопасности режимов работы реальных промышленных реакторных установок серии ОК, физической моделью которых является критический стенд МАКЕТ.

Наработка банка прецизионных экспериментальных данных для тестирования расчетных комплексов.

Международное сотрудничество

Экспериментальная деятельность в рамках работ с МНТЦ в 1995 г., 2000 и 2001 г. по исследованию физики бланкетов электроядерных установок с микромоделями солевых и гомогенных активных зон.

Основная деятельность

Непосредственно экспериментальные работы в год занимают около четырех месяцев. В остальное время проводятся работы по подготовке к экспериментам и текущему обслуживанию систем критического стенда.

В период 1983–1986 гг. на установке был выполнен цикл экспериментальных исследований нейтронно-физических и эксплуатационных параметров полномасштабной модели реактора ТВР-М (модернизированный тяжеловодный исследовательский высокопоточный реактор) в обоснование его безопасности.

Персоны



Шведов Олег Викторович

Советник директора НИЦ «Курчатовский институт» ФГБУ «ГНЦ РФ ИТЭФ», доктор технических наук, один из основоположников создания критического стенда и бессменный научный руководитель экспериментов на КС МАКЕТ

Контакты

Игумнов Михаил Михайлович

Начальник КС МАКЕТ

Тел.: +7(499)127-05-78. Факс: +7(499)127-05-43.

E-mail: igum58@mail.ru