

Контакты



Данелия Сергей Борисович

Инженер по управлению критическим стендом Астра

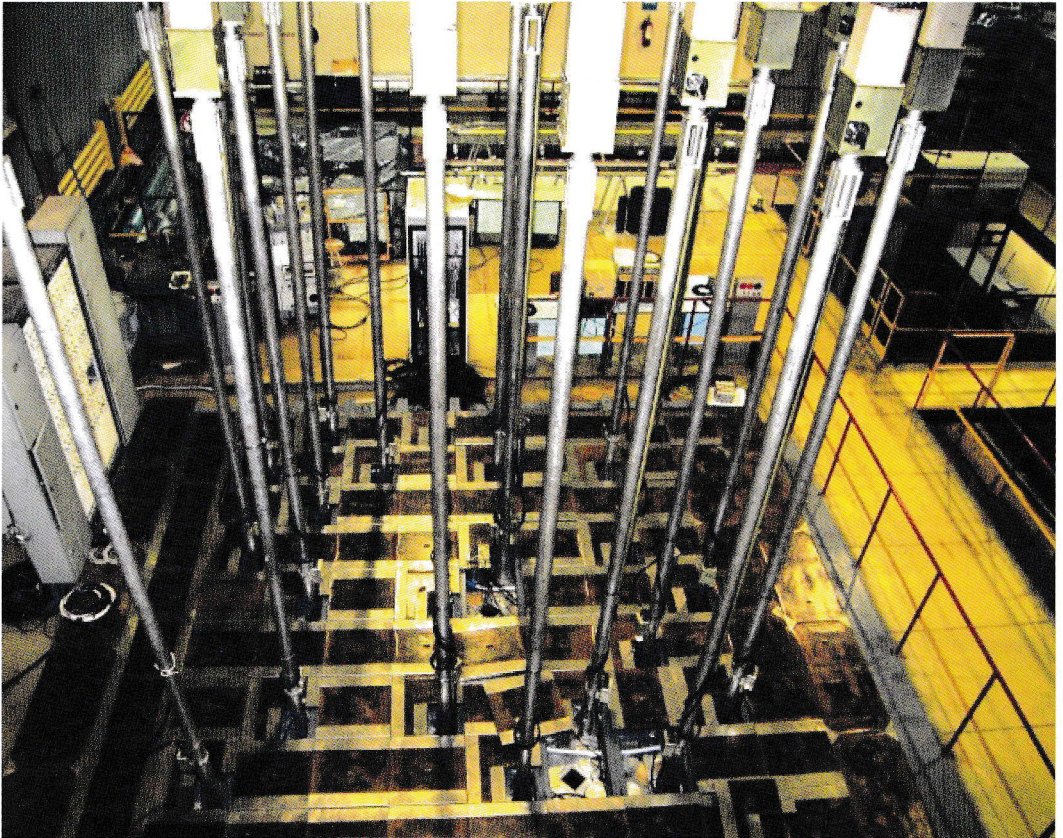
Тел.: +7(499)196-78-72.

E-mail: Daneliya_SB@nrcki.ru

КРИТИЧЕСКИЙ СТЕНД РБМК

Критический ядерный стенд РБМК введен в эксплуатацию в конце 1981 г. Физический пуск стенда был проведен 6 января 1982 г.

КС РБМК предназначен для экспериментальных исследований по физике активных зон канальных уран-графитовых энергетических реакторов РБМК с целью обоснования мероприятий, направленных на повышение безопасности и технико-экономических показателей эксплуатации.



Критический ядерный стенд РБМК

Стенд обеспечивает моделирование фрагментов различных загрузок. Размеры стенда достаточны для формирования установившегося спектра нейтронов. Имитируемые зоны полномасштабных загрузок могут содержать до 256 технологических каналов.

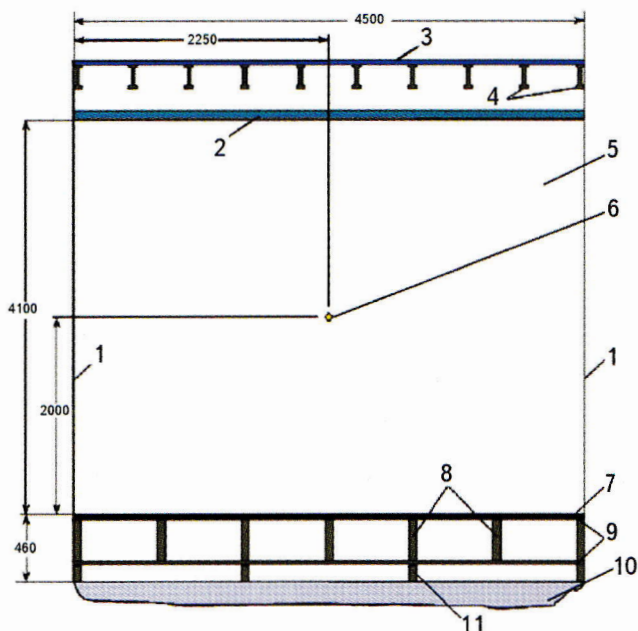
В 1989 г. была проведена замена графитовой кладки из штатных блоков на модернизированную кладку из блоков, имеющих восьмигранное сечение. Модернизированная кладка планировалась к использованию на реакторе 5-го блока Курской АЭС. При модернизации была обеспечена возможность заполнения квадратных в сечении полостей в углах ячеек графитовыми вкладышами для возврата к штатной графитовой кладке типовых реакторов РБМК-1000.

Основные конструктивные элементы активной зоны (ТВС, стержни СУЗ, дополнительные поглотители, графитовые блоки, технологические каналы) являются штатными элементами реактора РБМК.

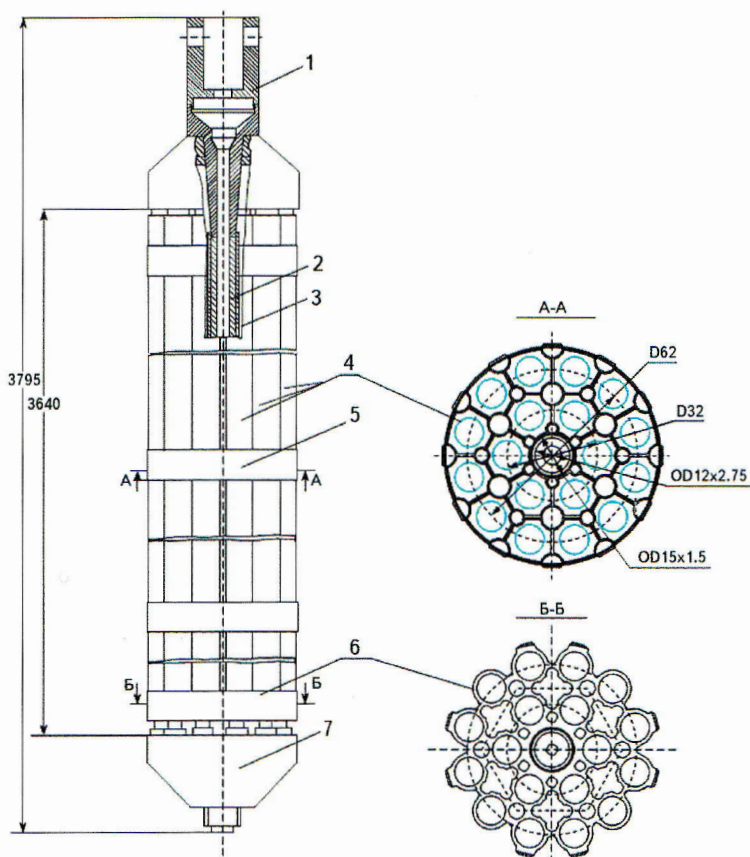
Проектный ресурс не определен. В 2013 г. проведено обследование технического состояния строительных конструкций здания. В 2015 г. запланировано комплексное обследование стенда. Предполагается, что эксплуатация КС РБМК будет продлена до 2035 г. НИЦ «Курчатовский институт» имеет лицензию Ростехнадзора на эксплуатацию КС РБМК до 10 июня 2016 г. Имеется Принципиальная программа экспериментальных исследований на 2015–2021 гг.

Основные технические характеристики КС РБМК

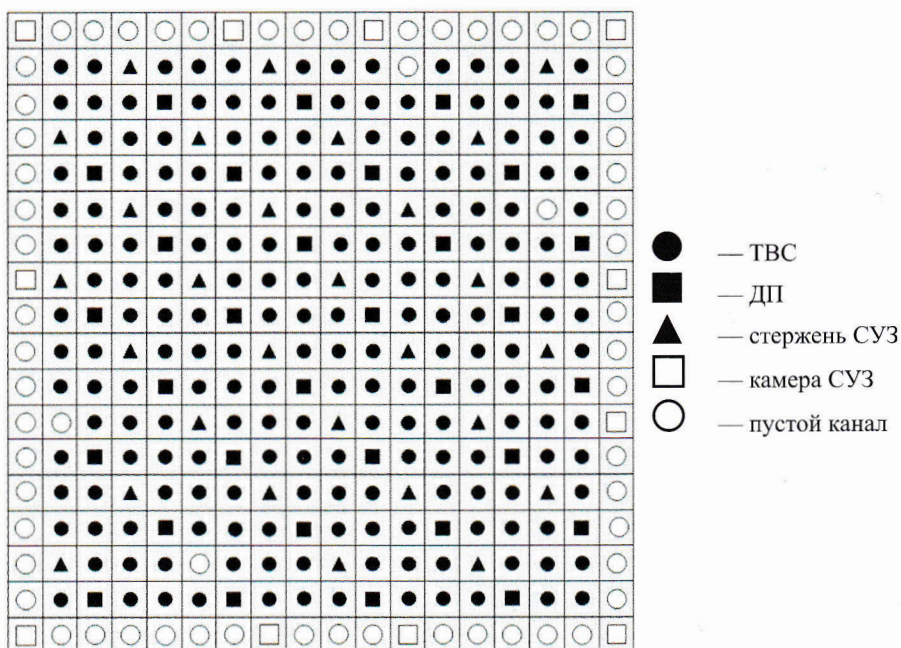
Мощность (тепловая), Вт	25
Размеры графитовой кладки, м	4,5×4,5×4,1
Шаг решетки каналов, мм	250
Высота активной зоны, мм	3460
Число технологических каналов, шт.	324
Теплоноситель	дистиллированная вода
Отражатель	графит
Замедлитель	графит
Давление	атмосферное
Температура теплоносителя	комнатная
Обогащение по ^{235}U , %:	
— UO_2	0,7–3,6
— $\text{U}_{\text{мет}}$	0,4–1,6
Поток тепловых нейтронов, $\text{см}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$:	
— в топливе	$5 \cdot 10^6$
— в графите	$1 \cdot 10^7$
Число ТВС, шт.	до 200
Число органов аварийной защиты, шт.	5–8
Число органов регулирования, шт.:	
— РР	4–8
— КО	2–8



Вертикальный разрез стенда РБМК:
 1 — кадмиевые листы; 2 — алюминиевый настил; 3 — плиты из борированного полиэтилена; 4 — стальные балки; 5 — графитовая кладка; 6 — канал нейтронного источника; 7 — стальные пластики; 8 — стальная конструкция основания; 9 — стальные плиты основания; 10 — бетонный пол; 11 — стальные колонны



Вертикальный и поперечный разрезы ТВС КС РБМК: 1 — верхний соединительный элемент; 2 — центральная трубка; 3 — каркасная трубка; 4 — ТВЭЛ; 5 — дистанционирующая решетка; 6 — концевая решетка; 7 — нижний соединительный элемент



Картограмма полномасштабной загрузки стенда РБМК

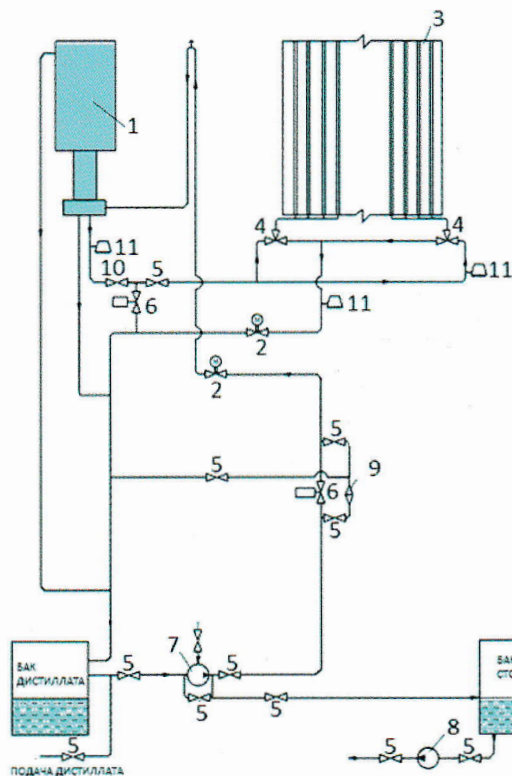
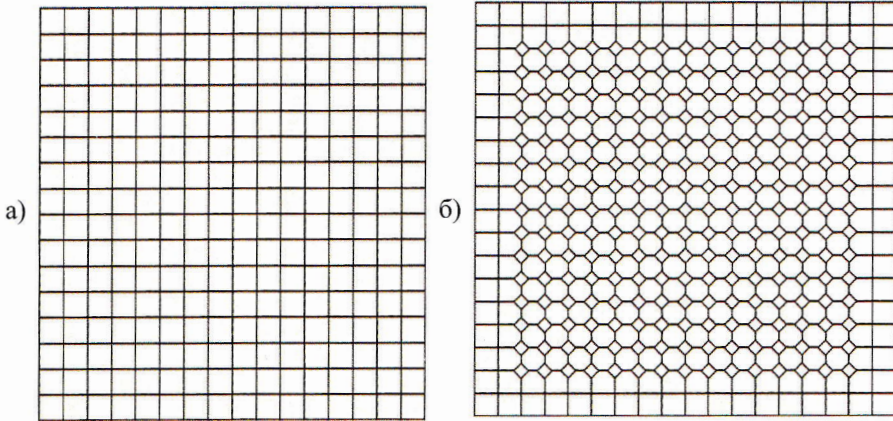


Схема гидравлической системы КС РБМК:
 1 — бак компенсационный; 2 — вентиль за-
 порный с электроприводом; 3 — канал тех-
 нологический; 4 — кран трехходовой; 5 —
 вентиль запорный; 6 — вентиль запорный с
 электромагнитным приводом; 7 — электро-
 насос герметичный; 8 — центробежный мо-
 ноблочный лабораторный насос; 9 — фильтр
 ионообменный; 10 — клапан обратный; 11 —
 дифманометр



Штатная, а), и модернизированная, б), графитовые кладки КС РБМК

Основная деятельность

Основной задачей первых экспериментов на стенде РБМК были исследования сборок из ТВС реактора РБМК-1500 Игналинской АЭС, отличающихся от штатных ТВС РБМК-1000 наличием в верхней половине ТВС стальных интенсификаторов теплообмена. В 1982–1983 гг. были выполнены исследования минимальных критических масс из ТВС РБМК-1500 и набора критическихборок, получаемого при последовательном переходе от сборки с рядами незагруженных каналов из 23 ТВС к фрагменту полномасштабной загрузки реактора из 256 каналов, а также исследования всплесков потока нейтронов на торцах твэлов частично погруженной ТВС.

В условиях модернизированной графитовой кладки получен большой объем экспериментальных данных по нейтронно-физическим характеристикам решеток РБМК с топливом 2% обогащения, который позволил выполнить верификацию расчетных кодов, выбрать состав и структуру начальной загрузки реактора и получить лицензию Ростехнадзора на сооружение реактора 5 блока Курской АЭС.

В экспериментах на стенде РБМК исследовались: уран-эрбиевое топливо, ленточные и кластерные стержни СУЗ, стержни БАЗ, стальные и кластерные дополнительные поглотители, поглотители из тория, быстродействующая аварийная защита на основе гелия-3, дополнительные аварийные защиты на основе растворов карбида бора и нитрата гадолиния. Без проверки на стенде РБМК ни один элемент загрузки не внедрялся на действующие реакторы РБМК-1000.

В 2005–2007 гг. на КС РБМК внедрена измерительно-вычислительная система КЕНТАВР-КС для определения и контроля нейтронно-физических и технологических характеристик, обеспечивающая

- измерение в статическом и динамическом режимах плотности потока нейтронов по объему активной зоны;
- вычисление реактивности (подкритичности) по разным методикам;
- определение подкритичности на сборках с отрицательным запасом реактивности;
- контроль и регистрацию нейтронно-физических и технологических параметров стенда, архивирование данных.

С использованием системы КЕНТАВР-КС выполнен ряд работ, связанных с повышением безопасности и экономичности реакторов РБМК:

- исследование прототипов стержней АЗ кластерного исполнения (КРО-А3);

- апробирование и отработка новой методики определения подкритичности без выхода в критсостояние на реакторе РБМК;
- исследование фрагмента загрузки реактора с профилированными ТВС.

Международное сотрудничество

В рамках международного проекта International Criticality Safety Benchmark Evaluation Project, реализуемого OECD-NEA, проведена подробная аттестация всех элементов активной зоны стэнда РБМК по конструкции, размерам и допускам, составу материалов и возможным примесям. Выполнены исследования изотопного состава и примесей в топливе и графите. В 2004 г. описание 28 критических сборок стэнда РБМК вошло в Международный справочник оцененных реперных экспериментов по критической безопасности.

Основные проблемы

Для дальнейшей успешной эксплуатации критического ядерного стэнда РБМК необходимо провести модернизацию системы СУЗ. К настоящему времени выполнен следующий объем работ:

- разработаны технические задания на изготовление пусковых и рабочих каналов контроля и защиты на основе блоков МИРАЖ МБ;
- проработаны изменения проектно-конструкторской документации;
- выполнена модернизация программного обеспечения системы КЕНТАВР-КС;
- проведены испытания образцов пусковых и рабочих каналов контроля и защиты на основе блоков МИРАЖ МБ.

Модернизацию планируется проводить поэтапно в течение трех лет.



Коллектив критического ядерного стэнда РБМК

Персоны



Зорин Юрий Иванович

Заместитель руководителя отделения канальных реакторов — главный инженер



Качанов Владимир Мефодьевич

Начальник отдела экспериментальной физики

Тел.: +7(499)196-98-94.

E-mail: Kachanov_VM@nrcki.ru

Контакты



Бурлаков Евгений Викторович

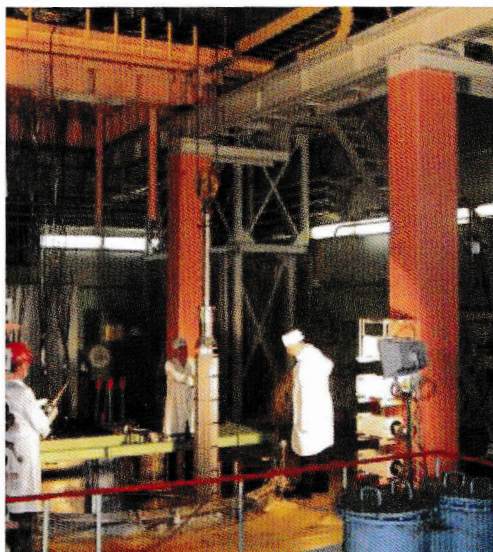
Руководитель отделения канальных реакторов

Тел.: +7(499)196-90-20, +7(499)196-96-68.

E-mail: Burlakov_EV@nrcki.ru

КРИТИЧЕСКИЙ СТЕНД В-1000

Критический ядерный стенд В-1000 предназначен для физических исследований активных зон водо-водяных энергетических реакторов. Физический пуск стенда осуществлен в 1985 г., введен в эксплуатацию 3 сентября 1986 г. Реконструкции критстенда В-1000 не проводились. Проектный срок эксплуатации КС В-1000 не назначался. В 2014 г. срок эксплуатации стенда установлен до 2029 г.



Зал КС В-1000

Критическая сборка КС В-1000 представляет собой уран-водную активную зону. Замедлитель и отражатель — дистиллят или раствор борной кислоты. Технологические системы критстенда позволяют использовать в качестве замедлителя и отражателя раствор борной кислоты с концентрацией до 15 г/кг. Емкость бака критсборки — 70 м³.