



Мороз Николай Петрович

Начальник критического стенда Аксамит

Тел.: +7(499)196-95-17.

E-mail: Moroz_NP@nrcki.ru

Контакты



Данелия Сергей Борисович

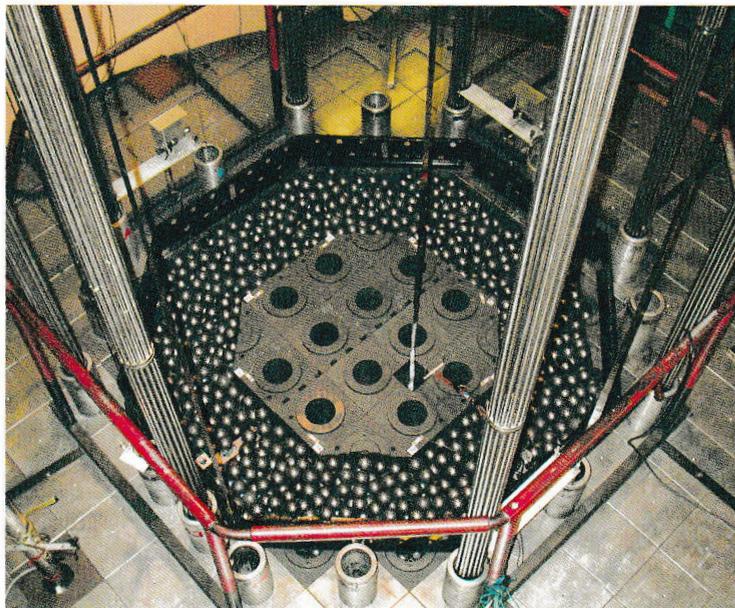
Инженер по управлению критическим стендом Нарцисс-М2

Тел.: +7(499)196-78-72.

E-mail: Daneliya_SB@nrcki.ru

КРИТИЧЕСКИЙ СТЕНД АСТРА

Ядерный критический стенд Астра (КС Астра) — прототип уран-графитового газоохладяемого реактора с шаровыми твэлами. КС Астра позволяет проводить исследования нейтронно-физических характеристик высокотемпературных газоохладяемых реакторов (ВТГР) в обоснование безопасности и внутренней самозащищенности.



Вид критической сборки КС Астра с кольцевой активной зоной

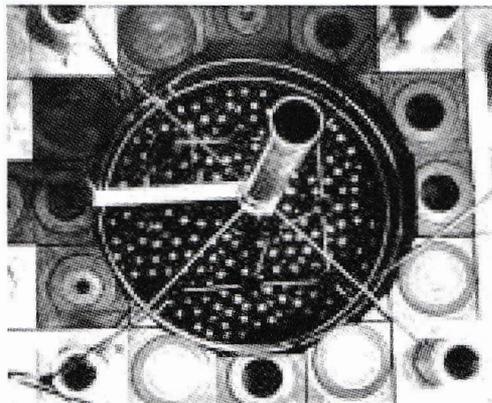
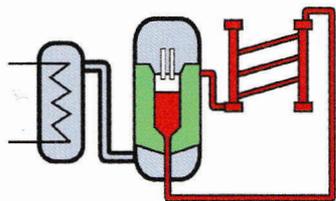
Физический пуск состоялся 5 августа 1981 г. Назначенный срок эксплуатации (30 лет) истек. В настоящее время ведутся работы по продлению срока эксплуатации КС Астра.

Критсборка имеет стальной цилиндрический корпус (диаметр — 3820 мм, высота — 4630 мм, толщина стенки — 10 мм) со стальным днищем толщиной 30 мм. Внутри корпуса выполнена кладка графитовых блоков, которая образует боковой и нижний торцевой отражатели. Есть возможность формирования внутреннего отражателя и верхнего торцевого отражателя как из графитовых блоков, так и из графитовых шаров. Каждый графитовый блок бокового отражателя имеет поперечное сечение с размерами 25×25 см.

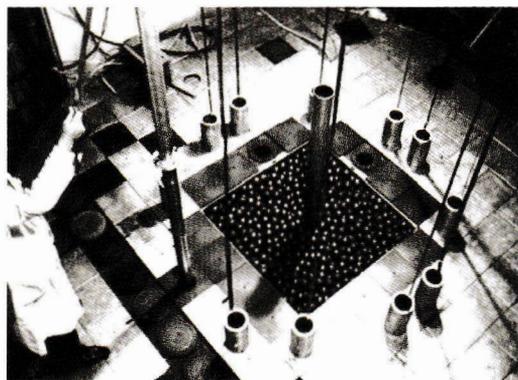
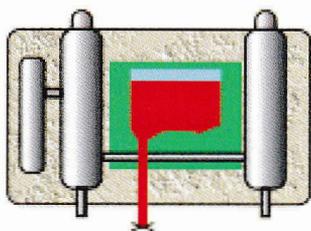


Графитовый блок бокового отражателя

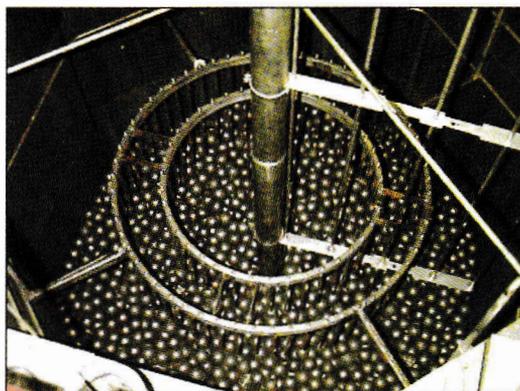
В блоке имеется расположенный по вертикальной оси канал диаметром $11,4+0,023$ см, в который может устанавливаться цилиндрическая пробка из графита диаметром $11,4-0,023$ см. При тех же поперечных размерах высота графитового блока нижнего отражателя составляет $40,00\pm 0,05$ см. Такая конструкция критической сборки позволяет моделировать самые разные конфигурации активной зоны. В центральной части графитовой кладки формируется полость, предназначенная для монтажа активной зоны той или иной конфигурации. Так на стенде были исследованы активные зоны реакторов ВГР-50, ВГ-400. С 1994 г. проводятся эксперименты, моделирующие кольцевые активные зоны высокотемпературных реакторов РВМР, ГТ-МГР.



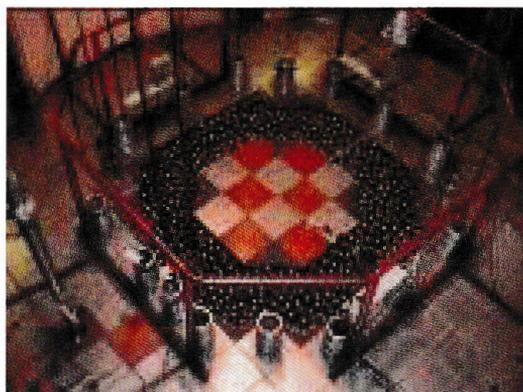
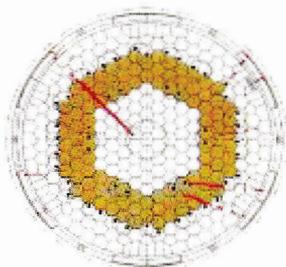
ВГР-50



ВГ-400

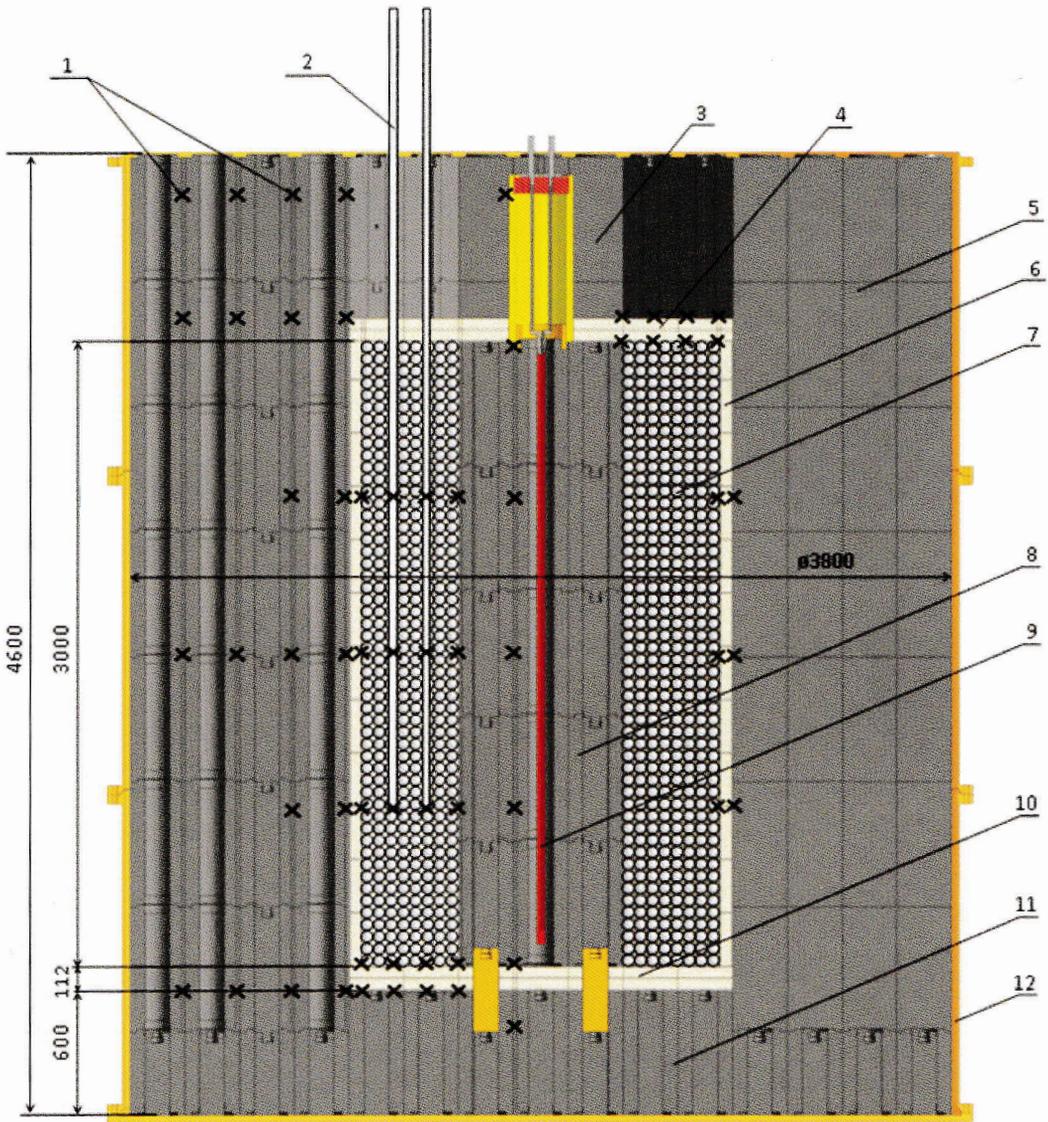


РВМР



ГТ-МГР

После завершения проводимой в настоящее время реконструкции в центре активной зоны будет смонтирован электронагреватель, который позволит вести исследования нейтронно-физических характеристик экспериментальных активных зон при температурах до 600 °С.

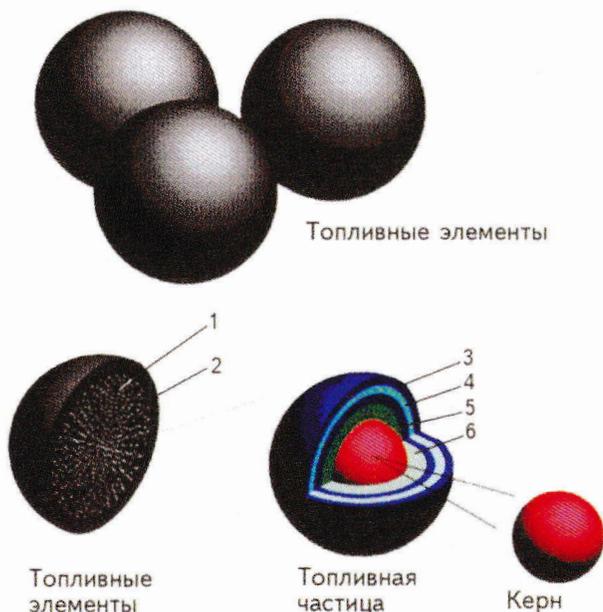


Сечение активной зоны сборки КС Астра с установленным электронагревателем (размеры даны в мм): 1 — термопары; 2 — термопарные трубки; 3 — верхний торцевой отражатель; 4 — верхняя тепловая защита; 5 — боковой отражатель; 6 — боковая тепловая защита; 7 — активная зона; 8 — внутренний отражатель; 9 — электронагреватель; 10 — нижняя тепловая защита; 11 — нижний торцевой отражатель; 12 — корпус

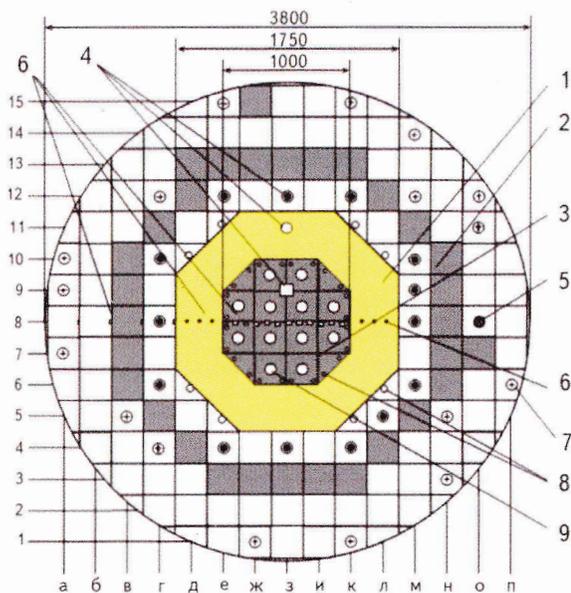
Ядерное топливо КС Астра

В КС Астра используется топливо из диоксида урана с обогащением до 21% по ^{235}U в виде топливных частиц с защитными покрытиями, распределенных в графитовой матрице шаровых топливных элементов.

Наружный диаметр шарового топливного элемента составляет 60 мм. В каждом топливном элементе содержится 2,44 г урана. Топливные частицы с защитными покрытиями, находящиеся внутри топливного элемента, имеют сферическую форму и состоят из сферического ядра из UO_2 и окружающих его четырех слоев покрытий: из пироуглерода (PyC) малой и высокой плотности различной толщины и слоя карбида кремния.



Твэл КС Астра: 1 — сердечник топливного элемента с покрытыми топливными частицами; 2 — графитовое покрытие шарового топливного элемента; 3, 4, 5, 6 — покрытия



Картограмма кольцевой активной зоны: 1 — кольцевая активная зона; 2 — боковой отражатель; 3 — внутренний отражатель; 4 — каналы РО СУЗ; 5 — канал источника нейтронов; 6 — экспериментальные каналы для детекторов; 7 — каналы нейтронных счетчиков и ионизационных камер; 8 — каналы для профилирующих поглощающих элементов; 9 — каналы без пробок в блоках внутреннего отражателя

В активную зону могут также загружаться поглощающие элементы (пэлы) и «холодные» (без топлива) сферические элементы (хэлы). Все они имеют диаметр 60 мм. По аналогии с твэлами пэлы имеют внутренний сердечник диаметром 40 мм, представляющий собой графитовую матрицу с равномерно распределенными частичками карбида бора природного изотопного состава. Средний диаметр частичек — 60 мкм, полная масса карбида бора в одном пэле составляет 0,1 г. Хэлы сделаны из реакторного графита плотностью 1,68 г/см³.

Основные технические характеристики КС Астра

Мощность установки (тепловая), МВт	0,0001
Теплоноситель	воздух, гелий
Отражатель	реакторный графит
Замедлитель	реакторный графит твэла, пэла
Давление, МПа	атмосферное
Температура нагрева активной зоны, °С: — на первом этапе — на втором этапе	400 600
Обогащение по ²³⁵ U до, %	≈21
Число органов аварийной защиты (АЗ)	5–8
Число органов регулирования (РО)	6–12
Конструкция твэла	твэл в виде шара диаметром 60 мм. Матрица, 50 мм, с микротопливом, покрытым керамической оболочкой
Число твэлов	до 40000

Экспериментальные возможности КС Астра

КС Астра предназначен для экспериментальных исследований нейтронно-физических характеристик высокотемпературных реакторов с гелиевым теплоносителем (ВТГР) в обоснование их безопасности и внутренней самозащищенности. Простота и гибкость конструкции стенда позволяют моделировать конфигурации активных зон, характерных для различных инновационных проектов ВТГР.

Полученные результаты экспериментов позволяют проводить верификацию расчетных методов и программ для обоснования нейтронно-физических характеристик и вопросов безопасности натурного реактора ВТГР.

Наличие на критсборке, кроме твэлов, пэлов и хэлов, позволяет проводить эксперименты с заполнением активной зоны смесью топливных, поглощающих и графитовых сферических элементов, что существенным образом повышает гибкость моделирования различных конструкций активных зон ВТГР.

На КС Астра возможно проведение следующих экспериментов по изучению особенностей физики реакторов ВТГР :

- определение критических параметров для различных конфигураций критических сборок;
- определение эффективности одиночных стержней, систем регулирующих стержней и их интерференции;
- определение эффективности различных материалов и образцов;
- изучение характера распределения потока нейтронов по радиусу и высоте;

- изучение вариантов профилирования пространственного распределения энерговыделения по объему активной зоны;
- измерение спектральных (энергетических) характеристик нейтронов;
- измерение абсолютной мощности и кинетических параметров сборок.

Облучательные каналы на стенде не предусмотрены.

До 2012 г. КС Астра эксплуатировался без нагрева компонентов активной зоны критической сборки: атмосферный воздух при температуре 25 ± 10 °С при относительной влажности до 90%.

В настоящий момент идет реконструкция сборки, что обеспечит нагрев до 400 °С на первом этапе, а в перспективе до 600 °С.

Основная деятельность

Обоснована целесообразность и возможность проведения экспериментов на КС Астра по исследованию температурных эффектов реактивности реактора ГТ-МГР при нагреве критической сборки, составляющих температурного эффекта реактивности и зависимости эффективности поглощающих стержней от температуры.

Ведется реконструкция стенда для проведения экспериментов с нагревом теплоносителя с помощью электронагревателя.

Международное сотрудничество

Результаты экспериментов, проведенных на стенде, включены в международные справочники:

Ponomarev-Stepnoi N. N., Glushkov E. S., Kompaniets G. V. et al. Graphite Annular Core Assemblies with Spherical Fuel Elements Containing Coated UO_2 Fuel Particles. NEA/NCS/DOC(95)03/III // In: International Handbook of Evaluated Criticality Safety Benchmark Experiments, 2007, IEU-COMP-THERM-008, v. 3, p. 60;

Nikolai N. Ponomarev-Stepnoi, Evgeny S. Glushkov, Georgy V. Kompaniets et al. Graphite Annular Core Assemblies with Spherical Fuel Elements Containing Coated UO_2 Fuel Particles. International Handbook of Evaluated Criticality Safety Benchmark Experiments. NEA/NCS/DOC(2006)1, March 2010 Edition.

Работы, связанные со стендом Астра, включены в новое российско-американское Соглашение по международному проекту ГТ-МГР.

Персоны



Фомиченко Петр Алексеевич

Научный руководитель, начальник отдела высокопотенциальной энергетики

Контакты



Данелия Сергей Борисович

Инженер по управлению критическим стендом Астра

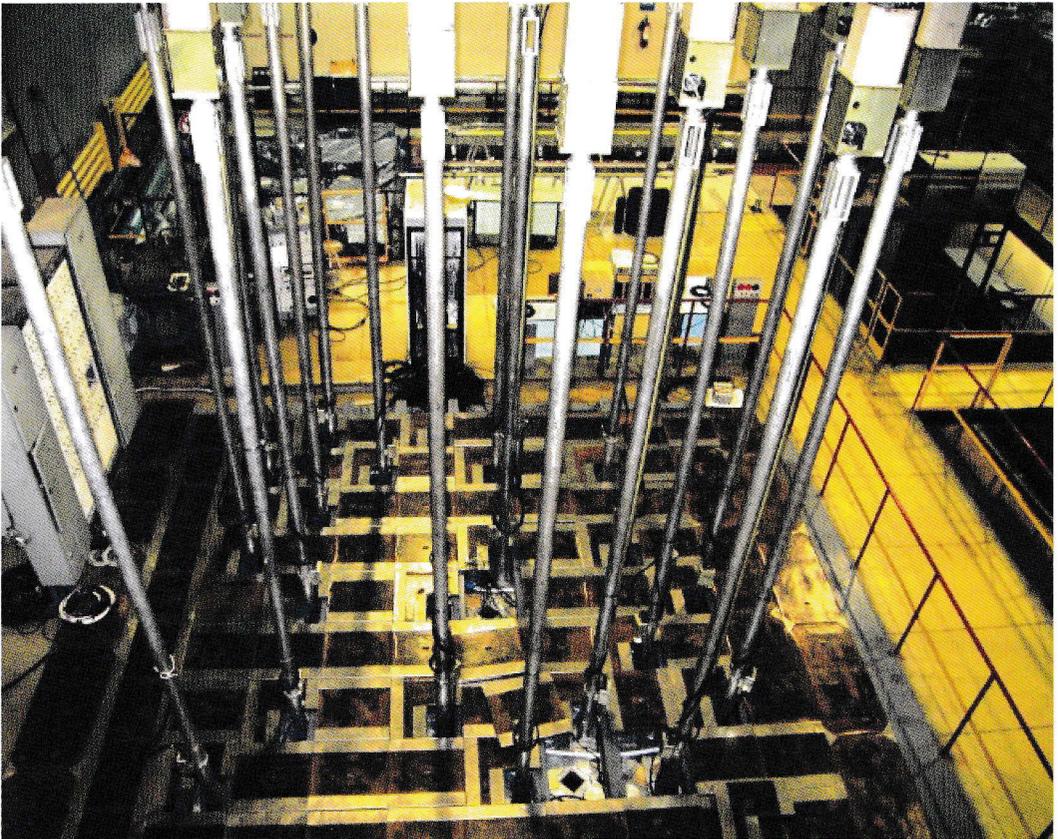
Тел.: +7(499)196-78-72.

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