

ПОДКРИТИЧЕСКИЙ СТЕНД ФС-2

Подкритический стенд ФС-2 является уникальным экспериментально-учебным подкритическим стендом, созданным на базе Отраслевой лаборатории атомных реакторов (ОЛАР) при кафедре «Ядерные реакторы и установки» Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана и представляет собой подкритический размножитель, эксплуатирующийся только при стационарной рабочей загрузке.

Стенд введен в эксплуатацию 17 октября 1972 г., а с 1978 г. переведен из режима подкритической сборки в режим подкритического размножителя с неизменяемой конфигурацией активной зоны.



Подкритический стенд
ФС-2

ПКС ФС-2 имеет двойное назначение, являясь, с одной стороны, экспериментальным устройством, позволяющим проведение научных исследований по повышению ядерной безопасности проектируемых и действующих РУ за счет улучшения их контроля в критическом и подкритическом состояниях и, с другой стороны, обеспечивающим подготовку высококвалифицированных кадров для ядерной энергетики на современном уровне.

Конструктивно стенд выглядит следующим образом.

Промежуточный бак со всеми конструктивными элементами активной зоны и отражателя помещен в бак биологической защиты, который изготовлен из коррозионностойкой листовой стали. Ко дну бака приварена подставка, служащая опорой для промежуточного бака. Активная зона с нижним и верхним торцевыми отражателями находится в цилиндрическом корпусе, изготовленном из алюминиевого сплава.



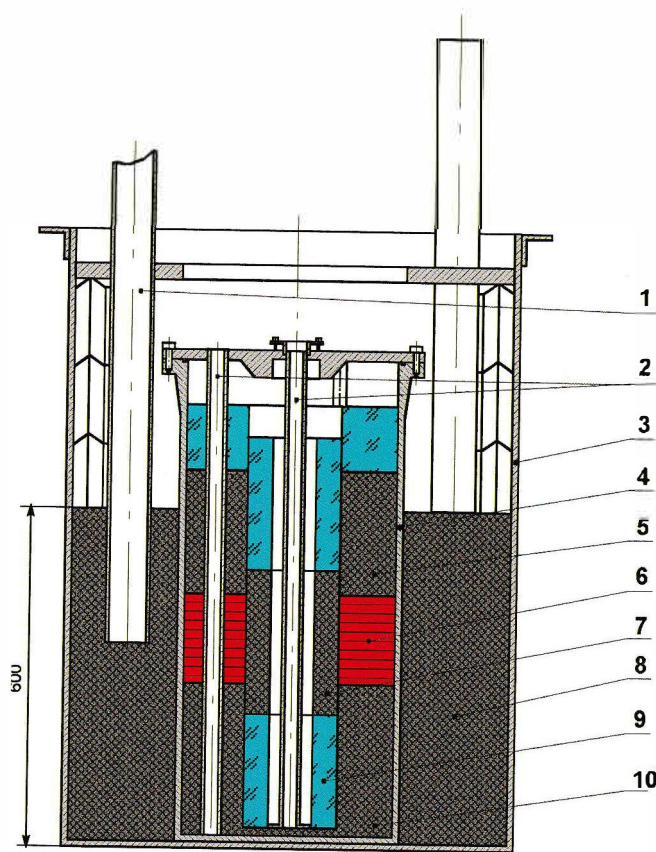
Пульт управления ПКС ФС-2

Стенд оборудован системой управления и защиты (СУЗ), обеспечивающей контроль интенсивности цепной реакции и технологических параметров, управление интенсивностью цепной реакции и быстрое гашение (уменьшение интенсивности) цепной реакции деления в активной зоне. Управление процессом осуществляется дистанционно с пульта оператора. Рабочими органами СУЗ являются два стержня аварийной защиты: АЗ-1 и АЗ-2. Регулирование мощности осуществляется перемещением подвески с внешним источником нейтронов.

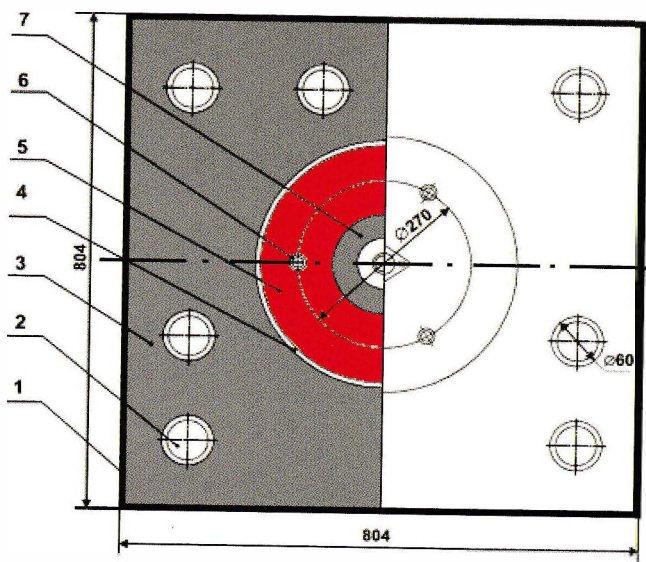
В настоящее время ПКС ФС-2 находится в режиме длительного останова в связи с необходимостью замены оборудования, выработавшего свой ресурс, и модернизации СУЗ. На стенде проводятся работы по продлению назначенного срока эксплуатации: комплексное обследование систем и элементов стенда; устранение выявленных дефицитов безопасности. Целью указанных работ является подготовка ПКС ФС-2 к эксплуатации в режимах пуска и временного останова.

В состав физического стенда входят:

- подкритический размножитель;
- системы управления и защиты (СУЗ) и контрольно-измерительных приборов.



ПКС ФС-2. Продольный разрез: 1 — вертикальные каналы в отражателе; 2 — вертикальные каналы в активной зоне; 3 — промежуточный бак; 4 — алюминиевый бак активной зоны; 5 — верхний торцевой графитовый отражатель; 6 — активная зона; 7 — графитовая втулка; 8 — графитовый отражатель; 9 — полиэтилен; 10 — нижний торцевой графитовый отражатель



ПКС ФС-2. Поперечный разрез: 1 — промежуточный бак; 2 — вертикальные каналы в отражателе; 3 — графитовый отражатель; 4 — алюминиевый бак активной зоны; 5 — активная зона; 6 — вертикальные каналы в активной зоне; 7 — графитовая втулка

Подкритический размножитель имеет твердогомогенную активную зону, окруженную со всех сторон графитовым отражателем:

- боковым — толщиной 200 мм;
- торцевым нижним — высотой 265 мм;
- торцевым верхним — высотой 230 мм.

Биологической защитой служит водяной слой толщиной — 700 мм.

Основные технические характеристики ПКС ФС-2

Тепловая мощность, Вт	0,2
Максимальный поток тепловых нейтронов в ЦЭК с источником нейтронов, см ⁻² ·с ⁻¹	4·10 ⁶
Эффективный коэффициент размножения	0,990
Максимально возможный коэффициент размножения	0,995
Замедлитель	полиэтилен
Отражатель	графит
Загрузка активной зоны по ²³⁵ U, г	1069,6
Обогащение по ²³⁵ U, %	36,7
Проектная мощность изотопного источника нейтронов, с ⁻¹	10 ⁸
Эффективная доля запаздывающих нейтронов, %	0,8
Эффективность аварийной защиты, %	2,0
Температурный коэффициент реактивности, %/°C	2·10 ⁻²
Время работы на мощности за период эксплуатации, эфф. сут.	640
Время выдержки после останова, сут.	6,2·10 ³
Флюенс за период эксплуатации, см ⁻²	2·10 ¹⁰
Разделившаяся часть ядер ²³⁵ U	1,3·10 ⁻¹¹

Характеристики ядерного топлива

Активная зона набрана из уран-полиэтиленовых сегментов, состоящих из двуокиси урана обогащением 36,7%, диспергированной в полиэтиленовой матрице.

Основные размеры активной зоны:

- наружный диаметр — 370 мм;
- внутренний диаметр — 170 мм;
- угол раствора сегментов — 120°;
- толщина сегментов — 20 мм, 10 и 5 мм;
- высота активной зоны — 210 мм.

Экспериментальные возможности

В активной зоне ПКС СФ-2 расположены четыре вертикальных канала диаметром 26 мм: центральный канал (ЦК) и три канала (И-1, И-2 и И-3) под углом 120° относительно оси на расстоянии 270 мм от центра. Центральный канал является экспериментальным. Каналы И-1 и И-2 служат для размещения рабочих органов аварийной защиты, канал И-3 — для размещения подвески с внешним источником нейтронов.

В боковом графитовом отражателе имеется один вертикальный экспериментальный канал (ВЭК-1) диаметром 60 мм и четыре канала того же диаметра для размещения ионизационных камер СУЗ.

При мощности источника нейтронов 10^8 н./с в каналах на уровне центра активной зоны устанавливаются следующие величины плотности потока нейтронов:

	ЦЭК	ВЭК-1
Плотность потока тепловых нейтронов, $\text{см}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$	$4\cdot 10^6$	$2\cdot 10^6$
Плотность потока быстрых нейтронов, $\text{см}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$	10^5	10^3

Основные направления исследований

ПКС ФС-2 обеспечивает возможность проведения испытаний детекторов нейтронов совместно с аппаратурой контроля и аварийной защиты пускового и подкритического диапазонов работы РУ различного назначения как в статических режимах, так и в режимах натурального временного воспроизведения изменения плотности потока нейтронов, имитирующего быстрое введение положительной реактивности величиной вплоть до $0,9\beta$ (за счет перемещения источника нейтронов в активной зоне или отражателе стенда по заданному алгоритму). Подобные испытания на подкритическом размножителе полностью безопасны и достаточно представительны, так как потоки нейтронов на ФС-2 примерно в 100 раз выше, чем таковые в диффузионной среде от источника нейтронов той же мощности.

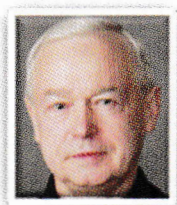
Основная деятельность

- Проведено комплексное обследование систем и элементов ПКС ФС-2.
- Заменен промежуточный бак.
- Осуществлен монтаж аппаратурных стоек СУЗ и пульта управления ПКС ФС-2.
- Выполнен ремонт здания стендового зала ПКС ФС-2.
- Разработана новая модернизированная система управления и защиты СУЗ-М ПКС ФС-2.

Дальнейшие перспективы

- Пуск ПКС ФС-2 и подтверждение его проектных характеристик.
- Обеспечение учебного процесса студентов МГТУ имени Н. Э. Баумана и проведение исследований.

Персоны



Большов Александр Александрович

Начальник ПКС ФС-2

Тел.: +7(499)763-04-02. Факс: +7(499)763-02-22.



Александров Сергей Игоревич

Начальник отдела физического контроля и экспериментов

Тел.: +7(499)763-01-45. Факс: +7(499)763-02-22.

E-mail: aleksandrov@nikiet.ru