

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД



144001, Российская Федерация, Московская обл., г. Электросталь, ул. К. Маркса, 12.
Тел.: +7(495)702-99-01, +7(495)702-99-70. Факс: +7(495)702-92-21.
Телетайп: 346312 «ИСКРА»; e-mail: zysmsz@elemash.ru; <http://www.elemash.ru>

Публичное акционерное общество «Машиностроительный завод» (ПАО «МСЗ») — одно из крупнейших промышленных предприятий страны. ПАО «МСЗ» входит в Топливную компанию «ТВЭЛ» АО «Атомэнергопром» ГК «Росатом» и является одним из ведущих мировых производителей и поставщиков ядерного топлива для атомных электростанций. Кроме того, предприятие выпускает топливо для исследовательских реакторов и реакторных установок судов морского флота.



Вход на площадку ПАО «Машиностроительный завод»



*Генеральный директор
ПАО «МСЗ»
Сидельников Олег
Львович*

Ядерное топливо, произведенное на электростальском «Машиностроительном заводе» обеспечивает работу АЭС как в России, так и за рубежом.

Более чем 50-летний опыт изготовления тепловыделяющих элементов и тепловыделяющих сборок для активных зон энергетических ядерных реакторов, а также планомерно осуществляемая на заводе политика в области качества и охраны окружающей среды, обеспечили стабильное положение предприятия на внутреннем и внешнем рынках.

Расширение номенклатуры выпускаемых в ПАО «МСЗ» изделий, выполняемых опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ привело к необходимости создания на предприятии комплекса ядерных критических стенов.

Первая очередь критических стенов №№ 1–6 была пущена в эксплуатацию в 1960-е гг.: КС № 1 (1966), КС №№ 2, 3 (1967). Это позволи-

ло проводить физические испытания изделий второго поколения, в том числе горячие физические испытания на КС № 2.

Ввод в строй в 1968 г. критстендов № 4 и № 5 позволил приступить к определению физических характеристик наиболее ответственных комплектующих деталей для различных заказов.

В настоящее время на территории предприятия эксплуатируются ядерные критические стенды № 4 и № 5, которые находятся в федеральной собственности.

На основании Решения Федерального агентства по атомной энергии ПАО «ТВЭЛ» является организацией, признанной пригодной эксплуатировать объекты использования атомной энергии, находящиеся на площадке ПАО «МСЗ», и является эксплуатирующей организацией в отношении ПАО «МСЗ».



Технический директор
ПАО «МСЗ»
Жигалин Алексей
Владимирович

Исследовательские ядерные установки МСЗ

Тип ИЯУ	Название ИЯУ	Мощность тепловая, кВт	Год физического пуска	Состояние	Длительность эксплуатации, лет*
КС	Стенд № 4	0,03	1967	Действующий	48
КС	Стенд № 5	0,03	1967	Действующий	48

* — на 2015 г.

КРИТИЧЕСКИЕ СТЕНДЫ № 4 И № 5

Уран-графитовые критические стенды № 4 и № 5, корп. 247, имеют одинаковые конструкции и состав, являются исследовательскими ядерными установками, представляющими собой комплекс, включающий критическую сборку и оборудование, необходимое для проведения физических испытаний, управления критической сборкой и для обеспечения ядерной, радиационной и общепромышленной безопасности. Дата физического пуска — 20.04.1967 г.



Здание управления

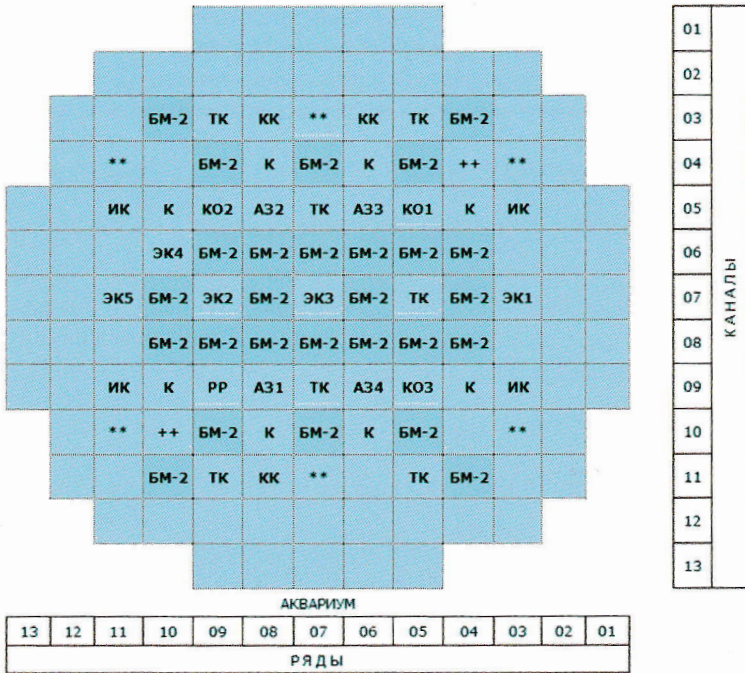
В апреле 1974 г. проведена перекомпоновка стендов с целью расширения их экспериментальных возможностей.

В состав каждого критстенда входят:

- уран-графитовая критическая сборка;
- система управления и защиты;

- экспериментальное устройство — автомат дистанционных работ;
- система радиационного контроля;
- система аварийной сигнализации;
- саншлюз;
- пожарная сигнализация.

Критическая сборка (активная зона и отражатель) — прототип уран-графитного реактора.



- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| ИК — КНК-56 для КВР | КК — каналы под КНК-56 |
| БМ-2 — ТК с БМ-2 | ТК — технологические каналы |
| ЭК — экспериментальные каналы | ** — каналы под источники |
| АЗ — каналы со стержнями АЗ | КО — каналы со стержнями КО |
| К — каналы под стержни КО | РР — каналы со стержнями РР |
| ++ — каналы под счетчики | |

Номера ячеек следует читать: сначала номер ряда, затем номер канала. Пример: В ячейке 08–09 находится АЗ1.

Картограмма критстенда № 4 (картограмма КС № 5 — в зеркальном отображении)

Устройство критического стенда

Уран-графитовый критстенд выполнен в форме восьмигранной призмы из графитовых блоков размерами (200×200×600) мм и (200×200×400) мм.

Критсборка размещена в каньоне 4100×7800 мм. Высота активной зоны — 3000 мм, средний диаметр — 1400 мм, толщина бокового и торцевых отражателей — 500 мм.

- В графитовой кладке имеется 138 технологических каналов, включающих
- 26 рабочих каналов, загруженных 29 блочками БМ-2;
 - 1 рабочий канал, загруженный 20 блочками БМ-2;

- 7 рабочих каналов, не загруженных ЯМ;
- 5 экспериментальных каналов;
- 6 каналов для размещения источников нейтронов;
- 11 каналов для размещения стержней КР;
- 1 канал для размещения регулятора РР;
- 4 канала для размещения стержней АЗ;
- 2 канала для установки счетчиков нейтронов;
- 7 каналов для установки ионизационных камер;
- 1 канал пускового источника, расположенный между ячейками 07–08 и 07–09;
- 67 каналов, заложенных графитовыми стержнями.

Ядерное топливо: блочки БМ-2 из металлического урана диаметром 37,0 мм и длиной 103,7 мм устанавливаются в металлические гильзы с внутренним диаметром 39 мм и толщиной стенки 1,5 мм. Обогащение топлива по ^{235}U — 2%. Загрузка по ^{235}U составляет 27,7 кг.

Каналы в графитовой кладке расположены с шагом 200 мм.

В нижнем отражателе расположены 7 горизонтальных отверстий диаметром 66 мм, проходящие по каналам 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, для установки ионизационных камер, и одно отверстие диаметром 43 мм, проходящее по ряду 07, для протяжки источника.

Пять экспериментальных каналов служат для помещения в них испытываемых изделий.

Стержни АЗ диаметром 28 мм, КР и РР диаметром 12 мм выполнены в виде соединенных шарнирно звеньев из карбида бора (B_4C).

Сервоприводы, перемещающие стержни КР, АЗ и РР, смонтированы на плите СУЗ.

Комбинированная биологическая защита состоит из чугунных, полиэтиленовых и стальных плит общей толщиной 630 мм.

Вход на 2 этаж каньона осуществляется из сборочного зала через защитную дверь. Транспортировка оборудования производится через ворота из транспортного коридора. Вход на 1 этаж каньона к графитовой кладке осуществляется через люк.

Наблюдение за работой на критсборке производится из пультовой через защитное окно типа «Аквариум».

Диапазон измерения массы бора в вытеснителях и опытных образцах — от 0,3 до 1,1 г.

Диапазон измерения физиндекса графитовых стержней — от 3 до 12 мб.

Основные технические характеристики КС № 4 (5)

Мощность, кВт	0,03
Запас реактивности, β	0,6 (0,8)
Замедлитель	графит
Температура замедлителя, °C	не более 30
Теплоноситель	—
Отражатель	графит
Уровень отражателя, мм	выше активной зоны на 500
Плотность потока тепловых нейтронов, макс., $\text{см}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$	$1\cdot 10^6$
Количество сторон отражения	10
Материал поглощающих стержней	карбид бора
Количество стержней:	
— аварийной защиты	4
— регулирования	1

Основные направления исследований

Критстенды предназначены для проведения физических испытаний (экспериментов) по определению следующих характеристик:

- физической идентичности стержней системы управления и защиты (СУЗ), стержней выгорающего поглотителя (СВП), рабочих и пусковых источников нейтронов (РИН, ПИН);
- физической эффективности стержней СУЗ, СВП, РИН, ПИН, опытных образцов поглотителя;
- измерение массы бора в вытеснителях и опытных образцах поглощающих элементов с погрешностью не более 0,02 г;
- измерение физического индекса графитовых стержней с погрешностью не более 0,30 мб.

Также проводятся эксперименты по определению характеристик критстендов:

- измерение положения рабочих органов (РО) СУЗ в активной зоне;
- измерение эффективности РО СУЗ;
- определение критического положения РО СУЗ;
- снятие относительной характеристики РО стержня ручного регулирования (РР);
- определение абсолютной эффективности РО РР;
- установка (извлечение) датчиков нейтронного потока (камер КНК-56 и счетчиков СНМ-11);
- измерение полей энерговыделения критсборки.

Основным методом испытаний является метод измерений в подкритическом состоянии критсборки не менее $0,5 \beta_{эфф}$ с внешним источником нейтронов.

Перспективы использования

В ближайшие 10 лет эксплуатация критстендов № 4 и № 5 будет производиться без ограничений.

История

В середине пятидесятых годов XX столетия перед машиностроительным заводом была поставлена задача освоения выпуска серийных изделий для оборонной промышленности.

Это была необычно сложная задача, ибо наша промышленность до этого периода не имела не только научно-технической базы, но и подготовленных кадров. Необходимо было создать стабильные процессы изготовления и контроля сложных изделий, содержащих делиющиеся материалы, обеспечить ядерную безопасность на всех этапах производства.

Главным идеологом и организатором работ по сооружению критических стендов на предприятии был исполняющий в то время обязанности главного инженера предприятия Дмитрий Дмитриевич Соколов.

В середине 1960 г. создается физическая лаборатория № 2 ОКБ. Основными задачами, которые должен был решать коллектив этой лаборатории, были определение нейтронно-физических характеристик комплексов изделий в целом и параметров наиболее важных компонентов, входящих в состав данных изделий. Первым начальником лаборатории № 2 был выпускник МГУ, фронтовик В. В. Егоров. Коллектив был укомплектован молодыми физиками и электронщиками, недавними выпускниками ведущих институтов страны Н. А. Балагуровым, В. И. Владимировым, В. А. Шаповаловым, Е. Н. Цивинским, И. А. Михайловым и другими.

Необходимо было отработать методики, техпроцессы, инструкции по эксплуатации оборудования, систему взаимодействия с цехами-изготовителями и целый ряд других

важных вопросов, обеспечивающих эффективную и безопасную работу как в самой лаборатории, так и на заводе в целом.

Эта работа велась в тесном контакте с ведущими научно-техническими центрами страны: ИАЭ им. Курчатова, НИКИЭТ, ОКБМ и др. В результате упорного труда сотрудников лаборатории № 2 уже через несколько лет сформировался дружный творческий коллектив, способный решать важные и сложные производственные научно-технические задачи. Первый физический пуск критической сборки в корп. 162 был осуществлен в апреле 1960 г.

Расширение номенклатуры выпускаемых изделий, опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ привело к необходимости создания комплекса критстендов.

На новом этапе развития и совершенствования энергетических реакторов ВВЭР был построен и сдан в эксплуатацию в 1979 г. критический стенд № 7, предназначенный для экспериментального определения стартовых физических характеристик полномасштабных комплексов кассет ВВЭР-1000. На нем после загрузки кассет для V блока Ново-Воронежской АЭС впервые в СССР был осуществлен физический пуск полномасштабной активной зоны ВВЭР-1000. В дальнейшем на критстенде № 7 были проведены комплектация и полномасштабные физические эксперименты по определению характеристик, необходимых для безопасной загрузки, пуска и нормальной эксплуатации энергетических реакторов для Ново-Воронежской АЭС (1980), Южно-Украинской АЭМ (1983), Калининской АЭС (1983).

В 1984 г. критстенд № 7 был модернизирован для проведения комплектации и физических испытаний полномасштабных комплексов кассет АСТ-500 для атомных станций теплоснабжения. В этом же году впервые были проведены межведомственные испытания головного комплекса кассет АСТ-500 для первого блока Горьковской АСТ, а в 1986 г. — для II блока ГАСТ. Совместно с основными испытаниями проводились НИР по экспериментальному исследованию влияния технологических допусков на физические параметры ТВС, а также физические исследования вопросов ядерной безопасности АСТ, которые были продолжены в 1989–1990-гг. на комплексе кассет для первого блока Воронежской АСТ под научным руководством ИАЭ им. Курчатова и ОКБМ.

В 1998 г. проведено техническое переоснащение системы управления и защиты критстендов по проекту, разработанному ГСПИ, аппаратура изготовлена и установлена представителями МСЗ. Срок эксплуатации оборудования продлен до декабря 2018 г.

В настоящее время критические стенды №№ 1, 2, 3, 6, 7 выведены из эксплуатации.



Соколов Д. Д.



Балагуров Н. А.



Владимиров В. И.



Шаповалов В. А.



Дзвинский Е. Н.



Михайлов И. А.