

## ОПЫТНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО «ГИДРОПРЕСС»



142103, Российская Федерация, Московская обл., г. Подольск,  
ул. Орджоникидзе, 21.  
Тел.: +7(495)502-79-10. Факс: +7(496)754-27-33.  
E-mail: [grpress@grpress.podolsk.ru](mailto:grpress@grpress.podolsk.ru); <http://www.gidropress.podolsk.ru>

Акционерное общество «Ордена Трудового Красного Знамени и ордена труда ЧССР опытное конструкторское бюро "ГИДРОПРЕСС"» (АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС») создано в соответствии с Постановлением Совета народных комиссаров СССР от 28 января 1946 г. Приказом Народного комиссара тяжелого машиностроения Союза ССР от 01 февраля 1946 г.

Руководитель АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС» — Генеральный директор Виктор Владимирович Джангобегов.



Здание ОКБ «ГИДРОПРЕСС»

ОКБ «ГИДРОПРЕСС» — ведущая компания Госкорпорации «Росатом» по созданию реакторных установок для АЭС различного назначения, обладающих свойствами повышенной безопасности, надежности и экономичности, конкурентоспособных в Российской Федерации и за рубежом. Предприятие имеет более чем шестидесятилетний опыт конструкторских, расчетно-теоретических, экспериментально-исследовательских и производственных работ.

Реакторные установки ВВЭР, сооруженные по проектам ОКБ «ГИДРОПРЕСС», работают на 20 атомных станциях России, Украины, Армении, Финляндии, Болгарии, Венгрии, Чехии, Словакии, Китая, Индии и Ирана. Это — 23 энергоблока ВВЭР-440 общей мощностью 10 120 Мвт и 32 энергоблока ВВЭР-1000 общей мощностью 32 000 Мвт. В ближайшее время ряды российских атомных энергоблоков пополнятся новыми, готовящимися к пуску энергоблоками с реакторными установками ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200. Продолжаются работы по продлению срока службы оборудования реакторных установок первых поколений.

В настоящее время по проектам ОКБ «ГИДРОПРЕСС» сооружаются реакторные установки одновременно нескольких энергоблоков за пределами России: АЭС «Куданкулам» в Индии, АЭС «Тяньвань» в Китае, Белорусская АЭС. Каждый из проектов уникален, и каждая из сооружаемых атомных электростанций имеет свои, присущие только ей, особенности. Общее для всех проектов: высокие стандарты качества работ и максимальные требования к уровню безопасности.

В настоящее время экспериментально-исследовательский комплекс ОКБ «ГИДРОПРЕСС» включает в себя около 30 стендов и установок (в том числе подкритические семикасетные стенды высокого и низкого давления), по следующим основным направлениям:

- теплофизика;
- гидродинамика;
- сейсмическая и виброударная прочность;
- ресурс и материаловедение;
- техническая диагностика и обоснование работоспособности проектируемого оборудования реакторных установок.

В 2009 г. ОКБ «ГИДРОПРЕСС» признана организацией, пригодной эксплуатировать объекты использования атомной энергии.

#### **Исследовательские ядерные установки ОКБ «ГИДРОПРЕСС»**

Тип ИЯУ	Название ИЯУ	Мощность тепловая, кВт	Год физического пуска	Состояние	Длительность эксплуатации, лет*
ПКС	7КВД	1,70**	1979	Консервация	21
ПКС	7КНД	1,60**	1978	Вывод из эксплуатации	20

\* — до момента останова;

\*\* — электронагрев.

### ***ПОДКРИТИЧЕСКИЙ СТЕНД 7ВД***

Стенд 7ВД является гидродинамической подкритической сборкой семи макетов ТВС ВВЭР-1000. Стенд расположен в экспериментальном корпусе АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС».

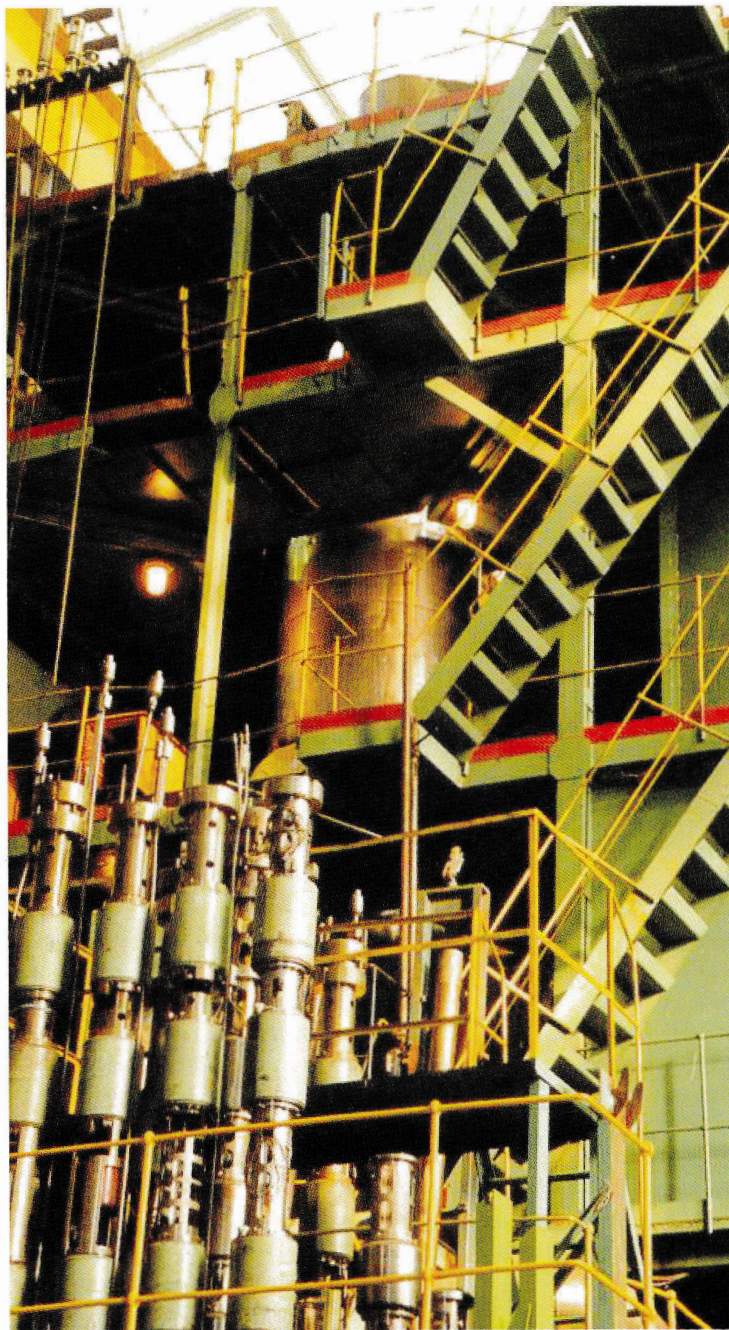
Стенд 7ВД введен в эксплуатацию в 1979 г. и является подкритическим с  $K_{эфф}$  менее 0,9. Необходимость физического и энергетического пуска отсутствует.

За период эксплуатации с 1979 г. реконструкции не подвергался.

На стенде 7ВД выбран оптимальный вариант компоновки с расположением циркуляционных насосов по окружности вокруг колонки на отметке 2,5 м по 4 насоса на коллекторе. Напорный и всасывающий коллекторы расположены со стороны патрубков колонки. Для компенсации термонапряжений контура насосы соединяются с нагнетательным коллектором с помощью гнутых колен из трубы 194×15 мм, на прямых участках которых установлены задвижки с электроприводом.

Для разогрева стенда и поддержания рабочих параметров установлены два электронагревателя на отметке 5,0 м.

Оборудование контура химводоочистки для удобства обслуживания краном расположено на открытой площадке, на отметке 2,500 м.

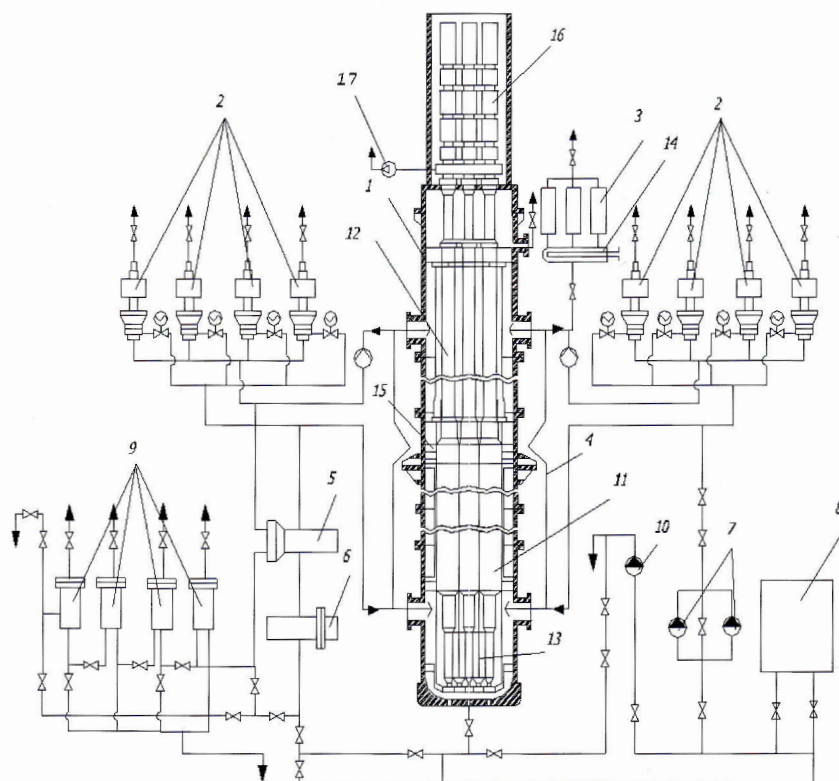


Общий вид стенда 7КВД

На нулевой отметке под ним расположено оборудование контура расхолаживания (рекуператор и теплообменник), щиты КИП и арматура стенда.

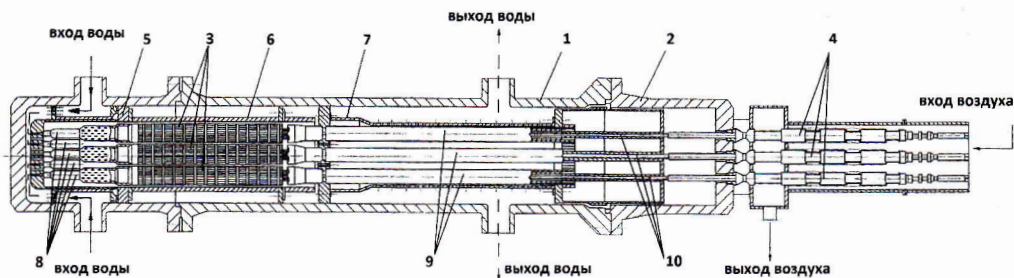
Колонка заглублена в приямок и имеет верхнюю отметку 15,340 м.

Стенд 7ВД предназначен для ресурсных испытаний опытных макетов ТВС и приводов системы управления защиты (СУЗ) (РУ) ВВЭР-1000.



- — устройство расходомерное
- ⊗ — вентиль (завдвижка) с электроприводом
- ⊗ — вентиль
- — насос

Принципиальная технологическая схема стенда 7ВД: 1 — колонка стенда; 2 — насосы ГЦЭН; 3 — паровой компенсатор объема; 4 — контурный электронагреватель; 5 — рекуператор; 6 — теплообменник; 7 — насосы питательные; 8 — бак питательный; 9 — ионообменные фильтры стендовой ХВО; 10 — насос центробежный; 11 — ТВС; 12 — БЗТ; 13 — цилиндр опорный; 14 — ТЭНы парового компенсатора объема; 15 — выгорodka; 16 — испытываемые приводы СУЗ ШЭМ; 17 — вентилятор



Продольный разрез колонки стенда 7ВД: 1 — корпус колонки; 2 — крышка; 3 — макеты ТВС; 4 — привод ШЭМ; 5 — цилиндр опорный; 6 — выгорodka; 7 — блок защитных труб; 8 — стаканы цилиндра опорного; 9 — труба БЗТ; 10 — штанга привода ШЭМ

## Основные технические характеристики ПКС 7ВД

Теплоноситель	вода, по химическому составу аналогичная воде первого контура РУ ВВЭР-1000
Отражатель	вода и сталь
Замедлитель	вода
Максимальное рабочее давление теплоносителя в I контуре, МПа	до 16
Расход теплоносителя, м <sup>3</sup> /ч	до 4200
Максимальная температура на выходе из колонки, °С	до 325
Обогащение топлива по <sup>235</sup> U, %	до 2% (включительно)
Число тепловыделяющих сборок (макетов ТВС)	7
Число органов аварийной защиты (АЗ)	не имеет
Число органов регулирования (ОР)	не имеет
Конструкция ТВС	макет ТВС ВВЭР-1000
Число экспериментальных петель	отсутствуют
Число экспериментальных каналов	отсутствуют

Стенд 7ВД является глубоко подкритичным. Выгорания топлива нет, так как при испытаниях на стенде используется свежие (не облученные) макеты ТВС ВВЭР-1000. Программами и методиками испытаний не предусматривается изучение размножающей среды.

**Экспериментальные возможности**

Конструкция стенда 7ВД позволяет проводить следующие испытания:

- определение КГС семикассетной сборки при равномерном и неравномерном расходе воды на входе в макеты ТВС ВВЭР-1000;
- исследование гидравлических и пульсационных характеристик потока воды в зоне макетов ТВС;
- исследование вибрационных характеристик пучков тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ) и направляющих каналов ПС СУЗ;
- проверку механической и коррозионной стойкости элементов пучков ТВЭЛ в потоке горячей воды;
- отработку конструкции макетов ТВС;
- ресурсные испытания макетов ТВС;
- проверку работоспособности разных модификаций органов регулирования (ОР) СУЗ;
- исследование характеристик при падении ОР СУЗ в канале привода при разных перекосах его элементов и разных расходах воды через сборку;
- отработку конструкции элементов приводов и проверку их характеристик;
- проверку температурного режима электрооборудования приводов в зависимости от расхода и температуры охлаждающего воздуха;
- проверку работоспособности приводов СУЗ и стабильности характеристик при ресурсных испытаниях;
- проверку приводов СУЗ в аварийных режимах;
- проверку собираемости активной зоны;
- использование стенда без макетов ТВС для получения теплоносителя с требуемыми параметрами.

Облучательных возможностей стенд 7ВД не имеет, так как при испытаниях используются свежие (не облученные) макеты ТВС. Программами и методиками испытаний не пред-

усматривается изучение размножающей среды. Внешние источники нейтронов, предназначенные для увеличения плотности потока нейтронов, при проведении испытаний не применяются.

В 2000 г. стенд 7ВД переведен в режим длительного останова, который продолжается по настоящее время.

### **Контакты**

*Райков Александр Владимирович*

Начальник подкритического семикассетного стенда высокого давления 7ВД

Тел.: +7(495)502-79-24, доб. 30-14, +7(496)769-18-05. Факс: +7(496)754-25-31.

### ***ПОДКРИТИЧЕСКИЙ СТЕНД 7НД***

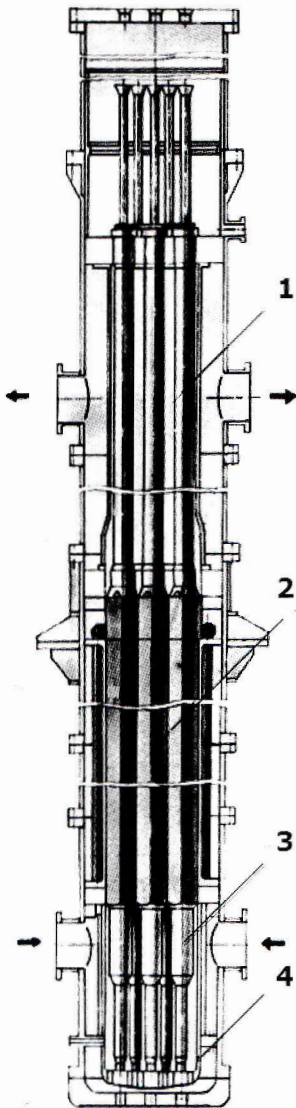
Подкритический семикассетный стенд низкого давления (стенд 7НД) предназначен для проведения комплексных гидродинамических, вибрационных исследований макетов ТВС ВВЭР-1000 любых модификаций с определением качества топливных сборок в натурную величину и исследований вопросов собираемости активной зоны.



Общий вид ПКС 7НД

Стенд 7НД введен в эксплуатацию в 1978 г. и является подкритическим с  $K_{эфф}$  менее 0,9. Необходимость физического и энергетического пуска отсутствует.

За период эксплуатации с 1978 г. реконструкции не подвергался.



Разрез колонки стенда 7НД: 1 — блок защитных труб; 2 — семикас-сетная сборка; 3 — опорные трубы; 4 — опорный цилиндр

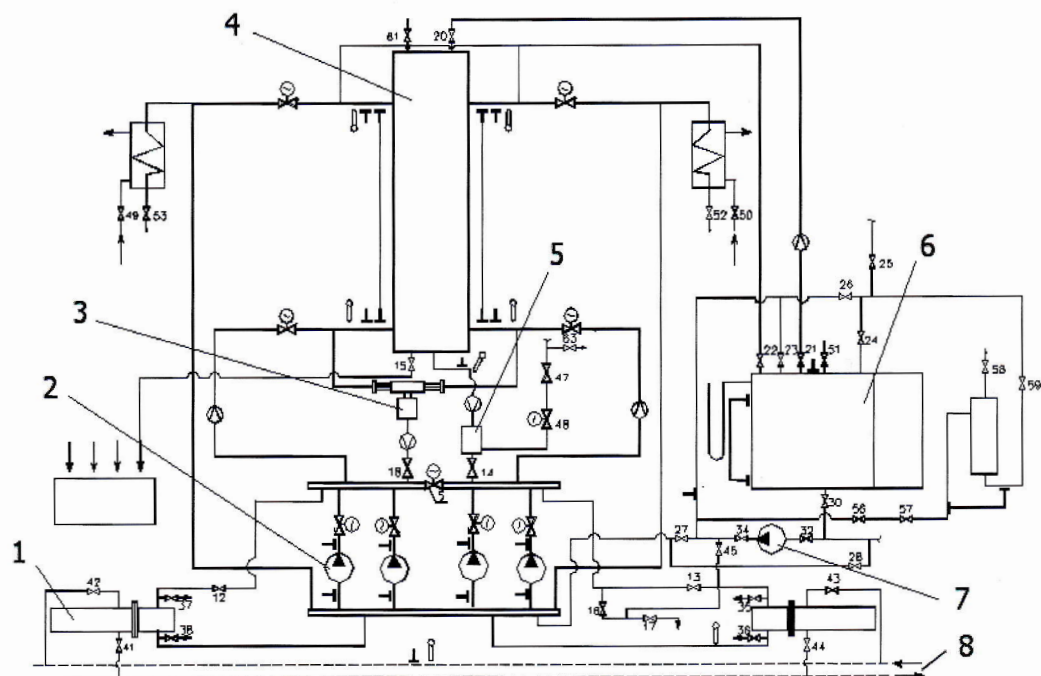
### Основные технические характеристики ПКС 7НД

Теплоноситель	вода, по химическому составу аналогичная воде первого контура РУ ВВЭР-1000
Отражатель	вода и сталь
Замедлитель	вода

Максимальное рабочее давление теплоносителя в I контуре, МПа	$\leq 1,0$
Расход теплоносителя, м <sup>3</sup> /ч	$\leq 4500$
Скорость потока теплоносителя в активной зоне, м/с	$\approx 5$
Максимальная температура на выходе из колонки, °С	80
Обогащение топлива по <sup>235</sup> U, %	$\leq 2$
Число тепловыделяющих сборок (макетов ТВС)	7
Число органов аварийной защиты (АЗ)	не имеет
Число органов регулирования (ОР)	не имеет
Конструкция ТВС	макет ТВС ВВЭР-1000

Конструкция семикасшетной колонки моделирует высотные размеры натурной реакторной установки. Семикасшетная сборка, размещаемая в колонке, моделирует установку ТВС в реакторе как центральную, так и периферийную. В колонке можно создать любое заданное поджатие пружин в головке ТВС.

Конструкция колонки позволяет установить и вывести за пределы прочного корпуса любое количество первичных датчиков, необходимых для гидромеханических и вибрационных исследований.



Принципиальная гидравлическая схема 7НД: 1 — теплообменник; 2 — насос 14НДС; 3 — пульсатор давления; 4 — колонка; 5 — подогреватель теплоносителя; 6 — питательный бак; 7 — подпиточный насос; 8 — обратная вода



Циркуляционный контур стенда позволяет создать в пучке твэлов любые возможные в натурной РУ скорости теплоносителя.

Наличие пульсатора в схеме стенда позволяет исследовать поведение ТВС при наличии на входе в нее пульсаций давления в широком диапазоне.

Конструкция нижней камеры колонки позволяет проводить исследования с любой заранее заданной блокировкой расхода теплоносителя на входе в ТВС.

При испытаниях на стенде используется необлученное топливо, а именно свежие ТВС в различных комбинациях с обогащением до 2% по  $^{235}\text{U}$  включительно.

Стенд 7НД является глубоко подкритическим. Выгорания топлива нет, так как при испытаниях на стенде используется свежие (не облученные) макеты ТВС ВВЭР-1000. Программами и методиками испытаний не предусматривается изучение размножающей среды.

### Экспериментальные возможности

Стенд 7НД позволяет проводить целый комплекс НИОКР по исследованию ТВС новой модификации, а именно:

#### 1) гидравлические характеристики ТВС:

- определять КГС ТВС в целом и отдельных ее элементов: хвостовика, головки, пучка твэл;
- исследовать распределение потерь давления по всей высоте ТВС, определять КГС дистанционирующих решеток и коэффициент гидравлического трения пучка стержней в широком диапазоне чисел Рейнольдса;
- изучать распределение полей скоростей теплоносителя по сечению и высоте семикас-сетной сборки;
- исследовать перемешивание потоков теплоносителя между ТВС;

#### 2) вибрационные исследования ТВС:

- исследовать напряжения, перемещения и параметры вибрации элементов ВКУ и ТВС;
- исследовать влияние пульсаций давления на вибрационные параметры элементов ВКУ и ТВС;

#### 3) акустические исследования ТВС:

- провести испытания по отработке элементов системы обнаружения свободнодвижущихся предметов;
- провести испытания систем оперативной диагностики по обнаружению на ранней стадии разрушения элементов ВКУ и ТВС.

В 1998 г. стенд 7НД переведен в режим длительного останова, а в 2014 г. приказом по предприятию стенд переведен в режим окончательного останова.

### Контакты

*Зайцев Дмитрий Вадимович*

Начальник подкритического семикас-сетного стенда низкого давления 7НД

Тел.: +7(495)502-79-24, доб. 10-58, +7(496)769-19-59. Факс: +7(496)754-25-31.