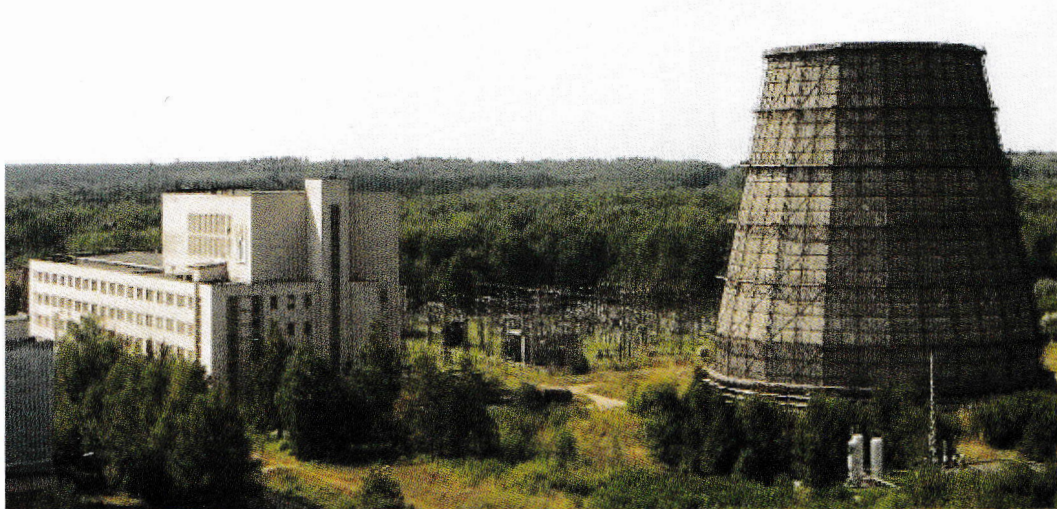


ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РЕАКТОР ВК-50

Реакторная установка ВК-50 представляет собой ядерную установку с корпусным водо-водяным кипящим реактором и естественной циркуляцией теплоносителя, с выдачей пара непосредственно из реактора на турбину. ВК-50 — это прототип АЭС (мощность генерации электрической энергии до 50 МВт). Физический пуск состоялся 15.12.1964 г., энергетический пуск — 20.10.1965 г.



Здание РУ ВК-50

На РУ ВК-50 производится выработка и выдача электрической энергии во внешнюю энергосистему и тепла на отопление площадки расположения ГНЦ НИИАР.

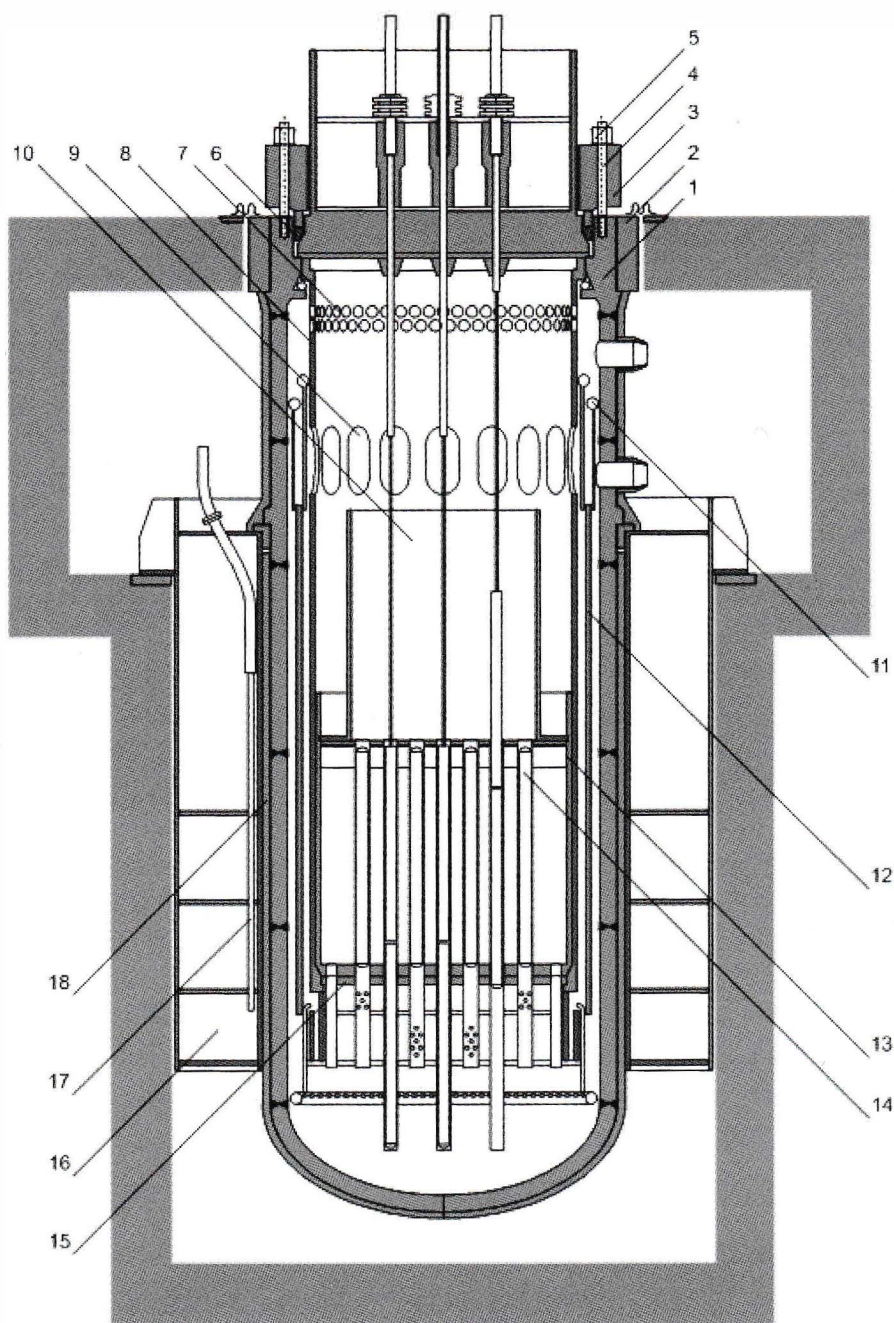
Постоянно проводятся работы по увеличению надежности и улучшению отдельных узлов и элементов реактора ВК-50 с целью повышения безопасности его эксплуатации.

В настоящее время выполняется комплекс работ по продлению срока эксплуатации установки до 2025 г., в результате чего будет обоснована возможность эксплуатации объектов использования атомной энергии до 60 лет.

На РУ ВК-50 применена интегральная компоновка оборудования реактора: размещение в одном корпусе активной зоны и контура циркуляции воды.

Корпус реактора ВК-50 представляет собой сварной цилиндрический сосуд диаметром 3550 мм и высотой 11230 мм с эллиптическим днищем. Сверху корпус уплотняется плоской крышкой, на которой расположены чехлы приводов СУЗ и ИК, образующие универсальный верхний блок. Толщина стенки корпуса в зоне патрубков для отвода-подвода воды и пара — 165 мм, на остальной части — 105 мм.

В активной зоне устанавливается 90 рабочих ТВС. Размеры активной зоны: эффективный диаметр — 1,8 м, высота — 2,0 м.



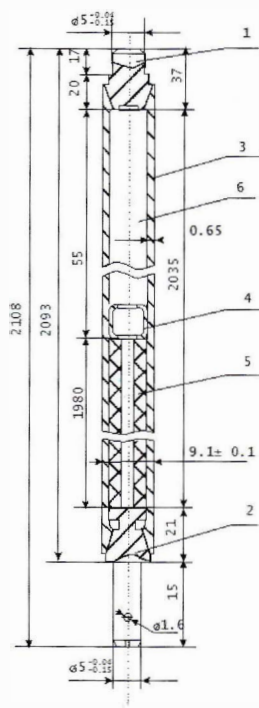
Разрез реактора ВК-50: 1 — корпус реактора; 2 — бандаж; 3 — нажимное кольцо; 4 — шпилька; 5 — гайка; 6 — узел уплотнения; 7 — окна паровые; 8 — шахта; 9 — окна переливные; 10 — тяговый участок; 11 — коллекторы питательной воды; 12 — разделительная обечайка; 13 — корзина; 14 — ТВС; 15 — плита нижняя; 16 — бак биологической защиты; 17 — канал ИК; 18 — теплоизоляция

Основные технические характеристики реактора ВК-50

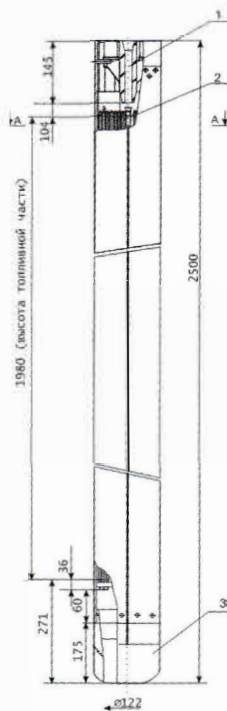
Мощность ИЯУ (тепловая), МВт	до 200
Мощность электрическая, МВт	до 50
Вид используемого теплоносителя	вода
Вид используемого отражателя	вода
Вид используемого замедлителя	вода
Максимальное рабочее давление теплоносителя в I контуре, МПа	до 6,0
Расход пара из реактора, т/ч	300
Скорость потока теплоносителя в активной зоне, м/с	0,6–1,3
Максимальная температура теплоносителя на выходе из активной зоны, °С	270
Обогащение топлива по ^{235}U , %	3
Выгорание выгружаемого топлива по ^{235}U , среднее, МВт·сут/кг U	24–30
Энергонапряженность активной зоны (мощность активной зоны, удельная), кВт/л	40
Тепловой поток, средний, МВт/м ²	0,29
Число тепловыделяющих сборок (ТВС)	72 (пятирядная а.з.) 90 (шестирядная а.з.)
Число органов аварийной защиты (АЗ)	3
Число органов регулирования (РО)	16

Характеристики ядерного топлива реактора ВК-50

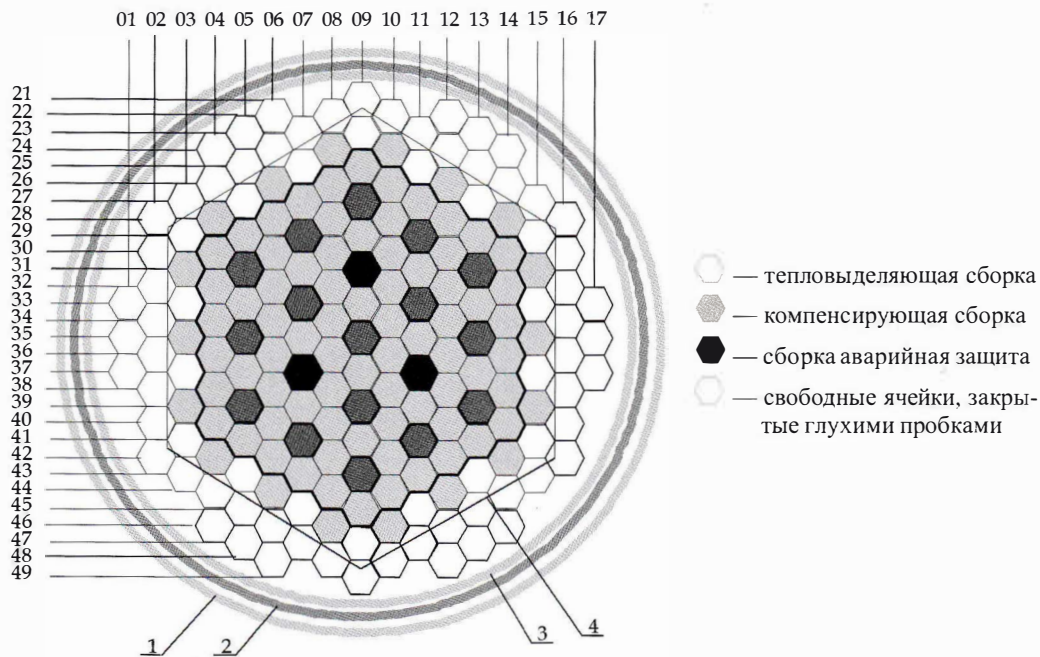
Размер ТВС под «ключ», мм	176,5
Длина ТВС, мм	2500
Толщина стенки чехла, мм	1,5
Шаг установки ТВС, мм	185
Размер твэла: — внешний диаметр оболочки твэла, мм — толщина оболочки твэла, мм — внешний диаметр топливной таблетки твэла, мм	9,1 0,65 7,58
Длина твэла, мм	1980
Число твэлов в ТВС	138
Топливо активной зоны	UO ₂
Материал торцевых экранов	вода
Плотность топлива в активной зоне, эфф., кг/м ³	40–45
Вес топлива в ТВС (активная часть), г	3200
Глубина выгорания топлива в выгружаемых ТВС, МВт·сут/кг	24–30
Длительность кампании активной зоны, год	1–2



ТВЭЛ рабочей ТВС РУ ВК-50: 1 — наконечник верхний; 2 — наконечник нижний; 3 — оболочка; 4 — фиксатор; 5 — топливная таблетка; 6 — газовый зазор

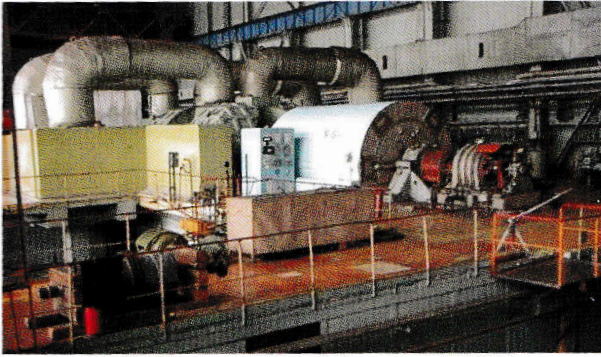


ТВС РУ ВК-50: 1 — головка; 2 — пучок ТВЭЛов; 3 — хвостовик

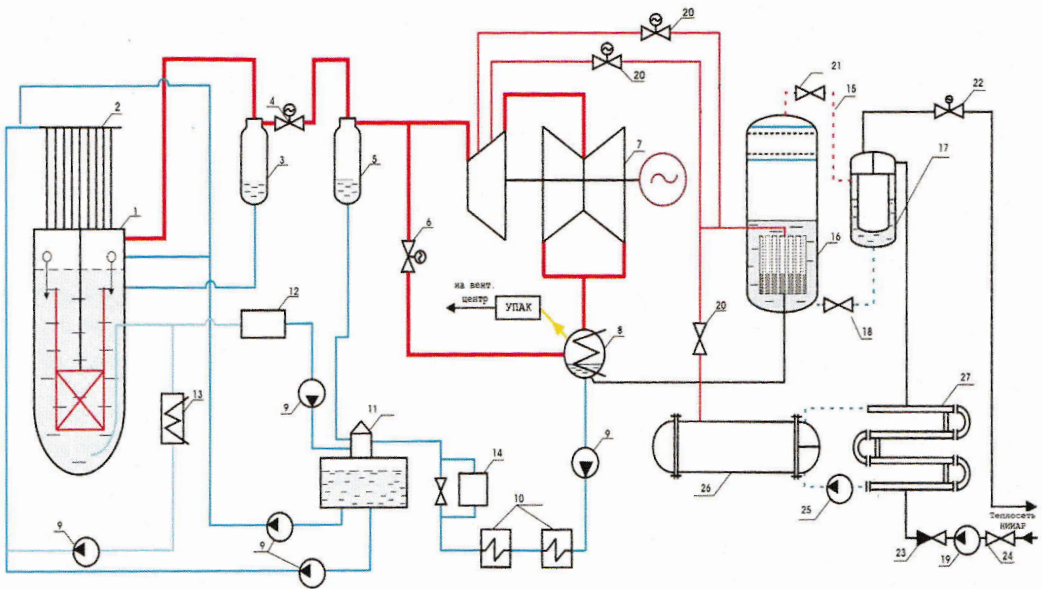


Картограмма активной зоны реактора ВК-50: 1 — корпус реактора; 2 — разделительная обечайка; 3 — шахта; 4 — выгородка тягового участка

Охлаждение активной зоны реактора осуществляется за счет естественной циркуляции теплоносителя, т. е. основано на пассивном принципе действия. Насыщенный пар, генерируемый активной зоной реактора, поступает последовательно в сепараторы высокого давления, на дроссельно-регулирующие клапаны и в сепараторы низкого давления. Осушенный пар поступает на турбину. Далее отработавший пар сбрасывается в конденсатор и в виде конденсата перекачивается в деаэраторы, откуда с помощью питательных насосов подается в реактор. Часть питательной воды направляется в реактор через приводы исполнительных механизмов системы управления и защиты.



Турбогенератор (турбинный зал)



Технологическая схема РУ ВК-50: 1 — реактор; 2 — механизмы СУЗ; 3 — сепаратор высокого давления; 4 — регулирующий клапан; 5 — сепаратор низкого давления; 6 — БРОУ; 7 — турбина с электрогенератором; 8 — конденсатор; 9 — насос; 10 — подогреватели низкого давления; 11 — деаэратор; 12 — водоочистка; 13 — теплообменник; 14 — конденсатоочистка; 15 — промконтур теплофикационного узла; 16 — испаритель; 17 — подогреватель сетевой парового промконтра; 18 — насос промконтра; 19 — насос сетевой; 20 — клапан регулирующий; 21 — вентиль на подаче пара в подогреватель; 22 — задвижка на выходе сетевой воды; 23 — обратный клапан; 24 — задвижка на входе сетевой воды; 25 — насос водяного промконтра; 26 — теплообменник водяного промконтра; 27 — подогреватель сетевой водяного промконтра

Экспериментальные возможности

Специфические особенности кипящего реактора (более низкие значения рабочего давления, плотности теплового потока, флюенса нейтронов на корпус) позволяют обеспечить высокий технический уровень безопасных проводимых исследований на РУ ВК-50 более простыми, чем на реакторах типа ВВЭР, техническими решениями.

Технологическая схема ИЯУ позволяет исследовать проблемы аварийных, водно-химических и газовых режимов, а также проверку работоспособности и характеристик различного оборудования для АЭС.

Основные направления исследований

На ИЯУ ВК-50 проводятся работы в обоснование проекта АТЭЦ:

- ресурсные испытания ТВС для обоснования проектного выгорания до 42 тыс. МВт·сут/т U;
- испытания опытных образцов уровнемера и сигнализатора уровня воды в реакторе;
- испытания детекторов системы контроля распределения энерговыделения в активной зоне, импульсно-токовых камер деления для системы контроля подкритичности реактора;
- ресурсные испытания приводов СУЗ и поглотителей;
- модернизация внутрикорпусных устройств реактора и сепараторов для обоснования внутрикорпусной естественной циркуляции и сепарационных характеристик РУ ВК-300;
- верификации расчетных программ, принятых для расчета ВК-300, с организацией необходимых экспериментов.

Выполняются программы научно-исследовательских работ:

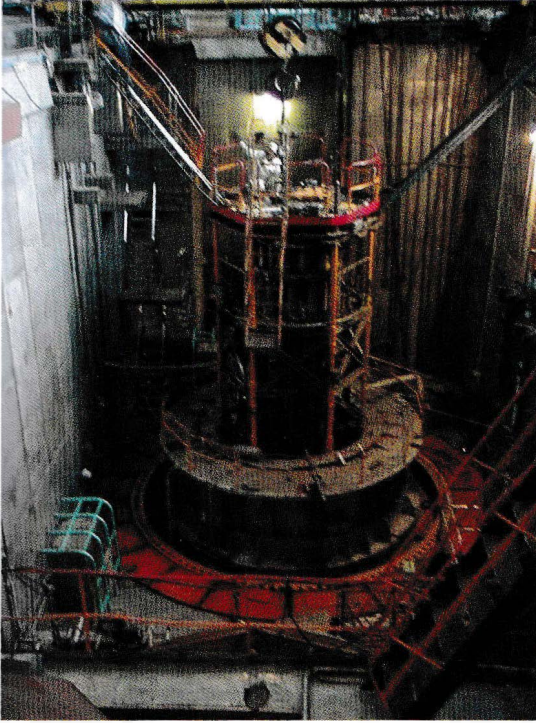
- по продлению срока эксплуатации реактора до 60 лет (до 2025 г.);
- по исследованию контура естественной циркуляции теплоносителя с расширенной активной зоной и реконструированным тяговым участком;
- по изучению влияния повышения температуры питательной воды на захват пара в опускной участок и резонансную устойчивость реактора.

Из истории создания РУ ВК-50

ВК-50 является первым отечественным корпусным реактором с одноконтурным исполнением, в котором применена в качестве теплоносителя и замедлителя кипящая вода.

Проектирование и строительство ВК-50 осуществлялось с 1956 г. Главным конструктором реактора является ОКБ «Гидропресс», Научным руководителем — РНЦ «Курчатовский институт». Генеральный проектировщик — ВО ВНИПИЭТ (г. С.-Петербург).

Проектом предусматривалась возможность работы реакторной установки на тепловой мощности до 400 МВт по комбинированной схеме: с прямой выдачей насыщенного пара непосредственно из реактора на турбину в количестве до 450 т/ч при давлении в корпусе реактора 100 кг/см² и с дополнительной выработкой 180 т/ч пара в трех вынесенных парогенераторах при давлении до 30 кг/см². Такая мощность могла быть достигнута при загрузке «большой активной зоны», состоящей из 187 ТВС.



Реактор ВК-50 (центральный зал)

Строительно-монтажные работы были выполнены в срок с октября 1957 г. по сентябрь 1965 г. Энергетический пуск реактора, выполненный на «малой активной зоне», состоящей из 65 ТВС, был осуществлен 20.10.1965 г. Официальный ввод в эксплуатацию состоялся 15.12.1965 г.

В 1965 г. выполнен комплекс пусконаладочных работ, выявивший необходимость изменений технологической схемы, в результате реализации которых были отключены от реактора вынесенные парогенераторы (проектная тепловая мощность реактора обеспечивается без их участия, и установка работает по схеме прямого цикла с выдачей пара на турбоагрегат), два технологических конденсатора (вместо них смонтирована схема сброса пара реактора в конденсатор турбины через редукционно-охладительную установку). Были демонтированы некоторые вспомогательные системы (вместо газгольдеров объемной выдержки газа сдвух разработана и введена в эксплуатацию более эффективная система подавления активности (УПАК)).

С 1969 по 1974 г. на установке выполнен комплекс работ по модернизации реактора для уменьшения неравномерности энерговыделения в активной зоне, интенсификации естественной циркуляции и повышения эффективности сепарации пара.

С 1974 по 1986 г. реактор работал на тепловой мощности в 210 МВт. В 1992 г. после выполнения комплекса работ по увеличению безопасности работы реактора рабочее давление установлено равным 6 МПа, а эксплуатационные параметры: по давлению 5 МПа и мощности 200 МВт. В 2007 г. установлены эксплуатационные параметры: по давлению 5,5 МПа.

Исходя из современных требований по безопасности, на реакторе выполнен комплекс работ, направленных на повышение надежности его эксплуатации. Часть реализованных изменений выполнено до выпуска нормативных документов Госатомнадзора, однако все существующие системы и их элементы приведены в соответствие с ними.

Реакторной установке ВК-50 с 11.04.1996 г. установлен статус исследовательского реактора.

Персоны

В разные периоды сооружения и эксплуатации РУ ВК-50 работами, проводимыми на установке, руководили: Морозов Виталий Алеферович, Щепетильников Владимир Анатольевич, Соловьев Юрий Александрович, Козин Евгений Васильевич, Ещеркин Виктор Маркович, Туртаев Николай Павлович, Курский Александр Семенович.



Морозов В. А.



Щепетильников В. А.



Соловьев Ю. А.



Козин Е. В.



Ещеркин В. М.



Туртаев Н. П.



Курский А. С.



Шировов В. И.

- В настоящее время руководство реакторной установкой осуществляют:
- Широков Владимир Иванович — начальник реакторной установки,
 - Протопопов Дмитрий Павлович — главный инженер РУ ВК-50.

Контакты



Протопопов Дмитрий Павлович

Главный инженер РУ ВК-50

Тел.: +7(842)356-56-96. Факс: +7(842)356-58-59.

E-mail: niiar@niiar.ru