

УСТРОЙСТВО СИСТЕМЫ РАСХОЛАЖИВАНИЯ БАСЕЙНА ВЫДЕРЖКИ И БАСЕЙНА ПЕРЕГРУЗКИ (TG), НАЗНАЧЕНИЕ ЕЕ ЭЛЕМЕНТОВ.

THE ARRANGEMENT OF A SPENT FUEL STORAGE AND REFUELING PIT COOLING SYSTEM, THE FUNCTION OF IT'S CONSTITUENTS.

ПРИСТРІЙ СИСТЕМИ РОЗХОЛОДЖУВАННЯ БАСЕЙНУ ВИТРИМКИ І БАСЕЙНУ ПЕРЕГРУЗКИ (TG), ПРИЗНАЧЕННЯ ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ.

Научный руководитель – проф. каф. «Технологии воды и топлива», докт. техн. наук

Козлов И. Л., Козлов I. Л., Kozlov I. L.,

Студент – Чебыкина А. Ф., Чебикіна А. Ф., ChebykinaA.F.

Анотация: рассмотрены основные составляющие системы бассейна перегрузки (TG). Представлено назначение и устройство трех отсеков бассейна выдержки, бетонной шахты и контейнерного колодца.

Ключевые слова: отсек бассейна выдержки, отработавшее ядерное топливо, переливной трубопровод, водный раствор борной кислоты

Анотація: розглянуті основні складові системи басейну перегрузки (TG). Представлено призначення і пристрій трьох відсіків басейну витримки, бетонної шахти і контейнерного колодця.

Ключові слова: відсік басейну витримки, відпрацьоване ядерне паливо, переливний трубопровід, водний розчин борної кислоти.

Annotation: The main components of the overload basin system (TG) are considered. The purpose and the device of three compartments of spent fuel storage pool, concrete mine and container well are presented

Keywords: compartments excerpts basins, spent nuclear fuel, overflow pipeline, aqueous solution of boric acid.

Основные современные направления развития ядерной энергетики связаны с повышением надежности систем и оборудования, приоритетных для обеспечения безопасной эксплуатации [1-3]. Многолетний опыт эксплуатации украинских атомных энергоблоков с реакторами ВВЭР подтвердил необходимый уровень их безопасности и эффективности. Однако комплексные вопросы дальнейшего повышения безопасности и эффективности ядерной энергетики Украины продолжают быть достаточно

актуальними, особливо с учетом уроков большой аварии на АЭС Fukushima-Daiichi в 2011 г. [4-6]

Система расхолаживания бассейна выдержки и бассейна перегрузки (TG) является важной составляющей частью реакторной установки. Работа энергоблока по своему прямому назначению – безопасное производство электроэнергии, которое предполагает частичную ежегодную замену ядерного топлива. Технология ядерного электропроизводства требует определённого обращения с топливом, как со свежим, так и с отработавшим. Причём все эти работы необходимо произвести с соблюдением всех правил по ядерной безопасности и с минимальными дозогрузками на персонал. Система TG как раз и предназначена для выполнения вышеперечисленных функций.

В состав системы входят бассейны, колодец, шахты и несколько подсистем.

К бассейнам относят:

- TG21B01 – бассейн выдержки отработавшего топлива, отсек №1;
- TG21B02 – бассейн выдержки отработавшего топлива, отсек №2;
- TG21B03 – бассейн выдержки отработавшего топлива, отсек №3.

К колодцам относят:

- TG21B04 – контейнерный отсек (колодец) с универсальным гнездом;

К шахтам относят:

- ГА-301 –бетонная шахта реактора выше главного разъема реактора, т.е. выше уровня 27,55 м;
- TG21B05 – шахта ревизии внутрикорпусных устройств реактора;
- TG21B06 – шахта ревизии блока защитных труб.

К подсистемам относят:

- Подсистема заполнения бассейнов(TG20) в условиях нормальной эксплуатации из баков запаса раствора боной кислоты спецкорпуса (OTM50);
- Подсистема заполнения бассейнов в аварийных условиях из бака ГА-201 насосами сплинклерной системы;
- Подсистема отвода тепла от отработавшего топлива (TG11÷13);
- Подсистема дренирования и опорожнения бассейнов, колодца и шахт (TG21);
- Подсистема корректировки водно-химического режима в бассейнах (ТВ30, OTM50).

Назначение и устройство бассейнов и шахт.

Бетонная шахта реактора.

Шахта реактора предназначена для проведения транспортных операций с высокоактивными внутрикорпусными устройствами при разборке реактора, при подготовке к перегрузке, при сборке реактора после перегрузки, а также для транспортировки ядерного топлива под защитным слоем водного раствора борной кислоты. С этой целью шахта заполняется раствором борной кислоты с концентрацией $16\div 20$ г/дм³.

Бетонная шахта реактора представляет собой ёмкость, состоящую из двух цилиндров. Нижний цилиндр имеет внутренний диаметр 6,500 мм и высоту 2,790 мм. Верхний цилиндр имеет внутренний диаметр 6,008 мм и высоту 6,130 мм. Соединение цилиндров выполнено посредством конического перехода высотой 250 мм. Днище шахты расположено на отметке 27,73 м, верх шахты достигает отметки 36,9 м.

Бассейн выдержки, отсек №1.

Отсек TG21B01 бассейна выдержки предназначен для хранения отработавшего ядерного топлива, а также для обеспечения транспортировки ядерного топлива под слоем водного раствора борной кислоты.

Бассейн выдержки представляет собой прямоугольную ёмкость, примыкающую с одной стороны к отсеку TG21B03, а с другой стороны к отсеку TG21B02 и колодцу TG21B04. Размеры отсека TG21B01 в плане 4,41×6,21 м и высота 16,2 м. Дно отсека расположено на уровне 20,7 м, высота стен достигает 36,9 м центрального зала.

В бассейне имеется переливной трубопровод диаметром 325×7 мм, на котором установлена запорная арматура. Максимальный уровень в бассейне может быть не более 28,7 м при открытой арматуре на переливном трубопроводе. В бассейне установлены стеллажи для установки герметичных пеналов и отработавших ТВС.

Поперечное сечение бассейна составляет 27,39 м², то есть один метр высоты бассейна содержит 27,39 м³ раствора борной кислоты без учёта объёма внутренних конструкций и помещённых в него предметов.

С целью отвода остаточного тепла при хранении отработавшего ядерного топлива предусмотрена система циркуляции борированного раствора с помощью насосов. В нижней части на отметке 20,94 м имеется два коллектора раздачи охлаждённого раствора борированной воды, в верхней части бассейна на отметке 27,9 м (отметка нижней

образующей трубы) имеется заборный трубопровод диаметром 325×12 мм для отвода теплой воды из бассейна.

Холодная вода обтекает ТВС, нагревается, поднимается вверх и отводится через заборный трубопровод к охладителям.

В верхней части бассейн оснащён воздушной завесой, назначение которой состоит в предотвращении выхода радиоактивных газов из воды бассейна в центральный зал. Подача воздуха осуществляется системой TL49. Отсос воздуха производится системой TL21. Завеса выполнена на уровне 36,34 м.

Стенки и дно бассейна железобетонные и облицованы металлическим листом в два слоя.

Бассейн выдержки, отсек №2.

Отсек TG21B02, как и отсек TG21B01, предназначен для хранения отработавшего ядерного топлива.

В бассейне установлены стеллажи, основное назначение которых состоит в обеспечении аварийной выгрузки активной зоны реактора. Бассейн оснащён трубопроводами перелива, системой отвода тепла от ОТВС. Обвязка бассейна выполнена аналогично бассейну TG21B01. Отсек TG21B02 сообщается с отсеком TG21B01 проёмом, в котором устанавливается шандора. Устройство отсека – аналогично отсеку TG21B01.

В контур циркуляции входят трубопроводы, охладитель TG12W01 и насос TG12D01. Бассейн TG21B02 оснащён системой контроля протечек нержавеющей облицовки

Конструкция облицовки стен и пола выполнена так же, как и бассейна TG21B01.

Бассейн выдержки, отсек №3.

Отсек TG21B03, как и отсеки TG21B01,02, предназначен: для хранения отработавшего ядерного топлива, для обеспечения транспортировки ядерного топлива под слоем водного раствора борной кислоты.

Дополнительная функция: для проведения контроля герметичности ТВС, для чего в отсеке установлено 4 пеналя СОДС.

Бассейн оснащён двумя переливными трубопроводами с отметкой 28,8 м и отметкой 36,2 м диаметром 325×7 мм. На переливном трубопроводе с отметкой 28,8 м установлена запорная арматура.

Геометрические размеры бассейна TG21B03, конструкция соответствуют размерам и конструкции бассейна TG21B01

Отсек TG21B03 сообщается с бетонной шахтой реактора проёмом, в котором устанавливается шандора. Порог между шахтой YC00B01 и TG21B03 размещён на отметке 29,0 м.

Контейнерный колодец.

Колодец предназначен для установки в него, чехлов со свежим топливом, контейнера или корзины с отработавшим ядерным топливом. Колодец в плане представляет собой сложную форму, состоящую из прямоугольника и трапеции.

В колодце образован уступ, на который устанавливается штанга перегрузочной машины на период работы реактора на мощности. Тем самым снимается нагрузка с тросов подъёмного механизма штанги, что предотвращает их растяжение.

Стенки и дно бассейна – железобетонные, облицованы металлическим листом в два слоя. Конструкция облицовки выполнена так, как и бассейнов и описана выше.

В днище колодца смонтировано универсальное гнездо для установки контейнера или чехлов.

Приямка в днище колодца нет. Установка дренажного насоса в колодец не предусмотрена. Дренаживание колодца осуществляется по дренажному трубопроводу с запорной арматурой в баки системы OTM50.

Колодец TG21B04 сообщается с бассейном выдержки TG21B01 проёмом, в котором при необходимости устанавливается шандора.

Колодец TG21B04 не оснащён системой отвода тепла от отработавшего ядерного топлива.

Заполнение колодца производится насосами из баков системы OTM50 по специальному трубопроводу. Колодец оснащён одним переливным трубопроводом, который выполнен заподлицо с облицовкой стенки на отметке 36,2 м.

Переливной трубопровод выполнен из нержавеющей трубы и подключен в подсистему опорожнения бассейнов.

Литература.

1. Повышение экологической безопасности атомной энергетики Украины в постфукусимский период: монография / В.И. Скалозубов, В.Н. Ващенко, А.А. Гудима и др.; под ред. В.И. Скалозубова; НАН Украины, ИПБ АЭС НАНУ. — К.: «А.С.К.», 2013. — 128 с.
2. Тяжелые аварии на атомных станциях с корпусными ядерными реакторами. Основы моделирования и анализ: монография / В.И. Скалозубов, В.Н. Ващенко, И.Л. Козлов, С.В. Клевцов. — Одесса: ОНПУ, 2015. — 319 с.
3. Козлов, И.Л. Анализ результатов моделирования аварий с повреждением ядерного топлива на АЭС с корпусными ядерными реакторами/ И.Л. Козлов // Праці Одеського політехнічного університету. — 2015. — Вип. 1(45). — С. 65–75.
4. Комплекс методов переоценки безопасности атомной энергетики Украины с учетом уроков экологических катастроф в Чернобыле и Фукусиме: монография / В.И. Скалозубов, Г.А. Оборский, И.Л. Козлов и др.; ред.: В.И. Скалозубов; Одес. нац. политехн. ун-т, НАН Украины, Ин-т проблем безопасности атом. электростанций. — Одесса: Астропринт, 2013. — 242 с.
5. Козлов, И. Развитие методов переоценки ядерной безопасности с учетом уроков большой аварии на АЭС Fukushima-Daiichi / И. Козлов, В. Скалозубов, Г. Оборский. — Lambert Academic Publishing, 2014. — 448 с.
6. Комментарии к проекту основных требований безопасности атомных станций с учетом уроков аварии на АЭС Fukushima-Daiichi / А.А. Ключников, В.Н. Щербин, В.И. Скалозубов и др. // Проблеми безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля. — 2014. — Вип. 22. — С. 51–56.