



*ОАО "Киевский научно-исследовательский  
и проектно-конструкторский институт  
"ЭНЕРГОПРОЕКТ"*

## **ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ХРАНИЛИЩЕ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА РЕАКТОРОВ ВВЭР АЭС УКРАИНЫ**

### **ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИЙ**

#### **ТОМ 1**

Пояснительная записка

#### **ЧАСТЬ 3**

Основные технические решения

**57-204.201.002.ОЭ 01.03**

**Председатель правления**

**Ю.В.Малахов**

**Главный инженер**

**В.Н.Чернавский**

**Заместитель главного инженера**

**В.Я.Шендерович**

**Главный инженер проекта**

**Н.Е.Шевченко**

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 2
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

### **Лист согласования**

Зам. главного инженера -  
начальник ПТО

Т.Ю.Байбузенко

Главный специалист по пожарной  
безопасности

И.С.Колосов

Главный специалист по физзащите  
и аварийному реагированию

Б.М.Ланда

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 3
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### **Исполнители работы**

Начальник отдела № 203	В.Г.Кравченко
Начальник отдела № 207	С.А.Максименко
Начальник отдела № 209	Е.А.Бородавко
Начальник отдела № 216	П.М.Березань
Зам. начальника отдела № 215	И.В.Шахова
Главный специалист отдела № 203	С.К.Горбык
Главный специалист отдела № 204	Н.М.Никифорова
Главный специалист отдела № 205	Т.В.Шилова
Начальник группы отдела № 207	М.Э.Дулицкая
Начальник группы отдела № 209	Е.Ф.Куш
Начальник группы отдела № 211	И.Б.Левитская
Начальник группы отдела № 214	Л.Г.Волченкова



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 5
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### Состав ТЭО инвестиций

<b>Номер тома, части, книги</b>	<b>Обозначение</b>	<b>Наименование</b>	<b>Примеч.</b>
Том 1. Часть 1	<b>57-204.201.002.ОЭ 01.01</b>	Исходные данные для выполнения и обоснование необходимости и оправданности сооружения ЦХОЯТ	
Том 1. Часть 2	<b>57-204.201.002.ОЭ 01.02</b>	Анализ и оценка альтернативных технологий обращения с ОЯТ	
Том 1. Часть 3	<b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b>	Основные технические решения	
Том 1. Часть 4	<b>57-204.201.002.ОЭ 01.04</b>	Ядерная и радиационная безопасность	
Том 1. Часть 5	<b>57-204.201.002.ОЭ 01.05</b>	Выбор и сравнение площадок для сооружения ЦХОЯТ	
Том 1. Часть 6	<b>57-204.201.002.ОЭ 01.06</b>	Генплан и транспорт	
Том 1. Часть 7	<b>57-204.201.002.ОЭ 01.07</b>	Основные решения по организации строительства	
Том 1. Часть 8	<b>57-204.201.002.ОЭ 01.08</b>	Технико-экономические показатели ЦХОЯТ	
Том 2	<b>57-204.201.002.ОЭ 02</b>	Сводный сметный расчет	
Том 3 Часть 1	<b>57-204.201.002.ОЭ 03.01</b>	Оценка воздействия на окружающую среду. Характеристика площадки и района размещения ЦХОЯТ. Общая характеристика ЦХОЯТ.	
Том 3 Часть 2	<b>57-204.201.002.ОЭ 03.02</b>	Оценка воздействия на окружающую среду. Источники воздействия ЦХОЯТ на окружающую среду. Оценка воздействия ЦХОЯТ на окружающую среду	
Том 4.	<b>57-204.201.002.ОЭ 04</b>	Проект Заявления об экологических последствиях	

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 6
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

## Содержание

Перечень принятых сокращений .....	12
Введение.....	14
Общая часть .....	16
1 Транспортно-технологическая часть.....	21
1.1 Назначение и проектные основы .....	21
1.2 Транспортно-технологические операции на промплощадках АЭС .....	25
1.2.1 Подготовка к загрузке .....	25
1.2.2 Загрузка топлива в МЦК .....	27
1.2.3 Удаление HI-TRAC с МЦК из бассейна выдержки.....	29
1.2.4 Герметизация МЦК.....	32
1.2.5 Перемещение МЦК в транспортный контейнер HI-STAR .....	35
1.2.6 Время, требуемое на загрузочные операции.....	38
1.3 Внешняя транспортировка ОЯТ .....	41
1.3.1 Общие принципы .....	41
1.3.2 Транспортировка контейнеров с ОТВС из АЭС на промплощадку ЦХОЯТ .....	42
1.3.3 Транспортировка порожнего вагон-контейнерного эшелона .....	43
1.3.4 Маневрирование с вагон-контейнерным эшелоном в пределах промплощадки ЦХОЯТ .....	45
1.4 Операции по приемке ОЯТ в ЦХОЯТ .....	45
1.4.1 Основные принципы.....	45
1.4.2 Общая компоновка здания приемки контейнеров HI-STAR .....	47
1.4.3 Приемка транспортного контейнера HI-STAR в здании приемки.....	49
1.4.4 Подготовка к перегрузке МЦК.....	56
1.4.5 Перегрузка МЦК.....	58
1.4.6 Перемещение контейнера HI-STORM на площадку хранения .....	58
1.4.7 Подготовка контейнера HI-STAR к повторному использованию.....	64
1.5 Площадка для хранения контейнеров .....	64
1.5.1 Назначение и основные проектные принципы .....	64
1.5.2 Описание площадки хранения контейнеров HI-STORM.....	65
1.5.3 Обращение с дефектными МЦК.....	69
1.5.4 Обращение с дефектными ОТВС .....	69
1.6 Описание основного оборудования.....	71
1.6.1 Многоцелевой контейнер МЦК.....	71
1.6.2 Перегрузочный контейнер HI-TRAC .....	80
1.6.3 Транспортный контейнер HI-STAR .....	84
1.6.4 Контейнер хранения HI-STORM.....	89
1.6.5 Специальное вспомогательное оборудование .....	96
1.6.6 Техническое обслуживание контейнеров HI-STAR, HI-STORM и HI-TRAC.....	98
1.7 Внутриплощадочная транспортировка .....	99
1.8 Здание технического обслуживания со складом МЦК.....	102

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 7
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

2	Основные решения по системе контроля и управления.....	103
2.1	Общая структура управления и контроля.....	103
2.1.1	Система контроля приема транспортных контейнеров и ОТВС .....	105
2.1.2	Система контроля процесса хранения .....	105
2.1.3	Система контроля и учета делящихся материалов.....	106
2.1.4	Система радиационного контроля .....	108
2.1.5	Система контроля и управления спецканализацией .....	108
2.1.6	Система контроля и управления душевыми водами.....	108
2.1.7	Системы контроля и управления вентиляционными установками .....	108
2.1.8	Система контроля и управления сжатым воздухом .....	108
2.1.9	Система обеспечения пожарной безопасности.....	108
2.1.10	Система контроля и управления дождевыми стоками.....	108
2.1.11	Система контроля и управления КНС .....	109
2.1.12	Система контроля и управления водоснабжением.....	109
2.2	Система радиационного контроля .....	109
2.2.1	Проектные решения системы радиационного контроля.....	109
2.2.2	Подсистема радиационного технологического контроля (РТК).....	110
2.2.3	Подсистема радиационного дозиметрического контроля (РДК) .....	111
2.2.4	Подсистема радиационного контроля за нераспространением радиоактивных загрязнений .....	111
2.2.5	Подсистема индивидуального дозиметрического контроля (ИДК) .....	112
2.2.6	Подсистема радиационного контроля окружающей среды (РКОС).....	112
2.2.7	Технические средства системы радиационного контроля.....	113
2.2.8	Основные характеристики технических средств системы радиационного контроля .....	113
3	Физическая защита и ИТС .....	116
3.1	Определение целей защиты.....	116
3.2	Принципы мер защиты .....	116
3.3	Инженерно-технические средства физической защиты.....	118
3.3.1	Система контроля доступа.....	119
3.3.2	Система обнаружения вторжения .....	119
3.3.3	Система телевизионного наблюдения .....	119
3.3.4	Система связи, оповещения и тревожной сигнализации .....	120
3.3.5	Система электроснабжения .....	120
3.3.6	Система охранного освещения .....	120
3.3.7	Инженерно-технические средства запретной зоны, площадки модулей и КПП .....	120
3.3.8	Пульт управления физической защиты .....	121
4	Основные архитектурно-строительные решения .....	122
4.1	Основные архитектурные решения .....	122
4.1.1	Здание приемки.....	122
4.1.2	Здание техобслуживания со складом МЦК.....	123
4.1.3	Административный корпус.....	123
4.1.3.1	Помещения гражданской обороны (убежище).....	123

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 8
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

4.1.4	Здание электротехнических устройств .....	124
4.1.5	Гараж для транспортера .....	125
4.1.6	Гараж на четыре автомашины .....	125
4.1.7	Насосная станция противопожарного водоснабжения .....	125
4.1.8	Здание караула .....	125
4.1.9	Контрольно-пропускной пункт КПП-1 .....	126
4.1.10	Контрольно-пропускной пункт КПП-2 .....	126
4.2	Основные строительные решения .....	126
4.2.1	Проектные критерии .....	126
4.2.2	Внешние исходные события .....	127
4.2.3	Нагрузки и их сочетания .....	130
4.2.3.1	Нормальные эксплуатационные нагрузки .....	130
4.2.3.2	Экстремальные (расчетные) нагрузки .....	130
4.2.3.3	Сочетания нагрузок на конструкции .....	131
4.2.4	Здание приемки .....	133
4.2.4.1	Описание конструкций .....	133
4.2.4.2	Мероприятия по защите от коррозии .....	135
4.2.4.3	Осадки и крены .....	136
4.2.5	Площадка хранения контейнеров .....	137
4.2.5.1	Описание конструкций .....	137
4.2.6	Здание технического обслуживания со складом МЦК .....	137
4.2.7	Административный корпус .....	138
4.2.8	Здание электротехнических устройств .....	138
4.2.9	Гараж для транспортера .....	139
4.2.10	Гараж на четыре автомашины .....	139
4.2.11	Здание обслуживания вагонов .....	139
4.2.12	Автозаправочный пункт .....	140
4.2.13	Насосная станция противопожарного водоснабжения .....	140
4.2.14	Резервуары противопожарного запаса воды .....	140
4.2.15	Канализационная насосная станция бытовых стоков .....	141
4.2.16	Аккумулирующие емкости дождевых сточных вод .....	141
4.2.17	Здание караула .....	141
4.2.18	Контрольно-пропускной пункт КПП-1 .....	141
4.2.19	Контрольно-пропускной пункт КПП-2 .....	142
5	Основные решения по водоснабжению, канализации и пожаротушению .....	143
5.1	Системы водоснабжения .....	143
5.1.1	Хозяйственно-питьевое водоснабжение .....	143
5.1.2	Противопожарное водоснабжение .....	145
5.1.3	Поливочный водопровод .....	147
5.2	Системы канализации .....	147
5.2.1	Система бытовой канализации .....	150
5.2.2	Система дождевой канализации .....	150
5.2.3	Канализация стоков, загрязненных нефтепродуктами .....	152
6	Основные решения по электроснабжению .....	154
6.1	Характеристика электропотребителей .....	154



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 9
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

6.2	Электроснабжение потребителей .....	156
6.2.1	Принципиальные схемные решения .....	156
6.2.2	Компоновочные решения .....	158
6.3	Освещение .....	160
6.4	Молниезащита и наружное заземление .....	161
6.5	Внешнее электроснабжение на период строительства и эксплуатации .....	161
6.6	Сети связи .....	162
7	Основные решения по Обеспечению пожарной безопасности .....	164
7.1	Назначение и функции системы пожарной безопасности объекта .....	164
7.2	Краткая характеристика объекта .....	165
7.3	Архитектурно-строительная часть .....	165
7.3.1	Противопожарные решения по генеральному плану .....	165
7.3.2	Классификация зданий, характеристика огнестойкости .....	166
7.4	Электротехническая часть .....	170
7.4.1	Пожарная безопасность электроустановок .....	170
7.4.2	Электроснабжение систем противопожарной защиты .....	170
7.4.3	Эвакуационное освещение .....	171
7.4.4	Характеристика устройства молниезащиты зданий и сооружений, устройства заземления электрооборудования и сооружений .....	171
7.5	Системы вентиляции .....	171
7.6	Противопожарное водоснабжение .....	172
7.6.1	Наружный противопожарный водопровод .....	172
7.6.1.1	Характеристика водоисточников и наружных сетей противопожарного водопровода .....	172
7.6.1.2	Расчет расходов и напоров воды для целей внутреннего и наружного пожаротушения .....	173
7.6.1.3	Расчет неприкосновенного противопожарного запаса воды .....	173
7.6.2	Водопровод противопожарный внутренний .....	174
7.7	Установки пожарной автоматики .....	175
7.7.1	Автоматические установки пожарной сигнализации .....	175
7.7.2	Автоматические установки пожаротушения .....	177
7.7.2.1	Автоматические установки водяного пожаротушения кабельных шахт здания приемки .....	177
7.7.2.2	Автоматические установка порошкового пожаротушения помещения дизельной .....	178
7.7.3	Системы противодымной защиты .....	178
7.7.4	Система оповещения о пожаре .....	178
7.8	Организационно-технические мероприятия .....	179
8	Основные решения по отоплению, вентиляции и кондиционированию .....	180
8.1	Общие положения .....	180
8.2	Исходные данные .....	181
8.3	Основные положения вентиляции и кондиционирования .....	182
8.3.1	Здание приёмки .....	182
8.3.1.1	Принципиальные решения по вентиляции, отоплению и кондиционированию .....	182

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 10
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

8.3.1.2	Описание работы систем вентиляции .....	184
8.3.1.3	Отопление, теплоснабжение и горячее водоснабжение .....	187
8.3.2	Здание технического обслуживания со складом МЦК .....	193
8.3.3	Здание электротехнических устройств .....	193
8.3.4	Административный корпус .....	193
8.3.5	Гараж для транспортёра .....	194
8.3.6	Гараж на четыре автомобиля .....	194
8.3.7	Насосная станция противопожарного водоснабжения .....	194
8.3.8	Канализационная насосная станция .....	195
8.3.9	Здание караула .....	195
8.3.10	КПП 1 и КПП 2 .....	195
8.4	Основные показатели по отоплению вентиляции .....	195
9	Обращение с радиоактивными отходами .....	197
9.1	Обращение с жидкими радиоактивными отходами (ЖРО) .....	197
9.1.1	Назначение и проектные основы .....	197
9.1.2	Источники образования ЖРО .....	197
9.1.3	Обращение с ЖРО при эксплуатации .....	200
9.2	Обращение с твердыми радиоактивными отходами (ТРО) .....	200
9.2.1	Назначение и проектные основы .....	200
9.2.2	Источники образования ТРО .....	200
9.2.3	Обращение с ТРО .....	201
9.3	Обращение с РАО в пассивный период эксплуатации .....	202
10	Организация эксплуатации .....	203
10.1	Этапы эксплуатации .....	203
10.2	Эксплуатационная готовность .....	203
10.2.1	Загрузка в реакторном отделении энергоблока .....	203
10.2.2	Транспортировка загруженного контейнера от АЭС на промплощадку ЦХОЯТ .....	204
10.3	Штаты .....	206
11	Охрана труда .....	211
11.1	Промышленная безопасность .....	212
11.2	Производственная санитария .....	213
12	Снятие с эксплуатации .....	215
12.1	Общий план работ по снятию с эксплуатации ЦХОЯТ .....	215
12.2	Основные принципы .....	215
12.3	Стратегия СЭ .....	215
12.4	Мероприятия по обеспечению безопасности при СЭ .....	217
12.5	Обращение с РАО при СЭ .....	218
13	Обоснование возможности обеспечения проектного срока эксплуатации ЦХОЯт .....	219
13.1	Возможность обеспечения проектного срока эксплуатации строительных конструкций .....	219
13.1.1	Сроки эксплуатации зданий и сооружений .....	219

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 11
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

13.1.2	Основы долговечности строительных конструкций .....	222
13.1.3	Мероприятия по защите от коррозии строительных конструкций.....	224
13.1.4	Защита от осадков и кренов .....	225
13.1.5	Техническое обслуживание строительных конструкций .....	226
13.2	Долговечность систем и оборудования .....	227
13.2.1	Организация технического обслуживания и ремонта.....	229
13.2.2	Профилактическое обслуживание .....	230
13.2.3	Эксплуатационный контроль.....	231
13.2.4	Периодические испытания.....	231
13.2.5	Замена и ремонт .....	231
13.3	Оборудование по обращению с ОЯТ с проектным сроком эксплуатации 100 лет .....	232
13.3.1	Контейнер хранения HI-STORM.....	232
13.3.2	Многоцелевой контейнер (МЦК).....	234
13.3.3	Обоснование возможности проектного срока эксплуатации 100 лет.....	236
13.3.3.1	Внутреннее давление .....	236
13.3.3.2	Температура .....	237
13.3.3.3	Внешние воздействия.....	237
13.3.3.4	Усталость металла .....	237
13.3.3.5	Ползучесть .....	238
13.3.3.6	Необнаруживаемый дефект материала или сварного шва .....	238
13.3.3.7	Агрессивность среды .....	238
13.3.3.8	Состояние гетерогенного поглотителя нейтронов.....	239
13.3.3.9	Коррозия корпуса МЦК .....	242
13.3.4	Выводы о возможности обеспечения проектного срока.....	246
13.3.5	Дополнительные мероприятия для ЦХОЯТ.....	246
	Список ссылочных нормативных документов и литературы .....	248
	ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	252
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	253

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 12
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

### Перечень принятых сокращений

АПС	- автоматическая пожарная сигнализация
АУП	- административно-управленческий персонал
АЭС	- атомная электрическая станция
ASME	- американское общество инженеров-механиков
БВ	- бассейн выдержки
ВВЭР	- водо-водяной энергетический реактор
ВЛ	- высоковольтная линия
ГКЯР	- государственный комитет ядерного регулирования
ГНТЦ ЯРБ	- Государственный научно-технический центр ядерной и радиационной безопасности
ГО	- гражданская оборона
ГП «ЦС Укр-госинвест-экспертиза»	- Государственное предприятие «Центральная служба Укргосинвест-экспертиза»
ГСП ЧАЭС	- государственное специализированное предприятие Чернобыльская АЭС
ЖРО	- жидкие радиоактивные отходы
ЗИП	- запасной инструмент и принадлежности
ЗСР	- зона «строго» режима
ИБП	- источник бесперебойного питания
ИДК	- индивидуальный дозиметрический контроль
ИИСРК	- информационно-измерительная система измерительного контроля
ИТС	- инженерно-технические средства
КГО	- контроль герметичности оболочек
КИПиА	- контрольно-измерительные приборы и автоматика
КНС	- канализационная насосная станция
КПП	- контрольно-пропускной пункт
МАГАТЭ	- Международное агентство по атомной энергетике
МВД	- министерство внутренних дел
МПС	- министерство путей сообщения
МРЗ	- максимальное расчетное землетрясение
МСДП	- масс-спектрометрический детектор протечек
МЦК	- многоцелевой контейнер
МЧС	- министерство чрезвычайных ситуаций
МЩУ	- местный щит управления
МЭД	- мощность экспозиционной дозы
НД	- нормативная документация
ННЭ	- нарушение нормальной эксплуатации
НРБУ	- нормы радиационной безопасности Украины
НЭ	- нормальная эксплуатация
HI-STAR	- контейнер транспортный (Holtec International Storage Transport And Repository)
HI-STORM	- контейнер для длительного хранения (Holtec International Storage Module)

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 13
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

HI-TRAC	- контейнер перегрузочный (Holtec International Transfer Cask)
ОАБ	- отчет по анализу безопасности
ОТВС	- отработавшая тепловыделяющая сборка
ОЯТ	- отработавшее ядерное топливо
ПД	- предел дозы
ПЗ	- проектное землетрясение
ПЗРО	- пункт захоронения радиоактивных отходов
ПК	- производственный комплекс («Вектор»)
ПКОТРО	- промышленный комплекс по обращению с ТРО
ППР	- планово-предупредительный ремонт
ПУ	- пульт управления
РАВ	- радиоактивные вещества
РАО	- радиоактивные отходы
РАЭС	- Ривненская атомная электростанция
РБ	- радиационная безопасность
РВ	- радиационный выброс
РДК	- система радиационного контроля
РК	- радиационный контроль
РКОС	- радиационный контроль окружающей среды
РО	- реакторное отделение
РТК	- радиационный технологический контроль
СИЗ	- средства индивидуальной защиты
СК	- спецканализация
СКУ	- система контроля и управления
СОДС	- система обнаружения дефектныхборок
СРК	- система радиационного контроля
СЭ	- снятие с эксплуатации
ТВС	- тепловыделяющая сборка
ТВЭЛ	- тепловыделяющий элемент
ТК	- транспортный контейнер
ТЛД	- термолюминесцентный дозиметр
ТО	- техническое обслуживание
ТРО	- твердые радиоактивные отходы;
ТЭОИ	- технико-экономическое обоснование инвестиций
ФЗ	- физическая защита
ФСБ	- фундаментные сборные блоки
ХАЭС	- Хмельницкая атомная электростанция
ЦАТС	- цифровая автоматическая телефонная станция
ЦЗ	- центральный зал
ЦПЗ	- центральное предприятие по захоронению
ЦХОЯТ	- централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива
ЦЩУ	- центральный щит управления
ЩУ	- щит управления
ЮУАЭС	- Южно-Украинская атомная электростанция
ЯБ	- ядерная безопасность

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 14
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

## **Введение**

Настоящий документ, часть 3 тома 1, является составной частью технико-экономического обоснования инвестиций (ТЭОИ), выполняемого в соответствии с техническим заданием, представленным в томе 1 части 1 настоящего ТЭОИ к договору 57-204 «Разработка технико-экономического обоснования инвестиций строительства хранилища отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины».

Целью настоящего документа является представление основных решений по хранилищу ОЯТ с технологией сухого хранения в течение 100 лет ОТВС АЭС Украины с реакторами ВВЭР.

В качестве основных технических решений рассмотрены:

- решения по технологии обращения с ОТВС от загрузки отработавшего топлива в контейнеры на АЭС до прибытия на ЦХОЯТ и установки на долговременное хранение;
- решения по организации контроля и управления ЦХОЯТ, включая радиационный контроль и учет ядерного материала;
- решения по организации электроснабжения потребителей ЦХОЯТ;
- решения по организации водоснабжения и канализации;
- решения по организации отопления и вентиляции зданий и сооружений;
- решения по организации обращения с жидкими и твердыми радиоактивными отходами;
- решения по организации физической защиты ЦХОЯТ;
- проектные критерии и основные решения по архитектурно-строительной части;
- основные решения по обеспечению пожарной и общепромышленной безопасности;
- основные положения по организации эксплуатации ЦХОЯТ, включая штаты и эксплуатационную готовность;
- основные положения по снятию с эксплуатации ЦХОЯТ.

Уровень разработки технических решений, представленных в настоящей части ТЭОИ, соответствует стадии проектирования ТЭО. При этом принята технология корпорации «Холтек Интернэшнл» США, которая определена по результатам тендера и использованы исходные материалы, полученные от разработчика технологии. Данная технология включает в себя следующие этапы:

- транспортно-технологические операции на энергоблоке АЭС по загрузке отработавшего ядерного топлива в контейнер;
- транспортировку ОЯТ в ЦХОЯТ транспортными контейнерами с использованием специального железнодорожного состава;
- транспортно-технологические операции с контейнером с отработавшим ядерным топливом в пределах ЦХОЯТ;
- хранение ОТВС по технологии сухого хранения корпорации «Холтек Интернэшнл».

Уточнение технических решений может быть выполнено на последующих стадиях проектирования (в первую очередь на стадии «Проект»).

Редакция 3 ТЭОИ выполнена путем корректировки редакции 2 ТЭОИ с учетом следующих экспертных замечаний, переданных НАЭК «Энергоатом» с письмом № 12606/08 от 14.04.2008:

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 15
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

- сводного комплексного заключения ГП «ЦС Укргосинвестэкспертизы»;
- государственной санитарно-эпидемиологической экспертизы (Минздрав Украины);
- государственной экспертизы ядерной и радиационной безопасности (ГНТЦ ЯРБ);
- государственной экологической экспертизы (Мінприроди);
- альтернативной (негосударственной) экспертизы (TS Enercon Kft, Венгрия).

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 16
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

## **Общая часть**

Проект хранилища отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины (ЦХОЯТ) предполагает размещение и долговременное хранение (не менее 100 лет) отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР:

- 12500 ОТВС реакторов ВВЭР-1000;
- 4000 ОТВС реакторов ВВЭР-440.

Вместимость ЦХОЯТ обеспечивает размещение и хранение ОЯТ ВВЭР, образующегося на энергоблоках № 1-4 Ривненской, энергоблоках № 1-2 Хмельницкой и энергоблоках № 1-3 Южно-Украинской АЭС (то есть, фактическую загрузку БВ, топливо, загруженное в реакторы и которое будет наработано в процессе эксплуатации всех энергоблоков) путем поэтапного увеличения объема хранения.

При выполнении ТЭОИ рассматривается технология фирмы «Holtec International», как победителя тендера на сооружение ЦХОЯТ «под ключ». Проект ЦХОЯТ должен соответствовать требованиям «Основных положений обеспечения безопасности промежуточных хранилищ отработавшего ядерного топлива сухого типа» НП 306.2.105-2004 [1], законов и нормативных документов Украины по безопасности.

Система, разработанная компанией «Holtec International», состоит из следующих основных компонентов:

- универсального многоцелевого контейнера (МЦК);
- металлобетонного контейнера для хранения (HI-STORM);
- контейнера для транспортировки (HI-STAR);
- стального перегрузочного контейнера (HI-TRAC).

Компания «Holtec International» в 1999 году получила от Комиссии Ядерного Надзора (NRC) Сертификат на транспортный контейнер HI-STAR с использованием ряда модификаций MPC. В 2000 году компания «Holtec International» получила от Комиссии Ядерного Надзора США лицензию на единый комплекс хранения. В настоящее время контейнеры Holtec используются в США, Великобритании, Южной Кореи, Тайване и Бразилии.

Технология обращения с ОТВС в рамках данного ТЭО включает:

- загрузку МЦК на энергоблоках АЭС с использованием перегрузочного контейнера HI-TRAC;
- осушка, заполнение инертным газом (гелием) и заварка двух барьеров герметичности МЦК на энергоблоках АЭС;
- проверка герметичности и качества сварки крышек МЦК на энергоблоках АЭС;
- перегрузка подготовленного МЦК в транспортный контейнер HI-STAR с помощью перегрузочного контейнера HI-TRAC;
- отправка вагон-контейнерного эшелона с контейнерами HI-STAR, заполненных МЦК на ЦХОЯТ;
- прием вагон-контейнерного эшелона в ЦХОЯТ на путях отстоя и маневрирования;
- перегрузка МЦК из транспортного контейнера HI-STAR в контейнер для хранения HI-STORM в здании приемки;
- вывоз контейнера HI-STORM с МЦК на площадку хранения с помощью внутриплощадочного транспортера;
- долговременное хранение контейнеров HI-STORM с ОТВС.



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 17
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Операции с ОЯТ, проводимые на АЭС являются аналогичными тем, которые производятся в настоящее время на АЭС при вывозе ОЯТ на переработку и/или хранение в Россию.

Система хранения отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) является полностью пассивной и реализует три следующие функции:

- безопасная и герметичная локализация радиоактивного делящегося материала с использованием двух статических барьеров МЦК, предотвращающих утечку радионуклидов из ОТВС в окружающую среду;
- безопасное долговременное хранение МЦК в защитном сооружении (контейнер HI-STORM), обеспечивающим предотвращение прямого воздействия ионизирующего излучения, генерируемого ОТВС, на персонал и окружающую среду;
- защиту ОТВС от экстремальных воздействий природного и техногенного происхождения в процессе их хранения в HI-STORM.

Основными задачами ЦХОЯТ являются:

- приемка МЦК с ОТВС реакторов ВВЭР-440 либо ВВЭР-1000, полученных в транспортном контейнере HI-STAR;
- размещение МЦК в HI-STORM;
- транспортировка HI-STORM к месту их хранения;
- долговременное хранение МЦК с ОТВС в HI-STORM;
- сбор и отправка на переработку/захоронение жидких и твердых радиоактивных отходов;
- защита ОТВС от возможных внешних экстремальных явлений природного и техногенного происхождения;
- защита персонала и окружающей среды от воздействия ионизирующих излучений;
- обеспечение физической защиты и учета ядерных материалов.

Общее количество контейнеров HI-STORM, необходимое для обеспечения проектной вместимости ЦХОЯТ, составляет 458 штук. Данное количество контейнеров обеспечит хранение 12500 ОТВС ВВЭР-1000 и 4000 ОТВС ВВЭР-440 с учетом того, что 5% ОТВС ВВЭР-1000 будут негерметичными, что повлечет уменьшение количества ОТВС в МЦК ВВЭР-1000 до 24 штук, и 3% ОТВС ВВЭР-440 будут негерметичными, что повлечет уменьшение количества ОТВС в МЦК ВВЭР-440 до 78 штук.

В рамках ЦХОЯТ выделен пусковой комплекс, включающий все сооружения на промплощадке ХОЯТ и контейнеры для хранения не менее 2500 ОТВС ВВЭР-1000 и 1080 ОТВС ВВЭР-440.

Для пускового комплекса будет сооружено три фундамента для 96 контейнеров HI-STORM по 32 HI-STORM на каждом. Однако количество контейнеров, предусматриваемое в составе пускового комплекса, составляет 94 штуки (81 штука для ВВЭР-1000 и 13 штук для ВВЭР-440).

В первой очереди расширения будут сооружены четыре фундамента для 128 контейнеров HI-STORM по 32 HI-STORM на каждом. Однако, количество контейнеров, предусматриваемое в составе первой очереди, составляет 130 штук (два HI-STORM размещается на свободной площади фундамента пускового комплекса).

Во второй очереди расширения будут сооружены четыре фундамента для 128 контейнеров HI-STORM по 32 HI-STORM на каждом. Количество контейнеров, предусматриваемое в составе второй очереди, составляет 128 штук.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 18
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

В третьей очереди расширения будут сооружены четыре фундамента для 128 контейнеров HI-STORM по 32 HI-STORM на каждом. Однако, количество контейнеров, предусматриваемое в составе третьей очереди расширения, составляет 106 штук.

При компоновке генерального плана площадки определились следующие здания и сооружения:

- здание приемки и перегрузки МЦК, включающее в том числе «грязные» мастерские, санпропускник и центральный щит управления ЦХОЯТ;
- площадка для хранения контейнеров HI-STORM;
- здание технического обслуживания со складом МЦК, включающее навес для заливки бетоном обечаек HI-STORM;
- гараж для отстоя и техобслуживания гусеничного транспортера;
- гараж на четыре автомобиля, включающий мастерские для мелкого ремонта и узел дезактивации;
- площадка-навес для техосмотра и ремонта одного вагон-контейнера и открытая площадка отстоя одного вагона сопровождения;
- здание электротехнических устройств;
- автозаправочный пункт, включающий две колонки с двумя подземными емкостями для двух видов топлива;
- административное здание, включающее офисы, актовый зал, столовую, сооружение гражданской обороны;
- КПП на автомобильном въезде;
- КПП на железнодорожном въезде;
- пути отстоя вагон-контейнерного эшелона, состоящего из пяти вагон-контейнеров, одного вагона для перегрузочного контейнера HI-TRAC, одной платформы для сварочного и вспомогательного оборудования, одного вагона сопровождения и двух вагонов прикрытия;
- канализационная насосная бытовых стоков;
- насосная противопожарного водоснабжения;
- емкости запаса воды на пожаротушение;
- аккумулирующие емкости дождевых вод;
- здание караула.

Общий размер промплощадки в ограждении составляет 644×182 м. К площадке запроектированы два автоподъезда с южной и северной стороны и один железнодорожный въезд, подходящий с северной стороны.

Транспортировка МЦК с ОТВС от АЭС на ЦХОЯТ осуществляется железнодорожным спецэшелонам с использованием транспортных контейнеров HI-STAR, которые спроектированы в соответствии с требованиями по безопасности США и будут сертифицированы в Украине, как упаковка типа В (U) в соответствии с требованиями ПБТРМ-2006 [2].

Прием с железнодорожного пути транспортного контейнера HI-STAR с МЦК, загруженным ОТВС, и перегрузка МЦК в HI-STORM осуществляется в здании приемки, которое размещается в южной части площадки и имеет по требованиям технологии железнодорожный въезд и въезд для транспортера на гусеничном ходу.

Здание приемки предназначено для перегрузки МЦК с ОТВС из транспортных контейнеров HI-STAR в контейнер для длительного хранения HI-STORM. Перегрузка

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 19
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

МЦК с ОТВС осуществляется в приемном боксе с помощью перегрузочного контейнера HI-TRAC.

Размещение здания приемки на площадке обеспечивает кратчайший путь загруженному транспортеру к площадке для хранения контейнеров. Гараж для отстоя и ремонта транспортера заблокирован с гаражом на четыре автомобиля и расположен с учетом транспортной схемы движения транспортера в непосредственной близости от западного фасада здания приемки.

Площадка хранения контейнеров и контейнеры HI-STORM будут сооружаться в четыре этапа. Фундаменты под контейнеры HI-STORM на площадке хранения группируются в блоки по четыре штуки. Площадка хранения составляет пятнадцать фундаментов по 32 HI-STORM на каждом фундаменте, то есть площадка хранения рассчитана на 480 контейнеров HI-STORM.

Площадка хранения контейнеров с ОЯТ представляет собой пассивную систему хранения контейнеров HI-STORM, которые имеют два барьера герметичности МЦК и биозащитный барьер контейнера HI-STORM. В связи с этим для обеспечения ядерной и радиационной при хранении ОТВС на площадке не требуются другие вспомогательные системы.

Доставка пустых контейнеров HI-STORM и МЦК на ЦХОЯТ осуществляется железнодорожным транспортом. Для этого в южной части площадки предусмотрено примыкание к железнодорожной тупиковой ветке путей отстоя здания техобслуживания со складом МЦК. Здесь же расположен навес участка заливки бетоном контейнеров HI-STORM и площадка хранения готовых к загрузке контейнеров хранения.

Порожние контейнеры HI-STORM в здание приемки под загрузку доставляются внутриплощадочным транспортером.

Водопроводные сооружения и аккумулирующие емкости дождевых сточных вод скомпонованы в одну площадку и располагаются в юго-западной части площадки.

Здание караула расположено южнее площадки водопроводных сооружений в районе главного въезда на площадку. Здесь запроектировано также здание электротехнических устройств и административное здание. Проектом предусматривается блокировка административного здания с заглубленным зданием вспомогательного назначения с организацией двух выходов на поверхность с разных сторон здания.

По всему периметру площадка имеет двойное ограждение, обеспеченное приборами, входящими в систему физической защиты площадки. К этой системе относится также здание караула и два контрольно-пропускных пункта для транспорта и персонала.

Проектными решениями площадка хранения внутри охраняемого периметра ЦХОЯТ выделена в особо важную зону, куда доступ персонала, не имеющего разрешения, запрещен.

В соответствии с технологическими требованиями, а также требованиями СНиП II-89-80 [3], раздел 3, по обеспечению подъезда пожарных автомобилей к зданиям и сооружениям, запроектированы автомобильные подъезды и площадки с твердым покрытием.

При определении состава сооружений пускового комплекса за основу принято решение выполнять в полном объеме систему физической защиты и ИТСО данного объекта в связи с тем, что пути отстоя и маневрирования спецсостава размещены в границах ограждения промплощадки и на период прибытия спецсостава должна действовать в полном объеме система физической защиты.

Таким образом, в пусковой комплекс ЦХОЯТ входят все вышеуказанные здания и сооружения, а также в полном объеме пути отстоя и маневрирования.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 20
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Перспективное расширение площадки возможно в северном направлении ориентировочно на 350 м, в западном направлении, при условии переноса ВЛ 110 кВ, на 300 м.

Для организации строительных работ проектом предусмотрена площадка стройдвора. Располагается она с юго-восточной стороны промплощадки ЦХОЯТ. На территории стройдвора, кроме временных сооружений и площадок, функционирующих только на период строительства, запроектирован бетонный завод, предназначенный для обеспечения бетоном требуемого качества при строительстве ЦХОЯТ и для заполнения бетоном обечаек HI-STORM в процессе эксплуатации ЦХОЯТ.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 21
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

## **1 ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **1.1 Назначение и проектные основы**

В соответствии с Законом Украины об использовании ядерной энергии и радиационной безопасности [4] ЦХОЯТ является ядерной установкой.

Проектирование, строительство и эксплуатация ЦХОЯТ должна осуществляться в соответствии с Законами Украины и другими законодательными актами, которые регулируют отношения в области использования ядерной энергии и обращения с радиоактивными отходами.

К любой деятельности на ЦХОЯТ (проектирование, строительство, эксплуатация и др.) должны применяться основные требования, предусмотренные действующими в Украине соответствующими нормами и правилами ядерной и радиационной безопасности.

При разработке ТЭО ЦХОЯТ были учтены требования следующих документов:

- Международных соглашений, ратифицированных в Украине;
- законов Украины;
- Указов Президента и Постановлений Верховного Совета и Кабинета Министров Украины;
- нормативных документов Украины по ядерной и радиационной безопасности [1,2,5-11];
- гигиенических нормативов, действующих в зоне отчуждения ЧАЭС.

ЦХОЯТ является установкой безопасного хранения отработавшего топлива реакторов ВВЭР. Система обращения с ядерным топливом (перегрузка, транспортировка и хранение) является системой, важной для безопасности в соответствии с классификацией по [1] и I категории по сейсмостойкости в соответствии с [5].

Под обращением с ОЯТ здесь и далее понимается набор операций по загрузке ОЯТ на АЭС, транспортировке на площадку ЦХОЯТ, приемке транспортных контейнеров в ЦХОЯТ и перегрузке МЦК в контейнеры хранения, транспортировке и хранению ОЯТ на площадке ЦХОЯТ, перегрузке МЦК из контейнеров хранения в транспортные контейнеры в ЦХОЯТ и отправке на АЭС. Сюда входят также операции по обеспечению возможности вскрытия и переупаковки МЦК на АЭС, изготовлению контейнеров хранения и МЦК в Украине, а также все вспомогательные функции (управление, контроль, испытания, обеспечение безопасности и пр.), связанные выполнением перечисленных операций.

Система HI-STORM является автономной, поскольку она обеспечивает изоляцию ОЯТ и радиоактивных материалов, защиту от радиации, поддержание подкритичности топлива и пассивного теплоотвода независимо от каких бы то ни было других систем, конструкций или компонентов. Объем требуемого обследования и обслуживания HI-STORM минимален, поскольку система полностью пассивна. Главным компонентом предлагаемой системы хранения является вертикальный вентилируемый HI-STORM, специальная конструкция которого предусматривает физическую защиту ОЯТ и радиационную защиту персонала, населения и окружающей среды, находящихся в непосредственной близости от систем хранения.

Для обеспечения ядерной безопасности при перегрузке ОЯТ, предложены конструктивные технические решения, учитывающие специфику технологии «сухого» хранения ОЯТ в ЦХОЯТ. Основным элементом технологии хранения Холтек является

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 22
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

многоцелевой контейнер, конструкция которого обеспечивает ядерную безопасность при хранении ОЯТ.

В соответствии с требованиями нормативных документов [1,2,6] ядерная безопасность ЦХОЯТ обеспечивается следующим:

- ограничением шага расположения ТВС в МЦК;
- ограничением массы ядерных делящихся материалов в одном МЦК;
- применением гетерогенных поглотителей в виде размещения и фиксации в МЦК Metamic;
- наличием конструктивных особенностей МЦК;
- контролем за технологическими параметрами комплекса систем хранения и обращения с ядерным топливом.

При компоновке генерального плана площадки определились следующие функциональные зоны:

- здание приемки и перегрузки МЦК;
- площадка для хранения контейнеров;
- здание технического обслуживания со складом МЦК;
- здания и сооружения по хранению и обслуживанию транспортера и автотранспорта;
- здание электротехнических устройств;
- сооружения водоснабжения и канализации;
- здания и сооружения технических средств охраны;
- административное здание;
- железнодорожные пути отстоя и маневрирования.

Общий размер промплощадки в ограждении составляет 644x182 м. К площадке запроектированы два автоподъезда с южной и северной стороны и один железнодорожный въезд, подходящий с северной стороны.

Прием вагон-контейнерного эшелона с транспортными контейнерами HI-STAR с АЭС и маневровые операции по отделению каждого вагон-контейнера производятся на путях отстоя и маневрирования на промплощадке ЦХОЯТ.

Разгрузка вагон-контейнера с HI-STAR, перегрузка МЦК из HI-STAR в HI-STORM осуществляется в здании приемки, которое размещается в южной части площадки и имеет железнодорожный въезд и въезд для транспортера на гусеничном ходу.

Размещение здания приемки на площадке обеспечивает кратчайший путь транспортеру с HI-STORM, загруженным ОЯТ к площадке для хранения контейнеров и исключает пересечение движения персонала и транспортера.

Гараж для отстоя и ремонта транспортера заблокирован с гаражом на 4 автомобиля и расположен с учетом транспортной схемы движения транспортера в непосредственной близости от западного фасада здания приемки.

Основную часть промплощадки ЦХОЯТ занимает площадка для хранения контейнеров, имеющая форму прямоугольника, вытянутого в направлении с севера на юг. Вдоль площадки, с восточной ее стороны, проходят железнодорожные пути отстоя и маневрирования.

Хранение оперативного запаса пустых контейнеров HI-STORM и МЦК и заполнение обечаек HI-STORM бетоном предполагается в здании техобслуживания со складом МЦК, расположенном в южной части промплощадки ЦХОЯТ.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 23
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Доставка пустых контейнеров HI-STORM и МЦК на ЦХОЯТ осуществляется железнодорожным транспортом, для чего предусмотрено примыкание тупиковой железнодорожной ветки к зданию техобслуживания со складом МЦК.

Ниже описаны технические решения ЦХОЯТ, обеспечивающие решение этих задач. Эти меры обеспечения безопасности рассматриваются независимо для каждой из основных составляющих ЦХОЯТ.

При описании технических решений и оценок ядерной безопасности приведены данные для МЦК-32, предназначенного для ОЯТ реакторов под давлением в США. Использование на данной стадии проектирования данных по топливу США является оправданным по следующим причинам:

- длина активной части ТВЭЛ топлива реакторов с водой под давлением США - 365,76 см, что аналогично длине ТВЭЛ реакторов ВВЭР-1000 - 355 см;
- масса урана в МЦК-32 - 15855 кг, а масса урана в МЦК-31, содержащем 31 ОТВС - 13485 кг;
- степень выгорания топлива, загружаемого в МЦК-32, принятая при лицензировании МЦК в США - 55,000 МВт/тU, среднее выгорание ОТВС реакторов ВВЭР-1000 - 45,000 - 50,000 МВт/тU;
- степень начального обогащения, рассмотренная при лицензировании МЦК-32 в США - 4,2 - 4,8 %  $^{235}\text{U}$ , степень начального обогащения ЯТ реакторов ВВЭР-1000 - 4,2 - 4,4 %  $^{235}\text{U}$ .

Для транспортировки топлива реакторов ВВЭР от украинских атомных электростанций в ЦХОЯТ предлагается транспортный контейнер HI-STAR производства корпорации «Холтек Интернэшнл», а для хранения - система хранения HI-STORM.

В соответствии с данным подходом отработавшее ядерное топливо загружается в многоцелевой контейнер (МЦК-31 для топлива реакторов ВВЭР-1000 и МЦК-85 для топлива реакторов ВВЭР-440, на энергоблоке АЭС в перегрузочном колодце бассейна выдержки топлива. Для загрузки и перемещения МЦК используется промежуточный контейнер HI-TRAC. Операции по загрузке МЦК отработавшим топливом на энергоблоке АЭС очень близки тем, которые производятся с контейнерами ТК-6 и ТК-13, с одной только существенной разницей, заключающейся в том, что транспортный контейнер HI-STAR не помещается в бассейн выдержки ОЯТ и не подвержен загрязнению.

На энергоблоке АЭС МЦК завариваются и подготавливаются к окончательному хранению. Затем HI-STAR с МЦК отправляются на ЦХОЯТ, где МЦК перегружаются в HI-STORM.

По прибытию в ЦХОЯТ транспортные контейнеры HI-STAR разгружаются с железнодорожного вагона-контейнера и находящиеся в них МЦК без переупаковки топливных сборок перегружаются в контейнеры хранения HI-STORM.

Этот метод имеет пять главных преимуществ:

- 1) транспортный контейнер HI-STAR не подвергается радиоактивному загрязнению, поскольку он не устанавливается в бассейн с отработавшим топливом. Возможность распространения загрязнений в ЦХОЯТ практически отсутствует;
- 2) транспортный комплект является чрезвычайно прочным и герметичным вследствие наличия в нем четырех независимых и предотвращающих протечки барьеров (два цельносварных барьера в МЦК и два в контейнере HI-STAR). Отработавшее топливо АЭС прибывает в централизованное хранилище, как готовая к хранению «упаковка с ОЯТ»;
- 3) обращение с МЦК в ЦХОЯТ является чрезвычайно простым; погрузочно-разгрузочных операций непосредственно с ОТВС на ЦХОЯТ не требуется;

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 24
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

4) количество железнодорожных перевозок является минимальным вследствие большой вместимости HI-STAR (один МЦК с 31 ОТВС реакторов ВВЭР-1000 или 85 ОТВС реакторов ВВЭР-440). Ежегодно, для отправки необходимого количества ОТВС, потребуется отправка только 20-ти контейнеров HI-STAR, по сравнению, с 50-ю контейнерами ТК, использующимися сегодня в Украине;

5) в связи с большой емкостью МЦК, для вывоза ОТВС с блока АЭС во время его останова, потребуется на 60% меньше HI-STAR (по сравнению с контейнерами ТК). Это означает, что потребуется на 33% меньше времени. Тот факт, что будет загружаться меньшее количество контейнеров, также позволяет сократить дозу радиационного облучения для персонала станции.

Доступ на комплекс ЦХОЯТ контролируется таким же образом, как это осуществляется на действующей атомной электростанции. Доступ в контролируемую зону (КЗ), которая включает в себя все составляющие комплекса ЦХОЯТ, ограничивается двумя контрольно-пропускными пунктами, двумя автотранспортными въездами и одним железнодорожным въездом.

Система хранения является полностью пассивной, где для охлаждения используется естественная конвекция. Система хранения не приводит к радиоактивному загрязнению и образованию радиоактивных отходов в ЦХОЯТ как при нормальной эксплуатации, так и при проектных авариях, а также облегчает снятие с эксплуатации Объекта в конце периода хранения.

Проектная годовая производительность ЦХОЯТ, согласно технической спецификации, должна обеспечивать возможность приема и установки на хранение МЦК в составе HI-STORM не менее 504 ОТВС ВВЭР-1000 и 192 ОТВС ВВЭР-440 в год.

Минимальная проектная производительность составляет 544 ОТВС ВВЭР-1000 в год (17 контейнеров МЦК) и 255 ОТВС ВВЭР-440 в год (три контейнера МЦК). Итого 20 МЦК, загруженных в транспортные контейнеры HI-STAR.

При полном заполнении ЦХОЯТ будет включать в себя 458 систем хранения HI-STORM, необходимых для хранения всего отработавшего топлива реакторов ВВЭР украинских атомных электростанций: 12500 сборок реакторов ВВЭР-1000 и 4000 сборок реакторов ВВЭР-440.

В плане хранилища, представленном в Приложении А, показана общая компоновка комплекса ЦХОЯТ (Рисунок А.1).

Компания «Holtex» выполняет следующую поставку:

- оборудование системы хранения и транспортирования, шт:
  - контейнер транспортный HI-STAR.....5;
  - контейнер хранения HI-STORM.....94;
  - многоцелевой контейнер МЦК-31.....81;
  - многоцелевой контейнер МЦК-85.....13;
  - перегрузочный контейнер HI-TRAC.....1;
- вспомогательное оборудование:
  - оборудование, используемое при загрузке МЦК на АЭС;
  - железнодорожный вагон, совместимый с HI-STAR, шт.....5;
  - платформа для перевозки HI-TRAC, шт.....1;
  - устройство для вскрытия МЦК, компл.....1.

Практически все оборудование (возможно, за исключением траверсы для контейнера) будет принадлежать ЦХОЯТ и перевозиться с блока на блок.



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 25
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Предполагается, что состав будет состоять из не более пяти загруженных контейнеров HI-STAR, установленных на железнодорожные платформы, вагона (платформы) со вспомогательным оборудованием, вагона с перегрузочным контейнером HI-TRAC, двумя вагонами прикрытия (охраны) и одного вагона обеспечения. Перевозки будут осуществляться в соответствии с украинскими требованиями по перевозке опасных грузов.

## **1.2 Транспортно-технологические операции на промплощадках АЭС**

На энергоблоке АЭС производится загрузка ОТВС в МЦК аналогично существующей схеме перегрузки ОЯТ, установка МЦК с ОТВС в транспортный контейнер HI-STAR с использованием перегрузочного контейнера HI-TRAC.

Для транспортировки отработавшего топлива с атомных электростанций в ЦХОЯТ будет использоваться HI-STAR двойного назначения производства корпорации «Холтек», предназначенный для хранения и транспортировки ОЯТ. При использовании HI-STAR топливо загружается в МЦК, помещенные в перегрузочные контейнеры HI-TRAC, в бассейне охлаждения энергоблока АЭС. На энергоблоке каждой атомной станции создается заваренный герметичный контейнер МЦК с ОЯТ в атмосфере инертного газа.

Перед началом транспортно-технологических операций на АЭС производится осмотр доставленного из ЦХОЯТ порожнего МЦК, крышки, установка МЦК в вертикальное положение и проверка подгонки крышки.

### **1.2.1 Подготовка к загрузке**

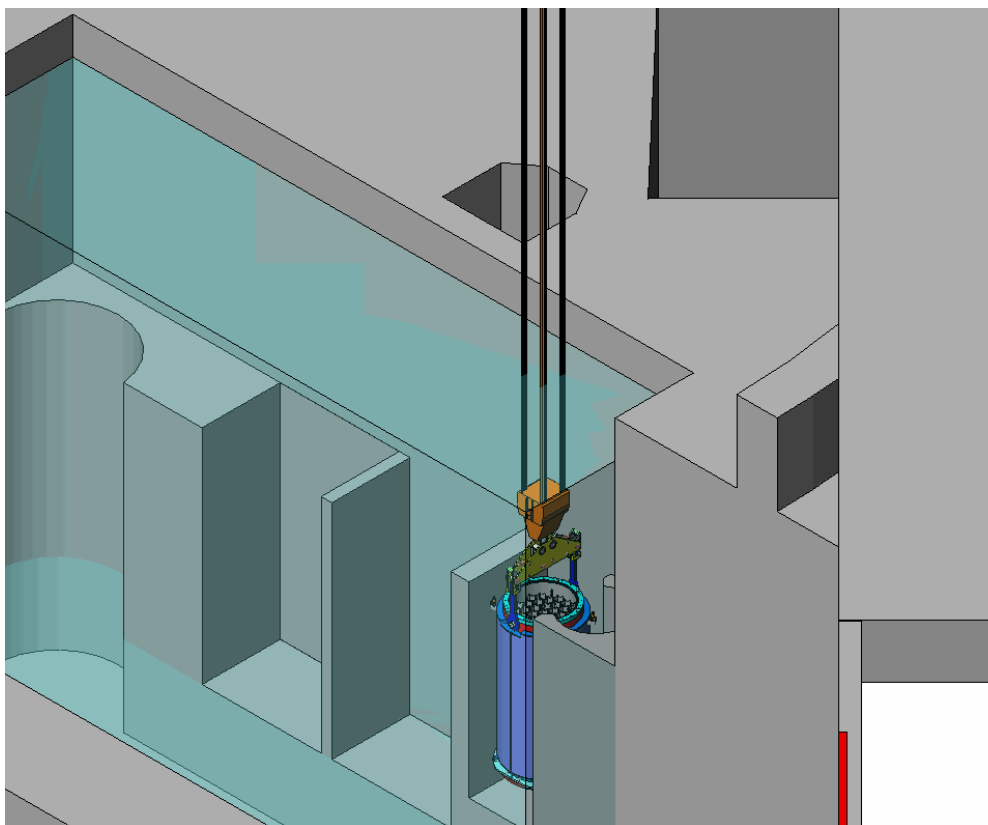
Подготовительный процесс к загрузке контейнера начинается с того, что пустой перегрузочный контейнер HI-TRAC устанавливается под мостовым краном при помощи траверсы. Подъем контейнера HI-TRAC в реакторном зале выполняется с использованием существующего кругового электрического крана и траверсы.

Пустой контейнер МЦК очищается, проверяется и подготавливается к установке в контейнер перегрузочный HI-TRAC. Строповые приспособления на внутренней поверхности МЦК обеспечивают крепление грузозахватных механизмов и место для посадки крышки контейнера МЦК. МЦК поднимают с помощью кругового электрического крана и устанавливают внутрь перегрузочного контейнера HI-TRAC. Контейнер МЦК опускают, поворачивают для выбора точной позиции при установке и устанавливают в контейнер HI-TRAC. При этом не используются какие-либо шайбы или иные прокладки. На стенках контейнеров HI-TRAC и МЦК делают отметки, по которым проверяют точность установки. Строповые устройства отсоединяются от контейнера МЦК.

Круговой зазор (между внутренней обечайкой HI-TRAC и внешними стенками МЦК) заполняется химобессоленной водой. Между МЦК и HI-TRAC в верхней части зазора устанавливается надувная герметичная заглушка, которая накачивается воздухом. Надувная прокладка закрывает собой малый кольцевой зазор, благодаря чему не происходит смешивание чистой воды и «грязной» воды и бассейна выдержки.

Повторно задействуется траверса перегрузочного контейнера HI-TRAC, он приподнимается и выставляется для установки в загрузочную шахту - колодец БВ (Рисунок 1.2.1). После того, как HI-TRAC с МЦК внутри опущен и установлен в загрузочную шахту бассейна выдержки, траверса отсоединяется от контейнера HI-TRAC при помощи дистанционно управляемой пневматической системы.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 26
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03



**Рисунок 1.2.1 – Установка перегрузочного контейнера с МЦК в колодец бассейна выдержки**

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 27
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### **1.2.2 Загрузка топлива в МЦК**

Загрузка ОТВС в МЦК на энергоблоке производится машиной перегрузочной аналогично существующей схеме перегрузки ОЯТ.

В центральном зале реакторного отделения производится загрузка ОТВС, выдержанных в бассейне выдержки не менее пяти лет, в МЦК, обезвоживание и осушка МЦК, герметизация МЦК и заполнение его гелием.

МЦК обеспечивает два барьера герметичности на пути распространения радиоактивных веществ от ОТВС в окружающую среду.

Для обеспечения ядерной безопасности при перегрузке ОЯТ, предложены конструктивные технические решения, учитывающие специфику технологии хранения ОЯТ в ЦХОЯТ.

Предварительно отобранные ОТВС загружаются в МЦК, помещенный в HI-TRAC при помощи существующих на АЭС захватов для ОЯТ (Рисунок 1.2.2). При этом идентификация ОТВС выполняется визуально.

Для загрузки ОЯТ в МЦК на АЭС используется штатное крановое оборудование реакторного зала и оснастка к грузоподъемным механизмам, поставляемая в рамках данного Контракта. Дополнительно для осушки, наполнения МЦК гелием, заварки и проверки на герметичность будет использовано описанное ниже оборудование.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 28
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

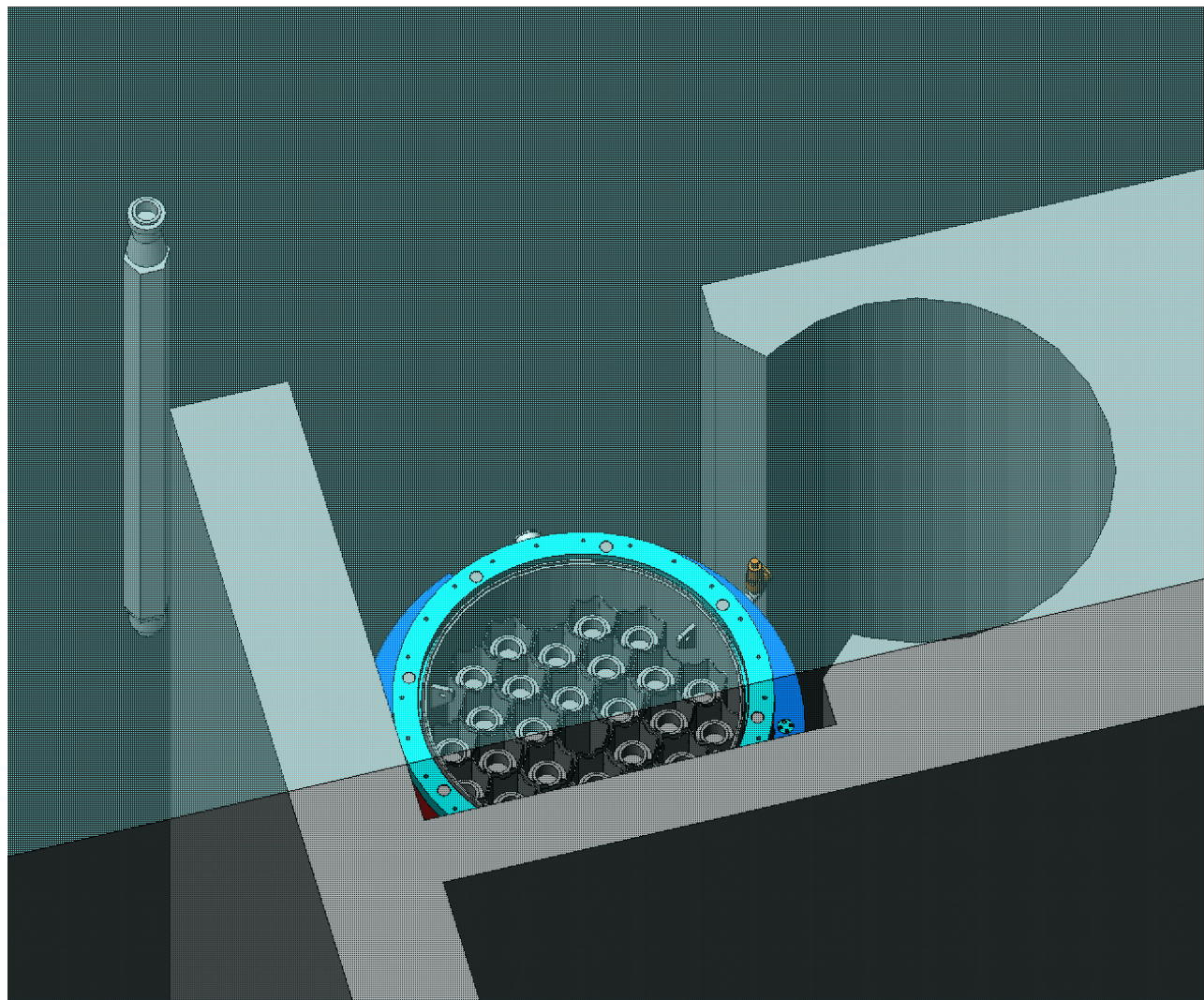


Рисунок 1.2.2 – Загрузка отработавших тепловыделяющих сборок в МЦК

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 29
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### **1.2.3 Удаление HI-TRAC с МЦК из бассейна выдержки**

После того, как все необходимые ОТВС были загружены в МЦК, выполняются следующие операции по удалению HI-TRAC с МЦК из бассейна выдержки.

Крышка МЦК приподнимается и устанавливается над зоной, в которой происходит загрузка контейнера. В отверстие в нижней части крышки вручную устанавливается дренажная трубка. Понижается уровень воды в бассейне выдержки.

Крышка МЦК плавно опускается и выравнивается над контейнером. Дренажная трубка также выравнивается над своим приемником, оборудованным крупными направляющими. Крышка МЦК, оборудованная направляющими, опускается в загрузочную шахту бассейна выдержки ОЯТ и устанавливается на МЦК (Рисунок 1.2.3).

После установки крышки на МЦК, дистанционно управляемая траверса цепляется за подъемные цапфы HI-TRAC. Контейнер HI-TRAC поднимается до уровня поверхности загрузочной шахты бассейна выдержки ОЯТ (Рисунок 1.2.4).

Выполняются радиационные измерения с тем, чтобы убедиться, что из бассейна не были захвачены горячие частицы. Когда измерения мощности дозы излучения подтверждают, что извлечение HI-TRAC безопасно, контейнер извлекают из загрузочной шахты бассейна выдержки ОЯТ. Контейнер HI-TRAC оmyвается химически обессоленной водой и дезактивируется.

Перед извлечением из загрузочного колодца бассейна выдержки ОЯТ, из контейнера МЦК откачивают определенное количество воды для того, чтоб меньше воды из бассейна проливалось на рабочую площадку и для обеспечения подготовки к завариванию крышки. Количество воды, откачиваемое из МЦК, точно контролируется при помощи откачивающих насосов. Дополнительные измерения объемов воды не требуются. Из МЦК вода откачивается обратно в шахту бассейна выдержки.

После удаления определенного количества воды насосную систему отключают, и контейнер HI-TRAC вынимают из шахты бассейна выдержки. HI-TRAC полностью поднимается из шахты бассейна выдержки и перемещают на участок дезактивации контейнеров. Отсоединяется и удаляется траверса. Вокруг HI-TRAC устанавливается рабочая платформа для обеспечения доступа к контейнеру HI-TRAC и крышке МЦК. От МЦК и траверсы отсоединяются стропы.

Верхняя часть поверхности крышки МЦК и верхний бортик HI-TRAC дезактивируются. Удаляется надувная заглушка и вместо нее устанавливается биозащита. Экранирование по окружности обеспечивает дополнительную защиту для персонала в верхней части контейнера, а также закрывает внутреннюю часть контейнера от попадания мелких частиц вовнутрь. Выполняется проверка соответствия МЭД на крышке МЦК расчетным значениям.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 30
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

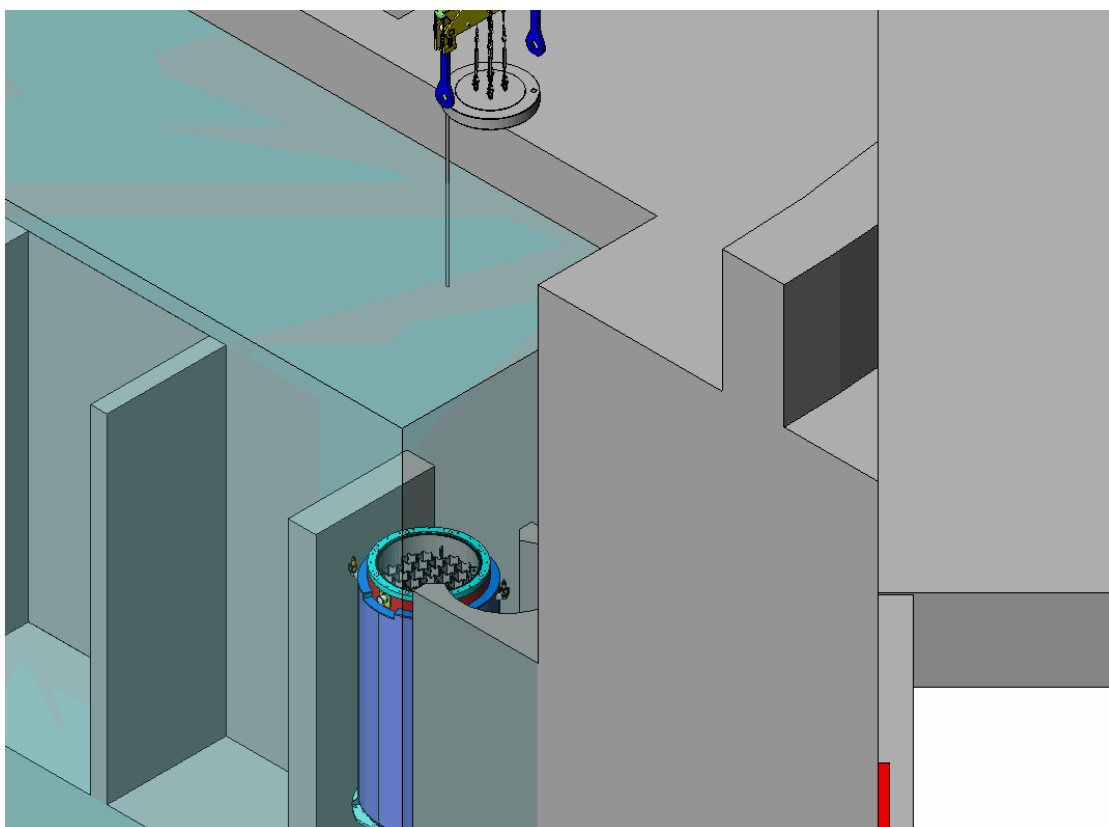


Рисунок 1.2.3 – Установка крышки МЦК

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 31
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

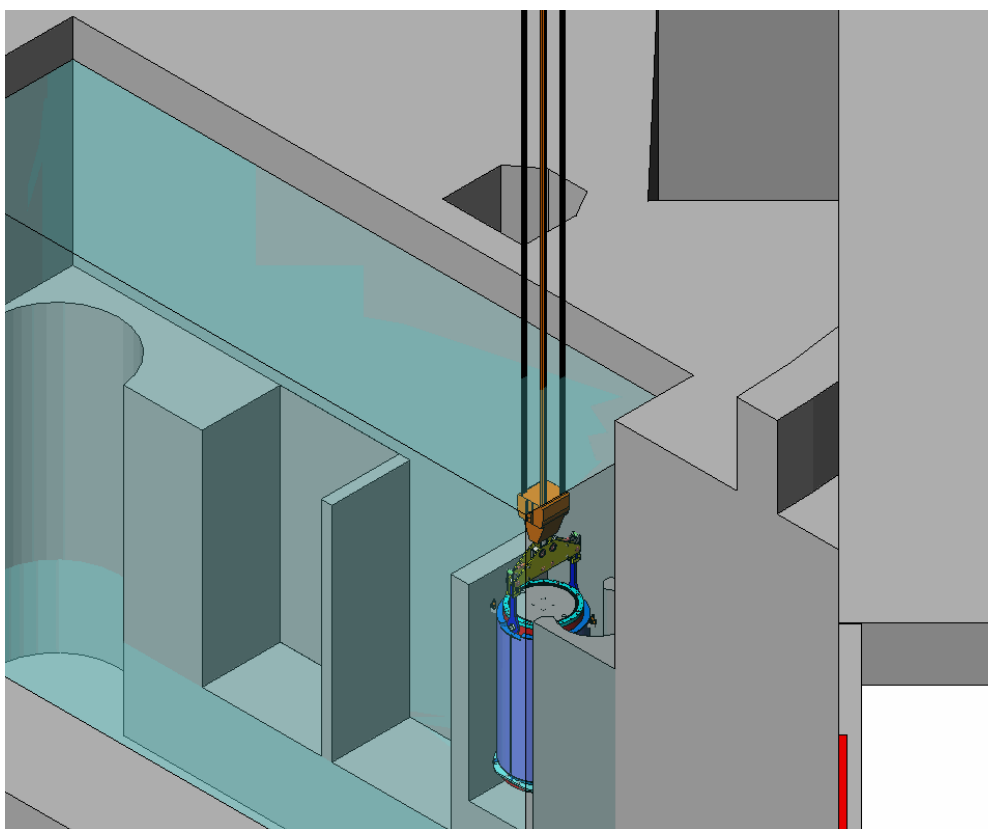


Рисунок 1.2.4 – Удаление перегрузочного контейнера HI-TRAC из колодца перегрузки

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 32
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

#### **1.2.4 Герметизация МЦК**

Приваривание крышки МЦК к обечайке производится с использованием автоматического сварочного аппарата (Рисунок 1.2.5). Автоматический сварочный аппарат устанавливается на крышку МЦК и выравнивается вдоль болтовых отверстий на крышке МЦК.

Прихваченные швы обследуются визуально, а корневой, промежуточный и окончательный проходы основного шва проверяются методом дефектоскопии.

Уровень воды в МЦК снова поднимается до верхнего, для проверки гидростатическим давлением герметичности сварных швов. Гидростатические испытания заключаются в нагнетании давления в контейнере МЦК при помощи гидростатического испытательного насоса и удержания такого давления в течение 10 минут. Критерием приемки является отсутствие протечек из МЦК.

Находящаяся в контейнере вода удаляется через дренажную систему путем закачки гелия под давлением через продувочное отверстие (Рисунок 1.2.6).

Система сушки/обратного заполнения используется для удаления остаточной жидкости из МЦК. При помощи этой системы давление в контейнере нагнетается до определенного уровня, позволяющего произвести наполнение контейнера гелием. Наполнение гелием обеспечивает необходимую теплопередачу во время хранения, обеспечивает инертную атмосферу для долгосрочной целостности топлива, а также обеспечивает возможность контролирования утечек в будущем через сварные соединения МЦК (при необходимости). После этого система сушки/обратного заполнения отключается от МЦК.

На проемы МЦК устанавливаются и привариваются защитные пластины. При этом производится контроль сварных соединений методом дефектоскопии. Верхние защитные пластины имеют утопленные болты с отверстиями, которые используются для нагнетания гелия при испытаниях на герметичность.

По окончании обваривания верхней пластины сварным кольцевым швом, через одно из отверстий в утопленном болте в полость задувается гелий. При этом воздух вытесняется через другое отверстие. Назначением утопленных болтов является удержание гелиевой атмосферы внутри. Затем отверстия в утопленных болтах закрываются небольшим сварным швом, после чего на пластины устанавливается гелиевый детектор для проверки критерия герметичности.

На МЦК устанавливается герметизирующее кольцо, причем сварочный автомат для этого снимать не нужно. Кольцо выравнивается, прихватывается, а затем - приваривается полностью, тем самым обеспечивая следующий барьер герметичности помимо самой канистры. Прихваточные швы проходят визуальный контроль, а корневой шов проверяется методом дефектоскопии.

В герметизирующем кольце МЦК имеется маленькое отверстие для испытания сварных швов, которыми приваривается крышка канистры, а также пластины продувочного и дренажного проемов. Над этим отверстием устанавливается датчик гелия. После испытаний, это отверстие заваривается, и этот шов, а также окончательный шов герметизирующего кольца подвергается проверке.

В завершение, с крышки МЦК и доступных участков верхней части оболочки берутся мазки для определения удаляемого загрязнения, и замеряется мощность дозы HI-TRAC. Удаляется сварочный автомат и биозащита из зазора между МЦК и контейнером.



ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 33
Основные технические решения		Обозначение: 57-204.201.002.ОЭ 01.03 Ред. 03

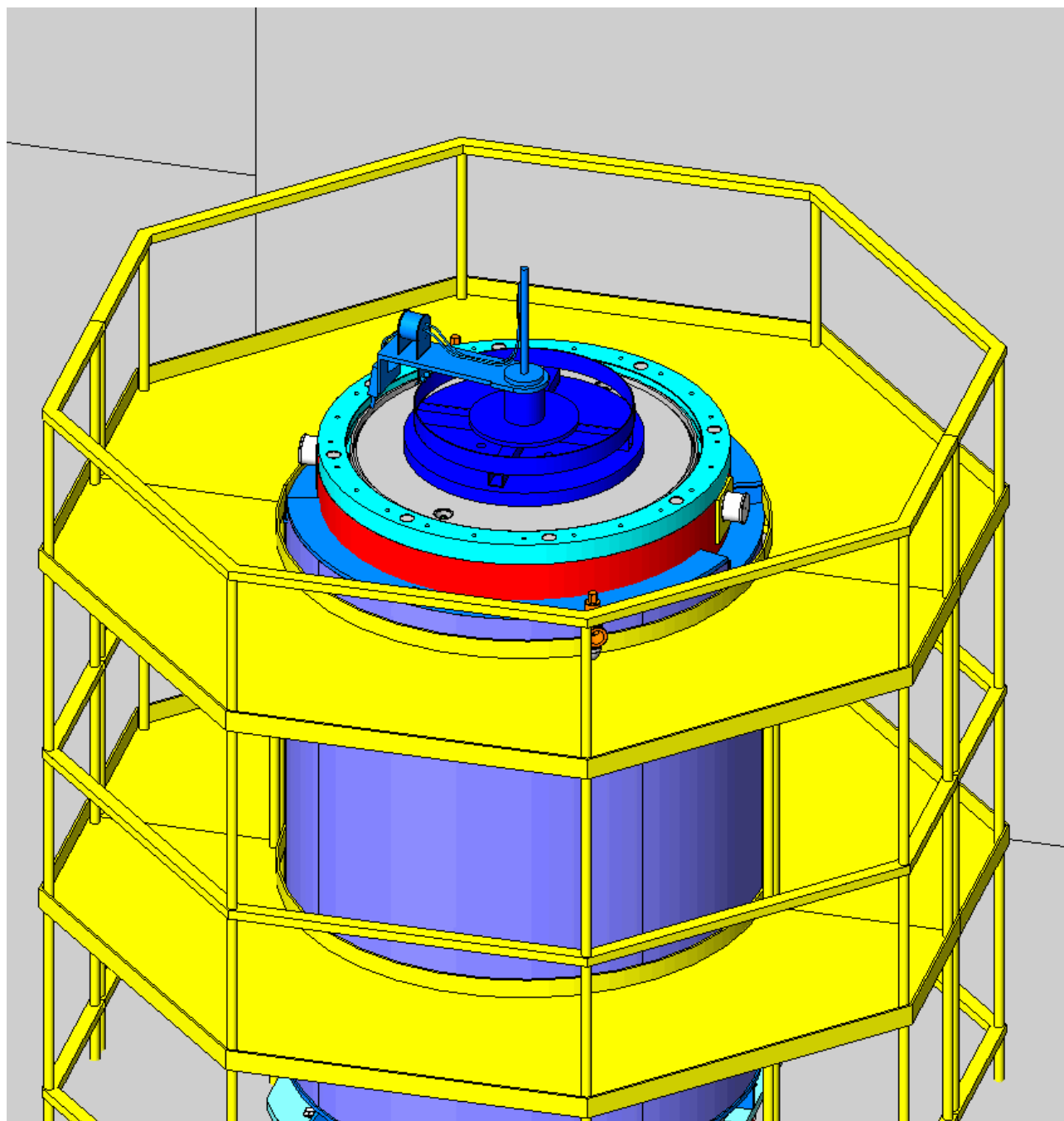


Рисунок 1.2.5 – Приварка крышки МЦК с помощью автоматической системы

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 34
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

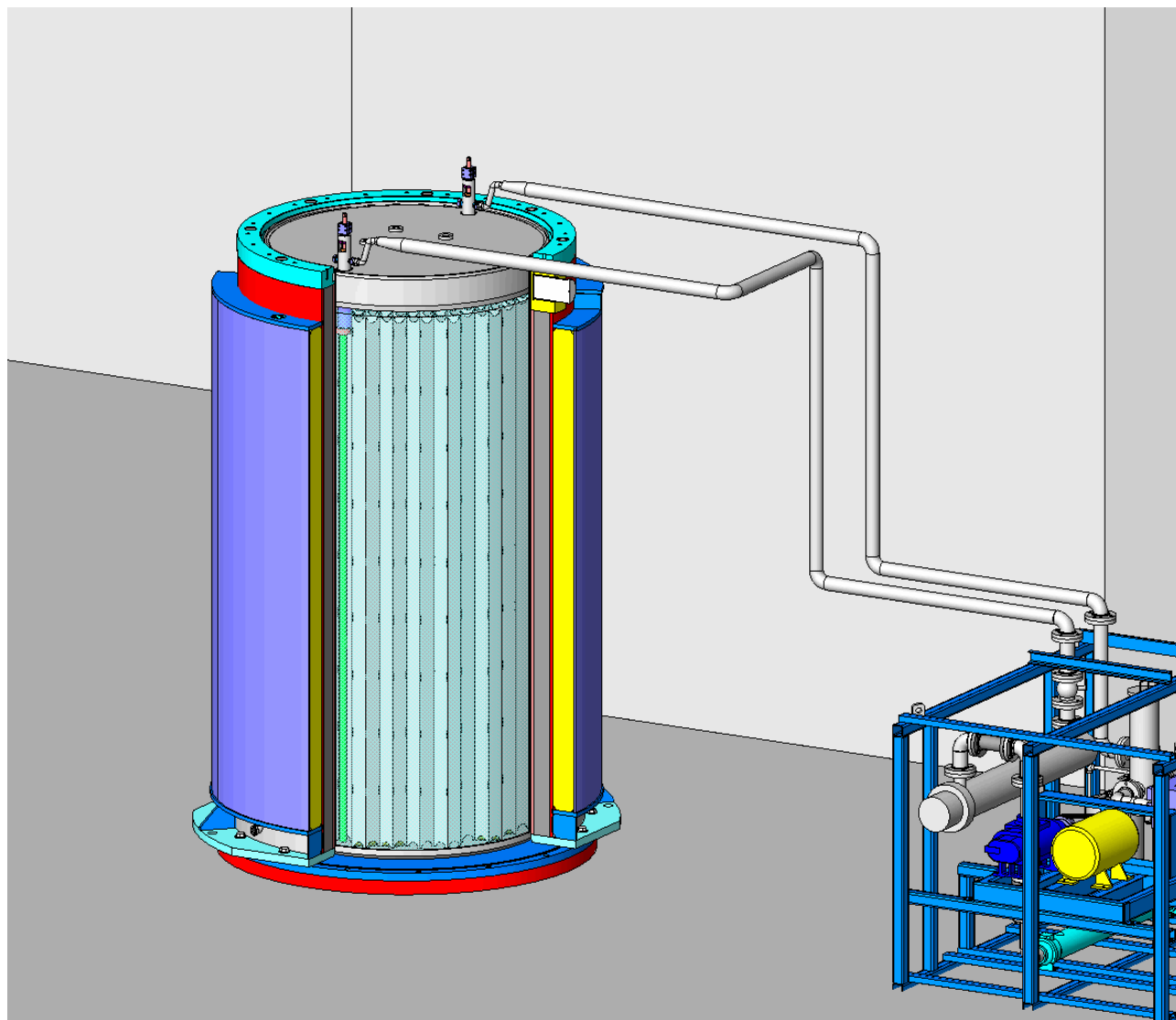


Рисунок 1.2.6 – Герметизация МЦК, осушка и заполнение гелием

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 35
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Устанавливается верхняя крышка HI-TRAC и затягиваются болты. В крышку МЦК устанавливаются вставки, являющиеся основными подъемными точками.

Вставки предоставляют избыточную поддержку, т.к. каждая из них способна выдержать полный вес загруженной МЦК.

HI-TRAC, загруженный МЦК, с помощью траверсы поднимается с участка промывки контейнеров.

### **1.2.5 Перемещение МЦК в транспортный контейнер HI-STAR**

Загруженный отработавшим ядерным топливом и готовый к отправке в ЦХОЯТ, МЦК опускается в транспортный коридор для помещения его в транспортный контейнер (Рисунок 1.2.7).

Транспортный контейнер HI-STAR, находящийся в транспортном коридоре реакторного отделения энергоблока, готовится для приема в него загруженного ОТВС многоцелевого контейнера МЦК.

Подготовка транспортного контейнера HI-STAR к приему МЦК состоит в следующем:

- установка транспортного контейнера HI-STAR в положение для приема МЦК;
- установка нового уплотнения крышки контейнера HI-STAR;
- установка переходного устройства на транспортный контейнер HI-STAR;
- установка подъемного устройства для подъема персонала рядом с контейнером HI-STAR;
- проверка работоспособности переходного устройства.

Далее производится перегрузка МЦК в транспортный контейнер HI-STAR.

Транспортный контейнер HI-STAR расположен в вертикальном положении под мостовым краном и с него удалена верхняя крышка. Для обеспечения доступа персонала, вокруг HI-STAR располагается рабочая платформа. К верхней части транспортного контейнера присоединяется стыковочное (сопрягающее) устройство (Рисунок 1.2.8).

Это устройство используется для того, чтобы создать жесткое соединение между HI-STAR и HI-TRAC, а также удалить нижнюю крышку HI-TRAC.

HI-TRAC располагается над стыковочным устройством и выравнивается с использованием мостового крана. HI-TRAC снижается, помещается в стыковочное устройство и прикрепляется к последнему болтами.

Траверса удаляется с HI-TRAC и настраивается под стропы МЦК, которые в свою очередь, крепятся к установленным на канистру вставкам. Стропы МЦК натягиваются, снимая вес МЦК с HI-TRAC для подготовки к удалению крышки.

Стыковочное устройство имеет три надувных воздушных мешка, которые удерживают вес крышки при удалении ее болтов. Из мешков выпускается воздух, и крышка опускается примерно на 3 см. на роликовый поддон стыковочного устройства. Поддон открывается гидроцилиндрами и крышка извлекается из-под перегрузочного контейнера HI-TRAC.

Траверса опускается до полного погружения МЦК в транспортный контейнер HI-STAR. После удостоверения в том, что МЦК полностью погружен в транспортный контейнер, стропы отсоединяются от траверсы и укладываются на крышку МЦК. Траверса присоединяется к перегрузочному контейнеру HI-TRAC, и он извлекается из стыковочного устройства. С крышки МЦК снимаются стропы и подъемные вставки.

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 36
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

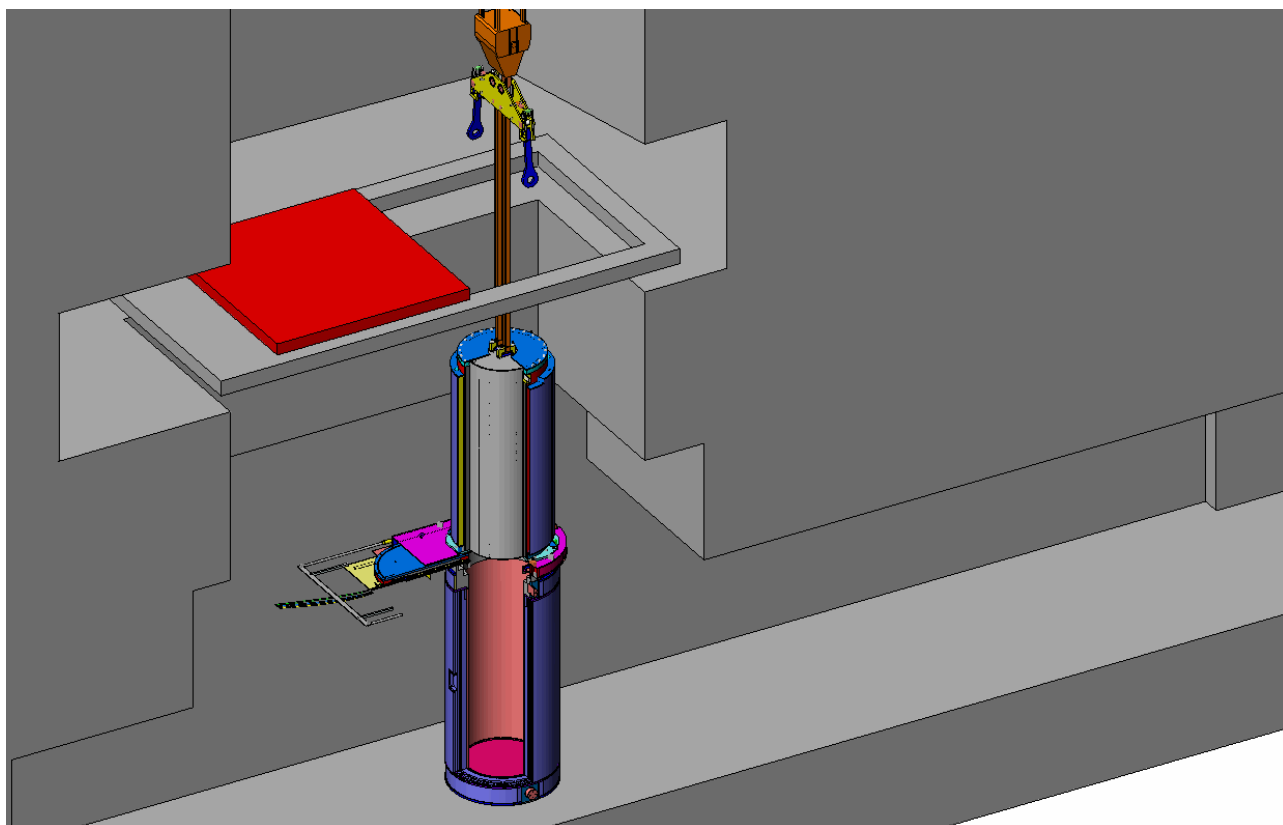


Рисунок 1.2.7 – МЦК опускается в транспортный контейнер HI-STAR

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 37
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

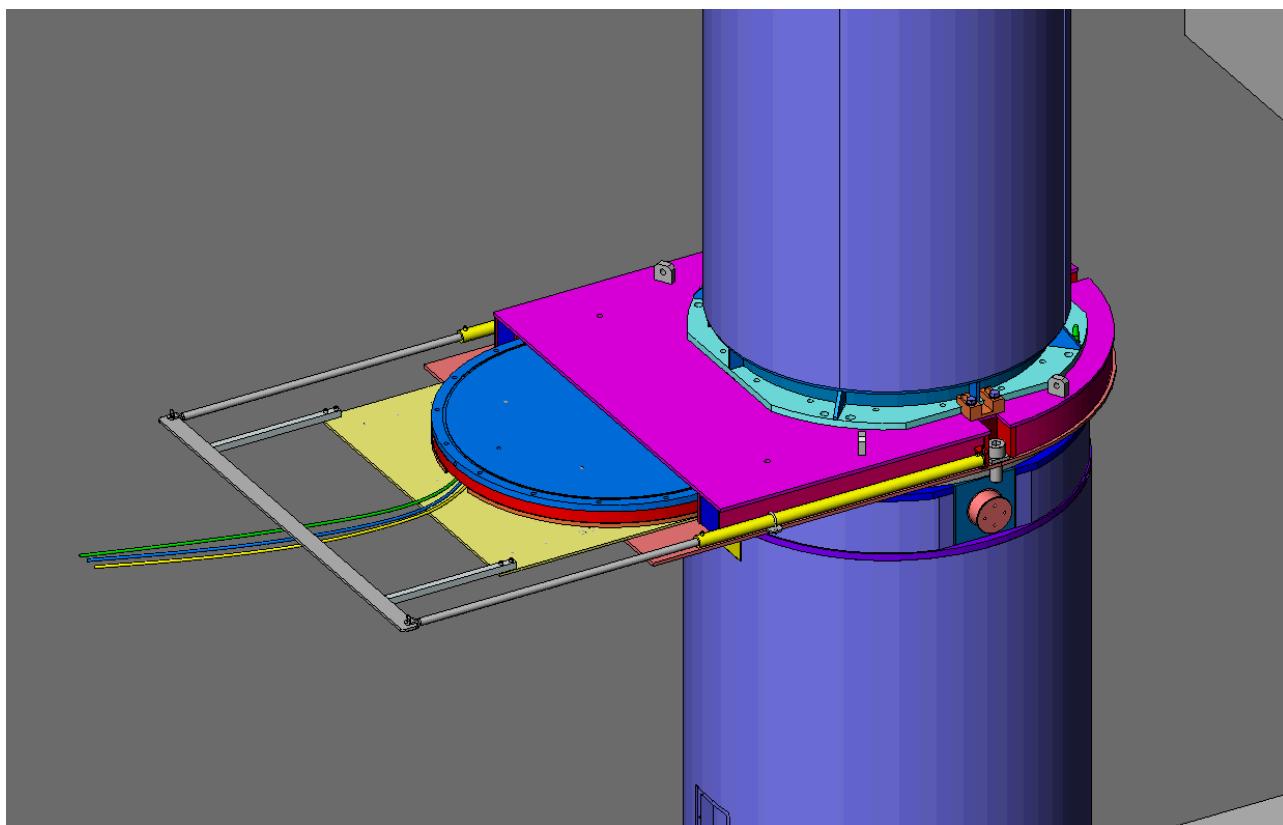


Рисунок 1.2.8 – Сопрягающее устройство между перегрузочным контейнером HI-TRAC и транспортным контейнером HI-STAR

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 38
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

В освободившиеся отверстия крепления подъемных вставок ввинчиваются заглушки. Стыковое устройство закрывается и снимается с транспортного контейнера HI-STAR.

Далее выполняются следующие операции по закрытию транспортного контейнера HI-STAR.

Устанавливается герметизирующая пластина (верхняя крышка) транспортного контейнера. Болты транспортного контейнера HI-STAR затягиваются для изоляции внутреннего пространства с канистрой. Производится вакуумирование зазора между канистрой и транспортным контейнером, после чего он заполняется гелием через разъем на крышке HI-STAR. Разъемы герметизируются при помощи специальной заглушки.

Механические соединения транспортного контейнера и заглушки проверяются на герметичность для того, чтобы удостовериться в их способности удерживать гелий во внутреннем пространстве. Поверх заглушек на продувочный и дренажный проемы устанавливаются защитные пластины. Транспортный контейнер HI-STAR проверяется на радиоактивное загрязнение. Транспортный контейнер перемещается на транспортную позицию. С использованием передвижного крана и специальной поворотной рамы, он переводится в горизонтальное положение. После этого, транспортный контейнер снимается с поворотной рамы и укладывается на деревянную решетку для установки торцевой пластины и транспортных буферов, защищающих его в случае транспортных происшествий.

Затем, транспортный контейнер HI-STAR поднимается и укладывается на железнодорожную платформу (Рисунок 1.2.9). Устанавливается обвязка (крепежные тяги) и экранирующее (защитное) покрытие (Рисунок 1.2.10). Далее проводится испытание экранирующих свойств транспортного контейнера. Транспортный модуль в сборе проходит последнее обследование для проверки соответствия всем транспортным требованиям. Устанавливается защитное ограждение. На транспортный модуль наклеиваются обозначения, устанавливаются таблички, после чего она передается на транспортировку.

После этого оформляется товаросопроводительная документация на транспортный контейнер HI-STAR, необходимая для этого документация передается перевозчику и выдается разрешение на отправку на ЦХОЯТ.

### **1.2.6 Время, требуемое на загрузочные операции**

Время, требуемое на загрузку, составляет около пяти – пяти с половиной дней.

На проведение основных операций требуется примерно, часов:

- подготовка HI-TRAC и МЦК к загрузке.....8;
- загрузка топлива.....10;
- извлечение HI-TRAC и МЦК из бассейна.....8;
- герметизация МЦК (сварка, слив и осушка).....40;
- помещение МЦК в HI-STAR.....6;
- закрытие контейнера HI-STAR.....11;
- подготовка HI-STAR к транспортировке.....6.

Итого, общий цикл загрузочных операций составляет 89 часов.

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 39
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

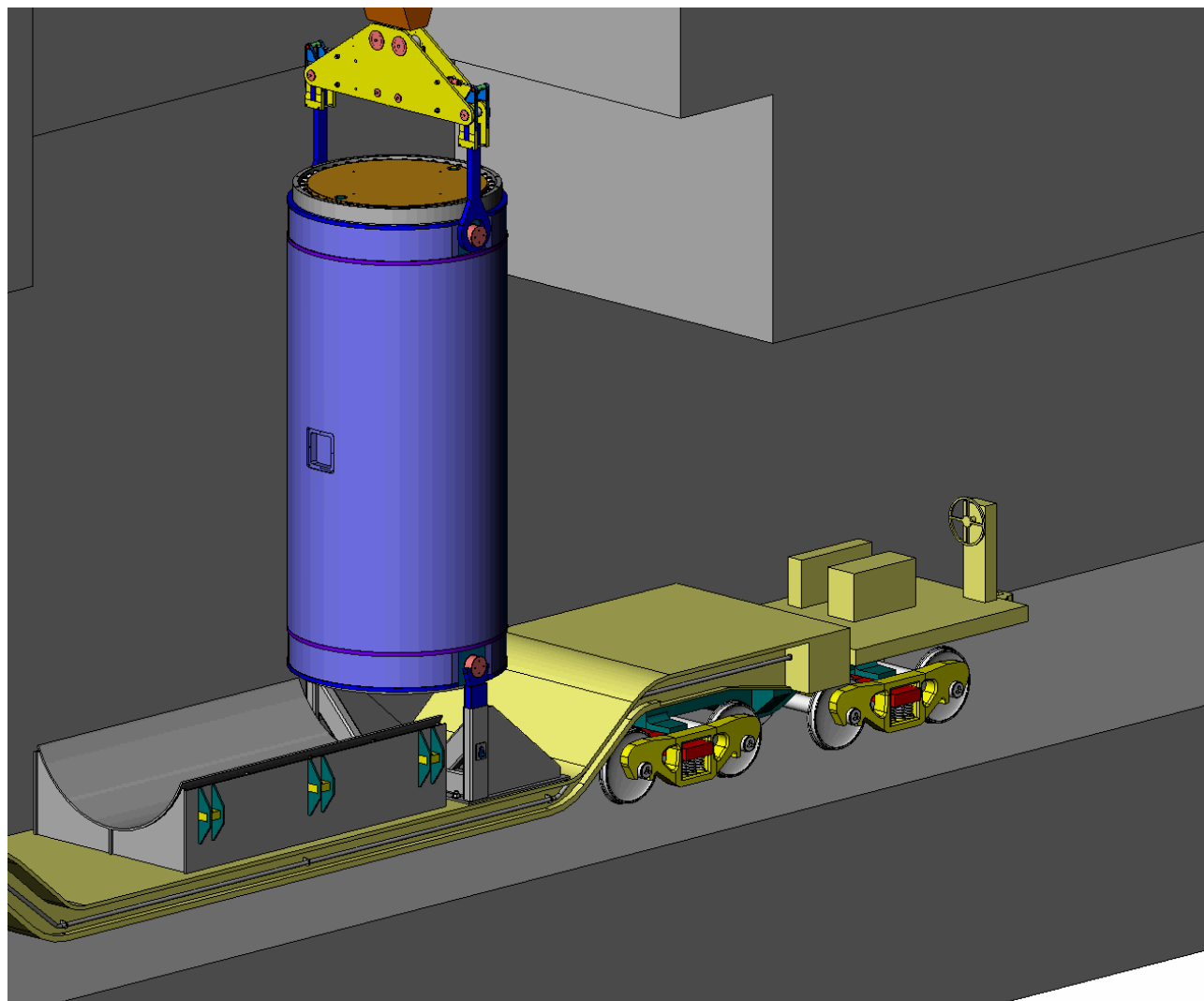


Рисунок 1.2.9 – Расположение и кантование транспортного контейнера на железнодорожной платформе

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 40
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

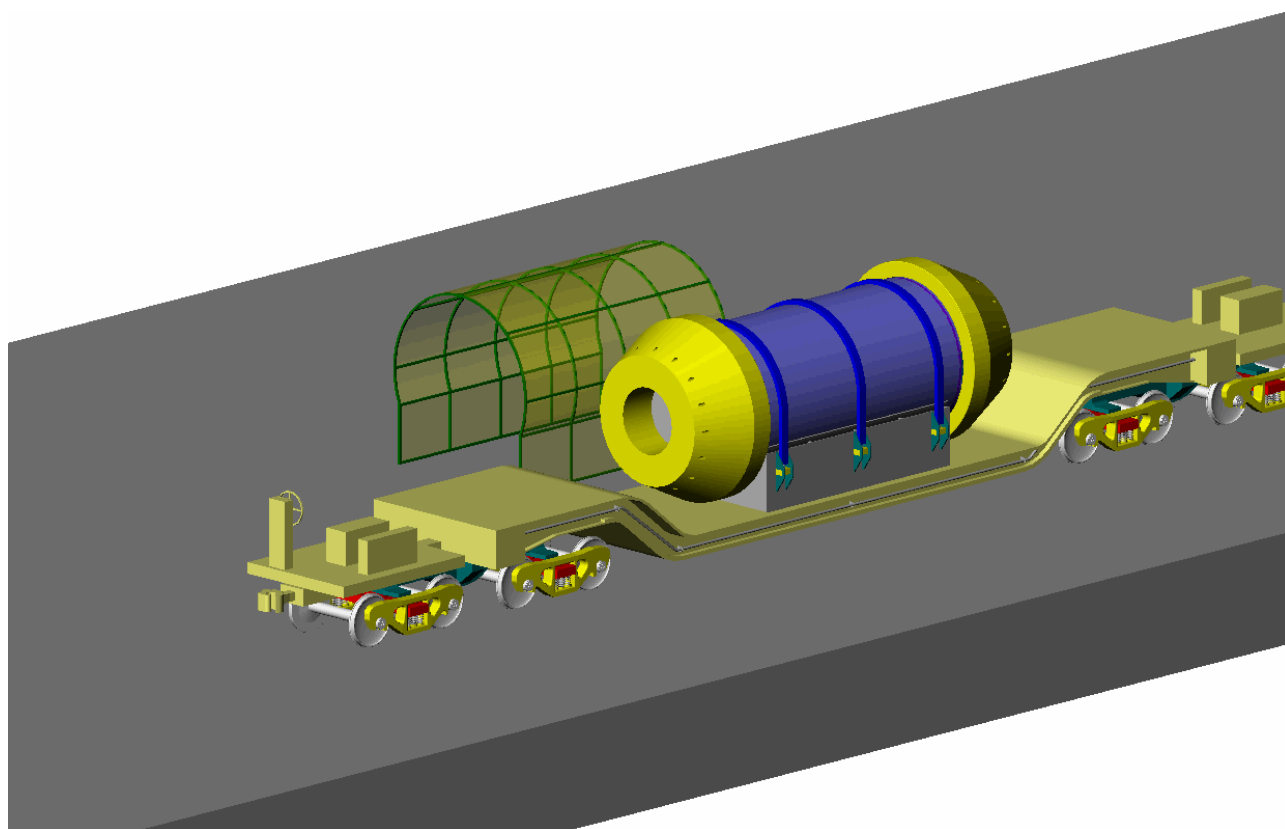


Рисунок 1.2.10– Установка демпферов, обвязки и защитного покрытия



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 41
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### **1.3 Внешняя транспортировка ОЯТ**

#### **1.3.1 Общие принципы**

Транспортировка ОЯТ является одним из элементов ядерного топливного цикла, так как связывает отдельные этапы обращения с ядерным топливом. Вопросы транспортировки ОЯТ являются одним из самых важных при принятии решения об обращении с ОЯТ, так как транспортировка проводится по общегосударственным железным дорогам и таким образом затрагивает все население, а не только то, что проживает рядом с ядерной установкой.

При перевозках ОЯТ с площадок АЭС необходимо решить такие задачи:

- обеспечить радиационную безопасность персонала и населения (в том числе при аварийных ситуациях);
- исключить перегрев ОЯТ во время транспортировки;
- принять меры против попыток хищения топлива;
- обеспечить целостность топливных элементов.

Основные функции внешней транспортировки:

- доставка загруженных контейнеров с ОТВС с АЭС на промплощадку ЦХОЯТ в зоне отчуждения ЧАЭС по железным дорогам Минтранса Украины;
- доставка порожних контейнеров для загрузки ОТВС из ЦХОЯТ на АЭС Украины по железным дорогам Минтранса Украины;
- маневрирование с вагон-контейнерным эшелонам в пределах промплощадки ЦХОЯТ.

При выполнении отдельных функций имеются специфические особенности транспортировки, связанные с особенностями транспортировки и применяемым оборудованием.

Транспортировка вагон-контейнерного эшелона по путям Минтранса общего назначения осуществляется в соответствии с правилами транспортировки спецгрузов, действующих в системе Минтранса Украины, а также в соответствии с требованиями нормативных документов ГКЯР Украины в части перевозки ядерных делящихся материалов.

Транспортировка МЦК с АЭС на ЦХОЯТ осуществляется в транспортном контейнере HI-STAR. Ядерная безопасность при транспортировке обеспечивается техническими решениями для МЦК. Транспортный контейнер HI-STAR обеспечивает необходимые условия для защиты МЦК при нормальных и аварийных условиях транспортировки в соответствии с требованиями по безопасности в США и на следующих стадиях будет сертифицирован в соответствии с требованиями ПБТРМ-2006 [2].

При транспортировке МЦК с АЭС в ЦХОЯТ в вагон-контейнере, HI-STAR с МЦК располагаются в горизонтальном положении, при этом на крышку и днище контейнера HI-STAR устанавливаются специальные демпфирующие устройства для защиты контейнера при авариях.

Исходя из годового объема перевозимых ОТВС ВВЭР-440 и ВВЭР-1000 с энергоблоков АЭС в ЦХОЯТ предусматривается один вагон-контейнерный эшелон, который территориально размещается в ЦХОЯТ на специально предусмотренном участке – путях отстоя и формирования вагон-контейнерного эшелона, проектные решения которых соответствуют аналогичным решениям на промплощадках АЭС. Формирование вагон-контейнерного эшелона на АЭС осуществляется в рамках существующей системы на АЭС.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 42
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Дополнительного оборудования и модернизации существующего оборудования в рамках настоящего контракта не предусматривается.

При определении состава вагон-контейнерного эшелона были приняты следующие положения:

- использование для перевозки ОЯТ специальных железнодорожных платформ с ложементами под контейнеры HI-STAR;
- использование однотипных вагонов прикрытия и сопровождения;
- определение количества транспортных средств в составе вагон-контейнера, в соответствии с действующими требованиями для вагон-контейнерных эшелонов для перевозки транспортных контейнеров ТК-13 и ТК-6, с учетом фактической емкости контейнеров и объема топлива, соответствующего количеству ОТВС не менее одной перегрузки реактора.

Транспортные модули HI-STAR для МЦК-31 и для МЦК-85 идентичны. Будет поставлено пять транспортных контейнеров HI-STAR. Это количество было определено на том основании, что на ЦХОЯТ должно быть принято 504 сборки ВВЭР-1000 и 192 сборки ВВЭР-440 в год. Для обеспечения этого требования, Холтек обеспечит поставку двадцати МЦК в год.

Транспортный контейнер HI-STAR соответствует требованиям US NRC и требованиям МАГАТЭ по транспортировке.

Вывоз отработавшего топлива с АЭС производится специальным составом (эшеленом), состоящим из десяти вагонов, а именно:

- пять вагон-контейнеров с ОЯТ;
- один вагон-контейнер для перегрузочного контейнера HI-TRAC;
- одна платформа для сварочного и вспомогательного оборудования;
- один вагон сопровождения;
- два вагона прикрытия.

### **1.3.2 Транспортировка контейнеров с ОТВС из АЭС на промплощадку ЦХОЯТ**

Транспортировка загруженных контейнеров HI-STAR от АЭС до ЦХОЯТ осуществляется так же, как и контейнеров ТК-13. Под загрузку в транспортный коридор РО АЭС поступает только один вагон-контейнер.

Для погрузки контейнеров HI-STAR на транспортную платформу будет использоваться существующая транспортно-технологическая схема погрузки ТК-13 и ТК-6 с использованием дополнительных траверс. Погрузка контейнеров на платформы будет осуществляться персоналом АЭС с помощью кранов ЦЗ РО и лебедок, располагаемых в транспортных коридорах РО АЭС.

Транспортное положение контейнеров HI-STAR на платформе – горизонтальное.

Установка контейнера на платформу производится в вертикальном положении, затем контейнер поворачивается (кантуется) в горизонтальное положение. Платформа с закрепленным на ней контейнером HI-STAR вывозится из реакторного отделения и на нее устанавливаются противоударные демпферы и защитное покрытие. Далее, на территории АЭС формируется контейнерный спецэшелон по существующей схеме.

Дальнейшая транспортировка осуществляется по общегосударственным железным дорогам Украины в соответствии с требованиями по обеспечению безопасности при

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 43
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

транспортировке. Транспортный контейнер HI-STAR соответствует требованиям [2] и требованиям МАГАТЭ для транспортировки.

### ***Железнодорожная платформа для транспортировки HI-STAR***

Транспортный комплект HI-STAR представляет собой железнодорожную платформу с низко расположенным центром тяжести для перевозки контейнера HI-STAR (Рисунок 1.3.1).

Транспортный комплект HI-STAR при транспортировке за пределами площадки оборудован специальными ограничителями. В состав транспортного комплекта входит также рама, крепеж, барьер для ограничения доступа и защиты персонала, который оборачивает контейнер при транспортировке. Железнодорожная платформа и люлька в сборке для перевозки HI-STAR является разработкой компании «Holtec International».

Проект контейнера HI-STAR полностью соответствует требованиям US NRC (10CFR71) и рекомендациям МАГАТЭ в сфере транспортировки.

Пломбирование элементов вагон-контейнера производится пломбой и проволокой.

Вагон сопровождения типа ТК-ВС предназначен для размещения персонала сопровождения спецсостава и охраны, а также оборудования и средств их жизнеобеспечения.

Состав с топливом сопровождает воинская охрана и бригада специалистов, которая из вагона сопровождения, оборудованного всем необходимым для работы и отдыха, обеспечивает постоянный контроль за состоянием вагонов и контейнеров.

Безопасность перевозки обеспечивается соответствующими службами министерства путей сообщения (МПС), МВД, ГКЯР и других организаций.

В пути следования персонал бригады сопровождения вагон-контейнерного эшелона проводит контроль излучения от наружных поверхностей транспортных средств вплотную и на расстоянии двух метров от вагона. Контролируется температура и обеспечивается взаимодействие с помощью постоянной связи с воинским караулом и локомотивной бригадой, ведущей состав. При этом соответствующие подразделения ЦХОЯТ постоянно контролируют движение спецпоезда по всему маршруту.

Конструктивные особенности транспортных HI-STAR не только обеспечивают безопасность при транспортировке ОЯТ, но и являются надежной защитой в нормальных или аварийных условиях, а также при попытках актов диверсии.

### **1.3.3 Транспортировка порожнего вагон-контейнерного эшелона**

В соответствии с планируемой программой вывоза ОТВС с энергоблоков АЭС осуществляется формирование вагон-контейнерного эшелона и комплектация вагон-контейнеров контейнерами. Вагон-контейнеры по одному комплектуются транспортными контейнерами, предварительно прошедшими визуальный контроль и контроль радиоактивных загрязнений поверхности, и маневровым тепловозом транспортируются на пути отстоя и формирования вагон-контейнерного эшелона.

Перед загрузкой вагон-контейнера, ответственный за учет и хранение ядерных материалов осуществляет проверку регистрационного номера контейнера и наличие пломбы на крышке контейнера.

По завершению комплектации вагон-контейнерного эшелона он маневровым тепловозом выводится из территории ЦХОЯТ для передачи Минтрансу Украины для последующей транспортировки на АЭС Украины.

До вывода эшелона с территории ЦХОЯТ осуществляется радиационный контроль.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 44
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

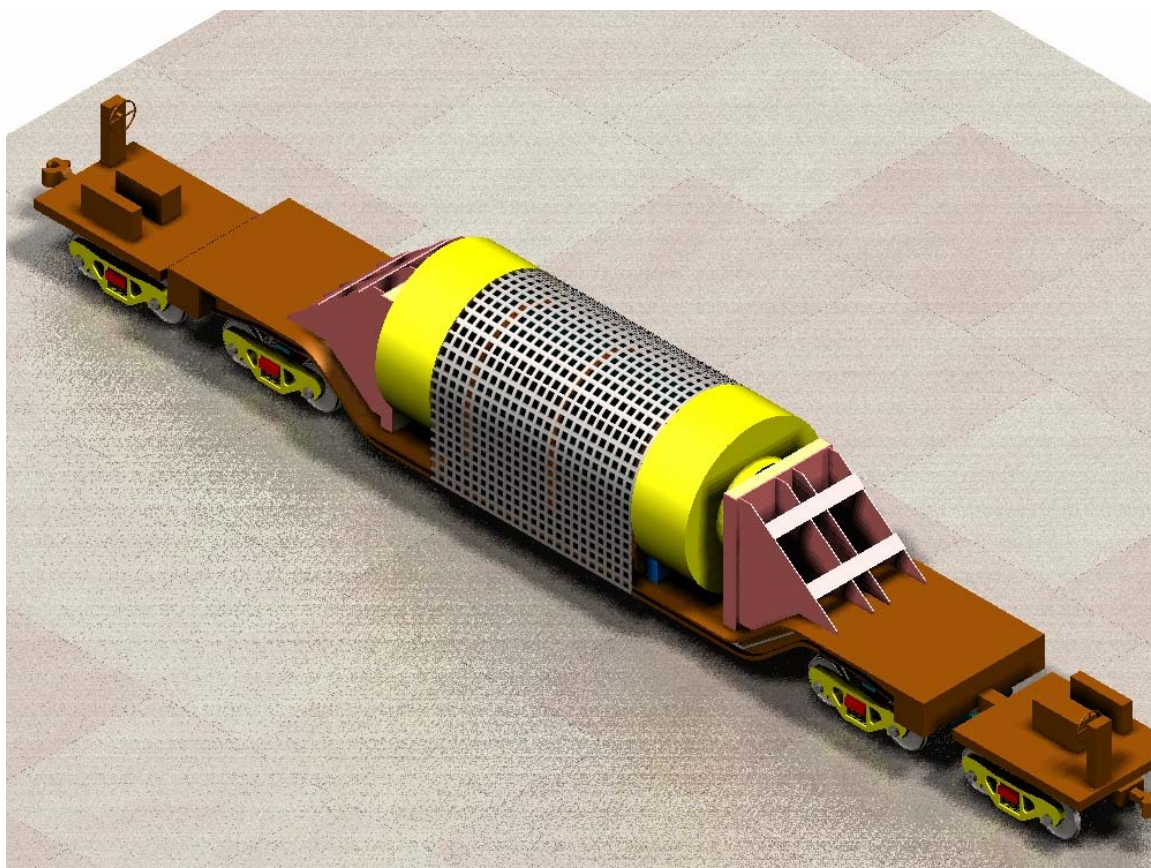


Рисунок 1.3.1 – Общий вид вагон – контейнера

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 45
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

#### **1.3.4 Маневрирование с вагон-контейнерным эшелоном в пределах промплощадки ЦХОЯТ**

Маневровым тепловозом вагон-контейнерный эшелон подается на территорию ЦХОЯТ на пути отстоя и формирования вагон-контейнерного эшелона.

Осуществляется проверка наружных радиоактивных загрязнений.

Предусматривается создание трех веток путей для маневров маневрового контейнера с одним из элементов вагон-контейнерного эшелона.

После заезда вагон-контейнерного эшелона на средний путь маневровых путей, маневровый тепловоз перемещает по одному вагоны прикрытия и сопровождения на параллельный путь.

После того, как на среднем пути остались только вагон-контейнеры, маневровый тепловоз зацепляет один вагон-контейнер и впереди себя транспортирует его к зданию приемки. Далее осуществляются транспортно-технологические операции по перегрузке контейнера.

После завершения разгрузки последнего вагон-контейнера и загрузки его освободившимся контейнером, с помощью маневрового тепловоза осуществляется формирование вагон-контейнерного эшелона, готового к отправке на АЭС.

Для проведения мелкого ремонта вагон-контейнера, связанного с механическими или электрическими поломками, в составе ЦХОЯТ предусматривается здание для обслуживания вагонов.

Пути маневрирования и отстоя обеспечивают:

- прием всего вагон-контейнерного эшелона, длиной до 200 м;
- маневры, осуществляемые маневровым тепловозом либо с одним вагон-контейнером, либо с одним вагоном сопровождения, либо с одним вагоном прикрытия.

### **1.4 Операции по приемке ОЯТ в ЦХОЯТ**

#### **1.4.1 Основные принципы**

Основными задачами на промплощадке ЦХОЯТ, при реализации технологии компании «Холтек», являются следующие:

- приемка МЦК с ОТВС (реакторов ВВЭР-440, либо ВВЭР-1000) в транспортном контейнере HI-STAR;
- размещение МЦК в HI-STORM;
- транспортировка HI-STORM к месту их хранения;
- долговременное хранение МЦК с ОТВС в HI-STORM;
- сбор и отправка на переработку/захоронение жидких и твердых радиоактивных отходов;
- защита ОТВС от возможных внешних экстремальных явлений природного и техногенного происхождения;
- защита персонала и окружающей среды от воздействия ионизирующих излучений;
- обеспечение физической защиты и учета ядерных материалов.

По прибытию в ЦХОЯТ, транспортные контейнеры HI-STAR разгружаются с железнодорожного вагона-контейнера и находящиеся в них МЦК напрямую, без

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 46
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

переупаковки топливных сборок перегружаются в здании приемки в контейнер хранения HI-STORM.

Здание для приемки HI-STAR является основным производственным зданием ЦХОЯТ. В этом здании выполняются следующие операции:

- приемка загруженного контейнера HI-STAR;
- разгрузка HI-STAR с железнодорожного вагона;
- перегрузка загруженного МЦК из HI-STAR в HI-STORM;
- загрузка порожнего контейнера HI-STAR пустым МЦК для транспортировки обратно на АЭС;
- установка контейнера HI-STAR в железнодорожный вагон для возврата на реакторную площадку.

В здании для приемки расположены системы и оборудование, необходимые для полного цикла технологических операций по приему контейнеров HI-STAR и вывозом загруженных МЦК в зону хранения.

Технические решения, связанные с обеспечением ядерной безопасности, в здании приемки направлены на уменьшение вероятности механического повреждения МЦК и исключения доступа воды к ОТВС в случае аварийной разгерметизации МЦК. Это связано с тем, что ядерная безопасность в первую очередь обеспечивается в МЦК.

Для уменьшения вероятности механического повреждения МЦК в здании приемки предполагается использовать оборудование в сейсмостойком исполнении и с повышенными показателями надежности. Кроме того, проектными решениями обеспечивается обращение с МЦК только в пределах перегрузочного бокса, что исключает падение МЦК с разрушением барьеров.

Для исключения возможности контакта воды и ОТВС в случае гипотетического события с нарушением барьеров герметичности, в транспортно-технологическом коридоре и приемном боксе отсутствует подвод воды. Кроме того, проектными решениями исключено, что вода может попасть в перегрузочный бокс из соседних помещений.

При проектировании противопожарной защиты в данных помещениях вода не используется.

На протяжении всей технологической цепочки в здании приемки обеспечивается, как минимум, два инженерных барьера, препятствующие попаданию воды к ОТВС: герметичный корпус МЦК, корпус контейнера HI-STAR либо HI-TRAC, либо HI-STORM.

Осуществляется дистанционное наблюдение за всеми операциями технологического процесса и контроль нейтронного излучения в транспортно-технологическом коридоре, где осуществляются операции по приемке и перегрузке МЦК.

Все основное и вспомогательное оборудование и системы, необходимые для транспортировки, входного контроля, радиологического мониторинга, специальной канализации, обращению с РАО, поставки технологических сред, электроснабжения и т.д. включены в состав здания приемки.

Для установки и удаления болтов при получении и перемещении транспортных контейнеров будут использоваться электрические гаечные ключи, что позволит сократить время выполнения этих операций. Это позволит свести к минимуму время нахождения в радиационном поле. Там, где это будет признано эффективным для снижения общей дозы при выполнении заданий (относительно доз для персонала, участвующего в монтаже и удалении контейнеров), будет устанавливаться временная биологическая защита.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 47
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Зона обращения с контейнерами и зона приемки включают системы, требуемые для получения и отгрузки транспортных контейнеров на железнодорожных вагонах, и подготовки транспортного контейнера для перемещения на гусеничном транспортере на ЦХОЯТ. В этой же зоне расположены системы, требуемые для хранения ограничителей механического воздействия на транспортный контейнер, загруженные и порожние HI-STAR и порожние МЦК.

В этой зоне размещено все оборудование и средства, необходимые для следующих операций:

- снятие транспортного контейнера с железнодорожной платформы;
- снятие ограничителей мех. воздействия на контейнер;
- переворот транспортных контейнеров;
- перемещение транспортных контейнеров к месту заезда транспортера контейнеров;
- входной и выходной контроль транспортных контейнеров;
- визуальный контроль всех транспортных операций в зоне;
- дезактивация, при необходимости, транспортных контейнеров HI-STAR;
- перемещение транспортный контейнера HI-STAR в зону установки контейнеров на хранение.

В зоне осуществления погрузочно-разгрузочных операций с контейнерами существует возможность временного хранения как загруженных, так и порожних контейнеров HI-STAR в случае, если потребуются выполнение каких-либо дополнительных операций для того, чтобы контейнеры соответствовали требованиям по радиационной безопасности.

Ниже представлено полное последовательное описание выполнения всех операций по обращения с транспортными контейнерами HI-STAR и сценарии перегрузки контейнера МЦК в контейнер хранения HI-STORM 100 на площадке ЦХОЯТ.

Описанную ниже технологию компания Холтек разработала специально для крупного централизованного хранилища ОЯТ, на которое, в отличие от пристанционного хранилища ОЯТ от одного поставщика, загруженные МЦК будут поступать, скорее всего, практически ежедневно.

#### **1.4.2 Общая компоновка здания приемки контейнеров HI-STAR**

Технологическое здание будет спроектировано в соответствии с требованиями к зданиям категории I по ядерной и радиационной безопасности, в соответствии с [7].

Перегрузка контейнера МЦК с ОЯТ выполняется в здании приемки с использованием перегрузочного бокса, к которому сверху подается транспортный контейнер (Рисунок 1.4.1).

Перегрузочный бокс для МЦК создает дополнительное экранирование к тому, которое обеспечивают сами контейнеры HI-STAR и HI-STORM, значительно снижая при этом дозовую нагрузку на персонал, выполняющий перегрузку контейнеров МЦК.

Перегрузочный бокс представляет собой открытую с двух концов конструкцию с внутренними направляющими для модуля хранения HI-STORM, плотно закрывающимися дверями и люками для перемещения заполненного МЦК из транспортного контейнера HI-STAR в контейнер HI-STORM.



ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 48
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

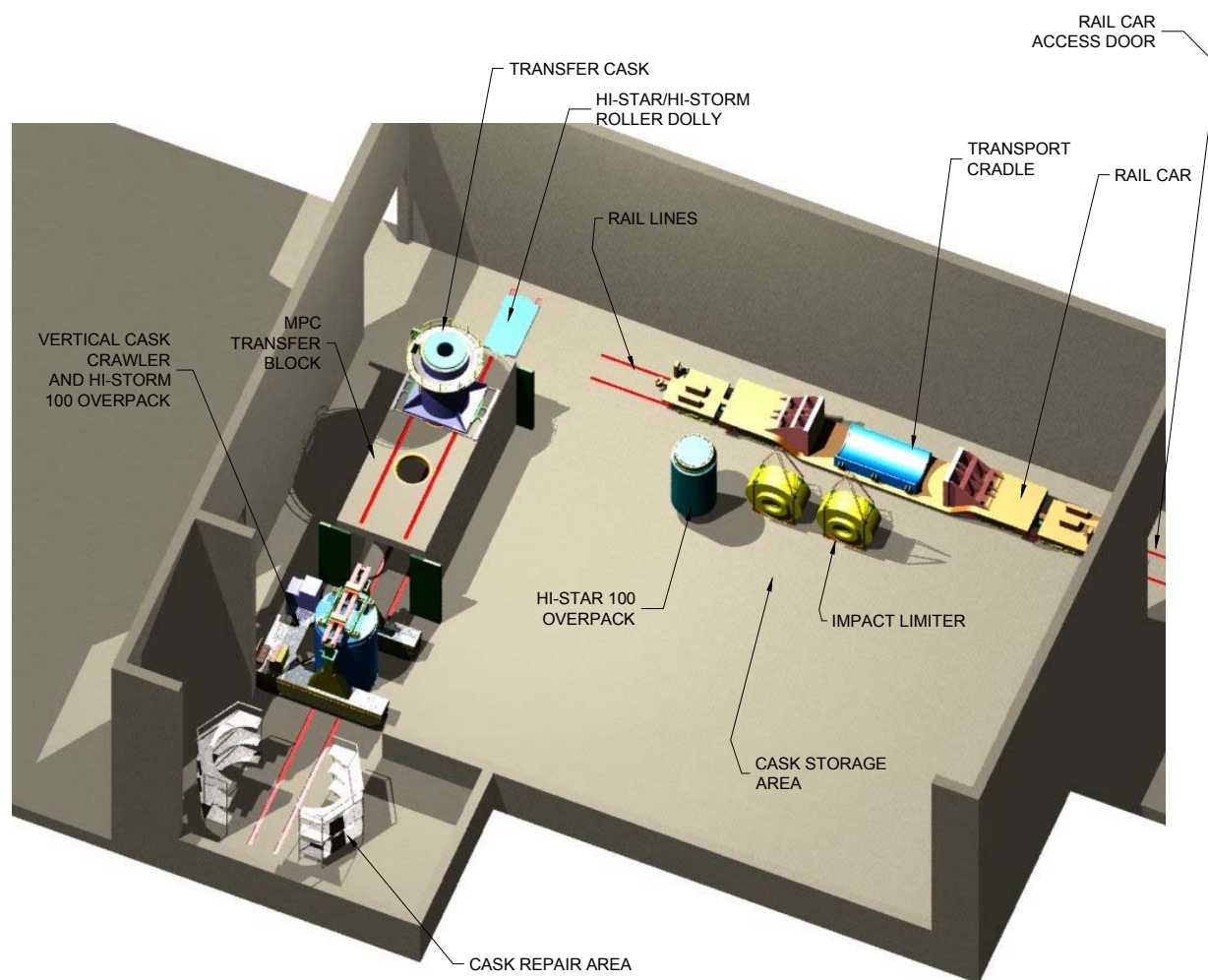


Рисунок 1.4.1 – Компоновка здания приемки ЦХОЯТ



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 49
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Верхняя фасадная часть перегрузочного бокса для контейнеров МЦК содержит направляющие рейки и вспомогательный механизм контейнера HI-TRAC. Поскольку подъем контейнера HI-TRAC не предусматривается в принципе, его масса не обусловлена какими-либо ограничениями грузоподъемных механизмов. Кроме того, направляющие прочно удерживают контейнер HI-TRAC и не дают ему опрокинуться, даже в случае сейсмического события. Направляющие позволяют точно выровнять контейнер в перегрузочном боксе, соответственно это исключает возможность того, что МЦК «пролетит мимо» во время перегрузки из HI-STAR в контейнер хранения HI-STORM.

Внутри перегрузочного бокса установлены параллельные направляющие рельсы, по которым перемещаться две роликовые тележки. Роликовые тележки предназначены для поддержания, перемещения и позиционирования транспортного контейнера HI-STAR и модуля хранения HI-STORM таким образом, чтобы установить их над и под перегрузочными люками для перегрузки МЦК.

Здание приемки контейнеров HI-STAR обслуживает электрический мостовой кран грузоподъемностью 125 т. Мостовой кран используется для приемки контейнеров HI-STAR и для перемещения прочих компонентов в здании приемки.

Здание приемки контейнеров HI-STAR оборудовано специальным заездом для вертикального погрузчика (гусеничного транспортера), который применяется для транспортировки HI-STORM, и воротами, через которые в здание въезжает железнодорожный вагон. Также, в здании предусмотрен участок для технического обслуживания контейнеров и большой участок хранения контейнеров и различного вспомогательного оборудования.

#### **1.4.3 Приемка транспортного контейнера HI-STAR в здании приемки**

Контейнер HI-STAR доставляется на площадку ЦХОЯТ в транспортной сборке на железнодорожной платформе и поступает в здание приемки HI-STAR (Рисунок 1.4.1). Железнодорожная ветка подведена в здание приемки HI-STAR под мостовой кран.

Транспортный контейнер HI-STAR поступает в здание приемки в горизонтальном положении с установленными в верхней и нижней части демпфирующими устройствами.

HI-STAR оснащен специальными крепежными устройствами для закрепления в железнодорожном вагоне. Представители службы безопасности и отдела дозиметрического контроля проводят визуальный осмотр железнодорожного вагона. Двери здания приемки открываются и HI-STAR ввозится в здание приемки в железнодорожном вагоне. Вначале производится визуальный осмотр контейнера HI-STAR на предмет повреждений в пути, а также выполняется проверка и заполнение сопроводительной документации. Колеса железнодорожной платформы блокируются.

Мостовой кран приводится в положение для снятия контейнера с вагона. Далее от контейнера отвинчиваются и снимаются болты верхнего и нижнего демпфирующих устройств. Затем снимается механическая защита. Механическая защита представляет собой легкую ячеистую раму, ограничивающую доступ к корпусу контейнера HI-STAR во время транспортировки. Производится проверка наличия снимаемого загрязнения на внешних стенках контейнера HI-STAR и производятся общие замеры уровня излучения. Крепежные устройства ослабляются и снимаются.

Крепежные устройства предназначены для фиксации контейнера HI-STAR на железнодорожной платформе. Контейнер HI-STAR вместе с ограничителями механического воздействия снимается из люльки железнодорожной платформы в горизонтальном

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 50
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

положении при помощи специальной строповой оснастки, закрепленной на мостовом кране. Контейнер кладут в горизонтальном положении на подставку под него рядом с железнодорожной платформой (Рисунок 1.4.2).

Снятые ограничители механического воздействия поступают на склад для хранения в специальных рамах, которые имеют стропы для подъема и предотвращают их падение или опрокидывание. Опорная рама контейнера HI-STAR снимается и контейнер HI-STAR подготавливают к перевороту в вертикальное положение.

Установка контейнера HI-STAR в вертикальное положение вверх дном выполняется с использованием подъемной рамы и специальной поворотной рамы, состоящей из двух частей (Рисунок 1.4.3). Транспортный контейнер HI-STAR устанавливается в горизонтальное положение и устанавливается на поворотную раму. Контейнер HI-STAR крепится к поворотному столу при помощи множества ремней.

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 51
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

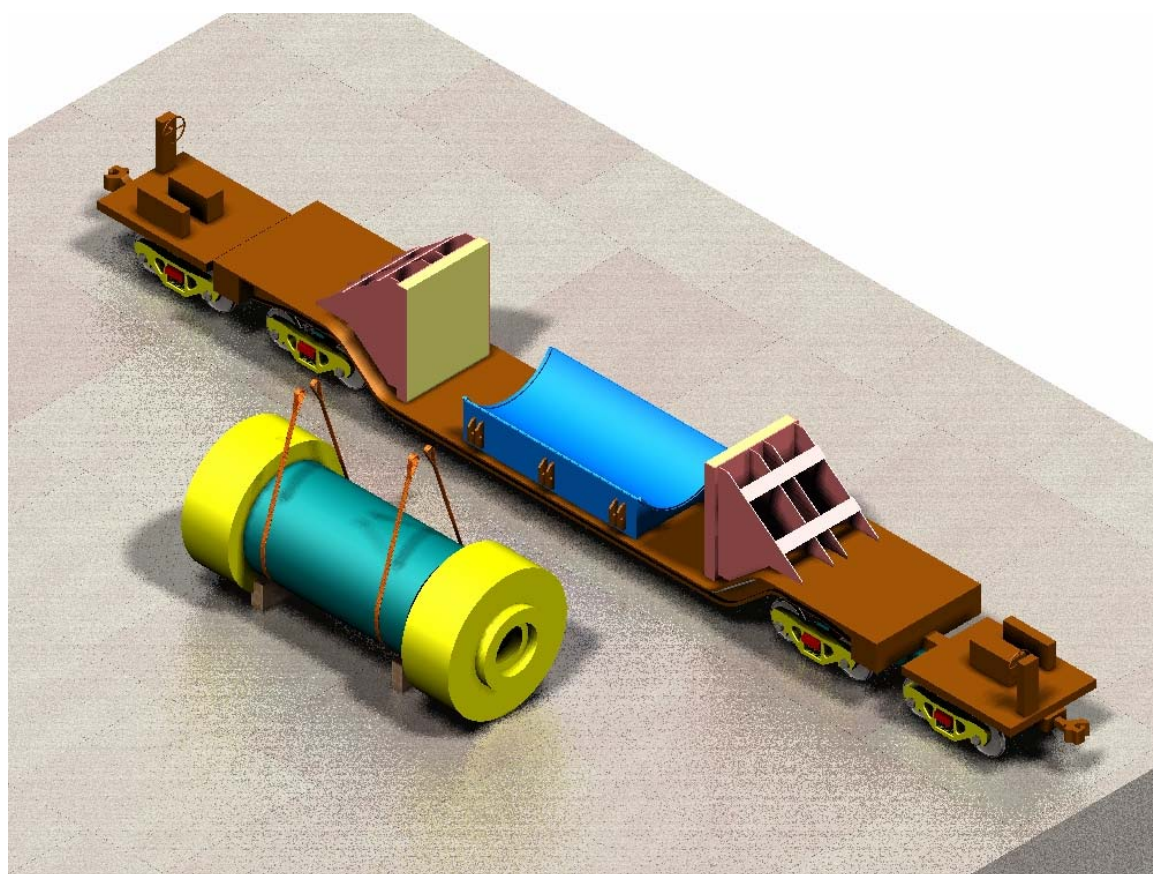


Рисунок 1.4.2 - Снятие транспортного контейнера HI-STAR с железнодорожной платформы

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 52
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

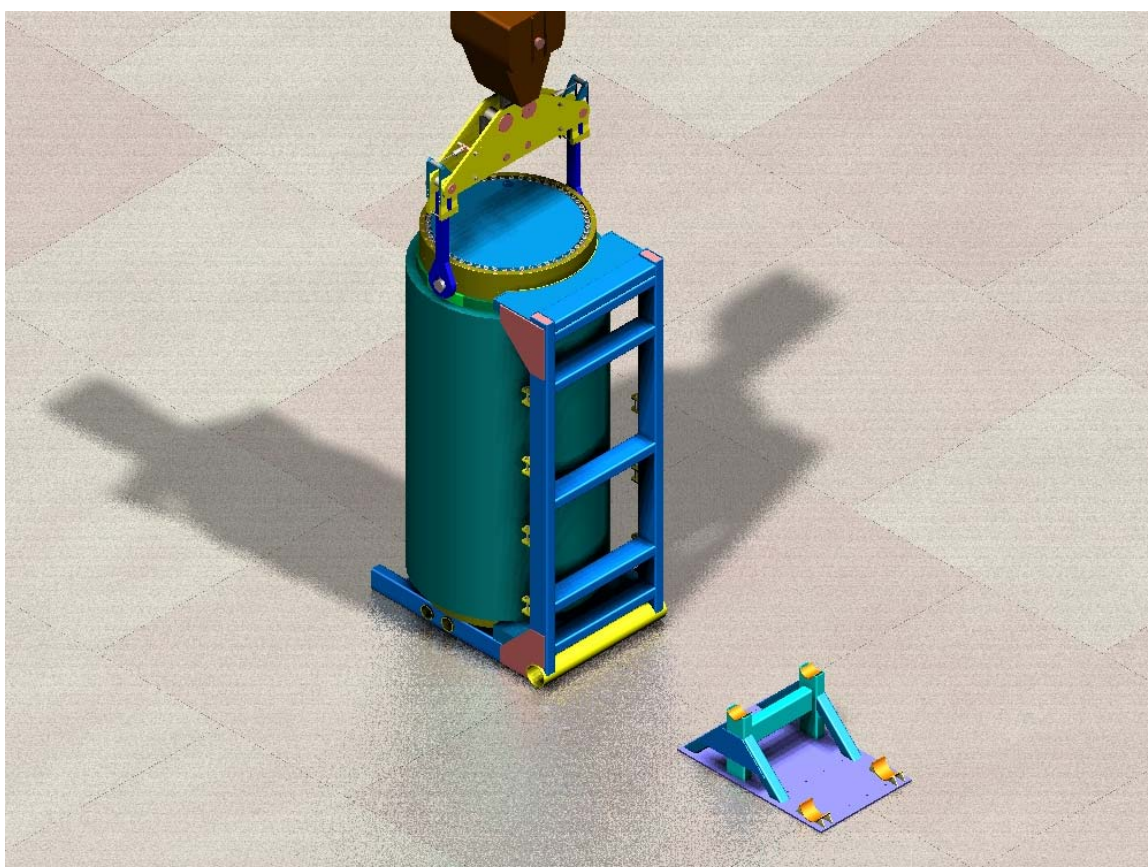


Рисунок 1.4.3 – Кантование HI-STAR при помощи поворотной рамы

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 53
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Поворотная рама позволяет установить контейнер HI-STAR в горизонтальное положение безопасно и эффективно после снятия ремней безопасности с контейнера HI-STAR, он удаляется с поворотной платформы и устанавливается на роликовую тележку за пределами перегрузочного бокса (Рисунок 1.4.4).

Подготовка транспортного контейнера HI-STAR к извлечению из него контейнера МЦК состоит из следующих операций:

- размещение на низкопрофильном транспорте в перегрузочном боксе;
- снятие вторичной крышки с HI-STAR;
- снятие первичной крышки с HI-STAR;
- установка оснастки на контейнер МЦК.

Расположение оборудования для перегрузки МЦК из транспортного контейнера в контейнер хранения приведено на рисунке 1.4.5.

Основной кран здания перегрузки поднимает HI-TRAC в вертикальное положение и устанавливает его сверху на транспортный контейнер HI-STAR в устройство сопряжения. Далее нижняя крышка перегрузочного контейнера HI-TRAC при помощи устройства сопряжения убирается и МЦК поднимается внутрь перегрузочного контейнера HI-TRAC. Далее нижняя крышка HI-TRAC устанавливается на место и HI-TRAC снимается с устройства сопряжения и устанавливается на пол здания перегрузки в фиксированную позицию

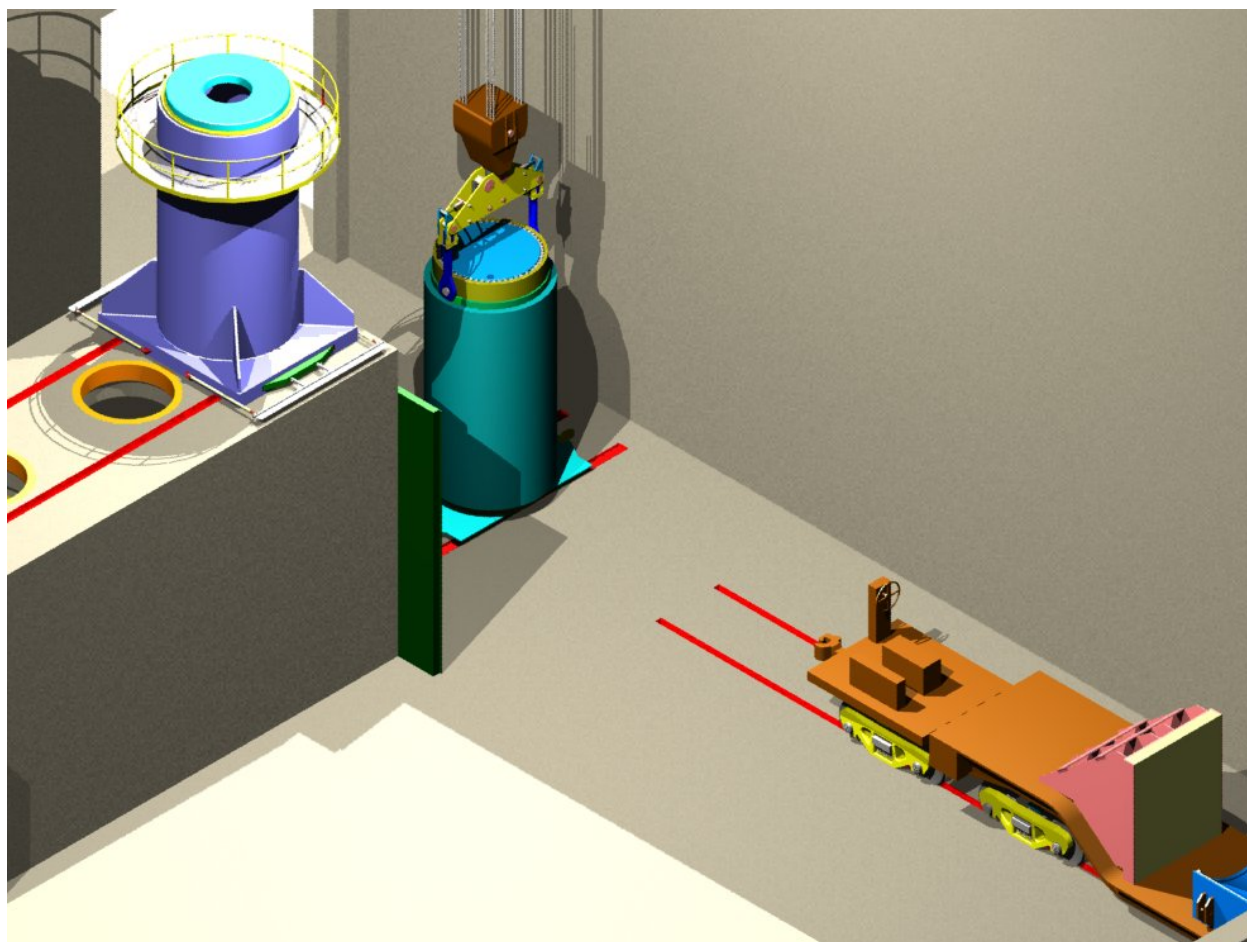
Устройство сопряжения переносится с транспортного модуля HI-STAR на контейнер хранения HI-STORM. Перегрузочный контейнер HI-TRAC помещается на верх контейнера хранения HI-STORM и позиционируется при помощи устройства сопряжения.

Далее нижняя крышка HI-TRAC при помощи устройства сопряжения убирается и МЦК опускается из перегрузочного контейнера HI-TRAC внутрь HI-STORM. Далее нижняя крышка HI-TRAC устанавливается на место и HI-TRAC снимается с устройства сопряжения и устанавливается на пол здания перегрузки в фиксированную позицию. В заключение на контейнер хранения HI-STORM устанавливается крышка.

Контейнер хранения HI-STORM, внутри которого находится МЦК с ОЯТ, перевозится транспортером на площадку хранения, где и устанавливается на хранение.



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 54
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03



**Рисунок 1.4.4- Установка контейнера HI-STAR на низкопрофильный транспортер перед перегрузочным боксом**

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 55
Основные технические решения		Обозначение: 57-204.201.002.ОЭ 01.03 Ред. 03

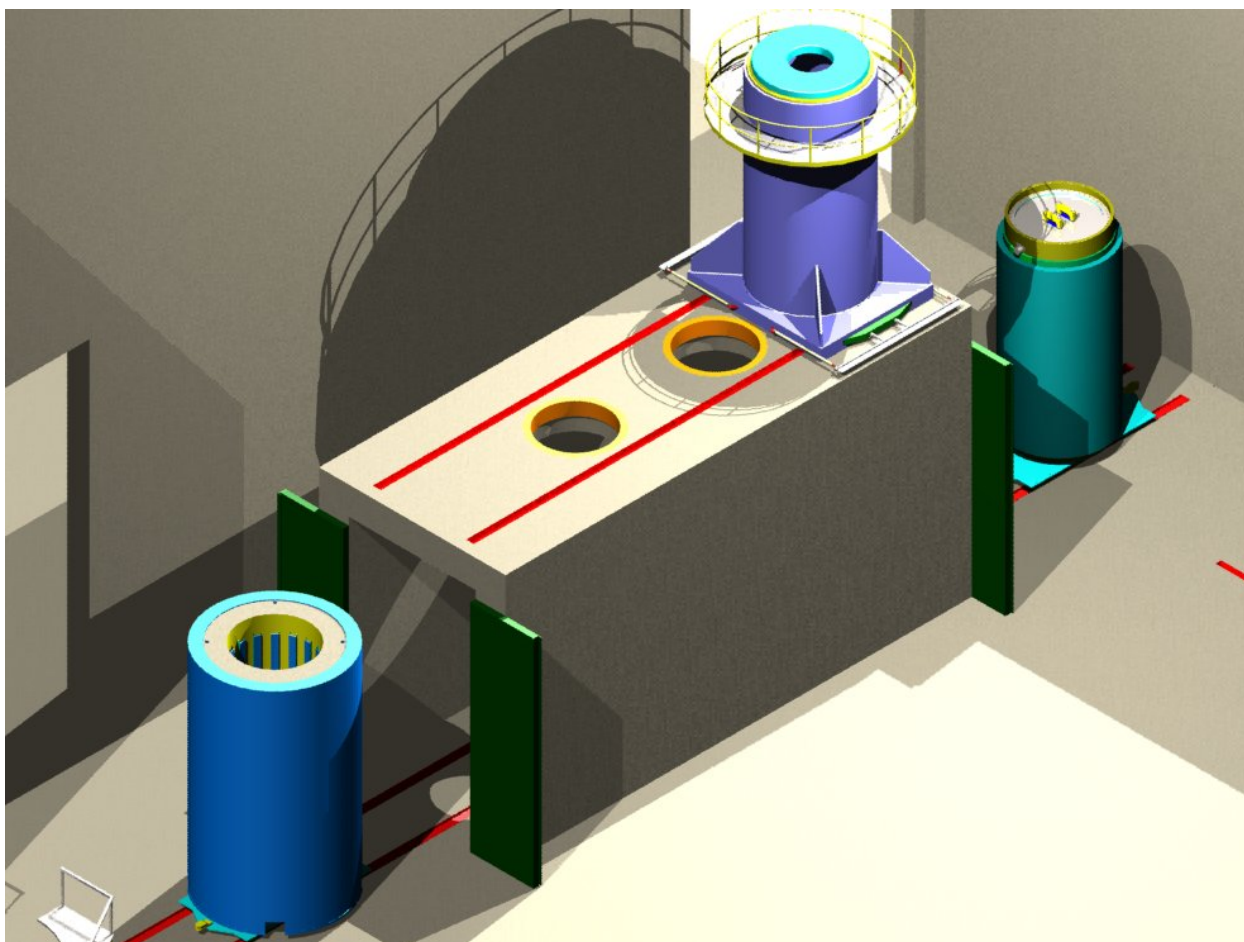


Рисунок 1.4.5- Расположение оборудования для перегрузки МЦК из транспортного контейнера в контейнер хранения

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 56
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

#### **1.4.4 Подготовка к перегрузке МЦК**

Перегрузка контейнера МЦК из транспортного контейнера HI-STAR в контейнер хранения HI-STORM происходит в перегрузочном боксе (Рисунок 1.4.6).

Транспортный контейнер HI-STAR устанавливается в перегрузочном боксе в положение для перегрузки при помощи роликовой тележки.

Роликовая тележка представляет собой низкопрофильную платформу высокой грузоподъемности с горизонтально установленными на ней невыпадающими направляющими роликами. Роликовая тележка оборудована также направляющими и регулируемые тормозными устройствами, что позволяет установить ее точно над лючком перегрузочного бокса, над которым будет расположен контейнер HI-STAR.

Пустой контейнер хранения HI-STORM устанавливается в положение под загрузку в здании приемки при помощи вертикального транспортера, который заезжает в здание через специальные ворота и заводит HI-STORM. Затем пустой HI-STORM устанавливается на роликовую тележку при помощи того же вертикального погрузчика за пределами перегрузочного бокса.

Подготовка контейнера хранения HI-STORM к перегрузке в него контейнера МЦК состоит в следующем:

- установка HI-STORM на транспортере в перегрузочном боксе;
- снятие крышки с HI-STORM;
- размещение HI-STORM в положении под проемом в перегрузочном боксе;
- закрытие дверей перегрузочного бокса.

Контейнер HI-STAR, установленный на роликовой тележке, освобождается от захватов мостового крана путем ослабления подъемной скобы с цапф контейнера HI-STAR. Запорная плита снимается с контейнера HI-STAR и подъемные захваты присоединяются к крышке МЦК в специальные места захвата, расположенные на крышке МЦК.

Захваты крышки МЦК являются основными точками для подъема крышки МЦК. Два захвата обеспечивают дополнительную поддержку контейнера МЦК при подъеме. Они являются дополнительными, поскольку каждая из них сама по себе обеспечивает достаточную поддержку для загруженного МЦК.

К крышке МЦК прикрепляются и обматываются вокруг нее ряд строп. Транспортный контейнер HI-STAR устанавливается в перегрузочном боксе под проемами. А контейнер хранения HI-STORM 100, соответственно, устанавливается под своими загрузочными отверстиями. Двери с обоих концов перегрузочного бокса закрываются.

Перегрузочные люки размерами являются чуть-чуть больше, чем внешние размеры МЦК и оборудованы конусными направляющими для направления МЦК при операциях по выгрузке и загрузке.

Перегрузочный контейнер HI-TRAC оборудован двумя экранирующими шиберами, приводимыми в движение гидравлической системой. Экранирующие шиберы поддерживают МЦК при перемещении контейнера из упаковочного контейнера HI-STAR в HI-STORM. Экранирующие шиберы также предотвращают облучение во время работ по перегрузке МЦК, пока он находится в перегрузочном контейнере HI-TRAC, а также когда МЦК помещается или вынимается из HI-TRAC.

Встроенная лестница и рабочая платформа обеспечивают доступ к верхней части перегрузочного контейнера HI-TRAC, при необходимости.



ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 57
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

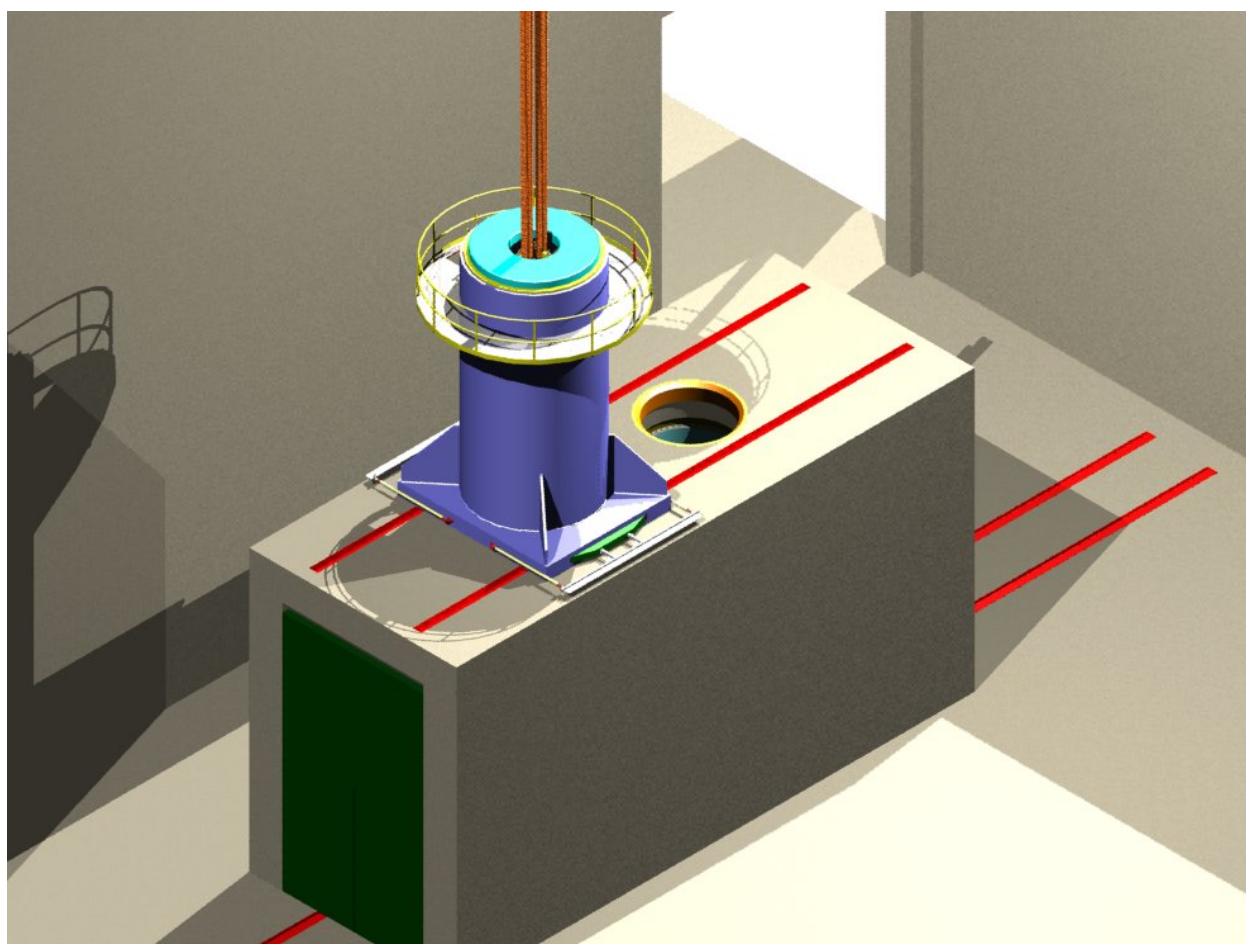


Рисунок 1.4.6 - Установка МЦК на перегрузочный бокс над модулем хранения  
HI-STORM 100

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 58
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

#### **1.4.5 Перегрузка МЦК**

Перегрузочный контейнер HI-TRAC устанавливается над люками для контейнера HI-STAR и открываются экранирующие шиберы (Рисунок 1.4.7). Стропы МЦК протягиваются сквозь перегрузочный контейнер HI-TRAC и крепятся на мостовом кране.

Мостовой кран извлекает МЦК из и протягивает его через перегрузочный контейнер HI-TRAC и нижние экранирующие шиберы закрываются. Затем МЦК опускается на закрытый нижний экранирующий шибер, позволяя ослабить натяжение строп.

Транспортная тележка для HI-TRAC позволяет установить его над люками (для контейнера хранения HI-STORM). Контейнер МЦК слегка приподнимается мостовым краном для того, чтобы ослабить нагрузку на нижний шибер. Затем нижний экранирующий шибер HI-TRAC открывается и МЦК опускается в HI-STORM (Рисунок 1.4.8).

Стропы и захваты МЦК отсоединяются от мостового крана и опускаются на крышку МЦК. Нижний экранирующий шибер перегрузочного контейнера HI-TRAC закрываются, и контейнер HI-TRAC перемещается над люком для HI-STAR с тем, чтобы освободить рабочую территорию.

Двери перегрузочного бокса открываются, и контейнер хранения HI-STORM извлекается из перегрузочного бокса с помощью системы роликовых тележек.

#### **1.4.6 Перемещение контейнера HI-STORM на площадку хранения**

Контейнер хранения HI-STORM с МЦК внутри подготавливается к отправке на участок хранения. Стропы и захваты для подъема МЦК отсоединяются, а в места их захвата и присоединения вставляются заглушки.

Для подъема и позиционирования контейнера хранения HI-STORM используется вертикальный погрузчик. С помощью вертикального погрузчика также устанавливается крышка на модуль HI-STORM (Рисунок 1.4.9). Вертикальный погрузчик затем поднимает контейнер хранения HI-STORM с роликовой тележки и вывозит его из здания приемки (Рисунок 1.4.10).

Контейнер хранения HI-STORM транспортируется на участок хранения, он готов к размещению на хранение (Рисунок 1.4.11).

Перечень операций по перемещению контейнера хранения HI-STORM и установке в зону хранения:

- установка контейнера хранения HI-STORM на вертикальный погрузчик;
- доставка контейнера хранения HI-STORM на площадку хранилища;
- установка HI-STORM на плиту хранения;
- удаление вертикального погрузчика;
- затяжка болтов на крышке контейнера хранения HI-STORM;
- подключение температурных датчиков.

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 59
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

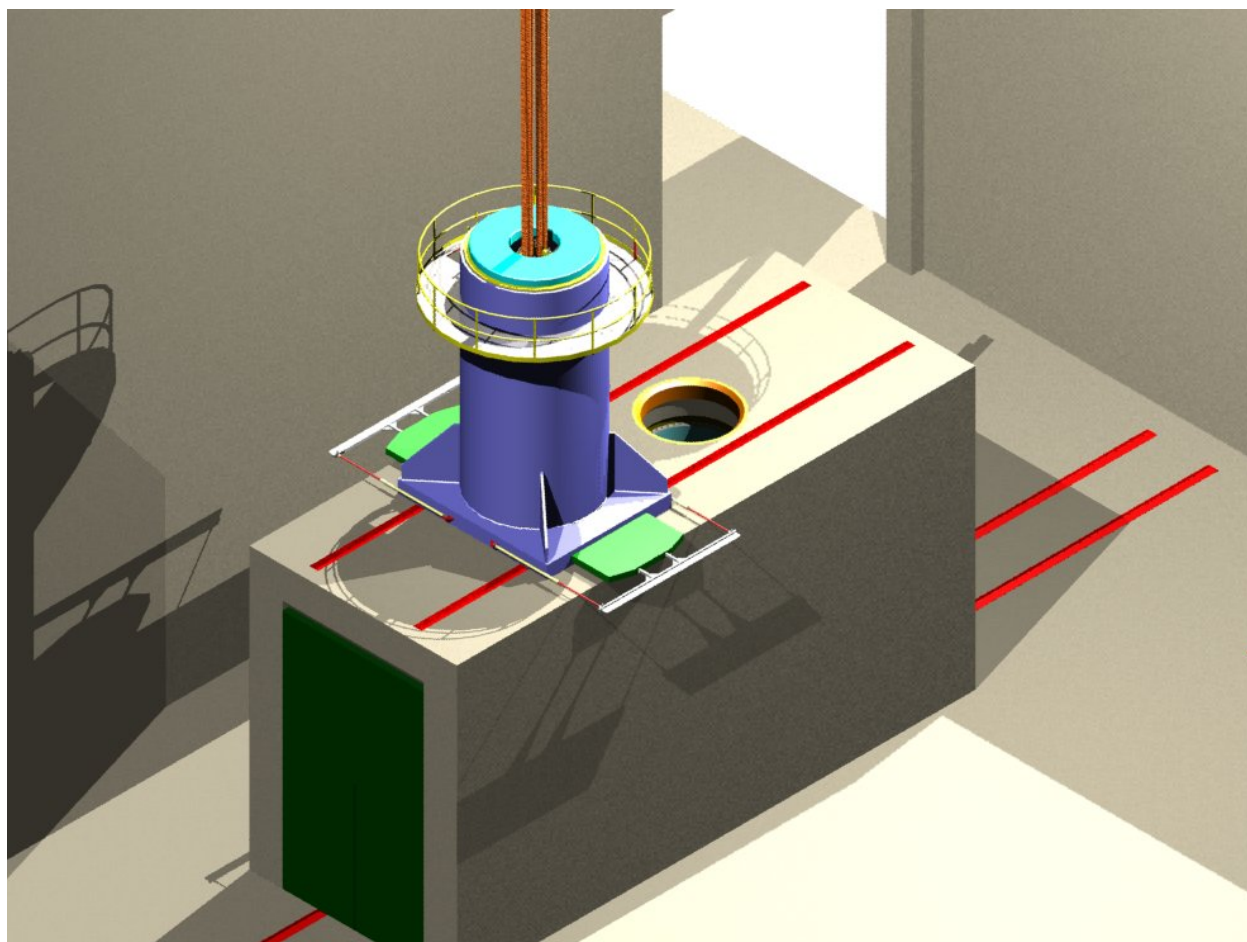
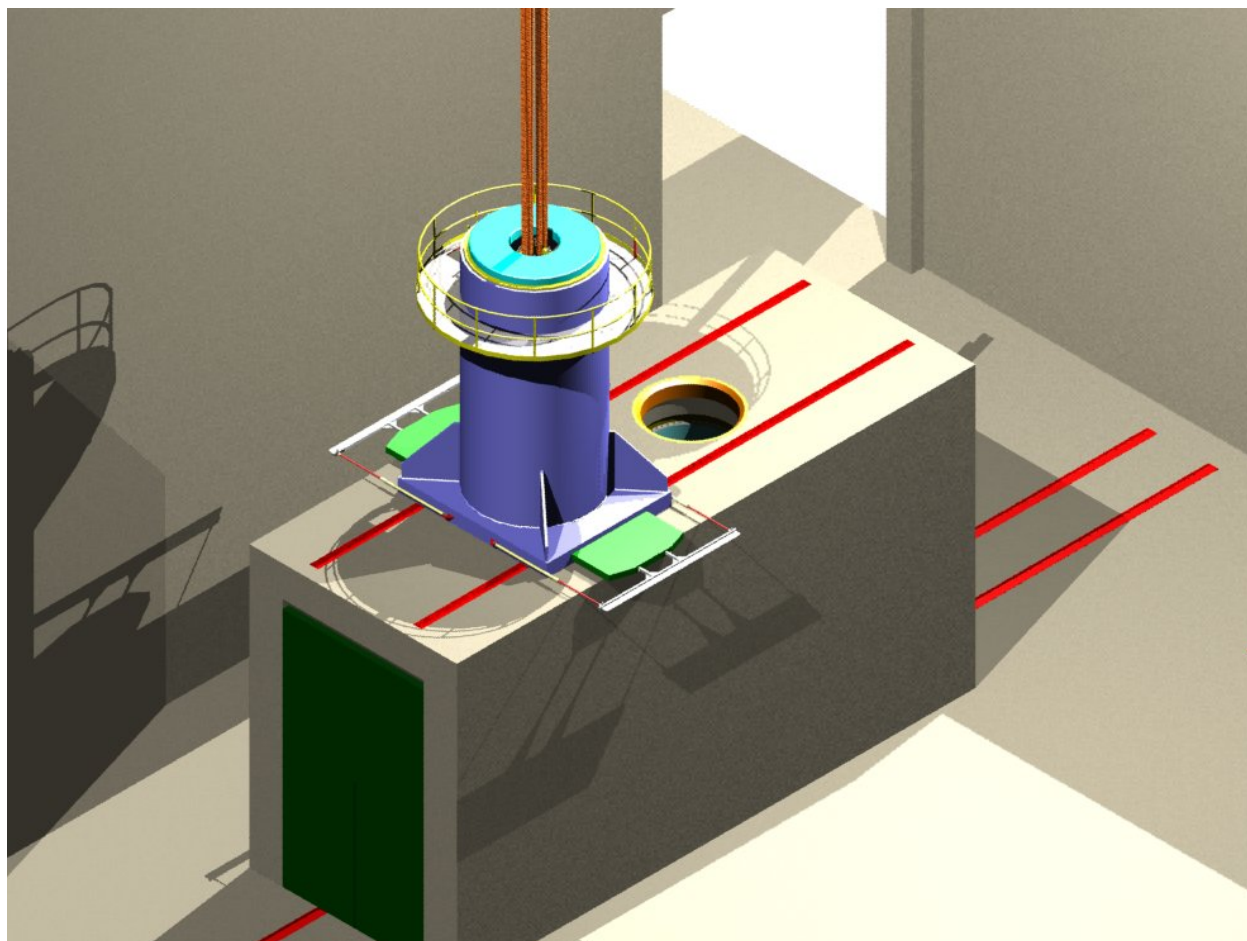


Рисунок 1.4.7 - Снятие нижнего экранирующего шибера HI-TRAC и опускание МЦК в HI-STORM

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 60
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03



**Рисунок 1.4.8 - Перемещение (опускание) МЦК в HI-STORM**

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 61
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

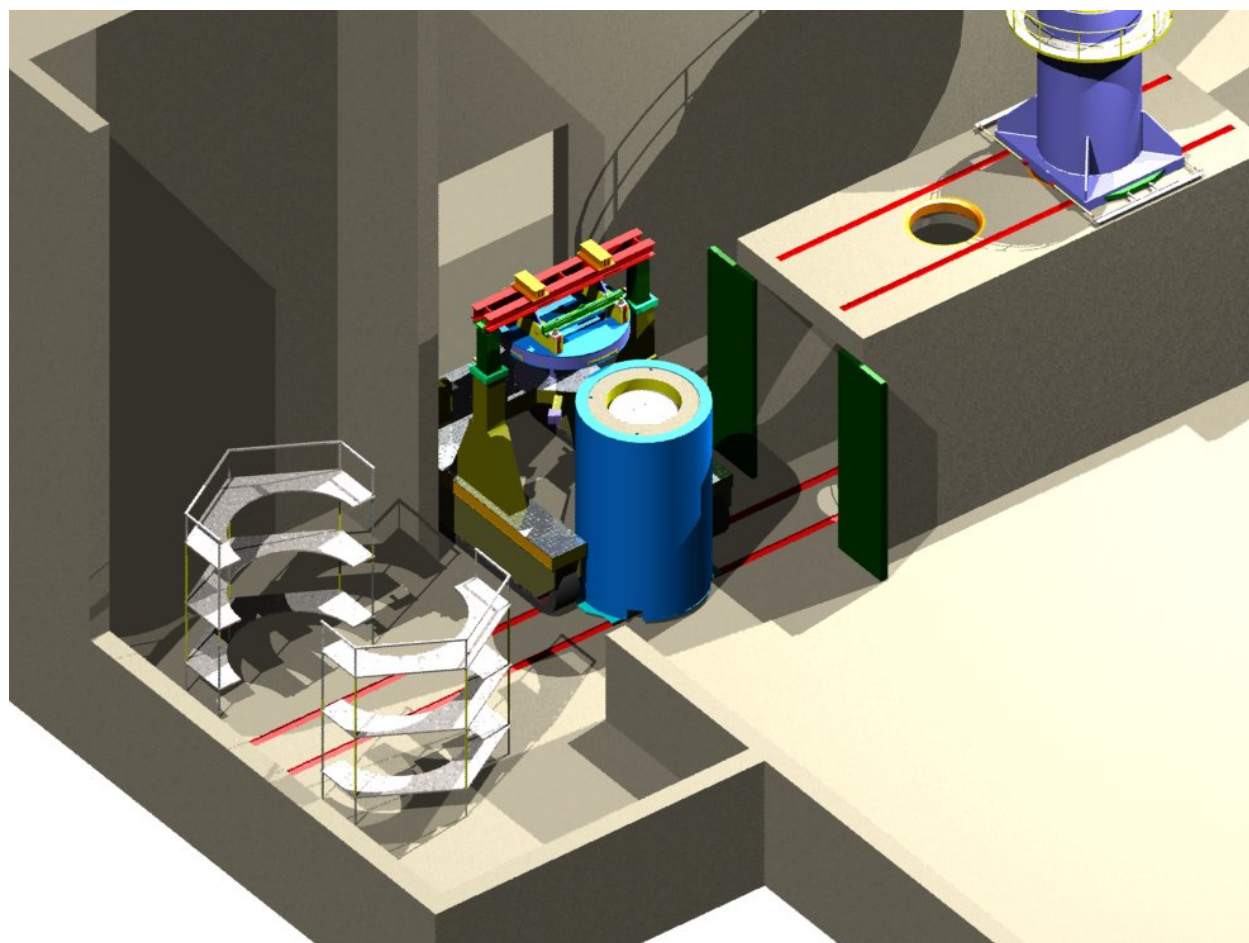


Рисунок 1.4.9 - Удаление загруженного модуля хранения HI-STORM из перегрузочного бокса и монтаж крышки с помощью транспортера



ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 62
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

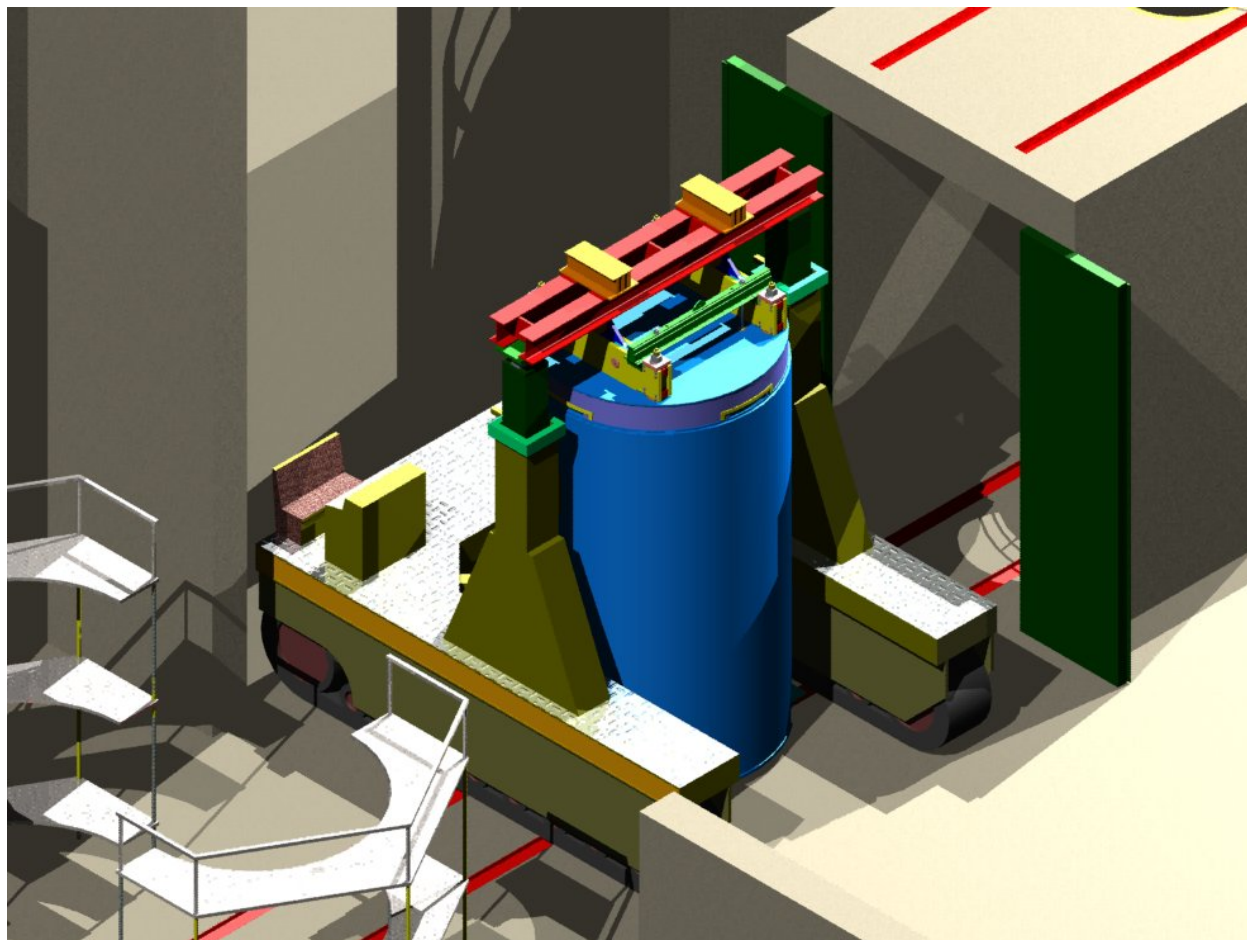


Рисунок 1.4.10 - Захват модуля HI-STORM вертикальным погрузчиком (транспортёром)

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 63
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

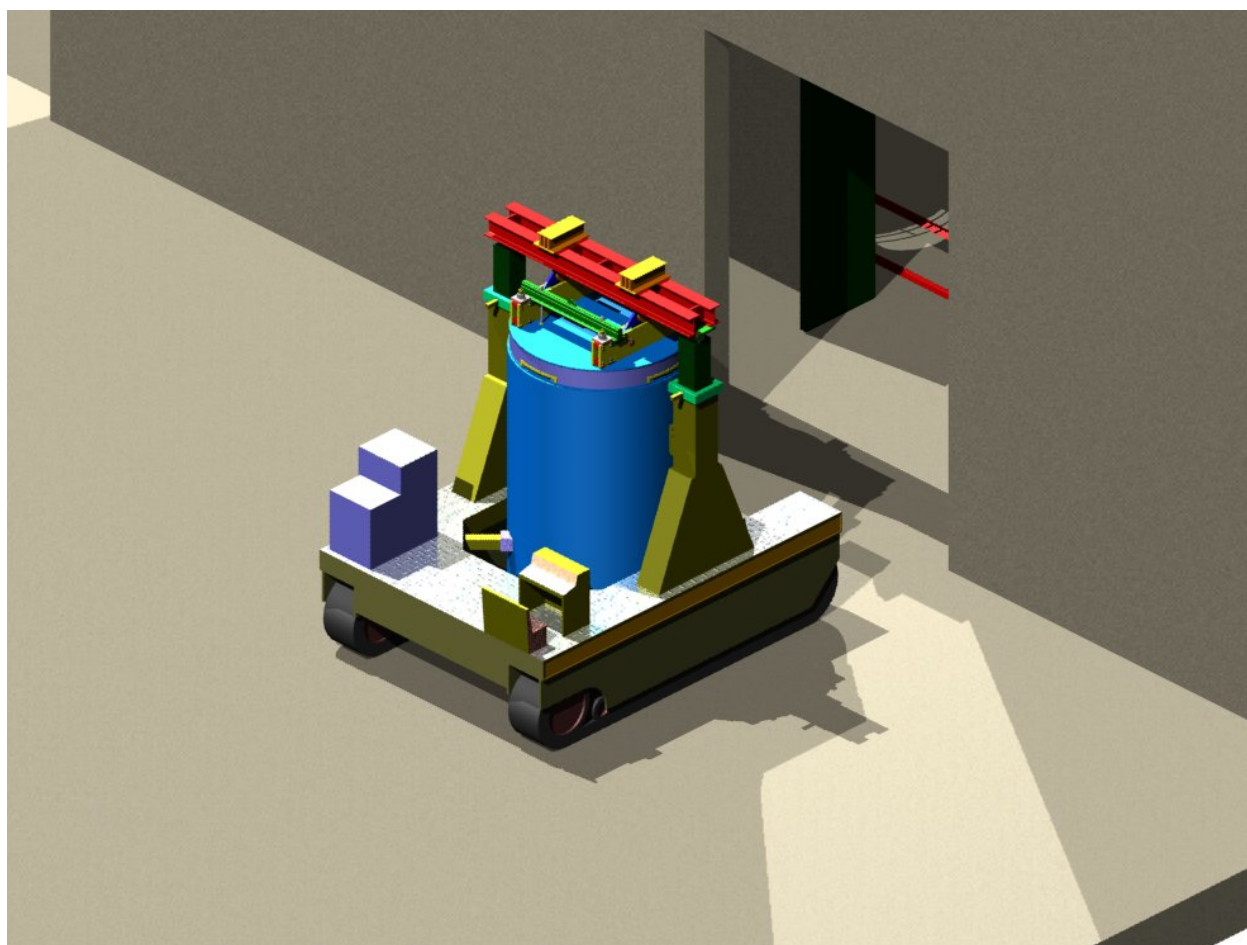


Рисунок 1.4.11 - Перемещение модуля HI-STORM из здания приемки в зону хранения

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 64
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

#### **1.4.7 Подготовка контейнера HI-STAR к повторному использованию**

Транспортный контейнер HI-STAR извлекают из перегрузочного бокса и устанавливают обратно запорную плиту перегрузочного бокса. На этом этапе никаких специальных осмотров или испытаний не требуется.

Транспортный контейнер HI-STAR готовят к отправке, опуская его дном вниз. Затем устанавливают на опорную плиту, надевают на него ограничители механического воздействия и устанавливают обратно на железнодорожную платформу. То есть, все эти операции протекают аналогично, как и при приемке транспортного контейнера HI-STAR, только в обратном порядке. Транспортный контейнер HI-STAR готов к отправке.

Перечень операций, выполняемых после выгрузки ОЯТ в контейнер хранения, по подготовке транспортного контейнера HI-STAR к повторному использованию:

- открытие дверей перегрузочного бокса;
- удаление транспортного контейнера HI-STAR из перегрузочного бокса;
- установка первичной крышки на контейнер HI-STAR;
- установка вторичной крышки на контейнер HI-STAR;
- установка порожнего транспортного контейнера HI-STAR обратно на железнодорожную платформу вместе с тягами для крепежа, ограничителями для механического воздействия (демпферами) и барьером для ограничения доступа персонала;
- выдача разрешения на отправку транспортного контейнера HI-STAR.

### **1.5 Площадка для хранения контейнеров**

#### **1.5.1 Назначение и основные проектные принципы**

Основным элементом, обеспечивающим ядерную безопасность при хранении ОЯТ на площадке хранения, является МЦК. Основные технические решения по обеспечению ядерной безопасности на площадке хранения направлены на:

- обеспечение защиты МЦК от внешних факторов природной окружающей среды;
- обеспечение защиты МЦК от внешних техногенных факторов окружающей среды, включая диверсии;
- изоляция по нейтронному взаимодействию МЦК друг с другом;
- обеспечение достаточного теплоотвода от МЦК.

Для обеспечения ядерной безопасности при хранении ОЯТ предложены следующие технические решения:

- для хранения МЦК используется защитный контейнер HI-STORM, конструкция которого рассчитана на экстремальные воздействия, вплоть до падения самолета. При этом, конструкция контейнера и, соответственно, МЦК остаются неповрежденными;
- контейнеры HI-STORM на площадке хранения располагаются с шагом не менее 700 мм, обеспечивающим исключение взаимного нейтронного влияния двух соседних МЦК;
- для исключения затопления площадки хранения предусматривается система дождевой канализации, рассчитанная на отвод стока от максимального суточного количества осадков в районе расположения ЦХОЯТ;



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 65
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

- стационарный непрерывный контроль температуры на входе и выходе вентиляционных каналов HI-STORM, отражающих состояние теплоотдачи МЦК, и соответственно ОТВС;
- выбрана площадка (том 1 часть 5 настоящего ТЭОИ) для сооружения ЦХОЯТ с низким уровнем и амплитудой колебания уровня грунтовых вод, что исключает исходное событие аварии с подтоплением площадки и, соответственно попадания воды к МЦК через вентиляционные каналы HI-STORM;
- выбрана площадка (том 1 часть 5) для сооружения ЦХОЯТ, расположенная вдали от водоемов и рек, что исключает исходное событие аварии с затоплением площадки и, соответственно попадания воды к МЦК через вентиляционные каналы HI-STORM;
- проектными решениями площадка хранения внутри охраняемого периметра ЦХОЯТ выделена в особо важную зону, куда доступ персонала, не имеющего разрешения, запрещен;
- предусматриваются регламентные обходы персоналом ЦХОЯТ площадки хранения для выявления возможной закупорки вентиляционных каналов HI-STORM и своевременной их очистки;
- при проектировании площадки хранения использованы негорючие материалы для исключения такого исходного события, как пожар.

Стационарный температурный контроль на входе и выходе вентиляционных каналов позволяет контролировать возможную утечку гелия из МЦК. Учитывая наличие стационарной системы контроля температуры, имеется достаточно времени для проведения мероприятий по удалению аварийной МЦК до того момента, когда температура оболочки ТВЭЛ достигнет максимального предела для аварии (570 °С).

Контроль температура воздуха на выходе из вентиляционных отверстий HI-STORM осуществляется из ЦШУ в здании приемки с постоянным присутствием персонала

### **1.5.2 Описание площадки хранения контейнеров HI-STORM**

Площадка для хранения контейнеров с отработавшим ядерным топливом (зона хранения) является комплексом, спроектированным и построенным на 100 лет хранения отработавшего ядерного топлива. В ЦХОЯТ будет применена система хранения ОЯТ в контейнерах, поскольку такая система не требует выполнения погрузочных операций с отдельными ОТВС после того, как контейнер загружен и заварен на промплощадке АЭС.

Участок контейнеров хранения должен быть спроектирован в соответствии с требованиями к зданиям категории I по ядерной и радиационной безопасности, в соответствии с [7], также, как хранилище ОЯТ сухого типа, в соответствии с требованиями [1].

Проектная расчетная зона хранения будет содержать 12500 ОТВС реакторов ВВЭР -1000 и 4000 ОТВС реакторов ВВЭР-440, что составит 458 контейнеров хранения HI-STORM.

Площадка хранения контейнеров включает в себя:

- фундаменты для контейнеров HI-STORM;
- контейнеры HI-STORM;
- дороги для обеспечения прохода и проезда гусеничного транспортера и обслуживающих автомобилей;
- сетчатое ограждение со средствами задержания;
- освещение;

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 66
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

- систему радиационного контроля по периметру;
- систему дождевой канализации.

Площадка контейнеров хранения находится внутри охранный зоны ЦХОЯТ. Она имеет габариты 280×105 м и представляет собой 15 железобетонных (монолитных) плит размером 80×9 м, на каждой из которых можно установить по 32 контейнера хранения HI-STORM. Между плитами предусмотрены дороги шириной 9,0 м для проезда и маневров транспорта. Плиты и дороги выполняются с уклоном для стока дождевых вод. Описание конструкций площадки хранения контейнеров приведено в разделе 6 настоящего тома.

Полная вместимость площадки для хранения по контейнерам хранения составит 480 штук HI-STORM.

Пуск в эксплуатацию площадки для хранения контейнеров будет выполняться в четыре этапа: пусковой комплекс, I очередь расширения, II очередь расширения, III очередь расширения.

Участок хранения в объеме пускового комплекса представит собой три железобетонных полосы, на каждой из которых может располагаться по 32 контейнера сухого хранения HI-STORM. Пусковой комплекс ЦХОЯТ предполагает компактное хранение на площадке 94 контейнеров хранения, содержащих 2500 ОТВС реакторов ВВЭР-1000 и 1080 ОТВС реакторов ВВЭР-440.

Последующие расширения предполагается выполнять следующим образом: первая очередь – 130 контейнеров, вторая - 128 контейнеров и третья - 106 контейнеров хранения.

Участок хранения контейнеров включает в себя контейнер сухого хранения HI-STORM, средства обеспечения охраны (ограничиваются сетчатым ограждением с колючей проволокой наверху, так как участок контейнеров хранения находится внутри охраняемой зоны), освещение и системы контроля за контейнерами хранения.

В системе хранения ОЯТ в контейнерах используются металлические герметичные контейнеры МЦК для хранения множества ОТВС в контролируемой среде. Заваренный металлический контейнер помещается в контейнер HI-STORM, который обеспечивает экранирующие свойства и выполнение требований по физической защите ОЯТ во время хранения.

Система хранения будет обеспечивать выполнение требований по физической защите, отводу тепла, радиационному экранированию, контролю локализации при долгосрочном безопасном хранении ОЯТ.

Конструкция участка контейнеров хранения дает возможность для свободного передвижения гусеничного транспорта для перевозки контейнеров в вертикальном положении.

На участке контейнеров хранения должны выполняться общие требования:

- максимально допустимая мощность дозы во время контрольных операций, технического обслуживания, ремонта и других операций во время хранения должна быть определена на основе расчета последовательности и продолжительности этих операций с условием того, что не будут превышены дозовые пределы, указанные в [8];
- участок хранения контейнеров должен сохранять свои функции при исходных событиях проектных аварий [1];
- биологическая защита должна рассчитываться с двойным запасом в соответствии с пунктом 3.4 [10];
- выполнение условий температурного режима в процессе транспортировки и хранения, контроля этого режима и недопущение превышения максимально допустимой

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 67
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

температуры оболочки ТВЭЛ в условиях нормальной эксплуатации и в случае проектных аварий;

- должны быть предоставлены условия для контроля целостности защитных барьеров, технологических параметров, технического обслуживания и ремонта технологического оборудования и т.п.;
- должны быть средства для контроля перемещения ядерных материалов;
- должна обеспечиваться ремонтпригодность участка контейнеров хранения в течение всего ресурса с учетом климатических условий и радиологических воздействий.

HI-STORM с МЦК являются полностью пассивными системами, они не требуют электропитания, применения специального оборудования или прямого контроля.

Единственно, что необходимо для контроля за контейнером сухого хранения отработавшего ядерного HI-STORM - это проведение ежедневных визуальных осмотров контейнеров для проверки того, что вентиляционные сетки не засорились.

Количество активированного материала, получающегося в результате облучения контейнеров HI-STORM во время нахождения там топлива, сведено к минимуму, чтобы максимально сократить стоимость снятия с эксплуатации. Конструкция участка контейнеров хранения должна облегчить дезактивацию сооружений и оборудования, максимально сократить количество радиоактивных отходов и загрязненного оборудования, а также облегчить процесс удаления радиоактивных отходов и загрязненных материалов. Эти цели являются основными при проектировании ЦХОЯТ и участка контейнеров хранения как его составной части.

Конструкция контейнеров хранения, внешние поверхности которых полностью облицованы сталью, облегчает работы по дезактивации, если в них возникнет потребность.

При проектировании участка контейнеров хранения будут учтены требования принципа ALARA. Ниже указаны некоторые проектные решения:

- фундаменты должны иметь размеры, позволяющие иметь достаточное расстояние между модулями хранения с тем, чтобы позволять рабочим эффективно осуществлять свои функции при работах по установке/снятию контейнеров хранения на фундаментах и при выполнении технического обслуживания (например, очистка входных вентиляционных отверстий) и надзора. Наличие достаточного места даст возможность минимизировать количество времени, проведенное рабочими вблизи контейнеров хранения, ограничив при этом дозовую нагрузку на рабочих;
- проект системы хранения основан на использовании металлического контейнера МЦК, который герметически закрывается путем сварки для локализации ОЯТ, предотвращая утечку радионуклидов из контейнера. Таким образом, проект исключает возможность утечки радиоактивности. В условиях нормальной эксплуатации на участке контейнеров хранения утечки радиации отсутствуют. Такой проект пассивной системы также требует минимального технического обслуживания и надзора со стороны персонала;
- сбор данных о температурном режиме от системы мониторинга контейнеров хранения (при наличии) позволяет дистанционно получать информацию о температурном режиме модуля, не требуя при этом ежедневного обхода объектов персоналом, снятия замеров или считывания данных с контрольно-измерительных приборов вблизи контейнеров хранения.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 68
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03



Рисунок 1.5.1 – **Общий вид контейнеров хранения HI-STORM на площадке ЦХОЯТ**

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 69
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### **1.5.3 Обращение с дефектными МЦК**

При помощи температурного мониторинга отверстий воздухопроводов (каналов охлаждения) контейнеров хранения HI-STORM обнаруживаются утечки гелия из МЦК. Существенные изменения в показаниях температурных датчиков будут означать утечку гелия и падение давления внутри МЦК. Принимается решение о необходимости извлечения МЦК из контейнера хранения HI-STORM. Этот HI-STORM, с загруженным ОЯТ МЦК внутри, перевозится транспортером с площадки хранения в здание перегрузки. Далее, при помощи перегрузочного контейнера HI-TRAC МЦК перегружается в транспортный контейнер HI-STAR.

В случае обнаружения утечки из МЦК предлагается использовать один из пяти имеющихся транспортных контейнеров HI-STAR для его изоляции.

Дефектный МЦК хранится в здании приемки до ближайшего ППР на АЭС. Далее он транспортируется на АЭС в транспортном контейнере HI-STAR, там перемещается в перегрузочный контейнер HI-TRAC и транспортируется на отметку центрального зала. Процедура выгрузки обратная приведенной выше при описании технологии загрузки.

Перегрузочный контейнер с негерметичным МЦК устанавливается в перегрузочный колодец бассейна выдержки. При помощи специального оборудования из МЦК удаляется крышка. Далее ОТВС по одной вынимаются из МЦК и устанавливаются в пеналы системы обнаружения дефектныхборок (СОДС), после чего сборки устанавливаются либо в пеналы герметичные в БВ, либо в стеллажи бассейна выдержки.

Порожний МЦК подлежит ревизии. Следует отметить, что МЦК, у которого были вскрыты сварные швы на верхней крышке с использованием специального оборудования, может быть повторно использован. Крышка также после удаления может быть повторно установлена и приварена.

### **1.5.4 Обращение с дефектными ОТВС**

В соответствии с данными Технической спецификации, согласно действующим техническим требованиям к выгруженным ОТВС (У0401.04.00.000.ДКО, У0440.00.00.000.ДКО, У0401.21.00.000.ДКО) отказавшими считаются ОТВС, достигшие критерия отбраковки, т. е. уровень удельной активности йода-131 в воде стенда КГО достиг  $4,0 \times 10^{-5}$  Ки/кг (в пересчете к моменту остановки реакторной установки) или по нарушениям механической целостности ТВС, препятствующими ее нормальной дальнейшей эксплуатации. В число дефектных включаются все негерметичные ТВС, обнаруженные при проведении КГО, и ТВС с нарушениями конструкции, выявленные при осмотре.

Количество дефектных ОТВС (по опыту эксплуатации) составляет 4-5% от общего количества ОТВС ВВЭР-1000 и 2-3% от общего количества ОТВС ВВЭР-440. Таким образом, количество дефектных ОТВС, подлежащих хранению в ХОЯТ, ориентировочно составляет для проектной вместимости – 625 ОТВС ВВЭР-1000 и 120 ОТВС ВВЭР-440.

В настоящее время на АЭС дефектные ОТВС хранятся в бассейнах выдержки в герметичных пеналах. Пенал герметичный предназначен для установки в него одной бесчехловой кассеты с негерметичными ТВЭЛ и длительного хранения в нем такой ТВС. Поврежденные ОТВС идентифицируются до начала транспортировки и могут быть разделены на два типа: обломки (которые требуют специального обращения), и сборки, в основном сохранившие целостность (с которыми можно обращаться обычными средствами).

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 70
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

ОТВС, сохранившие целостность, могут следовать обычной схеме обращения, но будут помещены в одну из ячеек МЦК, оборудованную трубкой для поврежденного топлива.

Трубка для поврежденного топлива разработана для размещения в ней любых компонентов топливных сборок. Она имеет тонкие стенки из нержавеющей стали и съемную верхнюю крышку. На концах трубки установлены мелкие сита, которые могут удерживать любые фрагменты ТВС, но при этом не препятствуют откачке воды и циркуляции гелия. Съемная крышка позволяет закрыть и поднять трубку для поврежденного топлива. Эти трубки будут устанавливаться в МЦК до установки МЦК в БВ. Крышка трубки для поврежденного топлива устанавливается на трубку после ее заполнения с использованием дистанционных манипуляторов. В МЦК-31 можно установить до 12 трубок для поврежденного топлива по внешнему периметру. Ячейки топливного чехла МЦК для трубок с поврежденным топливом имеют большие размеры, чем ячейки для герметичных ОТВС, вследствие чего, общее количество ОТВС, устанавливаемых МЦК-31 с учетом поврежденных ОТВС, сократится до 24 штук. Аналогично для МЦК-85 общее количество ОТВС в МЦК сократится до 78 штук.

На рисунке 1.5.2 показана трубка для поврежденного топлива, помещенная в одну из периферических ячеек МЦК-31, специально предназначенную для поврежденного топлива. Технические характеристики контейнеров для поврежденного топлива представлены в таблице 1.5.1.

Таблица 1.5.1 - Технические характеристики МЦК для поврежденного топлива

Характеристика	Величина
<b>МЦК-31 (ВВЭР-1000)</b>	
Внутренний размер между гранями шестигранника	241 мм
Внешний размер между гранями шестигранника	244 мм
Высота ячейки	4695 мм
<i>Ячейки под трубки с поврежденным топливом (МЦК-31)</i>	
Количество на МЦК	до 12
Внутренний размер между гранями шестигранника	248 мм
Высота ячейки	4699 мм
<b>МЦК-85 (ВВЭР-440)</b>	
Внутренний размер между гранями шестигранника	150 мм
Внешний размер между гранями шестигранника	154 мм
Высота ячейки	3356 мм
<i>Ячейки под трубки с поврежденным топливом (МЦК-85)</i>	
Количество на МЦК	до 24
Внутренний размер между гранями шестигранника	158.75 мм
Высота ячейки	3385 мм

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 71
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

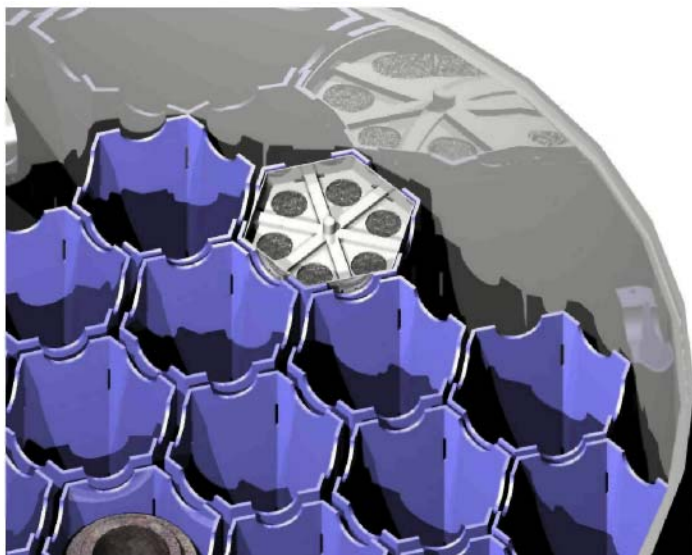


Рисунок 1.5.2 – Трубка для поврежденного топлива в МЦК

## 1.6 Описание основного оборудования

### 1.6.1 Многоцелевой контейнер МЦК

Для обеспечения ядерной безопасности при перегрузке и хранении ОЯТ, предложены конструктивные технические решения, учитывающие специфику технологии хранения ОЯТ в ЦХОЯТ. Основным элементом технологии хранения «Холтек» является многоцелевой контейнер, конструкция которого обеспечивает ядерную безопасность при хранении ОЯТ.

МЦК состоит из герметичного корпуса и топливного чехла. Общий вид МЦК представлен на рисунке 1.6.1. Корпус представляет собой двухслойный, цилиндрический сосуд из коррозионностойкой стали с днищем, крышкой и герметизирующим кольцом, спроектированный в соответствии с требованиями ASME, раздел III, подраздел NB (Класс 1). Цилиндрический сосуд МЦК выполнен из двух прокатанных листа, при этом продольные швы сварки обечаек не совпадают (рисунок 1.6.2). Внутренний слой цилиндрического сосуда и крышка образуют первый барьер герметичности. Внешний слой цилиндрического сосуда и герметизирующее кольцо образуют второй барьер герметичности. Оболочка ТВЭЛ при проектировании МЦК не рассматривалась как барьер герметичности. МЦК является сварным сосудом под давлением, отвечающим требованиям по пределам перегрузок стандартов ASME по котлам и сосудам под давлением, Раздел III, Подраздел NB (класс 1). Геометрические характеристики барьеров герметичности приведены на рисунке 1.6.3.

Конструкция МЦК включает специальные устройства (распорки), которые обеспечивают неподвижность ОТВС в МЦК при транспортировке в горизонтальном положении.

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 72
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

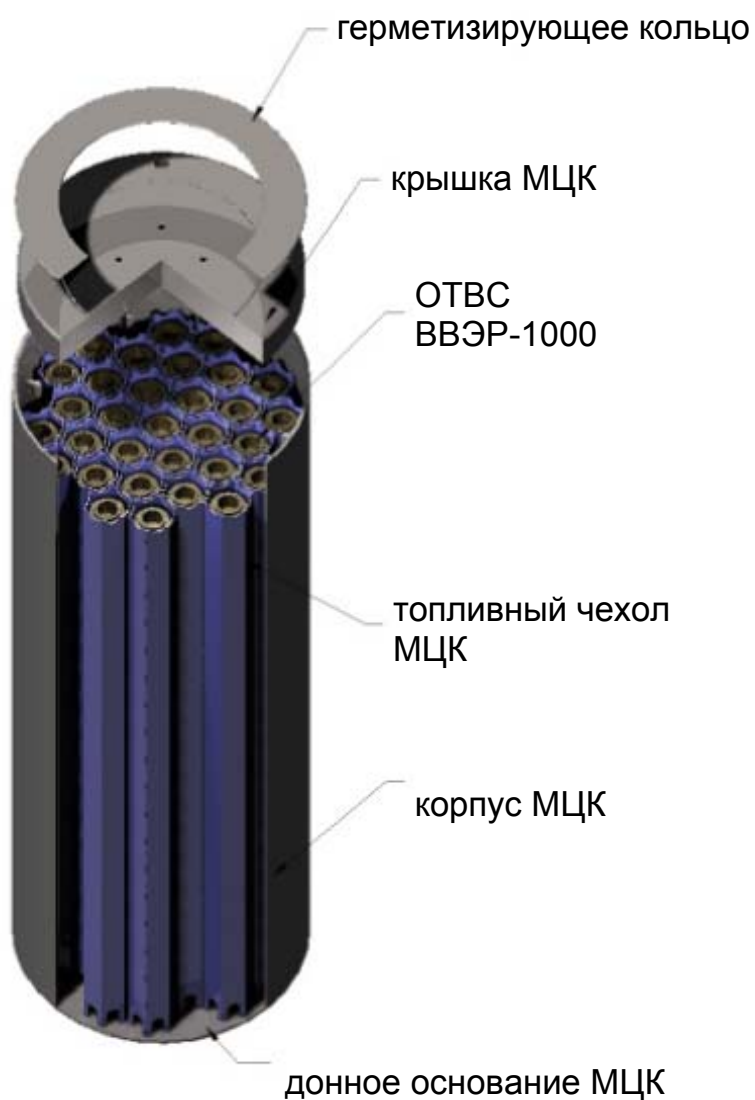


Рисунок 1.6.1 - Многоцелевой контейнер МЦК. Общий вид



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 73
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

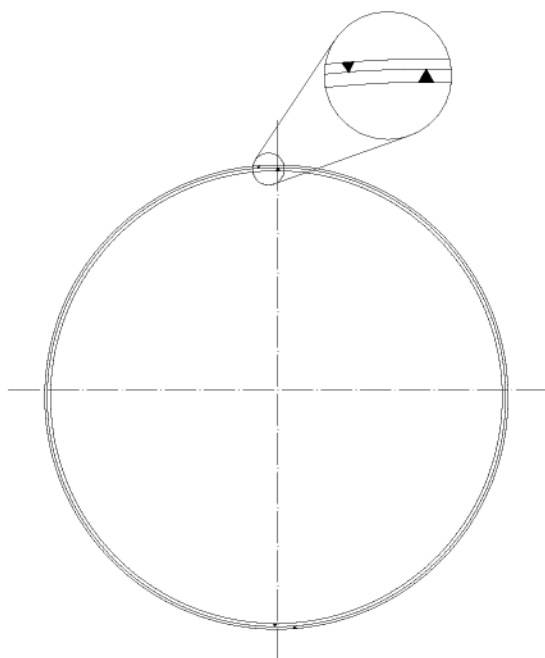
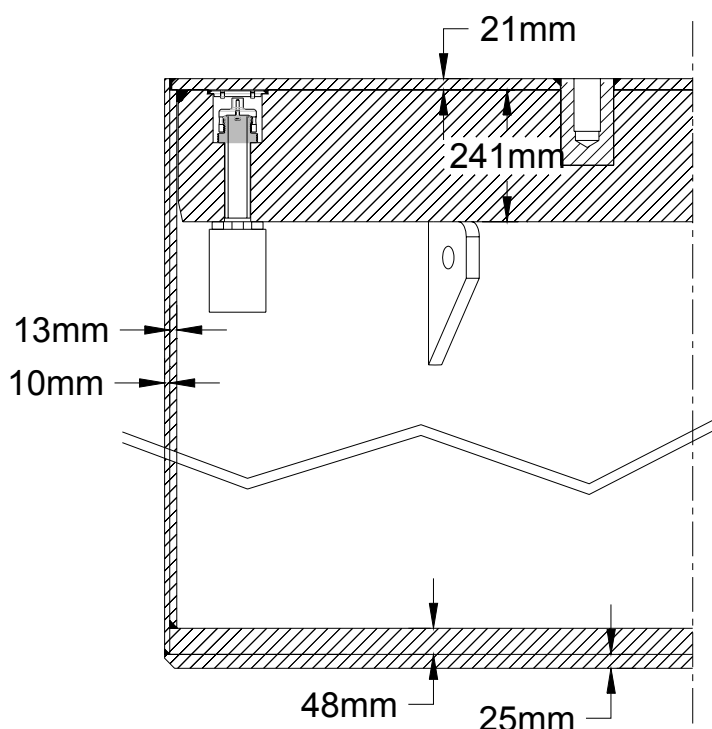


Рисунок 1.6.2 – Расположение продольных швов МЦК

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 74
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03



**Рисунок 1.6.3 – Геометрические размеры барьеров герметичности МЦК**

Конструкция топливного чехла позволяет размещать в нем топливо реакторов ВВЭР-1000 и ВВЭР-440, включая поврежденные топливные сборки и обломки топлива. Конструктивно топливный чехол обеспечивает опору отработавшим топливным сборкам и отвод тепла, образуемого отработавшим топливом, к корпусу контейнера. Топливный чехол также обеспечивает выполнение критерия подкритичности. Корпус МЦК, изготовленный из нержавеющей стали, обеспечивает опору конструкции топливного чехла и отработавшим топливным сборкам. Во время хранения двустенный цилиндрический корпус, донное основание, верхняя крышка МЦК, крышки, закрывающие другие отверстия в контейнере, и герметизирующее кольцо образуют двойной барьер герметизации для предотвращения выброса радиоактивного материала из отработавшего топлива.

Для хранения сборок отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР-1000 применяется многоцелевой контейнер МЦК-31 вместимостью 31 сборка, а топлива реакторов ВВЭР-440 – контейнер МЦК-85 вместимостью 85 отработавших сборок.

МЦК для ОТВС реакторов ВВЭР-1000 и ВВЭР-440 имеют одинаковый внешний диаметр (1782 мм), но различную длину. МЦК-31 имеет общую длину 5124 мм, а МЦК-85 имеет длину 3765 мм (Рисунок 1.6.4, 1.6.5). В связи с меньшей длиной при транспортировке МЦК-85 с ОТВС реакторов ВВЭР-440 в транспортном контейнере HI-STAR, который универсален для обоих МЦК, используется специальная проставка.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 75
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Основные технические характеристики МЦК-31:

- вместимость, ОТВС, шт.....31;
- высота, мм.....5124;
- диаметр наружный, мм.....1831;
- диаметр внутренний, мм.....1786;
- масса порожнего МЦК без крышек, кг.....8940;
- масса порожнего МЦК с крышками, кг.....13390.

Основные технические характеристики МЦК-85:

- вместимость, ОТВС, шт.....85;
- высота, мм.....3765;
- диаметр наружный, мм.....1831;
- диаметр внутренний, мм.....1786;
- масса порожнего МЦК-85 без крышек, кг.....8200;
- масса порожнего МЦК-85 с крышками, кг.....12950.

Топливный чехол внутри МЦК имеет сотовую структуру, образующую шестигранные ячейки для хранения топлива. Стенки всех ячеек в топливном чехле структурно соединены со стенками соседних ячеек. Топливные чехлы МЦК спроектированы и испытаны на соответствие требованиям по пределу перегрузок в соответствии с Разделом III, Подразделом NG стандартов ASME.

Шестигранные соседние ячейки топливного чехла соединены таким образом, что между двумя ОТВС в топливном чехле располагаются: два листа гетерогенного поглотителя Metamic и два листа из коррозионностойкой стали. Топливный чехол МЦК сконструирован таким образом, чтобы полностью использовать высокую теплопроводность материала Metamic (в шесть раз выше, чем у стали). Данное решение позволяет достичь значений теплоотвода от МЦК в вертикальном положении до 40 кВт.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 76
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

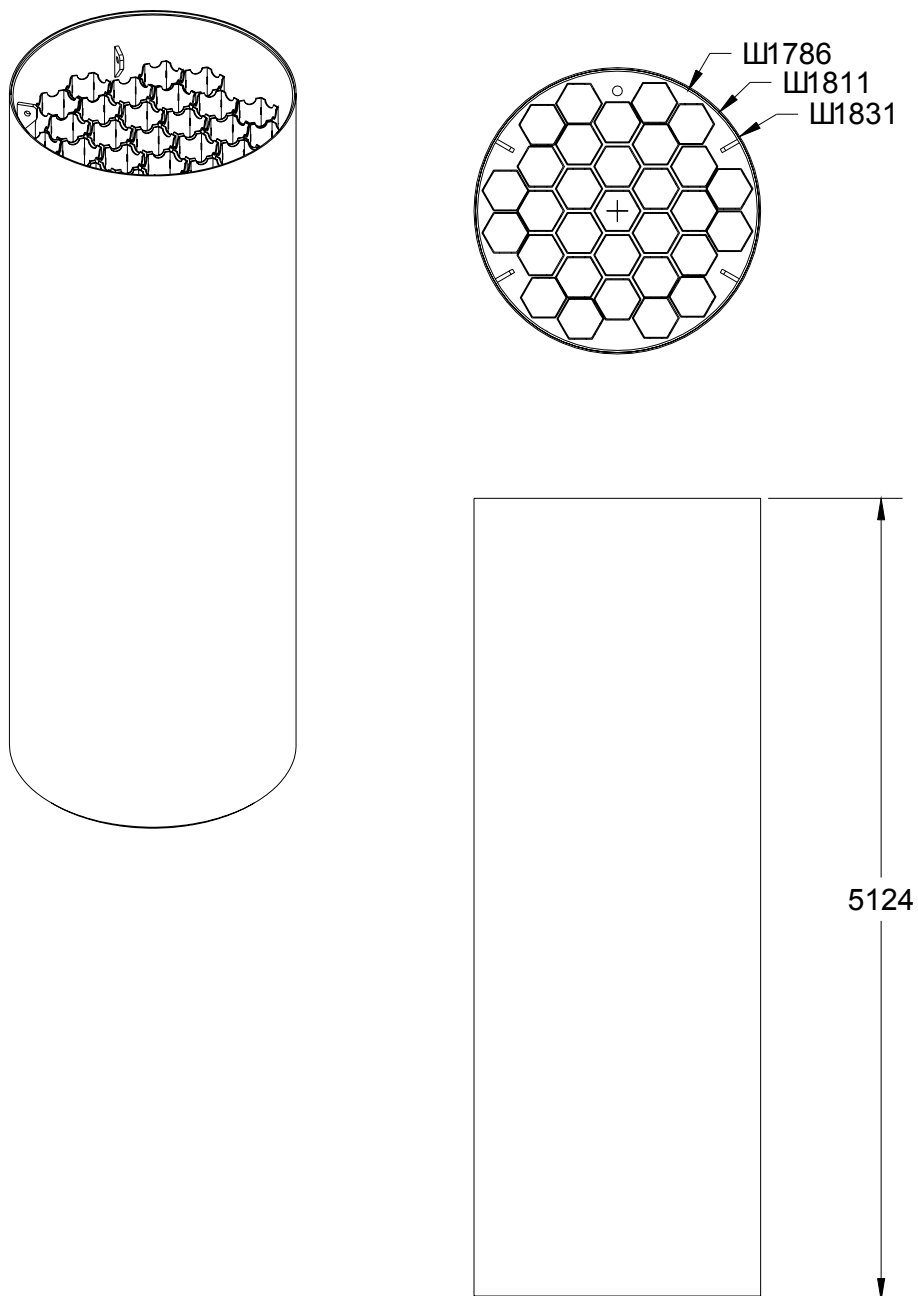


Рисунок 1.6.4 – Многоцелевой контейнер МЦК-31. Общие размеры

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 77
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

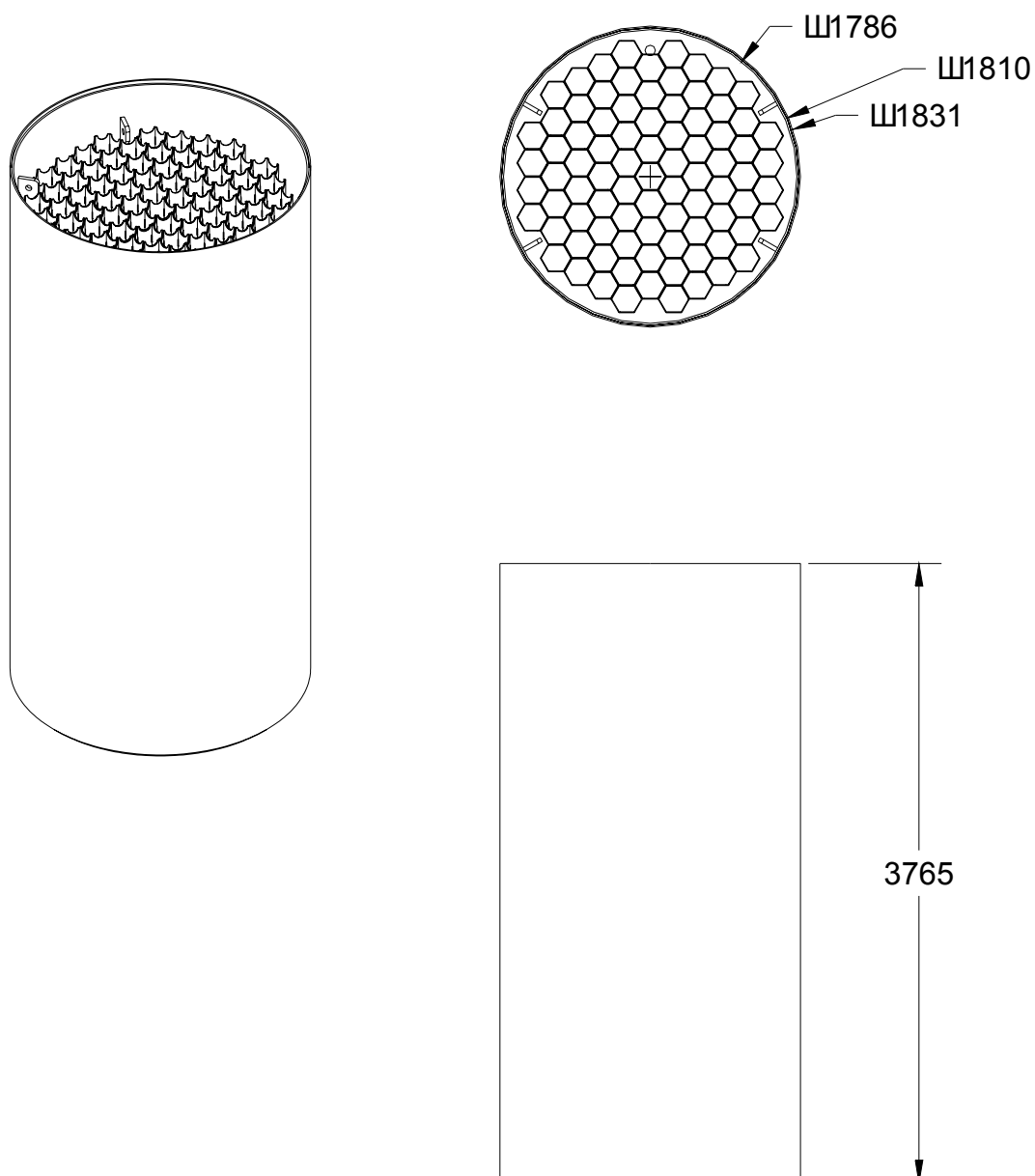


Рисунок 1.6.5 – Многоцелевой контейнер МЦК-85. Общие размеры

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 78
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Кроме конструктивных особенностей МЦК для обеспечения ядерной безопасности при хранении, МЦК после заполнения осушается и заполняется инертным газом (гелием) под давлением  $4,2 \text{ кгс/см}^2$ . При нормальных условиях эксплуатации, при тепловой нагрузке внутри МЦК 38 кВт, в МЦК создается максимальное давление  $7 \text{ кгс/см}^2$ . После герметизации крышки и герметизирующего кольца в процессе подготовки МЦК к хранению осуществляется проверка на герметичность сварных швов гелиевым течеискателем. В соответствии с нормами США нормативная утечка гелия  $5 \times 10^{-6} \text{ см}^3/\text{с}$  гарантирует что вероятность потери герметичности МЦК в процессе хранения не превысит  $3,71 \times 10^{-12}$  утечек на сварной шов.

При изготовлении МЦК, все швы сварные швы проходят 100 %-ную радиографию. Каждый барьер проходит проверку на утечку с помощью гелиевого течеискателя. Приварка днища и продольных швов производится при изготовлении МЦК, контроль сварных швов верхних крышек МЦК производится после установки в МЦК ОТВС. Барьеры герметичности в местах приварки днища представлены на рисунке 1.6.6. Барьеры герметичности в местах приварки крышек МЦК представлены на рисунке 1.6.7.

Тепло радиоактивного распада ОЯТ, размещенного в МЦК, удаляется из систем хранения HI-STORM и транспортировки HI-STAR пассивными средствами. Никакие активные системы охлаждения не используются.

Для обеспечения возможности пассивного удаления тепла из системы хранения HI-STORM и транспортировки HI-STAR в конструкции МЦК воплощены следующие конструктивные решения для условий нормальной эксплуатации и проектных аварий, а именно:

- топливный чехол МЦК имеет сотовую структуру, изготовленную из материала Metamic, где все сотовые ячейки связаны друг с другом для обеспечения беспрепятственной теплопередачи;
- сварной герметичный барьер МЦК обеспечивает наличие гелия внутри МЦК во время штатных, нештатных и аварийных условий хранения и транспортировки;
- температурный режим МЦК поддерживает температуру оболочек топливных стержней ниже допустимых температурных пределов, что исключает повреждение оболочек топлива во время его длительного хранения;
- система хранения HI-STORM имеет оптимальную конструкцию вентиляционных каналов и кольцевого пространства между МЦК и контейнером хранения, которые усиливают воздушный поток, обеспечивая в то же самое время радиационную защиту.

Надувное уплотнение в кольцевом зазоре между HI-TRAC и МЦК препятствует контакту воды из бассейнов выдержки топлива с внешним корпусом МЦК и внутренней стенкой перегрузочного контейнера HI-TRAC при перегрузке ОЯТ. Любая остаточная радиоактивность от воды из бассейнов выдержки остается внутри барьера герметичности МЦК вместе с отработавшим ядерным топливом.

Дефектные (поврежденные) топливные сборки или обломки топлива помещаются в контейнер МЦК, оснащенный специальными трубками для хранения поврежденного топлива. Обращение с дефектными топливными сборками приведено в разделе 1.5.3. В случае нарушения герметичности МЦК, он подлежит вывозу (в контейнере хранения HI-STORM) из зоны хранения в здание перегрузки. Описание дальнейшего обращения с дефектными МЦК приведено в разделе 1.5.2.

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 79
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

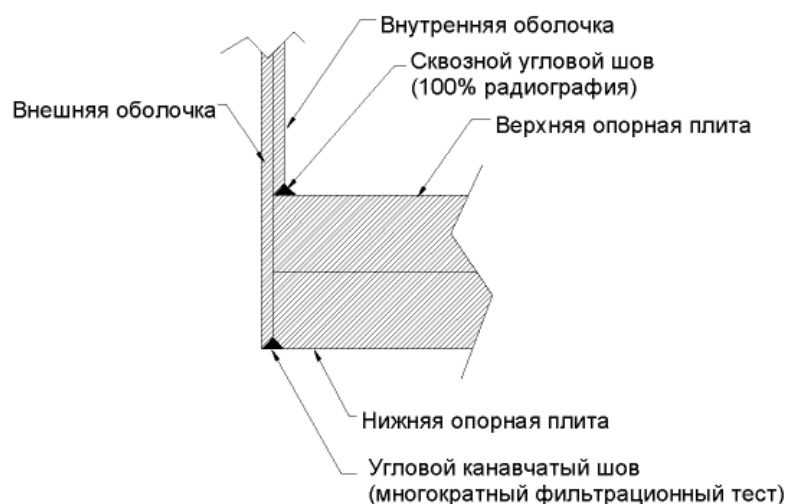


Рисунок 1.6.6 - Барьеры герметичности дна МЦК

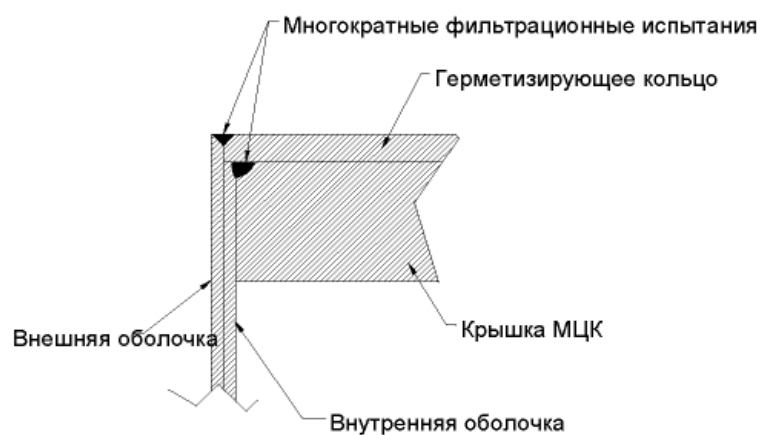


Рисунок 1.6.7 - Барьеры герметичности верхней крышки МЦК

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 80
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### 1.6.2 Перегрузочный контейнер HI-TRAC

Перегрузочный контейнер HI-TRAC (сокращение от Holtec International Transfer Cask) представляет собой промежуточный (челночный) контейнер и предназначен для помещения в него МЦК во время загрузки и герметизации, а также для осуществления вертикальной перегрузки МЦК из транспортного контейнера в контейнер хранения HI-STORM. Для этих целей перегрузочный контейнер оборудован шибером и специальными средствами биологической защиты.

Промежуточный перегрузочный контейнер HI-TRAC - это металлический многослойный цилиндрический контейнер со снимаемой крышкой и откатным днищем/перегрузочной крышкой (Рисунок 1.6.8).

Основная масса контейнера представляет собой концентрическую трехслойную структуру (сталь-свинец-сталь) для обеспечения конструкционной прочности и радиационной защиты.

Конструкционным материалом контейнера является углеродистая сталь. Внешней оболочкой контейнера является нейтронная защита. Нейтронная защита представляет собой стальную рубашку охлаждения. Вода и свинец обеспечивают основную защиту от, соответственно, гамма- и нейтронного облучения (Рисунок 1.6.9).

Окрашенная углеродистая сталь зарекомендовала себя лучше нержавеющей стали с точки зрения возможности дезактивации.

Размеры внутренней цилиндрической полости контейнера HI-TRAC позволяют помещать туда МЦК (Рисунки 1.6.10).

Основные технические характеристики перегрузочного контейнера HI-TRAC:

- высота, мм 5302;
- диаметр наружный, мм. .... 2429;
- диаметр днища, макс., мм. .... 2642;
- масса порожнего контейнера, кг. .... 65000;
- масса заполненного контейнера (с загруженным МЦК), кг. .... 95000.

HI-TRAC имеет двухстворчатую донную съемную крышку. Донная крышка представляет собой мощные стальные раздвижные двери, установленные на параллельных направляющих рельсах. Створки перегрузочной двери перекрывают друг друга для задержки потока радиации. Открытие и закрытие перегрузочных защитных дверей производится с использованием гидравлических цилиндров, расположенных по обеим сторонам донной крышки. Для фиксации дверей при открывании используются механические упоры.

Для уменьшения износа направляющих рельс они устанавливаются в сменных желобах, обеспечивающих пониженное трение. При необходимости все рабочие компоненты перегрузочной крышки могут быть сняты для осмотра или заменены.

Верхняя крышка HI-TRAC имеет отверстие для опускания/подъема МЦК между HI-TRAC и HI-STORM.



ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 81
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

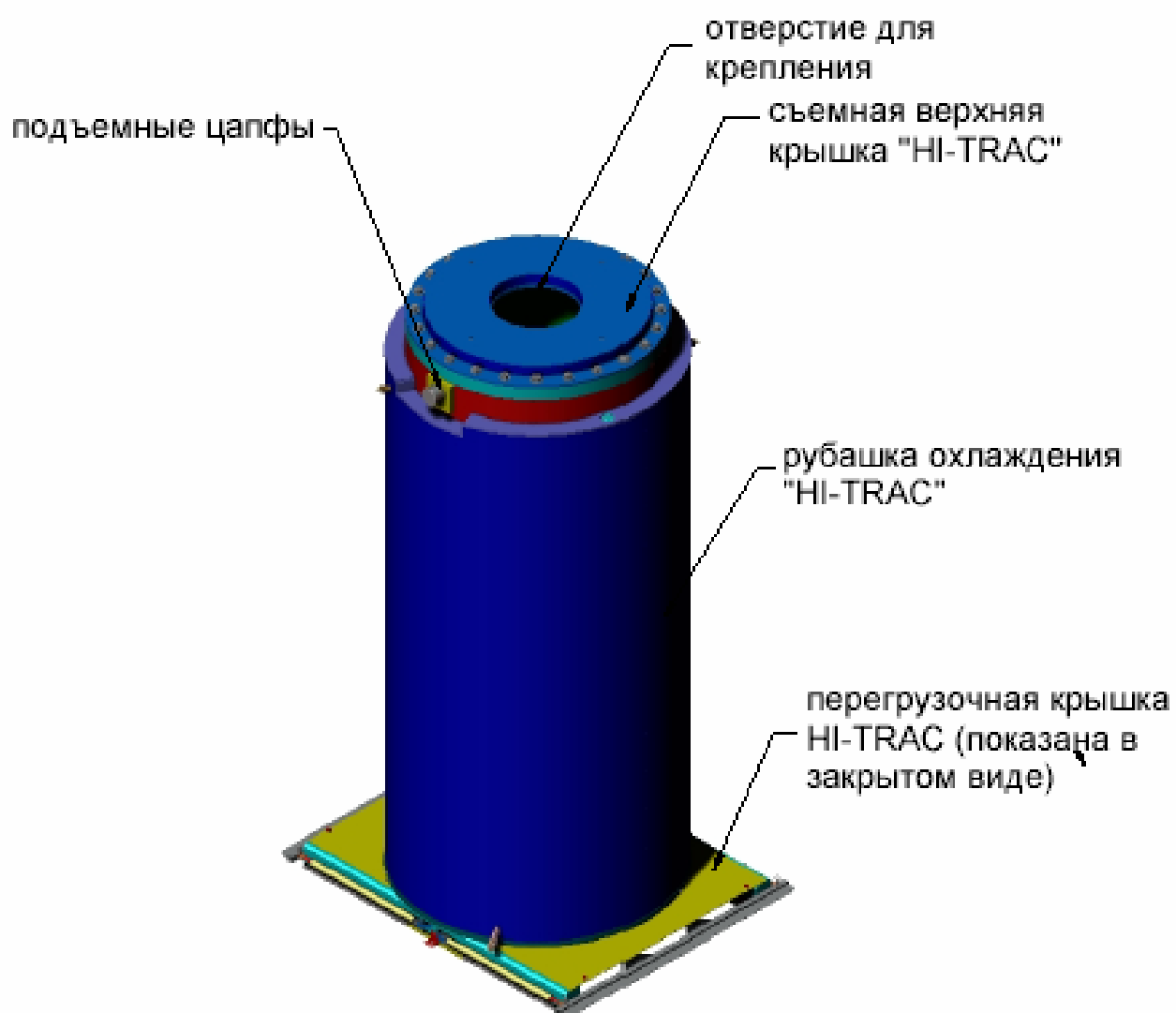


Рисунок 1.6.8 – Общий вид перегрузочного контейнера HI-TRAC

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 82
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

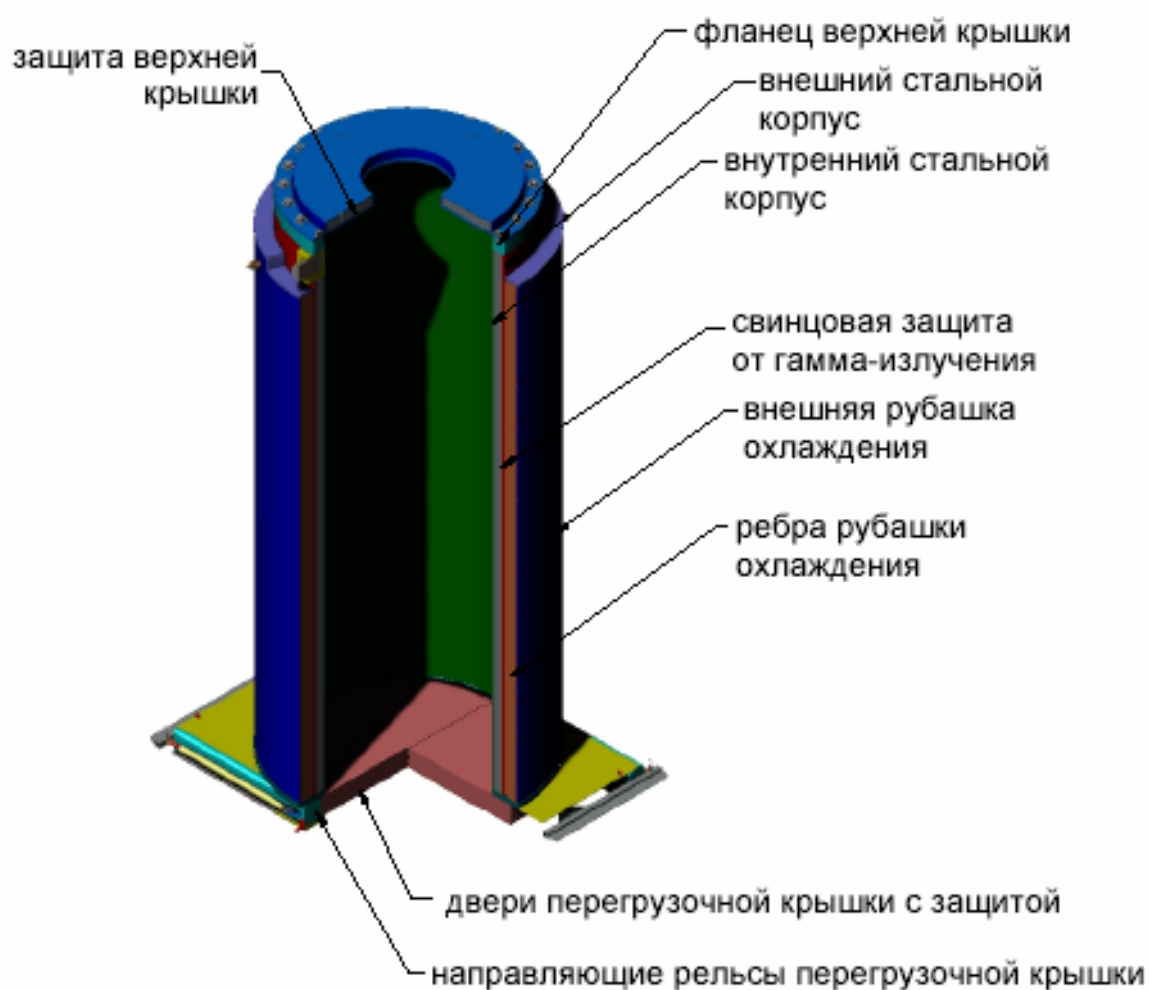


Рисунок 1.6.9 – Вид перегрузочного контейнера HI-TRAC в разрезе

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 83
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

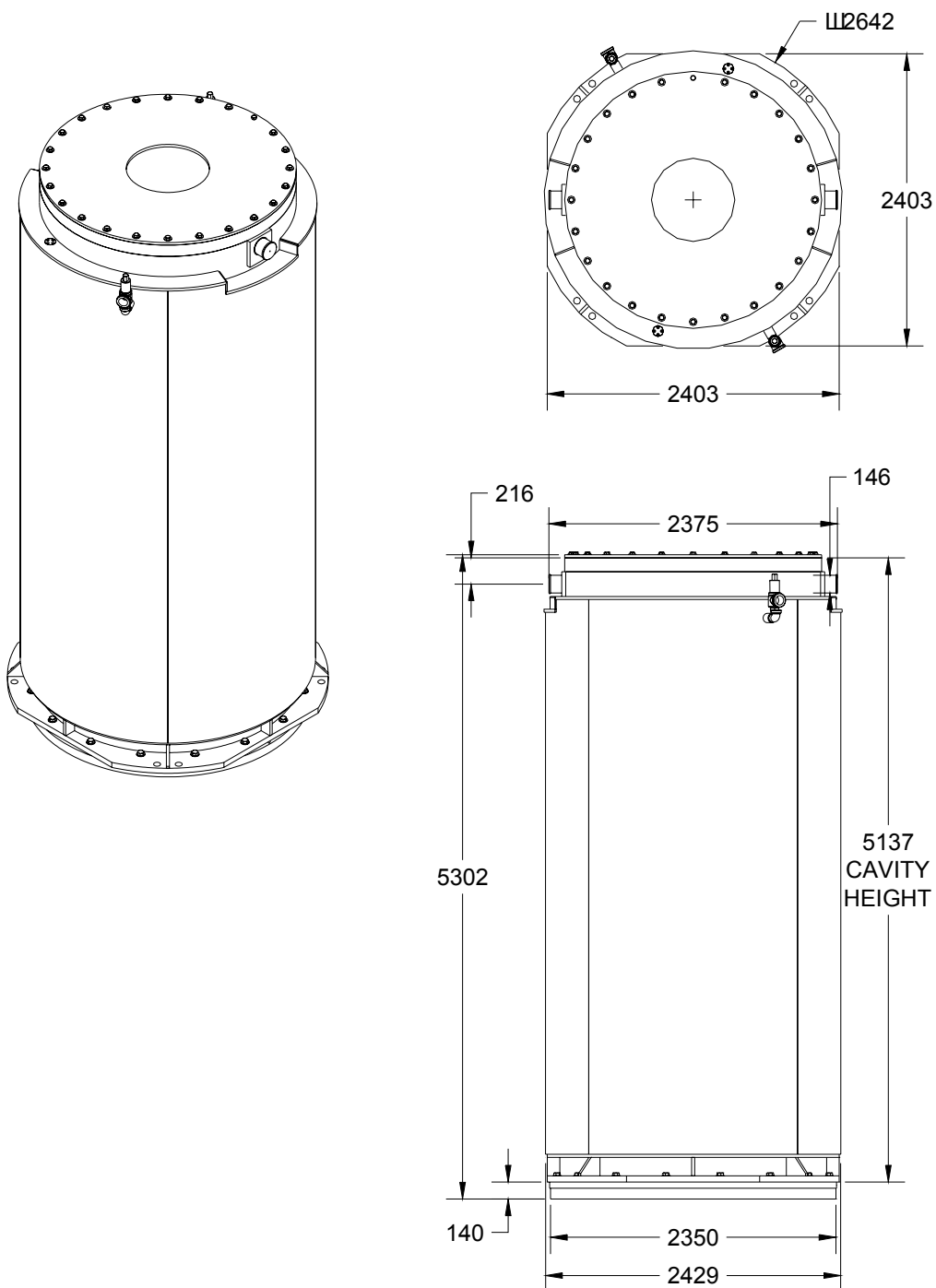


Рисунок 1.6.10– Перегрузочный контейнер HI-TRAC. Геометрические размеры

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 84
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### 1.6.3 Транспортный контейнер HI-STAR

Для транспортировки отработавшего топлива, загруженного в МЦК, с атомных электростанций в ЦХОЯТ будет использоваться двухцелевой контейнер HI-STAR производства корпорации Холтек

Ядерная безопасность при транспортировке обеспечивается техническими решениями для МЦК. Контейнер HI-STAR обеспечивает необходимые условия для защиты МЦК при нормальных и аварийных условиях транспортировки в соответствии с требованиями по безопасности в США и на следующих стадиях будет сертифицирован в соответствии с требованиями ПБТРМ-2006 [2].

При транспортировке МЦК с АЭС в ЦХОЯТ в вагон-контейнере, HI-STAR с МЦК располагаются в горизонтальном положении, при этом на крышку и днище контейнера HI-STAR устанавливаются специальные демпфирующие устройства для защиты контейнера при авариях.

Контейнер представляет собой емкость цилиндрической формы, состоит из многослойного цилиндрического корпуса, днища и крышки (Рисунок 1.6.11). Главный разъем между контейнером и крышкой герметизируется с помощью болтового соединения и уплотняется двумя прокладками. Для выполнения перегрузочных операций контейнер оборудован цапфами.

Основные технические характеристики транспортного контейнера HI-STAR:

- высота, мм.....6133;
- диаметр наружный, мм.....2700;
- диаметр внутренний, мм.....1850;
- масса порожнего контейнера, кг.....107000;
- масса заполненного контейнера (с загруженной МЦК), кг.....37000.

Отработавшее ядерное топливо загружается в МЦК в перегрузочном колодце бассейна выдержки и охлаждения реакторного отделения АЭС. При этом на каждой атомной станции создается заваренная герметичная упаковка (МЦК) с ОЯТ в атмосфере инертного газа. На АЭС выполняется необходимый дозиметрический контроль на отсутствие загрязнений на внешней поверхности МЦК до их отправки в ЦХОЯТ.

Заваренный МЦК помещается в перегрузочный контейнер HI-TRAC и далее перегружается в транспортный контейнер HI-STAR.

Поскольку транспортный контейнер не помещается в бассейн выдержки, поэтому для его внешних поверхностей не существует риска загрязнения. По этой причине не требуется дезактивация

По прибытию в ЦХОЯТ контейнер HI-STAR разгружается с железнодорожных вагонов и МЦК напрямую без переупаковки топливных сборок перегружаются в контейнер хранения HI-STORM. Поэтому в ЦХОЯТ практически не существует возможности распространения загрязнений. Дезактивация контейнера HI-STAR на АЭС или в ЦХОЯТ не требуется, так как этот контейнер не вступает в контакт с водой из бассейнов выдержки или с отработавшими топливными сборками.

Контейнер HI-STAR выполняет функции радиационной защиты: стенки корпуса имеют достаточную толщину для защиты от гамма-излучения. Кроме того, он предназначен для физической защиты МЦК от внешних воздействий при нормальных

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 85
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

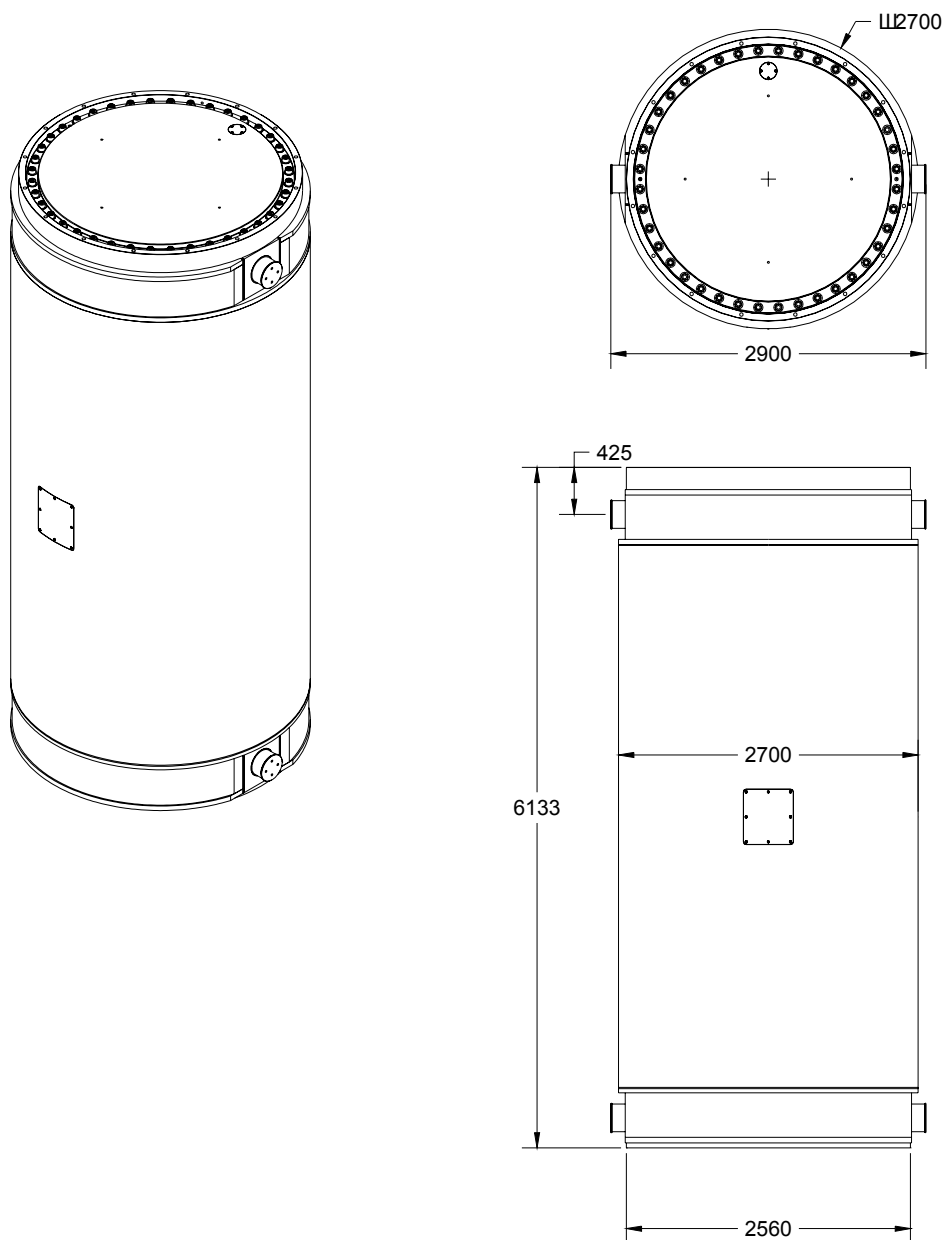


Рисунок 1.6.11 – Транспортный контейнер HI-STAR. Общие размеры

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 86
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

условиях эксплуатации и при проектных авариях в течение периода хранения и при транспортировке (рисунки 1.6.12, 1.6.13).

Контейнер HI-STAR включает в себя нейтронную защиту. Принадлежащий компании «Холтек», поглотитель нейтронов Holtite-A прошел радиационные и термические испытания при температуре, намного превышающей максимальную температуру, под действием которой он находится во время эксплуатации.

Для оценки эффективности теплоотвода от ОЯТ в транспортном контейнере HI-STAR с целью подтверждения возможности транспортировки его в горизонтальном положении и обеспечения температуры стенки ТВЭЛ в соответствии с нормативными требованиями, компанией «Холтек» был выполнен анализ эффективности теплоотвода. В расчетах оценивался теплоотвод системы HI-STAR в радиальном направлении для среднего сечения. В результате расчета была получена температура стенки ТВЭЛ. В расчетах учитывался классический метод расчета теплопередачи, учитывающий следующие механизмы теплоотвода:

- теплоотвод от внешней поверхности контейнера за счет естественной турбулентной конвекции;
- теплопередача за счет теплопроводности твердых и газообразных материалов, из которых состоит МЦК, транспортный контейнер или которые содержит МЦК и контейнер;
- теплопередача за счет теплового излучения между парами поверхность-поверхность и поверхность – окружающая среда.

В расчетах приняты следующие граничные условия:

- в расчетной модели рассматривается сечение HI-STAR с наибольшим сечением тепловыделения;
- в расчетной модели не учитывается термосифонный эффект;
- в расчетах использованы наименьшие значения коэффициентов теплопроводности конструкционных материалов;
- в расчетах не учитывается аксиальный теплоотвод (через верхнюю и нижнюю поверхность МЦК и HI-STAR);
- в расчетах предполагается равномерный нагрев поверхности контейнера HI-STAR за счет солнечной инсоляции;
- в расчетной модели предполагается наличие кругового зазора по диаметру между цилиндрическими оболочками HI-STAR и МЦК (реально стенки HI-STAR и МЦК состоят из слоев плотно прилегающих друг к другу);
- в расчете предполагается максимальное тепловыделения от ОЯТ в МЦК – 30 кВт, а коэффициент аксиальной неравномерности тепловыделений составляет 1,1.

В результате выполненного анализа, расчетная температура стенки ТВЭЛ составляет 340 °С, что ниже регламентируемой температуры стенки ТВЭЛ при нормальных условиях эксплуатации (350 °С). Данное расчетное значение получено для ТВЭЛ ОТВС, расположенных по центру МЦК, которые находятся в наихудших температурных условиях по сравнению с периферийными ОТВС. Таким образом, предполагается, что температуры стенок ТВЭЛ ОТВС, расположенных по периферии будет ниже, чем 340 °С.

При сертификации контейнера HI-STAR в Украине в соответствии с требованиями ПБТРМ-2006 [2], будут выполнены расчеты для ОТВС ВВЭР-440 и ОТВС ВВЭР-1000. Как транспортный контейнер, HI-STAR отвечает всем требованиям международных норм.

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 87
Основные технические решения		Обозначение: 57-204.201.002.ОЭ 01.03 Ред. 03

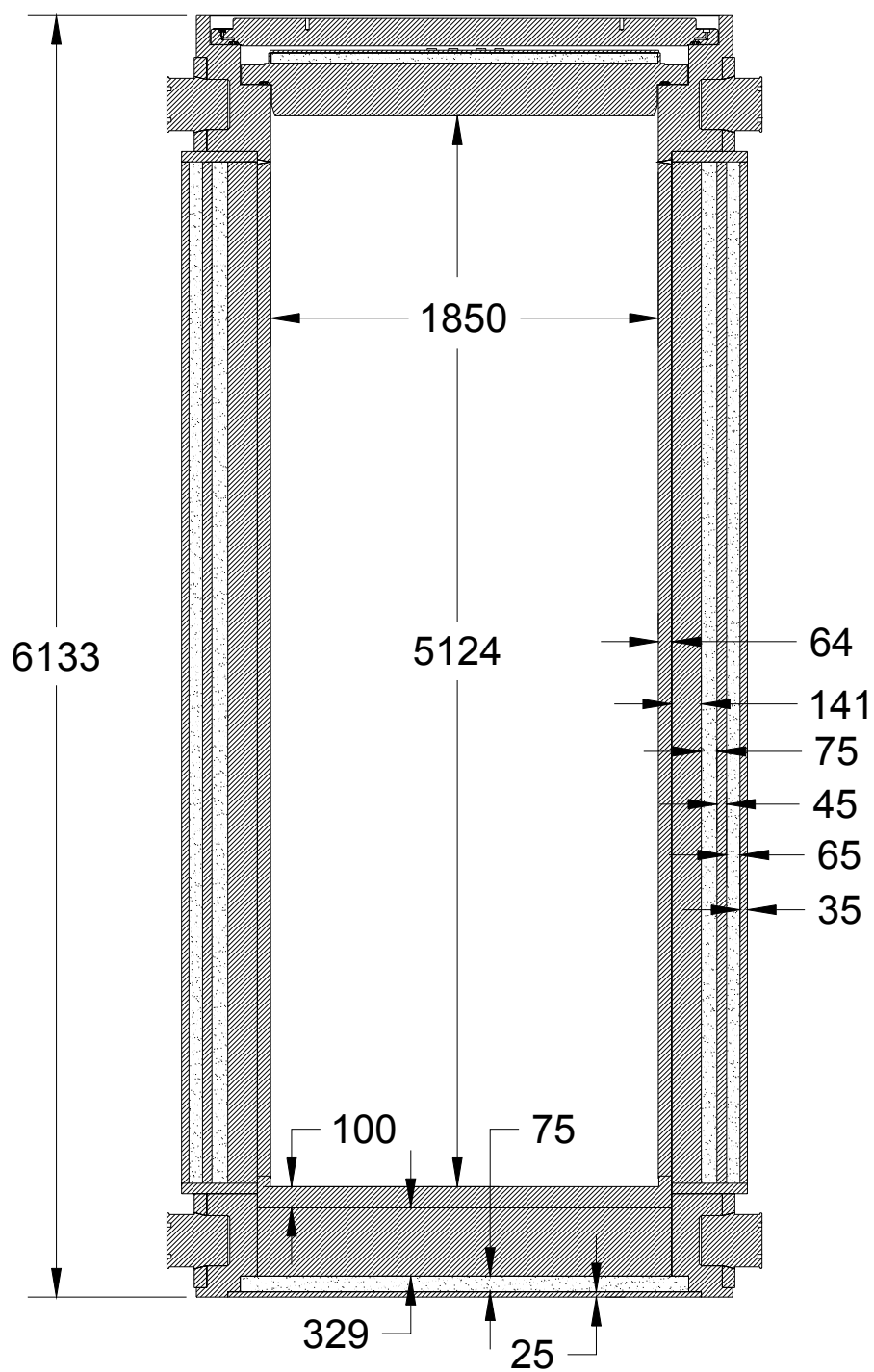


Рисунок 1.6.12 – Транспортный контейнер HI-STAR . Размеры компонентов защиты

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 88
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

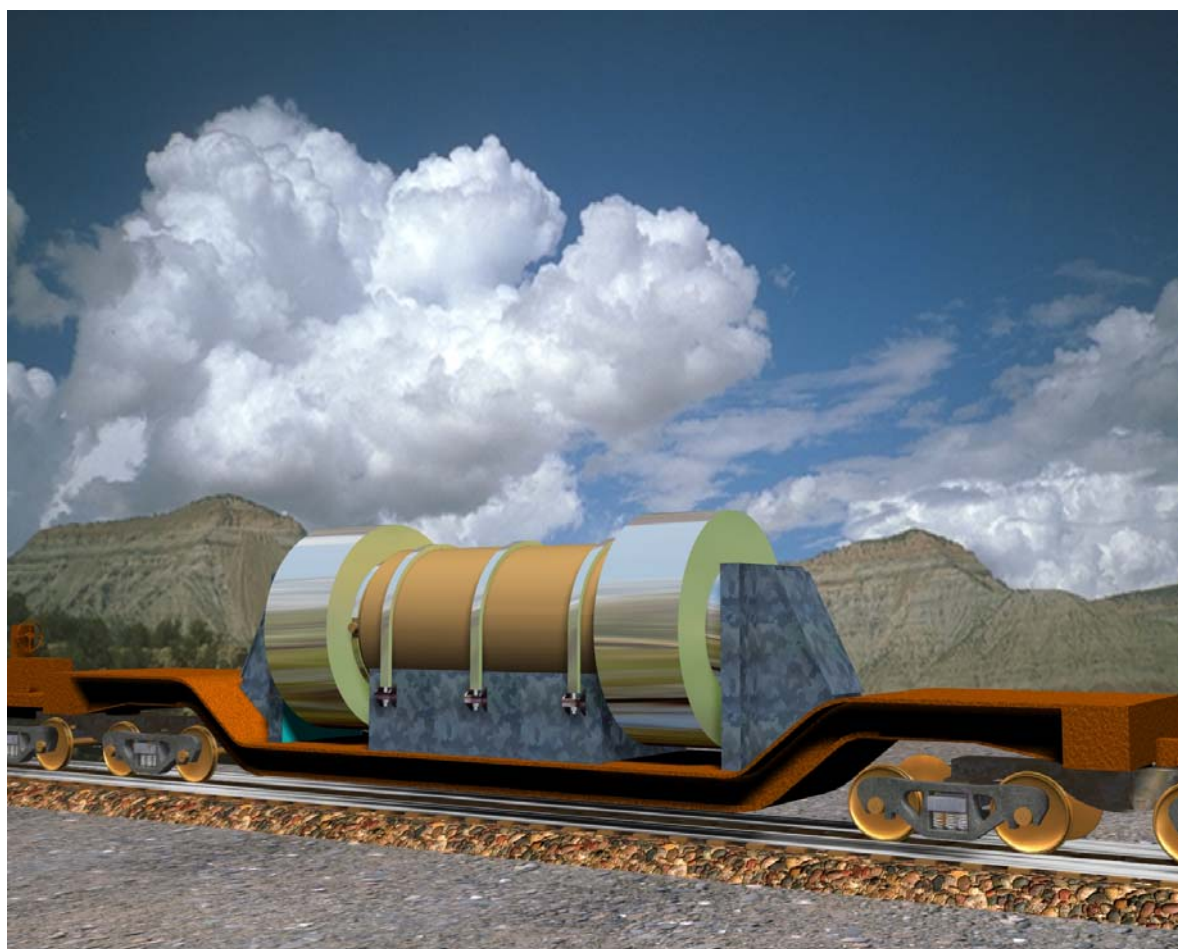


Рисунок 1.6.13 – Транспортный комплект HI-STAR (биозащита для персонала не показана). Общий вид на железнодорожной платформе



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 89
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

#### 1.6.4 Контейнер хранения HI-STORM

Система HI-STORM представляет собой основное решение корпорации «Холтек Интернешнл» для хранения ОЯТ и других высокоактивных отходов.

Система, разработанная компанией «Holtec International», состоит из следующих основных компонентов:

- универсальной многоцелевой корзины МЦК;
- металлобетонного контейнера для хранения HI-STORM;
- контейнера для транспортировки HI-STAR;
- стального перегрузочного контейнера HI-TRAC.

На рисунке 1.6.14 представлена взаимосвязь между компонентами систем HI-TRAC, МЦК, HI-STAR и HI-STORM.

HI-STORM (сокращение от **H**oltec **I**nternational **S**torage **M**odule – контейнер хранения компании Холтек Интернешнл) предназначен исключительно для хранения и выполняет функции биологической защиты и пассивного теплоотвода от хранимого в нем ОЯТ.

Система HI-STORM является автономной, поскольку она обеспечивает изоляцию ОЯТ и радиоактивных материалов, защиту от радиации, поддержание подкритичности топлива и пассивного теплоотвода независимо от каких бы то ни было других систем, конструкций или компонентов. Объем требуемого обследования и обслуживания HI-STORM минимален, поскольку система полностью пассивна и изготовлена из материалов, рассчитанных на долгосрочное использование.

Основной задачей контейнера хранения HI-STORM является предоставление наивысшего уровня защиты от излучения МЦК и наивысшего уровня физической защиты самого МЦК и его содержимого от летящих предметов, снарядов и т.п. Схема уровней защиты представлена на рисунке 1.6.15.

Контейнер HI-STORM состоит из толстостенной сварной конструкции, пустоты в которой заполняются бетоном (после доставки ее на площадку ЦХОЯТ) для обеспечения экранирующей способности. Общие размеры контейнера HI-STORM представлены на рисунке 1.6.16.

В поперечном сечении контейнер выглядит как две концентрических окружности с суммарной толщиной стенок 50 мм, соединенных радиальными перегородками, придающими конструкции исключительную жесткость. Снизу конструкция закрывается стальной пластиной толщиной около 50 мм, и затем заполняется бетоном, имеющим толщину около 680 мм.

Основные технические характеристики контейнера хранения HI-STORM:

- высота, мм.....6227;
- диаметр наружный, мм.....3492;
- диаметр внутренний, мм.....1959;
- толщина внутренней стенки корпуса, мм.....25;
- толщина наружной стенки корпуса, мм.....25;
- толщина бетонной заливки корпуса, мм.....680;
- масса порожнего контейнера хранения, кг.....136000;
- масса загруженного контейнера хранения, кг.....166000

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 90
Основные технические решения		Обозначение: 57-204.201.002.ОЭ 01.03 Ред. 03

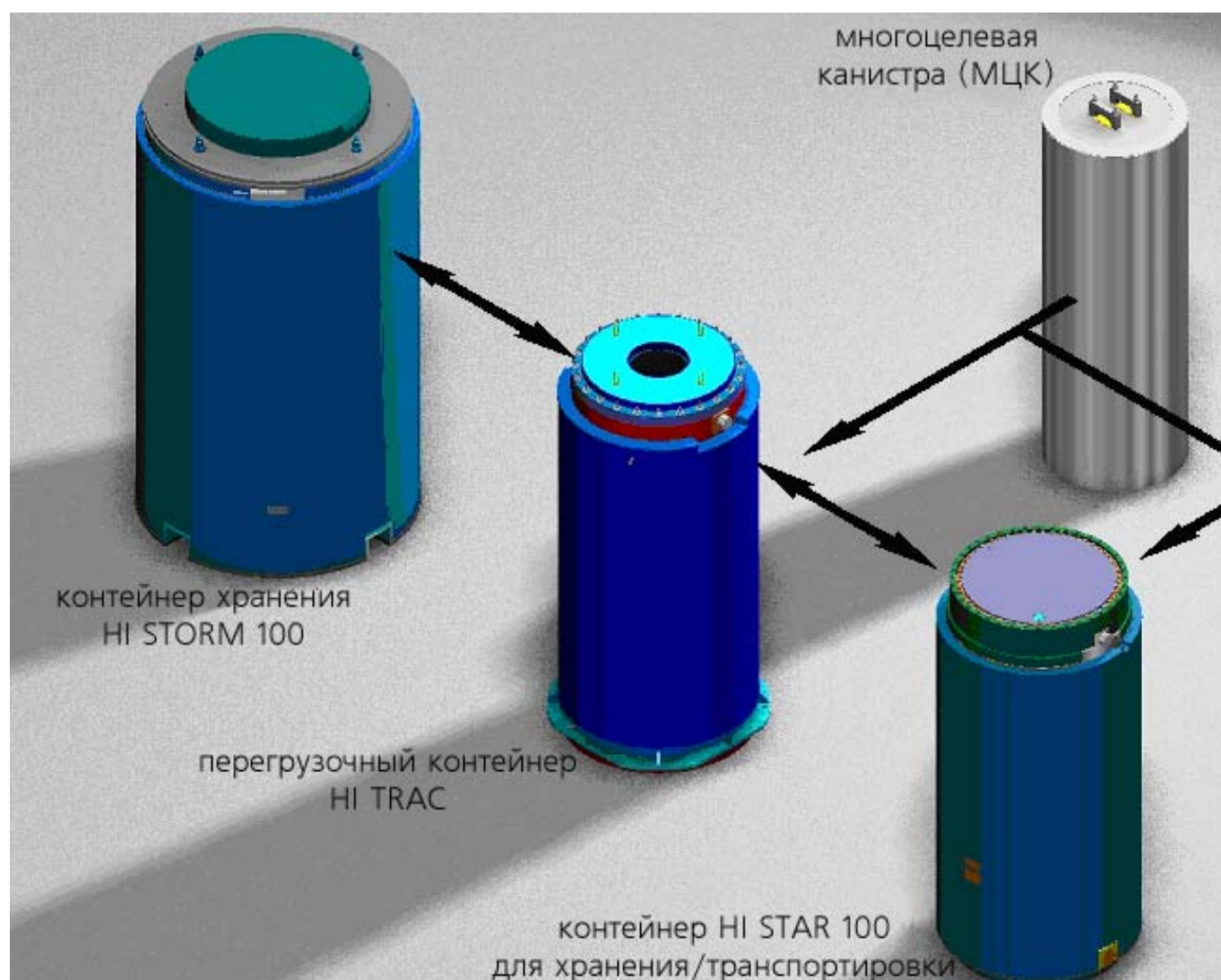


Рисунок 1.6.14 - Схема взаимосвязи между компонентами систем HI-TRAC, МЦК и HI-STORM

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 91
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

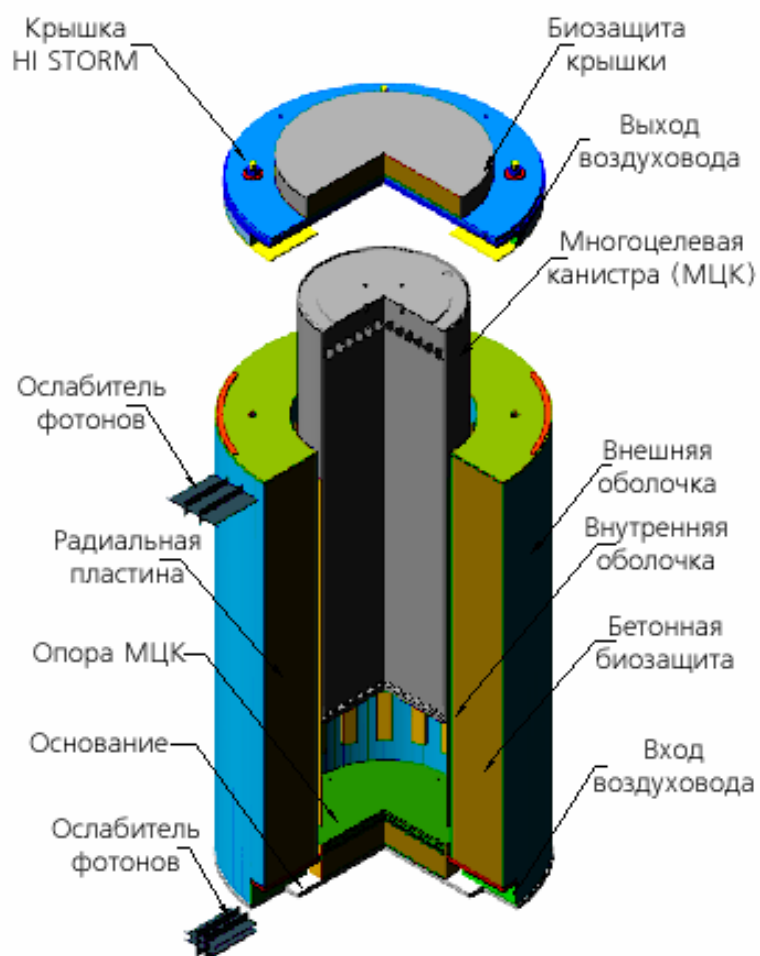


Рисунок 1.6.15 - Схема уровней защиты в контейнере хранения HI-STORM

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 92
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

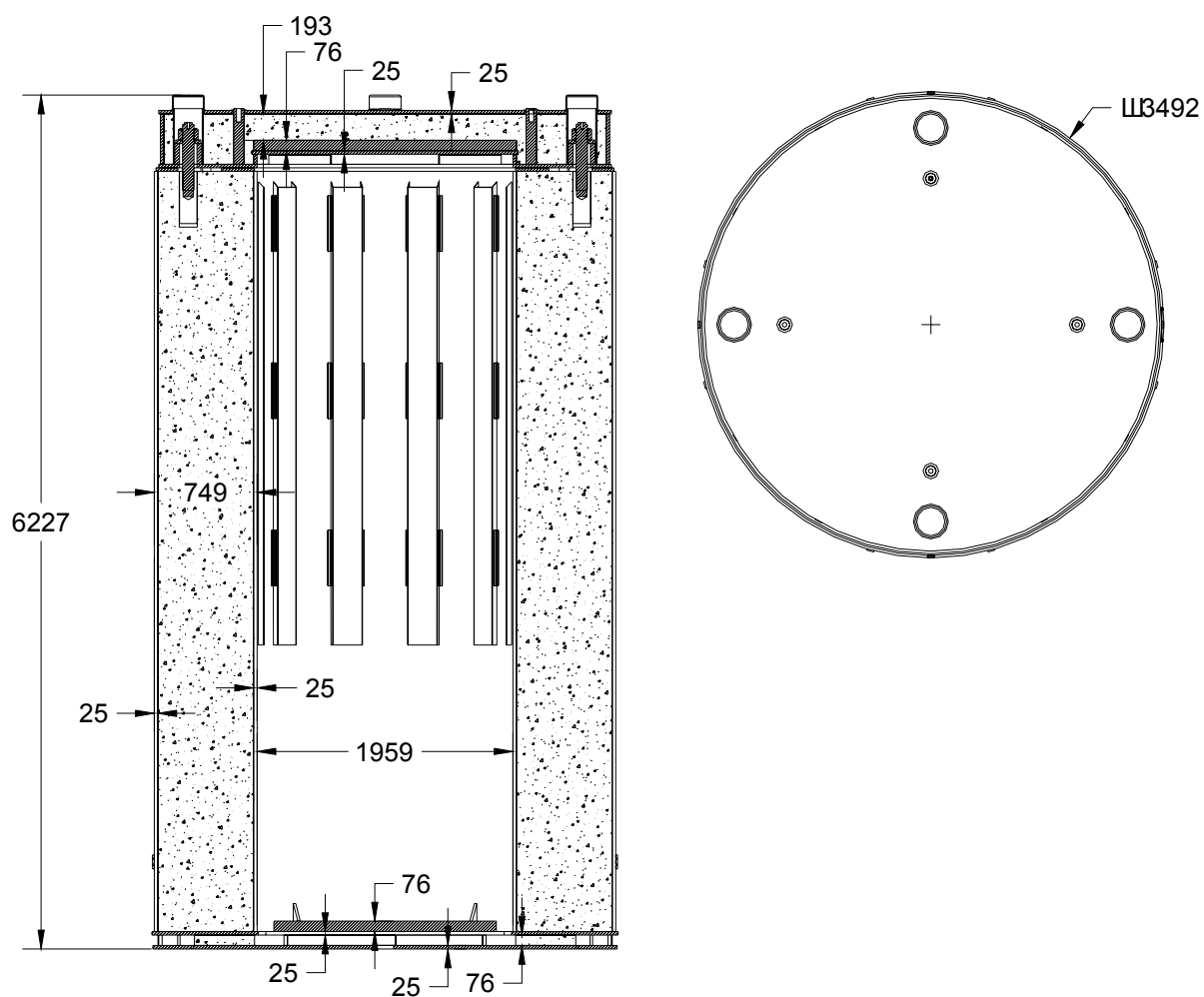


Рисунок 1.6.16 – Общие размеры контейнера хранения HI-STORM

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 93
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Высокопрочный внешний корпус контейнера HI-STORM из углеродистой стали, разработан с учетом требований Американского общества инженеров-механиков (ASME) (Раздел III, Подраздел NF). Этот корпус отвечает также требованиям, установленным для оборудования атомных электростанций. Две концентрические оболочки, которые служат в качестве защитной массы, сохраняющей свойства корпуса под воздействием излучения. Это сводит до минимума возможность радиоактивного загрязнения корпуса и позволяет использовать его повторно. Плотная стальная сварная наружная оболочка, защищающая бетонную конструкцию от внешних воздействий и предотвращающая ухудшение состояния и свойств бетона, которое может быть вызвано погодными условиями. Особое геометрическое строение входящего и выходящего вентиляционных каналов, предотвращающее поток радиации. Защитная внутренняя оболочка, понижающая рабочую температуру бетонного экрана, сохраняющая функциональную эффективность контейнера. Антисейсмические характеристики, обеспечивающие устойчивость контейнера на площадках, характеризующихся высокой сейсмической активностью.

Для облегчения задачи по транспортировке контейнеров HI-STORM 100S, бетонная биологическая защита заливается после того, как обечайки доставлены на площадку.

Одновременно с обечайкой осуществляется доставка на площадку готовой крышки контейнера HI-STORM 100.

В конструкции контейнера HI-STORM нет армирования. Тяжелая стальная крышка с бетонным заполнением устанавливается на болтах. Контейнер имеет необходимый уровень биозащиты, а также необходимую конструкционную прочность для защиты его содержимого от природных явлений, в частности, от ветровой нагрузки или от поднятых смерчем летящих предметов. К внутренней оболочке HI-STORM прикреплены направляющие, облегчающие установку и извлечение МЦК. Эти направляющие также служат для амортизации ударных нагрузок при постулируемом событии «опрокидывание», и обеспечивают свободную циркуляцию по модулю охлаждающего воздуха.

Бетон обладает защитными свойствами, и ослабляет как гамма, так и нейтронное излучение. Однако, он подвержен трещинообразованию даже при незначительных нагрузках на растяжение, что совершенно недопустимо для материала биозащиты. С другой стороны, сталь является прочным, пластичным материалом, относительное удлинение которого перед разрывом превышает 15% (то есть, она чрезвычайно устойчива к трещинообразованию), но при этом, сталь неэффективна в поглощении нейтронов.

Стальная сварная конструкция принимает на себя все механические нагрузки, в то время как бетон представляет собой основной барьер на пути радиации. Полное окружение бетона сталью также создает дополнительное преимущество – защиту бетона от дождевой воды, мороза, и солесодержащих сред.

Применение внутренней оболочки из углеродистой стали позволяет снизить температуру бетона, сохраняя его рабочие свойства на протяжении всего срока службы контейнера.

Окружающая бетон сварная конструкция выполняет несущие функции. Таким образом, исключается возможность потери прочности в результате старения бетона под воздействием погодных факторов. Также устраняется потребность в выполнении очень сложных работ по установке арматуры в полевых условиях. На все внутренние и внешние поверхности корпуса HI-STORM, изготовленного из низкоуглеродистой стали, нанесено защитное покрытие, устойчивое к действию высокой температуры, радиации, а также к отшелушиванию.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 94
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Внутренняя поверхность контейнера оборудована амортизаторами для минимизации нагрузки на МЦК при постулируемом событии «опрокидывание».

Система HI-STORM представляет собой вертикальную вентилируемую конструкцию, которая создает условия для пассивного воздушного охлаждения содержащегося в ней МЦК.

Контейнер имеет четыре открывающихся воздуховода, и создающих условия для пассивного воздушного охлаждения МЦК (Рисунок 1.6.17). В воздуховодах установлены ослабители фотонов (запатентованное компанией «Холтек» устройство), понижающие выход излучения наружу. Входы закрыты мелкой сеткой, препятствующей проникновению насекомых и грызунов.

Система HI-STORM оснащена стропильными устройствами, позволяющими поднять его за верхнюю крышку (при помощи транспортера или крана). Контейнер может быть поднят также и за нижнюю крышку – при помощи домкратов, воздушных подушек и катков.

Сборка контейнера HI-STORM осуществляется непосредственно на площадке ЦХОЯТ в следующем порядке:

1 Корпус (обечайка) контейнера HI-STORM разгружают с железнодорожной платформы с использованием автокрана. После разгрузки обечайка контейнера HI-STORM перемещается в вертикальном положении в цех по изготовлению контейнеров и устанавливается на сборочную плиту.

2 Для облегчения доступа в верхнюю часть контейнера HI-STORM устанавливаются переносные или стандартные леса.

3 Устанавливается оболочка, не допускающая попадания инородного материала для защиты внутренней части контейнера HI-STORM от попадания бетона.

4 На бетонном заводе по месту производится замес бетона по рецептуре и в соответствии с проектными критериями, установленными компанией «Holtec International». Главным назначением слоя бетона на контейнере HI-STORM является защита от излучения, поэтому целесообразно для повышения плотности и свойств радиационной защиты применение таких высокоплотных добавок, как гематит.

5 Бетон доставляется на площадку в бетоновозах и при помощи растворного насоса бетоновоза заливается в пустоты между внутренней и внешней оболочкой контейнера HI-STORM. Для того, чтобы избежать образования пустот при бетонировании, применяются вибраторы. Каждый из отсеков обечайки заполняется доверху.

6 Затем проводится проверка эффективности биологической защиты контейнера HI-STORM с использованием методов неразрушающего контроля.

7 После очистки поверхности контейнера HI-STORM устанавливаются крышки и различные вспомогательные компоненты, такие, как и выходные вентиляционные устройства. Таким образом, осуществляется полная сборка контейнера на месте с покраской, при необходимости.

8 По истечении требуемого периода выдержки бетона (28 дней) контейнер готов к прохождению испытаний.

9 После завершения монтажа и прохождения испытаний составляется «Акт готовности компонента» к использованию (паспорт контейнера).

10 Принятый пустой контейнер HI-STORM доставляется место промежуточного хранения при помощи транспортера.

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 95
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

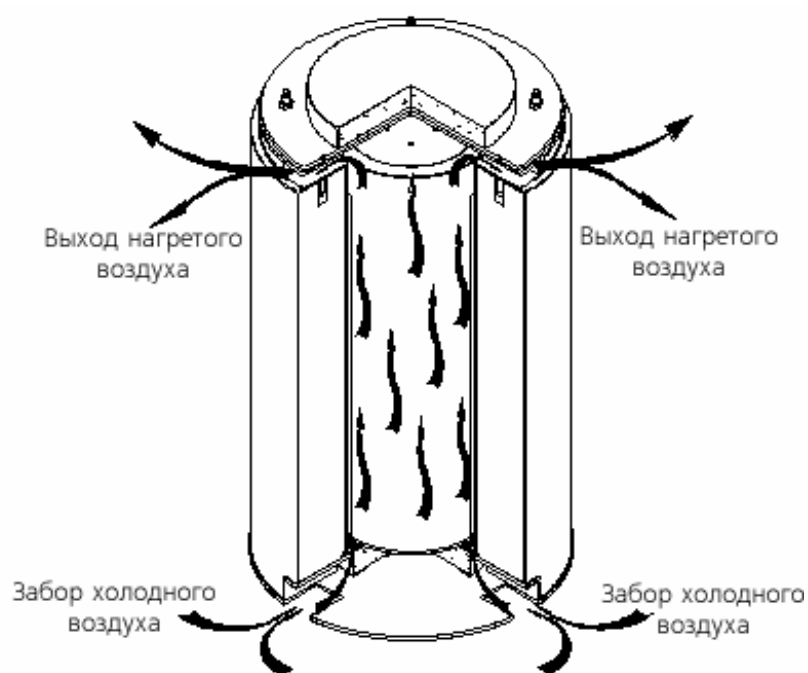


Рисунок 1.6.17 - Схема охлаждения путем естественной конвекции

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 96
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### **1.6.5 Специальное вспомогательное оборудование**

После завершения заполнения МЦК в бассейнах хранения отработавшего топлива на реакторной площадке происходит заваривание, сушка и заполнение МЦК газом.

Для этого используется следующее специальное несерийное оборудование:

- автоматическая система сварки;
- установка для сушки и заполнения газом;
- система обнаружения протечек для проверки герметичности МЦК.

Для сварки используется автоматический сварочный аппарат. Для проверки герметичности МЦК используется система обнаружения протечек. Все указанное оборудование кратко описывается в последующих разделах.

#### *Автоматический сварочный аппарат*

Автоматический сварочный аппарат является стандартным сварочным оборудованием корпорации «Холтек», которое используется для сварки и герметизации МЦК. Это высокоскоростной сварочный автомат, приваривающий крышку МЦК за время около 10 часов, включая контроль швов, и пр.

Основными компонентами автоматического сварочного аппарата являются: сварочный робот, пульт управления и источник электропитания. При помощи мостового крана робот устанавливается на/над МЦК, и управление роботом производится операторами дистанционно с пульта управления сварочными операциями.

Автоматический сварочный аппарат в полуавтоматическом режиме приваривает крышку МЦК к корпусу, а также приваривает герметизирующее кольцо. Операторы управляют роботами с пульта управления и следят за работой робота при помощи видеокамер, установленных в месте выполнения сварки. Камеры дают несколько видов обзора сварочных операций, а также дают общее изображение сварочного участка. Все изображения выводятся на пульт управления. Автоматический сварочный аппарат также имеет встроенное переговорное устройство с наушниками, которое позволяет операторам пульта управления связываться с оператором на рабочей платформе. Автоматический сварочный аппарат для сварки использует аргон. В результате сварки дыма не образуется, однако аппарат имеет систему высокоэффективных воздушных фильтров НЕРА для удаления избыточных количеств сварочного газа и газов из МЦК, выделяющихся до герметизации МЦК.

#### *Система сушки/заполнения газом*

После приварки крышки к корпусу, проводится сушка (вакуумирование или форсированная сушка гелием) и заполнение МЦК гелием. Для выполнения этих процессов используется испытанная корпорацией «Холтек» установка для сушки и заполнения газом.

Установка для сушки и заполнения газом включает вакуумный насос, специально спроектированный для удаления влаги, соединительные разъемы для подсоединения МЦК к системе сушки/заполнения газом, аппаратуру контроля за проведением операций сушки и заполнения газом, контрольные клапаны, систему измерения расхода газа для контроля за заполнением МЦК газом, а также необходимые шланги и трубопроводы.

При выполнении процесса сушки/заполнения газом установка размещается на передвижную грузовую платформу и подкатывается к МЦК. Гибкими трубопроводами



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 97
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

установка подсоединяется к МЦК. Проводится вакуумирование МЦК для удаления газов и остаточной влаги, которая может находиться в топливных сборках или самом контейнере. После проверки на полноту удаления влаги, что предполагает нахождение МЦК под вакуумом в течение 30 минут, в МЦК вводится стандартное количество гелия, который используется для долгосрочного хранения ОТВС.

В установке используется гелий и азот. Гелий используется для заполнения МЦК после полного удаления оттуда влаги, а азот используется для продувки вакуумного насоса после завершения цикла осушения и окончания его работы.

#### *Оборудование для обнаружение утечек гелия*

Испытания на утечку гелия из сварных швов должны проводиться после приваривания стыковочных накладок и проведения неразрушающего контроля

Для проверки целостности герметичных и локализирующих систем используется масс-спектрометрический детектор протечек (МСДП).

МЦК проверяется на герметичность на заводе-изготовителе для оценки сварных швов на корпусе и опорной плите.

Система HI-STORM 100 не требует испытания МЦК на герметичность, кроме вышеуказанного.

Однако могут быть проведены испытания на одновременно с испытанием на герметичность сварных швов, прикрепляющих крышку канистры к корпусу и сварных швов, которыми крепятся крышки нагнетательного и дренажного проемов.

Испытания на герметичность производятся следующим образом. После заполнения МЦК гелием, от канистры отсоединяется соответствующее оборудование. На нагнетательный и дренажный проемы устанавливаются и привариваются крышки.

Крышки проемов оборудованы двумя утопленными винтами. Через одно из отверстий утопленного винта внутрь нагнетается гелий. При этом через другое отверстие вытесняется воздух. Вышеуказанные утопленные винты устанавливаются для поддержания внутри полости гелиевой атмосферы. Далее сварным швом перекрывается все отверстие утопленного винта и устанавливается датчик гелия.

Герметизирующее кольцо устанавливается на МЦК, выравнивается, прихватывается, а затем приваривается полностью, создавая тем самым избыточную герметизацию канистры. Прихваточные сварные швы визуально обследуются, а корневой шов подвергается испытаниям.

В герметизирующем кольце МЦК имеется небольшое отверстие для испытания сварных швов крышки МЦК и крышек нагнетательного и дренажного проемов. Над этим отверстием размещается датчик утечки гелия и производится проверка всех герметизирующих швов МЦК. Суммарная скорость утечки через швы защитных пластин и крышки не должна превышать  $5 \times 10^{-6} \text{ см}^3/\text{с}$ .

По завершении испытаний на утечку гелия, тестовое отверстие заваривается, а образовавшийся шов, а также сварной шов герметизирующего кольца, проходят испытания. После этого с крышки МЦК и доступных участков верхней части оболочки берутся мазки для обнаружения удаляемого загрязнения. Замеряется мощность дозы от HI-TRAC. Удаляется сварочный автомат и кольцевая биозащита.

Критерием герметичности МЦК, т.е. максимальной суммарной утечки всего МЦК (но не герметичность сварных швов верхней крышки и гермокольца), является падение давления и повышение температуры, что определяется системой температурного мониторинга.

МЦК заполняется гелием под давлением 4,2 атмосферы. При тепловой нагрузке канистры 38 кВт, давление газа достигнет примерно семь атмосфер. Соответствующая этому

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 98
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

давлению максимальная температура оболочки ТВЭЛ будет составлять около 358 °С. При утечке гелия из канистры падение давления на каждые 6,9 кПа вызовет повышение максимальной температуры топлива примерно на два градуса. Номинальный свободный объем МЦК составит около 10,5 м<sup>3</sup>. Таким образом, утечка гелия в объеме 0,1 м<sup>3</sup> будет соответствовать повышению максимальной температуры оболочки ТВЭЛ на два градуса. Таким образом, учитывая наличие стационарной системы контроля температуры, достаточно времени для проведения мероприятий по удалению аварийной МЦК до того момента, когда температура оболочки ТВЭЛ достигнет максимального предела для аварии (570 °С).

#### **1.6.6 Техническое обслуживание контейнеров HI-STAR, HI-STORM и HI-TRAC**

Перегрузочный контейнер HI-TRAC, транспортный контейнер HI-STAR и контейнер хранения HI-STORM являются абсолютно пассивным оборудованием. Для обеспечения выполнения их функций безопасности не требуются какие-либо активные компоненты и системы контроля. В течение всего срока службы эти системы требуют лишь минимального технического обслуживания, и это обслуживание будет в основном вызвано воздействием погодных условий на площадке хранилища.

Типичной операцией при техническом обслуживании будет повторное нанесение антикоррозийных покрытий на доступные внешние поверхности. Необходимо также визуальный осмотр воздухозаборников с тем, чтобы убедиться в отсутствии засорений воздухопроводов, являющихся препятствием на пути воздуха на входных и выходных вентиляционных отверстиях (или же вместо этого возможно использование датчиков контроля температурного режима).

Перед каждой очередной загрузкой топлива, в соответствии с рабочими инструкциями, производится визуальный осмотр контейнеров HI-TRAC, МЦК, HI-STAR, испытание их подъемных цапф и углублений для захвата при подъеме на разрыв. Целью проверки является выявление трещин, деформаций или следов износа. При выявлении недопустимых дефектов необходимо выполнение ремонта или замены, в соответствии с требованиями инструкций. Испытание под нагрузкой цапф перегрузочного контейнера выполняется ежегодно, или перед использованием перегрузочного контейнера HI-TRAC, если промежуток между использованием контейнера HI-TRAC превышает один год.

Контейнер хранения HI-STORM не требует технического обслуживания. В процессе эксплуатации ЦХОЯТ необходимо выполнять осмотр контейнеров хранения и любое загрязнение или продукты активации следует удалять и обращаться ними, как с ЖРО.

Термопары и соответствующая аппаратура контроля температурного режима HI-STORM должна обслуживаться и калиброваться в соответствии с программой обеспечения качества.

При выполнении грузоподъемных операций на площадке используется дополнительная биологическая защита.

Материалы, обеспечивающие экранирование нейтронного и гамма-излучения от контейнеров HI-STAR, HI-STORM и HI-TRAC разрушаются со временем или в процессе эксплуатации весьма незначительно.

Для обеспечения долгосрочного соответствия системы проектным значениям по мощности доз, производятся испытания эффективности биологической защиты через каждые пять лет после сдачи в эксплуатацию.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 99
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Периодические испытания под давлением на целостность контейнеров МЦК или транспортных контейнеров HI-STAR в рамках программ технического обслуживания, кроме первоначальных испытаний при вводе в эксплуатацию, не требуются.

Плановое техническое обслуживание (ТО) и калибровочные испытания потребуются для системы вакуумной сушки, системы заполнения гелием, и системы контроля утечек. Необходимо выполнять проверки оснастки, сварочных аппаратов с дистанционным управлением, кранового хозяйства и грузоподъемных стрел с тем, чтобы обеспечить надлежащее техническое обслуживание и их нормальную непрерывную работу.

В случае, если крайне маловероятная утечка из МЦК все же произойдет, то такой контейнер просто перемещается из контейнера HI-STORM и помещается в контейнер для транспортировки HI-STAR и отправляется на АЭС для переупаковки. Контейнер МЦК перегружается при помощи перегрузочного контейнера HI-TRAC. Контейнер HI-STAR имеет дополнительные средства герметизации и может использоваться для хранения МЦК в течение необходимого периода времени (до следующего ППР). Далее он транспортируется с МЦК на промплощадку АЭС в реакторное отделение для переупаковки ОЯТ.

Ограждения, опоры линий электропередач, и прочее оборудование с площадки хранилища не требует специальной дезактивации, поскольку распространение загрязнения на эти конструкции не предполагается.

## **1.7 Внутриплощадочная транспортировка**

Внутриплощадочная транспортировка ОЯТ осуществляется гусеничным транспортером, при этом, транспортируется контейнер HI-STORM, внутри которого находится МЦК с ОТВС. Основным элементом, обеспечивающим ядерную безопасность при транспортировке ОЯТ транспортером, является HI-STORM. Основные технические решения по обеспечению ядерной безопасности при внутриплощадочной транспортировке направлены на обеспечение защиты HI-STORM от механических повреждений при транспортировке.

Для обеспечения ядерной безопасности при внутриплощадочной транспортировке ОЯТ предложены следующие технические решения:

- транспортер за один рейс перевозит только один контейнер HI-STORM с МЦК, т.е. количество транспортируемого ядерного материала ограничивается конструкцией используемого оборудования;
- в конструкции транспортера и на пути его следования не предполагается применение воды, что исключает гипотетическую возможность контакта воды с ОТВС;
- конструкция транспортера обеспечивает подъем контейнера на высоту не более 28 см, что исключает повреждение HI-STORM при падении во время транспортировки (HI-STORM рассчитан на падение с высоты 28 см без повреждения контейнера и содержимого);
- генеральный план площадки спроектирован таким образом, чтобы сократить путь движения транспортера с HI-STORM от здания приемки на площадку хранения и исключить пересечение путей движения загруженного транспортера и других грузов на промплощадке ЦХОЯТ, что уменьшает вероятность возникновения аварийных ситуаций при транспортировке;
- конструкция транспортера исключает движение на высоких скоростях, что исключает возможные ошибки персонала по регламенту движения транспортера, и, соответственно уменьшается вероятность падения контейнера в процессе транспортировки.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 100
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Гусеничное транспортное средство для перевозки контейнеров HI-STORM в вертикальном положении (Рисунок 1.7.1) представляет собой крупногабаритный гусеничный транспортер, который используется для подъема, установки и транспортировки к месту хранения загруженного МЦК контейнера хранения HI-STORM. Гусеничный транспортер для перевозки контейнеров в вертикальном положении состоит из подъемных механизмов, верхней подъемной балки, шасси, привода, системы управления.

Основные технические характеристики гусеничного транспортера:

- грузоподъемность, т.....230;
- масса в порожнем состоянии, т.....75;
- длина, мм.....7620;
- ширина, мм.....5640;
- высота, мм.....варьируется;
- радиус поворота.....автоматический поворот на месте;
- способность движения под откос, %.....10;
- мощность, л.с.....310;
- тип двигателя.....турбо-дизельный;
- емкость топливного бака, л.....89;
- поверхность, по которой может двигаться.....гравий, бетон;
- ширина гусеничной ленты, мм.....700;
- длина гусеничной ленты, мм.....6700.

Для отстоя и мелкого ремонта транспортера на гусеничном ходу предполагается специальный гараж. Учитывая, что работы по загрузке и установке HI-STORM проводятся круглогодично, гараж для транспортера предусмотрен отапливаемым.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 101
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03



**Рисунок 1.7.1 - Гусеничный транспортер для перевозки контейнеров в вертикальном положении**

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 102
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

### **1.8 Здание технического обслуживания со складом МЦК**

Здание технического обслуживания со складом МЦК предназначено для выполнения следующих вспомогательных функций:

- обеспечить годовой запас новых обечаек и крышек контейнеров HI-STORM;
- обеспечить годовой запас новых МЦК;
- обеспечить заполнение бетоном обечаек HI-STORM;
- обеспечить контроль качества и необходимое время выдержки забетонированных обечаек HI-STORM;
- обеспечить возможность осуществления ремонтных работ электрического и технологического оборудования, оборудования КИП и А ЦХОЯТ;
- обеспечить санитарно-бытовые условия пребывания в здании обслуживающего персонала.

Склад новых HI-STORM и МЦК – неотапливаемая часть здания, оборудованная мостовым краном грузоподъемностью 125 т.

Заливка бетоном обечаек HI-STORM осуществляется в пристройке-навесе к зданию. Бетон поступает в бетоновозах с бетонного завода, расположенного на стройдворе за пределами охраняемого периметра ЦХОЯТ.

Мастерские для оборудования зоны свободного режима ЦХОЯТ, офисные и санитарно-бытовые помещения для персонала располагаются в отапливаемой части здания.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 103
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

## **2 ОСНОВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ**

### **2.1 Общая структура управления и контроля**

Система контроля и управления (СКУ) ЦХОЯТ должна обеспечивать комплексный контроль и управление технологическими процессами по приемке и хранению контейнеров с отработавшим ядерным топливом.

СКУ будет интегрировать отдельные первичные системы в единую систему, что позволит выполнять комплексную обработку, представление, архивирование информации в одном месте – на центральном щите контроля и управления. СКУ должна обеспечивать поддержку радиационной и общетехнической безопасности при приемке ОТВС и их хранении. СКУ должна выполнять функцию информационной поддержки персонала в виде, удобном для восприятия и анализа с целью определения негативных тенденций в изменении состояния источников опасности ЦХОЯТ и реализации мероприятий по предотвращению развития этих тенденций.

В основу СКУ положены следующие проектные критерии:

- надежность системы (достигается за счет применения элементов с высокими показателями надежности и оптимального построения структуры, возможности обнаружения неисправностей при работе системы путем диагностики технических средств);
- открытость системы (достигается за счет возможности включения дополнительных элементов и систем в свой состав и собственной интеграции в другие информационные системы).

СКУ – распределенная информационно-управляющая система, имеющая два уровня иерархии. Нижний уровень СКУ образуют следующие локальные системы:

- контроля приема транспортных контейнеров;
- контроля процесса хранения;
- радиационного контроля;
- учета и контроля делящихся материалов;
- контроля и управления отоплением и вентиляцией;
- контроля и управления спецканализацией;
- контроля и управления сжатым воздухом;
- контроля и управления водоснабжением;
- контроля и управления душевыми водами;
- контроля и управления дождевыми стоками;
- контроля и управления электроснабжением;
- контроля и управления системой обеспечения пожарной безопасности;
- связи.

Система контроля проектных параметров упаковок, включая неразрушающий контроль состояния металла и сварных соединений, не входит в состав СКУ и осуществляется на заводе-изготовителе МЦК и HI-STORM.

Неразрушающий контроль сварных соединений крышек МЦК осуществляется на энергоблоке перед отправкой в ЦХОЯТ и также не входит в состав СКУ.

Контроль состояния бетона при изготовлении HI-STORM на площадке ЦХОЯТ также не входит в состав СКУ и осуществляется в лаборатории бетона на бетонном заводе.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 104
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Контроль и управление локальными системами будет реализован с использованием распределенной системы управления, основанной на микропроцессорных устройствах, или управляющих логических контроллеров (для процессов, требующих сложных алгоритмов управления). На технических средствах нижнего уровня будет осуществляться:

- преобразование электрических сигналов (аналоговых или дискретных) в цифровую форму;
- формирование управляющих сигналов по заданному алгоритму;
- отображение данных на локальных средствах отображения (при необходимости).

На верхнем уровне СКУ будут установлены высокопроизводительные управляющие серверы, связанные системной шиной типа Ethernet с техническими средствами нижнего уровня.

На верхний уровень СКУ будут возложены следующие функции:

- сбор и обработка информации от технических средств нижнего уровня;
- отображение контролируемых параметров в удобной для восприятия, диагностирования и управления форме;
- архивирование информации;
- обмен информацией со смежными системами.

Управление и контроль технологическими процессами ЦХОЯТ будет осуществляться со щитов управления - центрального (ЦЩУ) и местных (МЩУ). На ЦЩУ будет размещено рабочее место оператора-технолога, осуществляющего в интерактивном режиме контроль и управление объектом, как единым технологическим комплексом.

Будут предусмотрены местные щиты для контроля и управления следующими системами:

- вентиляции;
- транспортно-технологической частью, в том числе приемом контейнеров с ОТВС;
- сжатым воздухом;
- канализационной насосной станции (КНС);
- душевыми водами.

Будет предусмотрено рабочее место инженера по учету делящихся материалов.

Техническое обслуживание СКУ будет включать:

- оперативное обслуживание;
- ремонтное обслуживание;
- регламентное обслуживание;
- сопровождение программного и информационного обеспечения.

Оперативное обслуживание – круглосуточное и должно включать контроль функционирования СКУ и восстановление его работоспособности при неисправностях и отказах технических средств.

Ремонт технических средств будет осуществляться путем замены отказавших блоков, плат из состава ЗИП. Ремонтопригодность СКУ будет обеспечиваться:



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 105
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

- доступностью, взаимозаменяемостью, легкосъемностью, унификацией и стандартизацией приборов, блоков и плат;
- наличием встроенной самодиагностики, позволяющей обнаруживать отказы или повреждения в системе;
- возможностью свободного доступа к отдельным элементам системы;
- полнотой и достаточностью ЗИП.

Электропитание СКУ будет осуществляться однофазным напряжением 220В от источников бесперебойного энергоснабжения первой категории.

Система радиационного контроля, система контроля и управления вентиляцией зоны строгого режима здания приемки, а также верхний уровень СКУ должны относиться к системам, важным для безопасности класса 3Н в соответствии с [12]. Все остальные первичные системы контроля и управления относятся к системам нормальной эксплуатации класса 4Н.

СКУ относится ко второй категории сейсмостойкости по критериям [5]. Структурная схема СКУ представлена на рисунке 2.1. Описание основных функций локальных систем контроля и их организации приведено ниже.

### **2.1.1 Система контроля приема транспортных контейнеров и ОТВС**

При осуществлении технологических операций, связанных с приемом транспортных контейнеров HI- STAR и ОТВС, будет осуществляться:

- контроль поверхностного загрязнения транспортного контейнера;
- контроль мощности дозы гамма и нейтронного излучения от поверхности контейнеров по всей технологической цепочке;

Контроль МЭД гама-излучения и поверхностного загрязнения будет осуществляться переносными дозиметрами-радиометрами.

Информация о поступающих транспортных контейнерах и ОТВС вносится в базу данных системы контроля и учета делящихся материалов.

### **2.1.2 Система контроля процесса хранения**

При хранении ОЯТ в контейнерах HI- STORM будет осуществляться:

- периодический контроль температуры на поверхности HI- STORM;
- непрерывный контроль температуры охлаждающего воздуха на входе и выходе вентиляционных отверстий каждого HI- STORM;
- периодический контроль целостности защитных и локализирующих барьеров;
- непрерывный контроль радиационной обстановки на площадке хранения.

Температура на поверхности бетонных контейнеров будет контролироваться с помощью переносной и передвижной аппаратуры. Контроль температуры охлаждающего воздуха будет осуществляться дистанционно с использованием радиомодемов, установленных на каждом модуле. Радиационная обстановка на площадке хранения будет контролироваться техническими средствами системы радиационного контроля (раздел 2.2 настоящего тома).

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 106
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

### **2.1.3 Система контроля и учета делящихся материалов**

Ядерные материалы, поступающие в хранилище, будут учитываться с помощью компьютеризированной базы данных по обращению с ядерным топливом.

Система включает в себя комплекс технических и организационных мероприятий, обеспечивающих постоянный контроль наличного количества ядерных материалов (в том числе ведение записей, идентификацию и инвентаризацию поступающих ОТВС и НИ- STORM, архивирование информации).

Учет и контроль ядерных материалов осуществляется соответствии с требованиями «Правилами ведения учета и контроля ядерных материалов»[13].

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 107
Основные технические решения		Обозначение: 57-204.201.002.ОЭ 01.03 Ред. 03

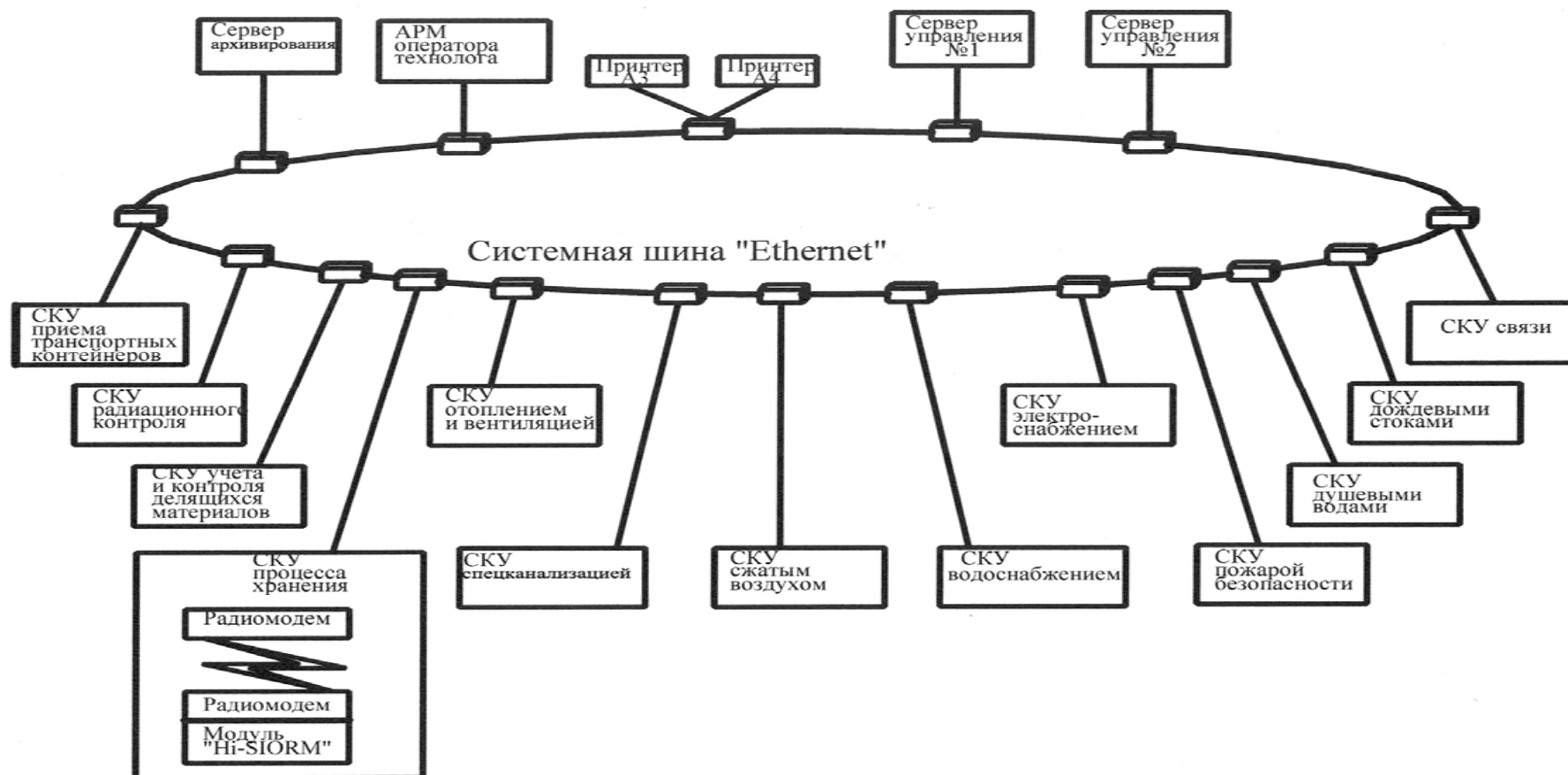


Рисунок 2.1.1– Структурная схема контроля и управления ЦХОЯТ

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 108
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

#### **2.1.4 Система радиационного контроля**

Система радиационного контроля будет входить в структуру СКУ, являясь ее первичной системой. Подробное описание системы радиационного контроля приведено в разделе 2.2.

#### **2.1.5 Система контроля и управления спецканализацией**

Система будет обеспечивать контроль и управление технологическим оборудованием системы спецканализации. Будет осуществляться контроль уровня в прямках спецканализации. Контроль удельной активности воды спецканализации перед ее вывозом осуществляется методом отбора проб.

#### **2.1.6 Система контроля и управления душевыми водами**

Система будет обеспечивать контроль и управление технологическим оборудованием системы душевых вод. Будет осуществляться:

- контроль уровня в контрольных баках душевых вод;
- контроль давления на всасе и напоре насосов;
- дистанционное управление электроприводной арматурой.

#### **2.1.7 Системы контроля и управления вентиляционными установками**

Системы контроля и управления вентиляционными установками будут обеспечивать поддержание заданных климатических условий в помещениях зоны строгого и свободного режима здания приемки и вспомогательных сооружений. Системы управления вентиляционными установками будут поставляться комплектно с основным вентиляционным оборудованием. Управление системами вентиляции будет осуществляться как с местных щитов управления, так и в интерактивном режиме с центрального щита контроля и управления.

#### **2.1.8 Система контроля и управления сжатым воздухом**

Система будет обеспечивать в автоматизированном режиме контроль и управление компрессорной установкой сжатого воздуха. Управление установкой будет осуществляться с местного щита, поставляемого комплектно с компрессором. На центральный щит управления и контроля будут выведены сигналы «система в работе», обобщенный сигнал «неисправность».

#### **2.1.9 Система обеспечения пожарной безопасности**

Система контроля и управления системой обеспечения пожарной безопасности будет осуществлять в автоматическом режиме включение насосов противопожарного водоснабжения по сигналу «пожар», а при опорожнении баков запаса пожарной воды насосы будут отключаться. При переполнении баков и их опорожнении на ЦЩУ будут выдаваться соответствующие сигналы. Будет осуществляться также контроль давления в напорном коллекторе насосов противопожарного водоснабжения.

#### **2.1.10 Система контроля и управления дождевыми стоками**

Система контроля и управления дождевыми стоками должна обеспечивать в автоматическом режиме управление включением и отключением погружных насосов, установленных в аккумулирующих емкостях дождевых стоков. Включение насосов на

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 109
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

откачку дождевых стоков будет осуществляться по блокировке от датчиков уровня, установленных в аккумулирующих емкостях. При опорожнении емкостей насосы будут отключаться. При переполнении аккумулирующих емкостей на ЦЩУ будет выдаваться сигнал «затопление». Будет осуществляться также контроль давления в напорном коллекторе насосов откачки дождевых стоков.

#### **2.1.11 Система контроля и управления КНС**

Система контроля и управления КНС будет обеспечивать в автоматическом режиме управление включением и отключением погружных насосов, установленных в аккумулирующем резервуаре насосной станции. Включение насосов на откачку бытовых стоков будет осуществляться по блокировке от датчиков уровня, установленных в аккумулирующем резервуаре. При опорожнении резервуара насосы будут отключаться. При переполнении аккумулирующего резервуара на ЦЩУ будет выдаваться сигнал «затопление». Будет осуществляться также контроль давления в напорном коллекторе насосов откачки бытовых стоков и контроль температуры наружного воздуха.

#### **2.1.12 Система контроля и управления водоснабжением**

Система контроля и управления водоснабжением будет обеспечивать в автоматическом режиме управление включением и отключением насоса, установленного в артезианской скважине. Включение насоса на забор воды будет осуществляться по блокировке от датчика уровня, установленного в водонапорном баке. При снижении уровня в водонапорном баке насос будет включается, при наполнении бака - отключаться.

Описание систем контроля и управления электроснабжением и связи приведено в соответствующих частях ТЭОИ.

### **2.2 Система радиационного контроля**

Система радиационного контроля (СРК) ЦХОЯТ представляет собой комплекс технических средств и организационных мероприятий, направленных на обеспечение норм радиационной безопасности с целью:

- не превышения установленных лимитов доз (принцип не превышения) для персонала и населения;
- не распространения радиоактивных загрязнений в окружающую природную среду.

#### **2.2.1 Проектные решения системы радиационного контроля**

СРК осуществляет сбор, обработку и представление информации о радиационной обстановке в помещениях здания приемки ЦХОЯТ и на площадке хранения контейнеров, о радиационных технологических параметрах, дозах облучения персонала, о величине газоаэрозольных выбросов в окружающую среду,

СРК относится к системе нормальной эксплуатации, важной для безопасности.

В основу проекта СРК положены следующие проектные решения:

- система спроектирована с использованием элементов высокой надежности и оптимальным построением структуры;
- система обладает возможностью обнаружения неисправностей при работе путем диагностики, проверки, опробования и периодических испытаний аппаратуры.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 110
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

СРК обеспечивает измерение параметров, по которым оценивается воздействие объекта на персонал и окружающую среду, а также измеряет параметры, по которым определяется работа технологических систем, состояние технологического оборудования.

Технические средства СРК обеспечивают:

- радиационный технологический контроль;
- радиационный дозиметрический контроль;
- индивидуальный дозиметрический контроль;
- радиационный контроль окружающей среды;
- радиационный контроль за нераспространением радиоактивных загрязнений.

Для выполнения указанных выше функций предусматривается:

- непрерывный дистанционный контроль;
- контроль с помощью стационарно устанавливаемых локальных средств;
- контроль с помощью переносных приборов;
- контроль методом пробоотбора сред с последующей обработкой и измерением в лабораториях.

Объем контроля определяется нормативными документами, требованиями со стороны основного оборудования, технологическими и компоновочными решениями ЦХОЯТ.

СРК ЦХОЯТ состоит из следующих подсистем:

- радиационного технологического контроля (РТК);
- радиационного дозиметрического контроля (РДК);
- индивидуального дозиметрического контроля (ИДК);
- радиационного контроля окружающей среды (РКОС);
- радиационного контроля за не распространением радиоактивных загрязнений.

## **2.2.2 Подсистема радиационного технологического контроля (РТК)**

Подсистема РТК предназначена для контроля радиоактивности технологического оборудования, систем вентиляции, эффективности работы систем очистки радиоактивных сред. Подсистема РТК осуществляет контроль мощности дозы гамма и нейтронного излучения от контейнеров HI-STAR, HI-STORM и HI-TRACK на всей технологической цепочке в здании приемки, которое является центральным элементом объекта и куда прибывают модули HI-STAR. В этом здании измеряются мощности дозы гамма и нейтронного излучения от контейнеров HI-STAR, HI-STORM и HI-TRACK а также их возможные поверхностные загрязнения.

Подсистема РТК также осуществляет контроль:

- объемной активности воды в баках трапных вод;
- объемной активности воды в контрольных баках душевых санпропускников;
- эффективности работы аэрозольных фильтров вытяжных вентиляционных систем;
- мощности дозы гамма-излучения на фильтрах вытяжных вентиляционных систем.

Контроль объемной активности в баках трапных вод и контрольных баках душевых вод осуществляется стационарно устанавливаемыми устройствами детектирования. Контроль эффективности работы аэрозольных фильтров вытяжных вентиляционных систем осуществляется с помощью аналитических фильтров.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 111
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### **2.2.3 Подсистема радиационного дозиметрического контроля (РДК)**

Подсистема РДК обеспечивает контроль параметров радиационной обстановки в обслуживаемых и периодически обслуживаемых помещениях зоны строгого режима.

Радиационная обстановка характеризуется:

- мощностью дозы гамма-излучения;
- мощностью дозы нейтронного излучения;
- объемной активностью альфа и бета аэрозолей;
- загрязненностью поверхностей оборудования и стен помещений.

Мощность дозы гамма-излучения контролируется стационарными блоками детектирования в следующих помещениях здания приемки:

- на участке приемки и перегрузки контейнеров;
- в «грязных» мастерских;
- в насосной станции трапных и душевых вод;
- в помещении фильтров вытяжной вентсистемы;
- на участке хранения контейнеров с ТРО.

Объемная активность альфа и бета-аэрозолей контролируется стационарными и мобильными (передвижными) установками в следующих помещениях:

- на участке приемки и перегрузки контейнеров HI-STAR, HI-STORM и HI-TRACK;
- на участке хранения ТРО;
- в «грязных» мастерских;
- в санпропускнике и саншлюзе;
- в насосной трапных вод и душевых вод;
- в венцентре «грязной» зоны (при замене аэрозольных фильтров).

### **2.2.4 Подсистема радиационного контроля за нераспространением радиоактивных загрязнений**

Подсистема радиационного контроля за не распространением радиоактивных загрязнений обеспечивает контроль уровня загрязнения радиоактивными веществами поверхностей обуви, рук и одежды персонала, транспорта.

Контроль загрязнений кожных покровов и СИЗ бета-активными радионуклидами осуществляется стационарными контрольными установками на входе и выходе санпропускника.

Контроль загрязнения рук бета-активными радионуклидами осуществляется стационарными приборами в туалетных комнатах зоны «строгого режима».

Контроль выноса радиоактивности за пределы ЦХОЯТ осуществляется стационарной контрольной установкой, устанавливаемой в вестибюле КПП.

Контроль уровня радиоактивного загрязнения поверхностей стен помещений и оборудования осуществляется переносными портативными радиометрами а также методом отбора мазка с последующими измерениями в лаборатории радиационного контроля.

Контроль уровня поверхностной загрязненности транспортных средств осуществляется переносными портативными радиометрами.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 112
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### **2.2.5 Подсистема индивидуального дозиметрического контроля (ИДК)**

Подсистема ИДК предназначена для:

- контроля и учета индивидуальных доз внешнего облучения персонала;
- контроля и учета индивидуальных доз внутреннего облучения от инкорпорированных радионуклидов в организме человека;
- расчета суммарных дозовых нагрузок на персонал;
- планирования дозовых нагрузок персонала при допуске к радиационноопасным работам по дозиметрическому наряду.

Контроль и учет индивидуальных доз внутреннего облучения от инкорпорированных радионуклидов в организме человека осуществляется в специализированных лабораториях (лаборатории СИЧ ГСП ЧАЭС или ГСП «Экоцентр»).

Система ИДК внешнего облучения персонала реализована с помощью технических средств автоматизированной системы учета доз облучения и на базе оперативных электронных прямопоказывающих индивидуальных дозиметров и термолюминесцентных дозиметров (ТЛД).

### **2.2.6 Подсистема радиационного контроля окружающей среды (РКОС)**

Подсистема РКОС контролирует источники возможного радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Осуществляется контроль следующих параметров:

- активности и радионуклидного состава газо-аэрозольных выбросов в атмосферу через вентиляционную трубу;
- активности и радионуклидного состава сбросных вод с бытовой канализацией;
- активности и радионуклидного состава воды наблюдательных скважин.

Контроль активности выбросов в атмосферу выполняется по альфа и бета – аэрозолям.

Радиационный контроль газоаэрозольных выбросов в венттрубу осуществляется стационарной системой. Эта система обеспечивает измерение удельных активностей радионуклидов и, с учетом объема уходящих газов, проводится интегрирование за сутки.

Для определения среднемесячного допустимого выброса по отдельным радионуклидам периодически производится полный анализ изотопного состава выброса средствами объектовой лаборатории радиационного контроля.

Контроль радиационной обстановки в районе размещения промплощадки ЦХОЯТ осуществляется по мощности дозы гамма-излучения техническими средствами подсистемы РТК, размещенными по периметру площадки ЦХОЯТ.

Контроль активности жидких сбросов с бытовой канализацией осуществляется блоками детектирования РТК и дублируется методом пробоотбора с последующим лабораторным анализом средствами объектовой лаборатории радиационного контроля.

Для контроля утечек радиоактивных жидкостей в грунт и предотвращения попадания их в подземные воды предусмотрен контроль активности грунтовых вод из контрольных скважин, расположенных по периметру ЦХОЯТ. Контроль осуществляется методом отбора проб с последующим лабораторным анализом средствами объектовой лаборатории радиационного контроля.



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 113
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### **2.2.7 Технические средства системы радиационного контроля**

Основу технического оснащения подсистем СРК в части функций с дистанционной передачей информации составляет информационно-измерительная система радиационного контроля (ИИСРК).

Кроме ИИСРК в СРК входят:

- установки для контроля загрязненности кожных покровов и СИЗ персонала в санпропускниках;
- система контроля аэрозольных выбросов;
- приборы контроля загрязненности рук;
- автоматизированная система ИДК (АС ИДК);
- стационарные и переносные приборы объектовой лаборатории радиационного контроля;
- аппаратура настройки и ремонта;
- аппаратура градуировки, включая образцовые источники.

В состав ИИСРК входят:

- блоки детектирования мощности дозы гамма и нейтронного излучения;
- установки контроля объемной активности альфа, бета-аэрозолей;
- устройства детектирования объемной активности жидкости;
- местные светозвуковые сигнализаторы;
- рабочие станции операторов СРК.

ИИСРК обеспечивает:

- измерение величины контролируемых параметров;
- обработку сигналов;
- передачу сигналов о контролируемых параметрах на центральный щит управления и контроля СРК (ЩУ СРК);
- выдачу предупредительных и аварийных сигналов превышения значений параметров по месту и на ЩУ СРК;
- документирование и архивирование информации;
- проверку работоспособности устройств и систем СРК.

### **2.2.8 Основные характеристики технических средств системы радиационного контроля**

#### *Стационарные блоки детектирования гамма-излучения*

Стационарные блоки детектирования гамма и нейтронного излучения предназначены для измерения мощности эквивалентной дозы гамма и нейтронного излучения в обслуживаемых и полуобслуживаемых помещениях зоны «строгого режима» ЦХОЯТ в пределах от  $10^{-7}$  до  $10^3$  Зв/ч.

Блоки детектирования гамма и нейтронного излучения в помещениях ЦХОЯТ устанавливаются совместно с устройствами светозвуковой сигнализации для оповещения персонала о необходимости эвакуации персонала с рабочих мест.

Установки контроля объемной активности альфа и бета активных аэрозолей

Установки контроля объемной активности альфа и бета активных аэрозолей представляют собой стационарные или передвижные устройства, предназначенные для

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 114
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

измерения активности альфа и бета-аэрозолей в воздухе обслуживаемых и полуобслуживаемых помещений зоны «строгого режима» в пределах, Бк/м<sup>3</sup> (мкКи/см<sup>3</sup>):

- для бета-излучающих аэрозолей –  $1 \dots 10^6$  ( $2,7 \times 10^{-11} \dots 2,7 \times 10^{-5}$ );
- для альфа-излучающих аэрозолей -  $10^{-2} \dots 10^4$  ( $2,7 \times 10^{-13} \dots 2,7 \times 10^{-7}$ )

Установки оснащены устройствами светозвуковой сигнализации для оповещения персонала о превышении допустимых уровней загрязнения воздуха и встроенными насосными блоками для пробоотбора.

#### *Блоки детектирования объемной активности жидкости*

Блоки детектирования объемной активности жидкости предназначены для контроля за жидкостными сбросами в пределах от  $10^{-10}$  до  $10^{-6}$  Бк/м<sup>3</sup>. Блоки детектирования устанавливаются в контрольные баки бытовой канализации и в бак трапных вод.

Значения контролируемых параметров объемной активности жидкости выводятся на ЩУСРК.

#### *Система контроля аэрозольных выбросов*

Контроль аэрозольных выбросов в венттрубу осуществляется с помощью следующих технических средств:

- изокINETического пробоотборника с насосным блоком;
- радиометрической установки для измерения объемной активности альфа и бета-активных аэрозолей;
- расходомера выбрасываемого в венттрубу воздуха;
- рабочей станции, осуществляющей сбор, обработку данных и выдачу информации на ЩУ СРК.

#### *Радиометры загрязненности поверхностей альфа- и бета-активными веществами кожных покровов и СИЗ*

Радиометры предназначены для измерения загрязненности поверхностей альфа- и бета-активными веществами кожных покровов и СИЗ и сигнализации превышения установленного порогового значения.

Диапазон измерений плотности потока, част./см<sup>2</sup>×мин:

- бета-частиц от 5 до 15000;
- альфа-частиц от 0,1 до 1000.

#### *Радиометры нейтронного и гамма-излучения*

Радиометры нейтронного и гамма-излучения предназначены для обнаружения выноса радиоактивных материалов и за пределы ЦХОЯТ в следующих диапазонах измерения.

- плотности потока гамма-излучения с энергией 660 кэВ от  $0,5$  до  $50 \text{ с}^{-1} \text{ см}^{-2}$
- плотности потока гамма-излучения от  $0,1$  до  $10 \text{ с}^{-1} \text{ см}^{-2}$

Радиометр обеспечивает измерение суммарного потока нейтронного и гамма-излучений во время непрерывного слежения за плотностью потока от естественного радиационного фона в месте установки блоков детектирования и сигнализирует превышении потока над уровнем фона.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 115
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

#### *Система индивидуального дозиметрического контроля*

АС ИДК обеспечивает измерение, считывание и обработку индивидуальных доз гамма-облучения персонала, с помощью электронных прямопоказывающих дозиметров, в пределах:

- мощность дозы - от 0,1 мкЗв/ч до 10 Зв/ч;
- накопленная доза - от 0,001 до 9999 мЗв.

Система состоит из персональных электронных дозиметров, бесконтактных считывателей и рабочей станции дежурного дозиметриста (РСДД).

Рабочая станция включает в себя:

- компьютер, связанный с системой хранения данных на ЩУ СРК;
- принтер.

В систему ИДК СРК также входит оборудование подсистемы ИДК на основе термолюминесцентных (ТЛД) дозиметров, включающее в себя:

- ТЛД дозиметры;
- автоматический считыватель ТЛД дозиметров;
- калибратор ТЛД дозиметров.

#### *Хранение информации СРК*

Вся информация о радиационной обстановке, поступающая на ЩУ СРК, архивируется на специализированном сервере системы СРК.

#### *Лаборатория радиационного контроля*

В ЦХОЯТ организована объектовая лаборатория радиационного контроля, в функции которой входит определение активности и радионуклидного состава жидкостей из баков санпропускника, баков трапных вод и воды наблюдательных скважин методом спектрометрии образцов.

Также определяется, методом спектрометрии аналитических фильтров вентсистем и венттрубы, активность и нуклидный состав выбрасываемого через венттрубу воздуха.

Лаборатория оснащается необходимым парком стационарных и переносных приборов – гамма-спектрометром, дозиметрами-радиометрами и др.

В состав оборудования лаборатории входит также оборудование для взятия проб/мазков, устройства калибровки и проверки оборудования, образцовые гамма-, бета- и альфа-источники.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 116
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### **3 ФИЗИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА И ИТС**

Физическая защита ЦХОЯТ направлена на предупреждение и прекращение акта ядерного терроризма, хищения или любого другого незаконного изъятия отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов.

#### **3.1 Определение целей защиты**

Физическая защита ОТВС на АЭС и в процессе перевозки осуществляется в соответствии с существующими процедурами и мероприятиями по физической защите.

На территории ЦХОЯТ будут выполняться следующие работы:

- работы по приёму железнодорожного состава с транспортными контейнерами HI-STAR с МЦК, в которых находятся сборки с отработавшим ядерным топливом;
- маневровые работы по подаче прибывших платформ с контейнерами в здание приёмки;
- перегрузка МЦК из HI-STAR в контейнеры HI-STORM в здании приёмки;
- транспортировка и установка контейнеров HI-STORM специальным погрузчиком на площадку хранения контейнеров;
- долговременное хранение HI-STORM с ОТВС;
- обращение с РАО.

На ЦХОЯТ не предусматриваются работы непосредственно с ОТВС.

Хищение отработавшего топлива из HI-STORM практически исключено, т.к. барьерами к ОТВС являются ограждающие конструкции контейнера HI-STORM и конструкция МЦК, преодолеть которые невозможно без использования крана, транспортера и специального инструмента для срезания крышек МЦК, что приводит к большому количеству задействованного персонала.

Однако имеется возможность снять вентиляционные решётки на HI-STORM, что позволит забросить в HI-STORM посторонние предметы.

Таким образом, основной угрозой, представляющей опасность для отработавшего ядерного топлива, находящегося на территории ЦХОЯТ, являются диверсионные действия, которые могут привести к радиоактивному загрязнению территории ЦХОЯТ и вокруг него.

Образующиеся в процессе эксплуатации радиоактивные отходы относятся к низкоактивным отходам, т.к. они образуются в процессе санитарно-бытового обслуживания персонала и технического обслуживания систем ЦХОЯТ.

#### **3.2 Принципы мер защиты**

Согласно международной практике, рекомендациям МАГАТЭ (INFCIRC/225/Rev.4 [14]) и Конвенции по физической защите ядерного материала (INFCIRC/274/Rev.1) в соответствии с потенциальной опасностью, отработавшее ядерное топливо, относится ко II категории (обращение и хранение его должно осуществляться в защищенной зоне). Ядерная установка (ЦХОЯТ), согласно Приложению 1 [15], относится ко II категории.

Для данного объекта принимается уровень физической защиты II, который, в соответствии с Приложением 4 [15], предусматривает хранение и обращение с отработавшим топливом в границах защищенной зоны, которая ограждена физическим барьером. На

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 117
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

ЦХОЯТ, как ядерную установку II категории, содержащую ядерный материал II категории, распространяются требования НП 306.8.126-2006 [16].

Однако, учитывая потенциальную опасность совершения акта ядерного терроризма в отношении отработавшего ядерного топлива, с целью ограничения доступа персонала к контейнерам с отработавшим топливом, обращение и хранение его будет осуществляться в особо важных зонах, расположенных в защищенной зоне.

С этой целью предусматривается создание следующих зон ограничения доступа:

- территория промплощадки ЦХОЯТ (защищенная зона);
- площадка хранения контейнеров (особо важная зона);
- здание приёмки (особо важная зона).

Кроме этого, для ограничения доступа к приборам, устройствам и системам, повреждение которых может привести к потере контроля за состоянием ОЯТ, на последующей стадии проектирования будут определены жизненно-важные места.

Для создания условий, которые делали бы невозможными совершение акта ядерного терроризма, хищения или любого другого незаконного изъятия отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов на территории ЦХОЯТ, предусматривается создание системы физической защиты, которая представляет собой совокупность организационно-правовых, оперативно-розыскных и инженерно-технических мероприятий.

Организационно-правовые и оперативно-розыскные мероприятия включают в себя комплекс мер, проводимых органами, осуществляющими управление в сфере физической защиты на всех этапах жизненного цикла ЦХОЯТ и должны разрабатываться в соответствии с действующим законодательством Украины.

В соответствии с «Положениям про визначення характеристик можливого нападу на ядерні установки, ядерні матеріали та використання цих відомостей у фізичному захисті», система физической защиты ЦХОЯТ создается для обеспечения защиты от нападения первого уровня. В соответствии с действующим законодательством Украины охрану и оборону ЦХОЯТ предполагается осуществлять силами Внутренних войск МВД Украины.

Соответствующим постановлением Кабинета Министров Украины должна быть определена штатная численность военнослужащих для охраны и обороны ЦХОЯТ.

Охране подлежат следующие объекты:

- запретная зона периметра ЦХОЯТ;
- железнодорожные платформы с контейнерами HI-STAR;
- здание приёмки;
- площадка хранения HI-STORM 100, содержащих МЦК с ОТВС.

Для размещения воинского подразделения предусматривается строительство здания караула. Автомшины караула (2 шт.) будут размещаться в гараже на территории ЦХОЯТ.

Охрану транспортных контейнеров HI-STAR с МЦК на железнодорожных путях отстоя на время перегрузки предусматривается осуществлять круглосуточно личным составом караула войсковой части.

Реализация физической защиты ЦХОЯТ будет осуществляться поэтапно до начала:

- строительства объекта;
- монтажа оборудования в здании приёмки;
- поступления на объект ОЯТ и ввода ЦХОЯТ в эксплуатацию.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 118
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

На каждом из этапов готовность средств физической защиты будет проверена межведомственной комиссией. Все оборудование СФЗ будет сертифицировано в соответствии с требованиями действующего законодательства.

### **3.3 Инженерно-технические средства физической защиты**

Для инженерно-технического обеспечения достижения целей и решения задач физической защиты предусматривается создание автоматизированного комплекса инженерно-технических средств физической защиты.

В состав комплекса входят:

- инженерные средства;
- комплекс технических средств физической защиты.

Комплекс ИТС ФЗ интегрирует входящие в его состав системы контроля и управления в единую систему, позволяющую решать следующие задачи:

- автоматизацию процессов сбора, обработки, анализа и оценки сигналов, которые поступают от систем, входящих в комплекс;
- выработку управляющих сигналов и выдачу команд управления на исполнительные органы;
- накопление, систематизацию, отображение и документирование информации с целью обеспечения эффективного функционирования охранных систем, повышения их быстродействия, достоверности, надежности, удобства в эксплуатации и обслуживании;
- обеспечение установленного режима доступа персонала ЦХОЯТ;
- затруднение действий нарушителей при попытках несанкционированного доступа в охраняемые зоны, здания, сооружения, помещения;
- выдача сигналов на пункт управления физической защиты о попытках и фактах совершения несанкционированных действий;
- определение на периметре защищенной зоны направления движения нарушителя (на объект, с объекта), времени и места несанкционированного доступа;
- дистанционное наблюдение за периметрами охраняемых зон, охраняемыми зданиями, помещениями, сооружениями и оценки обстановки;
- защиту от несанкционированного доступа в составляющие комплекса с регистрацией таких попыток.

Инженерные средства физической защиты включают в себя:

- физические барьеры;
- инженерное оборудование запретной зоны периметра ЦХОЯТ и периметра площадки контейнеров;
- инженерное оборудование контрольно-пропускных пунктов.

Комплекс технических средств физической защиты имеет иерархическую структуру и состоит из следующих интегрированных компьютеризированных систем:

- системы контроля доступа;
- системы обнаружения вторжения;
- системы телевизионного наблюдения.

Кроме этого в состав комплекса входит система связи, оповещения и тревожной сигнализации.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 119
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Для создания необходимых условий для работы комплекса ИТС ФЗ в целом предназначены системы обеспечения, к которым относятся:

- система электроснабжения;
- система охранного освещения.

Управление автоматизированным комплексом производится с пульта управления физической защиты.

### **3.3.1 Система контроля доступа**

Система предназначена для контроля доступа персонала в зоны ограничения доступа и жизненно важные места ЦХОЯТ. Она включает в себя оборудование и процедуры, используемые для подтверждения права персонала на проход в соответствии с установленными критериями доступа.

Система контроля доступа включает в себя:

- средства контроля доступа на границе зон ограничения доступа;
- средства контроля доступа в жизненно важные места;
- бюро оформления пропусков.

Для исключения выноса радиоактивных отходов с территории ЦХОЯТ предусматривается установка оборудования радиационного контроля на КПП на границе зоны строгого режима в здании приёмки.

### **3.3.2 Система обнаружения вторжения**

Система обнаружения вторжения включает в себя комплекс датчиков, микропроцессоров, электронных приборов, установленных на периметре защищаемых зон и помещений, линий связи для передачи сигнала от датчиков на пульт управления физической защиты а также средства оценки полученного сигнала.

Система обнаружения вторжения будет обеспечивать:

- формирование и выдачу сигналов оператору ПУ ФЗ обо всех срабатываниях датчиков;
- документирование (ведение протокола событий) постановки/снятия на/с охрану/охраны блок-участков периметров, охраняемых помещений и выдачу сигнала тревоги при нарушении шлейфов сигнализации.
- ведение архива всех событий, происходящих в системе;
- контроль работоспособности средств обнаружения, линий связи, несанкционированного отключения средств обнаружения.

### **3.3.3 Система телевизионного наблюдения**

Система телевизионного наблюдения предназначена для ведения дистанционного контроля за ситуацией в зонах ограничения доступа ЦХОЯТ, КПП, пунктах контроля доступа персонала в здание приёмки и за аварийными выходами, а также для архивации видеоинформации в конкретные промежутки времени.

В состав системы телевизионного наблюдения входят:

- камеры телевизионные черно-белого изображения, наружной или внутренней установки, фиксированные;

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 120
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

- телевизионное оборудование ПУ ФЗ (видеомониторы, мультиплексоры, видеоманитофоны, матричный коммутатор и пункты цифровой системы управления теленаблюдением, устройства передачи, приема и обработки видеосигналов и пр.).

### **3.3.4 Система связи, оповещения и тревожной сигнализации**

Система предназначена для организации надежной связи и оповещения центрального пульта управления с КПП, постами охраны, тревожными группами и с караулом.

В состав системы связи, оповещения и тревожной сигнализации входят:

- устройства двусторонней громкоговорящей связи (переговорные устройства в защищенном исполнении);
- трансляционные усилители оповещения;
- стационарные, мобильные и портативные радиостанции;
- средства тревожной сигнализации.

### **3.3.5 Система электроснабжения**

По степени надежности электроснабжения оборудование системы контроля доступом, системы обнаружения вторжения, системы телевизионного наблюдения, системы связи, оповещения и тревожной сигнализации, охранного освещения, а также оборудование ПУ относится к электроприемникам особой группы первой категории по ПУЭ [17].

В качестве третьего независимого источника питания будет использоваться дизель-генераторная резервная электростанция.

### **3.3.6 Система охранного освещения**

Охранное освещение предусматривается для освещения запретной зоны периметра ЦХОЯТ, на всех КПП, а также в местах, которые контролируются с помощью камер системы теленаблюдения.

### **3.3.7 Инженерно-технические средства запретной зоны, площадки модулей и КПП**

Запретная зона периметра промплощадки ХОЯТ представляет собой спланированную территорию с асфальтовым покрытием, свободную от строений и сооружений, не относящихся к системе ФЗ.

Внешнее ограждение её представляет собой ограду из железобетонных конструкций сплошного заполнения высотой 2,5 метра.

Внутреннее ограждение - сетчатая ограда, высотой не менее 1,6 м.

Внутри запретной зоны между внешним и внутренним ограждением для задержки проникновения нарушителя устанавливается инженерное средство из режущей ленты типа «Егоза».

Запретная зона промплощадки ХОЯТ оборудуется двумя системами охранной сигнализации разного принципа действия:

В запретной зоне на отдельно стоящих опорах размещаются телекамеры системы теленаблюдения и охранного освещения.

В запретной зоне также размещаются кабельные лотки для прокладки кабелей систем ТС ФЗ.

Для пропуска персонала и автомобильного транспорта на территорию ХОЯТ предусматривается сооружение контрольно-пропускного пункта с постоянным пребыванием персонала охраны.



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 121
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Для пропуска железнодорожного транспорта на территорию ХОЯТ предусматривается сооружение КПП, которое будет функционировать во время проезда подвижного состава.

В запретной зоне в районе КПП предусматривается сооружение защитно-оборонительных сооружений для часовых.

Площадка модулей со стороны железнодорожных путей, южной и северной сторон оборудуется ограждением из сетчатых конструкций, периметровыми средствами сигнализации, телекамерами для оценки обстановки в этой зоне в режиме реального времени и охранным освещением. По мере строительства новых модулей граница площадки с северной стороны будет передвигаться.

С южной стороны на автодорожном въезде транспортера в эту зону устанавливаются ворота с сигнализацией их положения. Открытие этих ворот и пропуск транспортера будут производиться в присутствии персонала

### **3.3.8 Пульт управления физической защиты**

Пульт управления физической защиты (ПУ ФЗ) предназначен для оперативного управления системами контроля доступа, обнаружения вторжения и телевизионного наблюдения. Пульт управления физической защиты размещается в здании караула.

ПУ ФЗ оснащен двумя рабочими местами для операторов. Рабочие места оснащены полнофункциональными клавиатурами и мониторами. Также имеется рабочее место системного администратора.

Детально автоматизированный комплекс ИТС ФЗ будет разработан на стадии «проект» и будет соответствовать требованиям украинских нормативных документов и требованиям Приложения 10 к Технической спецификации.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 122
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

## **4 ОСНОВНЫЕ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ**

### **4.1 Основные архитектурные решения**

#### **4.1.1 Здание приемки**

Здание приемки представляет собой блок помещений основного технологического процесса, вспомогательных и офисных помещений.

Размеры здания в плане 39,0×42,0 м, высота основного технологического объема (транспортно-технологического коридора) до уровня головки подкранового пути 13,66 м, до низа кровельного покрытия – 19,55 м.

Здание приемки выполняется в монолитных железобетонных конструкциях.

Степень огнестойкости здания – I, категория по взрывопожарной и пожарной опасности – Д в соответствии с документами [18, 19, 76].

К основному технологическому объему вдоль оси Б пристраивается четырехэтажный блок вспомогательных и офисных помещений.

На отметке 0,000 этого блока располагаются как помещения зоны свободного режима – электрощитовая, компрессорная, тепловый пункт и приточный вентцентр, так и помещения зоны строгого режима – «грязные» мастерские, лаборатория, помещение контрольных баков душевых. Имеется также грузовой лифт грузоподъемностью 2000 кг для обслуживания блока помещений приточного вентцентра на отм. 11,100 м.

Кроме того, на отметке 0,000 находится блок помещений саншлюза.

На отметках 4,200 м и 7,800 м размещаются только помещения зоны свободного режима – бытовые и административные помещения, ЦЩУ и др.

На отметке 11,100 м расположены помещения зоны свободного режима – приточный вентцентр, помещение баков запаса воды и помещения зоны «строгого» режима – вытяжной вентцентр.

Обслуживание персонала зоны свободного режима происходит в бытовых помещениях на отметке 4,200 м. В этих помещениях предполагается разместить гардеробные и душевые. Обслуживание персонала зоны строгого режима происходит в блоке помещений санпропускника на отметке 4,200 м.

В состав блока входят гардеробные чистой и грязной спецодежды, кладовые, душевые, посты РК. Персонал, работающий в транспортно-технологическом коридоре, проходит дополнительное обслуживание в саншлюзе на отметке 0,000.

Вертикальная связь между этажами осуществляется по лестнице, расположенной в зоне свободного режима (оси 1-2/Б-В) и лестнице, расположенной в зоне строгого режима (оси 7-8/В-Г). Эта лестница используется также в качестве аварийной для эвакуации персонала с отметки 11,100 м. Обе лестницы размещены в закрытых лестничных клетках.

Покрытие здания совмещенное, водосток внутренний, кровля плоская с рулонным кровельным ковром.

В целях энергосбережения предполагается утепление фасадных поверхностей здания с последующей облицовкой металлическим профилированным листом.

Для отделки помещений зоны свободного режима предполагается применение отделочных материалов с высокими декоративными и эстетическими параметрами.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 123
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

В помещениях зоны «строгого» режима отделочные материалы, кроме вышеперечисленных свойств, обладают свойствами легко поддаваться дезактивации и слабо сорбировать радиоактивные вещества.

Полы в помещениях зоны строгого режима предполагаются наливными из композиции типа МАКРО-АСТ, в зоне свободного режима – из линолеума, керамической плитки, мозаичного состава.

#### **4.1.2 Здание техобслуживания со складом МЦК**

Здание размерами в плане 21,0х57,7 м состоит из трех блоков:

- двухэтажный блок со стенами из железобетонных панелей по железобетонному каркасу, размерами в плане 21,0х12 м, высотой 7,8 м. В блоке размещены электротехническая и механическая мастерские, лаборатория бетона, офисные и бытовые помещения. Кровля плоская с внутренним водоотводом, кровельный ковер – рулонный. Степень огнестойкости - II, категория по взрывопожарной и пожарной опасности – Д;
- одноэтажный блок размерами в плане 21,0х33,0 м с однопролетным металлическим каркасом и наружными ограждающими конструкциями из утепленных металлических панелей. В этой части здания размещены склады новых контейнеров HI-STORM и новых МЦК. Кровля двухскатная с наружным водоотводом. Степень огнестойкости - IIIа, категория по взрывопожарной и пожарной опасности – Д;
- пристройка-навес из металлоконструкций с сетчатым ограждением, размерами в плане 12,0х21,0 м. Под навесом размещается участок заливки бетоном и хранения контейнеров HI-STORM.

#### **4.1.3 Административный корпус**

Административный корпус представляет собой пятиэтажное кирпичное здание с подвалом, пятый этаж – технический. Размеры здания в плане 42,0х15,0 м, высота по парапету 18,0 м, отметка низа плит покрытия - 16,300 м.

Степень огнестойкости здания – II, категория по взрывопожарной и пожарной опасности – Д [18, 19].

На первом этаже здания размещены: столовая на 100 мест; медпункт; помещения связи; электрощитовая; теплопункт.

На втором, третьем, четвертом этажах размещены следующие службы ЦХОЯТ: администрация; офисные помещения; зал заседаний; центр обучения персонала; служба связи с общественностью; службы инспекции ГКЯР; архив.

На техническом этаже находится вентиляционный центр, в подвале размещен комплекс помещений гражданской обороны (убежище).

Для вертикальной связи между этажами и эвакуации персонала в здании рассредоточенно размещены две закрытые лестничные клетки с железобетонными маршами и площадками. Из одной лестничной клетки предусмотрен выход непосредственно наружу, из второй – через вестибюль.

Кровля плоская, с внутренним водостоком и рулонным кровельным ковром.

Отделка помещений, покрытие полов, конструкция подвесных потолков предусмотрены из улучшенных современных отделочных материалов.

##### **4.1.3.1 Помещения гражданской обороны (убежище)**

Защитные сооружения гражданской обороны предназначены для защиты в мирное время персонала, укрывающегося от последствий аварий, катастроф и стихийных

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 124
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

бедствий, угрожающих массовым поражением людей. А также в военное время от современного оружия массового поражения. Для этой цели на территории предусмотрено убежище.

Основные технико-экономические показатели убежища:

- вместимость, чел..... 100;
- класс убежища ..... AIV;
- степень ослабления проникающей радиации (A)..... 1000;
- ударная волна ( $\Delta P$ ), кгс/см<sup>2</sup>..... 1;
- радиус сбора людей, менее, м ..... 500;
- время непрерывного пребывания, суток ..... 2;
- режимность(режима вентиляции) ..... 2.

Убежище для укрытия персонала «хранилища» расположено в подвальной части административного корпуса. Размер в плане 24,0х21,0 м, высота помещений – 3,0 м. Степень огнестойкости убежища – II, категория по взрывопожарной и пожарной опасности – Д [18, 19].

Наружные ограждающие конструкции убежища предусмотрены из монолитных железобетонных конструкций, внутренние стены и перегородки – из монолитного железобетона и кирпича марки 100 с армированием.

Из убежища предусмотрены два выхода на поверхность земли на расстоянии от здания, равно высоте административного корпуса (18,0 м)

В убежище размещены основные и вспомогательные помещения:

- помещение для укрываемых;
- медпункт;
- фильтровентиляционное помещение с форкамерой;
- помещение регенеративной установки;
- машзал ДЭС;
- узел охлаждения;
- электрощитовая;
- пневмощитовая;
- баллонная;
- расширительные камеры;
- гравийные охладители;
- помещение для хранения продовольствия (помещение для хранения металлических каркасов нар);
- мужская уборная;
- женская уборная;
- тамбуры и предтамбуры входов.

Отделка основных и вспомогательных помещений – затирка и окраска потолка и стен, что соответствует требованиям к отделке сооружений гражданской обороны.

#### **4.1.4 Здание электротехнических устройств**

Здание электротехнических устройств является одноэтажным зданием с кирпичными стенами по железобетонному каркасу. Размеры в плане 9,0х3,0 м, высота - 4,8 м до низа конструкций покрытия.

В здании размещаются основной и резервный трансформаторы, ДЭС.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 125
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Покрытие – из сборных железобетонных плит по односкатным балкам.

Водосток - наружный, кровля - рулонная.

Степень огнестойкости здания - II, категория по взрывопожарной и пожарной опасности – Д [18, 19].

#### **4.1.5 Гараж для транспортера**

Гараж для транспортера является одноэтажным кирпичным зданием с размерами в плане 24,0х12,0 м, высотой 9,0 м до низа плиты покрытия. Кровля скатная с внутренним водоотводом, кровельный ковер рулонный.

Здание предназначено для отстоя и ремонта транспортера.

Степень огнестойкости здания II, категория по взрывопожарной и пожарной опасности В [18, 19].

#### **4.1.6 Гараж на четыре автомашины**

Гараж на четыре автомашины представляет собой одноэтажное здание с размерами в плане 30,0х18,0 м, высотой до низа плит покрытия 4,5 м.

Наружные ограждающие конструкции - кирпичные стены и сборные железобетонные плиты покрытия. Кровля плоская с внутренним водоотводом, кровельный ковер рулонный.

Здание предназначено для обслуживания автомобилей, принадлежащих ЦХОЯТ:

- автокран;
- передвижная люлька;
- машина для караула;
- снегоуборочная машина.

Степень огнестойкости здания - II, категория по взрывопожарной и пожарной опасности – В [18, 19].

#### **4.1.7 Насосная станция противопожарного водоснабжения**

Насосная станция противопожарного водоснабжения представляет собой одноэтажное кирпичное здание с размером в плане 6,0х6,0 м, высотой до низа перекрытия 3,0 м.

Кровля - скатная с наружным водоотводом, кровельный ковер – рулонный.

В здании размещены насосы противопожарного водоснабжения площадки ЦХОЯТ.

Степень огнестойкости здания - II, категория по взрывопожарной и пожарной опасности – Д [18, 19].

#### **4.1.8 Здание караула**

Здание караула двухэтажное с размерами в плане 12,0х36,0 м, высотой 7,2 м, с кирпичными стенами и железобетонными перекрытием и покрытием.

В здании размещаются пункт управления физической защиты ЦХОЯТ, оружейная, помещения для персонала службы физической защиты.

Для вертикальной связи между этажами и эвакуации персонала предусмотрены две закрытые лестничные клетки с железобетонными маршами и площадками.

Кровля плоская, водосток наружный. Кровельный ковер – рулонный.

Степень огнестойкости здания II, категория по взрывопожарной и пожарной опасности – Д [18, 19].

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 126
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

#### **4.1.9 Контрольно-пропускной пункт КПП-1**

Контрольно-пропускной пункт КПП-1 представляет собой одноэтажное здание с размерами в плане 12,0х24,0 м, высотой до низа плит покрытия 3,0 м.

Ограждающие конструкции - стеновые панели ячеистого бетона по железобетонному каркасу и железобетонные плиты покрытия по металлическим балкам.

Здание предназначено для пропуска персонала и автотранспорта. В здании размещены следующие помещения:

- бюро пропусков;
- помещения для персонала.

Предусматривается установка турникетов с контролем наличия радиоактивных материалов.

Кровля плоская с внутренним водоотводом, кровельный ковер - рулонный.

Степень огнестойкости здания - II, категория по взрывопожарной и пожарной опасности – Д [18, 19].

#### **4.1.10 Контрольно-пропускной пункт КПП-2**

Контрольно – пропускной пункт КПП-2 представляет собой кирпичное здание с размерами в плане 6,0х8,0 м, высота до низа покрытия 3,30 м.

В составе помещений предусматриваются контрольно-пропускной зал, комната дежурного и комната личного досмотра.

Покрытие совмещенное, кровля плоская рулонная, водосток наружный.

Отделка помещений предусмотрена водоземлюсионными составами, полы мозаичные и линолеумные.

### **4.2 Основные строительные решения**

В настоящем подразделе приведено описание строительных конструкций каждого сооружения ЦХОЯТ с указанием его конкретной функции и применяемых к нему основ проектирования.

#### **4.2.1 Проектные критерии**

##### Проектный срок службы

Проектный срок эксплуатации сооружений ЦХОЯТ составит, лет:

- здание приемки ..... 100;
- площадка хранения контейнеров ..... 100.

В соответствии со сроком службы, конструкции и материалы элементов сооружений будут рассчитаны для условий нормальной эксплуатации и отклонений от нормальной эксплуатации. Для здания приемки и площадки хранения контейнеров будут использованы строительные материалы (бетон, сталь и т.д.) с высокими показателями прочности и долговечности, которые сохраняют требуемые свойства в течении 100 лет.

##### Условия нагружения

Здания и сооружения ЦХОЯТ проектируются с учетом нагрузок и воздействий принимаемые согласно украинских нормативных требований [7, 20] и согласно классификации по [5, 7].

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 127
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Здания и сооружения в соответствии с выполняемыми функциями классифицируются по ответственности за ядерную и радиационную безопасность. Классификация в соответствии с требованиями [5, 7] представлена в Таблица 4.2.1

Таблица 4.2.1 – **Классификация зданий и сооружений**

Поз. на ген- плане	Здание/сооружение/часть здания	Категория по ПиН АЭ-5. 6[7]	Категория сейсмостойкости по ПНАЭ Г-5-006-87 [5]
1	Здание приемки	I	I
2	Площадка хранения контейнеров	I	I
3	Здание технического обслуживания со складом МЦК	III	III
4	Административный корпус	III	III
5	Здание электротехнических устройств	III	III
7	Гараж для транспортера	III	III
8	Гараж на 4 автомашины	III	III
9	Здание обслуживания вагонов	III	III
10	Автозаправочный пункт		
18.1	Насосная станция противопожарного водоснабжения	III	III
18.2	Резервуары противопожарного запаса воды	III	III
20	Канализационная насосная станция	III	III
21	Аккумулирующие емкости дождевых сточных вод	III	III
29.1	Здание караула	III	III
29.2	КПП 1		
29.3	КПП 2		

#### 4.2.2 Внешние исходные события

##### Сейсмические воздействия

Сейсмический риск для данной площадки в основном связан с влиянием сейсмических регионов Румынских Карпат (Горы Вранча) и местными землетрясениями Украинской Платформы. Утвержденная в нормативных документах Украины [21] сейсмичность Чернобыльской площадки соответствует:

- проектное землетрясение (ПЗ) 5 баллов по шкале MSK-64;
- максимальное расчетное землетрясение (МРЗ) 6 баллов по шкале MSK-64.

МРЗ соответствует частоте повторяемости один раз в 10 000 лет. ПЗ соответствуют частоте повторяемости один раз в сто лет.

##### Ветровые нагрузки

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 128
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Согласно требованиям [7, 20] для ЦХОЯТ будут использованы следующие ветровые нагрузки:

нормативное значение ветрового давления	0,3 (30) кПа (кг/м <sup>2</sup> ) для II ветрового района;
расчетная нагрузка	0,42 (42) кПа (кг/м <sup>2</sup> ) - определяется умножением нормативного значения на коэффициент надежности 1,4;
экстремальная (расчетная) нагрузка	0,75 (75) кПа (кг/м <sup>2</sup> ) - определяется умножением нормативного значения на коэффициент перегрузки (надежности) по ПИН АЭ-5.6, равный 2,5.

#### Снеговые нагрузки

Согласно требованиям [7, 20], а, также принимая во внимание исторические климатологические данные, на основании частоты повторения раз в 10 000 лет принята следующая снеговая нагрузка:

нормативное значение веса снегового покрова	- 0,7 (70) кПа (кгс/м <sup>2</sup> ) – для II снегового района;
расчетная нагрузка	- 1,0 (100) кПа (кгс/м <sup>2</sup> ) - определяется умножением нормативного значения на коэффициент надежности 1,4;
экстремальная (расчетная) нагрузка	- 1,4 (140) кПа (кгс/м <sup>2</sup> ) - определяется умножением нормативного значения на коэффициент перегрузки (надежности) по ПИН АЭ-5.6, равный 2.

Экстремальное (расчетное значение было уточнено по результатам статистической обработки данных метеонаблюдений, получено значение 2,1 (210) кПа (кгс/м<sup>2</sup>).

#### Гололед

По гололедным нагрузкам район строительства находится во II районе гололедности, для которого толщина стенки гололеда повторяемостью 1 раз в 5 лет для высоты 10 м равна 5 мм, высоты 200 м - 35 мм, высоты 400 м - 60 мм.

#### Смерч

В соответствии с документом «Основные нормативные требования и расчетные характеристики смерчей на площадке ЧАЭС» [22] характеристики смерча следующие:

- расчетный класс смерча ..... 3;
- годовая вероятность в 30-км зоне .....  $1,0 \times 10^{-6}$ ;
- скорость ротационного движения стенки смерча, м/с ..... 81;
- скорость поступательного движения смерча, м/с ..... 20,3;
- длина пути, км ..... 28,6;
- ширина пути, м ..... 290;
- дифференциальное давление между периферией и центром воронки, ГПа ..... 81.

#### Температура воздуха

Согласно [20], приняты следующие значения температуры воздуха:

- нормативное значение температуры, °С:  
- минимум ..... минус 20;



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 129
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

- максимум ..... 26;
- расчетное значение температуры, °С :
  - минимум ..... минус 22;
  - максимум ..... 29°С;
- коэффициент надежности по нагрузке ..... 1,1.

Для вычислений экстремального значения температуры нормы [7], не содержит указаний, но указывают, что оно должно быть определено при повторяемости один раз в 10 000 лет.

Консервативно-экстремальное значение температуры принято, °С:

- минимальное ..... минус 43;
- максимальное ..... 45.

#### Воздействие молнии

Для ЦХОЯТ предусмотрена система молниезащиты в соответствии с ПУЭ и «Инструкцией по устройству молниезащиты зданий и сооружений [23] с определением необходимых характеристик системы.

#### Подтопление и затопление

Отметка планировки площадки 138,500 м. Грунтовые воды зафиксированы на различных глубинах от поверхности: от 15,0 м до 21,0 м (соответственно абсолютные отметки составляют 123,300 – 124,100 м). Уклон зеркала грунтовых вод в северо-восточном направлении (в сторону р. Припяти). Высота расположения планировки площадки над максимальным уровнем воды в р. Припять – 26,7 м.

Основной источник питания водоносного горизонта – атмосферные осадки. Режим связан с метеорологическими факторами, амплитуда колебаний уровней грунтовых вод до 1,5 м.

Исходя из планировочной отметки и колебаний уровня грунтовых вод в районе площадки ЦХОЯТ, предполагается, что не требуются специальные мероприятия, компенсирующие подтопление дождевыми осадками и аварийными утечками из водонесущих коммуникаций.

#### Осадки

Годовая сумма осадков 604 мм, из них на холодный период приходится 211 мм, на теплый – 393 мм. Зафиксированный суточный максимум осадков – 95 мм.

#### Взрыв

Ближайшие промышленные объекты различного назначения, находящиеся в эксплуатации, расположены на расстоянии более 10 км от площадки и последствия их потенциальных аварий не могут повлиять на безопасность ЦХОЯТ и наоборот.

По автодорогам внутри зоны могут перевозиться горюче - опасные нефтепродукты, однако воздействия на ЦХОЯТ от взрыва, связанного с аварией на транспорте, рассмотрена в ОВОС.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 130
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

#### 4.2.3 Нагрузки и их сочетания

##### 4.2.3.1 Нормальные эксплуатационные нагрузки

Величины нагрузок при нормальной эксплуатации сооружения приведены в Таблица 4.2.2

Таблица 4.2.2 – Нагрузки при нормальной эксплуатации ЦХОЯТ

Наименование нагрузки	Величина нагрузки	Коэффициент перегрузки (надежности)	Коэффициент динамичности	Примечания
1 Собственный вес*		1,1 (0,9)	-	
2 Технологические нагрузки, в том числе:** - нагрузки от кранового оборудования - монтажные нагрузки			-	
3 Снеговая нагрузка, кгс/м <sup>2</sup>	70	1,4	-	
4 Ветровая нагрузка, кгс/м <sup>2</sup>	70	1,4	-	
* - на основании проектной документации. ** - согласно установленному оборудованию, в соответствии с технологическим заданием.				

##### 4.2.3.2 Экстремальные (расчетные) нагрузки

Величины расчетных экстремальных нагрузок для конструкций I категории и расчетные нагрузки для конструкций II категории приведены в Таблица 4.2.3.

Таблица 4.2.3 – Расчетные экстремальные нагрузки

Вид нагрузки	Расчетное значение нагрузки в зависимости от категории конструкций	
	I	II
1 Снег, кгс/м <sup>2</sup>	210	100*
2 Ветер, кгс/м <sup>2</sup>	75	42*
3 Климатическая температура, °C		
• зимой	минус 45	минус 22*
• летом	45	29*
4 Смерч класса	3,0	-
• скорость ветра, м/сек	81	-
• давление ветра, кгс/м <sup>2</sup>	150	-
• перепад давления, кгс/м <sup>2</sup>	800	-
5 Сейсмика, баллы	6	5,0**
* - расчетные нагрузки, по [20] ** - нагрузки в соответствии с [5]		

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 131
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Конструкции I категории рассчитываются на экстремальные нагрузки с повторяемостью один раз в 10 000 лет.

Конструкции II категории рассчитываются на сейсмические воздействия с повторяемостью один раз в 100 лет и остальные – на нагрузки по общепромышленным строительным нормам проектирования.

#### **4.2.3.3 Сочетания нагрузок на конструкции**

Сочетания нагрузок на конструкции приведены в Таблица 4.2.4

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 132
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Таблица 4.2.4 - Предварительные сочетания нагрузок на конструкции и основания

Наименование Сочетания		№ сочетания	Постоянные нагрузки	Временные нагрузки							Примечания		
				Длительные	Кратковременные	Особые							
						Снег Экстремаль- ный	Ветер Экстремаль- ный	Крайние значения темпера- тур	Смерч	Сейсми- ка S <sub>мрз</sub>		Воздушная ударная волна	
Основное		1	+	1 длит	-	-	-	-	-	-	п.1 п.3		
		2	+	-	1 кр вр	-	-	-	-	-			
		3	+	0,95(Σ длит)	0,9(Σкр вр)	-	-	-	-	-			
Особое	Сейсмика	1	0,9 пост	0,8Σдлит(кроме снега)	0,5(снег+монт)	-	-	-	-	+	-	п.2	
	Экстремальный снег	1	+	0,95(Σ технол)	-	+	-	-	-	-	-	п.1	
		2	+	-	0,8 Σ кр вр (кроме снега)	+	-	-	-	-	-		
		3	+	0,95(Σ технол.)	0,8 Σ кр вр (кроме снега)	+	-	-	-	-	-		
	Экстремальная температура	1	+	0,95(Σ длит)	-	-	-	+	-	-	-		
		2	+		0,8 Σ кр вр	-	-		+	-	-		-
		3	+	0,95(Σ длит)	0,8Σ кр вр	-	-		+	-	-		-
	Экстремальный ветер	1	+	0,95(Σ длит)	-	-	+	-	-	-	-	п.1	
		2	+	-	0,8 Σ кр вр (кроме ветра)	-	+	-	-	-	-		-
		3	+	0,95(Σ длит)	0,8 Σ кр вр (кроме ветра)	-	+	-	-	-	-		-
	Смерч	1	0,9 пост	-	-	-	-	-	+	-	-		
		2	0,9 пост	0,95(Σ длит)	-	-	-	-	+	-	-		-
		3	0,9 пост	-	0,8 Σ кр вр (кроме ветра)	-	-	-	+	-	-		-
	Воздушная ударная волна	1	+	0,95(Σ длит)	-	-	-	-	-	-	+	п.1	
		2	+	-	0,8 Σ кр вр	-	-	-	-	-	+		+
3		+	0,95(Σ длит)	0,8 Σ кр вр	-	-	-	-	-	-	+		

Примечания:

- 1 Снеговая нагрузка учитывается с коэффициентом  $K=0,3$  при учете длительной нагрузки или,  $K=1,0$  при учете кратковременной нагрузки.
- 2 При расчете особого сочетания нагрузок на сейсмику величина снеговой нагрузки принимается по [20].
- 3 При учете крановой нагрузки, как временной длительной учитываются нагрузки от крана с коэффициентом 0,5, согласно [20] п.7 и в ходе разработки проекта ЦХОЯТ будут рассмотрены наиболее неблагоприятные физически возможные положения крана.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 133
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

#### **4.2.4 Здание приемки**

Здание приёмки (поз.1 по генплану) структурно состоит из двух конструктивных блоков:

- центральный блок;
- вспомогательный многоэтажный блок (пом.117).

Размеры здания в плане 39,00×42,00 м, высота основного технического объёма (транспортно-технического коридора) - 20,5 м, вспомогательного – 16,2 м.

Здание приёмки выполняется в монолитных железобетонных конструкциях.

Проектный срок службы здания приёмки – 100 лет.

##### Нагрузки на здание.

Здание приёмки рассчитывается на нормальные эксплуатационные и экстремальные (расчётные) нагрузки. Сочетание нагрузок принимается по таблице 4.4.

##### **4.2.4.1 Описание конструкций**

###### Центральный блок

Центральный блок представляет собой транспортно-технологический коридор, оборудованный мостовым электрическим краном грузоподъёмностью 140/25 т и железнодорожным въездом.

Центральная часть представляет собой монолитное железобетонное сооружение с габаритами 42×24 м в осях А-Б, 1-8 высотой 19,5 м до низа кровельного покрытия.

Фундамент центрального блока (Рисунок 4.2.1), который включает большие нагрузки от опор мостового крана и железнодорожного въезда, будет представлять собой сплошную монолитную железобетонную плиту толщиной 1,5 м, что позволит ограничить влияние начальной осадки фундамента в ходе эксплуатации установки. Для фундамента будет выполнен расчёт стабильности конструкций при действии наиболее неблагоприятных комбинаций нагрузок, включая сейсмическую нагрузку с учётом данных информации о несущей способности грунта с точки зрения безопасности, как для статических, так и для динамических условий нагрузки. Наибольшая часть нагрузки на фундамент будет представлена статической и наибольшая осадка произойдёт в ходе строительства.

Колонны монолитные переменного сечения:

- подкрановая часть - 1500×1000 мм;
- надкрановая часть - 600×600 мм.

Покрытие представляет собой монолитную железобетонную конструкцию плиты толщиной 300 мм по монолитным железобетонным балкам, которые опираются на колонны.

Мостовой кран грузоподъёмностью 140/25 т опирается на сборно-монолитные подкрановые балки, опирающиеся подкрановую часть на отметке 13,600 м.

Подкрановые балки будут снабжены замоноличенными металлическими опорами. По подкрановым балкам на закладные детали крепятся рельсы крана.

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 134
Основные технические решения		Обозначение: 57-204.201.002.ОЭ 01.03 Ред. 03

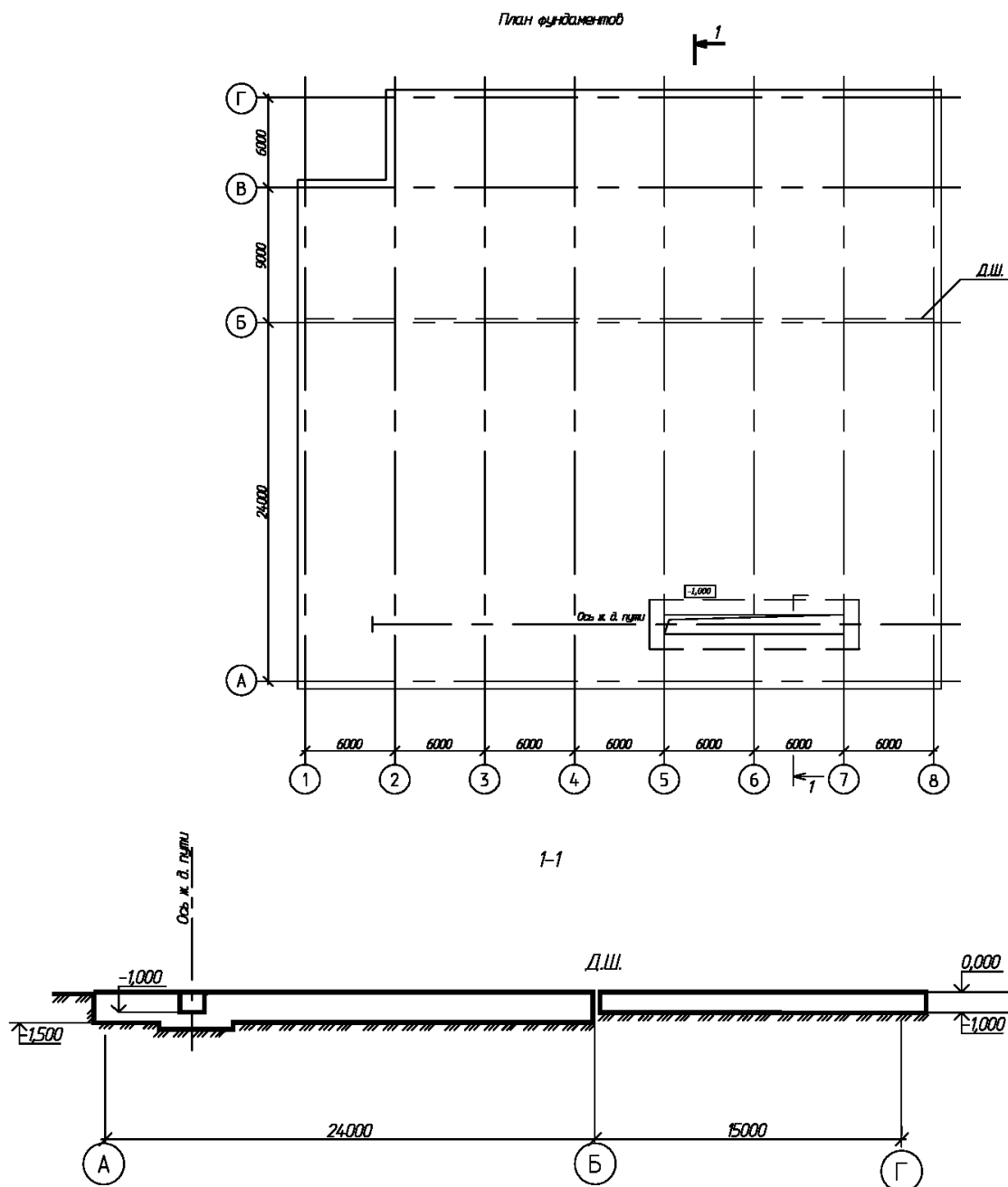


Рисунок 4.2.1 – Фундамент центрального блока

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 135
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Стены монолитные железобетонные толщиной 300 мм.

Дополнительные требования по биологической защите к стенам центрального блока не предъявляются.

#### Вспомогательный многоэтажный блок

Вспомогательный многоэтажный блок представляет собой монолитное железобетонное четырёхэтажное сооружение с габаритами 42×15 м с высотой этажей: первый этаж – 4,2 м, второй – 3,6 м, третий – 3,3 м, четвёртый этаж – 5,1 м.

Стены монолитные железобетонные толщиной 300 мм, с пилястрами 200×400 мм с шагом ≈6,0 м, являются несущими конструкциями, монолитные перекрытия балочные с толщиной плиты 300 мм, пролётами 3, 4, 5, 6 м опираются на стены и монолитные пилястры.

Фундаментом для вспомогательного блока служит монолитная железобетонная плита толщиной 1,0 м, снабженная необходимыми соединениями, изолирующими его от фундаментной плиты центрального блока. Это обеспечит возможность прохождения осадки во время строительства и позволит избежать избыточного напряжения от фундамента расположенного рядом.

По углам расположены шахты лестничных клеток и лифта.

Перегородки монолитные толщиной 100 мм.

#### **4.2.4.2 Мероприятия по защите от коррозии**

Защиту строительных конструкций следует осуществлять, в соответствии с [24], применением коррозионно-стойких для данной среды материалов и выполнением конструктивных требований (первичная защита), нанесением на поверхности конструкций металлических, оксидных, лакокрасочных, металлизационно-лакокрасочных и мастичных покрытий, смазок, пленочных, облицовочных и других материалов (вторичная защита), а также применением электрохимических способов.

При эксплуатации бетон должен противостоять агрессивным средам в окружающей среде, а также обеспечить защиту для армирования.

Климатические условия таковы, что должно также приниматься во внимание воздействие замерзания-оттаивания. Это обычно достигается применением низкого водоцементного отношения. Повреждение под действием замерзания-оттаивания наиболее сильное, когда бетон насыщен водой, и этот риск может быть снижен путем проектирования поверхностей таким образом, чтобы они способствовали стоку воды (создание уклонов).

Бетон в грунте может быть подвержен коррозии сульфатами, однако имеющаяся информация показывает, что уровни сульфатов низкие, и, в любом случае, уровень грунтовых вод располагается ниже нижней поверхности фундаментной плиты.

Что касается коррозии армирования, естественная защита стали, предоставляемая щелочным окружением в бетоне, может быть потеряна в случае, если бетон насытится углекислым газом или если хлориды проникнут в достаточном количестве на глубину защитного слоя бетона. Насыщение углекислым газом не является значительным для бетона на открытом воздухе при разумном классе бетона и глубине его защитного слоя (50 см). Ввиду отсутствия в атмосфере хлоридов, защита армирования должна быть, поэтому обеспечена при условии, что не произойдет эрозия защитного слоя под действием погодных факторов.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 136
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

На основании вышеизложенного, специальная изоляция не требуется, а для всех поверхностей бетона соприкасающихся с землей, будет применяться обычная обмазочная гидроизоляция.

Металлические конструкции или компоненты, которые могут подвергаться коррозии в результате воздействий окружающей среды будут изготовлены из коррозионно-стойких материалов (нержавеющей стали), либо покрыты цинком (гальванизированы). В последнем случае к минимальной требуемой толщине добавляется двукратный 3-миллиметровый допуск на коррозию на случай возможной коррозии

#### **4.2.4.3 Осадки и крены**

Для зданий и сооружений I категории по [7] и I категории сейсмостойкости по [5], с точки зрения строительной науки, предъявляются жесткие требования по деформационным параметрам, предъявляются, как всему сооружению, так и к отдельным его элементам.

Предельные значения совместной деформации основания и сооружений атомной энергетики устанавливаются, исходя из необходимости соблюдения следующих предельных состояний:

- максимально допустимых деформаций сооружений, которые назначаются из условий работы технологического оборудования;
- предельного состояния по прочности, устойчивости и трещиностойкости конструкций, включая общую устойчивость сооружений.

Для ЦХОЯТ центральная часть здания будет иметь преимущественно тяжелую бетонную конструкцию. Центральный блок и вспомогательный блок будут иметь разные опорные фундаментные плиты толщиной примерно 1,0 - 1,5 м. Наибольшая часть нагрузки на фундамент будет представлена статической нагрузкой, и наибольшая осадка произойдет в ходе строительства.

Из геотехнических данных, имеющиеся грунтовые данные указывают на наличие неповсеместного технического насыпного грунта глубиной 2,0 – 2,5 м. Это считается неприемлемым в качестве материала для фундамента, и, следовательно, при наличии насыпных грунтов, предполагается его выемка. После чего грунт, составленный из компактного гранулярного насыпного материала, будет досыпан до предполагаемого уровня. Ниже залегают песчано-глинистые грунты слои ИГЭ 4, 5, 6, 7 – от песков мелких пылеватых плотных до суглинков полутвердых, тугопластичных с характеристиками, которые не приведут к относительно высокой осадке по прошествии времени.

Для предлагаемых фундаментов – опорных фундаментных плит даже на несвязанном грунте не ожидается, что несущая способность создаст какие-либо проблемы.

Однако с учетом описанной выше геотехнической оценки, концепция проектирования фундаментов была разработана на следующей основе:

- можно ожидать существенных немедленных осадок во время нагружения фундаментов мелкого заложения;
- долгосрочная консолидационная осадка будет незначительной;
- принимается, что ожижение грунта при землетрясении не произойдет.

Для проведения вычислений по осадке будет принято во внимание статическое взаимодействие сооружений/грунт между фундаментом и грунтом и любое статическое взаимодействие сооружение/грунт/сооружение между отдельными фундаментами.

Осадки, представленные в расчете строительных конструкций, будут сравнены с результатами, полученными из анализа осадок, представленного в геотехническом отчете.



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 137
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Предполагается проведение дополнительного исследования площадки, которое устранил любую неопределенность в проектировании фундаментов.

#### **4.2.5 Площадка хранения контейнеров**

Площадка хранения контейнеров включает в себя 15 монолитных плит, на которые устанавливаются контейнеры. Плиты расположены в ряд с шагом 18 м. Между плитами предусмотрены дороги шириной 9 м для проезда и манёвров транспортера. Плиты и дороги выполняются на одной отметке 138,5 м с уклонами для стока дождевых вод.

Проектный срок службы площадки хранения контейнеров – 100 лет.

##### Нагрузки на сооружение

Площадка хранения контейнеров рассчитывается на нормальные эксплуатационные и экстремальные (расчётные) нагрузки. Сочетание нагрузок принимается по таблице 4.4.

##### **4.2.5.1 Описание конструкций**

Плиты площадки хранения контейнеров выполняются из монолитного железобетона габаритами 9×105 м, толщиной порядка 800-1000 мм. Конструкции плиты будут запроектированы в соответствии [25] с учётом технологических нагрузок, а так же, как сооружение I категории ответственности за радиационную и ядерную безопасность по [7] и I категории сейсмостойкости по [5].

На площадке хранения контейнеров предусмотрены деформационно-температурные швы в соответствии с требованиями [25].

Мероприятия по защите от коррозии, а также осадки и крены аналогичны данным для здания приемки (п.п.4.2.4.2;4.2.4.3).

#### **4.2.6 Здание технического обслуживания со складом МЦК**

Здание технического обслуживания со складом МЦК (поз. 3 по генплану) размерами в плане 21×57 м как конструктивно, так и функционально состоит из трёх блоков:

- склад МЦК;
- лабораторный корпус;
- пристройка-навес.

##### Склад МЦК

Склад МЦК представляет собой здание размером 21×33 м высотой 14 м до ригеля покрытия, оборудованное мостовым электрическим краном, грузоподъёмностью – 125/21 т.

Здание не отапливаемое. Каркас состоит из металлических двухветвенных колон габаритом 1,25×0,7 м (h=16.5 м), ригелей покрытия – решётчатой металлической фермы из прокатных угловых элементов, высотой на опоре 2,1 м с уклоном по верхнему поясу.

Подкрановые металлические балки длиной 6 м высотой 1,2 м. В среднем пролёте между осями 5-6 расположен связевой блок. Стены из многослойных панелей типа Sandwich состоящие из профилированных листов с утеплителем.

Покрытие из профилированного настила по металлическим балкам шагом 3 м по ригелям покрытия.

Фундаменты под колонны столбчатые монолитные железобетонные. Пол представляет собой независимую монолитную железобетонную плиту которая обеспечивает опирание контейнеров и въезд транспортёра.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 138
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

#### Лабораторный корпус

Лабораторный корпус представляет собой сборное железобетонное двух этажное здание размером 21×12 м высота этажа – 3 м.

Каркас здания состоит из сборных железобетонных колон, ригелей и диафрагм жесткости, перекрытия сборные железобетонные, панели ребристые по ригелям толщиной 220 мм. Лестницы сборные железобетонные.

Крыша плоская с внутренним водостоком. Фундаменты – монолитные железобетонные под колоны со сборными железобетонными фундаментными балками под стены.

Стены – сборные панели из ячеистого бетона. Перегородки - кирпичные толщиной 120 мм.

#### Пристройка- навес

Пристройка-навес с габаритами 21×12 м высотой 14 м представляет собой навес из стальных оцинкованных профилированных листов, которые укладываются по прогонам на балки покрытия.

Балки покрытия опираются на стальные колоны. Средний пролёт развязан вертикальными связями по колоннам и горизонтальными связями по нижнему поясу балок покрытия. К нижнему поясу балок покрытия крепятся подкрановые пути для кран-балки, грузоподъемностью 1,0 т.

Под стальные колоны выполняются монолитные железобетонные фундаменты столбчатые отдельно стоящие.

Колоны – составные из прокатных швеллеров. Балки – сварные двутавры. Прогонны выполняются из прокатных двутавров. Связи – из прокатной угловой стали.

Пол вокруг железнодорожных путей выполняется монолитный железобетонный по уплотнённому грунту толщиной 200 мм.

Несущие конструкции здания технического обслуживания со складом МЦК будут рассчитаны на технологические нагрузки, на нагрузки в соответствии [20, 25], а также, как здание III категории сейсмостойкости по [5].

### **4.2.7 Административный корпус**

Здание административного корпуса (поз. 4 по генплану) пятиэтажное размерами в плане 45,6×15,0 м с высотой этажей 3,60; 4,20 м, кирпичное.

Наружные стены здания, толщиной 510 мм, выполняются из кирпича, внутренние стены толщиной 380 мм – из кирпича. Перегородки здания - из гипсовых плит толщиной 80 мм и кирпича толщиной 120 мм.

Фундаменты - ленточные. В нижней части фундаментов – монолитная железобетонная лента сечением 2,0×0,5 (h) м, в верхней – сборные бетонные блоки ФСБ.

Перекрытие и покрытие из сборных железобетонных многпустотных плит толщиной 220 мм, которые опираются на металлические балки перекрытий.

Несущие конструкции здания будут рассчитаны по общепромышленным нормам Украины.

### **4.2.8 Здание электротехнических устройств**

Здание электротехнических устройств (поз. 5 по генплану) представляет собой одноэтажное размером в осях 9×36 м прямоугольное в плане здание с кирпичными стенами толщиной 380 мм. Высота здания до низа конструкций покрытия h=4,8 м.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 139
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Каркас здания состоит из железобетонных колон шагом 6 м сечением 300×300 мм, по которым уложены сборные железобетонные односкатные балки высотой 900 мм.

Плиты покрытия сборные железобетонные ребристые.

Фундаменты под колоны монолитные железобетонные столбчатые с железобетонными фундаментными балками под стены.

Несущие конструкции здания будут рассчитаны по общепромышленным нормам Украины.

#### **4.2.9 Гараж для транспортера**

Гараж для транспортера (поз. 7 по генплану) представляет собой кирпичное здание размером в осях 24,0×12,0 м, прямоугольное в плане. Высота здания до низа плиты покрытия составляет 9,0 м.

Фундаменты ленточные, из сборных фундаментных плит и сборных бетонных блоков.

Пол – независимая монолитная железобетонная плита для обеспечения въезда транспорта.

Плиты покрытия – сборные ребристые железобетонные.

Нагрузки и воздействия для гаража для транспортера принимаются по общестроительным нормам Украины ДБН В.1.2-2:2006 (взам. СНиП 2.01-07-85) [20].

#### **4.2.10 Гараж на четыре автомашины**

Здание гаража на четыре автомашины (поз. 8 по генплану) представляет собой одноэтажное здание размерами в плане 30,0×18,0 м, высотой до низа плит покрытия 4,5 м.

Наружные и внутренние стены выполнены из кирпича толщиной наружные 510 мм, внутренние 250 мм, 380 мм.

Фундаменты ленточные. В нижней части фундаментов – монолитная железобетонная лента высотой 500 мм, в верхней – сборные бетонные блоки ФСБ.

Плиты покрытия – сборные железобетонные ребристые предварительно – напряжённые плиты, уложены по монолитному железобетонному поясу высотой 400 мм.

Кровля утеплённая. Полы из керамической кислотоупорной плитки – полимерцементного покрытия из бетона – по подстилающему из бетона.

В здании гаража две смотровые ямы размерами в плане 8,3×1,5 м, глубиной 1,2 м, выполненные в монолитном бетоне, монорельс и металлическая площадка обслуживания.

Несущие конструкции здания будут рассчитаны по общепромышленным нормам Украины.

#### **4.2.11 Здание обслуживания вагонов**

Здание обслуживания вагонов (поз. 9 по генплану) представляет собой навес в плане 42,0×12,0 м высотой 9,0 м. Навес выполняется из стальных оцинкованных профилированных листов, которые укладываются по прогонам на балки покрытия.

Балки покрытия опираются на стальные колонны. Средний пролет развязан вертикальными связями по колоннам и горизонтальными связями по нижнему поясу балок покрытия. К нижнему поясу балок покрытия крепятся подкрановые пути для кран-балки, грузоподъемностью 1,0 т.

Под стальные колонны выполняются монолитные железобетонные фундаменты столбчатые отдельно стоящие.

Колонны – составные из прокатных швеллеров.

Балки - сварные двутавры.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 140
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Прогоны – из прокатных двутавров.

Связи – из прокатной угловой стали.

Пол вокруг железнодорожных путей выполняется монолитный железобетонный по уплотненному грунту толщиной 200 мм.

Несущие конструкции здания будут рассчитаны по общепромышленным нормам Украины.

#### **4.2.12 Автозаправочный пункт**

Автозаправочный пункт состоит из двух топливо-заправочных колонок (поз. 10 по генплану) и двух резервуаров для топлива емкостью 5 м<sup>3</sup>. Резервуар дизтоплива представляют собой сваренный из листовой стали толщиной 4 мм цилиндр диаметром 2,2 м. Резервуар заглублен в грунт на 3,5 м. Основанием под резервуар дизтоплива служит песчаная подушка, которая укладывается на поддон. Поддон размерами в плане в плане 2,8х2,5 м выполняется из монолитного железобетона в виде плиты толщиной 150 мм с бортиками. По верху плиты поддона создаются уклоны в сторону приемного лотка за счет набетонки, выполняемой из бетона.

На резервуар устанавливаются конструкции технологического колодца со стенами и опорной плитой колодца из монолитного железобетона. Колодец покрывается металлической крышкой. Резервуар засыпается утрамбованным грунтом. По верху засыпки устраивается асфальтовая отмостка по щебеночному основанию.

Под автозаправочную колонку выполняется монолитный железобетонный фундамент.

Несущие конструкции здания будут рассчитаны по общепромышленным нормам Украины.

#### **4.2.13 Насосная станция противопожарного водоснабжения**

Насосная станция противопожарного водоснабжения (поз. 18.1 по генплану) представляет собой здание размером в осях 6,0х6,0м, прямоугольное в плане, оборудованное талью грузоподъемностью 1,0 т. Стены кирпичные толщиной 510 мм.

Кровля утепленная, водоотлив наружный. Высота здания до низа плиты покрытия – 3,0 м.

Фундаменты ленточные из бетонных блоков ФБС (ГОСТ 13579-78). Плиты покрытия – сборные железобетонные многопустотные (серия 1.141-1). Фундаменты под оборудование монолитные.

Несущие конструкции здания будут рассчитаны по общепромышленным нормам Украины.

#### **4.2.14 Резервуары противопожарного запаса воды**

Сооружение для противопожарного запаса воды (поз. 18.2 по генплану) выполняется в виде заглубленных на 1,5 м в грунт двух резервуаров, размером в плане каждый 6,0х6,0 м, высотой от дна до низа плиты покрытия 3,79 м. Над резервуарами выполняется засыпка слоем грунта 0,5 м.

Стены резервуаров выполняются из сборных железобетонных панелей заводского изготовления толщиной 200 (250) мм по серии 3.900-3.

Стеновые панели устанавливаются в пазы днища фундаментной монолитной железобетонной плиты переменной толщины от 140 до 350 мм.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 141
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Резервуары перекрываются сборными железобетонными ребристыми плитами перекрытий высотой 400 мм (серия 1.442.1-1).

Под днищем выполняется бетонная подготовка.

В покрытии резервуаров выполняются лазы.

По наружным поверхностям конструкций резервуаров выполняется гидроизоляция из холодной асфальтовой мастики.

Несущие конструкции здания будут рассчитаны по общепромышленным нормам Украины.

#### **4.2.15 Канализационная насосная станция бытовых стоков**

Канализационная насосная станция бытовых стоков (поз. 20 по генплану) представляет собой заглубленный в землю до отметки минус 6,270 м приемный резервуар, который выполняется из сборных железобетонных стеновых колец толщиной 90 мм, диаметром 1500 мм. Днище сборное железобетонное диаметром 2000 мм толщиной 120 мм по щебеночной подготовке толщиной 100 мм. По верху железобетонных стеновых колец устанавливается технологическое оборудование.

Сборные железобетонные кольца и плита днища выполняются по серии 3.900.1-14.

Несущие конструкции здания будут рассчитаны по общепромышленным нормам Украины.

#### **4.2.16 Аккумулирующие емкости дождевых сточных вод**

Аккумулирующие емкости дождевых сточных вод (поз. 21 по генплану) выполняются при помощи сблокированных резервуаров заводского изготовления, заглубленных в грунте на 4,5 м. Секции размером 6,0х6,0 м высотой 5,0 м.

Стены из сборных железобетонных панелей переменного сечения от 150 мм до 250 мм с консолями для установки перекрытия по серии 3.900-3.

Днище из монолитного железобетона по бетонной подготовке толщиной от 140 мм до 350 мм. Емкости перекрываются металлическими щитами.

Несущие конструкции здания будут рассчитаны по общепромышленным нормам Украины.

#### **4.2.17 Здание караула**

Здание караула (поз. 29.1 по генплану) двухэтажное с размерами в плане 12,0х36,0 м. Высота этажа 3,3 м. Стены кирпичные. Фундаменты железобетонные ленточные из сборных плит и блоков.

Плиты перекрытия и покрытия круглопустотные, сборные железобетонные. Лестницы сборные железобетонные. Несущие конструкции здания будут рассчитаны по общепромышленным нормам Украины.

#### **4.2.18 Контрольно-пропускной пункт КПП-1**

Здание по КПП-1 (поз. 29.2 по генплану) представляет собой одноэтажное здание размерами в плане 12,0х24,0 м (в осях), высотой до низа плит покрытия 3,0 м с внутренним водостоком.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 142
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Наружные стены выполняются из стеновых панелей ячеистого бетона (толщина стен - 250 мм).

Внутренние перегородки в помещениях с нормальной влажностью – из гипсовых плит толщиной 80 мм, в помещениях с повышенной влажностью – из кирпича толщиной 120, 250 мм.

Колонны каркаса – сборные железобетонные размерами 0,40×0,40×4,30 (h) м.

Фундаменты – стаканного типа сборные железобетонные размерами 1,80×1,80×1,50 (h) м, связующая бетонная лента сечения 0,40×0,60 (h) м из бетона класса В15.

Сборные железобетонные круглопустотные плиты покрытия уложены по металлическим балкам из швеллеров. Кровля утеплённая.

Несущие конструкции здания будут рассчитаны по общепромышленным нормам Украины.

#### **4.2.19 Контрольно-пропускной пункт КПП-2**

Здание по КПП-2 (поз. 29.3 по генплану) представляет собой одноэтажное здание размерами в плане 6,0×8,0 м, высотой до низа плиты покрытия 3,3 м с наружным водостоком.

Стены наружные и внутренние выполнены из кирпича. Толщина наружных стен 510 мм, внутренних – 250 мм.

Фундаменты ленточные из бетонных блоков ФСБ.

Плиты покрытия – сборных железобетонные многопустотные толщиной 220 мм. Кровля утеплённая.

Несущие конструкции здания будут рассчитаны по общепромышленным нормам Украины.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 143
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

## **5 ОСНОВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ВОДОСНАБЖЕНИЮ, КАНАЛИЗАЦИИ И ПОЖАРОТУШЕНИЮ**

### **5.1 Системы водоснабжения**

На промплощадке ЦХОЯТ предусматриваются следующие системы водоснабжения:

- хозяйственно-питьевой водопровод;
- противопожарный водопровод;
- поливочный водопровод.

Все проектируемые системы водоснабжения относятся к системам нормальной эксплуатации, не влияющим на безопасность. Классификационное обозначение систем в соответствии с требованиями [12] - 4Н.

По сейсмостойкости проектируемые системы относятся к третьей категории согласно [5].

На системы водоснабжения распространяются требования общестроительных норм правил. Проектные решения приняты в соответствии с требованиями [26, 27, 28].

Для всех проектируемых систем водоснабжения предусматривается подземная прокладка наружных трубопроводов.

#### **5.1.1 Хозяйственно-питьевое водоснабжение**

Хозяйственно-питьевой водопровод обеспечивает хозяйственно-питьевые нужды персонала и технологические потребности. Подача воды питьевого качества предусматриваются в следующие здания и сооружения :

- административный корпус;
- здание приемки;
- здание техобслуживания и склада МЦК;
- гараж на четыре автомашины;
- здание обслуживания вагонов;
- КПП-1;
- КПП-2;
- здание караула;
- бетонный завод.

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения площадки ЦХОЯТ является существующая система хозяйственно-питьевого водоснабжения ПК «Вектор». Источником водоснабжения данной системы является артезианская скважина предполагаемым дебитом  $8 \text{ м}^3/\text{ч}$ , из которой вода поступает в водонапорную башню (емкость  $50 \text{ м}^3$ , высота ствола 24 м) и далее на хозяйственно-бытовые нужды, на производственные нужды (преимущественно на затворение бетона) и заполнение пожарных резервуаров ПК «Вектор».

Проектом предусматривается строительство на площадке водозаборных сооружений ПК «Вектор» дополнительной резервной артезианской скважины с предполагаемым дебитом в  $8 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Расчетный напор на вводе на промплощадку диктуется требуемым напором на вводе в здание админкорпуса, составляет 22 м и обеспечивается располагаемым напором 24 м в сети хозяйственно-питьевого водопровода ПК «Вектор».

Подача воды на промплощадку производится по водоводу диаметром 89х4,0 мм.

Учет водопотребления на промплощадке предусматривается водомером,





<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 145
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Таким образом, суммарные расходы воды питьевого качества, включая производственные нужды, составляют в активный период 19,16 м<sup>3</sup>/ч, а в пассивный период 12,75 м<sup>3</sup>/ч.

Схема системы хозяйственно-питьевого водопровода В1 приведена на рисунке 5.1.1.

### **5.1.2 Противопожарное водоснабжение**

Противопожарный водопровод предусматривается для обеспечения наружного и внутреннего пожаротушения зданий и сооружений промплощадки ЦХОЯТ. На промплощадке проектируется кольцевой противопожарный водопровод высокого давления. Сети противопожарного водопровода подводятся к зданиям, оборудованным внутренним противопожарным водопроводом. Для наружного пожаротушения предусматриваются гидранты.

Расчетный расход воды составляет 129,6 м<sup>3</sup>/ч. Он определяется требуемым расходом воды на наружное и внутреннее пожаротушение наиболее пожароопасного здания, которым на площадке является здание технического обслуживания со складом МЦК, а именно:

- наружное пожаротушение - 10 л/с;
- внутреннее пожаротушение - 2 струи по 5,0 л/с.
- пожаротушение наибольшего кабельного отсека-16 л/с.

Требуемый напор в системе противопожарного водопровода составляет 62 м.

Запас воды для пожаротушения хранится в двух пожарных резервуарах вместимостью по 200 м каждый.

Заполнение резервуаров предусматривается по трубопроводу, запитанному из трубопровода артезианской воды хозяйственно-питьевого водопровода ПК «Вектор».

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработанного ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 146
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

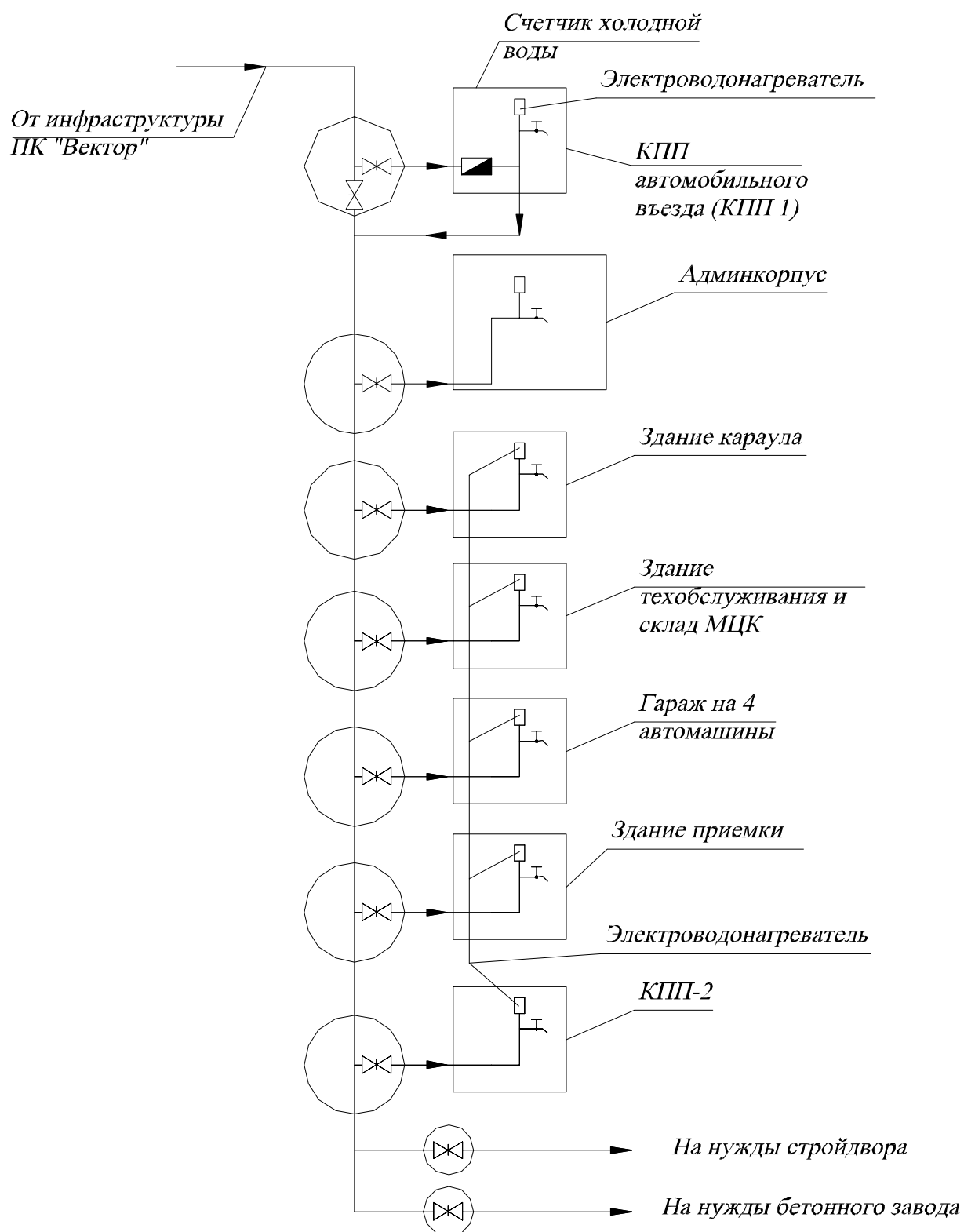


Рисунок 5.1.1– Система хозяйственно-питьевого водопровода В1

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 147
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Подача воды во внутримплощадочную сеть осуществляется насосами отдельно стоящей противопожарной насосной станции. Включение насосов производится от кнопок у пожарных гидрантов и внутренних пожарных кранов. Поддержание постоянного давления в сети противопожарного водопровода площадки предусматривается при помощи пневмобака, установленного в помещении противопожарной насосной станции.

Внутримплощадочные сети противопожарного водоснабжения запроектированы из стальных труб.

Сети кольцевые с установкой на них пожарных гидрантов с расстояниями между ними не более 100 м. Сети прокладываются преимущественно на расстоянии 2,5 м от края проезжей части.

Схема системы противопожарного водопровода В2 приведена на рисунке 5.2.1.

### **5.1.3 Поливочный водопровод**

Расход воды на полив территории составляет 0,4 - 0,5 л/м<sup>2</sup> в теплое время года согласно СНиП 2.04.01-85 (Приложение 3) [26]. Для климатических условий, площадку вполне достаточно одного полива в сутки. Источником поливочного водоснабжения являются аккумулирующие емкости дождевых вод. Для полива отбирается осветленная дождевая вода из средней части объема аккумулирующих емкостей, где собираете) очищенная часть ливневого стока.

Потребный напор составляет 20 м и обеспечивается погруженными насосами системы дождевой канализации Wilo - Drain TP 40 S/25, установленными в аккумулирующих емкостях. Техническая характеристика насоса Wilo - Drain TP 40 S/25: Q=2-10 м<sup>3</sup>/ч; H=12-23 м ; N=1,5 кВт; напряжение 230/400 В.

Полив территории ЦХОЯТ производится с помощью рукавов, соединенных между собой цапковыми головками. Внутримплощадочные сети поливочного водопровода запроектированы из стальных труб.

Схема системы поливочного водопровода приведена на рисунке 5.2.2..

## **5.2 Системы канализации**

Проектом предусматривается оборудование комплекса зданий ЦХОЯТ следующими системами канализации:

- бытовая канализация;
- дождевая канализация;
- канализация стоков, загрязненных нефтепродуктами;
- канализация промстоков от столовой и кафе.

Производственные процессы на площадке ЦХОЯТ не предусматривают создание промстоков.

Все процессы по затворению бетона на промплощадке, бетонном заводе и стройдворе должны выполняться в специально отведенных местах без сброса отходов в канализационные сети.

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработанного ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 148
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

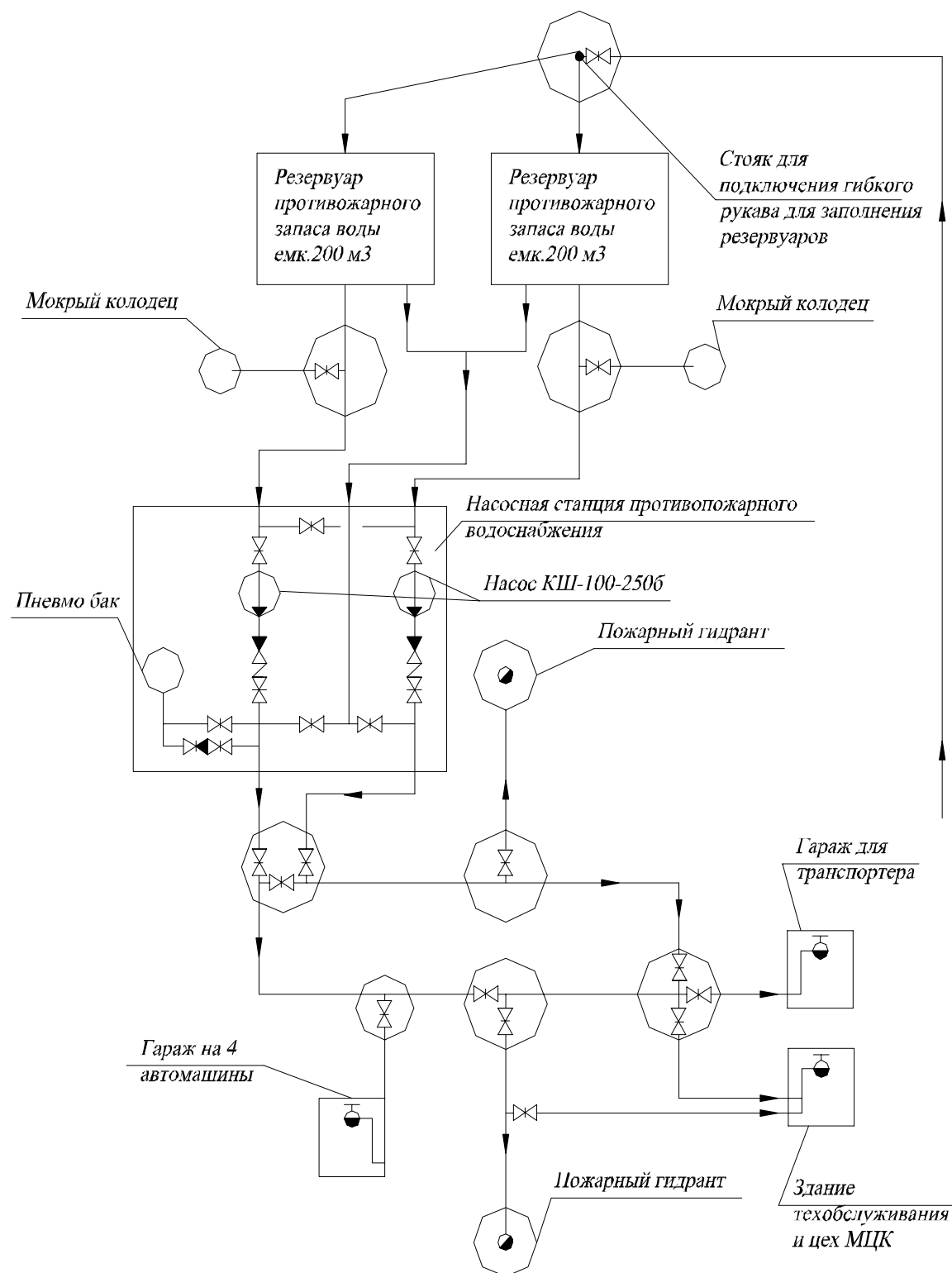


Рисунок 5.2.1– Схема противопожарного водопровода В2

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработанного ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 149
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

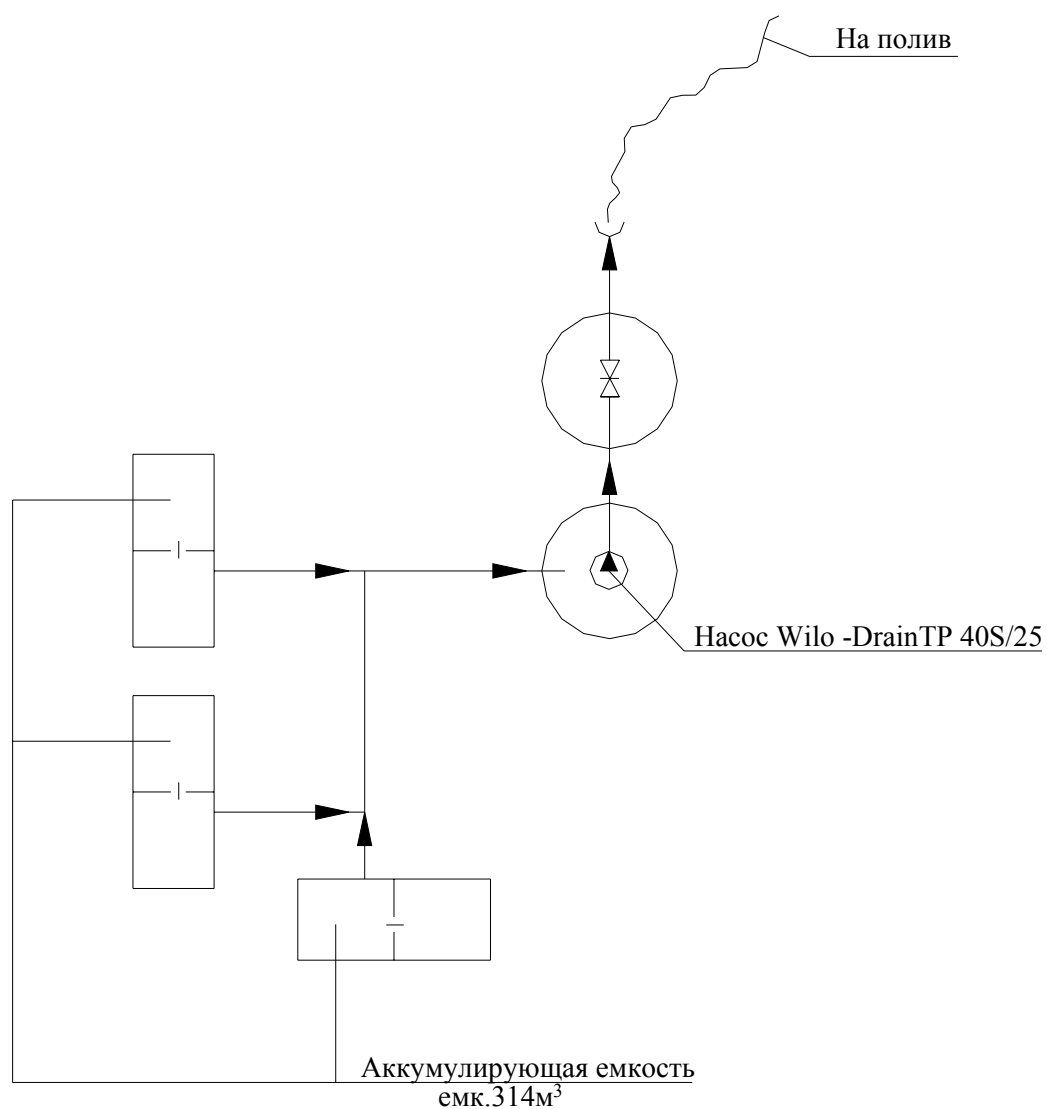


Рисунок 5.2.2– Система поливочного водопровода

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 150
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Все проектируемые системы канализации относятся к системам нормальной эксплуатации, не влияющими на безопасность. Классификационное обозначение систем в соответствии с требованиями [12] - 4Н.

По сейсмостойкости проектируемые системы относятся к третьей категории согласно ПНАЭГ-5-006-87 [5]. На все системы канализации распространяются требования общестроительных норм и правил. Проектные решения приняты в соответствии с требованиями СНиП 2.04.01-85 [26], СНиП 2.04.03-85 [28]. Для всех систем канализации предусматривается подземная прокладка наружных трубопроводов.

### **5.2.1 Система бытовой канализации**

Бытовая канализация предназначена для отвода бытовых стоков зданий на площадке ЦХОЯТ.

Расчетные расходы хозяйственных стоков составляют  $11 \text{ м}^3/\text{ч}$  в активный период и  $4,65 \text{ м}^3/\text{ч}$  в пассивный период.

Внутриплощадочная наружная сеть проектируется самотечной. Для отведения бытовых сточных вод за пределы площадки предусматривается подземная канализационная насосная станция.

Насосная станция оборудована насосами Wilo-Drain TP 40 S/25 (1-рабочий, 1-резервный). Техническая характеристика насоса:

- производительность,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .....10-12;
- напор, м.....12-23 ;
- мощность, кВт.....1,5;
- напряжение, В.....230/400.

От насосной станции сточные воды по напорному коллектору перекачиваются на очистные сооружения полной биологической очистки площадки ПК «Вектор».

Внутриплощадочные сети бытовой канализации запроектированы из чугунных труб.

Промстоки от столовой и кафе осуществляются отдельными выпусками в колодцы на сети хозяйственной канализации.

Так как количество мест в столовых и кафе не превышает 200 человек, установка жируловителей из столовой до поступления в сеть бытовой канализации не требуется (ДБН В.2.2-9-99) [78]. Производственно-бытовые стоки имеют следующий состав: ХПК - 400-500мг/л; БПК полн. - 200-300мг/л; pH - 6,5-8,0 сухой остаток - не более 1000 мг/л. Данные показатели вполне удовлетворяют правилам приема стоков в сети канализации и на сооружения биологической очистки.

Бытовые стоки от санитарных приборов и душевых смыва полов помещений здания приемки, входящего в зону строгого режима, отводятся в наружную сеть бытовой канализации после радиологического контроля. При наличии радиологических загрязнений, превышающих ПДК, бытовые стоки из баков контроля вывозят специализированным автотранспортом на переработку.

Схема системы бытовой канализации приведена на рисунке 5.2.3

### **5.2.2 Система дождевой канализации**

Дождевая канализация предназначена для сбора и отведения атмосферных осадков с покрытий внутриплощадочных проездов площадки ЦХОЯТ и кровель зданий. В соответствии с расчетами, ливневый сток с площадки составляет  $250 \text{ л/с}$ , ( $900 \text{ м}^3/\text{ч}$ ).

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработанного ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 151
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

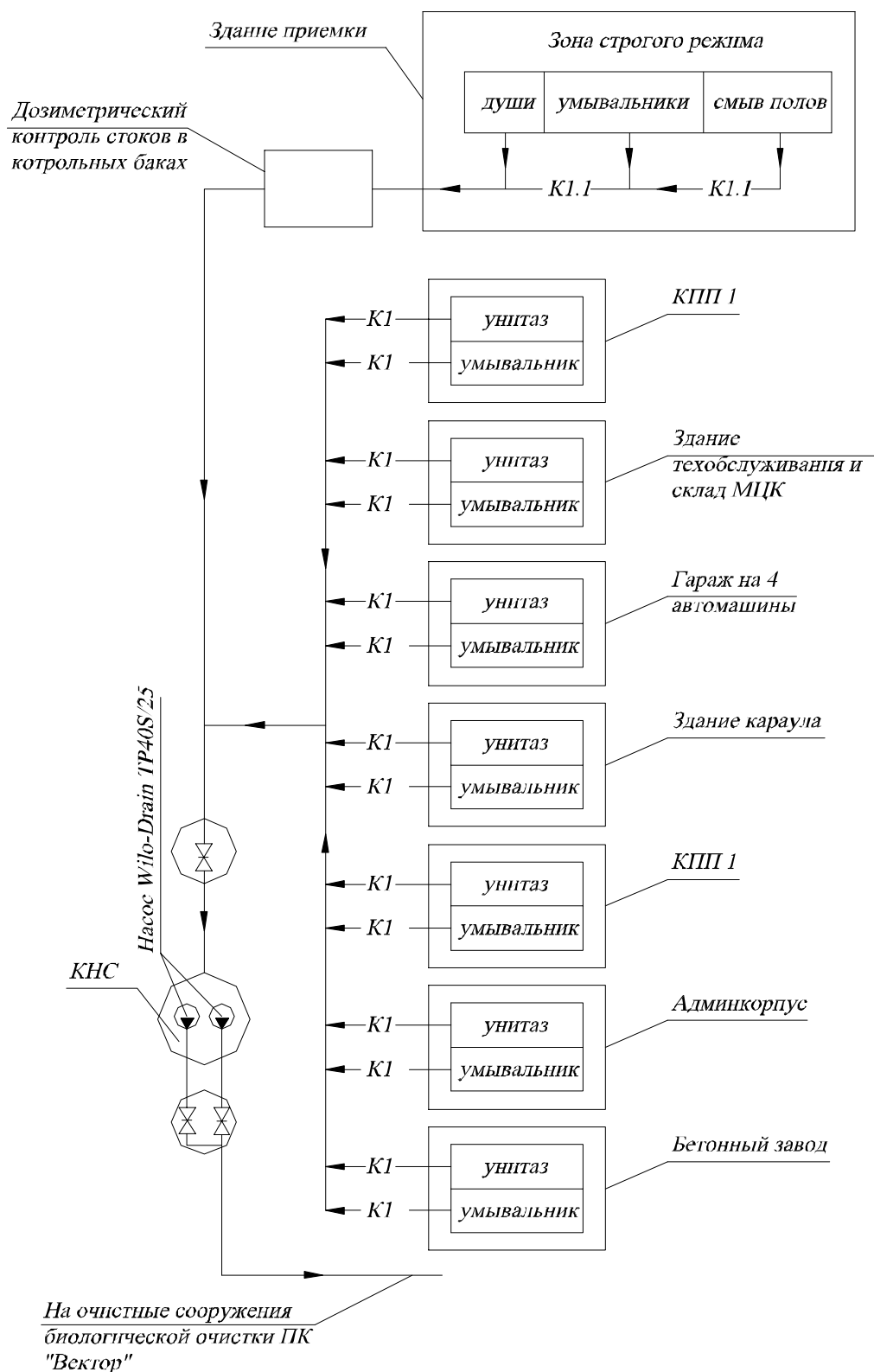


Рисунок 5.2.3– Система бытовой канализации

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 152
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Сбору и последующей очистке подлежит первая, 20-минутная часть ливневого стока, несущая в себе загрязнения. Внутриплощадочная наружная сеть проектируется самотечной.

Для сбора дождевых вод предусматривается устройство восьми аккумулирующих емкостей размером 6х6 м, сблокированных попарно. Один блок из двух емкостей, объемом 314 м<sup>3</sup>, предназначен для сбора загрязненной части дождевых вод. Для отделения загрязненной части стока на коллекторе, перед подключением к аккумулирующим емкостям, предусматривается устройство разделительной камеры. Чистая часть стока отводится в остальные три блока емкостей. Предусматривается радиологический контроль накопленных дождевых вод. Ливневые стоки с повышенным радиационным фоном отправляют специальным транспортом на спецочистку.

Загрязненные дождевые воды в напорном режиме отводятся на очистные сооружения дождевой канализации площадки ПК «Вектор». Не использованные для полива территории незагрязненные дождевые воды в напорном режиме отводятся в коллектор очищенной дождевой воды после очистных сооружений ПК «Вектор». Для этого предусматривается установка в каждом блоке аккумулирующих емкостей погруженного насоса Wilo-Drain TP 40 S/25 (резервный насос хранится на складе). В аккумулирующих емкостях предусматривается трубопровод взмучивания осадка. Внутриплощадочные сети дождевой канализации запроектированы из чугунных и железобетонных труб.

Внутренние водостоки предусматриваются в здании главного корпуса для сбора и отвода с кровли атмосферных осадков.

Сбор атмосферных осадков с кровли предусматривается водосточными воронками. Стояки внутренних водостоков, расположенные в помещениях с возможным радиационным загрязнением, прокладывается скрыто. Выпуски внутренних водостоков подключаются к наружной сети дождевой канализации.

Схема системы дождевой канализации приведена на рисунке 5.2.4.

### **5.2.3 Канализация стоков, загрязненных нефтепродуктами**

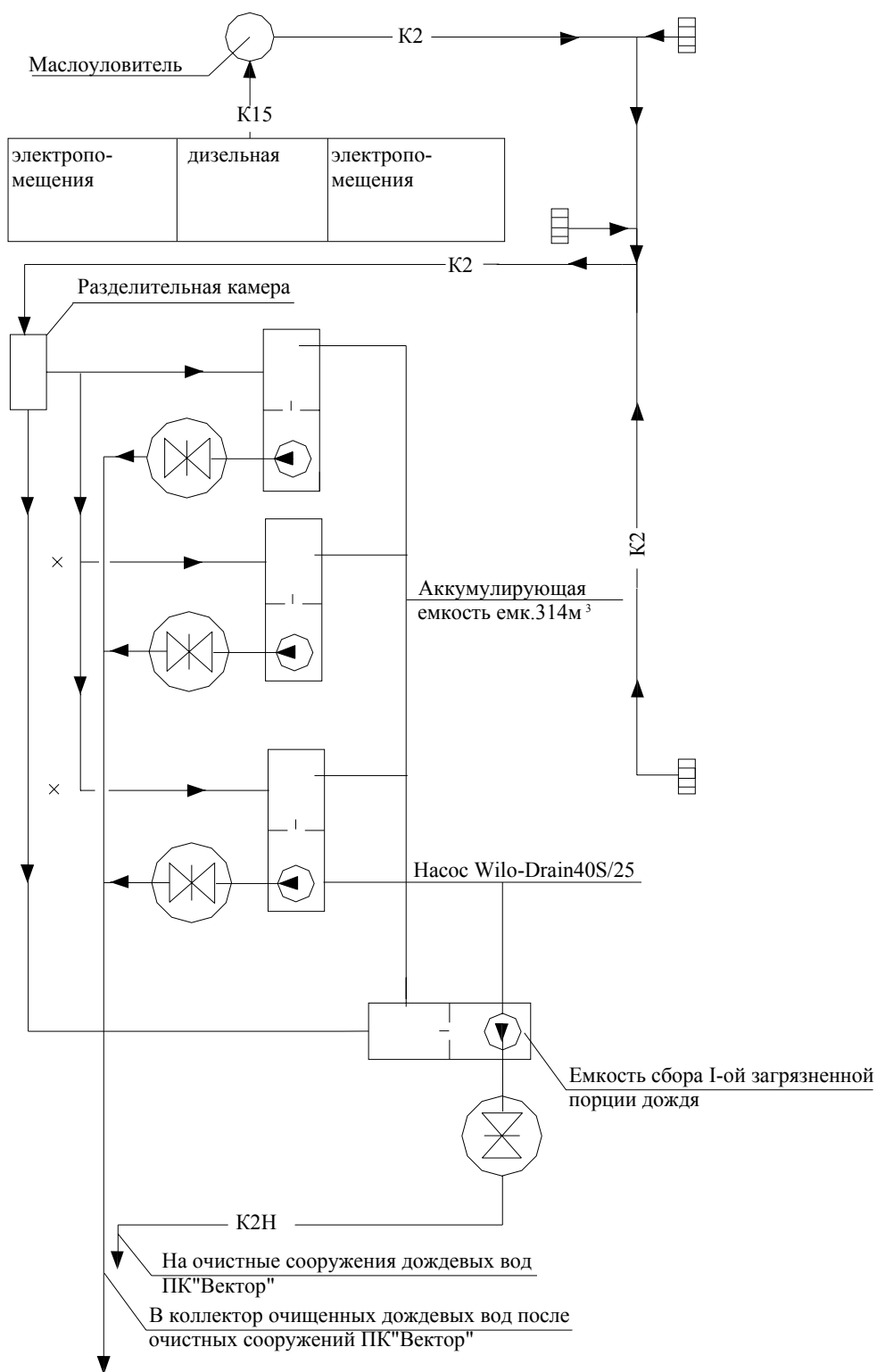
Канализация стоков, загрязненных нефтепродуктами предусматривается для отведения сточных вод от смыва полов из помещения дизельной, сблокированной со зданием электротехнических устройств. Выпуск от трапов выводится в маслоуловитель, из которого частично очищенные стоки отводятся в наружную сеть дождевой канализации.

Расчетный расход стоков от дизельной - 0,3 л/с. От площадок, где вероятность попадания маслoпродуктов в ливневой сток крайне незначительно и сток может нести только следы нефтепродуктов (гараж, автозаправочный пункт), ливневой сток и сток от смыва площадок попадает в сеть ливневой канализации без предочистки. В дальнейшем, этот сток очищается на сооружениях очистки ливневых вод ПК «Вектор»

Схема канализации вод загрязненных нефтепродуктами приведена на рисунке 5.2.4.



ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработанного ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 153
Основные технические решения		Обозначение: 57-204.201.002.ОЭ 01.03 Ред. 03



Условные обозначения

К2.Н-напорная сеть дождевой канализации

Рисунок 5.2.4 – Система дождевой канализации и канализации вод, загрязненных нефтепродуктами

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 154
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

## 6 ОСНОВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЮ

Система электроснабжения предназначена для обеспечения электропитанием всех потребителей комплекса ЦХОЯТ при нормальных условиях эксплуатации, нарушениях нормальных условий эксплуатации и проектных авариях.

Система электроснабжения включает в себя оборудование для поддержания функционирования всех систем, обеспечивающих выполнение технологических операций с ОЯТ, хранения ОЯТ, контроль технологического процесса, физическую защиту, освещение, связь, радиационный контроль, вентиляцию.

Эта система предусматривает своевременный переход на систему резервного или аварийного электроснабжения в случае потери основного электроснабжения.

Система электроснабжения состоит из системы нормальной эксплуатации (класс 4Н по [12], 3 категория сейсмостойкости по [5]) и системы аварийного электроснабжения, предназначенной для обеспечения электропитанием оборудования и систем в случае потери основного и резервного электроснабжения и, в частности, для питания потребителей нормальной эксплуатации, важных для безопасности.

По влиянию на безопасность система аварийного электроснабжения отнесена к системе нормальной эксплуатации, важной для безопасности (класс 3 по [12]).

### 6.1 Характеристика электропотребителей

Основными потребителями электроэнергии являются технологический процесс, система отопления и вентиляции и освещение. В таблице 6.1.1 представлен укрупненный перечень электропотребителей ЦХОЯТ с указанием суммарной потребляемой мощности.

Таблица 6.1.1 – Укрупненный перечень электропотребителей

Наименование системы (установки, оборудования)	Суммарная потребляемая мощность, кВт
1 Технологический процесс	730
2 Отопление и вентиляция	2833
3 Внутреннее освещение административного корпуса, здания приемки, здания электротехнических устройств, гаража на 4 автомобиля	130
4 Освещение территории	30
5 Охранное освещение	30
6 Вспомогательные сооружения (убежище, здание техобслуживания и склада МЦК, здания обслуживания вагонов, гаража для транспортера, здание караула, КПП, КНС)	200
7 Насосная противопожарного водоснабжения	55
8 Устройства связи, протелевидения, компьютерная сеть	15
9 Технические средства физической защиты	5
10 Устройства автоматической пожарной сигнализации и противопожарной автоматики	5,5
11 Радиационный контроль	19
12 Система контроля и управления систем нормальной эксплуатации	20
<b>ВСЕГО</b>	<b>4073</b>

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 155
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

В таблице 6.1.2 приведено разделение электропотребителей на категории в отношении обеспечения надежности электроснабжения (указана потребляемая мощность).

Эти категории определены согласно действующему в Украине документу «Правила устройства электроустановок» (шестое издание) [17].

Электроприемники 1 категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.

Из состава электроприемников 1 категории выделяется особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых должна быть обеспечена в случае потери обоих независимых взаимно резервирующих источников; для электроснабжения этой особой группы должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого источника.

Электроприемники 2 категории рекомендуется обеспечивать от двух независимых взаимно резервирующих источников питания с допустимым перерывом питания в случае отключения рабочего источника на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала.

Для электроприемников 3 категории электроснабжение может выполняться от одного источника и перерыв электроснабжения не должен превышать одних суток.

**Таблица 6.1.2 – Категории электропотребителей по обеспечению надежности**

Наименование системы (установки, оборудования)	Категории обеспечения надежности электроснабжения							
	1 категория		Особая группа 1 категории		2 категория		3 категория	
	кВт	%	кВт	%	кВт	%	кВт	%
1 Технологический процесс	146	20			182,5	25	401,5	55
2 Отопление и вентиляция							2833	100
3 Внутреннее освещение главного корпуса	30	23			100	77		
4 Охранное освещение			30	100				
5 Освещение территории					30	100		
6 Вспомогательные сооружения					100	50	100	50
7 Насосная противопожарного водоснабжения	55	100						
8 Устройства связи, протелевидения, компьютерная сеть			15	100				
9 Технические средства физической защиты			5	100				
10 Устройства автоматической пожарной сигнализации и противопожарной автоматики	5	90	0,5	100				
11 Радиационный контроль			19	100				
12 Система контроля и управления систем нормальной эксплуатации					20	100		
<b>ВСЕГО</b>	<b>236</b>		<b>69,5</b>		<b>432,5</b>		<b>3334,5</b>	

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 156
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Как следует из таблицы 6.1.2, в ЦХОЯТ имеется группа ответственных электропотребителей, бесперебойная работа которых должна быть обеспечена в случае потери обоих независимых взаимно резервирующих источников; эти потребители относятся к особой группе потребителей 1 категории надежности.

Таковыми потребителями являются потребители, относящиеся к системам нормальной эксплуатации, важным для безопасности:

- транспортно-технологическое оборудование в здании приемки (суммарное электропотребление 77 кВт);
- радиационный контроль (электропотребление 19 кВт);
- технические средства физической защиты (суммарная мощность 5 кВт);
- технические средства связи (суммарная мощность 5 кВт);
- протелевидение и компьютерная сеть (суммарное потребление 10 кВт);
- охранное освещение (суммарная мощность 30 кВт).

Номинальное напряжение всех трехфазных электропотребителей 380 В, однофазных электропотребителей 220 В переменного тока, частота сети 50 Гц.

Исключение составляют цепи управления и автоматики главного распределительного устройства 0,4/0,23 кВ, которые должны быть выполнены на постоянном или выпрямленном токе, напряжение 220 В.

Из приведенной в настоящем подразделе информации могут быть сделаны следующие выводы:

- суммарная потребляемая мощность электропотребителей ЦХОЯТ - 4073 кВт;
- в ЦХОЯТ имеется группа потребителей системы, важной для безопасности, требующая организации системы аварийного электроснабжения.

## **6.2 Электроснабжение потребителей**

### **6.2.1 Принципиальные схемные решения**

С целью обеспечения электроснабжением потребителей ЦХОЯТ предусматривается главное распределительное устройство напряжением 0,4/0,23 кВ, которое размещается в здании электротехнических устройств и в здании приемки.

Распределительное устройство (РУСН 0,4 кВ) в здании электротехнических устройств состоит из четырех секций. К каждой секции подключается по одному рабочему трансформатору напряжением 10/0,4-0,23 кВ номинальной мощностью 1600 кВА.

Распределительное устройство (РУСН 0,4 кВ) в здании приемки состоит из двух секций. К каждой секции подключается по одному рабочему трансформатору напряжением 10/0,4-0,23 кВ номинальной мощностью 1600 кВА.

Секции РУСН 0,4 кВ попарно связаны между собой с помощью нормально отключенных автоматических выключателей; в случае отключения одного из двух трансформаторов автоматически включается секционный выключатель.

Все трансформаторы рабочие (схема неявного резерва). По высокой стороне трансформаторы подключаются к двум секциям РУ 10 кВ подстанции 110/10 кВ «Буряковка», расположенной на расстоянии порядка 1 км от ЦХОЯТ. На существующей ПС 110/10 кВ «Буряковка» установлены два трансформатора единичной мощностью 6,3 МВ·А, 110/10 кВ; по стороне 10 кВ каждый трансформатор подключается к своей секции РУ 10 кВ; обе секции РУ 10 кВ связаны между собой с помощью выключателя.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 157
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Электроснабжение ПС «Буряковка» по стороне 110 кВ осуществлено по двум ВЛ 110 кВ, одна из которых является ответвлением от ВЛ 110 кВ ЧАЭС – Припять, а вторая является ответвлением от ВЛ 110 кВ Полевая - Лубянка.

РУ 110 кВ ПС «Буряковка» выполнено по схеме мостика с выключателями в цепях трансформаторов с ремонтной перемычкой между ВЛ 110 кВ.

С учетом того, что при достижении комплексом «Вектор» полного развития его мощность достигнет 11200 кВ·А, для обеспечения электроснабжения потребителей ЦХОЯТ предусматривается замена существующих трансформаторов мощностью 6300 кВ·А подстанции 110/10 кВ «Буряковка» новыми трансформаторами 110/10 кВ единичной мощностью 16 МВ·А.

Возможность замены трансформаторов подтверждена письмом № 102/10-198 от 12.03.04 ГСП «Техноцентр». Технические условия на электроснабжение потребителей ЦХОЯТ будут получены на следующей стадии проектирования.

Для подключения трансформаторов 10/0,4-0,23 кВ ЦХОЯТ на существующей подстанции «Буряковка» должны быть установлены шесть новых ячеек РУ 10 кВ, по три на каждой секции.

Связь ПС «Буряковка» с ЦХОЯТ на напряжении 10 кВ осуществляется по шести кабелям напряжением 10 кВ, сечением алюминиевой жилы 95 мм<sup>2</sup> каждый.

С целью обеспечения защиты трансформатора при возможных коротких замыканиях на высокой стороне каждого трансформатора предусматривается установка шкафа высоковольтного ввода с предохранителем и выключателем нагрузки (или силовым выключателем).

Такая схема главного распределительного устройства 0,4/0,23 кВ в полной мере по условиям надежности обеспечивает электроснабжение электропотребителей первой, второй и третьей категорий согласно Правилам устройства электроустановок.

Принятая мощность каждого трансформатора 10/0,4-0,23 кВ 1600 кВ·А и их количество достаточны для покрытия всех нагрузок, как в нормальном, так и в ремонтно-аварийных режимах при отключении одного из двух трансформаторов каждой пары.

С целью исключения потребления реактивной мощности из энергосистемы предусматривается подключение к каждой секции главного распределительного устройства 0,4/0,23 кВ по одной конденсаторной установке компенсации реактивной мощности мощностью 120 кВ·Ар.

Для всех распределительных устройств принята система напряжений 0,4/0,23 кВ с глухозаземленной нейтралью с общим нулевым и защитным проводником(системе TN-C).

Для электроснабжения ответственных потребителей ЦХОЯТ, требующих гарантированного электроснабжения в условиях потери всех трансформаторов собственных нужд напряжением 10/0,4-0,23 кВ (особая группа электроприемников первой категории надежности), а также электропотребителей системы нормальной эксплуатации, важных для безопасности, предназначены дизель-генераторы. С этой целью наряду с шестью секциями упомянутого выше главного распределительного устройства 10/0,4-0,23 кВ создаются две секции надежного питания ответственных потребителей.

Электроснабжение каждой секции надежного питания осуществляется от двух источников:

- от секции главного распределительного устройства 10/0,4-0,23 кВ;
- от дизель-генератора (второй источник).

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 158
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Непосредственно к этой секции намечается подключение указанных ниже электропотребителей, требующих гарантированного электроснабжения, но допускающих перерыв питания кратковременно на время разворота дизеля:

- радиационный контроль (19 кВт);
- охранное освещение (30 кВт);
- один из двух противопожарных насосов (55 кВт).

Мощность каждого дизеля предлагается принять равной 160 кВт.

Питание аппаратуры автоматической пожарной сигнализации обеспечивается за счет собственного источника бесперебойного питания (ИБП), имеющего в своем составе аккумуляторную батарею.

Также от другого собственного источника бесперебойного питания предусматривается электроснабжение технических средств физической защиты средств связи, протелевидения и компьютерная связь.

Питание каждого ИБП осуществляется как от секций РУ 0,4/0,23 кВ нормальной эксплуатации, так и от секций надежного питания ответственных потребителей.

Для питания цепей управления и автоматики на постоянном токе предусматриваются две установки постоянного тока напряжением 48 В, имеющие в своем составе аккумуляторную батарею и подзарядное устройство.

Принципиальная схема электроснабжения представлена на рисунке 6.2.1.

## 6.2.2 Компоновочные решения

Как указывалось выше в подразделе 6.2.1, главное распределительное устройство напряжением 0,4/0,23 кВ размещается в помещениях здания электротехнических устройств и здания приемки. Там же размещаются шесть сухих трансформаторов единичной мощностью 1600 кВ·А, шкафы высоковольтного ввода этих трансформаторов и установки постоянного тока.

Распределительные сборки и щитки освещения располагаются децентрализованно в коридорах и производственных помещениях.

Трассировку кабелей предлагается осуществить непосредственно в производственных помещениях с укладкой их в специально предназначенные оцинкованные конструкции с креплением последних к стенам и/или потолкам.

Силовые кабели прокладываются открыто в лотках, а контрольные - в закрытых коробах.

Все кабели принимаются не распространяющими горение, с оболочками из поливинилхлоридных материалов.

Все силовые кабели напряжением до 1 кВ и контрольные кабели принимаются с медными жилами, сечение нулевых жил равно сечению фазной жилы.

Предусматриваются огнезащитные перегородки при прохождении кабельных потоков через стены и перекрытия, а также через каждые 30 м по длине трассы.

Все нетоковедущие металлические части электротехнического оборудования присоединяются к сети заземления, а также зануляются.

Текущий ремонт электротехнического оборудования предполагается выполнять непосредственно на месте его установки, главным образом, путем замены неисправных элементов оборудования новыми. Капитальный ремонт электрооборудования предлагается выполнять в специализированных мастерских за пределами ЦХОЯТ.

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 159
Основные технические решения		Обозначение: 57-204.201.002.ОЭ 01.03 Ред. 03

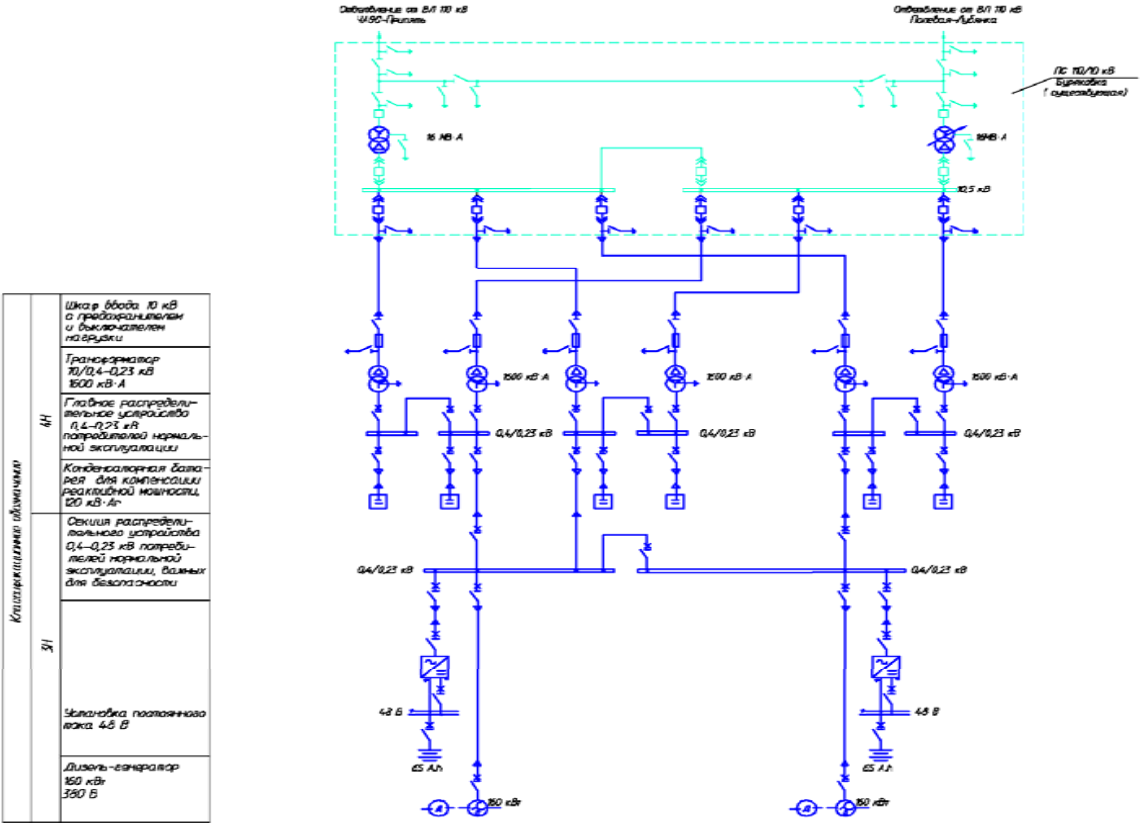


Рисунок 6.2.1 – Принципиальная схема электроснабжения

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 160
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### 6.3 Освещение

Искусственное электроосвещение выполняется в соответствии с требованиями документа [29].

Предусматривается рабочее и аварийное (безопасности и эвакуационное) освещение. Щитки рабочего и аварийного освещения запитываются от разных секций главного распределительного устройства 0,4/0,23 кВ. Напряжение сети электроосвещения 380/220 В переменного тока с глухозаземленной нейтралью, напряжение ламп 220 В, напряжение стационарной сети штепсельных розеток общего назначения 220 В, напряжение сети ремонтного освещения 12 В. Эвакуационное освещение выполняется светильниками со встроенными аккумуляторными батареями.

Освещенность помещений принята по [29] с увеличением, исходя из требований особенностей технологического процесса.

Сети освещения выполняются кабелями с алюминиевыми жилами двухпроводные, а во всех административно-бытовых помещениях – кабелями с медными жилами, трехпроводные (1ф+N+РЕ).

В таблице 6.3.1 приведен перечень основных помещений с указанием освещенности.

Таблица 6.3.1 – Перечень основных помещений с указанием освещенности

Наименование помещение	Освещенность, лк
1 Коридоры	50-100
2 Саншлюз	200
3 Лестницы	100
4 Электрические помещения, КИП	200
5 Местные щиты	300
6 Мастерские	200
7 Помещения вентиляторов	100
8 Участок с контейнерами (прием, перегрузка)	600
9 Перегрузка контейнеров, обработка кассет, мониторинг контейнеров, техническое обслуживание	300-500
10 Офисы	300
11 Насосные, дизельная, компрессорные	150
12 Помещения радиационного контроля	150
13 Санузлы, туалеты	100

Предусматривается охранное и наружное освещение территории.

Охранное освещение выполняется светильниками с натриевыми лампами 250 Вт, 220 В, установленными на опорах высотой 10 м, с обеспечением освещенности на ширине запретной зоны 15 лк.

Наружное освещение дорог выполняется светильниками с натриевыми лампами мощностью 80-150 Вт, установленными на опорах высотой 10 м с обеспечением освещенности 2 лк.

Сети охранного и наружного освещения выполняются кабелем АВВГнг, проложенным в траншее вдоль дорог и в коробе по ограде.

Управление охранным и наружным освещением осуществляется автоматически от сигнала фотореле и вручную.



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 161
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Наружное освещение запитывается от секций главного распределительного устройства 0,4/0,23 кВ, сети охранного освещения - от секций надежного питания 0,4/0,23 кВ, которые имеют независимый источник электроснабжения - дизель-генератор.

Наружное освещение площадки хранения контейнеров выполняется прожекторами с натриевыми лампами мощностью 400 Вт, установленными на площадках прожекторных мачт высотой 20 м с обеспечением освещенности 30 лк.

Управление освещением зоны хранения - ручное, со щитков освещения, установленных на прожекторных мачтах.

#### **6.4 Молниезащита и наружное заземление**

В соответствии с требованиями документа [23], предусматривается необходимый комплекс мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, предохранения зданий и сооружений от взрывов, пожаров и разрушений, возможных при воздействии молнии.

Для защиты от прямых ударов молнии предусматриваются сетчатые молниеотводы на зданиях с использованием металлической крыши и каркаса.

Для наружной установки контейнеров и автозаправочного пункта для автомобилей предусматриваются отдельно стоящие молниеотводы. Количество и высота отдельно стоящих молниеотводов на площадке для хранения контейнеров определяется при рабочем проектировании.

Выполняется контур наружного заземления с сопротивлением заземляющего устройства, не превышающим 4 Ом в любое время года.

Вокруг зданий по периметру на глубине 0,7 м от поверхности земли прокладывается контур из стальных полос 40×4 и вертикальных электродов диаметром 12 мм длиной 5 м. Контуры связываются между собой не менее, чем по двум направлениям.

#### **6.5 Внешнее электроснабжение на период строительства и эксплуатации**

Как указывалось выше, с целью обеспечения электроснабжения потребителей ЦХОЯТ, сооружается главное распределительное устройство собственных нужд напряжением 0,4/0,23 кВ, которое должно состоять из шести секций. К каждой секции подключается трансформатор номинальной мощностью 1600 кВ·А, номинальным напряжением 6(10)/0,4-0,23 кВ.

Электроснабжение может быть осуществлено на напряжении 10 кВ от разных секций РУ 10 кВ предусмотренной для этого комплекса подстанции 110/10 кВ с заменой обоих трансформаторов единичной мощностью 6300 кВ·А на трансформаторы мощностью 16 МВ·А.

Предусматривается прокладка шести трехжильных кабелей напряжением 10 кВ; сечением алюминиевой жилы 95 мм<sup>2</sup>; длина каждого кабеля порядка 1 км.

Внешнее электроснабжение нагрузок на период строительства для площадки предлагается осуществить с использованием одной из шести кабельных линий, предназначенных для электроснабжения ЦХОЯТ на период эксплуатации.

При этом на площадке строительства ЦХОЯТ должна быть установлена комплектная трансформаторная подстанция напряжением 6(10)/0,4-0,23 кВ с одним трансформатором мощностью 1000-1600 кВ·А.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 162
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

## 6.6 Сети связи

Для обеспечения ЦХОЯТ средствами диспетчерского и технологического управления организуются системы внешней и внутренней связи.

Для организации внешней телефонной связи ЦХОЯТ с АЭС Украины, ГКЯР и другими ведомствами, обеспечивающими безопасное функционирование сооружения, выхода на общегосударственную сеть связи, передачи информации (в т.ч. и видеоинформации) на верхние уровни управления, должна быть предусмотрена прокладка волоконно-оптических линий связи с уплотнением цифровыми системами передачи от площадки ЦХОЯТ до узла связи ГСП ЧАЭС и узла связи г.Чернобыль. Далее цифровые тракты связи организуются по существующим кабельным линиям через ближайший сетевой узел связи «Укртелекома».

Для организации связи в процессе перевозки ОЯТ должна быть организована постоянная мобильная связь между отправителем, получателем, транспортными средствами, перевозчиками ОЯТ, группами сопровождения и подразделениями поддержки по маршруту следования. Это будет выполняться путем создания обособленной сети радиосвязи Минтопэнерго на базе цифровой системы транкинговой связи «Тетра» («Диметра»). Базовые станции этой системы будут развернуты также и на площадках ГСП ЧАЭС, «Вектор».

Предусматриваются следующие виды внутренней связи:

- автоматическая телефонная связь абонентов ЦХОЯТ. Предусматривается организация внутренней телефонной связи ЦХОЯТ с установкой в помещении связи здания перегрузки цифровой автоматической телефонной станции емкостью 100 номеров. Коммутационное оборудование ЦАТС позволяет решать разнообразные телекоммуникационные задачи с возможностью создания интегрированных комплексных инфраструктур передачи речи и данных, других приложений в области широкополосной коммутации со скоростью передачи данных до 2 Мбит/с и услугами цифровых систем интегрального обслуживания (ISDN). Электропитание ЦАТС производится от электропитающей установки постоянного тока, обеспечивающей работу коммутационного оборудования от резервной аккумуляторной батареи в течение 4 часов;

- система оперативной внутриобъектной радиосвязи. Для этого предусматривается приобретение стационарной, мобильных и портативных радиостанций которые будут работать в зоне покрытия базовой станции системы «Тетра», установленной на объекте «Вектор»;

- радиотрансляционная сеть с установкой абонентских громкоговорителей в местах постоянного пребывания персонала, а также сеть оповещения и командно-поисковой связи во всех бытовых, служебных и производственных помещениях, на путях эвакуации и по территории ЦХОЯТ. Управление командно-поисковой связью и оповещением персонала осуществляется с диспетчерского пульта ЦЦУ и К. В качестве трансляционного узла используется оборудование системы оповещения «ВЕЛЛЕЗ». При этом сеть оповещения разделяется на зоны, соответствующие зонам обслуживания технологического оборудования. Расстановка громкоговорителей оповещения выполняется рассредоточено для получения необходимого уровня озвучивания зоны. Громкоговорители подключаются к сети оповещения без разъемов и регуляторов громкости. Сеть оповещения при необходимости используется также для местного вещания.

Комплекс аппаратуры оповещения «ВЕЛЛЕЗ» обеспечивает:

- трансляцию записанных сообщений в автоматическом режиме от сигнала станции автоматической пожарной сигнализации;
- трансляцию оператором других сообщений через вмонтированный микрофон;
- ручной режим управления трансляционным узлом;

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 163
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

- трансляцию сообщения по необходимым зонам обслуживания (до 24);
- передачу сигнала привлечения внимания перед сообщением;
- подключение до пяти микрофонных пультов сообщений с дистанционным управлением зонами оповещения. Каждый пульт имеет свой уровень приоритета передачи информации. Трансляция сообщения о пожаре имеет самый высокий уровень приоритета;
- построение двухканальной системы трансляции, из которых первая система используется для трансляции сообщений при необходимости, а вторая зарезервирована для трансляции непрерывной музыки, рекламных объявлений и другого, причем первая система имеет высший уровень приоритета;
- подключение к линии трансляции световых указателей направления движения при эвакуации;
- автоматическую проверку отсутствия обрыва или короткого замыкания линии трансляции со световой индикацией состояния линии;
- контроль исправности усилителей мощности и автоматическое переключение на резервный усилитель («горячее» резервирование).

Электропитание системы оповещения производится от источника гарантированного питания обеспечивающего работу оборудования от резервной аккумуляторной батареи в течение четырех часов.

Главным щитом переключения телефонной распределительной сети является кросс узла связи. Емкость сети по кроссу – 300 пар. Телефонная распределительная сеть выполняется кабелями марки ТПП и ТПВнг соответствующей емкости. По территории и в производственных зданиях кабели связи прокладываются, в основном, по конструкциям, предусмотренных для прокладки электрических и контрольных кабелей.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 164
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

## **7 ОСНОВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

### **7.1 Назначение и функции системы пожарной безопасности объекта**

Пожарная безопасность объекта ЦХОЯТ на стадии проектирования обеспечивается в соответствии с [77], требованиями нормативных актов по вопросам пожарной безопасности (НАПБ), действующих в Украине, с учетом области их применения.

ЦХОЯТ относится к группе объектов, пожары на которых могут привести к массовому поражению людей и окружающей территории вторичными проявлениями опасных факторов пожара, в первую очередь при выходе радиоактивных веществ и материалов за пределы защитных сооружений. В связи с этим, в соответствии с требованиями [18, 30], рассматриваемый объект должен иметь системы пожарной безопасности, предотвращающие или минимизирующие возможность возникновения пожара. Пожарная безопасность ЦХОЯТ на стадии проектирования обеспечивается системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями. Специфика пожарной безопасности ЦХОЯТ состоит в том, что системы пожарной безопасности объекта являются целевыми и должны в первую очередь обеспечивать радиационную и ядерную безопасность объекта.

Предотвращение пожара должно достигаться предотвращением образования горючей среды и предотвращением образования в горючей среде (или внесения в нее) источника зажигания.

Предотвращение образования горючей среды обеспечивается комбинацией следующих способов:

- максимально возможным применением негорючих и трудногорючих веществ и материалов;
- ограничением массы горючих веществ и материалов, располагающихся компактно, размещением их наиболее безопасным способом;
- изоляцией горючей среды (выделение пожарных отсеков и секций);
- установкой пожароопасного оборудования в изолированных помещениях (пожарных отсеках и секциях);
- максимальной механизацией и автоматизацией технологического процесса обращения с отработанным ядерным топливом;
- применением устройств защиты производственного оборудования с горючими веществами от повреждений и аварий;
- установкой отсекающих, отключающих и др. устройств (в том числе на воздуховодах системы вентиляции).

Предотвращение образования в горючей среде источников зажигания достигается комбинацией следующих способов:

- применением электрооборудования, которое соответствует по исполнению условиям применения во пожаровзрывоопасных зонах по Правилам устройства электроустановок ;
- применением быстродействующих средств защитного отключения возможных источников зажигания;
- соблюдением требований электростатической безопасности;

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 165
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

- устройством молниезащиты зданий и сооружений;
- ликвидацией условий для теплового, химического и/или микробиологического самовозгорания обращающихся горючих веществ.

Ограничение массы горючих веществ и материалов, а также наиболее безопасный способ их размещения достигается комбинацией следующих способов:

- уменьшением массы горючих веществ, находящихся одновременно в помещениях;
- максимально возможной заменой горючих жидкостей в оборудовании на негорючие.

Противопожарная защита достигается комбинацией следующих способов:

- применением средств пожаротушения и соответствующих видов пожарной техники;
  - применением автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения;
  - применением негорючих строительных конструкций и материалов с нормированными показателями пожарной опасности;
  - применением объемно-планировочных решений и устройств, ограничивающих распространение пожара: разделение сооружения на пожарные отсеки и секции, устройство противопожарных преград, огнепреграждающих элементов в оборудовании, аварийное отключение оборудования и др.;
  - обеспечением с помощью объемно-планировочных решений и технических средств своевременного оповещения и эвакуации персонала;
  - применением средств коллективной и индивидуальной защиты людей (персонала, пожарных подразделений) от опасных факторов пожара и радиационного воздействия;
  - применением технических средств противодымной защиты.
- Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности ЦХОЯТ на стадии проектирования включают:
- проверку соответствия организации пожарной требованиям строительных норм;
  - применением продукции противопожарного назначения, на которую имеется техническая документация и которая сертифицирована в установленном в Украине порядке;
  - нормирование численности персонала на объекте по условиям безопасности при пожаре с учетом ядерной и радиационной безопасности.

## **7.2 Краткая характеристика объекта**

Характеристика объекта ЦХОЯТ и основные технологические решения по обращению с отработанным ядерным топливом изложены в разделе 1 настоящего тома.

## **7.3 Архитектурно-строительная часть**

### **7.3.1 Противопожарные решения по генеральному плану**

Территория, намечаемая для размещения промплощадки ЦХОЯТ, граничит с востока с площадкой комплекса «Вектор», с запада - с ВЛ 110 кВ, с юга ограничена подъездной автодорогой к площадке «Вектор», с севера промплощадка граничит с лесом.

Площадка находится на расстоянии 5 км от железнодорожной станции Шепеличи, одного км от ПЗРО «Буряковка», 12 км от Чернобыльской АЭС.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 166
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Территория промплощадки и стройдвора полностью занята сосновым лесом, который будет вырублен при выполнении подготовительных работ.

При компоновке генерального плана площадки определились следующие функциональные зоны:

- здание приемки и перегрузки МЦК;
- площадка для хранения контейнеров;
- здание технического обслуживания со складом МЦК;
- здания и сооружения по хранению и обслуживанию транспортера и автотранспорта;
- здание электротехнических устройств;
- водоснабжение и канализация;
- здания и сооружения технических средств охраны;
- административное здание;
- железнодорожные пути отстоя и маневрирования.

Общий размер промплощадки в ограждении составляет 644х182 м.

При определении расстояний между зданиями и сооружениями в зависимости от их степени огнестойкости и категории по взрывопожарной и пожарной опасности, а также при проектировании автомобильных подъездов выполнялись требования [3].

Главный автомобильный въезд на площадку с автостоянкой предусмотрен с южной стороны в районе размещения административного здания, примыкает он к существующей автодороге на комплекс «Вектор» Второй автомобильный въезд организован с северной стороны, он примыкает к дороге, ведущей на с. Чистоголовка. С северной стороны площадки запроектирован также железнодорожный въезд, по которому осуществляется доставка отработавшего ядерного топлива, с путями отстоя и маневрирования.

Внутриплощадочная сеть автомобильных дорог имеет твердое покрытие и обеспечивает беспрепятственный подъезд пожарных автомобилей ко всем зданиям и сооружениям, при этом здание приемки и перегрузки имеет кольцевой объезд.

Организация пожарной охраны (наличие пожарных частей в пределах нормированного расстояния – 4 км) соответствует требованиям строительных норм [3]. Расстояние до ближайшего пожарного депо комплекса «Вектор» от наиболее удаленного здания или сооружения проектируемой ХОЯТ ВВЭР составляет менее одного километра, поэтому предусматривать дополнительный отдельный пост (пожарное депо) не требуется.

### **7.3.2 Классификация зданий, характеристика огнестойкости**

Объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений ЦХОЯТ определены в соответствии с требованиями действующих строительных норм и правил.

Категория зданий и сооружений ЦХОЯТ по взрывопожарной и пожарной опасности [19, 76], степень огнестойкости зданий ЦХОЯТ, минимальные пределы огнестойкости основных строительных конструкций и максимальных пределы распространения огня по ним определены в соответствии с требованиями [18, 30, 31, 32]. Классификация зданий и сооружений приведена в таблице 7.3.1. В таблице 7.3.2 приведены степень огнестойкости зданий и границы огнестойкости их строительных конструкций в соответствии с требованиями [18].

Размещение путей эвакуации, лестничных клеток в зданиях и количество эвакуационных выходов должны соответствовать требованиям [18, 30, 31, 32, 33]. Лестничные клетки будучи выполнены с естественным освещением.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 167
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Таблица 7.3.1 - Классификация зданий и сооружений ЦХОЯТ

Позиция на ген-плане	Наименование	Категория по взрывопожарной и пожарной опасности	Степень огнестойкости
<b>Основные объекты строительства</b>			
1	Здание приемки	Д	I
2	Площадка хранения контейнеров	Дз	-
<b>Объекты подсобного и обслуживающего назначения</b>			
3*	Здание технического обслуживания со складом МЦК	Д	II, IIIa
4	Административный корпус	-	II
	Убежище для укрытия персонала в подвале административного корпуса	Д	II
30*	Бетонный завод	Д	II, IIIa
<b>Объекты энергетического хозяйства</b>			
5	Здание электротехнических устройств	Д	II
<b>Объекты транспортного хозяйства</b>			
7	Гараж для транспортера	В	II
8	Гараж на 4 автомашины	В	II
9	Навес для обслуживания вагонов	-	-
10	Автозаправочный пункт	A <sub>3</sub>	-
11	Пути отстоя железнодорожного транспорта	-	-
<b>Сооружения водоснабжения и канализации</b>			
18.1	Насосная станция противопожарного водоснабжения	Д	II
18.2	Резервуары противопожарного запаса воды	Дз	-
20	Сооружение канализационной насосной станции	Дз	-
21	Аккумулирующие емкости дождевых сточных вод	Дз	-
<b>Сооружения ИТС ФЗ</b>			
29.1	Здание караула	-	II
29.2	КПП 1	-	II
29.3	КПП 2	-	II
* Для указанных зданий степень огнестойкости (II или IIIa) уточняется на дальнейших стадиях проектирования после уточнения категорий по взрывопожарной и пожарной опасности			

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 168
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Таблица 7.3.2 –Классификация строительных конструкций зданий ЦХОЯТ по огнестойкости и способности распространять огонь

Поз. по ген- пла- ну	Наименование здания	Степень огнестой- кости зданий	Минимальные значения пределов огнестойкости строительных конструкций (в минутах) и максимальные значения пределов распространения огня по ним (см)								
			Стены				Колонны	лестничные площадки, косоуры, лестницы, балки, марши лестничных клеток	перекрытия междуэтажные (в т.ч. чердачные и над подвалами)	Элементы совмещенных покрытий	
			несущие и лестничных клеток	самонесущие	внешние несущие	внутренние несущие перегородки				плиты, настилы, прогоны	балки, фермы, арки, рамы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Здание приемки	I	REI 150 M0	REI 75 M0	E 30 M0	EI 30 M0	R 150 M0	R 60 M0	REI 60 M0	RE 30 M0	R 30 M0
3*	Здание технического обслуживания со складом МЦК	II,	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0
		III a	REI 60 M0	REI 30 M0	E 15 M1	EI 15 M1	R 15 M0	R 60 M0	REI 15 M0	RE 15 M1	R 15 M0
4	Административный корпус	II	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0
4.1	Убежище для укрытия персонала в подвале административного корпуса	II	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0
5	Здание электротехнических устройств	II	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0
7	Гараж для транспорта	II	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0
8	Гараж на 4 автомашины	II	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0



<p><b>ОАО КИЭП</b></p>	<p><b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b></p>	<p>Стр. 169</p>
<p><b>Основные технические решения</b></p>	<p>Обозначение:  <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b>  Ред. <b>03</b></p>	

[illegible]

стены		лестничные площадки,	перекрытия междуэтаж-	Элементы совмещенных покрытий
-------	--	----------------------	-----------------------	-------------------------------

несущие и лестничных клеток	самонесущие	внешние несущие	внутренние несущие перегородки	колонны	косоуры, лестницы, балки, марши лестничных клеток	ные (в т.ч. чердачные и над подвалами	плиты, настилы, прогоны	балки, фермы, арки, рамы
-----------------------------	-------------	-----------------	--------------------------------	---------	---	---------------------------------------	-------------------------	--------------------------

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18.1	Насосная станция противопожарного водоснабжения	II	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0
29.1	Здание караула	II	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0
29.2	КПП 1	II	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0
29.3	КПП 2	II	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0
30*	Бетонный завод	II,	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0
		IIIa	REI 60 M0	REI 30 M0	E 15 M1	EI 15 M1	R 15 M0	R 60 M0	REI 15 M0	RE 15 M1	R 15 M0

\*Для указанных зданий степень огнестойкости (II или IIIa) уточняется на дальнейших стадиях проектирования после уточнения категорий по взрывопожарной и пожарной опасности

\*Для указанных зданий степень огнестойкости (II или IIIa) уточняется на дальнейших стадиях проектирования после уточнения категорий по взрывопожарной и пожарной опасности

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 170
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, в соответствии с документом [19, 76], будут уточняться на последующей стадии проектирования.

## **7.4 Электротехническая часть**

Раздел 7.4 относится ко всем зданиям и сооружениям, перечисленным в таблице 7.3.1

### **7.4.1 Пожарная безопасность электроустановок**

Система электроснабжения предназначена для обеспечения электропитанием всех потребителей комплекса ЦХОЯТ, в том числе систем противопожарной защиты, при нормальных условиях эксплуатации, нарушениях нормальных условий эксплуатации и проектных авариях. Эта система предусматривает своевременный переход на систему резервного или аварийного электроснабжения в случае потери основного электроснабжения.

Проектирование электротехнических систем ЦХОЯТ, в том числе и в части обеспечения противопожарной защиты, должно осуществляться в соответствии с [17]. При этом следует дополнительно руководствоваться требованиями [35], касающимися систем противопожарной защиты.

Все кабели на ЦХОЯТ следует предусматривать не распространяющими горение.

При проектировании кабельных трасс и размещении кабелей на одной кабельной конструкции (полка, лоток, днище кабельного короба и т. п.) рекомендуется не допускать суммарный объем полимерной горючей массы, входящей в состав изоляции и оболочки кабелей, более 7,0 литров на погонный метр трассы.

В случае, если по компоновочным, конструктивным соображениям суммарный объем полимерной горючей массы кабелей, размещаемых на одной кабельной конструкции, достигает 7,0 литров и более на погонный метр кабельной трассы, то эти кабели должны быть покрыты огнезащитным составом. Огнезащитные покрытия кабелей, а также заделка кабельных проходок выполняются в соответствии с требованиями [34, 36].

### **7.4.2 Электроснабжение систем противопожарной защиты**

Суммарная потребляемая мощность устройства автоматической пожарной сигнализации и пожарной автоматики составляет 5,5 кВт, насосной станции противопожарного водоснабжения 55 кВт.

Электроприемники систем противопожарной защиты относятся к электроприемникам следующих категорий по [17]:

- 1 категории (насосная противопожарного водоснабжения, устройства автоматической пожарной сигнализации и пожарной автоматики системы автоматического пожаротушения и системы оповещения помещений);
- особой группы 1 категории (устройства автоматической пожарной сигнализации для помещений ЦХОЯТ, содержащих системы нормальной эксплуатации, важные для безопасности, а также для помещений, в которых обращается отработанное ядерное топливо).

Электроприемники 1 категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 171
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Из состава электроприемников 1 категории выделяется особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых должна быть обеспечена в случае потери обоих независимых взаимно резервирующих источников; для электроснабжения этой особой группы должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого источника.

Электроснабжение каждой секции надежного питания осуществляется от двух источников:

- секции главного распределительного устройства 10/0,4-0,23 кВ;
- дизель-генератора (второй источник).

#### **7.4.3 Эвакуационное освещение**

Обеспечивается аварийное (безопасности и эвакуационное) освещение.

Сети эвакуационного освещения предусматриваются по основным проходам, коридорам, лестничным клеткам. Также световые указатели «ВЫХОД» устанавливаются во всех основных технологических помещениях, кабельных помещениях.

Эвакуационное освещение выполняется светильниками со встроенными аккумуляторными батареями.

Обеспечивается возможность включения эвакуационного освещения и указателей «ВЫХОД» в течение всего времени, когда включено рабочее освещение.

#### **7.4.4 Характеристика устройства молниезащиты зданий и сооружений, устройства заземления электрооборудования и сооружений**

В соответствии с [23] предусматривается необходимый комплекс мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, предохранения зданий и сооружений от взрывов, пожаров и разрушений, возможных при воздействии молнии.

Для защиты от прямых ударов молнии предусматриваются сетчатые молниеотводы на зданиях с использованием металлической крыши и каркаса.

Для наружной установки контейнеров и автозаправочного пункта для автомобилей предусматриваются отдельно стоящие молниеотводы. Количество и высота отдельно стоящих молниеотводов на площадке для хранения контейнеров определяется при рабочем проектировании.

Выполняется контур наружного заземления с сопротивлением заземляющего устройства, не превышающим 4 Ом в любое время года.

Вокруг зданий по периметру на глубине 0,7 м от поверхности земли прокладывается контур из стальных полос 40х4 мм и вертикальных электродов диаметром 12 мм длиной 5 м. Контуры связываются между собой не менее чем по двум направлениям.

#### **7.5 Системы вентиляции**

Предусматривается централизованное отключение при пожаре вентустановок, обслуживающих помещения с пожаровзрывоопасными производствами. Сигнал на отключения систем вентиляции формируется при срабатывании автоматической пожарной сигнализации (АПС).

Воздуховоды вентиляционных систем выполняются металлическими. Для зоны «свободного» режима применяются воздуховоды из тонколистовой оцинкованной стали, для зоны «строгого» режима – неоцинкованной стали с антикоррозийным покрытием.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 172
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Воздуховоды применяются класса «П» (плотные), независимо от назначения систем и напора вентилятора; тип воздуховодов и способы соединения деталей определяются на последующих стадиях.

На границах помещений пожароопасной категории В по [19, 32] на воздуховодах систем вентиляции устанавливаются огнезадерживающие клапаны, имеющие автоматическое, дистанционное и ручное (в месте их установки) управление.

Учитывая особенность здания приёмки в части радиационной безопасности (зона “строгого” режима), удаление газообразных продуктов сгорания после ликвидации пожара осуществляется штатными системами вытяжной вентиляции с радиационным контролем удаляемого воздуха. Удаление воздуха производится в металлическую вентиляционную трубу, размещаемую на кровле здания.

На следующих стадиях проектирования будет уточняться общая схема вентиляции, места размещения огнезадерживающих клапанов после выполнения архитектурных чертежей и определения категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности по [19].

## **7.6 Противопожарное водоснабжение**

### **7.6.1 Наружный противопожарный водопровод**

#### **7.6.1.1 Характеристика водоисточников и наружных сетей противопожарного водопровода**

В ЦХОЯТ предусматривается противопожарный водопровод высокого давления, который обеспечивает наружное и внутреннее пожаротушение зданий и сооружений, а также работу автоматической установки водяного пожаротушения. Система противопожарного водопровода площадки является автономной.

Расчетное число пожаров, в соответствии с п. 2.22 [27], принимается равным одному, т. к. площадь площадки значительно меньше 150 га.

В состав автономной системы водяного пожаротушения входят:

- емкости неприкосновенного противопожарного запаса;
- противопожарная насосная станция;
- сети противопожарного водопровода по территории с установкой пожарных гидрантов;
- внутренний противопожарный водопровод.

В качестве водоисточников противопожарного водоснабжения служат два железобетонных резервуара неприкосновенного противопожарного запаса емкостью 200 м<sup>3</sup> каждый. В резервуарах не допускается расход на иные цели неприкосновенного запаса воды, предусмотренного расчетом для пожаротушения.

Необходимые расходы и напоры воды для нужд внутреннего и наружного пожаротушения включая, системы автоматического водного пожаротушения, обеспечиваются пожарными насосами, установленными в отдельно стоящей противопожарной насосной станции. В насосной станции устанавливаются два насоса (1 рабочий, 1 резервный) марки КШ 100-250Б, подачей 130 м<sup>3</sup>/с и напором 0,64 МПа.

Постоянное давление в сети противопожарного водопровода поддерживается водовоздушным баком ВЭЭ1-2-1,0, емкостью 2,0 м<sup>3</sup>.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 173
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Подпитка водо-воздушного бака воздухом осуществляется передвижной компрессорной установкой ЭПКУ-02/10.

Управление пожарными насосами предусматривается следующим образом:

- от пусковых устройств у пожарных кранов
- от пусковых устройств в помещении противопожарной насосной станции.
- автоматически от пожарных извещателей в системе автоматического водяного пожаротушения (кабельных шахт).

Наружные сети противопожарного водопровода предусматриваются кольцевыми, с тупиковыми ответвлениями к тем зданиям, где необходимо устройство внутреннего противопожарного водопровода. Сети прокладываются из стальных труб диаметром 159х4 - 57х3 мм ГОСТ 10704-91 [37] с покрытием их изоляцией типа «весьма усиленная».

#### **7.6.1.2 Расчет расходов и напоров воды для целей внутреннего и наружного пожаротушения**

Определение расходов проводится по максимально возможному варианту, а именно:

- расход на тушение пожара в наибольшей по площади кабельной шахте здания приемки (пожаротушение водяное дренчерное) ( $q_{\text{АУПК}}$ ) составляет

$$q_{\text{АУПК}} = 16 \text{ л/с} \quad (\text{при интенсивности орошения } 0,2 \text{ л/с на } 1 \text{ м}^2);$$

- расход на пожаротушение из внутренних пожарных кранов (здания технического обслуживания со складом МЦК)

$$q_{\text{ПК}} = 5 \text{ л/с} (2 \text{ струи по } 2,5 \text{ л/с}) + 5 \text{ л/с} = 10 \text{ л/с} \quad ([26], \text{ т.2; п. 6.3});$$

- расход на тушение из пожарных гидрантов

$$q_{\text{ПГ}} = 10 \text{ л/с} \quad ([27], \text{ т.7},$$

при категории Д, степени огнестойкости II, IIIa и объеме до 5000 м<sup>3</sup>).

Общий расход воды для внутреннего и наружного пожаротушения составляет:

$$Q_{\text{общ.}} = q_{\text{АУПК}} + q_{\text{ПК}} + q_{\text{ПГ}} = 16 \text{ л/с} + 10 \text{ л/с} + 10 \text{ л/с} = 36 \text{ л/с}.$$

#### **7.6.1.3 Расчет неприкосновенного противопожарного запаса воды**

Количество воды, необходимое на тушение кабельных шахт (продолжительность пожара 10 мин. с запасом воды на 30 мин.):

- $16 \text{ л/с} \times 60 \text{ сек} \times 10 \text{ мин} = 9,6 \text{ м}^3;$
- $9,6 \text{ м}^3 \times 3 = 28,8 \text{ м}^3.$

Количество воды на прочие расходы (внутреннее и наружное пожаротушение, продолжительность тушения 3 часа):

$$(10 \text{ л/с} + 10 \text{ л/с}) \times 3,6 \times 3 = 216 \text{ м}^3.$$

Итого, суммарный расход воды для целей пожаротушения составляет:

$$28,8 \text{ м}^3 + 216 \text{ м}^3 = 244,8 \text{ м}^3$$

В ТЭОИ принимаются два железобетонных резервуара емкостью по 200 м<sup>3</sup> каждый.

Расчетные расходы и напоры воды на пожаротушение зданий и сооружений на площадке ЦХОЯТ сведены в таблицу 7.6.1.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 174
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Таблица 7.6.1 - Расчетные расходы и напоры воды на пожаротушение

Наименование	Расход воды, л/с		Расчетное время тушения пожара, час	Количество воды за расчетное время тушения пожара, м <sup>3</sup>	Потребный напор, м
	При внутреннем пожаротушении	При наружном пожаротушении			
Здание технического обслуживания со складом МЦК, пожарные краны	5,0 (2 x 2,5)+ +5,0=10,0	10,0	3,0	216	30,0
Гараж для транспорта, пожарные краны	5,0 (2 x 2,5)	10,0	3,0	162	30
Гараж для 4-х автомашин, пожарные краны	5,0 (2 x 2,5)	10,0	3,0	162	30
Кабельные шахты здания приемки	16,0	-	0,16 (10 мин.)	9,6	40 - 50
Админкорпус, пожарные краны	2,5	10,0	3,0	135	30

### 7.6.2 Водопровод противопожарный внутренний

Внутренний противопожарный водопровод запроектирован в зданиях площадки ЦХОЯТ, подлежащих пожаротушению (таблица 7.6.1).

В здании техобслуживания со складом МЦК противопожарный водопровод запроектирован с учетом орошения каждой точки помещения двум струям производительностью 10 л/с каждая ([26], п.6.3).

В зданиях гаража для транспорта и гаража на четыре автомашины (В,П) внутренний противопожарный водопровод запроектирован с учетом орошения каждой точки помещения двумя струями производительностью 2,5 л/с каждая.

В здании техобслуживания сеть противопожарного водопровода проектируется кольцевой с устройством не менее двух водоводов.

На сети устанавливается запорная арматура. Внутренние сети противопожарного водопровода проектируется из стальных электросварных труб диаметром 57х3 - 89х3 мм [37].

Пожарные краны устанавливаются на высоте 1,35 м от уровня пола или площадки обслуживания.

Размещение пожарных кранов, особенно в распреустройствах предусматривается в отапливаемых лестничных клетках, коридорах и тамбурах.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 175
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

## **7.7 Установки пожарной автоматики**

### **7.7.1 Автоматические установки пожарной сигнализации**

Система автоматической пожарной сигнализации (АПС) является составной частью системы противопожарной защиты ЦХОЯТ.

Необходимость устройства в помещениях здания ЦХОЯТ пожарной сигнализации определяется на основании требований [32, 38]. Размещение автоматических и ручных пожарных извещателей, прибора приемно-контрольного пожарного принято в соответствии с требованиями [35].

Автоматическая пожарная сигнализация представляет собой установку противопожарной защиты и обеспечивает:

- раннее обнаружение очага пожара;
- подачу сигнала о начале пожара на приемно-контрольный пожарный прибор в помещение с дежурным персоналом;
- формирование командных импульсов для управления инженерным оборудованием здания, позволяющих при их осуществлении создать условия для безопасной эвакуации персонала и подавления очага пожара или ограничения распространения огня.

Все оборудование АПС, принятое для установки в ЦХОЯТ, в соответствии со своим назначением и областью применения должно иметь сертификаты Государственного центра сертификации МЧС Украины, который сертифицирует продукцию в соответствии с требованиями по пожарной безопасности.

Автоматическая пожарная сигнализация ЦХОЯТ должна иметь функциональные связи с его инженерными системами, такими как:

- система электроснабжения переменного тока 220 В, 50 Гц;
- система резервного электроснабжения переменного тока 220 В, 50 Гц от дизельной электростанции;
- системы вентиляции;
- система управления огнезадерживающими клапанами систем вентиляции.

В помещениях зон «строгого» и «свободного» режимов здания перегрузки все приточные и вытяжные системы вентиляции должны автоматически отключаться при пожаре.

В воздуховодах систем вентиляции предусмотрена установка огнезадерживающих клапанов, которые в случае пожара должны отделять вентиляцию пожароопасных помещений от других помещений и отсеков.

Все огнезадерживающие клапаны при пожаре должны автоматически закрываться по команде АПС при пожаре.

Резервная дизель-генераторная электростанция должна также автоматически отключаться при пожаре в этом помещении.

*Приемно-контрольный пожарный прибор.*

Для контроля шлейфов пожарной сигнализации и приема сигналов от автоматических и ручных пожарных извещателей принят прибор приемно-контрольный пожарный (ППКП) на двадцать шлейфов.

Прибор приемно-контрольный обеспечивает:

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 176
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

- прием и отображение информации (вид события, адрес и др.), поступающей от пожарных извещателей, на жидкокристаллическом буквенно-цифровом дисплее или световых сигнализаторах;
- приоритет отображения сигналов о пожаре над сигналами «предупреждение», «неисправность» и другими технологическими сигналами работы установки;
- формирование командных импульсов, общих или по каждой зоне, помещению для управления сигнализаторами, пусковыми устройствами пожаротушения, вентиляторами, заслонками и клапанами вентиляции и др.;
- формирование общих сигналов о пожаре и неисправностях для передачи, при необходимости, по контролируемым линиям в другие помещения щитов управления или в пожарную часть;
- возможность вывода информации о событиях, хранящейся в энергонезависимой памяти на дисплей и, при необходимости, на бумажный носитель с помощью подключаемого принтера.

Выводимая на панель индикации или экран монитора персонального компьютера информация будет представлена на русском языке.

Прибор приемно-контрольный будет установлен в соответствии с указаниями предприятия-изготовителя в помещении центрального щита управления с постоянным дежурным персоналом.

Установка пожарной сигнализации включает в свой состав следующее оборудование:

- извещатели пожарные дымовые оптические;
- извещатели пожарные дымовые линейные;
- извещатели пожарные тепловые;
- извещатели пожарные ручные;
- модули релейные входа/выхода.

Оборудование автоматической пожарной сигнализации, включая приемно-контрольный пожарный прибор, шлейфы сигнализации, модули управления, подключенные к ним, должны использоваться также для автоматического отключения систем вентиляции при пожаре, автоматического и дистанционного управления огнезадерживающими клапанами.

При выборе вида и типа пожарных извещателей для системы обнаружения пожара в помещениях ЦХОЯТ руководствовались следующими соображениями:

- соответствие принципа работы (тепловой, дымовой, др.) вероятным первичным признакам (тепло, дым, пламя) начинающегося пожара горючих веществ и материалов, хранящихся и/или обращающихся в технологическом процессе, выполняемом в защищаемых помещениях здания, для обнаружения его в ранней стадии;
- соответствие исполнения оболочек пожарных извещателей условиям окружающей среды.

В качестве технических средств обнаружения пожара в защищаемых помещениях приняты:

- для производственных, электротехнических и офисных помещений, в которых возникновение пожара может сопровождаться дымом, - дымовые пожарные извещатели;
- для помещений мастерских, в которых возникновение пожара сопровождается повышением температуры, - тепловые пожарные извещатели;
- на путях эвакуации, площадках лестничных клеток - ручные пожарные извещатели.



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 177
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Оболочки и конструкция пожарных извещателей, устанавливаемых в помещениях здания приемки, должны соответствовать требованиям по степени защиты исполнению IP 54 для зоны «строгого» режима и IP 24 - для зоны «свободного» режима.

Конструкция дымовых пожарных извещателей должна предусматривать наличие встроенного оптического индикатора срабатывания.

Автоматические пожарные извещатели устанавливаются на потолках, под площадками и воздуховодами шириной более 0,75 м, а ручные извещатели - на стенах помещений, коридоров, лестничных клеток на эвакуационных путях.

Расстановка пожарных извещателей на планах защищаемых помещений выполняется в соответствии с требованиями [35], с учетом, для автоматических извещателей, выступающих частей потолочных строительных конструкций (ребер плит, ригелей, балок и т.п.).

Предусматривается разделение шлейфов АПС по помещениям зон «строгого» и «свободного» режимов.

#### *Электроснабжение*

Электропитание устройств автоматической пожарной сигнализации а также автоматических установок пожаротушения должно быть выполнено от двух независимых источников по I категории [17].

В качестве резервного источника питания должен быть предусмотрен аккумулятор, обеспечивающий питание установки в течение 24 часов в дежурном режиме и 3 часа в режиме тревоги при исчезновении питающего напряжения по основному вводу.

### **7.7.2 Автоматические установки пожаротушения**

#### **7.7.2.1 Автоматические установки водяного пожаротушения кабельных шахт здания приемки**

В соответствии с требованиями [32, 38] и приложения Б [39] пожаротушение кабельных сооружений (шахт) в здании приемки предусматривается автоматической установкой водяного пожаротушения (распыленной водой). Указанная установка проектируется на основании требований [40].

Автоматическая установка включает в себя установку водяного пожаротушения и систему ее автоматического управления. Расчетный расход воды установки водяного пожаротушения принимается по наибольшему расходу, требующемуся на пожаротушение одной защищаемой, наибольшей шахты.

Для защиты кабельных шахт устанавливаются оросители типа ДВ-10 и ДВМ-10. Напор воды необходимый для тушения кабельных шахт составляет 0,4-0,5 МПа. Давление непосредственно перед оросителями 0,3-0,4 МПа, расход на один ороситель 1,7 л/с. Ориентировочное расстояние между оросителями 4 м. Окончательное расстояние определяется по расходу, давлению и факелу орошения данного оросителя.

При интенсивности орошения в 0,2 л/с на 1 м<sup>2</sup>, расход воды на тушение шахты составляет 16,0 л/с.

Расчетное время тушения пожара в кабельных помещениях принимается равным 10 мин, а запас воды должен обеспечивать работу автоматической установки в течении 30 минут.

Автоматический пуск установки пожаротушения должен дублироваться дистанционным включением со щита управления, а также по месту установки запорной арматуры и насосов. Инерционность срабатывания автоматической установки пожаротушения не превышает 3 мин.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 178
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

#### **7.7.2.2 Автоматические установка порошкового пожаротушения помещения дизельной**

С учетом требований пункта 1.23 [38] предусмотрено применение автоматических модульных установок типа УППУ-500РС локального (по площади) порошкового пожаротушения помещения дизельной. По способу пуска - это автоматические установки с дублирующим ручным пуском (местным и дистанционным). По конструктивному исполнению - это установки с распределительной сетью с автономным источником рабочего газа. Указанная установка проектируется в соответствии с требованиями [35].

Установки порошкового пожаротушения унифицированные с распределительной сетью УППУ-500РС имеют заряд огнетушащего порошка массой 500 кг, огнетушащая способность (площадь тушения) 64 м<sup>2</sup>, диапазон температур хранения и применения для исполнения от минус 20 °С до 50 °С. В качестве огнетушащего порошка использован порошок типа П-2АП (ТУ У 6-35-0576636-001-097) для тушения пожаров класса А,В,С в соответствии с документом [41].

#### **7.7.3 Системы противодымной защиты**

Системы противодымной защиты (автоматические установки дымоудаления и подпора воздуха) должны проектироваться в соответствии с требованиями [42]. Необходимость устройства систем противодымной защиты будет определена на дальнейших стадиях проектирования после детализации архитектурно-планировочных и компоновочных решений (определение категорий помещений, размещение строительных конструкций, коридоров, лестничных клеток и др.) по каждому из зданий ЦХОЯТ.

#### **7.7.4 Система оповещения о пожаре**

В соответствии с требованиями нормативных документов здание приемки (категория Д по взрывопожарной и пожарной опасности, здание двухэтажное) оборудуется системой оповещения 1-го типа (приложение Е [18]).

В помещениях с постоянным обслуживающим персоналом главного корпуса проектом предусмотрена система оповещения о пожаре. При этом, в соответствии с таблицей 6 [18], предусматривается звуковой способ оповещения (звонки, тонированный сигнал) и светоуказатели «ВЫХОД».

Для оповещения о пожаре дополнительно используются системы внешней и внутренней связи диспетчерского и технологического управления ЦХОЯТ.

Управление командно-поисковой связью и оповещением персонала осуществляется с диспетчерского пульта ЦЦУ. В качестве трансляционного узла используется оборудование системы оповещения «ВЕЛЛЕЗ». При этом сеть оповещения разделяется на зоны, соответствующие зонам обслуживания технологического оборудования. Расстановка громкоговорителей оповещения выполняется рассредоточено для получения необходимого уровня озвучивания зоны. Громкоговорители подключаются к сети оповещения без разъемов и регуляторов громкости. Сеть оповещения при необходимости используется также для местного вещания.

Система оповещения о пожаре, управляемая из помещения с постоянным дежурным персоналом объекта (диспетчерский пульт ЦЦУ), должна работать в течение всего расчетного времени эвакуации персонала.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 179
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

## **7.8 Организационно-технические мероприятия**

Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности ЦХОЯТ предусматриваются в соответствии с требованиями Правил пожарной безопасности [43].

Здания, помещения и территория ЦХОЯТ обеспечиваются первичными средствами пожаротушения в соответствии с нормами положенности первичных средств пожаротушения [43, 79].

В качестве первичных средств пожаротушения должны применяться порошковые и углекислотные огнетушители, ящики с песком в комплекте с пожарным инвентарем пожарных щитов (пожарных стенов).

Выбор типа и расчет необходимого количества огнетушителей производится в зависимости от их огнетушащей способности, а также класса пожара горючих веществ и материалов по [41, 79].

Класс А — пожары твердых веществ, горение которых сопровождается тлением (древесина, хлопок, текстиль, бумага и т. п.).

Класс В — пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ.

Класс С — пожары газов.

Класс D — пожары металлов и их сплавов.

Класс Е — пожары электроустановок.

Первичные средства пожаротушения размещаются в доступных и видных местах.

Количество первичных средств пожаротушения и их размещение будет определено на дальнейшей стадии проектирования - Р (рабочая документация).

Организация пожарной охраны (наличие пожарных частей в пределах нормированного расстояния — 4 км) соответствует требованиям строительных норм [3]. Расстояние до ближайшего пожарного депо комплекса «Вектор», от наиболее удаленного здания или сооружения проектируемого ЦХОЯТ ВВЭР, составляет менее одного километра, поэтому предусматривать дополнительный отдельный пост (пожарное депо) не требуется.

Проектом предусматривается применение продукции противопожарного назначения, на которую имеется техническая документация и которая сертифицирована в Государственном центре сертификации МЧС Украины в установленном порядке.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 180
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

## **8 ОСНОВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОТОПЛЕНИЮ, ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЮ**

### **8.1 Общие положения**

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования зданий и помещений ЦХОЯТ предназначаются для выполнения следующих функций:

- предотвращать загрязнение воздушной среды помещений и. атмосферного воздуха радиоактивными веществами выше допустимых значений;
- поддерживать оптимальные условия окружающей среды для работы технологического оборудования;
- обеспечивать для обслуживающего персонала допустимые метеорологические условия воздушной среды помещений во время проведения основных и ремонтно-вспомогательных работ.

В проект вентиляции заложены следующие основные положения:

- вытяжной воздух, выбрасываемый в вентиляционную трубу, проходит радиационный контроль;
- соблюдается принцип раздельной вентиляции зоны строгого режима и зоны свободного режима;
- в помещениях зоны строгого режима создается разрежение в соответствии с назначением помещений и направленные потоки воздуха;
- вытяжные системы из помещений зоны строгого режима снабжены аэрозольными фильтрами;
- в помещениях поддерживаются заданные температуры воздуха и относительная влажность;
- воздухообмены в помещениях постоянного пребывания персонала определены с учетом нормируемого расхода наружного воздуха по санитарным нормам;
- вентиляция помещений выполнена с учетом категории помещений по пожаровзрывоопасности.

При пожаре предусматривается централизованное отключение вентустановок, обслуживающих помещения с пожаровзрывоопасными производствами.

Для обеспечения надежной работы вентиляционные системы помещений зоны строгого режима должны иметь 100 %-ный резерв по оборудованию, снабжены автоматическими блокировками и дистанционным управлением, вытяжные вентиляторы систем с очисткой воздуха на фильтрах должны иметь регуляторы частоты вращения.

За работой вентиляционных систем, удаляющих воздух в венттрубу, ведется наблюдение службой эксплуатации, а за активностью удаляемого воздуха – службой радиационного контроля.

Воздухообмен по помещениям зданий и сооружений, а также температура воздуха в них приняты в соответствии с санитарными нормами и технологическими требованиями.

Отопление в зданиях ЦХОЯТ – промышленными и офисными тепловентиляторами.

Воздуховоды вентиляционных систем выполняются металлическими. Для зоны «свободного» режима применяются воздуховоды из тонколистовой оцинкованной стали, для зоны «строгого» режима – не оцинкованной стали с антикоррозийным покрытием.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 181
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Воздуховоды применяются класса «П» (плотные) независимо от назначения систем и напора вентилятора; тип воздуховодов и способы соединения деталей определяются на последующих стадиях.

## 8.2 Исходные данные

В основу расчетов отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха положены следующие исходные данные:

- параметры наружного воздуха для холодного периода года:
  - средняя температура наиболее холодной пятидневки (параметр Б), °С .....минус 22;
  - удельная энтальпия, кДж/кг .....минус 20,7;
  - скорость ветра, м/с .....4,2.
- параметры наружного воздуха для теплого периода года:
  - средняя температура самого жаркого месяца на 13 часов дня (параметр А), °С.....23,7;
  - удельная энтальпия, кДж/кг.....53,6;
  - скорость ветра, м/с .....1,0;
  - расчетное барометрическое давление, гПа.....990.

Количество градусо/суток отопительного периода составляет 3572.

Источником теплоснабжения для систем отопления и вентиляции служит электроэнергия.

Параметры внутреннего воздуха при проектировании систем вентиляции и отопления приняты в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88 [44] (в зависимости от периода года и категории выполняемых работ), технологическим заданием и составляют:

- обслуживаемые помещения:
  - температура: от плюс 16 °С до плюс 25 °С ;
  - влажность: от 40 % до 75 %.
- полубслуживаемые помещения:
  - температура: от плюс 16 °С до плюс 30 °С ;
  - влажность: от 40 % до 75 %.
- необслуживаемые помещения:
  - температура: от плюс 5 °С до плюс 40 °С ;
  - влажность: от 0 % до 75 %.
- помещения зоны «свободного» режима:
  - температура: от плюс 16 °С до плюс 25 °С ;
  - влажность: от 40 % до 75 %.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 182
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### **8.3 Основные положения вентиляции и кондиционирования**

#### **8.3.1 Здание приёмки**

##### **8.3.1.1 Принципиальные решения по вентиляции, отоплению и кондиционированию**

Здание приёмки предназначено для обеспечения проведения основного технологического процесса ЦХОЯТ. Здание проектируется в четыре этажа, разделено по вертикали на зоны свободного и строгого режима, оборудовано грузовыми лифтами. Проход из зоны свободного режима в зону строгого режима при нормальной эксплуатации возможен только через санпропускник. При аварии или пожаре возможен непосредственный выход персонала из здания по пожарным лестницам через аварийные выходы.

На отметке 0,000 м в зоне строгого режима расположен транспортно-технологический коридор, помещения контрольных баков санпропускника (с приемком и насосами), «грязных» мастерских, радиологической лаборатории, блок помещений саншлюза; в зоне свободного режима расположены помещения электрощитовой, компрессорной, теплопункта и приточный вентцентр.

На отметке 4,200 м в зоне свободного режима расположены помещения чистой зоны санпропускника, блок бытовых помещений персонала зоны свободного режима, электротехническое помещение.

На отметке 7,800 м в зоне свободного режима расположены центральный щит управления системой радиационной защиты и щиты управления вентиляцией, административные помещения.

На отметке 11,100 м расположены помещения приточного и вытяжных вентцентров, помещение баков запаса воды.

Системы (и их элементы) отопления, вентиляции и охлаждения зон «строгого» и «свободного» режимов главного корпуса относятся к системам нормальной эксплуатации не влияющим на безопасность, кроме фильтров вытяжных вентиляционных систем, которые являются элементами нормальной эксплуатации важными для безопасности.

В основу проектирования вентиляции Главного корпуса положен принцип раздельной вентиляции помещений зоны строгого режима и зоны свободного режима.

Система вентиляции здания приёмки состоит из следующих подсистем:

- первая подсистема зоны «строгого» режима состоит из приточной WW01 и вытяжной WW11 систем для помещения транспортно-технологического коридора, в котором происходят операции с контейнером – принципиальная схема систем представлена на рисунке 8.3.1;
- вторая подсистема состоит из приточной WW02 и вытяжных WW12, WW13, WW14, WW16 систем (отдельных для каждой категории помещений) зоны «строгого» режима - принципиальная схема систем представлена на рисунке 8.3.2;
- третья подсистема состоит из приточной WW03 и вытяжной WW34 систем для помещений санпропускника и блока бытовых помещений зоны «свободного» режима - принципиальная схема систем представлена на рисунке 8.3.3;
- четвёртая подсистема состоит из приточных WW24 и вытяжных WW35 систем для зоны «свободного» режима - принципиальная схема систем зоны свободного режима представлена на рисунке 8.3.4.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 183
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Для административных помещений, помещений ЦЩУ и щита вентиляции, сервисного блока предусматривается охлаждение внутреннего воздуха сплит-системами.

Системы вентиляции зоны «строгого» режима предназначаются для выполнения следующих функций:

- предотвращать загрязнение воздушной среды помещений и атмосферного воздуха радиоактивными веществами выше допустимых значений;
- поддерживать оптимальные условия окружающей среды для работы технологического оборудования;
- обеспечивать для обслуживающего персонала допустимые метеорологические условия и чистоту воздушной среды помещений во время проведения основных и ремонтно-вспомогательных работ.

Помещения зоны «строгого» режима разделяются на:

- необслуживаемые помещения;
- периодически обслуживаемые помещения;
- обслуживаемые помещения.

Эти помещения характеризуются наличием избыточного тепла и радиоактивных аэрозолей в воздухе некоторых помещений. Задачей вентиляционных систем этих помещений является следующее:

- создание разрежения в помещениях;
- удаление избыточного тепла;
- очистка, при необходимости, от аэрозолей воздуха, удаляемого в вентиляционную трубу;
- создание нормируемых санитарно-гигиенических условий для обслуживающего персонала.

Вентиляционные системы помещений обеспечивают принцип перетекания воздуха из более «чистых» зон в более «загрязненные».

На границах помещений категории по пожароопасности «В» устанавливаются огнезадерживающие клапаны, имеющие автоматическое, дистанционное и ручное (в месте их установки) управление.

Учитывая особенность здания приёмки в части радиационной безопасности, удаление газообразных продуктов сгорания осуществляется штатными системами вытяжной вентиляции после ликвидации возгорания с радиационным контролем удаляемого воздуха.

Удаление воздуха производится в металлическую вентиляционную трубу, размещаемую на кровле здания.

Воздухообмены в помещениях определяются, исходя из поддержания активности, не превышающей допустимую для воздуха рабочих помещений, поддержания нормативных параметров воздуха, а также из условия создания разрежения.

Для обеспечения надежной работы вентиляционные системы помещений зоны «строгого» режима должны иметь 100 %-ный резерв по оборудованию, снабжены автоматическими блокировками и дистанционным управлением, вытяжные вентиляторы систем с очисткой воздуха на фильтрах должны иметь регуляторы частоты вращения.

За работой вентиляционных систем, удаляющих воздух в венттрубу, ведётся наблюдение службой эксплуатации, а за активностью удаляемого воздуха - службой радиационного контроля.

Помещения зоны «свободного» режима такие, как помещения распределительных устройств собственных нужд, помещения щитов управления, и другие, характеризуются

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 184
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

большим количеством тепловыделений от электротехнического оборудования. Для снятия тепловыделений предусматривается устройство приточно-вытяжной вентиляции с механическим или естественным побуждением.

Воздухообмен по помещениям и температура воздуха в них приняты в соответствии с санитарными нормами или технологическими требованиями.

В связи с тем, что помещения зоны «свободного» режима не имеют естественного проветривания, оборудование общеобменной вентиляции принято со 100 %-ным резервом.

Предусматривается при пожаре (по АПС) централизованное отключение вентустановок обслуживающих помещения с взрывопожароопасными производствами.

Работающие вентагрегаты вентиляционных систем являются источником шума.. С целью локализации шума в источнике его образования, проектом предусматриваются следующие конструктивные мероприятия:

- центробежные вентиляторы устанавливаются на виброизолирующих основаниях;
- предусматриваются гибкие вставки до и после вентагрегатов;
- вентагрегаты устанавливаются в отдельных изолированных помещениях;
- приточные камеры поставляются с шумоглушительными секциями.

Воздуховоды вентиляционных систем выполняются металлическими. Для зоны «свободного» режима применяются воздуховоды из тонколистовой оцинкованной стали, для зоны «строогого» режима – не оцинкованной стали с антикоррозийным покрытием.

Воздуховоды применяются класса «П» (плотные) независимо от назначения систем и напора вентилятора; тип воздуховодов и способы соединения деталей определяются на последующих стадиях.

### **8.3.1.2 Описание работы систем вентиляции**

*Вентиляционная система транспортно-технологического коридора - WW01, WW11*

Приточная и вытяжная, за исключением фильтров, подсистемы являются системами нормальной эксплуатации, не важными для безопасности, классификационное обозначение - 4Н в соответствии с [12].

Фильтры вытяжной подсистемы WW11 являются элементами нормальной эксплуатации важными для безопасности, классификационное обозначение - 4Н в соответствии с [12].

Принципиальная схема системы представлена на рисунке 8.3.1.

Приточно-вытяжная система вентиляции транспортно-технологического коридора работает постоянно. Приточная установка подает фильтрованный и подогретый, в холодный период года, воздух при нормальной эксплуатации здания для поддержания температурных условий для надежной работы оборудования.

Производительность приточной установки составляет 20000 м<sup>3</sup>/ч, вытяжной - 25000 м<sup>3</sup>/ч. Расход тепла на подогрев приточного воздуха до 10 °С составляет 215 кВт.

Разрежение в транспортно-технологическом коридоре поддерживается за счёт превышения расхода вытяжного воздуха над приточным.

Оборудование приточной и вытяжной подсистем предусматривается со 100% резервом.

Резервное оборудование включается автоматически, если расход воздуха достигает предельных значений или происходит отказ работающего оборудования.



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 185
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Подсистемы притока и вытяжки, включая системы управления, получают электропитание от электрических сборок собственных нужд.

*Вентиляционная система помещений зоны «строгого» режима – WW02, WW12, WW13, WW14, WW16*

Приточная и вытяжные, за исключением фильтров, подсистемы являются системами нормальной эксплуатации, не важными для безопасности, классификационное обозначение 4Н в соответствии с [12].

Фильтры вытяжных подсистем WW12, WW14, WW16 являются элементами нормальной эксплуатации важными для безопасности, классификационное обозначение 4Н в соответствии с [12].

Принципиальная схема системы представлена на рисунке 8.3.2.

Приточно-вытяжные подсистемы вентиляции зоны строгого режима работают постоянно.

Приточная установка подает фильтрованный и подогретый воздух при нормальной эксплуатации здания для поддержания температурных условий обеспечивающих выполнение операций и надежной работы оборудования и для поддержания требуемых температурных условий в помещениях постоянного пребывания персонала - с учетом нормируемого расхода наружного воздуха по санитарным нормам.

Производительность приточной установки составляет 5450 м<sup>3</sup>/ч. Производительность вытяжных установок составляет:

- WW12 - 1000 м<sup>3</sup>/ч (с учётом помещений санпропускника);
- WW13 – 5000 м<sup>3</sup>/ч (с учётом помещений санпропускника);
- WW14 – 1000 м<sup>3</sup>/ч;
- WW16 – 1100 м<sup>3</sup>/ч.

Расход тепла на подогрев приточного воздуха до 18 °С составляет 78 кВт.

Разрежение в полуобслуживаемых и необслуживаемых помещениях зоны «строгого» режима поддерживается за счёт работы клапанов избыточного давления (КИД).

Оборудование приточной и вытяжной подсистем предусматривается со 100%-ным резервом.

Резервное оборудование включается автоматически, если расход воздуха достигает предельных значений или происходит отказ работающего оборудования.

*Вентиляционная система для помещений санпропускника – WW03, WW34*

Приточная и вытяжная подсистемы санпропускника являются системами нормальной эксплуатации, не важными для безопасности, классификационное обозначение 4Н в соответствии с [12].

Вентиляционная система для помещений санпропускника работает совместно с вытяжными подсистемами WW12, WW13, в части удаления воздуха из помещений категории «В», требующего очистки на фильтрах перед выбросом в атмосферу и помещений, относящихся к обслуживаемым зоны строгого режима.

Принципиальная схема системы представлена на рисунке 8.3.3.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 186
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Приточно-вытяжная система вентиляции работает постоянно.

Приточная установка подает фильтрованный и подогретый, в холодный период года, воздух при нормальной эксплуатации здания для поддержания требуемых температурных условий для персонала с учетом нормируемого расхода наружного воздуха по санитарным нормам.

Производительность приточной установки составляет 6100 м<sup>3</sup>/ч, вытяжной – 4500 м<sup>3</sup>/ч.

Расход тепла на подогрев приточного воздуха до 18 °С составляет 82 кВт.

Оборудование приточной и вытяжной подсистем предусматривается со 100% резервом в связи с отсутствием естественного освещения.

Резервное оборудование включается автоматически, если расход воздуха достигает предельных значений или происходит отказ работающего оборудования.

*Вентиляционная система зоны «свободного» режима – WW21, WW22, WW23, WW24, WW31, WW32, WW33, WW35*

Приточные и вытяжные подсистемы помещений зоны свободного режима являются системами нормальной эксплуатации, не важными для безопасности, классификационное обозначение 4Н в соответствии с [12].

Принципиальная схема системы представлена на рисунке 8.3.4.

Для зоны «свободного» режима здания предусматривается приточно-вытяжные системы с механическим (WW24, WW31, WW32, WW33, WW35) и естественным побуждением (WW21, WW22, WW23).

Производительность приточной установки WW24 составляет 8000 м<sup>3</sup>/ч. Производительность вытяжных установок составляет:

- WW31 - 650 м<sup>3</sup>/ч;
- WW32 – 650 м<sup>3</sup>/ч;
- WW33 – 1000 м<sup>3</sup>/ч;
- WW35 – 4500 м<sup>3</sup>/ч.

Расход тепла на подогрев приточного воздуха до 18 °С составляет 108 кВт.

Приточная установка (WW24) подает фильтрованный и подогретый, в холодный период года, воздух для обеспечения необходимых температурных условий для поддержания выполняемых операций и надежной работы оборудования и для поддержания требуемых температурных условий для персонала с учетом нормируемого расхода наружного воздуха по санитарным нормам.

Оборудование приточной (WW24) и вытяжной (WW35) подсистем общеобменной вентиляции предусматривается со 100 %-ным резервом.

Резервное оборудование включается автоматически, если расход воздуха достигает предельных значений или происходит отказ работающего оборудования.

Вентиляторы помещений тепlopункта, электрощитовой и компрессорной включаются и выключаются автоматически, в зависимости от температуры внутреннего воздуха.

#### ***Вентиляционная труба***

Для выброса воздуха в атмосферу из помещений зоны строгого режима предусматривается вентиляционная металлическая труба высотой 21 м от отметки 0,000 м.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 187
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Высота трубы определяется на основании физических расчетов влияния выбросов на окружающую среду.

Вентиляционная труба диаметром 900 мм предназначена для выброса воздуха в нормальном режиме работы здания. Конструктивно диаметр трубы определен по максимальному расходу воздуха в нормальном и ремонтном режимах при скорости выхода воздуха в атмосферу порядка 14,5 м/с.

Общее количество воздуха, выбрасываемого в атмосферу через вентиляционную трубу, представлено в таблице 8.3.1.

Из помещений зоны свободного режима выброс воздуха от вытяжных систем производится выше кровли здания.

Таблица 8.3.1 – **Количество выбрасываемого воздуха через вентиляционную трубу**

Обозначение системы	Выброс через трубу,	
	м <sup>3</sup> /ч	м <sup>3</sup> /с
1 Система WW11	25000	6,95
2 Система WW12	1000	0,28
3 Система WW13	5000	1,39
4 Система WW14	1000	0,28
5 Система WW15	200	0,06
6 Система WW16	1100	0,31
Итого:	33300	9,27

### 8.3.1.3 Отопление, теплоснабжение и горячее водоснабжение

Система отопления и теплоснабжения является системой нормальной эксплуатации, не влияющей на безопасность.

В качестве источника тепла для нужд отопления, теплоснабжения систем вентиляции и горячего водоснабжения принята электроэнергия.

Общий расход электроэнергии на здание приёмки составляет, кВт, в том числе:

- на нужды отопления.....530;
- теплоснабжение систем вентиляции.....454;
- на вентиляцию.....115;
- на подогрев воды для нужд горячего водоснабжения.....180.

Отопление осуществляется с помощью тепловентиляторов промышленного и офисного исполнения.

Для приготовления горячей воды с расходом 2,08 м<sup>3</sup>/ч требуется установка производительностью 180 кВт. Для этой цели устанавливаются проточные электрические водоподогреватели мгновенного нагрева.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 188
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

*Условные обозначения*



- клапан



- гермоклапан с ручным приводом



- гермоклапан с ручным электроприводом



- фильтр грубой очистки



- фильтр тонкой очистки



- электро калорифер



- центробежный вентилятор



- датчик температуры



- датчик и сигнализатор температуры



- индикатор и регулятор температуры



- датчик давления



- индикатор и сигнализатор перепада давления



- датчик и сигнализатор расхода



- осевой вентилятор

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 189
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b>
		Ред. 03

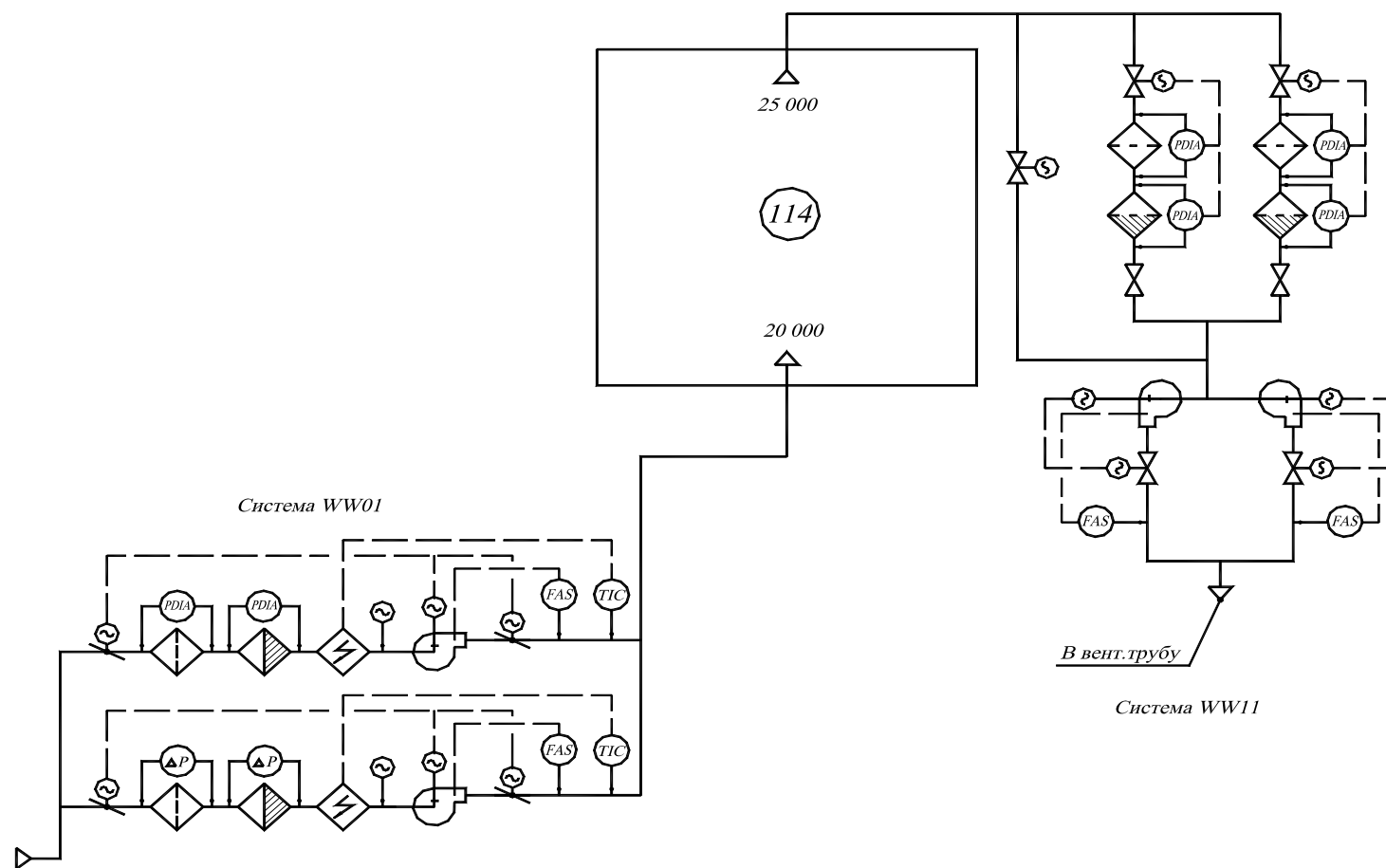


Рисунок 8.3.1 – Принципиальная схема вентиляционной системы помещений транспортно-технологического коридора здания приемки

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 190
Основные технические решения		Обозначение: 57-204.201.002.ОЭ 01.03 Ред. 03

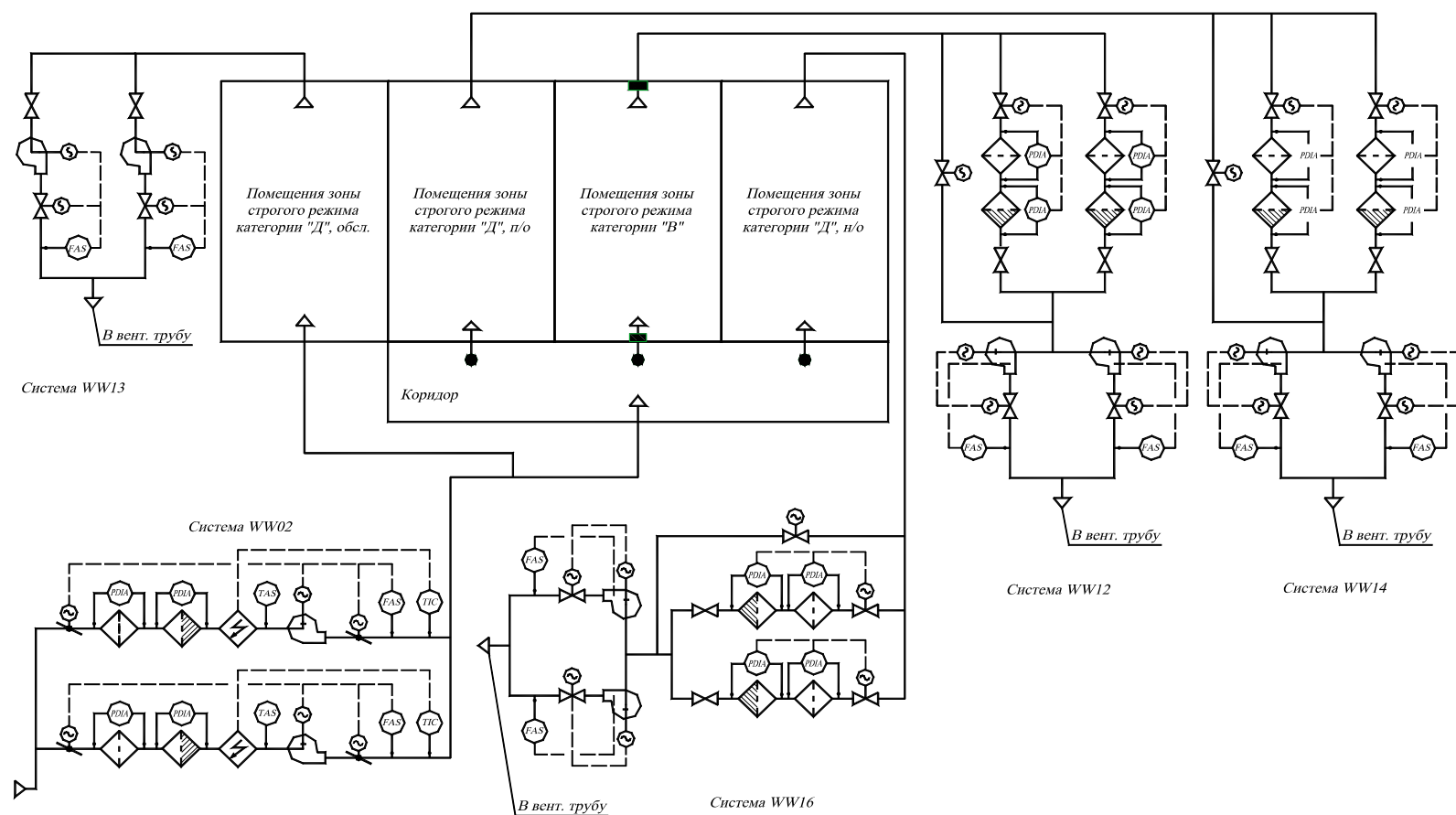


Рисунок 8.3.2 - Принципиальная схема вентиляционной системы помещений «строгого» режима здания приемки

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработанного ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 191
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b>
		Ред. 03

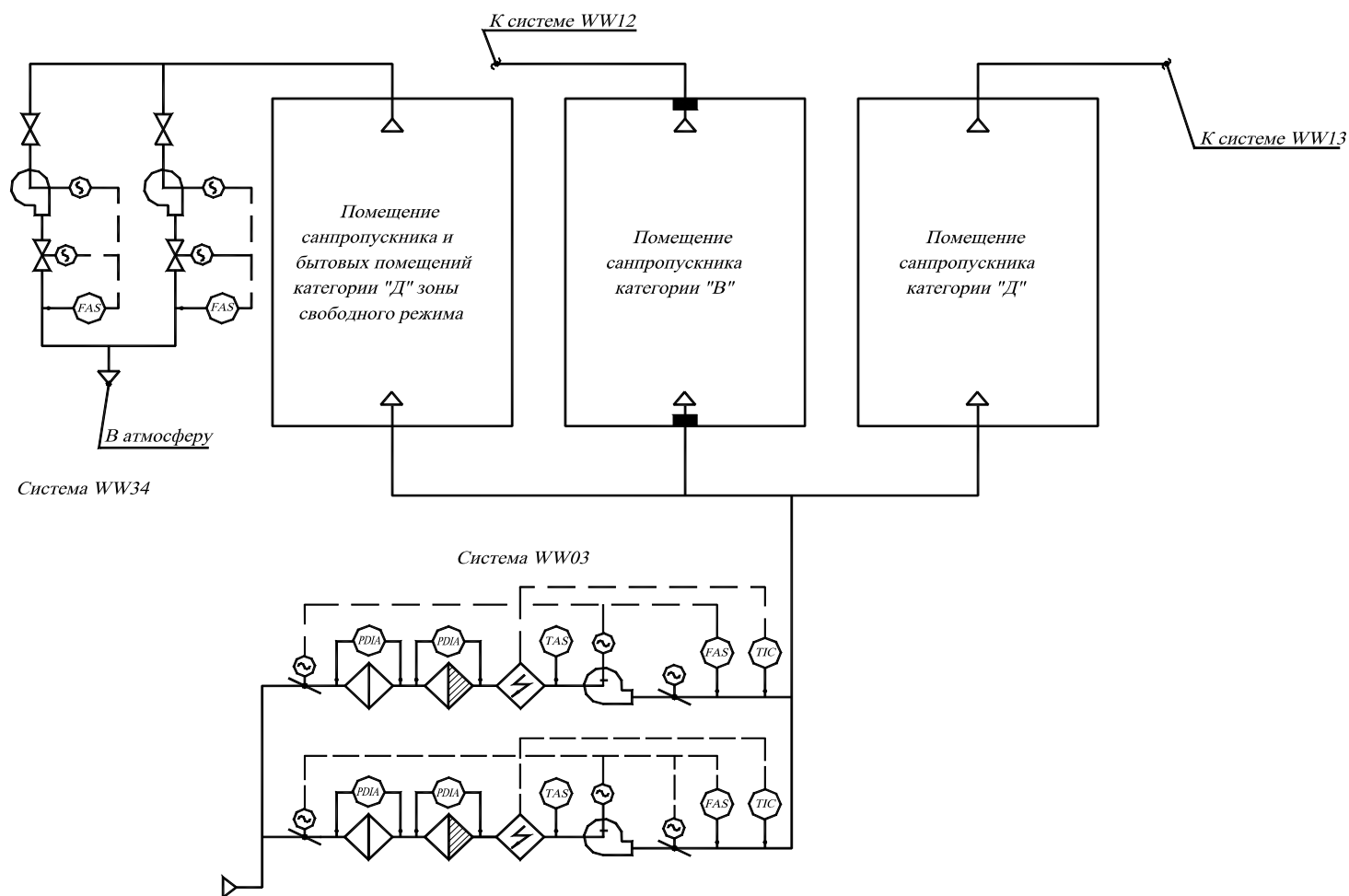


Рисунок 8.3.3 - Принципиальная схема вентиляционной системы помещений санпропускника здания приемки

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 192
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b>
		Ред. 03

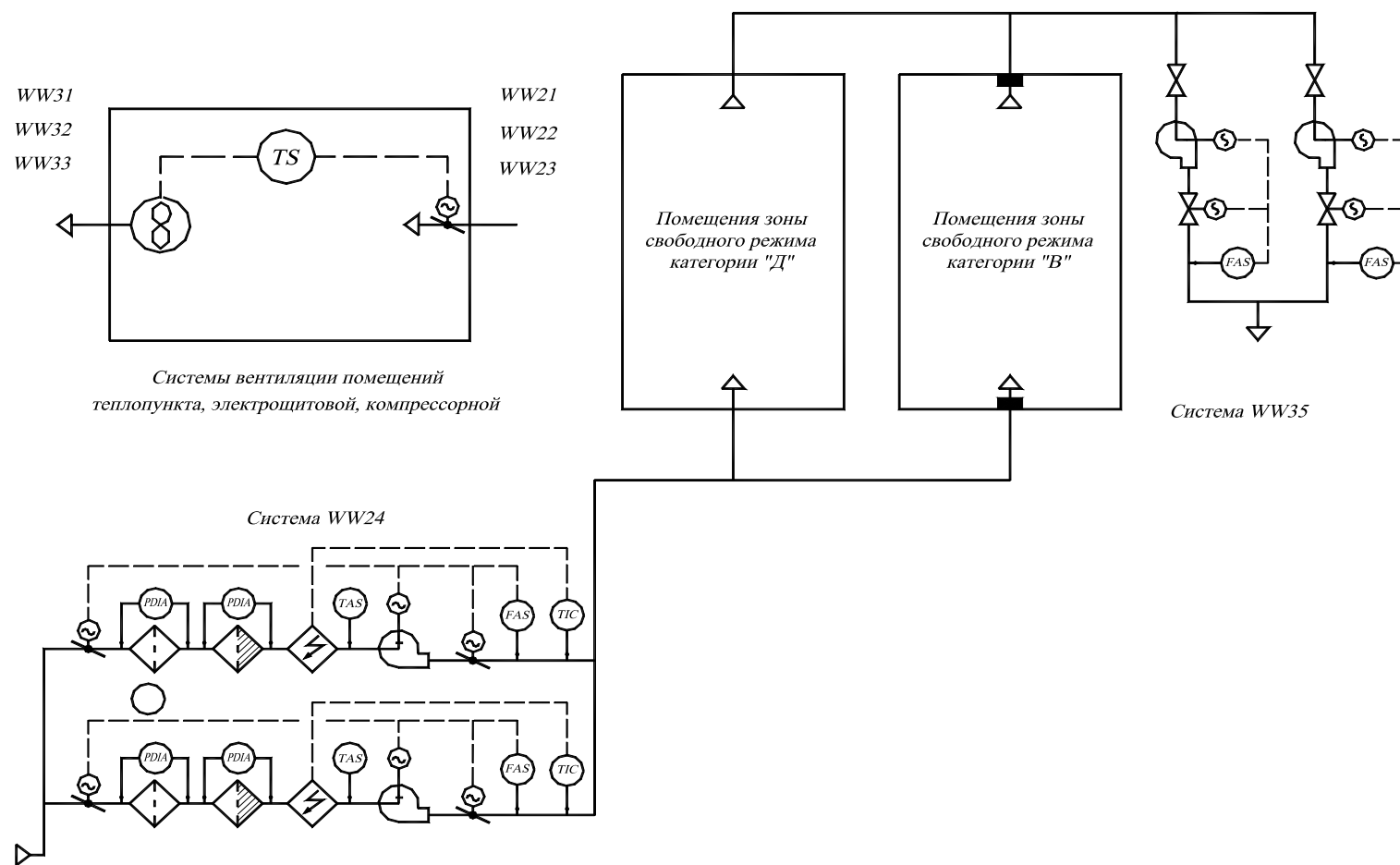


Рисунок 8.3.4 - Принципиальная схема вентиляционной системы помещений зоны «свободного» режима



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 193
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### **8.3.2 Здание технического обслуживания со складом МЦК**

Все приточно-вытяжные вентиляционные системы являются системами нормальной эксплуатации, не влияющими на безопасность, классификационное обозначение 4Н в соответствии с [12].

В здании технического обслуживания (в состав которого входят мастерские, лаборатории, бытовые и офисные помещения) и складе предусматривается приточно-вытяжная вентиляция с механическим и естественным побуждением.

Приточная установка подает фильтрованный и подогретый, в холодный период года, воздух для обеспечения необходимых температурных условий для надежной работы оборудования и для поддержания требуемых температурных условий для персонала с учетом нормируемого расхода наружного воздуха по санитарным нормам.

Расход электроэнергии на вентиляцию составляет 9 кВт, расход электроэнергии на теплоснабжение приточных установок – 75 кВт, отопление – 25 кВт.

### **8.3.3 Здание электротехнических устройств**

Все приточно-вытяжные вентиляционные системы являются системами нормальной эксплуатации, не важными для безопасности, классификационное обозначение 4Н в соответствии с [12].

В здании предусматривается приточно-вытяжная вентиляция с механическим и естественным побуждением.

Приточная установка подает фильтрованный и подогретый, в холодный период года, воздух для обеспечения необходимых температурных условий для надежной работы оборудования и для поддержания требуемых температурных условий для персонала с учетом нормируемого расхода наружного воздуха по санитарным нормам.

Вентиляторы электротехнических помещений включаются и выключаются автоматически, в зависимости от температуры внутреннего воздуха.

Расход электроэнергии на вентиляцию составляет 2 кВт, расход электроэнергии на теплоснабжение приточных установок – 22 кВт, отопление – 38 кВт.

### **8.3.4 Административный корпус**

Все приточно-вытяжные вентиляционные системы являются системами нормальной эксплуатации, не важными для безопасности, классификационное обозначение 4Н в соответствии с [12].

В здании предусматривается приточно-вытяжная вентиляция с механическим и естественным побуждением.

Все помещения административного корпуса характеризуются выделением в них незначительного тепла, влаги и других вредных веществ, в зависимости от назначения помещений.

В зависимости от требований, предъявляемых к помещениям, предусматривается приточно-вытяжная вентиляция – естественная, с механическим побуждением, а в отдельных случаях с дополнительным охлаждением внутреннего воздуха с помощью сплит-систем.

В подвальной части здания располагаются помещения гражданской обороны на 100 человек. Вентиляция помещений гражданской обороны в соответствии с требованиями [45] предусматривается для двух режимов.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 194
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Приточные установки подают фильтрованный и подогретый, в холодный период года, воздух для обеспечения необходимых температурных условий для надежной работы оборудования и для поддержания требуемых температурных условий для персонала с учетом нормируемого расхода наружного воздуха по санитарным нормам.

Для приготовления горячей воды устанавливаются приточные электрические водоподогреватели мгновенного нагрева.

Расход электроэнергии на вентиляцию составляет 30 кВт, расход электроэнергии на теплоснабжение приточных установок – 310 кВт, отопление – 240 кВт, на подогрев воды для нужд горячего водоснабжения ~ 456 кВт.

### **8.3.5 Гараж для транспортёра**

В здании гаража предусматривается приточно-вытяжная вентиляция с механическим и естественным побуждением. Основными вредностями в помещении технического обслуживания является окись углерода.

Для дымоудаления предусматриваются вытяжные шахты или открываемые окна в верхней части помещения общей площадью не менее 0,2 % от площади пола помещения.

Расход электроэнергии на вентиляцию составляет 8 кВт, расход электроэнергии на теплоснабжение приточных установок – 90 кВт, отопление – 155 кВт.

### **8.3.6 Гараж на четыре автомобиля**

В здании гаража предусматривается приточно-вытяжная вентиляция с механическим и естественным побуждением. Основными вредностями в помещениях технического обслуживания и стоянки автомобилей является окись углерода. Воздухообмен в помещениях технического обслуживания и стоянки автомобилей рассчитывается из условия одновременного выезда всех автомобилей в течении одного часа из помещения стоянки и ремонта одного в помещении технического обслуживания. В узле дезактивации вентиляция работает только в аварийном режиме.

Для дымоудаления предусматриваются вытяжные шахты или открываемые окна в верхней части помещения общей площадью не менее 0,2 % от площади пола помещения.

Для приготовления горячей воды устанавливаются приточные электрические водоподогреватели мгновенного нагрева.

Расход электроэнергии на вентиляцию составляет 8 кВт, расход электроэнергии на теплоснабжение приточных установок – 110 кВт, отопление – 155 кВт, на подогрев воды для нужд горячего водоснабжения ~ 17 кВт.

### **8.3.7 Насосная станция противопожарного водоснабжения**

В здании принимается приточно-вытяжная вентиляция, рассчитанная на ассимиляцию теплоизбытков.

Расход электроэнергии на вентиляцию составляет 1 кВт, расход электроэнергии на теплоснабжение приточных установок – 27,2 кВт, отопление – 10 кВт.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 195
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### **8.3.8 Канализационная насосная станция**

В насосной предусматривается приточно-вытяжная вентиляция. Вытяжная вентиляция – механическая из двух зон (1/3 из верхней зоны и 2/3 из нижней). Приток – через трубу, выведенную на высоту не менее 1,8 над уровнем земли. Расход электроэнергии на вентиляцию составляет 0,4 кВт.

### **8.3.9 Здание караула**

В здании предусматривается приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением. Для обеспечения требуемой температуры воздуха в помещениях здания караульной службы предусмотрены сплит-системы. Расход электроэнергии на вентиляцию составляет 20 кВт. Расход электроэнергии на теплоснабжение приточной установки составит 5,2 кВт. Расход электроэнергии на отопление составляет 34,2 кВт.

Для приготовления горячей воды устанавливаются проточные электрические водоподогреватели мгновенного нагрева.

Расход электроэнергии на горячее водоснабжение составит 10 кВт.

### **8.3.10 КПП 1 и КПП 2**

В помещениях КПП принимается приточно-вытяжная вентиляция с естественным побуждением. Приток – неорганизованный, вытяжка осуществляется через вентиляционные каналы, расположенные в строительных конструкциях. В каждом из зданий принято электроотопление, мощностью 11 кВт.

## **8.4 Основные показатели по отоплению вентиляции**

Основные показатели по отоплению и вентиляции приведены в таблице 8.4.1.

Таблица 8.4.1 – **Основные показатели по отоплению и вентиляции**

Наименование здания	Расход электроэнергии, рабочий/резервный, кВт					
	на вентиляцию (уст.)	на теплоснабжение	на отопление	для сплит-систем	на горячее водоснабжение	общий
1 Здание приёмки	115/115	454/454	530	11	180	1290/569
2 Здание электротехнических устройств	2	22	38	-	-	62
3 КПП	-	-	11	-	-	11
4 КПП	-	-	11	-	-	11
5 Здание караула	20	5,2	34,2	-	10	69,4
6 КНС	0,4	-	-	-	-	0,4
7 Насосная	1	27,2	10	-	-	48,2

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 196
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Наименование здания	Расход электроэнергии, рабочий/резервный, кВт					
	на вентиляцию (уст.)	на тепло-снабжение	на отопление	для сплит-систем	на горячее водоснабжение	общий
8 Гараж транспортера	8	90	155	-	-	253
9 Гараж на четыре автомобиля	8	110	155	-	17	290
10 Админкорпус,	30	310	240	-	456	1036
(в том числе ГО)	(10)	(10)	(70)		(-)	(90)
11 Здание технического обслуживания со складом МЦК	9/6	75	25	2,5	-	112

На последующих стадиях проектирования будут уточняться следующие вопросы:

- общая схема вентиляции после выполнения архитектурных чертежей и определения категорий помещений по взрывопожароопасности;
- требования к работе вентиляционных систем при нормальной эксплуатации и в аварийных режимах;
- воздухообмены по помещениям, характеристиками оборудования, требованиями к защитному покрытию и пределам огнестойкости воздуховодов и т.п.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 197
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

## **9 ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ**

### **9.1 Обращение с жидкими радиоактивными отходами (ЖРО)**

Система обращения с ЖРО включает в себя отдельные взаимосвязанные подсистемы:

- спецканализация;
- контрольные баки.

#### **9.1.1 Назначение и проектные основы**

Обращение с ЖРО при эксплуатации ЦХОЯТ заключается в их сборе, контроле и отправке на перерабатывающие мощности ЧАЭС или другие мощности зоны отчуждения ЧАЭС.

Сбор образующихся ЖРО осуществляется подсистемой СК. Подсистема СК включает следующие элементы:

- трапы спецканализации;
- прямки спецканализации;
- дренажные насосы в прямках спецканализации;
- трубопроводы спецканализации.

Подсистема СК является системой НЭ, важной для безопасности. Подсистема рассчитана на прием  $530 \text{ м}^3/\text{год}$  низкоактивных ЖРО.

Образование среднеактивных ЖРО возможно при ликвидации аварийных ситуаций.

Принципиальная схема системы спецканализации представлена на рисунке 9.1.1.

Подсистема контрольных баков предназначена для приема, контроля и отправки вод душевых и умывальников зоны «строго» режима (ЗСР). Система является системой НЭ, не влияющей на безопасность. Система рассчитана на суточное поступление вод до  $9,5 \text{ м}^3/\text{сут.}$  Интенсивность поступления вод  $9,5 \text{ м}^3/\text{ч.}$  Воды являются низкоактивными ЖРО или нерадиоактивными.

Принципиальная схема системы контрольных баков представлена на рисунке 9.1.2.

Количество и качество ЖРО определяются :

- количеством рабочих смен в сутки и количеством персонала в смене;
- количеством и способами дезактивации, применяемыми в ЦХОЯТ.

#### **9.1.2 Источники образования ЖРО**

Источниками образования ЖРО в ЦХОЯТ при НЭ потенциально являются воды:

- от дезактивации помещений зоны строгого режима;
- от умывальников и душевых ЗСР, загрязненных радиоактивными веществами (РАВ), выше допустимой концентрации ДК<sub>Б</sub> для питьевой воды;
- сливы радиохимической лаборатории;
- от дезактивации оборудования.

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 198
Основные технические решения		Обозначение: 57-204.201.002.ОЭ 01.03
		Ред. 03

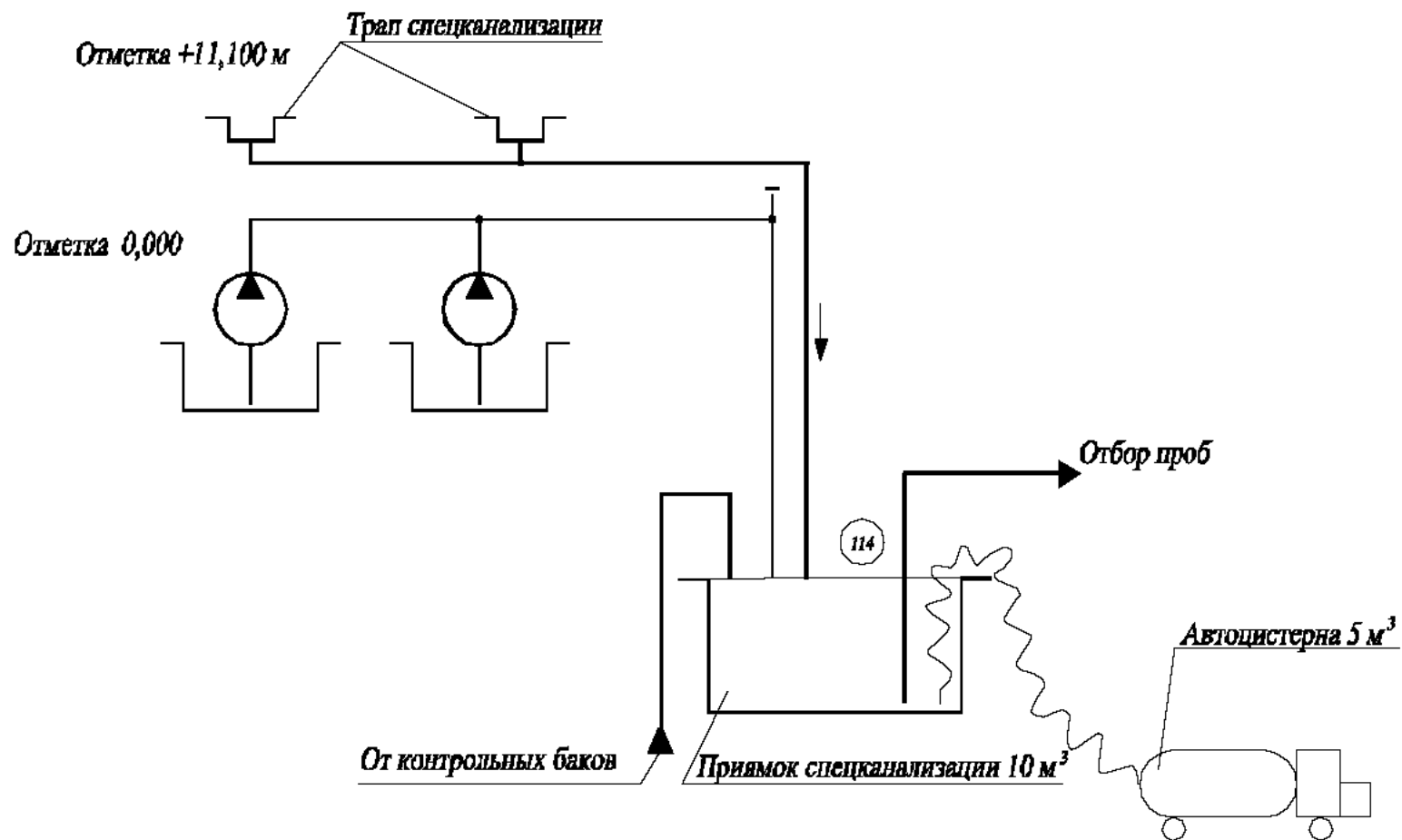


Рисунок 9.1.1 – Принципиальная схема системы спецканализации

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработанного ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 199
Основные технические решения		Обозначение: 57-204.201.002.ОЭ 01.03
		Ред. 03

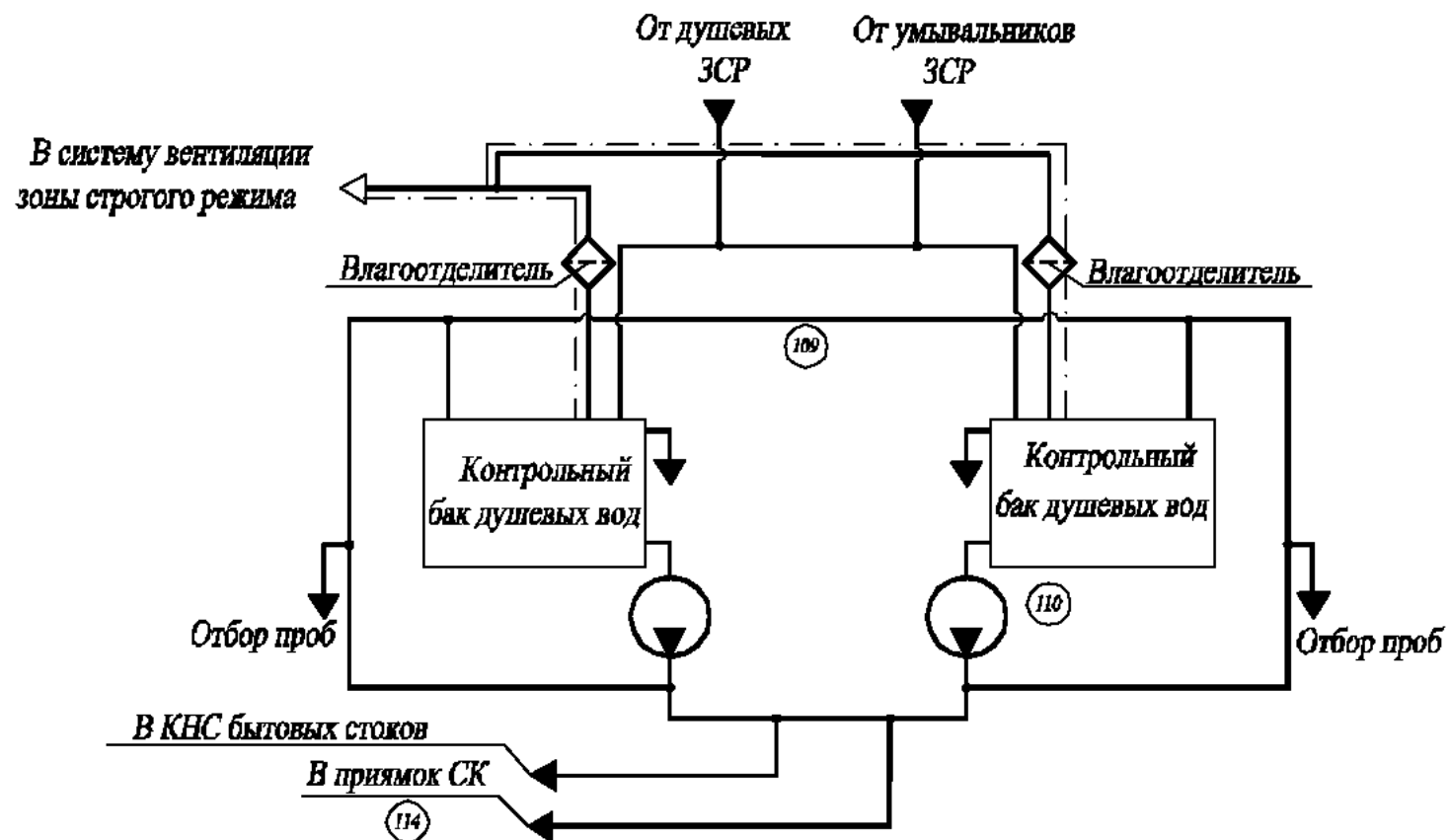


Рисунок 9.1.2 – Принципиальная схесма системы контрольных баков

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 200
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

В связи с размещением ЦХОЯТ в зоне отчуждения, возможен случай нарушения нормальной эксплуатации (ННЭ), связанный с внешними загрязнениями железнодорожных вагонов и оборудования аварийными радионуклидами ЧАЭС. Для такого случая, в ходе проектирования ЦХОЯТ, будет разработан Аварийный План реагирования на такую ситуацию. В рамках этого плана будут разработаны необходимые меры по дезактивации помещений, оборудования ЦХОЯТ, а также подвижного состава.

### **9.1.3 Обращение с ЖРО при эксплуатации**

Трапы СК размещены в каждом помещении, где предусматривается дезактивация. Трапы СК объединены в один трубопровод, который подведен к приямку СК.

В помещениях зоны строгого режима на отметке 0,000 организованы приямки СК, в которых установлены дренажные насосы.

Приямки облицованы коррозионностойкой сталью, уклоны полов выполнены в сторону приямков.

В помещении «грязной» мастерской кроме приямка СК предусматривается откачка вод из лотка дезактивации оборудования.

Приямок СК, вместимостью 10 м<sup>3</sup> размещается в транспортно-технологическом коридоре. Предусмотрен отбор проб из приямка СК перед отправкой на переработку.

Кроме трапных вод, в приямок СК предусмотрен подвод трубопровода из контрольных баков душевых вод.

Предусматривается установка двух контрольных баков, вместимостью 6,3 м<sup>3</sup> каждый. Вместимость каждого бака определяется сбросом в течение одной рабочей смены в бытовую канализацию.

Сброс вод из контрольных баков душевых вод в КНС предусматривается в случае непревышения объемной активности в них выше ДКБ. Сброс в КНС осуществляется в напорном режиме насосом контрольных баков.

Обращение с ЖРО в рамках ЦХОЯТ предусматривает сбор, контроль и отправку на перерабатывающие мощности ЧАЭС и зоны отчуждения. Отправку ЖРО на переработку предполагается осуществить арендуемой на комплексе «Вектор» автоцистерной.

После прибытия автоцистерны для перевозки ЖРО, персонал производит перекачку вод из приямка трапных вод в автоцистерну.

## **9.2 Обращение с твердыми радиоактивными отходами (ТРО)**

### **9.2.1 Назначение и проектные основы**

Система обращения с ТРО ЦХОЯТ предназначена для обращения с ТРО, образующимися при НЭ ЦХОЯТ, при ННЭ ЦХОЯТ и при проектных авариях.

### **9.2.2 Источники образования ТРО**

При эксплуатации ЦХОЯТ возможно образование ТРО при выполнении регламентных работ по контролю радиационной обстановки, а также при проведении дезактивации и ремонта оборудования.

Приблизительный состав образующихся ТРО следующий:

- использованные материалы;



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 201
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

- вышедшее из строя (использованное) и не подлежащее ремонту оборудование;
- использованная спецодежда, СИЗ;
- ветошь, обтирочный материал, тампоны;
- строительный мусор.

Прогнозируемое количество отходов при НЭ хранилища не превысит 65 м<sup>3</sup>/год низкоактивных ТРО.

### 9.2.3 Обращение с ТРО

При разработке данного ТЭОИ предполагается следующее:

- переработка РАО в ЦХОЯТ не производится;
- низко- и среднеактивные ТРО вывозятся на переработку на ЧАЭС или впоследствии на ЦПЗ;
- для вывоза ТРО используется транспорт ЧАЭС или ЦПЗ;
- для транспортировки ТРО используются транспортные контейнеры ЦХОЯТ, которые должны соответствовать требованиям приема на ЧАЭС или ЦПЗ.

Обращение с низко- и среднеактивными ТРО представляет собой комплекс технологических операций, который включает в себя следующие операции:

- сбор на местах образования, дозиметрический контроль и затаривание в первичную упаковку;
- доставку первичных упаковок с ТРО к месту установки ТК для ТРО и загрузка в ТК;
- дозиметрический контроль наружных поверхностей контейнера;
- дезактивацию наружных поверхностей (нанесение фиксирующих покрытий) в случае необходимости;
- временное хранение контейнеров с ТРО на участке контейнеров в транспортно-технологическом коридоре здания приемки;
- погрузку на транспортное средство и транспортирование к месту последующего обращения.

Участок размещения ТК располагается в здании приемки. Участок обозначается разметкой на полу и оборудуется датчиком мощности дозы гамма-излучения.

Контейнер перед отправкой подлежит контролю СРК (мощность дозы, поверхностная загрязненность). При наличии загрязнений, превышающих регламентированные значения, контейнер подлежит дезактивации.

В качестве ТК предполагается использование железобетонного контейнера типа КТЗ-3,0 и 200-литровой бочки типа КТ-0,2.

Контейнер типа КТЗ-3,0 предназначен для транспортировки, долговременное хранения и захоронения ТРО низкой и средней активности.

Металлический контейнер КТ-0,2 предназначен для сбора, транспортировки, хранения и захоронения ТРО низкой и средней активности;

Техническая характеристика железобетонного контейнера КТЗ-3,0:

- вместимость, м<sup>3</sup> .....3,0;
- габарит контейнера, мм .....1940x1940x1650;
- толщина стенки, мм .....150;
- масса контейнера с крышкой, кг .....5470;
- масса брутто, кг .....15130.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 202
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Техническая характеристика металлического контейнера КТ-0,2:

- вместимость, м<sup>3</sup> .....0,2;
- толщина стенки, мм.....5;
- диаметр, мм.....600.

Для проверки качества и инвентаризационного мониторинга РАО предусматривается установка паспортизации РАО.

Техническая характеристика установки паспортизации РАО типа СКГ-02:

- назначение – анализ твердых и жидких РАО;
- диапазон измерений удельной активности - от 25 до  $6 \times 10^6$  Бк/кг по цезию-137 и от 20 до  $1,5 \times 10^6$  Бк/кг по кобальту-60;
- диапазон измерения дозы гамма-излучения, мкЗв/ч .....от 0,1 до  $1 \times 10^5$  ;
- диапазон измерения массы бочки с РАО, кг .....от 10 до 500 ;
- скорость вращения поворотной платформы, об./мин, не более.....2.;
- габариты установки, мм.....700x1200x1525;
- масса установки, кг, не более.....350.

### **9.3 Обращение с РАО в пассивный период эксплуатации**

В пассивный период эксплуатации ЦХОЯТ ожидается образование РАО, связанное с санитарно-бытовым обслуживанием персонала.

Максимальное ожидаемое количество ЖРО, связанное с тем, что воды контрольных баков душевых вод будут загрязнены РАВ выше допустимых величин, составляет:

- 880 м<sup>3</sup>/год;
- 4,0 м<sup>3</sup>/сутки;
- 4,0 м<sup>3</sup>/ч.

Опыт эксплуатации объектов в зоне отчуждения показывает, что воды душевых в большинстве случаев не превышают допустимых уровней сбросов в бытовую канализацию.

Ожидаемое количество ТРО, связанное с пребыванием персонала в зоне отчуждения ЧАЭС, составляет 1,08 т/год (7,2 м<sup>3</sup>/год). К таким отходам относятся использованные средства индивидуальной защиты(СИЗ).

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 203
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

## **10 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

### **10.1 Этапы эксплуатации**

Жизнедеятельность (эксплуатация) ЦХОЯТ делится на следующие два этапа, отличающихся друг от друга характером осуществляемого в них технологического процесса:

- первый этап - активная эксплуатация, заключающаяся в транспорте и приеме поступающего по графику с АЭС отработавшего ядерного топлива для длительного (до 100 лет) хранения. Длительность первого этапа ~50-60 лет и определяется длительностью - временем заполнения всей площадки хранения (установки всех контейнеров HI-STORM, предназначенных для длительного хранения ОЯТ;

- второй этап - пассивная эксплуатация - период жизнедеятельности ЦХОЯТ, когда поступление ОЯТ с АЭС полностью прекращено и осуществляется только процесс сохранения ОЯТ в контейнерах хранения HI-STORM.

Технологический процесс, осуществляемый в ЦХОЯТ на первом этапе его эксплуатации, представляет собой практически совокупность последовательных операций по приему ОЯТ, поступающего в транспортных контейнерах железнодорожным транспортом, перегрузке (размещении) его в контейнеры HI-STORM и транспортировке контейнеров хранения HI-STORM с топливом на площадку для длительного хранения.

Во втором периоде эксплуатации ЦХОЯТ осуществляемый технологический процесс заключается в контроле за работой оборудования и систем ЦХОЯТ, обеспечивающих безопасную его работу.

### **10.2 Эксплуатационная готовность**

Эксплуатационная готовность ЦХОЯТ определяется следующими составляющими:

- загрузка в реакторном отделении энергоблока;
- транспортировка ОТВС с АЭС на промплощадку ЦХОЯТ;
- перегрузка МЦК с ОТВС в контейнеры хранения HI-STORM;
- установка контейнеров HI-STORM на хранение.

#### **10.2.1 Загрузка в реакторном отделении энергоблока**

Начало загрузки контейнеров определяется:

- на энергоблоке АЭС с реактором ВВЭР-1000 - сроками выполнения планово-предупредительного ремонта на конкретном энергоблоке;
- на энергоблоке с реактором ВВЭР-440 - решением АЭС на вывоз ОЯТ с энергоблока, так как выгрузка из бассейнов выдержки реакторов ВВЭР-440 может производиться при работающем энергоблоке.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 204
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### **10.2.2 Транспортировка загруженного контейнера от АЭС на промплощадку ЦХОЯТ**

Время транспортировки от АЭС до промплощадки ЦХОЯТ в зоне отчуждения ЧАЭС не зависит от ЦХОЯТ, и по предварительным данным время доставки будет колебаться от трех до четырех суток.

### **10.2.3 Прием, перегрузка и транспортировка контейнеров на хранение**

Исходными данными для определения времени приема и подготовки ОТВС к хранению являются:

- проектное заполнения контейнера МЦК:
  - ВВЭР-1000 – 31 ОТВС;
  - ВВЭР-440 – 85 ОТВС;
- АЭС, с которых предполагается вывоз ОЯТ в ХОЯТ ВВЭР:
  - реакторы ВВЭР-1000:
    - а) Хмельницкая АЭС – энергоблоки №1 и 2;
    - б) Ривненская АЭС – энергоблоки №3 и 4;
    - в) Южно-Украинская АЭС - энергоблок №1-3;
  - реакторы ВВЭР-440:
    - а) Ривненская АЭС – энергоблоки №1 и 2;
- минимальная годовая выгрузка с одного энергоблока (в соответствии с данными Заказчика):
  - ВВЭР-1000 – 48 ОТВС;
  - ВВЭР-440 – 72 ОТВС;
- годовое количество ОТВС, в соответствии с данными по минимальной годовой выгрузке с одного энергоблока:
  - ОТВС ВВЭР-1000 – 336 шт. в год;
  - ОТВС ВВЭР-440 – 168 шт. в год;
- максимальная годовая выгрузка с одного энергоблока (в соответствии с данными Заказчика):
  - ВВЭР-1000 – 84 ОТВС в год;
  - ВВЭР-440 – 168 ОТВС в год;
- годовое количество ОТВС, в соответствии с данными по максимальной годовой выгрузке с одного энергоблока:
  - ОТВС ВВЭР-1000 – 516 шт. в год;
  - ОТВС ВВЭР-440 – 336 шт. в год;
- стандартная выгрузка – загрузка энергоблоков по данным на сегодняшний день:
  - ВВЭР-1000 – 48 ОТВС;
  - ВВЭР-440 – 72 ОТВС.

В соответствии с данными Заказчика максимальная выгрузка в течение первых трех лет определена необходимостью восстановления условий обеспечения аварийной выгрузки активной зоны для каждого энергоблока. Концептуальный график вывоза отработавшего ядерного топлива с РАЭС, ХАЭС и ЮУАЭС в ЦХОЯТ ВВЭР, представленный Заказчиком приведен в таблице 10.2.1

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 205
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Таблица 10.2.1 – Концептуальный график Заказчика по вывозу ОЯТ из РАЭС, ХАЭС и ЮУАЭС

<b>Энергоблок АЭС</b>	<b>2008 год</b>	<b>2009 год</b>	<b>2010 год</b>	<b>2011 год</b>	<b>2012 год</b>	<b>2013 год</b>
РАЭС-1(ВВЭР-440)	168	168	168	168	72	72
РАЭС-2(ВВЭР-440)	168	168	168	72	72	72
РАЭС-3(ВВЭР-1000)	84	84	84	84	48	48
РАЭС-4(ВВЭР-1000)	-	-	48	48	48	48
ХАЭС-1(ВВЭР-1000)	84	84	84	84	48	48
ХАЭС-2(ВВЭР-1000)	-	-	48	48	48	48
ЮУАЭС-1(ВВЭР-1000)	84	84	84	84	60	48
ЮУАЭС-2(ВВЭР-1000)	84	84	84	84	60	48
ЮУАЭС-3(ВВЭР-1000)	84	84	84	84	60	48
<b>ИТОГО:</b>						
<b>ОТВС ВВЭР-440</b>	<b>336</b>	<b>336</b>	<b>192</b>	<b>168</b>	<b>168</b>	<b>168</b>
<b>ОТВС ВВЭР-1000</b>	<b>420</b>	<b>420</b>	<b>516</b>	<b>516</b>	<b>372</b>	<b>336</b>

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 206
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Полный цикл оборота эшелона состоит из следующих пяти этапов, дней :

- транспортировка порожнего эшелона от ЦХОЯТ до АЭС.....5;
- полный цикл загрузки на АЭС с учетом простоев состава.....20;
- транспортировка загруженного эшелона от АЭС до ЦХОЯТ.....5;
- выгрузка загруженных МЦК в HI-STORM, загрузка пустых МЦК, подготовка HI-STAR к новому циклу (консервативно).....5;
- резерв времени.....5.

Таким образом, консервативно, полный оборот эшелона с тремя HI-STAR составит 40 дней. Полное время на обслуживание восьми блоков при таких очень консервативных оценках составляет 320 дней, чего достаточно для обеспечения требуемой производительности ЦХОЯТ.

Основные работы в ЦХОЯТ (перегрузка МЦК из HI-STAR в HI-STORM и установка на площадку хранения) будут проводиться в одну смену в сутки, пять дней в неделю 220 дней в году. Продолжительность каждой смены будет составлять восемь часов. Длительность основных работ зависит от наличия загруженного эшелона из пяти загруженных МЦК в транспортных модулях HI-STAR на территории ЦХОЯТ. Ожидается, что 2 -3 рабочих дня в месяц займет проведение планового технического обслуживания систем и компонентов. Один раз в год основные работы в ХОЯТ будут приостанавливаться для технического обслуживания основного технологического оборудования.

### **10.3 Штаты**

Для обеспечения эксплуатации ЦХОЯТ предусматривается создание обособленного подразделения НАЭК «Энергоатом», предварительная структурная схема управления которой представлена на рисунке 10.3.1.

Структурная схема управления приведена для периода активной эксплуатации ЦХОЯТ, учитывая, что наиболее трудоемким процессом является технологический процесс на первом этапе.

Представленная структурная схема управления обеспечивает:

- административное управление ЦХОЯТ;
- обеспечение технологического процесса;
- обеспечение функционирования зданий и сооружений ЦХОЯТ;
- физическую защиту ядерного материала и радиоактивных отходов в ЦХОЯТ;
- техническое обслуживание и мелкий ремонт оборудования и систем ЦХОЯТ.

При определении предварительного штатного расписания ЦХОЯТ приняты следующие допущения и предположения:

- функции охраны ЦХОЯТ должно выполнять вооруженное подразделение, которое будет находиться в оперативном подчинении у заместителя директора по физической защите, а в административном подчинении - у той структуры, с которой будут оформлены договорные отношения по охране ЦХОЯТ;
- крупные ремонты оборудования должны осуществляться с привлечением специализированных подрядных организаций; текущее капитальное строительство площадки хранения должно осуществляться с привлечением специализированных подрядных организаций;
- обследование строительных конструкций ЦХОЯТ должно осуществляться с привлечением специализированных подрядных организаций;

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 207
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

- обеспечение пожарной охраны и надзора за ЦХОЯТ должно осуществляться на договорной основе с близлежащим пожарным депо комплекса «Вектор»;
- текущее техническое обслуживание оборудования будет осуществляться собственным ремонтным персоналом соответствующих подразделений ЦХОЯТ.

Штатное расписание на период активной эксплуатации (первый этап) приведено в таблице 10.3.1 и пассивной эксплуатации (второй этап) ЦХОЯТ приведено в таблице 10.3.2.

На втором (пассивном) этапе эксплуатации ЦХОЯТ структура управления, приведенная на рисунке 10.3.1, сохраняется, за исключением отдела капитального строительства. Предполагается, что строительство ЦХОЯТ будет завершено до окончания первого этапа эксплуатации. Таким образом, численность персонала на втором этапе эксплуатации сокращается приблизительно на 30 %.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 208
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

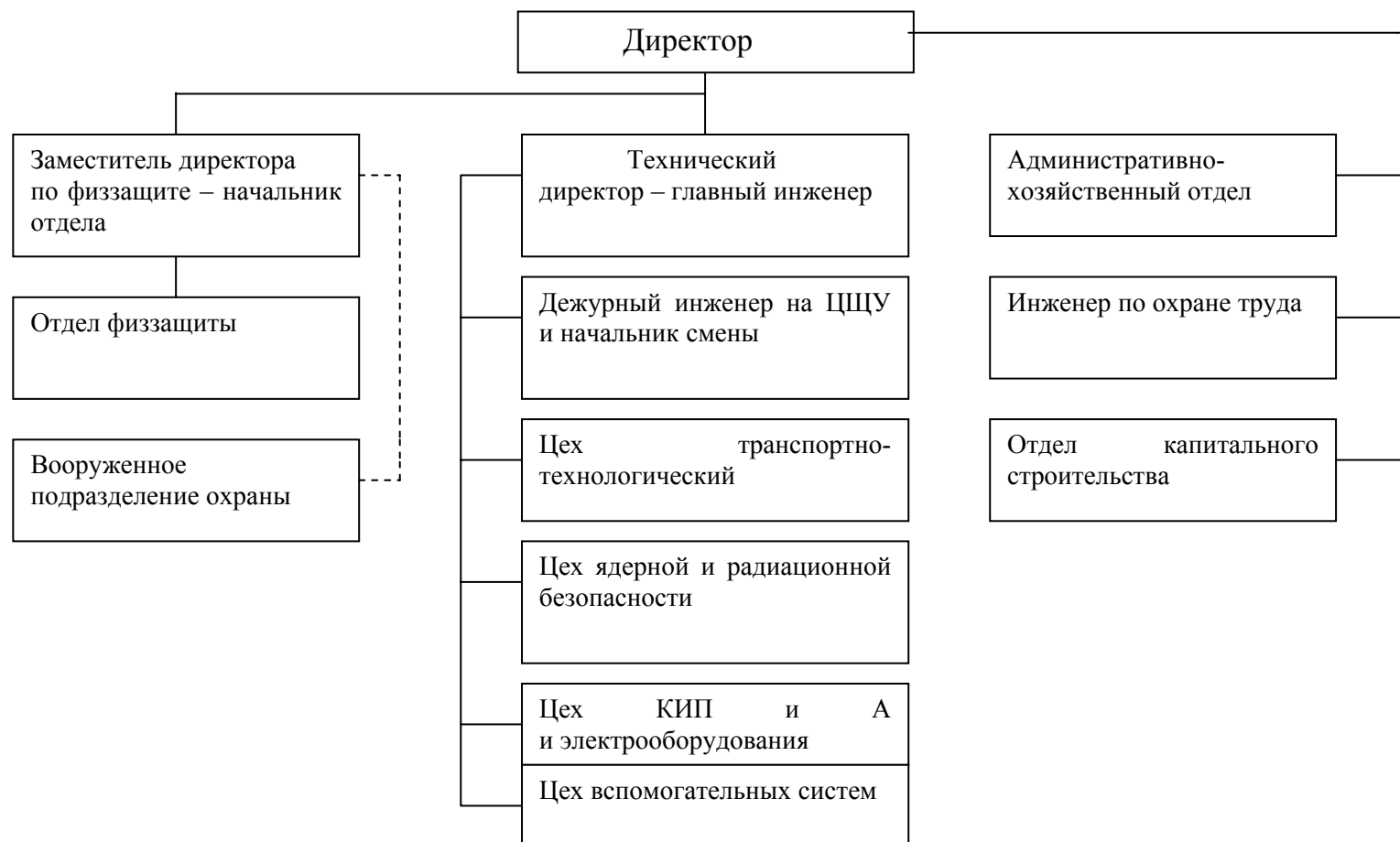


Рисунок 10.3.1 – Структурная схема управления ЦХОЯТ



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 209
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Таблица 10.3.1 - **Штатное расписание ЦХОЯТ в период активной эксплуатации**

Наименование структурных подразделений, должностей	Количество штатных единиц	Вахта, чел.	Схема работы 4х3*
1 Руководство ЦХОЯТ	8	0	8
2 Бухгалтерия	3	0	3
3 Планово-экономический отдел	4	0	4
4 Отдел кадров	2	0	2
5 Режимно-секретный отдел	2	0	2
6 Административно-хозяйственный отдел	17	0	17
Итого по АУП	36	0	36
7 Производственно-технический отдел	5	0	5
8 УКС	9	0	9
9 Отдел ЯБ, РБ и ООС	19	0	19
10 Отдел физической защиты	11	0	11
11. Цех транспортно-технологический	44	22	
11.1 Участок омоноличивания HI-STORM	6	3	0
11.2 Бригада вагон-контейнерного эшелона	18	9	0
12 Цех вспомогательных систем	59	24	11
12.1 Участок вентиляции, тепловодоснабжения, водопровода и канализации	10	0	10
12.2 Участок КИПиА, связи и сигнализации	8	0	8
12.3 Участок электротехнических устройств	8	0	8
12.4 Ремонтно-механический участок	13	0	13
12.5 Бетонный завод	12	6	0
16 Участок автотранспорта	5	0	5
Итого производственного персонала	147	46	55
Итого обслуживающего персонала	183	46	91
Явочный состав максимальной рабочей смены			137
Столовая	26	13	0
Медпункт	2	1	0
Войсковые части МВД	99	0	21
Всего	310	60	112

\*Количество человек, работающих по схеме: 4 дня – рабочих; 3 дня - выходных

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 210
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

**Таблица 10.3.2 - Штатное расписание ЦХОЯТ в период пассивной эксплуатации**

Наименование структурных подразделений, должностей	Количество штатных единиц	Вахта, чел.	Схема работы 4х3*
1 Руководство ЦХОЯТ	7	0	7
2 Бухгалтерия	3	0	3
3 Планово-экономический отдел	3	0	3
4 Отдел кадров	2	0	2
5 Режимно-секретный отдел	2	0	2
6 Административно-хозяйственный отдел	10	0	10
Итого по АУП	27	0	27
7 Производственно-технический отдел	3	0	3
8 УКС	4	0	4
9 Отдел ЯБ, РБ и ООС	18	6	6
10 Отдел физической защиты	11	0	11
11 Цех транспортно-технологический	10	0	2
11.2 Бригада вагон-контейнерного эшелона	4	0	0
12 Цех вспомогательных систем	44	16	11
12.1 Участок вентиляции, тепловодоснабжения, водопровода и канализации	10	5	0
12.2 Участок КИПиА, связи и сигнализации	7	2	3
12.3 Участок электротехнических устройств	9	4	1
12.4 Ремонтно-механический участок	12	5	2
16 Участок автотранспорта	3	0	3
Итого производственного персонала	90	22	37
Итого обслуживающего персонала	117	22	64
Явочный состав максимальной рабочей смены			86
Столовая	16	8	0
Медпункт	2	1	0
Войсковые части МВД	99	0	21
Всего	234	31	85
*Количество человек, работающих по схеме: 4 дня – рабочих; 3 дня - выходных			

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 211
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

## 11 ОХРАНА ТРУДА

Охрана труда - система законодательных актов, социально-экономических, организационно-технических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда. Охрана труда осуществляется на основании Закона Украины «Про охорону праці» [46] .

Для обеспечения охраны труда в процессе эксплуатации зданий, оборудования и технологических систем настоящим документом предусмотрены, в соответствии с НД, конструктивные и схемные решения, позволяющие, при одновременном соблюдении действующих Правил по безопасной эксплуатации, обеспечить безопасность персонала без ущерба его здоровью и работоспособности.

Технологический процесс, осуществляемый в ЦХОЯТ, сводится, в основном, к транспортным, погрузочно-разгрузочным и сварочным операциям.

Особенностью является то, что отдельные технологические операции осуществляются в помещениях с повышенным радиационным фоном (зона «строгого» режима).

Проектирование ЦХОЯТ, выбор оборудования для реализации выбранного технологического процесса осуществлены на основании соответствующих нормативных документов, регламентирующих проектирование промышленных предприятий, объектов атомной энергетики и эксплуатации существующих хранилищ ОЯТ.

Технические решения, принятые в соответствии с требованиями этих НД, обеспечивают, как ведение принятого технологического процесса в соответствии с заданным регламентом, так и охрану труда (безопасность) персонала.

К опасным и вредным производственным факторам, которые могут возникнуть в ЦХОЯТ в результате отступления от требований НД при техническом обслуживании (ТО), нарушении заданной периодичности ТО и ремонта, отступления от требований регламента (инструкций) при производстве тех или иных операций и так далее, относятся, в основном, следующие:

- опасность поражения электрическим током;
- опасность падения грузов, транспортируемых грузоподъемными механизмами;
- возможность травмирования при контакте с вращающимися частями оборудования и работающими грузоподъемными механизмами и транспортными средствами;
- воздействие опасных факторов пожара;
- повышенный радиационный фон, загрязненность поверхностей оборудования радиоактивными веществами.

Вопросы, связанные с негативным воздействием на персонал опасных и вредных производственных факторов и связанных, в свою очередь, с повышенным радиационным фоном помещений, радиационным загрязнением технологических систем и оборудования и пожаром, освещены в соответствующих разделах. настоящего документа.

Ниже, в подразделе 11.1 приведены мероприятия, которые будут реализованы в проекте, предусматривающие исключение (снижение) негативного воздействия на персонал остальных вышеприведенных возможных опасных и вредных производственных факторов.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 212
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### 11.1 Промышленная безопасность

Безопасность персонала ЦХОЯТ обеспечивается реализацией комплекса технических и организационных мероприятий, в соответствии с требованиями нормативных документов [17, 47 - 55].

Для защиты персонала от упомянутых выше опасных и вредных факторов в проектной документации, будет, например, предусмотрено:

- защитное ограждение вращающихся частей оборудования;
- выполнение лестниц для подъема на высоту с определенным уклоном;
- закрытие проемов, ограждение площадок;
- опознавательная окраска трубопроводов;
- необходимые пути эвакуации персонала;
- фланцевые разъемы на трубопроводах для заглушек на период ремонта;
- устройства для проведения периодического статического и динамического испытания грузоподъемных механизмов.

Исключение травматизма, связанного с поражением электрическим током и воздействием молнии, одновременно с организационными мероприятиями (выполняемыми в процессе эксплуатации оборудования) обеспечивается принятием в проекте следующих технических решений согласно требованиям ПУЭ [17, 48]:

- конструкция, исполнение, способ установки и класс изоляции применяемых приборов, аппаратов, электрооборудования, а также кабелей и проводов соответствуют параметрам сети и условиям окружающей среды;
- заземление или зануление корпусов электрооборудования и элементов электроустановок, которые могут оказаться под напряжением вследствие повреждения изоляции;
- соблюдение соответствующих расстояний до токоведущих частей или их закрытие (ограждение);
- сооружение защитного контура заземления с подключением к нему всех металлических частей оборудования и конструкций, нормально не находящихся под напряжением;
- трехпроводная электрическая сеть 220 В с установкой штепсельных розеток с третьим заземляющим проводом;
- сеть ремонтного освещения напряжением 12 В;
- молниезащита здания.

С этой целью осуществляется не только заземление всех токопроводящих элементов электрооборудования (оболочки, кожуха и т. п.), которые аварийно могут оказаться под напряжением, но и обязательно зануление этих элементов.

Кроме того, во всех помещениях, где размещено электрооборудование, выполняется контур заземления, подключаемый к общему контуру заземления объекта [17, 48], с организацией соответственно выравнивающих металлических полос у наружных входов в здания, что необходимо для снижения «напряжения шага» и «напряжения прикосновения», то есть, в конечном итоге, служит снижению риска электротравматизма.

Защита от воздействия молнии обеспечивается комплексом мероприятий по организации молниезащиты зданий и сооружений, в частности, устройством на кровлях зданий молниеприемных сеток, присоединяемых к наружному контуру заземления, а также установкой отдельностоящих молниеотводов [23].

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 213
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

В первую очередь из организационных мероприятий должно быть реализовано следующее:

- устройство, эксплуатация и ремонт оборудования, зданий должны отвечать требованиям государственных нормативных актов по охране труда;
- средства защиты, приспособления и инструмент, применяемые при обслуживании оборудования, должны своевременно подвергаться осмотру и испытаниям в соответствии с действующими государственными нормативными актами по охране труда;
- к работе могут быть допущены лица, имеющие специальное образование и прошедшие подготовку в объеме требований к занимаемой должности.

## 11.2 Производственная санитария

При эксплуатации ЦХОЯТ предполагается реализовать следующие мероприятия по производственной санитарии:

- обеспечение медицинского обслуживания;
- обеспечение питанием;
- санитарно-бытовое обслуживание;
- обеспечение санитарно-гигиенических условий работы персонала.

Обеспечение медицинского обслуживания, включая первоначальные и текущие медосмотры, предусматривается в медпункте санпропускника, который расположен на отметке 4,200 м здания перегрузки.

Питание персонала ЦХОЯТ предусматривается в столовой, входящей в состав административного корпуса.

Для обеспечения санитарно-бытового обслуживания персонала ЦХОЯТ предусматривается санпропускник на отметке 4,200 м здания приёмки и саншлюз на отметке 0,000 м для персонала, работающего в транспортно-технологическом коридоре.

В санпропускнике и саншлюзе предусматривается обслуживание, как штатного персонала, так и привлеченного ремонтного персонала и командированных.

Основное назначение проектируемого *санпропускника* в здании приёмки:

- переодевание и хранение транспортной одежды;
- выдача спецодежды, спецобуви и других СИЗ;
- контроль за загрязнением спецодежды и кожных покровов персонала, работающего в зоне строгого режима ЦХОЯТ;
- санитарная обработка персонала.

*Саншлюз* предназначен для:

- получения дополнительных СИЗ персонала, работающего в транспортно-технологическом коридоре и осуществляющего аварийную перегрузку контейнера;
- получения дополнительной спецодежды;
- контроль загрязнения дополнительных СИЗ, спецодежды, рук и спецобуви;
- обеспечения, в случае необходимости, пневмоизолирующими дополнительными СИЗ;
- приема и отправки на дезактивацию пневмосредств.

Дополнительные СИЗ, которые предполагается получать в саншлюзе при выполнении работ по аварийной перегрузке контейнера, включают одноразовые респираторы, очки,

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 214
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

защищающие глаза от пыли, щитки, фартуки, нарукавники, СИЗ сварщика (для операций по сварке) и т. д.

Дополнительные пневмоизолирующие СИЗ, которые предполагается получать в саншлюзе, включают пневмомаски, пневмошлемы, пневмокостюмы, пластиковые СИЗ.

Для обеспечения санитарно-гигиенических условий работы персонала в здании перегрузки ЦХОЯТ предусматривается система принудительной приточно-вытяжной вентиляции, отопления и кондиционирования. Вентиляция здания перегрузки выполнена отдельно для помещений зоны «строгого» и «свободного» режимов.

Система вентиляции зоны «строгого» режима выполняет следующие функции:

- предотвращает загрязнение воздушной среды помещений и атмосферного воздуха радиоактивными веществами выше допустимых значений;
- обеспечивает для обслуживающего персонала допустимые метеорологические условия и чистоту воздушной среды помещений во время проведения основных и ремонтно-вспомогательных работ.

Для снятия тепловыделения в помещениях зоны «свободного» режима предусмотрено устройство приточно-вытяжной вентиляции с механическим и естественным побуждением.

Воздухообмен по помещениям и температура воздуха в них приняты в соответствии с санитарными нормами и технологическими требованиями.

Источником шума и вибрации в помещениях здания перегрузки являются работающие вентиляционные агрегаты, насосы и компрессорное оборудование. Мероприятия по шумоподавлению обеспечат уровень шума работающего оборудования, не превышающий 80 дБА.

Нормальная работа эксплуатационного и ремонтного персонала с учётом предотвращения травм как при нормальной эксплуатации, так и в условиях эвакуации из зданий и сооружений комплекса, обеспечивается выбором соответствующих систем, видов и величины искусственного освещения во всех помещениях, на рабочих местах; для эвакуационного освещения применены специальные светильники с автономными источниками электроэнергии в виде аккумуляторных батарей, рассчитанных на два часа работы. Освещенность в помещениях будет соответствовать нормам в зависимости от характеристик трудовых процессов на конкретных рабочих местах, условий среды и т. д. Предусматривается рабочее, ремонтное, аварийное и эвакуационное освещение.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 215
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

## **12 СНЯТИЕ С ЭКСПЛУАТАЦИИ**

### **12.1 Общий план работ по снятию с эксплуатации ЦХОЯТ**

Окончательная концепция и стратегия снятия с эксплуатации (СЭ) должна быть разработана Заказчиком перед снятием с эксплуатации ЦХОЯТ в зависимости от конечной цели снятия с эксплуатации и определением дальнейших работ по обращению с ОТВС.

Основными целями настоящего плана снятия с эксплуатации являются:

- обозначить принципы снятия с эксплуатации;
- определить подходы к снятию с эксплуатации;
- определить основные подходы к стратегии снятия с эксплуатации;
- оценить предполагаемые виды и количество образующихся РАО;
- определить возможные направления обращения с образующимися РАО.

### **12.2 Основные принципы**

Основными принципами снятия с эксплуатации ЦХОЯТ являются следующие:

- обеспечение низкого уровня риска для персонала и окружающей среды;
- минимизация образования радиоактивных отходов в процессе снятия с эксплуатации ЦХОЯТ;
- уменьшение экономических затрат.

При проектировании ЦХОЯТ на последующих стадиях этим принципам будет уделено должное внимание, в том числе:

- при выборе используемых материалов для облегчения дезактивации;
- при выборе компоновочных решений для облегчения доступа к оборудованию и удалению радиоактивных материалов;
- при выборе конструктивных решений для облегчения демонтажа;
- при выборе технологии хранения ОЯТ для облегчения удаления ОЯТ с площадки ЦХОЯТ.

### **12.3 Стратегия СЭ**

Стратегия снятия с эксплуатации ЦХОЯТ - это определенный, в соответствии с действующим законодательством, порядок снятия с эксплуатации, который устанавливает очередность, продолжительность, основное содержание этапов снятия с эксплуатации и состояние установки после окончания каждого этапа.

В соответствии НП 306.2.02/1.004-98 [56], выбор сценария (стратегии) снятия с эксплуатации должен приводиться с учетом следующих факторов:

- радиационного состояния ядерной установки после окончательного останова и его изменения во времени;
- физического состояния ядерной установки и его изменения во времени, включая оценки целостности зданий и сооружений в течение продолжительного периода выдержки;
- требований безопасности;
- всех аспектов обращения с радиоактивными отходами, включая сбор, кондиционирование, временное хранение, транспортировку и захоронение;
- наличия техники и технологий для дезактивации и демонтажа;
- наличия обученного опытного персонала;

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 216
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

- наличия необходимых финансовых ресурсов;
- предполагаемого использования площадки ядерной установки;
- результатов оценки воздействия на персонал, население и окружающую среду;
- социальных факторов.

Наиболее важными факторами, влияющими на выбор стратегии СЭ, являются следующие:

- законодательные и регулирующие требования;
- затраты на СЭ и финансирование;
- стратегия обращения с ОЯТ;
- инфраструктура по обращению с РАО;
- критерии по снятию контроля с материалов;
- социальные и общественные аспекты;
- состояние ядерной установки;
- интересы собственника, включая предполагаемое использование площадки;
- наличие ресурсов;
- радиологические аспекты.

Каждый фактор, влияющий на выбор стратегии СЭ, должен быть проанализирован в условиях конкретной ядерной установки, результатом чего должен быть удовлетворительный план СЭ.

Основным условием для начала снятия с эксплуатации ЦХОЯТ является решение Заказчика по дальнейшему обращению с ОЯТ после времени долговременного хранения в течение 100 лет.

Стратегию снятия с эксплуатации ЦХОЯТ определяет решение Заказчика о конечной цели снятия с эксплуатации ЦХОЯТ. Возможны следующие варианты:

- продление эксплуатации существующего ЦХОЯТ;
- на месте ЦХОЯТ Р будет хранилище ОЯТ с другой технологией хранения;
- на месте ЦХОЯТ будет свободная территория.

Перед прекращением эксплуатации для всех вариантов СЭ ЦХОЯТ должны быть выполнены следующие работы:

- инженерное и радиационное обследование конструкций и элементов ЦХОЯТ;
- вывоз существующих контейнеров с ОТВС на захоронение и/или переработку;
- обращение с образующимися РАО;
- разработка проектных документов, позволяющих перейти к следующему этапу СЭ.

Сроки этапа прекращения эксплуатации определяются сроками вывоза контейнеров с ОТВС, которые определяются сроками приема этих контейнеров на захоронение или переработку.

Этап окончательного закрытия для вариантов 1,2 является одинаковым по назначению и разным по срокам выполнения, т.к. определяется объемом работ. В общем случае на этом этапе окончательного закрытия должны быть выполнены следующие работы:

- анализ возможности использования существующих конструкций и элементов для нового предприятия;
- определены мероприятия и средства для возможной модернизации и/или замены отдельных элементов;
- разработаны проектные документы, позволяющих перейти к следующему этапу СЭ.



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 217
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Для варианта стратегии 3 этап окончательного закрытия отсутствует.

Этап демонтажа для вариантов 2,3 является одинаковым по назначению и разным по срокам выполнения, т.к. определяется объемом демонтажа. В общем случае на этом этапе должен быть выполнен демонтаж конструкций и элементов ЦХОЯТ и обращение с образующимися РАО.

Для варианта 1 этап демонтажа отсутствует.

#### **12.4 Мероприятия по обеспечению безопасности при СЭ**

Участок контейнеров хранения должен быть спроектирован таким образом, чтобы способствовать быстрому, безопасному и экономичному снятию объекта с эксплуатации. Контейнер с отработавшим топливом является герметичным, что исключает возможность радиоактивного загрязнения другого оборудования и позволяет вывозить и хранить контейнеры без необходимости их дальнейшего открытия или проведения дальнейших операций по обращению с топливными сборками.

Участок контейнеров хранения должен быть спроектирован таким образом, чтобы свести к минимуму количество образующихся радиоактивных отходов и загрязненного оборудования. Внешние поверхности МЦК не будут загрязняться, так как предотвращение радиоактивного загрязнения внешних поверхностей этих контейнеров является обязательным условием их загрузки. Таким образом, возможность загрязнения контейнеров хранения не является вероятной. Ожидается, что активация контейнеров хранения и бетонных фундаментов в результате долговременного хранения ОЯТ будет незначительной.

Участок контейнеров хранения должен быть спроектирован таким образом, чтобы облегчить удаление радиоактивных отходов и загрязненных материалов. Когда период хранения для отдельных конкретных контейнеров с отработавшим топливом закончится, эти контейнеры должны быть помещены в транспортные модули и увезены с объекта. Затем будет производиться обследование контейнеров хранения, и любые загрязнения будут удаляться для захоронения как низкоактивные отходы.

Ограждения, оборудование электроснабжения и другое оборудование участка хранения контейнеров HI-STORM не потребует специальных мероприятий по снятию с эксплуатации, так как не ожидается попадание загрязнений на эти объекты.

Участок расположения контейнеров хранения должен быть спроектирован таким образом, чтобы обеспечивать простое и экономичное выполнение работ по снятию с эксплуатации надлежащим образом. Система сухого хранения ОЯТ в контейнерах обеспечивает локализацию ОЯТ и возможность его дальнейшего удаления с площадки. ОЯТ будет герметично размещено на хранение в контейнерах таким образом, чтобы исключить загрязнение прочего оборудования и позволить транспортировать и хранить герметично закрытые контейнеры хранения без необходимости вскрывать контейнер с ОЯТ или перегружать ОТВС.

Обеспечение безопасности при снятии с эксплуатации ЦХОЯТ должно строиться на основе использования следующих принципов:

- принципов оправданности, непревышения и оптимизации, в соответствии с требованиями НРБУ-97 [8];
- принципа глубоко эшелонированной защиты, основанного на применении системы барьеров на пути распространения ионизирующего излучения и системы технических и организационных мер по защите барьеров и сохранении их эффективности;

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 218
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

- принципа максимально возможного использования для обеспечения безопасности инфраструктуры, созданной при эксплуатации;
- принципа максимально возможного использования опыта эксплуатационного персонала.

Обеспечение безопасности при снятии с эксплуатации ЦХОЯТ должно осуществляться путем реализации комплекса организационных и технических мероприятий, охватывающих радиационную защиту персонала, населения и окружающей природной среды, предотвращение аварий и промышленную безопасность.

При проектировании ЦХОЯТ должны быть учтены следующие мероприятия, облегчающие процесс снятия его с эксплуатации:

- по минимизации активации систем и оборудования;
- по минимизации образования РАО при эксплуатации;
- по минимизации загрязнения оборудования и строительных конструкций;
- по облегчению дезактивации систем и оборудования при снятии их с эксплуатации;
- по накоплению информации о системах, оборудовании и помещениях ЦХОЯТ;
- по организации необходимых площадей при снятии систем с эксплуатации.

## **12.5 Обращение с РАО при СЭ**

Обращение с радиоактивными отходами, образующимися при снятии с эксплуатации ЦХОЯТ, предполагает максимальное использование проектной схемы обращения с РАО:

- жидкие радиоактивные отходы будут автоцистерной, по мере их накопления в баке трапных вод, вывозиться для переработки на ЧАЭС или других перерабатывающих мощностях зоны отчуждения ЧАЭС;
- низкоактивные твердые радиоактивные отходы будут по проектной схеме в контейнерах ЦХОЯТ специализированным арендуемым автотранспортом вывозиться для переработки на ЧАЭС или ЦПЗ;
- в случае образования среднеактивных твердых радиоактивных отходов, предполагается аренда контейнеров и специализированного автотранспорта на ЧАЭС или ЦПЗ и вывоз для дальнейшей переработки и захоронения на ЧАЭС или ЦПЗ.

Образование высокоактивных РАО при снятии с эксплуатации ЦХОЯТ не предполагается.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 219
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### **13 ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТНОГО СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ЦХОЯТ**

ЦХОЯТ представляет собой комплекс сооружений, а именно:

- строительные конструкции зданий и сооружений;
- системы и оборудование внутри зданий и сооружений;
- системы и оборудование на промплощадке.

При обосновании возможности обеспечения проектного срока эксплуатации ЦХОЯТ в настоящем ТЭОИ приняты следующие основные положения:

- срок эксплуатации ЦХОЯТ определен в Технической спецификации к тендеру на сооружение ЦХОЯТ «под ключ» и составляет 100 лет;
- проектный срок эксплуатации зданий и сооружений, не относящихся к технологии обращения с ОЯТ, принят на основании проектов зданий и сооружений, принятых в качестве аналогов в ТЭО. В дальнейшем, на стадии проект возможно уточнение проектных сроков эксплуатации этих зданий и сооружений, исходя из конкретных проектов и используемых материалов. При этом следует учесть, что изложенные далее положения подтверждают возможность продления сроков эксплуатации;
- при обосновании возможности проектного срока эксплуатации ЦХОЯТ отдельно рассматриваются условия для строительных конструкций, для оборудования и трубопроводов, для контейнеров хранения ОЯТ;
- активный период эксплуатации ЦХОЯТ, предусматривающий поступление ОЯТ в ЦХОЯТ, составляет 50 лет, пассивный период эксплуатации, предусматривающий наблюдение и техническое обслуживание контейнеров с ОЯТ, составляет 50 лет;
- при рассмотрении сроков эксплуатации отдельных зданий и сооружений учитывается, что часть зданий и сооружений не требуется в полном объеме для эксплуатации ЦХОЯТ в пассивный период.

#### **13.1 Возможность обеспечения проектного срока эксплуатации строительных конструкций**

##### **13.1.1 Сроки эксплуатации зданий и сооружений**

Сроки, в течение которых необходима эксплуатация зданий и сооружений на площадке ЦХОЯТ, а также проектные сроки эксплуатации представлены в таблице 13.1.

Таблица 13.1 – Сроки службы зданий и сооружений

Поз. на ген-плане	Здание/сооружение /часть здания	Необходимость в здании в пассивный период	Проектный срок эксплуатации, лет	Срок, в течение которого необходима эксплуатация здания, лет	Возможность полной замены здания*
1	Здание приемки	Необходимо	100	100	Не требуется
2	Площадка хранения контейнеров	Необходимо	100	100	Не требуется

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 220
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Поз. на ген- плане	Здание/сооружение /часть здания	Необходимость в здании в пассивный период	Проектный срок эксплуатации, лет	Срок, в течение которого необ- ходима эксплуа- тация здания, лет	Возможность полной замены здания*
3	Здание техничес- кого обслуживания со складом МЦК	Необходимо только в части мастерских	50	100	Возможно
4	Административный корпус	Необходимо в сокращенном виде с учетом уменьшения количества персонала	50	100	Возможно
5	Здание электротехнических устройств	Необходимо для обеспече- ния функцио- нирования ЦХОЯТ	50	100	Возможно
7	Гараж для транспортёра	Необходимо в случае невоз- можности орга- низации хране- ния транспор- тера в здании приемки	50	100	Возможно
8	Гараж на четыре автомшины	Необходимо для автомоби- лей, использу- емых при экс- плуатации ЦХОЯТ	50	100	Возможно
9	Здание обслужива- ния вагонов	Нет необходимости	30	50	Возможно
10	Автозаправочный пункт	Нет необходи- мости в связи с сокращением поездов и воз- можностью за- правки за пре- делами ЦХОЯТ	50	50	Не требуется
18.1	Насосная станция противопожарного водоснабжения	Необходимо	50	100	Возможно

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 221
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Поз. на ген- плане	Здание/сооружение /часть здания	Необходимость в здании в пассивный период	Проектный срок эксплуатации, лет	Срок, в течение которого необ- ходима эксплуа- тация здания, лет	Возможность полной замены здания*
18.2	Резервуары противопожарного запаса воды	Необходимо	50	100	Возможно
20	Канализационная насосная станция	Необходимо	30	100	Возможно
21	Аккумулирующие емкости дождевых сточных вод	Необходимо	50	100	Возможно
29.1	Здание караула	Необходимо	50	100	Возможно
29.2	КПП 1	Необходимо, т.к. это основной вход/въезд на площадку ЦХОЯТ	50	100	Возможно
29.3	КПП 2	Нет необходимости, т.к. это въезд для ж/д составов	50	50	Не требуется
	Пути отстоя	Необходимо для возможности вывоза контейнера на АЭС, в случае разгерметизации МЦК	100	100	Не требуется

\* Под возможностью полной замены здания/сооружения понимается то, что без ущерба для безопасности эксплуатации ЦХОЯТ возможно в пределах площадки построить новое здание/сооружение с функциями, аналогичными зданию/сооружению, у которого закончился срок службы

Проектная долговечность строительных конструкций достигается за счет следующих факторов:

- учета при проектировании экстремальных нагрузок и воздействий в соответствии с нормативными украинскими требованиями;
- применения материалов с повышенным коррозионным сопротивлением;
- конструктивных решений, учитывающих вопросы ремонтпригодности.

Для подтверждения проектного срока эксплуатации зданий и сооружений ЦХОЯТ на стадии проект предусматривается следующее:

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 222
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

- расчет строительных конструкций для условий нормальной эксплуатации и на экстремальные воздействия в принятом сочетании нагрузок в соответствии с классификацией по ПИН АЭ-5.6 [7];
- выбор материалов для конструкций ЦХОЯТ с соответствующими пределами прочности;
- мероприятия по защите от коррозии;
- мероприятия по защите от последствий осадок и кренов;
- возможность осуществления технического обслуживания и ремонтов.

### **13.1.2 Основы долговечности строительных конструкций**

Качество строительных конструкций на стадии эксплуатации зданий и сооружений характеризуется совокупностью свойств (безотказность, долговечность, ремонтпригодность, характеристики материалов). Совокупность этих свойств определяет надежность здания или сооружения в целом при заданных режимах эксплуатации и на заданном отрезке времени (период срока службы). В соответствии с [57] под надежностью понимается свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах. При этом одними из важнейших показателей надежности являются безотказность и долговечность конструкций. Безотказность системы - это свойство сохранять работоспособность в течение определенного интервала времени в определенных условиях эксплуатации. Долговечность определяется свойством длительно сохранять эксплуатационные характеристики с необходимыми перерывами на ремонт, вплоть до достижения предельного состояния, при котором дальнейшая эксплуатация конструкций становится невозможной из-за физического износа, а восстановление экономически нецелесообразно [58].

Согласно [59] основное различие между безотказностью и долговечностью связано с понятием непрерывности работы системы. Так, для несущих конструкций характеристика безотказности превалирует, перекрывая характеристику долговечности. Что же касается, например, ограждающих конструкций, то для них различия этих двух характеристик весьма существенны. Таким образом, применительно к строительным конструкциям следует различать долговечность системы в целом или ее составных частей, непрерывная работоспособность которых может быть реализована за счет своевременного ремонта или замены.

Из вышеизложенного следует, что для прогнозной оценки возможности эксплуатации зданий и сооружений ЦХОЯТ необходимо исходить из характеристик безотказности, долговечности, ремонтпригодности, характеристик материалов, с учетом проектного срока службы здания/сооружения, его технического состояния на текущий момент времени и условий эксплуатации в последующие годы.

Так, из опыта эксплуатации различных типов зданий установлено, что срок службы зданий с железобетонным и металлическим каркасом, эксплуатирующихся в нормальных условиях, составляет 80-100 лет, а зданий, строительные конструкции которых подвергаются воздействию агрессивных сред – 40-60 лет. [60, 61].

Долговечность промышленных и гражданских зданий с металлическим каркасом в условиях их нормальной эксплуатации достигает 60-70 лет и зависит от класса сооружения. Проектный срок службы для I класса - 90 лет, для II класса - 60 лет и для III класса - 30-60 лет, к которому относится большинство промышленных зданий и сооружений [62].

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 223
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Что касается самих железобетонных и металлических конструкций производственных зданий, то они по долговечности превышают срок службы здания в целом. Так, долговечность фундаментов составляет 150-200 лет, стен - 100-200 лет, колонн - 100-150 лет, подкрановых балок - 100 лет, ферм - 150 лет, перекрытий - 150 лет при соответствующем межремонтном сроке [63].

Нормативный срок службы производственных и непроизводственных зданий и их конструктивных элементов по данным [60, 61], приведен в таблице 13.2.

**Таблица 13.2 - Нормативный срок службы зданий и конструктивных элементов**

Наименований зданий, конструктивных элементов	Нормативный срок службы, лет			
	в нормальных условиях	при степени агрессивности среды		
		слабая	средняя	сильная
1 Многоэтажные здания с железобетонным и металлическим каркасом	100	80	60	40
2 Конструктивные элементы				
2.1 Фундаменты ленточные и столбчатые бетонные и железобетонные	100	80	50	40
2.2 Стены капитальные, каменные и крупноблочные	100	80	72	60
2.3 Колонны железобетонные:				
• сборные или монолитные	100	80	75	60
• стальные	85	64	60	53
2.4 Подкрановые балки железобетонные:				
• сборные или монолитные	80	66	60	51
• стальные	50	42	37	33
2.5 Перекрытия железобетонные, сборные и монолитные	100	80	62	48
2.6 Покрытия железобетонные, сборные и монолитные	100	80	66	50
3 Полы цементные, бетонные, армоцементные	30	20	15	7
4 Кровля из рулонных и мастичных материалов	10	9	7	6

Условия эксплуатации зданий ЦХОЯТ можно отнести к нормальным условиям, т.к. внутри здания не предполагается использование агрессивных сред, высоких температур и высокой влажности.

Единственным воздействием, которое значительно влияет при определении проектного срока эксплуатации, это воздействие внешних природных факторов и окружающей среды.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 224
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Конструктивно здания ЦХОЯТ решены в виде жесткой объемно-пространственной структуры, выполненной из монолитного, сборно-монолитного и сборного железобетона. В данном случае критерием долговечности железобетонных конструкций может служить время карбонизации бетона защитного слоя, при котором происходит процесс депассивации арматуры и начинается процесс ее коррозии [64].

В соответствии со сроком службы, конструкции и материалы элементов сооружений на стадии проект будут рассчитаны для условий нормальной эксплуатации и экстремальных воздействий в соответствии с классификацией зданий и сооружений по ПИН АЭ-5.6 [7]. Для здания приемки и площадки хранения контейнеров предполагается использовать строительные материалы (бетон, сталь и т.д.) с высокими показателями прочности и долговечности, которые сохраняют требуемые свойства в течение 100 лет.

### **13.1.3 Мероприятия по защите от коррозии строительных конструкций**

Защиту строительных конструкций предполагается осуществлять, в соответствии с [24], применением коррозионностойких для данной среды материалов и выполнением конструктивных требований (первичная защита), нанесением на поверхности конструкций металлических, оксидных, лакокрасочных, металлизационно-лакокрасочных и мастичных покрытий, смазок, пленочных, облицовочных и других материалов (вторичная защита), а также применением электрохимических способов.

При эксплуатации бетон должен противостоять агрессивным компонентам окружающей среды, а также обеспечить защиту для армирования.

Климатические условия Украины таковы, что должно также приниматься во внимание воздействие замерзания-оттаивания. Это обычно достигается применением низкого водоцементного отношения. Повреждение под действием замерзания-оттаивания наиболее сильное, когда бетон насыщен водой, и этот риск может быть снижен путем проектирования поверхностей таким образом, чтобы они способствовали стоку воды (создание уклонов).

Бетон в грунте может быть подвержен коррозии под воздействием сульфатов, однако имеющаяся информация показывает, что в зоне предлагаемой площадки размещения ЦХОЯТ уровни сульфатов низкие, и, в любом случае, уровень грунтовых вод располагается ниже нижней поверхности фундаментной плиты.

Что касается коррозии армирования, естественная защита стали, предоставляемая щелочным окружением в бетоне, может быть потеряна в случае, если бетон насытится углекислым газом или если хлориды проникнут в достаточном количестве на глубину защитного слоя бетона. Насыщение углекислым газом не является значительным для бетона на открытом воздухе при разумном классе бетона и глубине его защитного слоя (50 см). Ввиду отсутствия в атмосфере хлоридов, защита армирования должна быть, поэтому, обеспечена при условии, что не произойдет эрозии защитного слоя под действием погодных факторов.

На основании вышеизложенного, специальная изоляция не требуется, а для всех поверхностей бетона, соприкасающихся с землей, будет применяться обычная обмазочная гидроизоляция.

В жидких средах (атмосферные осадки, грунтовые воды), которые в основном являются слабоагрессивными к бетону и железобетону, не следует ожидать каких-либо существенных признаков разрушения несущих железобетонных конструкций на период эксплуатации. Речь может идти только о разрушениях, связанных с появлением высолов на



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 225
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

поверхности конструкций. А это, в свою очередь, может привести лишь к незначительному (до 10 %) снижению прочности бетона конструкций при его насыщении водами или эксплуатации в режиме переменного насыщения и высушивания. Переменное замораживание и оттаивание также существенно не скажется на прочностных показателях бетона, поскольку бетоны классов В25-В40 по прочности на сжатие имеют достаточную морозостойкость.

Изложенное свидетельствует о том, что несущие железобетонные конструкции перекрытий, колонн и монолитных стен здания приемки и площадки хранения, выполненные из тяжелых бетонов класса В30-В40 по прочности на сжатие, в состоянии сохранять свою работоспособность в течение длительного времени.

Металлические конструкции или компоненты, которые могут подвергаться коррозии в результате воздействий окружающей среды, будут изготовлены из коррозионностойких материалов (например, облицовка из коррозионностойкой стали), либо покрыты цинком (гальванизированы). В последнем случае, к минимальной требуемой толщине добавляется двукратный 3-миллиметровый допуск на коррозию на случай возможной коррозии.

#### **13.1.4 Защита от осадков и кренов**

Для зданий и сооружений I категории по [7] и I категории сейсмостойкости [5], с точки зрения строительной науки, жесткие требования по деформационным параметрам предъявляются как всему сооружению, так и к отдельным его элементам.

Предельные значения совместной деформации основания и сооружений атомной энергетики устанавливаются, исходя из необходимости соблюдения следующих предельных состояний, а именно:

- максимально допустимых деформаций сооружений, которые назначаются из условий работы технологического оборудования;
- предельного состояния по прочности, устойчивости и трещиностойкости конструкций, включая общую устойчивость сооружений.

Для ЦХОЯТ центральная часть здания приемки будет иметь преимущественно тяжелую бетонную конструкцию. Центральный блок и вспомогательный блок будут иметь разные опорные фундаментные плиты толщиной примерно 1,0 - 1,5 м. Наибольшая часть нагрузки на фундамент будет представлена статической нагрузкой, и наибольшая осадка произойдет в ходе строительства.

Из геотехнических данных, имеющихся по грунтам в районе площадки ЦХОЯТ видно, что наибольшую площадь занимают дерново-скрыто- и слабоподзолистые песчаные и глинисто-песчаные глееватые и неоглеенные почвы, которые обладают характеристиками, которые не приведут к высокой осадке зданий и сооружений в течение времени.

С учетом реальной геотехнической оценки, концепция проектирования фундаментов разработана с учетом следующего:

- можно ожидать существенных немедленных осадок во время нагружения фундаментов мелкого заложения;
- долгосрочная консолидационная осадка будет незначительной;
- принимается, что ожижение грунта при землетрясении не произойдет.

Для проведения вычислений по осадке на стадии проект будет принято во внимание статическое взаимодействие сооружение/грунт между фундаментом и грунтом и любое статическое взаимодействие сооружение/грунт/сооружение между отдельными

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 226
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

фундаментами. Для исключения неопределенностей при проектировании зданий и сооружений, а также уточнения геотехнических оценок площадки до начала разработки проекта предполагается проведение дополнительных изысканий.

### **13.1.5 Техническое обслуживание строительных конструкций**

Строительные конструкции и их элементы в процессе эксплуатации должны находиться под систематическим наблюдением компетентных инженерно-технических работников, ответственных за сохранность этих объектов.

Для обеспечения надежности и долговечности строительных конструкций ЦХОЯТ в соответствии с требованиями действующих НД в строительстве на протяжении эксплуатации необходимо проведение:

- капитальных ремонтов;
- текущих ремонтов;
- инженерных обследований;
- технического обслуживания.

Капитальный ремонт здания (сооружения) - это комплекс ремонтно-строительных работ, которые предусматривают замену, обновление и модернизацию конструкций в связи с их физическим износом и разрушением без смены строительных габаритов объекта [65].

Текущий ремонт - это комплекс ремонтно-строительных работ, который предусматривает систематическое и своевременное поддержание эксплуатационных качеств и предупреждение преждевременного износа конструкций зданий и сооружений.

Инженерное обследование - комплекс операций по определению параметров технического и эксплуатационного состояния строительных конструкций сооружения, выполняемых согласно действующей нормативно-технической базы, включая использование специального оборудования и приборов [66].

Техническое обслуживание - комплекс операций по поддержанию надежности и долговечности сооружения в надлежащем состоянии при использовании его по назначению. В состав технического обслуживания входит техническое наблюдение и технический осмотр, включающие комплекс операций по проверке соответствия объекта техническим требованиям и комплекс операций по осуществлению установленного контроля изменений технического состояния конструктивных элементов здания, выявление потребности в ремонте и других мероприятий технической эксплуатации.

Периодичность ремонтов или межремонтные сроки определяются продолжительностью эксплуатации до момента, когда начинается массовый рост отказов по данному элементу. Иными словами осуществляемый капитальный и текущий ремонты должны предусматривать сохранение постоянного уровня надежности конструктивных элементов. Особое место отводится периодичности ремонтов и межремонтным срокам.

Для производственных зданий с железобетонным или металлическим каркасом, с заполнением каркаса каменными материалами рекомендуется выборочный ремонт проводить через 6 лет, а комплексный, капитальный через 20 -30 лет в нормальных условиях и 15 лет в агрессивной среде [60, 61].

В отличие от капитального ремонта, текущий ремонт допускает выполнение комплекса ремонтно-строительных работ по систематической и своевременной поддержке эксплуатационных характеристик и предупреждения преждевременного износа конструкций.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 227
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Учитывая, что инженерное обследование технического состояния строительных конструкций необходимо проводить через 5 лет, поэтому целесообразно выборочный ремонт также проводить через 5 лет.

Процессы старения строительных конструкций приводят к необходимости ремонта здания, причем далеко не всегда степень повреждения конструкций можно оценить по выходным параметрам здания как системы. Поэтому возникает потребность в дефектации строительных конструкций через заранее установленные промежутки времени в соответствии с системой планово-предупредительных ремонтов зданий.

До ввода в эксплуатацию зданий и сооружений предполагается разработать программу научно-технического сопровождения, одним из элементов которой будет обеспечение долговечности строительных конструкций здания приемки и площадки хранения. Ремонт и техническое обслуживание остальных зданий и сооружений предполагается осуществлять в соответствии с действующими нормативными документами в строительстве. Предполагается, что персонал, осуществляющий наблюдение за строительными конструкциями будет входить в штат подразделения по капитальному строительству ЦХОЯТ, которое функционирует как в активный период эксплуатации, так и в пассивный период эксплуатации ЦХОЯТ.

### **13.2 Долговечность систем и оборудования**

Срок службы систем и оборудования ЦХОЯТ различается и составляет от 10 до 100 лет. Проектный срок эксплуатации отдельных систем и оборудования определяется с учетом:

- возможной замены оборудования;
- требуемой надежности оборудования;
- соотношения стоимости и срока службы оборудования.

На стадии разработки настоящего ТЭОИ сроки службы систем и оборудования были приняты исходя из отнесения оборудования к группам основных фондов по амортизации. При этом, в стоимости приема ОЯТ на хранение включены амортизационные отчисления по группам основных фондов, предусматривающих накопление инвестиций на замену оборудования по окончании срока службы оборудования. В дальнейшем, в проекте ЦХОЯТ, выбор оборудования будет уточнен с учетом требований к надежности.

В рамках ТЭО при оценке эксплуатационных затрат консервативно принято следующее:

- грузоподъемное оборудование, технологические системы и оборудование, отнесенное к 3 группе амортизации, имеет проектный срок службы 30 лет;
- электротехническое оборудование и оборудование систем контроля и мониторинга, отнесенное к 4 группе амортизации, имеет проектный срок службы 10 лет.

Действительный проектный срок эксплуатации будет определен при разработке проекта.

Для обращения с ОЯТ в ЦХОЯТ предусмотрено следующее оборудование:

- контейнер транспортный HI-STAR;
- контейнер хранения HI-STORM;
- многоцелевой контейнер МЦК-31;
- многоцелевой контейнер МЦК-85;
- перегрузочный контейнер HI-TRAC;
- оборудование, используемое при загрузке МЦК на АЭС;

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 228
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

- железнодорожный вагон, совместимый с HI-STAR;
- платформа для перевозки HI-TRAC;
- устройство для вскрытия МЦК.

Сроки, в течение которых необходима эксплуатация оборудования по обращению с ОЯТ, а также проектные сроки эксплуатации представлены в таблице 13.3.

**Таблица 13.3 – Сроки службы оборудования**

Наименование оборудования	Необходимость в оборудовании в пассивный период	Проектный срок эксплуатации, лет	Срок, в течение которого необходима эксплуатация, лет	Возможность замены оборудования
1 Контейнер транспортный HI-STAR	Необходимо	40	100	Возможно
2 Контейнер хранения HI-STORM	Необходимо	100	100	Не требуется
3 Многоцелевой контейнер МЦК-31	Необходимо	100	100	Не требуется
4 Многоцелевой контейнер МЦК-85	Необходимо	100	100	Не требуется
5 Перегрузочный контейнер HI-TRAC	Необходимо для ликвидации аварии с разгерметизацией МЦК	40	100	Возможно
6 Оборудование, используемое при загрузке МЦК на АЭС, в том числе: 6.1. Механическая часть 6.2. Электрическая часть	Необходимо для ликвидации аварии с разгерметизацией МЦК	50	100	Возможно
		15	100	Возможно
7 Железнодорожный вагон, совместимый с HI-STAR	Необходим один вагон для вывоза аварийного контейнера на АЭС для перегрузки	30	100	Возможно
8 Платформа для перевозки HI-TRAC	Необходимо для ликвидации аварии с разгерметизацией МЦК	30	100	Возможно

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 229
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Наименование оборудования	Необходимость в оборудовании в пассивный период	Проектный срок эксплуатации, лет	Срок, в течение которого необходима эксплуатация, лет	Возможность замены оборудования
9 Устройство для вскрытия МЦК	Необходимо для ликвидации аварии с разгерметизацией МЦК	30	100	Возможно

Проектный срок службы систем и оборудования предполагается обеспечивать путем организации технического обслуживания и ремонтов. Обоснование возможности проектного срока эксплуатации оборудования по обращению с ОЯТ 100 лет приведено в разделе 13.3.

### **13.2.1 Организация технического обслуживания и ремонта**

Целью технического обслуживания и ремонта является обеспечение надежной эксплуатации систем для обеспечения проектного срока эксплуатации ЦХОЯТ - 100 лет.

Основными объектами технического обслуживания систем являются:

- технологические системы, включая отдельное оборудование;
- грузоподъемное оборудование;
- оборудование по обращению с ОЯТ с проектным сроком эксплуатации менее 100 лет;
- электротехнические системы и отдельные элементы систем;
- система КИП и А;
- системы мониторинга;
- системы отопления, вентиляции и кондиционирования.

Задачами технического обслуживания являются:

- оперативный контроль / мониторинг состояния систем и их элементов;
- своевременное выполнение ремонтов;
- своевременное осуществление управляющих мероприятий систем мониторинга по обеспечению безопасности ЦХОЯТ;
- разработка предложений проведение работ по улучшению технической эксплуатации ЦХОЯТ, а также качеству проведения всех видов ремонта.

Система планово-предупредительного ремонта ЦХОЯТ будет представлять собой совокупность организационно-технических мероприятий по надзору, уходу и всем видам ремонта, осуществляемых в соответствующем плановом порядке.

Она имеет целью обеспечение сохранности ЦХОЯТ путем надлежащего ухода за системами, своевременного и качественного проведения ремонта, а также упорядочения ремонтного дела и снижения стоимости ремонта.

Ремонт представляет собой комплекс технических мероприятий, направленных на поддержание или восстановление первоначальных эксплуатационных качеств как ЦХОЯТ в целом, так и его отдельных конструкций и их элементов.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 230
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Для обеспечения работы ЦХОЯТ в течение всего эксплуатационного периода для систем и оборудования будет проводиться техническое обслуживание, в соответствии с инструкциями по эксплуатации, которые будут разработаны на этапе ввода в эксплуатацию. В инструкции будет включен перечень испытаний, проверок, видов предполагаемого ремонта и список запасных частей, которые возможно потребуются, а также критерии замены оборудования и критерии его ремонта.

Техническое обслуживание включает:

- профилактическое обслуживание;
- плановые эксплуатационные осмотры;
- периодические испытания;
- замена и ремонт (в случае отказа оборудования).

Для проведения ремонтов оборудования ЦХОЯТ, в рамках ТЭО предусматривается создание следующих мастерских:

- электротехнические и механические мастерские для чистого оборудования, не загрязненного радиоактивными веществами в здании Технического обслуживания;
- мастерская для оборудования, загрязненного радиоактивными веществами в здании приемки;
- здание обслуживания железнодорожных вагонов.

Состав мастерских будет определен на стадии проект после выбора конкретного оборудования ЦХОЯТ. При этом, предполагается, что для железнодорожной платформы в рамках ЦХОЯТ осуществляется только специфический ремонт элементов, относящихся к обращению с контейнерами с ОЯТ. Основной ремонт железнодорожной платформы предполагается осуществлять в ближайших специализированных железнодорожных депо по договору оказания услуг.

### **13.2.2 Профилактическое обслуживание**

Профилактическое обслуживание предназначено для обнаружения ранних признаков отказов систем и оборудования.

Профилактическое обслуживание включает: испытания, осмотры, обслуживание и повторную сборку оборудования и систем согласно графику эксплуатирующей организацией. Периодичность профилактического обслуживания устанавливается по рекомендации поставщика оборудования. Впоследствии это может быть изменено (сокращено или увеличено) с учетом полученного опыта работы.

Важные для безопасности системы и оборудование подвергаются обязательному профилактическому обслуживанию. Профилактическое обслуживание будет выполняться эксплуатационным персоналом ЦХОЯТ, который пройдет специальное обучение и сдаст экзамены.

Перечень и содержание процедур профилактического обслуживания будут уточнены при выполнении проекта и при разработке инструкций после выбора конкретного оборудования.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 231
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### **13.2.3 Эксплуатационный контроль**

Эксплуатационный контроль проводится для сбора информации о ЦХОЯТ в целом. Данные о работе систем, оборудования и обстановке в помещениях регистрируются в соответствии с инструкциями/регламентами по техническому обслуживанию.

Эти данные обрабатываются и анализируются с целью своевременного обнаружения отказов систем и оборудования ЦХОЯТ (в соответствии с Программой обеспечения качества при эксплуатации). Результаты эксплуатационного контроля заключаются в сравнении результатов измерений и ожидаемых значений с целью выдачи рекомендаций по техническому обслуживанию и ремонтам.

### **13.2.4 Периодические испытания**

Периодические испытания представляют собой функциональные испытания, которые контролируют действенность функций основных и вспомогательных систем. Они также включают испытания, предусмотренные требованиями нормативных документов, для систем и оборудования, которые являются подведомственными регулирующим органам Украины (например, крановое оборудование).

Эксплуатационный контроль в целом и периодические испытания, в частности, обеспечивают безопасность и работоспособность систем и элементов ЦХОЯТ.

Сроки проведения периодических испытаний определяются инструкциями по эксплуатации оборудования, классификацией систем и оборудования по безопасности, требованиями нормативных документов.

Периодические испытания выполняются персоналом эксплуатирующей организации, субподрядчиков или уполномоченных регулирующих органов.

### **13.2.5 Замена и ремонт**

В случае отказа оборудования, это оборудование ремонтируется или заменяется. Замена или ремонт оборудования, важного для безопасности, выполняется в соответствии с утвержденными в соответствующем порядке техническими решениями.

Замена оборудования или ремонт выполняются персоналом ЦХОЯТ или субподрядчиков, в соответствии с Программой обеспечения качества при эксплуатации ЦХОЯТ.

Перед вводом в эксплуатацию ЦХОЯТ будет составлен перечень обязательных и рекомендуемых запасных частей. В перечень предполагается включить те запасные части, которые не относятся к расходным материалам. Предполагается, что минимальный запас запасных частей, будет сохраняться в ЦХОЯТ или в эксплуатирующей организации. На стадии проект предполагается определить ремонт какого оборудования предполагается осуществлять силами ЦХОЯТ, а для ремонта которого предполагается привлечение Поставщиков оборудования и субподрядные организации. После определения объема и номенклатуры ремонтов в ЦХОЯТ, на стадии проект будет определен состав мастерских в зданиях и сооружениях ЦХОЯТ.

Вывод оборудования в ремонт будет производиться согласно графику планового ремонта или при аварийном повреждении согласно инструкции по эксплуатации данного оборудования.

Перед производством ремонтных работ на оборудовании, контактирующем с радиоактивными средами, при необходимости, выполняются дезактивационные работы согласно инструкции по дезактивации оборудования и помещений.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 232
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Сроки проведения ремонтов отдельных систем, оборудования, арматуры, КИП и электрооборудования будут определены в проекте после выбора конкретного оборудования.

### **13.3 Оборудование по обращению с ОЯТ с проектным сроком эксплуатации 100 лет**

К оборудованию ЦХОЯТ, имеющему проектный срок эксплуатации 100 лет, относятся:

- контейнер хранения HI-STORM;
- многоцелевой контейнер МЦК-31;
- многоцелевой контейнер МЦК-85.

Проектный срок хранения оборудования определяется следующими факторами:

- используемыми материалами при изготовлении;
- внешними условиями эксплуатации;
- факторами внутренних условий хранения;
- требованиями регулирующих органов в США и требованиями Технической спецификации ЦХОЯТ.

В соответствии с требованиями регулирующего органа США проектный срок эксплуатации контейнера хранения HI-STORM и МЦК составляет 40 лет и обоснован в соответствии с требованиями 10CFR72 и в формате требований NUREG-1536.

#### **13.3.1 Контейнер хранения HI-STORM**

HI-STORM предназначен исключительно для хранения ОЯТ. Контейнер представляет собой цилиндрическую вертикальную естественно вентилируемую конструкцию, которая создает условия для пассивного воздушного охлаждения содержащейся в ней МЦК.

HI-STORM состоит из двух концентрических толстостенных обечаяк (не менее 25 мм), пространство между которыми заполняется бетоном (после доставки ее на площадку ЦХОЯТ) для обеспечения экранирующей способности (толщина бетонного заполнения составляет около 680 мм). Для обеспечения жесткости конструкции обечайки соединены радиальными перегородками и снизу соединены днищем толщиной около 50 мм. В конструкции HI-STORM нет армирования. Тяжелая стальная крышка с бетонным заполнением устанавливается сверху на конструкцию и крепится к ней на болтах.

Перечень материалов, из которых изготавливается HI-STORM представлен в таблице 13.4.

**Таблица 13.4 - Основные материалы, используемые при изготовлении контейнера HI-STORM**

<b>Марка материала</b>	<b>Наименование материала</b>	<b>Наименование элемента</b>
SA 516 GRADE 70	Углеродистая сталь	Плита основания
SA 36	Углеродистая сталь	Блок дистанцирующий нижний
SA 36	Углеродистая сталь	Блок защиты нижний
SA 516 GRADE 70	Углеродистая сталь	Верхняя часть нижней плиты
SA 36 OR 516 GR. 70	Углеродистая сталь	Нижняя часть поддержки МЦК



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 233
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

<b>Марка материала</b>	<b>Наименование материала</b>	<b>Наименование элемента</b>
SA 516 GRADE 70	Углеродистая сталь	Нижняя плита узла поддержки МЦК
SA 516 GRADE 70	Углеродистая сталь	Внутренняя оболочка контейнера
SA 516 GRADE 70	Углеродистая сталь	Внешняя оболочка контейнера
SA 516 GRADE 70	Углеродистая сталь	Радиальная пластина контейнера
SA 516 GRADE 70	Углеродистая сталь	Верхняя плита контейнера
CONCRETE	Бетон	Биологическая защита боковая
SA 516 GRADE 70	Углеродистая сталь	Защитное кольцо крышки
SA 516 GRADE 70	Углеродистая сталь	Внешнее кольцо крышки
SA 36	Углеродистая сталь	Внутреннее кольцо крышки
CONCRETE	Бетон	Биологическая защита крышки
SA 516 GRADE 70	Углеродистая сталь	Верхняя плита крышка
SA 193 B7	Углеродистая сталь	Шпилька крышки

На все внутренние и внешние поверхности корпуса HI-STORM, изготовленного из углеродистой стали, нанесено защитное покрытие, устойчивое к действию высокой температуры, радиации, а также к отшелушиванию при атмосферных воздействиях.

Сортамент применяемых сталей обеспечивает высокую структурную стабильность при нагреве и сварке. Эти стали коррозионноустойчивы во многих окислительных средах (от пресной воды до некоторых кислот). Кроме того, сбалансированный химический состав обеспечивает сталям высокую общую коррозионную стойкость и стойкость к межкристаллитной коррозии.

Внутренняя поверхность оборудована амортизаторами для минимизации нагрузки на МЦК при постулируемом событии «опрокидывание».

Стальная сварная конструкция принимает на себя все механические нагрузки, а бетон представляет собой основной барьер на пути радиации. Полное окружение бетона сталью также создает защиту бетона от атмосферных осадков и мороза.

Бетон, входящий в конструкцию HI-STORM, не используется в качестве несущего механическую нагрузку элемента.

В соответствии с данными ОАБ, разработанного компанией «Холтек» для получения сертификата регулирующего органа США, проектный срок службы HI-STORM в соответствии с требованиями 10CFR72 обеспечивается при следующих условиях:

- температурах окружающей среды от минус 40 до плюс 38 °С, при этом предполагается, что нижний и верхний предел аномальных температур продержится не более 72 часа, что превышает условия площадки ЦХОЯТ;
- при действии на HI-STORM горизонтального ускорения до 0,1g (7 баллов) и соответствующего вертикального, что превышает условия площадки ЦХОЯТ (МРЗ 6 баллов);
- при воздействиях от смерча с характеристиками согласно справочника Regulatory Guide 1.76, превышающими характеристики смерча в районе ЦХОЯТ (класс 3);
- при воздействиях от снега и оледенения для района Аляски;
- при воздействии внешней ударной волны с максимальным внешним давлением до 69 кПа, что выше возможной ударной волны вследствие взрыва баллона с ацетиленом;
- при аварии с пожаром, связанной с воздействием на HI-STORM температуры 800 °С;

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 234
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

- при регулярном техническом обслуживании;
- при температуре оболочки ТВЭЛ при нормальных условиях эксплуатации до 400 °С и при кратковременных режимах до 570 °С.

При определении проектного срока эксплуатации были учтены следующие факторы:

- природные воздействия;
- деградация материалов;
- коррозия;
- усталость конструкций;
- условия внутри контейнера.

Задачами технического обслуживания HI-STORM являются следующие:

- контроль / мониторинг состояния HI-STORM, в том числе:
  - очистка от пыли, снега и т.п. входных вентиляционных каналов;
  - очистка выходных вентиляционных каналов;
- техобслуживание датчиков температуры (замена для проверки, и калибровки);
- контроль покрытия внешних поверхностей HI-STORM.

Периодичность техобслуживания:

- внешний осмотр площадки хранения проводится ежедневно;
- контроль и калибровка приборов радиационного контроля с отключением оборудования – один раз в год;
- контроль оборудования измерения температуры - согласно паспортам приборов, но не реже одного раза в год;
- визуальный контроль состояния вентиляционных отверстий HI-STORM – один раз в неделю;
- уборка снега, пыли или других предметов (листья) - по необходимости;
- восстановление антикоррозионного покрытия HI-STORM – по необходимости.

### **13.3.2 Многоцелевой контейнер (МЦК)**

Основным элементом технологии хранения Холтек является многоцелевой контейнер, конструкция которого обеспечивает ядерную безопасность при хранении ОЯТ.

МЦК состоит из герметичного корпуса и топливного чехла. Корпус представляет собой двухслойный цилиндрический сосуд под давлением с днищем, крышкой и герметизирующим кольцом, спроектированный в соответствии с требованиями ASME, раздел III, подраздел NB (Класс 1). Цилиндрический корпус МЦК выполнен из листового проката, при этом продольные швы сварки обечаек не совпадают. Внутренний слой цилиндрического корпуса, внутренняя крышка и днище образуют первый барьер герметичности. Внешний слой цилиндрического корпуса, внешнее днище и герметизирующее кольцо образуют второй барьер герметичности. Оболочка ТВЭЛ при проектировании МЦК не рассматривалась как барьер герметичности. Конструкция МЦК включает специальные устройства (распорки), которые обеспечивают неподвижность ОТВС в МЦК при транспортировке в горизонтальном положении.

Конструкция топливного чехла позволяет размещать в нем топливо реакторов ВВЭР-1000 и ВВЭР-440, включая поврежденные топливные сборки и обломки топлива. Конструктивно

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 235
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

топливный чехол обеспечивает опору отработавшим топливным сборкам и отвод тепла, образуемого отработавшим топливом, к корпусу контейнера.

Топливный чехол внутри МЦК имеет сотовую структуру, образующую шестигранные ячейки для хранения топлива. Стенки любой ячейки в топливном чехле структурно соединены со стенками соседних ячеек. Топливные чехлы МЦК спроектированы и испытаны на соответствие требованиям по пределу перегрузок в соответствии с Разделом III, Подразделом NG стандартов ASME.

Шестигранные соседние ячейки топливного чехла соединены таким образом, что между любыми двумя соседними ОТВС в топливном чехле располагаются: два листа гетерогенного поглотителя Metamic и два листа из коррозионностойкой стали. Топливный чехол МЦК сконструирован таким образом, чтобы полностью использовать высокую теплопроводность материала Metamic (в шесть раз выше, чем у стали).

Перечень материалов, из которых изготавливается МЦК, представлен в таблице 13.5.

**Таблица 13.5 – Основные материалы, используемые при изготовлении МЦК**

<b>Марка материала</b>	<b>Наименование материала</b>	<b>Наименование элемента</b>
ALLOY "X"	Коррозионностойкая сталь	Нижняя пластина основания
ALLOY "X"	Коррозионностойкая сталь	Внутренняя пластина основания
ALLOY "X"	Коррозионностойкая сталь	Оболочка
ALLOY "X"	Коррозионностойкая сталь	Крышка
ALLOY "X"	Коррозионностойкая сталь	Кольцо закрывающее
ALLOY "X"	Коррозионностойкая сталь	Держатель корзины
ALLOY "X"	Коррозионностойкая сталь	Прокладка корзины
ALLOY "X"	Коррозионностойкая сталь	Внутренняя обечайка
ALLOY "X"	Коррозионностойкая сталь	Внешняя обечайка
ALLOY "X"	Коррозионностойкая сталь	Крышка
ALLOY "X"	Коррозионностойкая сталь	Ячейки внутренней корзины
METAMIC	Борированный алюминий	Гетерогенный поглотитель

В соответствии с данными ОАБ, разработанным компанией «Холтек» для получения сертификата регулирующего органа США, проектный срок службы МЦК в соответствии с требованиями 10CFR72 обеспечивается при следующих условиях:

- хранение МЦК внутри HI-STORM, который защищает его от внешних воздействий;
- температура оболочки ТВЭЛ в нормальных условиях эксплуатации до 400 °С и в кратковременных режимах до 570 °С;
- внутреннее давление в МЦК до 0,7 МПа при нормальных условиях эксплуатации и до 1,4 МПа при аварийных условиях;
- характеристики ОЯТ реакторов США соответствуют перечисленным в сертификате;
- наличие инертной среды внутри МЦК.

При определении проектного срока эксплуатации были учтены следующие факторы:

- природные воздействия;

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 236
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

- деградация материалов;
- коррозия;
- усталость конструкций;
- условия внутри контейнера.

Проектный срок эксплуатации МЦК обеспечивается путем реализации следующих мер:

- проектирование, изготовление и контроль пенала выполняются в соответствии с требованиями норматива ASME (со значительным запасом);
- изготовление и контроль выполняются согласно требованиям комплексной программы обеспечения качества и обеспечивающей соблюдение требований к изготовлению.

Применяются материалы с известными свойствами, прошедшими тщательный контроль и испытания, обеспечивающими соблюдение проектных требований.

Применяются методики сварки, полностью соответствующие требованиям Разделов III и IX документа ASME и обеспечивающие высокое качество сварных соединений.

### **13.3.3 Обоснование возможности проектного срока эксплуатации 100 лет**

Известный в мире для систем хранения ОЯТ в инертной среде максимальный проектный срок эксплуатации составляет 50 лет. На сегодняшний день в мире отсутствуют системы, имеющие проектный срок эксплуатации 100 лет. Однако, учитывая существующее количество систем хранения ОЯТ в инертной среде и отсутствие решений о дальнейшем обращении с ОЯТ после завершения проектного срока хранения, появилась необходимость проведения исследований возможности увеличения проектного срока эксплуатации систем хранения до 100 лет. Регулирующим органом США были проведены исследования о возможности эксплуатации систем сухого хранения ОЯТ в течение приблизительно 100 лет, результаты которого приведены в [67].

Учитывая, что наиболее уязвимым элементом системы хранения «Холтек», с точки зрения обеспечения проектного срока эксплуатации ЦХОЯТ, является МЦК, ниже приведены результаты исследований по системам сухого хранения в проекции для поведения отдельных элементов МЦК в процессе хранения.

К основным факторам, влияющим на проектный срок службы МЦК, относятся:

- внутреннее давление;
- температура;
- внешние воздействия;
- усталость металла;
- ползучесть;
- обнаруживаемый дефект;
- агрессивность среды;
- состояние гетерогенного поглотителя;
- коррозия;

#### **13.3.3.1 Внутреннее давление**

Давление газа, находящегося в МЦК, вызывает окружное напряжение в его цилиндрической части и состояние изгибающего напряжения в крышке и днище. Анализ влияния такого давления на корпус МЦК показал, что максимальное расчетное мембранное

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 237
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

напряжение в обечайке МЦК в нормальных условиях хранения (внутренне давление в МЦК не более 0,7 МПа) составит 47,15 МПа (п. 3.4.4.3.1.2 [68]). Это составляет менее 1/6 от предела прочности материала МЦК, превышение которого могло бы привести к сквозному пробою в герметичной оболочке. Таким образом, данный фактор не создает риска уменьшения срока службы МЦК.

#### **13.3.3.2 Температура**

Анализ влияния температуры на прочность корпуса МЦК показал, что температура металла МЦК определяется остаточными тепловыделениями хранящегося топлива и может варьироваться от уровня окружающей среды до 243 °С, что значительно ниже рекомендуемой предельной рабочей температуры 427 °С по Разделу II, части D ASME, Таблица 1A для нержавеющей сталей. При этом, в качестве исходных условий рассматривается температура оболочки ТВЭЛ: при нормальной эксплуатации – 400 °С, при аварийных условиях – до 570 °С.

Таким образом, данный фактор не приводит к уменьшению срока службы МЦК.

#### **13.3.3.3 Внешние воздействия**

Анализ возможных внешних воздействий на МЦК показал, что непосредственное воздействие на МЦК не возможно. Однако, например, при внешнем взрыве возможно кратковременное увеличение давления на внешнюю поверхность МЦК. Максимальное давление, которое было получено при анализе возможных условий взрыва в США, оценивается менее 68,9 кПа, что составляет величину того же порядка, что и естественные суточные колебания давления под влиянием изменений температуры окружающей среды. Таким образом, внешние воздействия не могут влиять на срок службы МЦК.

#### **13.3.3.4 Усталость металла**

Классическая теория усталости металла гласит, что разрушение в результате усталости металлической детали может возникнуть в том случае, если поле напряжений в ней подвергается циклическим изменениям во времени с амплитудой циклов напряжений, превышающей так называемый «предел усталости» материала. Для коррозионностойких сталей такой предел составляет приблизительно 179,26 МПа.

Единственным источником циклических изменений напряжения в герметичной емкости МЦК являются суточные изменения температуры окружающей среды. При колебаниях температуры окружающего воздуха изменяется и температура герметичной емкости. Из элементарной термодинамики следует, что диапазон колебаний температуры конструкций герметичной емкости под давлением будет ограничен диапазоном суточных изменений температуры окружающего воздуха. Если предположить суточное изменение температуры окружающего воздуха 10 °С и температуру среды внутри контейнера 204,4 °С, соответствующее изменение внутреннего давления в МЦК составит приблизительно 5 %.

Максимальная расчетная интенсивность напряжений в МЦК равна 352,43 МПа (п. 3.4.4.3.1.2 [68]). Соответственно, максимальная амплитуда циклических изменений напряжения в МЦК составляет менее 20,68 МПа. Это значение амплитуды и соответствующий ему уровень напряжений составляет лишь небольшую часть амплитуды циклического изменения напряжения в герметичной емкости, необходимой для усталостного разрушения в результате миллиона циклических суточных изменений температуры (то есть,

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 238
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

порядка 3000 лет). В соответствии с ASME (1998) для коррозионностойкой стали предел усталости значительно превышает 138 МПа.

Таким образом, возникающие напряжения в металле корпуса МЦК вследствие циклической смены температур в течение 100 лет не приведут к разрушению металла корпуса.

#### **13.3.3.5 Ползучесть**

Анализ влияния ползучести металла корпуса МЦК показал, что деформации металла вследствие ползучести зависят от времени. Скорость такой деформации зависит от характеристик металла и его температуры.

В качестве примера представителями Комитета ядерного регулирования США исследован реальный случай разрыва контейнера из коррозионностойкой стали марки 304 вследствие ползучести при аварии «пожар в туннеле». Для исследования была разработана компьютерная модель этого сценария: контейнер HI-STAR с находящимся внутри него МЦК, обжат пламенем с температурой 815 °C (1500 °F) в течение семи часов.

Результаты проведенного анализа показали, что для повреждения барьера в результате ползучести потребуется тридцать лет. Учитывая результаты анализа, регулирующий орган США признал, что ползучесть металла не является вероятным механизмом повреждения МЦК производства Холтек.

#### **13.3.3.6 Необнаруживаемый дефект материала или сварного шва**

Потенциальная возможность развития дефекта МЦК во время долгосрочного хранения практически отсутствует ввиду высокой прочности коррозионностойких сталей, даже при температурах ниже минус 40 °C (минус 40 °F). Холтек выполнила анализ возможного развития трещины в сварном шве между крышкой и корпусом МЦК [69], основанный на принципах классической механики разрушений. Анализ, показал, что даже в случае наличия трещины на глубину 50 % толщины по всей окружности шва между крышкой и обечайкой не приведет (со значительным запасом) к созданию напряжения достаточной интенсивности у вершины трещины для дальнейшего ее развития.

#### **13.3.3.7 Агрессивность среды**

Инертная гелиевая внутренняя среда МЦК обеспечивает некоррозийные условия для оболочек ТВЭЛ, что необходимо для сохранения их целостности при долгосрочном хранении.

Поддержание гелиевой среды хранения внутри МЦК обеспечивается надежностью герметичного барьера МЦК. В качестве критерия утечки при нормальной эксплуатации МЦК в США принята утечка в  $5 \times 10^{-6}$  атм-см<sup>3</sup>/с при внутреннем давлении до 0,69 МПа. Таким образом, в течение 100 лет эксплуатации утечка составит не более 2 % объема гелия, что не может повлиять на условия хранения ОЯТ. Для обеспечения гарантированных показателей утечки предусматривается контроль утечки гелия после заварки крышки с помощью гелиевого течеискателя.

Учитывая, что утечка гелия не будет превышать нормативной, температура оболочки ТВЭЛ не превысит допустимой (400 °C), следовательно не возникнут неблагоприятные температурные условия для металла корпуса МЦК.

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 239
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### 13.3.3.8 Состояние гетерогенного поглотителя нейтронов

На проектный срок эксплуатации МЦК влияет состояние гетерогенного поглотителя нейтронов, как с точки зрения целостности, так и с точки зрения сохранения поглощающих свойств.

Metamic-НТ представляет собой нейтронный поглотитель, разработанный компанией в середине 90-х годов с целью применения для ограничения реактивности отработанного топлива при его «сухом» и «мокром» хранении. С металлургической точки зрения, Metamic-НТ представляет собой составную металлическую матрицу, выполненную из алюминия 99,5-процентной чистоты, усиленную карбидом бора типа 1 ASTM C-750. Metamic-НТ характеризуется очень малым размером частиц алюминия и пыли карбида бора. Как указывается в патенте, выданном в США компании «Metamic Inc». [70], высокие эксплуатационные характеристики и надежность материала Metamic-НТ основываются на распределении его составляющих по мелким частицам, формируемых в металлическую матрицу при помощи технологии порошковой металлургии. Этим достигается высокая и постоянная гомогенность.

При изготовлении материала Metamic-НТ используется две патентованные технологии усиления алюминиевой матрицы. Для первой требуется мелкозернистый алюминий, образующий при прессовании матрицы с очень мелкой структурой (<200 нм). Такая структура достигается методом порошковой металлургии и горячей обработки материала. Вторая технология заключается в распределении очень мелких (нано-размеры) частиц оксида алюминия по алюминиевой матрице. Исследования в области нано-технологий показали, что очень хорошие механические свойства достигаются при добавлении в алюминий нано-частиц (<10 нм). Такие нано-частицы выступают в качестве легирующих элементов, заполняющих пустоты в матрице. Усиленная нано-частицами матрица сохраняет свои механические свойства при повышенной температуре. Поскольку оксид алюминия и прочие керамические оксиды крайне инертны по отношению к большинству химических реагентов, механические свойства продукта не меняются при повышенной температуре или радиационных воздействиях и не подвержены сцеплению частиц. Нано-частицы оксида алюминия фиксируют межзеренные границы и препятствуют увеличению размеров зерен, тем самым улучшая термическую стабильность материала. Физические и механические характеристики материала еще более усиливаются карбидом бора. Соответственно, свойства металлической матрицы Metamic-НТ отражают совокупные вклады в ее свойства нано-размерных частиц оксида алюминия, мелких частиц алюминиевой матрицы и включений карбида бора.

До применения материала Metamic в системах Холтек, компания производитель провела комплексные испытания с целью оценки возможности его использования в системах хранения ОЯТ в инертной среде. При проведении исследований свойств гетерогенного поглотителя нейтронов Metamic в США, оценивалось влияние следующих факторов:

- коррозии;
- гамма-излучения;
- нейтронного излучения;
- воды бассейнов выдержки;
- температуры.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 240
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### ***Испытания на коррозионную устойчивость***

Образцы Metamic-НТ были подвергнуты испытаниям на коррозионную устойчивость в химически обессоленной воде и в растворе борной кислоты (0,2 %). Испытания выполнялись при температуре 96 °С при атмосферном давлении в течение 90 дней для определения толщины образцов и в течение 95 суток – для замеров ослабления нейтронного потока. По истечении указанного периода были выполнены замеры толщины образцов для определения степени их деградации, а также замеры свойств ослабления нейтронного потока. Результаты исследований коррозионной устойчивости приведены в таблице 13.6, а исследований свойств ослабления нейтронного потока – в таблице 13.7.

**Таблица 13.6 – Толщина образцов до и после испытаний, мм**

<b>Среда</b>	<b>До испытаний</b>		<b>После испытаний</b>	
	<b>среднее значение</b>	<b>станд. отклонение</b>	<b>среднее значение</b>	<b>станд. отклонение</b>
Борированная вода	11,3259	0,0610	11,3538	0,0635
Химобессоленная вода	11,3741	0,0889	11,3741	0,0635

В целом считается, что химобессоленная вода является более коррозионно-активной средой. Тем не менее, как следует из приведенных результатов, коррозия в обоих случаях имеет ничтожно малые значения. Разница в среднем значении толщины до и после испытаний находится в пределах стандартного допуска для толщины листа. Эти результаты подтверждаются визуальным осмотром, при котором не было выявлено признаков коррозии – точек, язв, утончений или изменений цвета. Результаты также подтверждаются данными о хорошей коррозионной устойчивости алюминия и алюминиевых сплавов.

**Таблица 13. 7 – Замеры содержания бора до и после испытаний**

<b>Образец</b>	<b>До испытаний</b>			<b>После испытаний</b>		
	<b>поверхностная плотность</b>	<b>грамм В<sub>10</sub>/см<sup>3</sup></b>	<b>расчетный % В<sub>4</sub>С</b>	<b>поверхностная плотность</b>	<b>грамм В<sub>10</sub>/см<sup>3</sup></b>	<b>расчетный % В<sub>4</sub>С</b>
В среднем	0,0453	0,0399	10,30	0,0451	0,0397	10,25
Стандартное отклонение	0,0004	0,0004	0,09	0,0004	0,0004	0,09
Отклонение при 95%/95%	0,0009	0,0008	0,19	0,0009	0,0009	0,2

Замеры поверхностной плотности В<sub>10</sub> и его объемного содержания до и после воздействия сред показывают, что содержание бора осталось практически без изменений. Таким образом, воздействие деминерализованной и борированной водной среды в условиях повышенной температуры не оказывает отрицательного воздействия на свойства ослабления нейтронного потока материала Metamic-НТ.



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 241
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### ***Испытания на устойчивость к радиационному воздействию***

Для испытаний на устойчивость к радиационным воздействиям, два образца Metamic-НТ была подвергнута сквозному облучению на испытательном стенде в Университете штата Мериленд. Общее облучение составило: флюенс  $8,76 \times 10^{15}/\text{см}^2$  тепловых нейтронов,  $6,02 \times 10^{15}/\text{см}^2$  быстрых нейтронов и  $1,2 \times 10^7$  рад гамма-дозы, что соответствует времени облучения 50 лет. После испытания образцы были проверены на предмет набуханий, вздутий или расслоений. Дефекты такого рода обнаружены не были. Испытания на устойчивость к облучению подтвердили, что материал Metamic-НТ не меняет своих свойств под воздействием нейтронного и гамма-облучения. Этот вывод был также подтвержден выполненными после облучения испытаниями свойства ослабления нейтронного потока. Результаты этих испытаний приводятся в таблице 13.8.

**Таблица 13.8 - Испытания свойств ослабления нейтронного потока после облучения**

Номер образца	До облучения			После облучения		
	Поверхностная плотность	Грамм $\text{В}_{10}/\text{см}^3$	Расчетный $\% \text{В}_4\text{С}$	Поверхностная плотность	Грамм $\text{В}_{10}/\text{см}^3$	Расчетный $\% \text{В}_4\text{С}$
001Е-1	0,0457	0,0400	10,31	0,0456	0,0396	10,23
001Е-2	0,0457	0,0400	10,34	0,0453	0,0397	10,25
001О-1	0,0460	0,0400	10,34	0,0453	0,0395	10,19
001О-2	0,0458	0,0402	10,37	0,04455	0,0400	10,31

Учитывая, что со временем значения нейтронного потока будут снижаться, нет оснований считать, что за последующие 50 лет эксплуатации концентрация бора в Metamic будет уменьшена настолько, что будет недостаточно для поддержания подкритичности системы.

### ***Испытания, имитирующие условия загрузки топлива в контейнер***

Наихудшие условия среды, которым подвергается нейтронный поглотитель, существуют во время проведения гидравлических испытаний и вакуумной сушки загруженного топливом контейнера. Именно в таких условиях были зафиксированы случаи набухания и образования водорода в нейтронных поглотителях некоторых типов.

В связи с этим, с целью аттестации материала Metamic-НТ компанией Metamic LLC было принято решение о проведении испытаний материала на воздействие водной среды, быстрого нагрева и вакуумной сушки. В ходе испытаний, четыре образца материала были подвергнуты воздействию водной среды с температурой  $48,9^\circ\text{C}$  и давлением  $>137,9$  кПа в течение пяти суток (имитация условий загрузки в бассейне выдержки). Затем, давление было повышено до  $>896,32$  кПа а температура до  $>65,56^\circ\text{C}$  (имитация условий гидравлических испытаний). После этого, было выполнено удаление воды, давление снижено, а температура резко повышена до  $>300^\circ\text{C}$  (имитация условий вакуумной сушки).

После завершения испытаний, образцы были извлечены и подвергнуты визуальному контролю на предмет набуханий, вздутий или расслоений. Дефекты такого рода обнаружены не были. Соответственно, операции по загрузке топлива в контейнер не оказывают влияния на материал Metamic-НТ.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 242
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### **13.3.3.9 Коррозия корпуса МЦК**

Наиболее значимым процессом, оказывающим влияние на проектный срок эксплуатации МЦК, является коррозия. Материал, из которого изготовлен корпус МЦК, относится к коррозионностойким сталям. Пассивируемость является одним из важнейших преимуществ нержавеющей стали. Стали с содержанием хрома выше 12 % легко пассивируются. Добавление никеля значительно улучшает, а молибден еще более усиливает пассивирование.

Коррозионностойкая сталь серии AISI марок 304, 304LN, 316, и 316LN содержит минимум 16 % хрома и 8 % никеля, а также, как минимум, следы молибдена. Пассивированные пленки по толщине составляют от 10 до 50 ангстрем [71]. Из всех видов коррозионностойких сталей, аустенитные сплавы считаются наиболее стойкими к промышленным атмосферам и кислотным средам. При этом, повышенная температура способствует ускорению химических реакций. Поэтому, были проанализированы воздействия различных факторов на коррозионные процессы в сталях, из которых изготовлен корпус МЦК. Исследования проведены с целью проверки возможности разгерметизации МЦК вследствие коррозионных процессов.

Учитывая, что при хранении МЦК находится внутри HI-STORM, прямого воздействия вредных факторов на корпус МЦК не предвидится. Однако, принимается во внимание тот факт, что воздействие вредных факторов на корпус МЦК возможно через вентиляционные каналы в HI-STORM.

#### ***Борированная и химочищенная водная среда***

МЦК может находиться в контакте с борированной и/или химобессоленной водой при температурах ниже точки кипения под давлением до 0,3МПа (без учета гидравлических испытаний) в течение примерно 2-3 суток. Для топлива типа PWR, содержание бора в водном растворе, как правило, составляет не более 0,25 %.

Экспериментальные данные по коррозии нержавеющей сталей AISI 304 и 316 [71] в 4 %-ном и 20 %-ном растворе борной кислоты и химобессоленной воде при температуре кипения, показали, что указанные стали «полностью устойчивы», т.е. скорость коррозии составила менее 0,1 мм в год.

Экспериментальные данные по коррозии сталей AISI 304 и 316 [72] в 2,5 %-ном растворе борной кислоты и химобессоленной воде при температуре 90,6 °С, без аэрации, при сильном взбалтывании показали, что максимальная скорость коррозии составляет 0,003 мм в год.

Соответственно, не ожидается, что химочищенная и борированная вода окажут сколько-либо существенное коррозионное воздействие. С учетом наиболее негативной концентрации борной кислоты в 0,25 %, максимальное утонение любого конструкционного элемента МЦК составит лишь 48 нанометров. Это ничтожно малая часть (0,0005 %) толщины самого тонкого конструкционного элемента (9,5 мм) и ничтожно малая часть (0,004 %) допуска по толщине материала (1,14 мм), установленного нормативом ASME [73].

Анализ дополнительных данных о коррозии коррозионностойких сталей, имеющихся в атомной промышленности, показал, что нержавеющие стали в борированной и химобессоленной водной среде подвержены потере толщины под воздействием точечной коррозии и растрескиванию под напряжением, а также межкристаллитной коррозии, однако эти механизмы существенно зависят от присутствия галогенов и кислорода или сульфатов и кислорода. Концентрация галогенов и сульфатов в воде бассейнов выдержки, химический

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 243
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

режим которой регламентируется, удерживается на очень низком уровне именно по причине предотвращения коррозии не только самих ОТВС, но и других систем, в том числе систем эксплуатации бассейна. В связи с краткосрочностью контакта МЦК с борированной или химобессоленной водой, предполагается, что воздействие химочищенной и борированной воды на нержавеющие конструкции МЦК будет ничтожно малым.

### ***Повреждения под воздействием водорода***

Образование водорода возможно при проведении приварки крышки МЦК. Повреждения под воздействием водорода подразделяются на четыре типа:

- вздутие;
- охрупчивание;
- обезуглероживание;
- коррозия.

Молекулярный водород ( $H_2$ ) при соответствующих температурах окружающей среды относительно безвреден для большинства металлов, однако атомный водород (H), один из немногих элементов, способных проникать сквозь сталь и другие металлы, вызывает повреждения в их структуре. Тем не менее, коррозионностойкая сталь – один из немногих металлов, демонстрирующих удовлетворительные эксплуатационные характеристики при всех уровнях температуры и давления при наличии водорода [74].

С учетом того, что концентрация водорода, длительность операций по загрузке топлива (2-3 суток), давление и температура ограничены (за исключением высокой температуры в сварном соединении между крышкой и обечайкой), повреждение под воздействием водорода не является вероятным механизмом коррозии при загрузке топлива. Что же касается соединения между крышкой и обечайкой, конструкция шва, технология сварки и несколько уровней визуального контроля и цветной дефектоскопии обеспечивают, что шов герметичен и обладает высокой структурной целостностью.

### ***Принудительная гелиевая сушка и заполнение гелием***

Процесс сушки заключается в организации потока горячего сухого гелия через МЦК под давлением приблизительно 206,84 кПа и при температуре до 232 °С. Гелиевая сушка оказывает ничтожно малое воздействие на скорость нагрева МЦК после слива воды.

Ввиду высокой чистоты гелиевого потока и относительно короткой продолжительности (как правило – 10 - 60 часов), никаких существенных механизмов коррозии в ходе этого процесса не выявлено.

### ***Образование водорода***

Вероятность образования водорода в результате коррозии коррозионностойкой стали при их контакте с борированной водой ничтожно мала. Тем не менее, была проведена оценка вклада этого явления в общее количество образующегося водорода. Прежде всего, была оценена скорость равномерной коррозии, откорректированная на концентрацию борной кислоты.

Далее, исходя из скорости коррозии и площади поверхности коррозионностойкой стали, вступающей в контакт с борной кислотой, оценивается количество стального

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 244
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

материала, который будет «поглощен» этой реакцией. Наконец, при помощи базовой стехиометрии определяется количество газообразного водорода, образующегося в результате коррозионной реакции ( $2 \text{ Fe} + 3 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{ H}_2$ ).

Предполагая, что скорость реакции будет линейно зависима от концентрации кислоты, скорость равномерной коррозии ( $R_c$ ) составит  $1,427 \times 10^{-7}$  мм/час. Площадь открытых поверхностей нержавеющей стали внутри МЦК составляет менее  $35 \text{ м}^2$ . Исходя из этой площади поверхности, скорость «поглощения» материала ( $R_m$ ) составит  $40 \times 10^{-6}$  кг/час. Если предположить, что нержавеющая сталь целиком состоит из железа (что допустимо с учетом концентраций легирующих примесей), скорость «поглощения» материала в молях ( $R_{mm}$ ), полученная делением на атомную массу железа ( $56 \text{ кг/кг-моль}$ ) составит  $7,14 \times 10^{-7}$  кг×моль/час. Исходя из стехиометрии для коррозионной реакции железо-вода видно, что на каждые два моля среагировавшего железа образуется по три моля двухатомного водорода. Таким образом, скорость образования водорода ( $R_{hm}$ , в молях) составит  $1,07 \times 10^{-6}$  кг×моль/час, а объемная скорость образования газообразного водорода при температуре  $20,9^\circ \text{C}$  и  $1 \text{ кПа}$  составит  $2,62 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{час}$ .

Кроме того, была также консервативно оценена вероятность образования водорода за счет радиолиза во время загрузки отработавшего ядерного топлива. Данная оценка [75] была выполнена для МЦК-32 с топливом  $14 \times 14$  с максимальной глубиной выгорания при выгрузке из активной зоны  $42 \text{ МВт} \times \text{сут./кгU}$ , с выдержкой - минимум 17 лет, обогащением - 3,3 %, и удельным выгоранием -  $40 \text{ МВт сут/кгU}$ . По результатам оценки, оценочная скорость образования водорода от нержавеющей стали и радиолиза, составит  $5,47 \times 10^{-5} \text{ м}^3/\text{час}$ .

Даже такая консервативная оценка дает незначительное образование водорода, соответственно, риск взрывоопасности также незначителен. Нижний предел взрывоопасности для концентрации водорода в воздухе составляет 4 %; при этом, процедура загрузки МЦК предусматривает удаление порядка 220-529 л воды из МЦК перед началом операций по приварке крышки. Исходя из приведенных выше консервативных расчетов, для достижения нижнего предела взрывоопасной концентрации водорода в воздушном пространстве под крышкой контейнера (предполагая, что весь образующийся водород будет задерживаться в этом пространстве) потребуется 138,4 часа.

Операции по приварке крышки и сливу воды из МЦК можно выполнить за гораздо меньшее время. Тем не менее, будут предусмотрены дополнительные защитные меры в виде датчика контроля наличия взрывоопасного газа и очистки/откачки воздушного пространства под крышкой.

### ***Наличие сероводорода ( $\text{H}_2\text{S}$ ) в атмосферном воздухе***

Имеющиеся данные свидетельствуют, что стали марок 304, 304LN, 316 и 316LN под воздействием 4-процентной объемной концентрации сероводорода при температуре  $204,4^\circ \text{C}$  в сухой или влажной среде подверглись коррозии до  $0,003 \text{ мм/год}$ . Другие данные показывают коррозию коррозионностойких сталей  $0,0254 \text{ мм/год}$  под воздействием 4 %-ной объемной концентрации сероводорода при температуре  $287,8^\circ \text{C}$  [71]. Если консервативно экстраполировать последние данные на температуру  $260^\circ \text{C}$  (ожидается на корпусе МЦК), соответствующая скорость коррозии составит  $0,0127 \text{ мм/год}$ . Таким образом, даже в случае присутствия сероводорода в таких концентрациях в атмосферном воздухе, за 100 лет эксплуатации коррозия не приведет к значительным потерям толщины корпуса МЦК.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 245
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

### ***Наличие галогенов и сульфатов в атмосферном воздухе***

Щелевая коррозия представляет собой феномен, когда влага может накапливаться в присутствии таких загрязнителей, как галогены и сульфаты. В связи с повышенной температурой МЦК, конденсации на поверхностях МЦК не будет в течение многих лет, и соответственно, щелевая коррозия не будет представлять опасности. Для коррозионностойкой стали, подверженной воздействию атмосферных условий, коррозионное растрескивание под напряжением является вероятным только в случае присутствия большого количества загрязнителей (например, в соленой водной среде) и только если материал находится в сенсibilизированном состоянии. Сенсibilизация же происходит в том случае, если коррозионностойкая сталь находится под воздействием температуры 427-871 °С в течение продолжительного времени [72].

Таким образом, при хранении ОЯТ в ЦХОЯТ в течение 100 лет не предполагается создание условий для щелевой коррозии.

### ***Наличие хлора (Cl), хлороводорода (HCl) и фтора (F) в атмосферном воздухе***

Нержавеющие стали подвергаются сильному коррозионному воздействию галогенных газов при повышенных температурах. Максимальные рекомендуемые температуры для постоянной работы в условиях сухой среды с присутствием хлора, хлороводорода и фтора, составляют 316, 400 и 250 °С, соответственно [71].

Скорость коррозии сталей марок 304 и 316 в сухой среде с содержанием хлора при температуре 288 °С составляет 0,76 мм/год [72]. Если предположить концентрацию сухого газообразного хлора 4 %, то скорость коррозии составит около 0,03 мм/год. При такой скорости коррозии, для потери оболочкой МЦК 10 % своей толщины понадобится 45 лет.

Скорость коррозии сталей марок 304 и 316 в сухой среде с содержанием хлороводорода при температуре 204,4 °С с резким перемешиванием среды составляет 0,13 мм/год [72]. Если предположить концентрацию сухого газообразного хлороводорода 4 %, то скорость коррозии составит 0,0052 мм/год. При такой скорости коррозии, для потери оболочкой МЦК 10% своей толщины понадобится 250 лет.

Предполагается, что фтор воздействует на коррозионностойкие стали с аналогичной скоростью, что и сухой газообразный хлор.

Таким образом, размещение МЦК на хранение в промышленных районах с высоким содержанием фтора и хлора в выбросах проблематично обеспечить проектный срок эксплуатации МЦК в 100 лет. Однако, данные по площадке ЦХОЯТ показывают отсутствие фтора и хлора в атмосфере. Это объясняется тем, что ЦХОЯТ располагается в зоне отчуждения ЧАЭС, где промышленные предприятия, содержащие в выбросах фтор и хлор – отсутствуют.

### ***Наличие диоксида серы (SO<sub>2</sub>) в атмосферном воздухе***

Стали марок 304 и 316 корродируют со скоростью 0,05 мм/год под воздействием среды с 5%-ным содержанием диоксида серы, 6-процентным - влаги и 1 %-ным - триоксида серы (SO<sub>3</sub>) при температуре 218 °С [72]. При такой консервативной скорости в сверх-агрессивной среде, для потери оболочкой МЦК 10 % своей толщины понадобится 25 лет.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 246
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Таким образом, размещение МЦК на хранение в промышленных районах с высоким содержанием диоксида серы в выбросах проблематично обеспечить проектный срок эксплуатации МЦК в 100 лет. Однако, данные по площадке ЦХОЯТ показывают отсутствие диоксида серы в атмосфере. Это поясняется тем, что ЦХОЯТ располагается в зоне отчуждения ЧАЭС, где промышленные предприятия, содержащие в выбросах диоксид серы, отсутствуют.

#### ***Наличие фторводорода в атмосферном воздухе***

Коррозионностойкая сталь марки 304 демонстрирует хорошую устойчивость к безводному фторводороду при температурах до  $\approx 200$  °C [72]. Коррозионностойкие стали корродируют со скоростью 0,06 мм/год при температуре 87,8 °C и 0,16 мм/год при 26,7 °C [72].

С учетом того, что скорость коррозии уменьшается по мере повышения температуры, 4 %-ной концентрации безводного газообразного фторводорода будет соответствовать скорость коррозии 0,0064 мм/год. При такой скорости коррозии, для потери оболочки МЦК 10 % своей толщины понадобится 200 лет.

#### ***Наличие оксида азота в атмосферном воздухе***

Поведение коррозионностойких сталей в среде, в которой присутствует оксид азота, при повышенных температурах изучено недостаточно. Ожидается, однако, что скорость коррозии МЦК в сухой среде с присутствием оксида азота будет аналогична скорости под воздействием газообразного хлора.

Таким образом, размещение МЦК на хранение в промышленных районах с высоким содержанием оксида азота в выбросах проблематично обеспечить проектный срок эксплуатации МЦК в 100 лет. Однако, данные по площадке ЦХОЯТ показывают отсутствие оксида азота в атмосфере. Это объясняется тем, что ЦХОЯТ располагается в зоне отчуждения ЧАЭС, где промышленные предприятия, имеющие в выбросах оксид азота, отсутствуют.

### **13.3.4 Выводы о возможности обеспечения проектного срока**

Результаты исследований, проведенных Холтек, были рассмотрены и одобрены КЯР США и согласуются с данными [67].

В заключении Комитета ядерного регулирования США в отношении «Решения о надежности хранения отходов» был сделан вывод о том, что системы сухого хранения, спроектированные, изготовленные, обследованные и эксплуатируемые в соответствии с требованиями, указанными в сертификате, могут эксплуатироваться в течение 100 лет, при условии соблюдения требований части 72 главы 10 Свода федеральных законов США (10CFR72).

### **13.3.5 Дополнительные мероприятия для ЦХОЯТ**

Описанные в предыдущих разделах исследования и анализы по обеспечению проектного срока эксплуатации системы Холтек были проведены для оборудования, применяющегося в США. В соответствии с требованиями Технической спецификации на

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 247
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

ЦХОЯТ предполагаются дополнительные мероприятия, которые направлены на увеличение проектного срока эксплуатации, а именно:

- наличие двух барьеров герметичности, т.е. наличие двух сварных швов, позволяющих уменьшить вероятность потери герметичности из-за необнаруживаемых дефектов и уменьшить утечку инертной среды (гелия). Кроме того, наружный сварной шов будет эксплуатироваться в более благоприятных условиях, т.е. при повреждении внутреннего шва, всегда будет оставаться в целостности наружный шов;

- ограничение температуры оболочки ТВЭЛ при нормальной эксплуатации до 300 °С, а в аварийных режимах до 400 °С, что уменьшит возникающие напряжения.

Кроме того, природные условия площадки ЦХОЯТ более благоприятные, чем те, на которые рассчитаны контейнеры в США, а именно:

- учитываемое землетрясению;
- перепад температур;
- количество снега и обледенение;
- величина смерча.

Однако, учитывая, что в мире не существует систем хранения с проектным сроком эксплуатации 100 лет, до ввода в эксплуатацию ЦХОЯТ предполагается разработать программу научно-технического сопровождения эксплуатации ЦХОЯТ, одним из элементов которой будет наблюдение за состоянием отдельных элементов системы хранения.

Целью наблюдения будет сбор и анализ данных о состоянии системы хранения и выдача рекомендаций по срокам и условиям хранения, а в дальнейшем и по снятию с эксплуатации ЦХОЯТ.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 248
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

### **Список ссылочных нормативных документов и литературы**

- 1 Правила и нормы по радиационной безопасности. НП 306.2.105-2004 Основные положения обеспечения безопасности промежуточных хранилищ отработавшего ядерного топлива сухого типа, 2005.
- 2 Правила и нормы по радиационной безопасности. Правила ядерной и радиационной безопасности при перевозке радиоактивных материалов. (ПБТРМ-2006). НП 306.6.124-2006. ГКЯРУ, 2006.
- 3 Строительные нормы и правила. Генеральные планы промышленных предприятий. СНиП II-89-80.
- 4 Законы Украины. Закон Украины об использовании ядерной энергии и радиационной безопасности. Введен в 1995, изм. 2000, 2004.
- 5 Правила и нормы по ядерной и технической безопасности. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций. ПНАЭ Г-5-006-87. ГАЭН СССР, 1988.
- 6 Правила и нормы по ядерной и технической безопасности. Правила безопасности при хранении и транспортировке ядерного топлива на объектах атомной энергетики. ПНАЭ Г-14-029-91. ГПАН СССР, 1992.
- 7 Строительные нормы и правила. Нормы строительного проектирования АС с реакторами различного типа. ПиН АЭ-5.6 МАЭ СССР, 1986.
- 8 Правила и нормы по радиационной безопасности. Нормы радиационной безопасности Украины (Государственные гигиенические нормативы). НРБУ-97 (ГГН 6.6.1-6.5.001-98). МОЗ Украины, 1997.
- 9 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности Украины. ОСПУ. Минздрав Украины, 2005.
- 10 Правила и нормы по радиационной безопасности. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций. СП АС-88 Минздрав СССР, 1988.
- 11 Правила и нормы по радиационной безопасности. Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами. СПОРО-85. СанПиН 42-129-11-3938-85. Минздрав СССР, 1986.
- 12 Правила и нормы по ядерной и технической безопасности. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций. НП 306.2.141-2008. ГАЯРУ, 2008.
- 13 Правила и нормы по радиационной безопасности. Правила ведения учета и контроля ядерных материалов. НП 306.7.122-2006. ГКЯРУ, 2006.
- 14 Правила и нормы по физической защите объектов ядерной энергетики. Физическая защита ядерного материала и ядерных установок. МАГАТЭ (INFCIRC/225/Rev.4
- 15 Правила и нормы по физической защите объектов ядерной энергетики. Порядок визначення рівня фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання відповідно до їх категорії. КМУ, 2006.
- 16 Правила и нормы по физической защите объектов ядерной энергетики. Правила фізичного захисту ядерних установок та ядерних матеріалів. НП 306.8.126-2006. ДАЯР України, 2006.
- 17 Правила устройства электроустановок. ПУЭ, изд. 6, 1985.



<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 249
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

18 Правила и нормы по пожарной безопасности. Защита от пожара. Пожарная безопасность объектов строительства. ДБН В.1.1-7-2002 (Взам. СНиП 2.01.02-85\*). Изм. 2007.

19 Правила и нормы по пожарной безопасности. Нормы определения категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Приказ № 833 от 03.12.07 МЧС Украины взамен НАПБ Б.07.005-86 (ОНТП 24-86). Определение категории помещений и зданий по взрывной и пожарной опасности, 1986..

20 Строительные нормы и правила. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования. ДБН В.1.2-2:2006. Взамен СНиП 2.01.07-85.

21 Карта сейсмического микрорайонирования Украины, утв. Приказом Государственного комитета строительства архитектуры и жилищного строительства от 21.01.1998 № 10.

22 Основные нормативные требования и расчетные характеристики смерчей на площадке ЧАЭС. Приказ № 64 Госстроя Украины от 21.10.02.

23 Правила и нормы по пожарной безопасности. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. РД34-21-122-87 . Минэнерго СССР, 1989.

24 Строительные нормы и правила. Защита строительных конструкций от коррозии. СНиП 2.03.11-85.

25 Строительные нормы и правила. Бетонные и железобетонные конструкции. СНиП 2.03.01-84\*. 1989.

26 Строительные нормы и правила. Внутренний водопровод и канализация зданий. СНиП 2.04.01-85.

27 Строительные нормы и правила. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.02-84.

28 Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85.

29 Строительные нормы и правила. Естественное и искусственное освещение. ДБН В.2.5-28-2006. Взам. СНиП II-4-79.

30 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.1.004-91.

31 Строительные нормы и правила. Сооружения промышленных предприятий. СНиП 2.09.03-85.

32 Правила и нормы по пожарной безопасности. Противопожарные нормы проектирования атомных электростанций с водоводяными энергетическими реакторами. НАПБ 03.005-2002. Взам. ВСН 01-87. Минтопэнерго Украины, 2004

33 Строительные нормы и правила. Производственные здания. СНиП 2.09.02-85\*

34 Правила з вогнезахисту. Наказ № 460 МНС України від 02.07.07.

35 Правила и нормы по пожарной безопасности. Пожарная автоматика зданий и сооружений. ДБН В.2.5-13-98\* .

36 Правила и нормы по пожарной безопасности. Инструкция по применению огнезащитных покрытий кабелей в кабельных сооружениях. НАПБ В.05.023-2005/111 . Минтопэнерго Украины, 2005.

37 Трубы стальные сварные прямошовные. ГОСТ 10704-91.

38 Правила и нормы по пожарной безопасности. Перечень однотипных по назначению помещений, которые подлежат оборудованию автоматическими установками пожаротушения и пожарной сигнализации. НАПБ Б.06.004-2005. МВС Украины, 1997.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 250
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

- 39 Правила и нормы по пожарной безопасности. Противопожарная защита энергетических предприятий, отдельных объектов и агрегатов. Инструкция по проектированию и эксплуатации. НАПБ 05.028-2004.
- 40 Правила и нормы по пожарной безопасности. Нормы проектирования автоматических установок пожаротушения кабельных сооружений. ВСН 47-85. Минэнерго СССР, 1986.
- 41 Пожарная техника. Классификация пожаров. ГОСТ 27331-87.
- 42 Строительные нормы и правила. Отопление, вентиляция и кондиционирование. СНиП 2.04.05-91.
- 43 Правила и нормы по пожарной безопасности. Правила пожарной безопасности в Украине. НАПБ А.01.001-2004 . МЧС Украины, 2005.
- 44 Воздух рабочей зоны. ГОСТ 12.1.005-88.
- 45 Строительные нормы и правила. Защитные сооружения гражданской обороны. ДБН В 2.2.5-97.
- 46 Законы Украины. Закон Украины «Про охорону праці». Ред. 2002 г. с изм. 2003.
- 47 Охрана труда. Правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов. ДНАОП 0.00-1.02.99.
- 48 Охрана труда. Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок. ДНАОП 0.00-1.32-01.
- 49 Охрана труда. Правила безопасной эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей. ДНАОП 0.00-1.33-01.
- 50 Охрана труда. Правила охраны труда на автомобильном транспорте. ДНАОП 00.0-1.28-97.
- 51 Охрана труда. Правила безопасной работы с инструментом и приспособлениями. ДНАОП 1.1.10-1.04-01.
- 52 Охрана труда. Техническая эксплуатация электрических станций и сетей. Правила.. ГКД 34.20.507-2003.
- 53 Охрана труда. Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных станций. ДНАОП 0.04-1.05-90.
- 54 Охрана труда. Правила безопасной эксплуатации электроустановок. ДНАОП 1.1.10-1.01-97.
- 55 Охрана труда. Правила безопасной эксплуатации электроустановок потребителей. ДНАОП 0.00-1.21-98.
- 56 Основные положения обеспечения безопасности при снятии с эксплуатации атомных электростанций и исследовательских ядерных реакторов. НП 306.2.02/1.004-98 МЭБ Украины, 1998.
- 57 Вейц Р.И. Предупреждение аварий при строительстве зданий. Строойиздат, Ленинград, 1984.
- 58 Руководство по определению экономической эффективности повышения качества и долговечности строительных конструкций. НИИЖБ Госстроя СССР, Москва. Стройиздат, 1981.
- 59 Перельмутер А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций. Киев. Изд-во УкрНИИпроектстальконструкция, 1999.
- 60 Типовая инструкция по эксплуатации производственных зданий и сооружений атомных электростанций. Минэнерго СССР. ТИ 34-70-049-86. Москва, 1985.

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 251
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

- 61 Руководство по инженерно-техническому обследованию, оценке качества и надежности строительных конструкций зданий и сооружений. Проектнииспецхиммаш СССР, Москва, 1989.
- 62 Лашенко М.Н. Повышение надежности металлических конструкций зданий и сооружений при реконструкции. Л. Стройиздат, Ленинград, 1987.
- 63 Рогонский В.А., Костриц В.Ф., Шеряков В.Ф. Эксплуатационная надежность зданий. Л. Стройиздат, Ленинград, 1983.
- 64 Алексеев С., Розенталь Н. Коррозионная стойкость железобетонных конструкций в агрессивной промышленной среде. Москва, Стройиздат, 1976.
- 65 Щодо віднесення ремонтно-будівельних робіт до капітального та поточного ремонтів. Збірник офіційних документів та роз'яснень «Ціноутворення у будівництві», № 5, травень, 2003 р., Київ, «ІНПРОЕКТ».
- 66 Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд. НДІБВ, НДІБК, 1997.
- 67 Анализ NRC USA «Waste Confidence Decision Review» (Анализ надежности хранения отходов).
- 68 FINAL SAFETY ANALYSIS REPORT for the HOLTEC INTERNATIONAL STORAGE, TRANSPORT, AND REPOSITORY CASK SYSTEM (HI-STAR 100 CASK SYSTEM) DOCKET 72-1008.
- 69 Внутренняя инструкция Holtec DS-213 «Анализ возможного развития трещины в сварном шве между крышкой и корпусом МЦК в условиях хранения и условиях транспортировки».
- 70 U.S. Patent No. 5,965,829, «Radiation Absorbing Refractory Composition». U.S. Patent No. 6,042,779, «Extrusion Fabrication Process for Discontinuous Carbide Particulate Metal Matrix Composites and Super, Hypereutectic Al/Si.».
- 71 Пекнер и Бернштейн «Справочник по нержавеющей стали». Первое изд., 1997.
- 72 Крэйг, Андерсон «Справочник по коррозионным данным». ASME, 1995.
- 73 Норматив ASME. Часть А. Спецификации материалов железа.
- 74 Фонтана Марс. «Защита от коррозии». Третье изд., 1986.
- 75 «Появление водорода в результате радиолиза». Записка д-ра С. Е. Тернера, руководителя департамента научных исследований Holtec, 2002.
- 76 Правила и нормы по пожарной безопасности. Перечень помещений и зданий энергетических предприятий Минтопэнерго Украины с определением категории и классификации зон по взрывопожарной и пожарной опасности. НАПБ 06.015-2006. Минтопэнерго Украины, 2006.
- 77 Законы Украины. Закон Украины О пожарной безопасности. Введен в 1993 г., с изм. 2006 г.
- 78 Строительные нормы и правила. Общественные здания и сооружения. Основные положения. ДБН В.2.2-9-99. Взамен СНиП 2.08.02-89.
- 79 Правила и нормы по пожарной безопасности. Типовые нормы принадлежности огнетушителей. НАПБ Б.03.001-2004.



ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 253
Основные технические решения		Обозначение: 57-204.201.002.ОЭ 01.03 Ред. 03

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

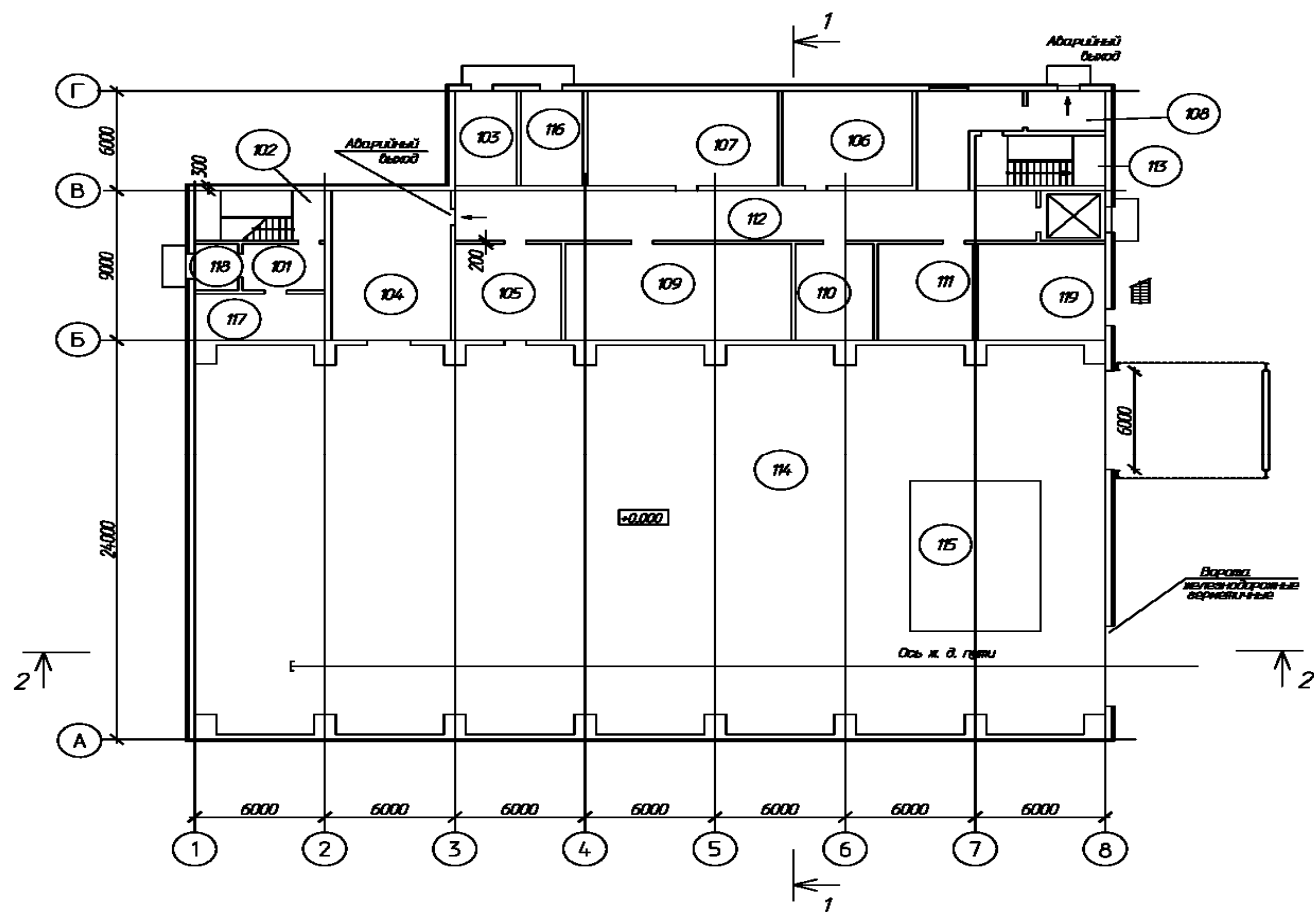


Рисунок Б.1 – Здание приемки. План на отметке 0,000

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 254
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

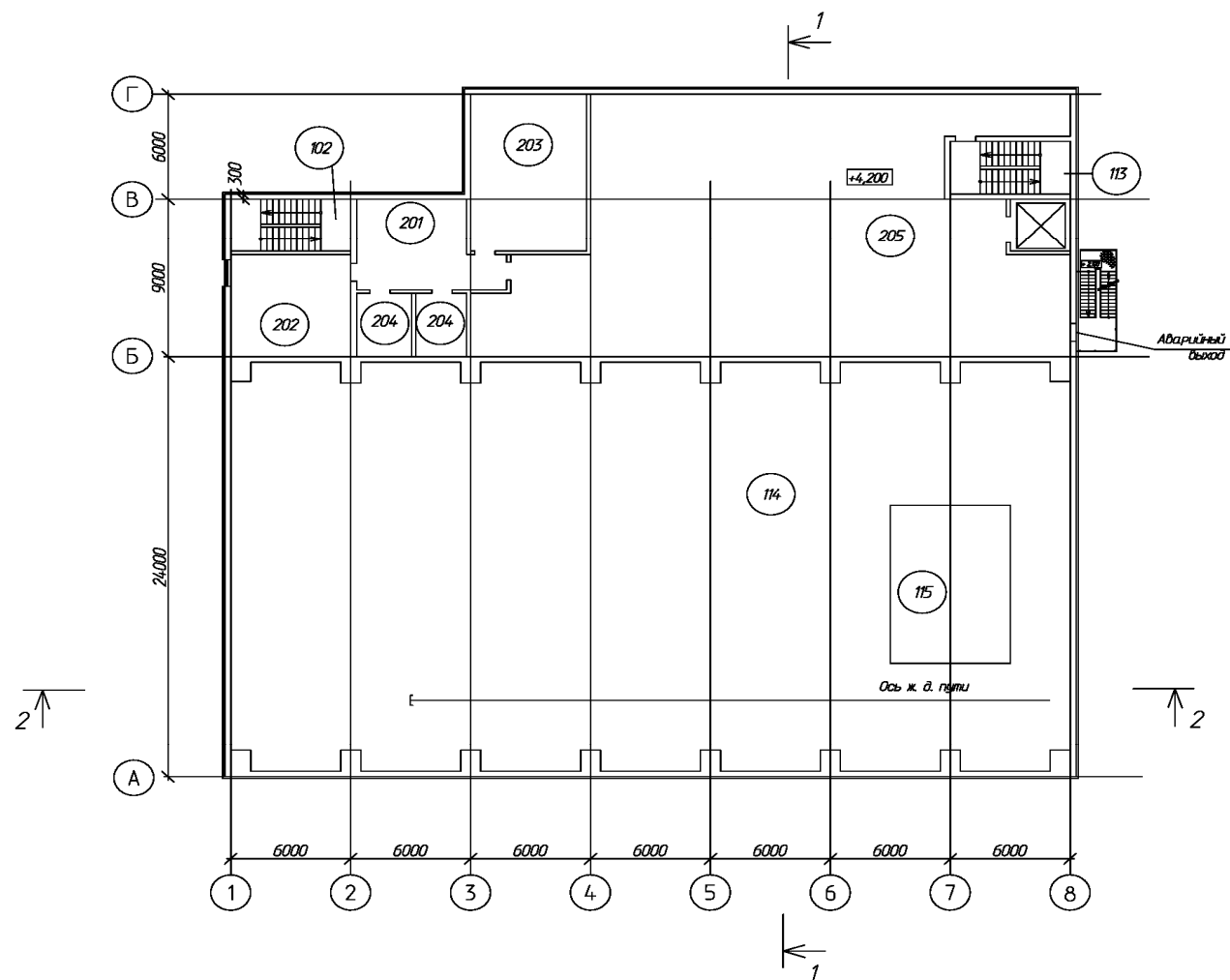


Рисунок Б.2 – Здание приемки. План на отметке 4,200

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 255
Основные технические решения		Обозначение: 57-204.201.002.ОЭ 01.03 Ред. 03

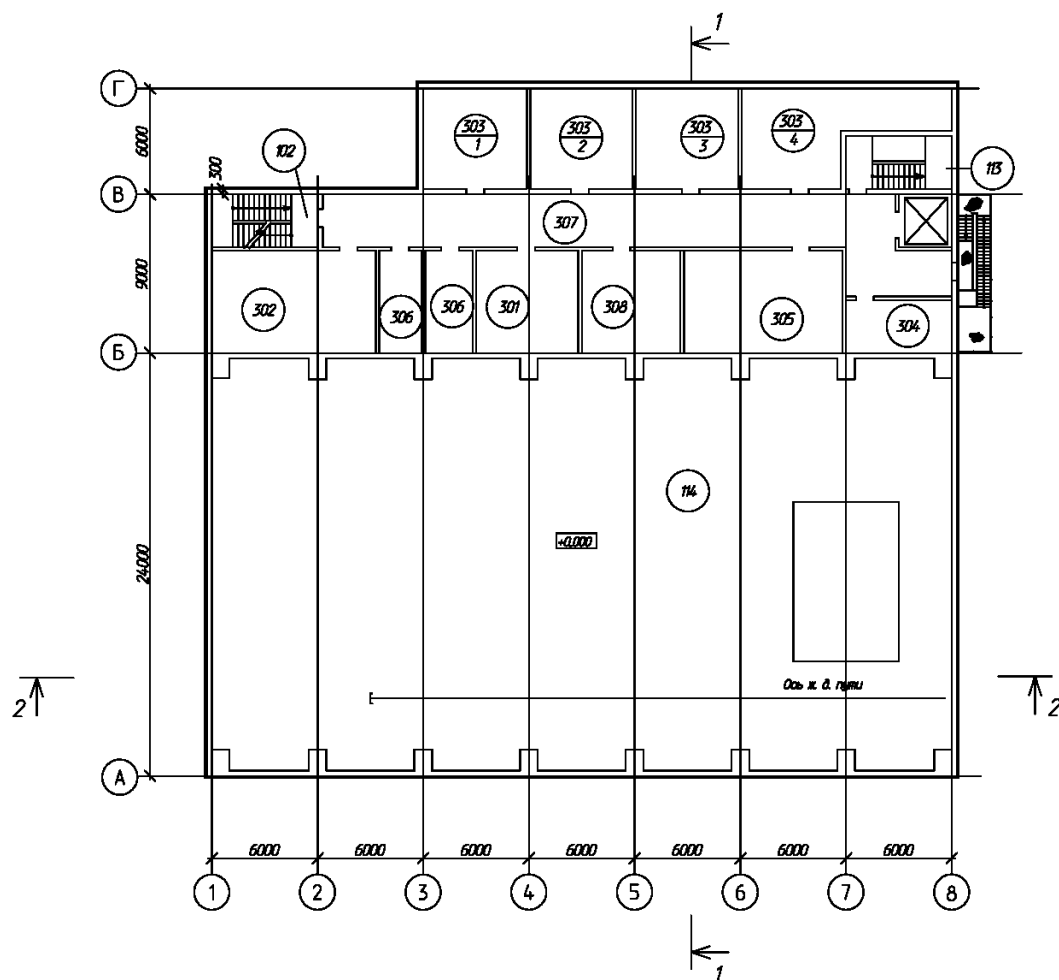


Рисунок Б.3 – Здание приемки. План на отметке 7,800

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 256
Основные технические решения		Обозначение: 57-204.201.002.ОЭ 01.03 Ред. 03

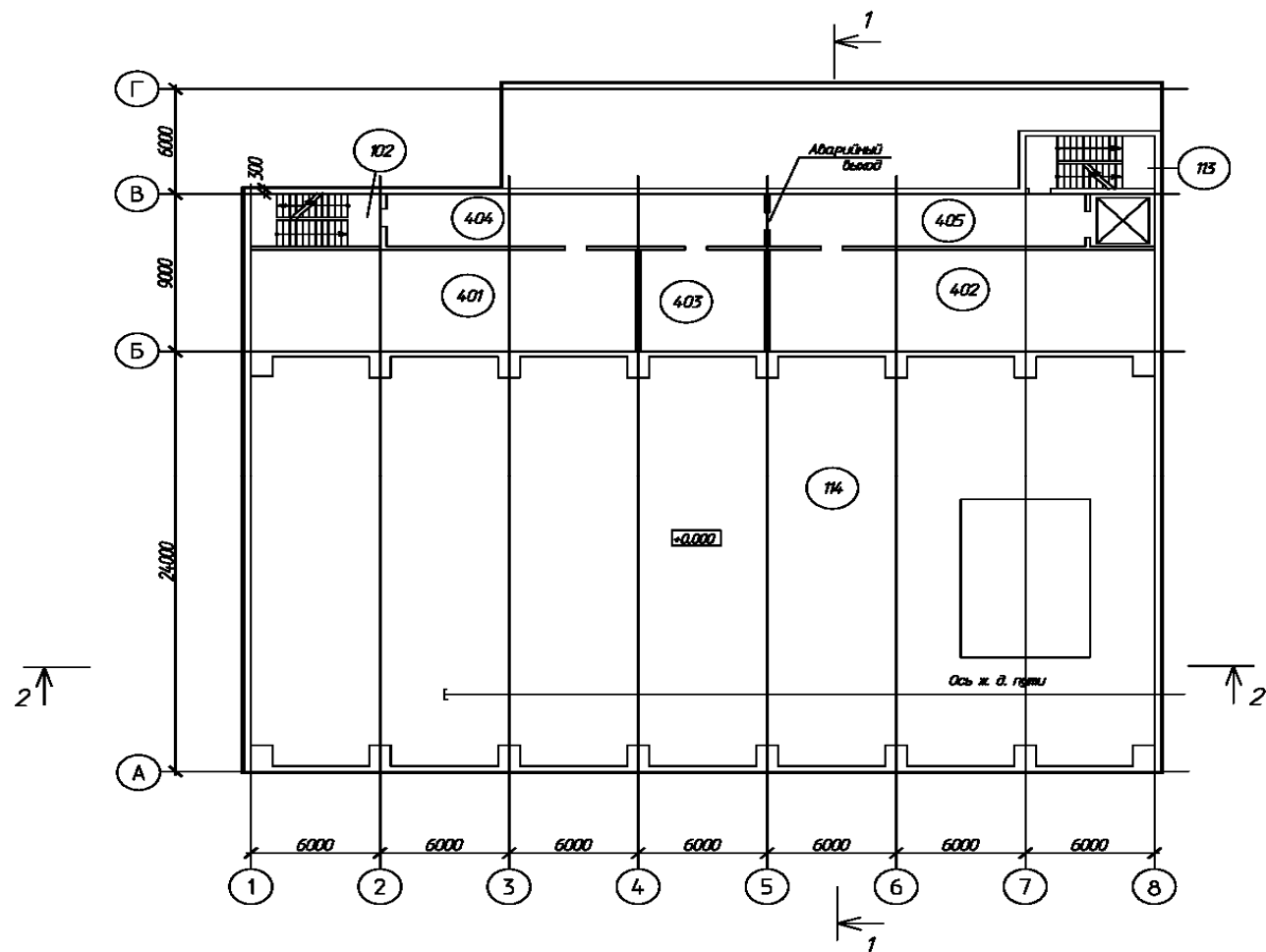


Рисунок Б.4 – Здание приемки. План на отметке 11,100



ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 257
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

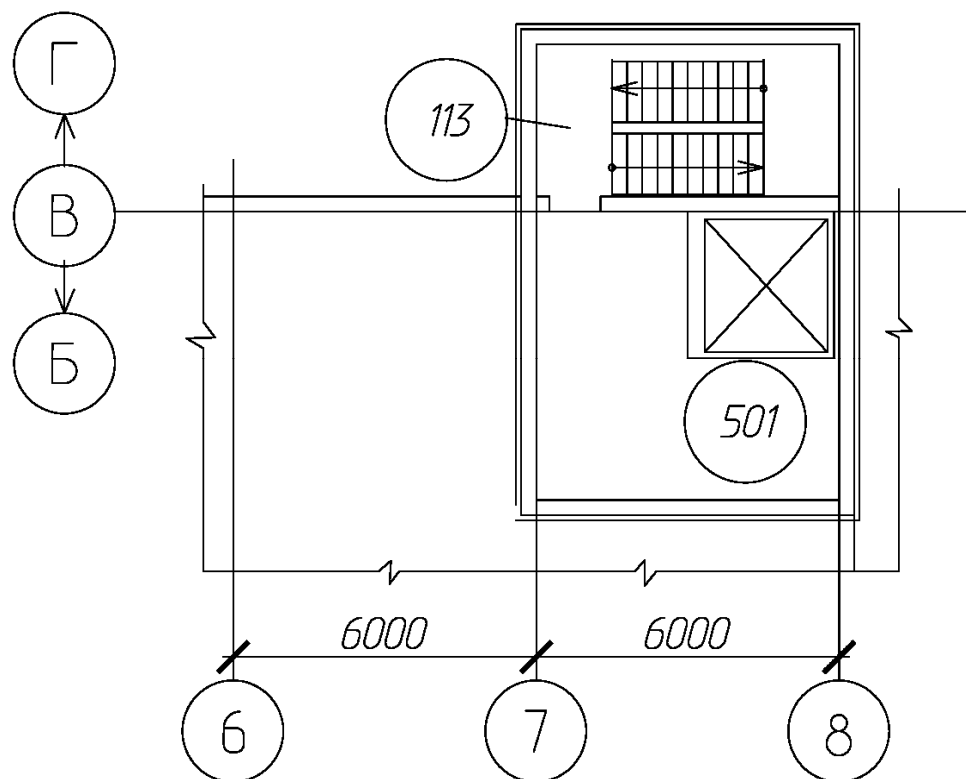


Рисунок Б.5 – Здание приемки. План на отметке 16,200

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 258
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

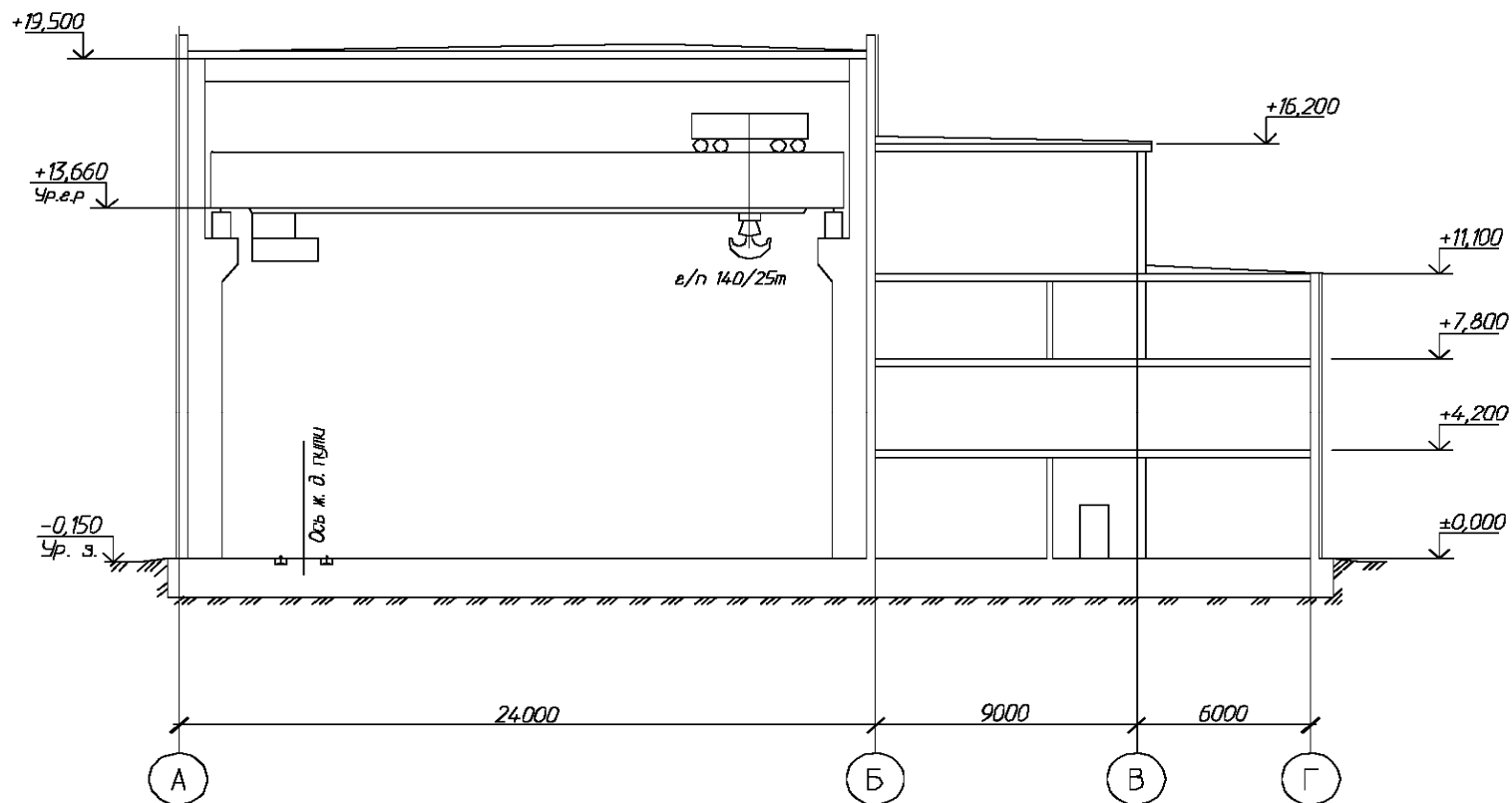


Рисунок Б.6 – Здание приемки. Разрез 1-1

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 259
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

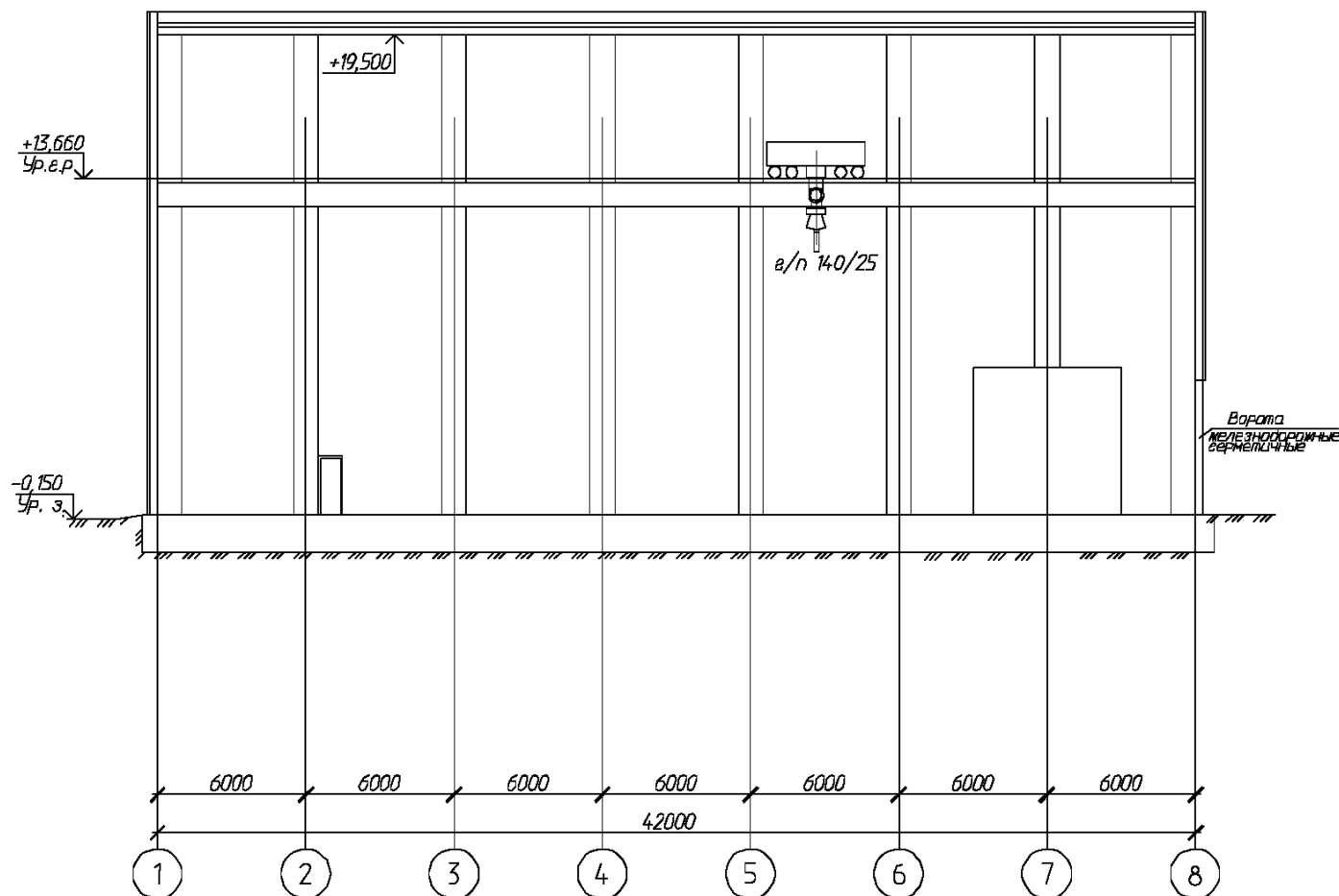


Рисунок Б.7 – Здание приемки. Разрез 2-2

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 260
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Таблица Б.1 – Экспликация помещений здания приемки

<b>Номер помещения</b>	<b>Наименование</b>	<b>Площадь, м<sup>2</sup></b>	<b>Категория помещения</b>
101	Коридор	10,66	-
102	Лестничная клетка «чистая»	18,0	-
103	Теплопункт	16,2	Д
104	Мастерские «грязные»	49,5	Д
105	Блок помещений саншлюза	28,4	В
106	Резервное помещение	34,2	Д
107	Лаборатория	50,1	Д
108	Тамбур	8,6	-
109	Помещение контрольных баков душевых	60,3	Д
110	Насосная КБ	20,8	Д
111	Резервное помещение	25,5	Д
112	Коридор	100,8	-
113	Лестничная клетка «грязная»	18,0	-
114	Транспортно-технологический коридор	953,5	Д
115	Перегрузочная камера	54,0	Д
116	Компрессорная	16,2	Д
117	Электрощитовая	16,8	Д
118	Тамбур	5,6	-
119	Приточная вентиляция	34,2	Д
201	Коридор	32,6	-
202	Электротехническое помещение	34,7	Д
203	Блок бытовых помещений персонала зона свободного режима	52,2	Д
204	Санузлы	8,9x2	-
205	Блок помещений санпропускника	378,0	Д
301	Архив	33,6	Д
302	Помещение инструктора МАГАТЭ	53,9	-
303/1,2,3,4	Административные помещения	33,9x3; 47,0	Д
304	Помещение персонала ЦЦУ	18,0	-
305	ЦЦУ и щит вентиляции	52,2	Д
306	Санузлы	13,9x2	-
307	Коридор	113,6	-
308	Резервное помещение	32,4	-
401	Приточный вентцентр	103,7	Д
402	Блок помещений вытяжных вентцентров	103,7	Д/В
403	Помещение баков запаса воды	34,2	-
404	Коридор «чистый»	52,7	-
405	Коридор «грязный»	44,0	-
501	Машинное отделение лифта груз. 2000 кг	34,2	Д

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 261
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

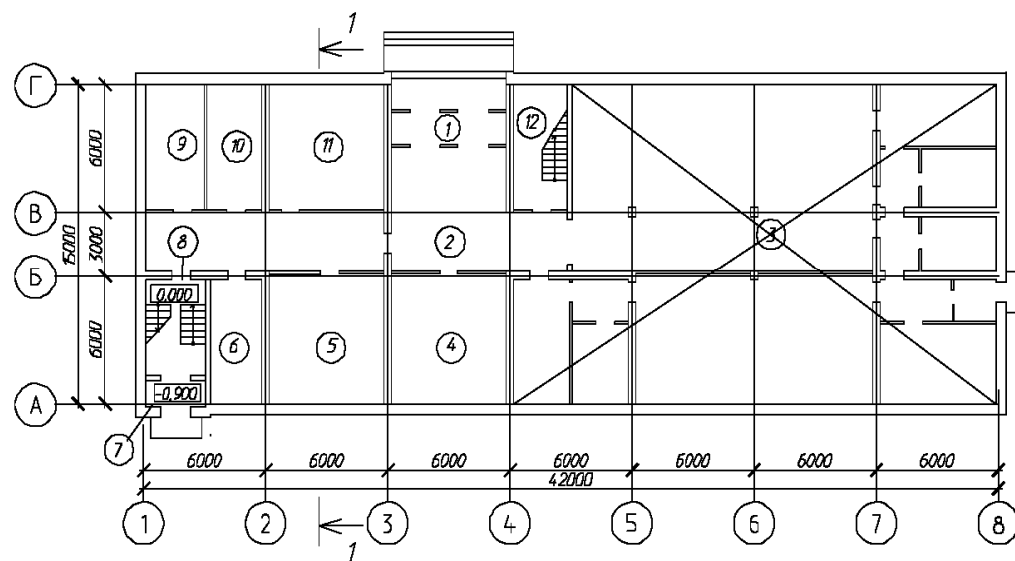


Рисунок Б.8—Административный корпус. План на отметке 0,000

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 262
Основные технические решения		Обозначение: 57-204.201.002.ОЭ 01.03 Ред. 03

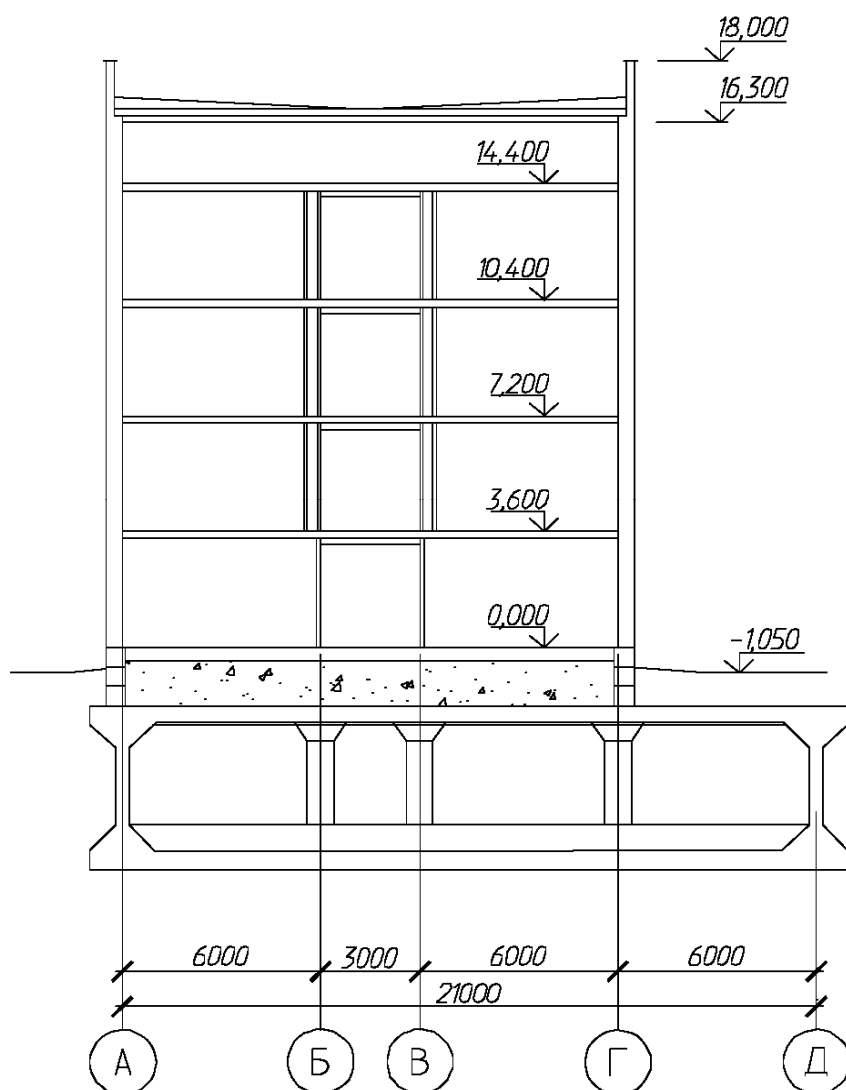


Рисунок Б.9 - Административный корпус. Разрез 1-1

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 263
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

Таблица Б.2– Экспликация помещений административного корпуса

<b>Номер помещения</b>	<b>Наименование</b>	<b>Площадь, м<sup>2</sup></b>	<b>Категория помещения</b>
1	Тамбур	8,4	-
2	Холл	74,5	-
3	Комплекс помещений столовой	321,6	Д
4	Помещение связи	34,1	Д
5	Медпункт	33,7	-
6	Санузел	14,7	-
7	Тамбур	3,5	-
8	Лестничная клетка	13,1	-
9	Теплопункт	16,9	Д
10	Электрощитовая	15,8	Д
11	Венткамера	33,0	Д
12	Лестничная клетка	15,3	-

ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 264
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

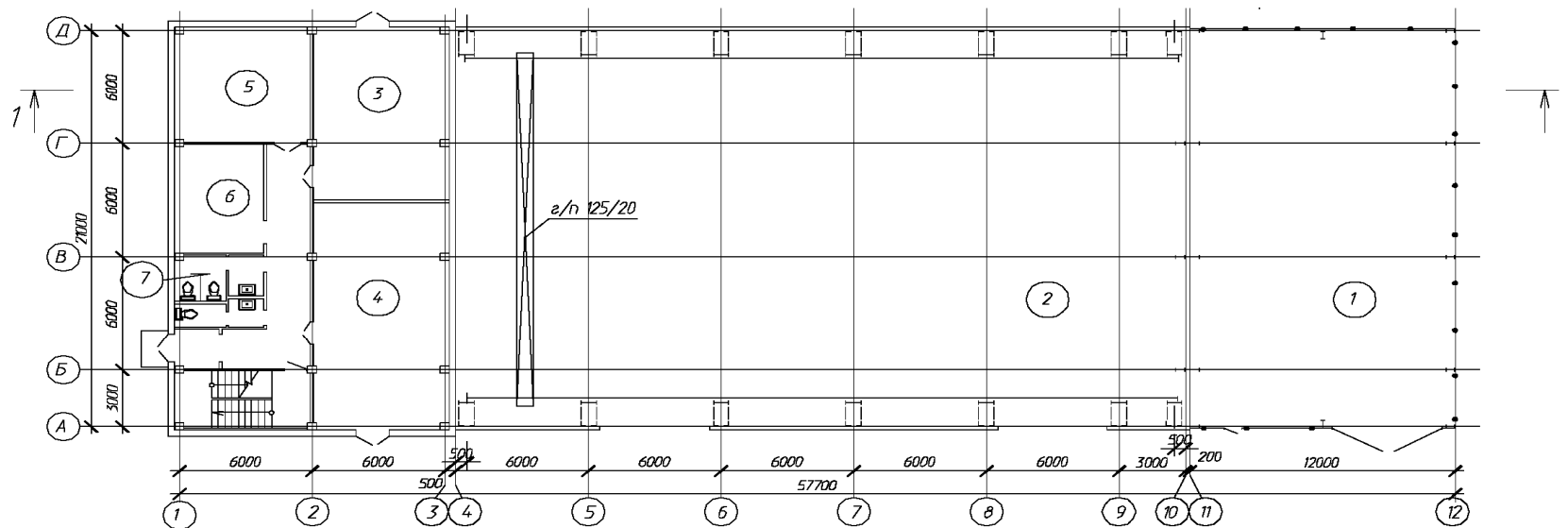


Рисунок Б.10 – Здание техобслуживания со складом МЦК. План



ОАО КИЭП	Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины	Стр. 265
Основные технические решения		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. 03

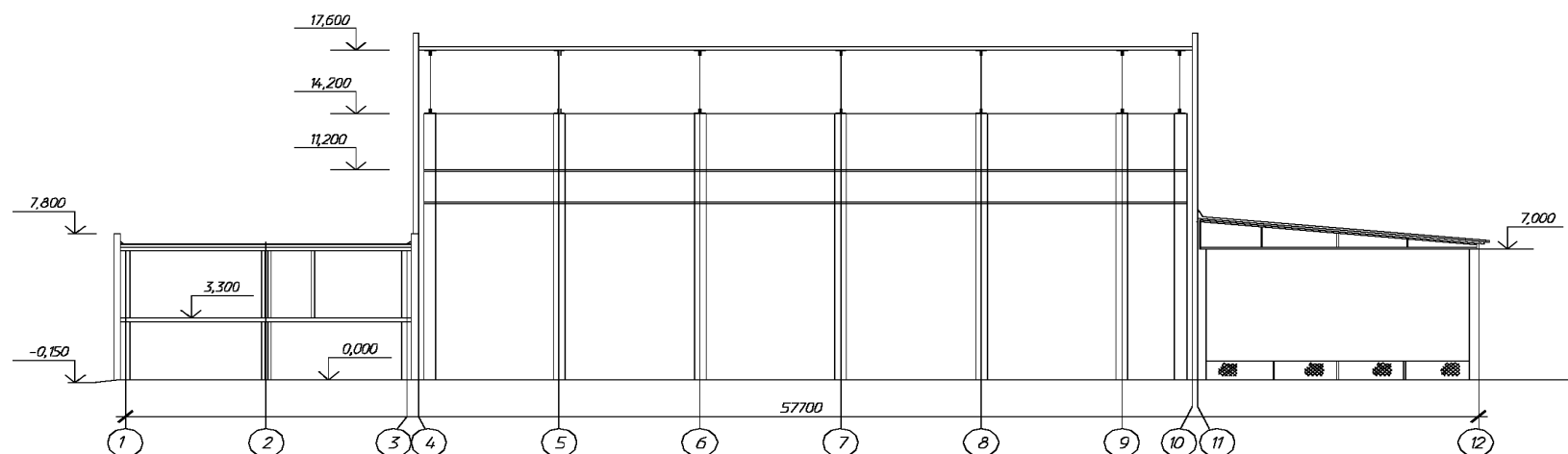


Рисунок Б.11 - Здание техобслуживания со складом МЦК. Разрез

<b>ОАО КИЭП</b>	<b>Централизованное хранилище отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины</b>	Стр. 266
<b>Основные технические решения</b>		Обозначение: <b>57-204.201.002.ОЭ 01.03</b> Ред. <b>03</b>

Таблица Б.3 - Экспликация помещений здания техобслуживания

<b>Номер помещения</b>	<b>Наименование</b>	<b>Площадь, м<sup>2</sup></b>	<b>Категория помещения</b>
1	Участок заливки бетоном и хранения контейнеров HI-STORM	252,0	Д
2	Склад новых HI-STORM, МЦК	690,0	Д
3	Электротехническая мастерская	55,5	Д
4	Механическая мастерская	74,5	Д
5	Лаборатория бетона	37,9	Д
6	Офисные помещения	23,1	-
7	Санузлы	15,0	-