
	Пояснительная записка	
<b>Пояснительная записка</b>		10140-EM-005-011151 Рев. 0 Стр. 1 из 134

<b>Номер проекта</b>	10140
<b>Название проекта</b>	New HPU Pavlodar

## «СТРОИТЕЛЬСТВО УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА НА ТЕРРИТОРИИ ТОО «ПНХЗ»

### ОБЩАЯ ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

10140-00-ОПЗ  
 24.729.000.04-К-ОПЗ

#### СОГЛАСОВАНИЕ ПРОЕКТА

Рев.	Дата	Подготовлено	Проверено	Утверждено	Статус	Описание редакции
0	04.11.2024			Ахметкалиева К.Р	AFD	Для утверждения

#### Таблица изменений

Раздел	Описание

Заказчик



ТОО «ЭрЛикидМунайТехГазы»

Генпроектировщик



ТОО «ИК «КАЗГИПРОНЕФТЕТРАНС»

# «СТРОИТЕЛЬСТВО УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА НА ТЕРРИТОРИИ ТОО «ПНХЗ»

## ОБЩАЯ ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

10140-00-ОПЗ  
24.729.000.04-К-ОПЗ

ТОМ 1.3

# «СТРОИТЕЛЬСТВО УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА НА ТЕРРИТОРИИ ТОО «ПНХЗ»

## ОБЩАЯ ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**10140-ЕМ-005-011151**  
**24.729.000.04-К-ОПЗ**

**ТОМ 1.3**

Заместитель генерального  
директора по  
проектированию-Главный  
инженер

Главный инженер проекта



С. Донсков



К. Ахметкалиева

## СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ .....	4
СОСТАВ РАБОЧЕГО ПРОЕКТА .....	8
ЗАПИСЬ ГИПа .....	10
1 ОСНОВАНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА .....	11
1.1 Основание для разработки.....	11
1.2 Исходные данные .....	11
1.3 Сведения о социально-экологических условиях района строительства .....	11
1.4 Сведения о климатологии .....	12
1.5 Сведения о проектных решениях.....	13
1.6 Основные технико-экономические показатели .....	14
2 ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН.....	15
2.1 Краткая характеристика площадки строительства .....	15
2.2 Основные решения по генеральному плану.....	16
2.3 Организация рельефа .....	18
2.4 Автодороги, благоустройство и озеленение.....	18
2.5 Решения по расположению инженерных сетей .....	18
2.6 Организация охраны предприятия.....	18
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ .....	19
3.1 Исходные данные .....	19
3.1.1 Наименование объекта строительства .....	19
3.2 Введение .....	19
3.2.1 Общие положения .....	19
3.2.2 Основания для разработки рабочего проекта .....	20
3.3 Цели разработки рабочего проекта .....	20
3.4 Исходные данные для разработки рабочего проекта .....	20
3.5 Краткая характеристика предприятия и входящих в его состав объектов .....	21
3.6 Основные технико-технологические решения.....	23
3.7 Принципиальные технологические схемы.....	24
3.8 Технологические особенности .....	24
3.9 Компрессия и рециркуляция водорода .....	25
3.10 Предварительный риформинг.....	26
3.11 Блок КЦА и утилизация отходящего газа .....	26
3.12 Описание технологического процесса установки производства водорода .....	26
3.12.1 Контур насыщения сырья обогащенной ББФ .....	26
3.12.2 Обессеривание сырья.....	27
3.12.3 Предварительный риформинг .....	28
3.12.4 Паровой риформинг .....	28
3.12.5 Система розжига печи парового риформинга.....	29
3.12.6 Система рекуперации тепла дымового газа .....	30
3.12.7 Перегреватель сырья.....	30
3.12.8 Перегреватель сырья предриформинга.....	30
3.12.9 Парогенератор.....	30
3.12.10 Подогреватель воздуха на горение .....	31
3.12.11 Охладитель технологического газа.....	31
3.12.12 Конверсия окиси углерода.....	31
3.12.13 Испарение и подогрев сырьевого газа .....	31
3.12.14 Нагрев питательной воды .....	31
3.12.15 Змеевик деаэратора .....	32
3.12.16 Воздушный холодильник конверсионного газа .....	32

3.12.17	Концевой холодильник .....	32
3.12.18	Короткоцикловая адсорбция (КЦА) .....	32
3.12.19	Установка деминерализованной воды .....	32
3.12.20	Система оборотной воды .....	33
3.12.21	Анализаторная .....	33
3.13	Описание циклической операции .....	34
3.13.1	Компрессия и охлаждение водород-продукта .....	34
3.13.2	Импорт водорода из УПОВ .....	35
3.13.3	Система пара .....	35
3.13.4	Коллектор пара СД .....	36
3.13.5	Коллектор пара НД .....	36
3.13.6	Факельная система .....	36
3.14	Энергоресурсы для УПВ .....	37
3.15	Сводная характеристика технологических условий .....	38
3.16	Мощность установки .....	38
3.17	Мероприятия по энергосбережению .....	39
3.18	Внутриплощадочные коммуникации .....	43
3.19	Тепловая изоляция .....	45
3.20	Механизация трудоемких и ремонтных работ .....	45
3.21	Решения по организации ремонтного хозяйства .....	46
3.22	Число рабочих мест и их оснащенность .....	46
3.23	Охрана труда и техника безопасности .....	48
3.24	Катализаторы и адсорбенты .....	54
3.25	Технологические трубопроводы .....	54
4	АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ .....	56
4.1	ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ .....	56
4.2	ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ .....	56
4.2.1	Участок 50 .....	57
4.2.2	Участок 51 .....	58
5	КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ .....	60
5.1	ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ .....	60
5.2	ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ .....	61
5.3	ГРУНТОВЫЕ УСЛОВИЯ .....	61
5.4	КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ .....	62
6	ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ .....	69
6.1	ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ВОДОСНАБЖЕНИЮ И ВОДООТВЕДЕНИЮ .....	69
6.1.1	Введение .....	69
6.1.2	Характеристика климатических данных района: .....	69
6.1.3	ВОДОСНАБЖЕНИЕ .....	70
	Водопровод хозяйственно-питьевой воды .....	70
	Оборотное водоснабжение .....	71
	Химически-очищенная вода .....	71
	Водопровод противопожарный .....	72
6.1.4	ВОДООТВЕДЕНИЕ .....	73
	Система загрязненных производственно-дождевых сточных вод .....	73
	Система условно-чистых производственно-дождевых стоков .....	74
6.2	ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ .....	78
6.2.1	Общие указания .....	78
6.2.2	Здание компрессорной .....	78
6.2.3	Здание водоподготовки деминерализованной воды .....	82
6.2.4	Автоматизация систем отопления и вентиляции .....	84
6.2.5	Здание трансформаторной подстанции .....	84
6.3	ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ .....	86
6.3.1	Общие положения .....	86

6.3.2	Источник теплоснабжения. Теплоноситель и его параметры.....	86
6.5	АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	89
6.5.1	Стандарты и Нормы Проектирования.....	89
6.5.2	Принятые сокращения.....	90
6.5.3	Автоматизация технологических процессов.....	91
	Общие положения.....	91
	Цели разработки.....	92
	Основные технические решения и технические средства АСУТП УПВ.....	93
	Система управления технологическим процессом (СУТП/ ВРС).....	93
	Автоматизированная система безопасности (АСБ/SIS).....	94
	Центр управления двигателями (МСС).....	95
	Система коммерческого учета комплектно с узлом коммерческого учета.....	95
	Система антипомпажного управления (АС) комплектно с компрессорным оборудованием.....	96
	Элементы управления комплектным оборудованием.....	96
6.5.4	Расположение и краткое описание оборудования АСУТП.....	97
	Полевой уровень автоматизации.....	97
	Контрольно-измерительные приборы (КИП).....	97
	Кабели КИП и А.....	98
	Распределительные коробки.....	98
	Принцип заземления.....	99
	Принцип распределения воздуха КИП.....	99
	Объем и расположение АСУ ТП.....	100
6.6	ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ. СИЛОВОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ.....	101
6.6.1	ЭЛЕКТРООСВЕЩЕНИЕ.....	101
	Общая часть.....	101
6.6.2	Внешнее электроснабжение.....	101
6.6.3	Выбор напряжения электрических сетей.....	102
6.6.4	Характеристика потребителей электроэнергии.....	103
6.6.5	Определение электрических нагрузок.....	103
6.6.6	Электрические сети, системы, силовое электрооборудование.....	108
6.6.7	Внутриплощадочные сети 6 кВ и 0,4 кВ.....	110
6.6.8	Электроосвещение.....	110
6.6.9	Компенсация реактивной мощности.....	111
6.6.10	Молниезащита и заземление.....	112
6.6.11	Учет и измерение электроэнергии.....	113
6.6.12	Надежность электроснабжения.....	113
6.6.13	Качество электроэнергии.....	114
6.6.14	Организация эксплуатации электроустановок.....	114
6.6.15	Охрана труда.....	115
6.6.16	Противопожарные мероприятия в электротехнических помещениях.....	115
6.7	АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПОЖАРНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ.....	117
6.8	ГРОМКОГОВОРЯЩАЯ СВЯЗЬ И ОПОВЕЩЕНИЕ.....	119
6.9	СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ.....	120
6.10	ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЕ.....	121
6.11	СЕТИ СВЯЗИ.....	122
6.12	СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ.....	123
6.12.1	Общая часть.....	123
6.12.2	Назначение системы.....	123
6.12.3	Примененные нормы и стандарты.....	123
6.12.4	Выбор систем противопожарной защиты.....	124
6.12.5	Стационарные установки водяного дренчерного пожаротушения и охлаждения.....	124
6.12.6	Стационарная установка пенного пожаротушения.....	125
6.12.7	Наружные сети водопровода.....	126
6.12.8	Узел водоподготовки.....	127

6.12.9	Монтажные и пусконаладочные работы .....	127
6.13	Газовое пожаротушение .....	128
	Газовое пожаротушение. Электрическая подстанция .....	128
	Расчет системы газового пожаротушения .....	128
6.13.1	.....	130
6.14	ГАЗООБНАРУЖЕНИЕ .....	130
6.14.1	Стандарты и нормы проектирования ГО .....	130
6.14.2	Общие положения .....	130
6.14.3	Технические средства системы ГО .....	131
6.14.4	Уставки срабатывания системы ГО .....	131
6.14.5	Взаимодействие с системой вентиляции и кондиционирования (HVAC) .....	132
	Здание подстанции и аппаратной КИП .....	133
	Здание компрессора H <sub>2</sub> .....	133
	Анализаторная .....	134
6.14.6	Взаимодействие с системой автоматической пожарной сигнализации (АПС) .....	134
6.14.7	Монтаж оборудования газообнаружения .....	134

**ПРИЛОЖЕНИЯ:**

1. Техническое задание;
2. Лицензия КГНТ;

**СОСТАВ РАБОЧЕГО ПРОЕКТА**

Номер тома	Обозначение	Наименование	Примечание
1.1	ПП	Паспорт проекта	
1.2	ЭПП	Энергетический паспорт проекта	
1.3	ОПЗ	Общая пояснительная записка	
		Графические материалы	
1.4	ГП	Генеральный план	
1.5.1	ТХ	Технологические решения	
1.5.2	ТХМ	Монтажные чертежи. Технологические оборудования и трубопроводы	
1.6.1	АР	Архитектурные решения	
1.6.2	КЖ	Конструкции железобетонные	
1.6.3	КМ	Конструкции металлические	
		Инженерные оборудования, сети и системы	
1.7.1	НВК	Внутриплощадочные сети водоснабжения и водоотведение. Пожаротушение	
1.7.2	ВВ	Водоснабжение и водоотведение	
1.8.1	ОВК	Отопление, вентиляция и кондиционирование	
1.8.2	ТС	Теплоснабжение	
1.9.1	АТХ	Автоматизация технологических процессов	
1.9.2	АОВ	Автоматизация систем отопления и вентиляции	
1.9.3	АПТ	Автоматизация пожаротушения	
1.10.1	ЭС	Внутриплощадочные сети электроснабжения	
1.10.2	ЭОМ	Электрооборудование и электроосвещение.	
1.10.3	ЭН	Наружное освещение	
1.10.4	ЭГ	Заземление и молниезащита	
1.10.5	АСКУЭ	Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии	
1.10.6	СЭО	Электрообогрев	

1.11.1	АПС	Автоматизация пожарной сигнализации	
1.11.2	АСПТ	Автоматическая система пожаротушения	
1.11.3	СС	Система телефонной связи	
1.11.4	ГО	Газообнаружение	
1.11.5	ГС	Громкоговорящая связь	
1.11.6	ВН	Видеонаблюдение	
1.11.7	СКД	Система контроля доступа	
2	РООС	Раздел охраны окружающей среды	
3	ПОС	Проект организации строительства	
4	ИТМ ГО ЧС	Инженерно-технические мероприятия по промышленной безопасности, гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и система антитеррористической защищенности.	
5	МОПБ	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности	
	ИИ	Инженерные изыскания	
6.1		Инженерно-геодезические изыскания	
6.2		Инженерно-геологические изыскания	
6.3		Инженерно-экологические изыскания	

## ЗАПИСЬ ГИПА

Технические решения, принятые в рабочем проекте, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм и правил, действующих на территории Республики Казахстан, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных рабочим проектом мероприятий.

Главный инженер проекта



(Подпись)

Ахметкалиева К.Р.

## 1 ОСНОВАНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА

### 1.1 Основание для разработки

Основанием для разработки рабочего проекта «Строительство установки производства водорода на территории Павлодарского нефтехимического завода в Республике Казахстан» являются:

- Техническое задание на разработку рабочего проекта «Строительство установки производства водорода на территории ТОО «ПНХЗ» от 15.04.2024 г;
- Договору подряда на выполнение проектно-изыскательских работ №1412516 от 15.04.2024 г. «Строительство установки производства водорода на территории Павлодарского нефтехимического завода в Республике Казахстан».

### 1.2 Исходные данные

Перечень исходных данных для разработки основных технических решений приведен в Таблице 1.2.1.

**Таблица 1.2.1 – Перечень исходных данных**

Наименование документа	Наименование организации	Дата выпуска, номер, шифр	Примечания
1	2	3	4
Техническое задание на разработку рабочего проекта «Строительство установки производства водорода на территории Павлодарского нефтехимического завода в Республике Казахстан» от 15.04.2024 г;	ТОО "Эр Ликид Мунай Тех Газы"	Приложение 1 к Договору №1412516	
Детальный и базовый проект лицензиара	Air Liquide Global E&C Solutions Poland S.A	2024 год	

### 1.3 Сведения о социально-экологических условиях района строительства

Рабочим проектом предусматривается строительство новой установки производства водорода на территории ТОО «ПНХЗ».

ТОО «ПНХЗ» расположен на территории Северного промышленного района города Павлодар.

Город Павлодар является административным центром Павлодарской области.

Данная территория обладает довольно развитой транспортной инфраструктурой. Съезд на автодорогу, ведущую на ТОО «ПНХЗ» примыкает к трассе М-38 (Граница РФ (на Омск) – Павлодар – Семей – Майкапшагай – граница КНР), являющаяся одной из дорог обеспечивающей важнейшие международные связи. К городу Павлодару ведут автомобильные дороги – А-17 и А-18, обеспечивающие транспортное сообщение между крупными административными, культурными и экономическими центрами Республики Казахстан. Так же в данном районе присутствует развитая сеть автомобильных дорог местного значения и грунтовых проселочных дорог.

В черте города Павлодара расположены четыре грузовых железнодорожных станций: Павлодар, Павлодар-Порт, Павлодар-Северный, Павлодар-Южный. От города Павлодара железнодорожная сеть проходит в трех направлениях: Павлодар-Кулунда, Павлодар-Астана и Павлодар-Семипалатинск. Железнодорожная станция в городе Семипалатинске располагается на трассе Туркестано-Сибирской железнодорожной магистрали, соединяющей Среднюю Азию с Сибирью.

Транспорт труб, технологического оборудования, трубопроводной арматуры, фасонных изделий, материалов и конструкция предполагается осуществлять по существующим ж\д- и автомобильным дорогам.

#### 1.4 Сведения о климатологии

Сведения о климатических условиях площадки строительства – в соответствии с данными СП РК 2.04-01-2017\* «Строительная климатология» (с изменениями от 01.04.2019) по г. Павлодар:

Абсолютная минимальная температура воздуха – минус 45,5°С;

Температура наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98 – минус 42,2°С;

Температура наиболее холодных суток обеспеченностью 0,95 – минус 40,1°С;

Температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98 – минус 39,6°С;

Температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 – минус 34,6°С;

Средняя продолжительность периодов со средней суточной температурой 0°С – 153 сут;

Температура воздуха периодов со средней суточной температурой 0°С – минус 11,0°С;

Средняя продолжительность периодов со средней суточной температурой 8°С – 205 сут;

Температура воздуха периодов со средней суточной температурой 8°С – минус 8,1°С;

Средняя продолжительность периодов со средней суточной температурой 10°С – 220сут;

Температура воздуха периодов со средней суточной температурой 10°С – минус 6°С;

Среднее количество (сумма) осадков на ноябрь-март – 93мм;

Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль – юго-запад;

Средняя максимальная температура наиболее теплого месяца года (июля) – плюс 27,7°С;

Абсолютная максимальная температура – плюс 41,1°С;

Среднее количество (сумма) осадков на апрель-октябрь – 205мм;

Преобладающее направление ветра за июнь-август – запад.

за год:

Средняя месячная температура воздуха в январе – минус 16,6°С;

Средняя месячная температура воздуха в июле – плюс 21,4°С;

Годовая температура воздуха – плюс 3,1°С.

Средняя за месяц относительная влажность в январе – 79%;

Средняя за месяц относительная влажность в июле – 60%;

Годовая относительная влажность – 69%.

## 1.5 Сведения о проектных решениях

В соответствии с заданием на разработку рабочего проекта «Установка Производства Водорода», в данном проекте рассматривается технология производства водорода высокой чистоты с концентрацией >99% об, методом парового риформинга (лицензионный процесс компании Air Liquide), производительностью 13415 Ст. м3 /ч.

Режим работ установки: 330 дней в год на основе сырья – ББФ обогащенный.

Проектная производительность новой установки позволяет работать в пределах 40-100% от номинальной.

Принципиальные проектные решения согласованы с Заказчиком и отвечают требованиям Технического задания.

Проектные решения, реализованные при разработке рабочего проекта «Строительство установки производства водорода на ТОО «ПНХЗ» соответствуют требованиям:

- нормативно-технической документации, правилам и стандартам, действующим на территории Республики Казахстан;
- техническим условиям на присоединение к источникам снабжения, инженерным сетям и коммуникациям ТОО «ПНХЗ».

Состав рабочего проекта выполнен в соответствии с требованиями п. 10 «Состав и содержание проектной документации при одностадийном проектировании» СН РК 1.02-03-2022.

## 1.6 Основные технико-экономические показатели

Основные технико-экономические показатели приведены в таблице:

№ п/п	Наименования показателя	Ед.изм	Значение	Примечание
1	2	3	4	5
1	Мощность установки	нм3/час	12500	
2	Площадь участка в пределах границы проектных работ	м2	10249	
3	Установленная мощность	кВт	2092,82	
4	Общая численность персонала	чел.	25	
5	Общая продолжительность строительства	месяцев	19	

## 2 ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН

Раздел ГП проекта «Строительство установки производства водорода на территории ТОО «ПНХЗ» разработан на основании технического задания, выданного Заказчиком (ТОО «Эр Ликид Мунай Тех Газы»), инженерно-геологических и топографических данных, выполненных ТОО «ИК «КАЗГИПРОНЕФТТРАНС» в январе-феврале 2024 г, заданий смежных разделов, согласно строительным нормам и правилам, действующих на территории Республики Казахстан.

- СН РК 3.01-03-2011 – «Генеральные планы промышленных предприятий»;
- СП РК 3.01-103-2012 – «Генеральные планы промышленных предприятий»;
- ГОСТ 21.508-2020 – «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов»;
- ГОСТ 21.204-2020 – «Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений транспорта»;
- ГОСТ 9128-2013 – «Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов»;
- ГОСТ 6665-91 – «Бетонный бортовой камень БР100.30.15, БР100.20.08»;
- УСН РК 8.02-03-2023 – «Элементы внешнего благоустройства зданий и сооружений. Малые архитектурные формы».

### 2.1 Краткая характеристика площадки строительства

Местоположение участка строительства: Республика Казахстан, Павлодарская область, г.Павлодар, Северная пром.зона, 5 км к северу от селитебной зоны, территория Павлодарского нефтехимического завода.

Климат района строительства резко континентальный. Лето короткое жаркое, зима продолжительная холодная.

Преобладающие направления постоянно дующих ветров – южное и юго-западное.

Павлодарская область, согласно СНиП РК 2.03-30-2006, не относится к сейсмоопасному региону.

Дорожно-климатическая зона – IV.

Рельеф на участке под проектируемую площадку спокойный, высоты колеблются от 124.55 и до 125.55

Грунтовые воды были вскрыты на глубине 5-7,1 м от поверхности земли.

Система координат – заводская.

Система высот – Балтийская.

Сечение горизонталей через 0,5 м.

Более подробно природно-климатические, инженерно-геологические, гидрогеологические условия, а также рельеф местности описаны в отчете по инженерно-геологическим изысканиям.

## 2.2 Основные решения по генеральному плану

Проектом предусматривается строительство установки по производству водорода с необходимой инфраструктурой.

Задачей настоящего раздела являются: организация интенсивного использования территорий; организация рациональных производственных, транспортных и инженерных связей на предприятии; организация благоустройства территории проектирования.

Планировка площадки выполнена в соответствии с технологией производства, с учетом производственных связей, грузооборота и вида транспорта, санитарно-гигиенических, экологических и противопожарных требований, розы ветров и обеспечивает наиболее благоприятные условия для производственного процесса и труда на предприятии, рациональное и экономное использование земельного участка.

Строящийся объект расположен в пределах земельного отвода с учетом конкретного рельефа местности, существующих зданий и сооружений, а также геологических, гидрогеологических, инженерно-геологических и геодезических данных, принятых проектом на основе общегосударственных и отраслевых нормативных документов.

Привязка проектируемых зданий и сооружений произведена от системы координат, принятой на топосъемке.

Основные показатели по генеральному плану приведены в таблице 2.2.1.

**Таблица 2.2.1**

№	Наименование	Ед. изм.	Кадастровый номер			Всего	Прим.
			14-218-039-349	14-218-039-264	14-218-039-350		
1	Площадь участков в пределах границы зем.отвода	Га	0,844	0,0607	0,1717	1,0764	
2	Площадь участка в пределах границы проектирования	м2	8440	92	1717	10249	100%
3	Площадь застройки	м2	532	31	585	1148	11,20%
4	Площадь отмостки	м2	153	2	82	237	2,31%
5	Площадь покрытия дорог и тротуаров	м2	6383	27	711	7121	69,48%
6	Площадь озеленения	м2	1070	15	316	1401	13,67%
7	Прочие площади	м2	302	17	23	342	3,34%

Перечень проектируемых зданий сооружений приведён в таблице 2.2.2.

**Таблица 2.2.2**

№	Наименование	Кол-во	Прим.
HPU-C3001	COMBUSTION AIR FAN Вентилятор воздуха на горение	1	Design./ Проектир.
HPU-C3002	FLUE GAS FAN Вентилятор дымовых газов	1	Design./ Проектир.
HPU-C5001	H2 PRODUCT COMPRESSOR Компрессор водород-продукта	1	Design./ Проектир.
HPU-E2003	HYDROGENATION AIR COOLER Воздушный холодильник блока гидрирования	1	Design./ Проектир.
HPU-E3002	FEED SUPERHEATER PREREFORMER Перегреватель сырья предриформинга	1	Design./ Проектир.

HPU-E3003	STEAM SUPERHEATER Пароперегреватель	1	Design./ Проектир.
HPU-E4006	SHIFT GAS AIR COOLER Воздушный холодильник конверсионного газа	1	Design./ Проектир.
HPU-E5101	DEAERATOR COIL Змеевик деаэратора	1	Design./ Проектир.
HPU-F5001	H2 PRODUCT FILTER Фильтр водород-продукта	1	Design./ Проектир.
HPU-H3001	STEAM REFORMER Печь парового риформинга	1	Design./ Проектир.
HPU-R2001	SATURATION REACTOR Реактор насыщения олефинов	1	Design./ Проектир.
HPU-R2002	HYDROGENATION REACTOR Реактор гидрирования	1	Design./ Проектир.
HPU-R2003A/B	DESULPHURIZATOIN REACTORS Реактор обессеривания	1	Design./ Проектир.
HPU-R4001	HT CO-SHIFT REACTOR Реактор-конвертор окиси углерода	1	Design./ Проектир.
HPU-S3001	FLUE GAS STACK Дымовая труба	1	Design./ Проектир.
HPU-V1102	BBF CATCH DRUM Емкость улавливания ББФ	1	Design./ Проектир.
HPU-V1101	BBF SURGE DRUM Емкость ББФ	1	Design./ Проектир.
HPU-V2001	HYDROGENATION RECYCLE SEPARATOR Рециркуляционный сепаратор блока гидрирования	1	Design./ Проектир.
HPU-V3001	STEAM DRUM Паросборник	1	Design./ Проектир.
HPU-V3002	START-UP SEPARATOR Пусковой сепаратор	1	Design./ Проектир.
HPU-V3003	BLOW DOWN DRUM Барабан продувки	1	Design./ Проектир.
HPU-V4004	COLD CONDENSATE SEPARATOR Сепаратор холодного конденсата	1	Design./ Проектир.
HPU-V4501-06	PSA ADSORBER Адсорбер КЦА	1	Design./ Проектир.
HPU-V4507	OFF GAS DRUM Емкость отходящего газа	1	Design./ Проектир.
HPU-V5101	DEAERATOR Деаэратор	1	Design./ Проектир.
HPU-V5501	WATER BUFFER TANK Буферный резервуар деминерализованной воды	1	Design./ Проектир.
HPU-V8001	INSTRUMENT AIR BUFFER VESSEL Буферный резервуар воздуха КИП	1	Design./ Проектир.
HPU-V9501	FLARE KO DRUM Фекальный сепаратор	1	Design./ Проектир.
HPU-Y3001	FLUE GAS WASTE HEAT RECOVERY SYSTEM Система рекуперации тепла дымового газа	1	Design./ Проектир.
HPU-Y4501	PSA VALVE SKID Клапанный блок КЦА	1	Design./ Проектир.
SS-2	Compressor building Здание компрессорной	1	Design./ Проектир.
SS-3	Water treatment building Здание водоподготовки	1	Design./ Проектир.
	Substation & Instrument Building Здание подстанции и аппаратной КИПиА	1	Design./ Проектир.

## 2.3 Организация рельефа

Вертикальная планировка выполнена в проектных горизонталях. Планировочная отметка для площадки территории принята 125.60м, для сбора поверхностных и талых вод в местах с асфальтобетонным покрытием предусмотрены дождеприемные колодцы. Для сбора ливневых стоков с автодорожных проездов вокруг территории предусмотрены продольные уклоны по направлению к дождеприемным колодцам системы отвода К2.

## 2.4 Автодороги, благоустройство и озеленение

Проектирование внутриплощадочных дорог, разрывов между зданиями и сооружениями, а также расположение подземных коммуникаций осуществлено согласно строительным требованиям и норм, а также технологических процессов и противопожарных норм.

К площадке обеспечивается подъезд пожарных машин со всех сторон. Ширина проездов – 6,0 м. Радиус закруглений по внутренней кромке проезжей части 6-8 м. По территории организуется двухстороннее движение автотранспорта. Ширина тротуаров принята 1,5 м.

Минимальные толщины слоев конструкции дорожной одежды приняты не менее приведенных в таблице 8.2.1 СНиП РК 3.03-09-2006\* и таблице 5.1 СН РК 3.03-19-2006.

Внутриплощадочные проезды предприятия относятся к категории III-в, капитальный тип дорожной одежды (СП РК 3.03-122-2013). Покрытие внутриплощадочных проездов предусмотрено из двухслойного асфальтобетона с подстилающими слоями из щебня.

Для обеспечения санитарно-гигиенических условий работы на предприятии предусматриваются мероприятия по благоустройству и озеленению. Свободная от застройки, проездов и площадок территория засеивается газонными травами. Предусмотрены скамьи, урны для мусора. Имеется площадка для контейнеров с ТБО.

В соответствии с Техническим регламентом «Общие требования к пожарной безопасности» (приложение 17) на территории комплекса установлены пожарные щиты. Щиты оборудованы первичными средствами пожаротушения, немеханизированным пожарным инструментом и пожарным инвентарем (ТР «Общие требования к пожарной безопасности», прил.17, табл.4).

## 2.5 Решения по расположению инженерных сетей

Инженерные сети размещены в технологических полосах и увязаны со всеми сооружениями в соответствии с общим решением генерального плана.

Технологические трубопроводы, сети электроснабжения, КИП и А, систем связи и сигнализации, водопровода прокладываются во основном по эстакадам,

канализация противопожарный водопровод запроектированы подземном исполнении. Для увязки всех сетей разработан «Сводный план инженерных сетей».

## 2.6 Организация охраны предприятия

Проектируемая площадка располагается на территории Павлодарского нефтехимического завода. Отдельного ограждения для площадки не предусматривается.

### **3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ**

#### **3.1 Исходные данные**

##### **3.1.1 Наименование объекта строительства**

Разработка рабочего проекта «Строительство установки производства водорода на территории Павлодарского нефтехимического завода в Республике Казахстан». Тип установки - Установка производства водорода на основе установки Парового риформинга метана (SMR).

Место реализации:

Республика Казахстан, Павлодарская область, г. Павлодар, территория действующего завода ТОО «ПНХЗ».

Участники реализации проекта

АО НК «КазМунайГаз» Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Кабанбай батыра, 19.

ТОО «ПНХЗ» Республика Казахстан, 140000, г. Павлодар, ул. Химкомбинатовская, 1.

ТОО «Эр Ликид Мунай Тех Газы» (ЭЛМТГ) (далее – Заказчик).

Air Liquide Global E&C Solutions Poland S.A. - Лицензиар и разработчик технологии установки производства водорода.

Продавцы или поставщики оборудования – Казахстан, страны ближнего и дальнего зарубежья.

#### **3.2 Введение**

##### **3.2.1 Общие положения**

В результате экономического роста за последние годы в Республике Казахстан складываются тенденции, аналогичные общемировым - рост потребления и изменения ассортимента потребляемых нефтепродуктов, ужесточение требований к качеству топлива, ужесточение экологических требований.

В связи с модернизацией ПНХЗ и увеличением глубины переработки нефти, возникла необходимость в значительном количестве водорода для снижения содержания в моторных топливах серы, бензола, олефинов. На сегодняшний день основным источником водорода является существующая Установка производства водорода (УПОВ). Однако производительности существующей УПОВ недостаточно для обеспечения водородом необходимых технологических процессов на заводе. В связи с этим в процессе реализации проекта модернизации завода, возникла необходимость в строительстве новой Установки производства водорода.

Владельцем существующей установки производства водорода на заводе ПНХЗ, а также Заказчиком ныне проектируемой новой установки производства водорода является ТОО «Эр Ликид Мунай Тех Газы» – совместное предприятие Air Liquide Eastern Europe S.A., лицензиар технологии производства водорода, и АО «НК КазМунайГаз». Подписанный договор предусматривает снабжение установок Павлодарского нефтехимического завода водородом и паром, принадлежащими компании «Эр Ликид Мунай Тех Газы» и строительство на ПНХЗ новой УПВ.

### 3.2.2 Основания для разработки рабочего проекта

Основанием для разработки рабочего проекта «Строительство установки производства водорода на территории Павлодарского нефтехимического завода в Республике Казахстан» являются:

- Техническое задание на разработку рабочего проекта «Строительство установки производства водорода на территории Павлодарского нефтехимического завода в Республике Казахстан» от 15.04.2024 г;
- Договору подряда на выполнение проектно-изыскательских работ № 1412516 от 15.04.2024 г. «Строительство установки производства водорода на территории Павлодарского нефтехимического завода в Республике Казахстан».

### 3.3 Цели разработки рабочего проекта

Главной целью строительства установки водорода является обеспечение народного хозяйства Республики Казахстан качественным дизельным топливом класса К-5.

С целью обеспечения энергетической безопасности, повышения эффективности производства, снижения импорта ГСМ из соседних стран, а также производства моторных топлив, соответствующих требованиям экологических классов К-4, К-5 ТОО «Эр Ликид Мунай Тех Газы» реализует рабочий проект «Строительство установки производства водорода на территории Павлодарского нефтехимического завода в Республике Казахстан».

### 3.4 Исходные данные для разработки рабочего проекта

Исходными данными для разработки рабочего проекта установки производства водорода являются нижеследующие документы:

- Исходные данные по проекту «Строительство новой Установки производства водорода», разработанный фирмой Air Liquide Global E&C Solutions Poland S.A.;
- Документация по проекту Установка производства водорода разработанный фирмой Air Liquide Global E&C Solutions, 2019 г.;
- Генеральный план ТОО «ПНХЗ» с координатами и абсолютными отметками существующих сооружений.
- Технические условия на подключение к существующим сетям ПНХЗ, к внешним источникам энергоресурсов;

### 3.5 Краткая характеристика предприятия и входящих в его состав объектов

ТОО «Павлодарский нефтехимический завод» расположен в Северной промышленной зоне г. Павлодара на расстоянии 7,5 км от городской застройки. Ближайшая жилая зона – село Павлодарское – находится юго-западнее территории завода на расстоянии 3,8 км. В юго-восточном направлении от предприятия расположены «ТЭЦ 3 и АО «Павлодарский картонно – рубероидный завод» в северном- АО «Казэнергокабель», АО «Каустик», в южном направлении на расстоянии около 2 км находятся железнодорожные пути и далее садоводство «Нефтяник».

Павлодарский нефтехимический завод является одним из крупнейших нефтеперерабатывающих заводов Казахстана. На сегодняшний день выполнены объемы работ по реконструкции имеющихся технологических установок, интеграции новых установок в технологическую схему завода, строительства новых и модернизации существующих объектов общезаводского хозяйства, что позволяет выпускать нефтепродукты, в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 013/2011. В настоящее время завод может работать на Западно - Сибирской и Казахстанской нефти.

В состав Павлодарского НХЗ входят следующие технологические объекты:

Производство первичной переработки нефти (ПППН) ЛК-6У в составе секций:

- D100 Атмосферная перегонка (реконструкция) с увеличением мощности до 6 млн. тонн /год;
- B200 Гидроочистка нефти (реконструкция) Q=1000тыс.тонн/год;
- B300D Гидроочистка дизельного топлива (реконструкция), Q=2035 тыс. тонн/год;
- D400 Газофракционирующая установка (реконструкция), внедрение PCY;
- A500 Гидроочистка, депарафинизация MIDW керосина (новая), Q=337 тыс. тонн/год;
- E 905 Узел приготовления топливного газа из СУГ (реконструкция).

Производство глубокой переработки нефти (ПГПН) КТ-1 в составе секций:

- D001K Вакуумная перегонка мазута (реконструкция), Q= 3451 тыс. тонн/год;
- B100K Гидроочистка тяжелого вакуумного газойля (реконструкция) Q= 2160 тыс. тонн/год;
- B200K, B300K Каталитический крекинг (реконструкция), Q= 1868 тыс. тонн/год.

Комбинированная технологическая установка производства серы в составе секций:

- A710 Производство серы и очистка хвостовых газов (новая), Q= 60 тыс. тонн/год.;
- C500 Отпарка кислых стоков 1- я линия (новая), Q=626 тыс. тонн/год;
- C600 Отпарка кислых стоков 2- я линия (новая), Q=626 тыс. тонн/год;
- C850 Регенерация амина (новая), Q=2890 тыс. тонн/год;
- C840 Блок грануляции серы (новый), Q=180 т/сутки;
- C 900 Межцеховые коммуникации (новые).
- УЗК. Установка замедленного коксования, мощностью по сырью 600 тыс. т/год, по коксу 120 тыс. т/год.
- УПК. Установка прокалики кокса, мощностью 140 тыс.т/год по сырью суммарному нефтяному коксу.

УПВ. Установка производства водорода, в составе секций:

- Блок подготовки сырья, где осуществляется испарение сырья и его очистка от соединений серы до уровня менее 1 ppm;
- Блок парового риформинга, где сырье вступает в реакцию с паром, образуя H<sub>2</sub> и CO. В блоке выделенное тепло используется для получения пара и предварительного нагрева технологических потоков;
- Конверсия CO и охлаждение газа, где CO преобразуется в H<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>. После конверсии технологический газ охлаждается до 40°C;
- КЦА и компрессия газов, где осуществляется очистка водорода с помощью молекулярных сит в КЦА-1 (короткоцикловая адсорбция) и полученный водород сжимается до 4,0 МПа изб. Продувочный газ КЦА-1 – низкокалорийный газ, содержащий в основном CO<sub>2</sub> и некоторое количество H<sub>2</sub>. Продувочный газ применяется в качестве топлива печи парового риформинга. Весь произведенный продувочный газ сжигается в печи.

Проектная производительность установки производства водорода 106 058 тонн в год по сырью.

#### Объекты ОЗХ:

- E-902 Установка технического воздуха и воздуха КИП, Q=6000 нм<sup>3</sup>/ч (новая);
- E-903 Реагентное хозяйство. Система подачи щелочи и удаления щелочи, прием 43% щелочи и приготовление 20-градусного по Бомэ 14,3% вес. раствора щелочи (реконструкция);
- E-904 Система распределения пара и сбора конденсата (новая);
- E-906 Система распределения азота, Q=10000 нм<sup>3</sup>/ч (новая);
- E 907 Система подготовки и распределения котловой питательной воды, расчетная производительность -110 т/ч (новая);
- E-908 Система распределения деминерализованной воды (новая);
- E-909 Система извлечения и очистки конденсата, Q= 366 м<sup>3</sup>/ч (новая);
- E-909/1 Система теплофикационной воды, температурный график 115/650С (новый отдельный контур);
- E911 Факельная система (новая), состоит из: Общей факельной системы (углеводородный факел) для сбора углеводородных выбросов от технологических и вспомогательных установок, состоящей из одного факельного коллектора, факельных сепараторов и двух факельных стволов (1- рабочий 1- резервный), пропускная способность – 363,47 т/ч; Специальной факельной системы (кислый факел) для сбора всех сероводородных газовых выбросов, состоящей из одного факельного коллектора, факельных сепараторов и двух специальных факельных стволов (1 - рабочий 1 - резервный), пропускная способность – 9,208 т/ч; Диаметр общего факельного коллектора составляет Ду 1200 мм, диаметр факельного ствола – Ду 1000 мм, высота факельного ствола – 80 м. Диаметр коллектора специальной факельной системы – Ду 500 мм, диаметр факельного ствола – Ду 200 мм, высота факельного ствола – 80 м.
- Аварийный газовый узел с дооборудованием узла компримирования углеводородных газов (реконструкция), Q = увеличение мощности на 7,9 т/час;
- E914S Система хранения изомеризата, состоит из: Резервуары под изомеризат ТК-007A/B; Насосы перекачки изомеризата E914S-H-007A/B; Емкость дренажная E914S-E-005.

- E915 Автоматическая станция смешения бензинов, с максимальной производительностью 938 м<sup>3</sup>/ч (новая);
- E916 Автоматическая станция смешения котельного топлива (новая), Q=4380 т/сутки;
- Центральная заводская лаборатория;
- Товарно-сырьевые резервуарные парки нефти и нефтепродуктов;
- Парк сжиженных парков;
- Железнодорожные эстакады слива-налива нефти и нефтепродуктов;
- Железнодорожная эстакада налива сжиженного газа;
- Автомобильная эстакада налива нефтепродуктов;
- Автомобильная эстакада налива сжиженного газа;
- Продуктовые и товарные насосные;
- Погрузочные терминалы серы, битума и кокса;
- Склады: материалов, оборудования, химикатов, реагентов;
- O102 Инженерные сети (МЦК) (новая).

### 3.6 Основные технико-технологические решения

В соответствии с заданием на разработку рабочего проекта «Установка Производства Водорода», в данном проекте рассматривается технология производства водорода высокой чистоты с концентрацией >99% об, методом парового риформинга (лицензионный процесс компании Air Liquide), производительностью 12.5 Ст. м<sup>3</sup>/ч.

Режим работ установки: 330 дней в год на основе сырья – ББФ обогащенный.

Проектная производительность новой установки позволяет работать в пределах 40-100% от номинальной.

Моторные топлива, производимые на современных нефтеперерабатывающих предприятиях, должны соответствовать высоким требованиям экологических стандартов К-4, К-5. В связи с модернизацией ПНХЗ и увеличением глубины переработки нефти, для снижения содержания в моторных топливах серы, бензола, олефинов, требуется значительное количество водорода. Производство водорода предусматривает снабжение установки гидроочистки дизельного топлива и бензина Павлодарского нефтехимического завода водородом для снижения содержания серы, что делает транспортное топливо более чистым.

На сегодняшний день известны три основных промышленных метода получения водорода:

- электролитический через разложение воды или водных растворов постоянным электрическим током;
- газификация угля;
- паровая конверсия природного газа.

Технология электролиза позволяет получать водород и кислород из воды. Чистота выхода продукции достигается почти ста процентов, благодаря специальному оборудованию по очистке получаемого водорода. Такие установки безопасны для окружающей среды, поскольку в результате реакции в атмосферу выделяется только кислород с небольшой примесью водород и пар воды.

Технология получения из угля состоит из процесса нагрева угля при температуре в восемьсот – тысячу триста градусов по Цельсию, при этом перекрывается доступ кислорода.

Технология производства с помощью паровой конверсии состоит в том, что водяной пар смешивается с метаном под высоким давлением с использованием катализатора и при температуре от семисот до одной тысячи градусов по Цельсию.

По технологии парового риформинга получают больше половины производимого в мире водорода, что обусловлено достаточно высокой эффективностью процесса, его реализацией на уровне крупномасштабного производства, сравнительно невысокой стоимостью и отлаженной инфраструктурой транспортировки исходного сырья. В результате стоимость водорода для данной технологии оказывается самой низкой по сравнению со стоимостью водорода, получаемого другими методами. Поэтому, на сегодняшний день самой рентабельной технологией производства водорода в промышленных масштабах принято считать паровую конверсию. Также, получение водорода из природных органических топлив является наиболее широко освоенным методом. С учетом доступности органического сырья для производства водорода в качестве сжиженного углеводородного газа из установок действующего нефтеперерабатывающего завода, применение данной технологии считается эффективным.

Существует множество лицензиаров технологии производства водорода методом риформинга углеводородов. К ним относятся такие крупные компании как Air Liquide, Linde, ABB Lummus Global, Technip, Haldor Topsoe.

### 3.7 Принципиальные технологические схемы

Данное описание технологического процесса должно рассматриваться вместе с принципиальными технологическими схемами (PFD) Установки Производства Водорода, которые включают следующие листы:

- 10140-01-01-PR-302001 - Лист 1 - Подготовка сырья
- 10140-01-01-PR-302002 - Лист 2 - Паровой риформинг и производство пара I
- 10140-01-01-PR-302003 - Лист 3 - Паровой риформинг и производство пара II
- 10140-01-01-PR-302004 - Лист 4 - Охлаждение конверсионного газа
- 10140-01-01-PR-302005 - Лист 5 - КЦА и система топлива
- 10140-01-01-PR-302006 - Лист 6 - Система пуска

### 3.8 Технологические особенности

Установка будет производить 13415 ст. м<sup>3</sup>/ч чистого H<sub>2</sub>, используя в качестве сырья ББФ.

Решение, предложенное компанией AL E&C, включает в себя хорошо зарекомендовавшую себя технологию парового риформинга метана компании Lurgi, которая была разработана и отточена в течение многих лет на основе богатого опыта компании Эр Ликид как в области проектирования, так и эксплуатации технологических установок.

УПВ состоит из следующих основных этапов технологического процесса:

- Контур насыщения сырья обогащенной ББФ,
- Обессеривание сырья,
- Предварительный риформинг,

- Паровой риформинг,
- Утилизация тепла технологического газа,
- Высокотемпературная конверсия окиси углерода
- Охлаждение конверсионного газа
- КЦА (Короткоцикловая Адсорбция).

### 3.9 Компрессия и рециркуляция водорода.

Компания AL E&C имеет большой опыт работы с установками по производству водорода: более 130 установок, построенных не только для сторонних заказчиков, но и для непосредственной эксплуатации компанией Эр Ликид в производственных и распределительных центрах по всему миру. В последние годы деятельность AL E&C в этой области была очень интенсивной, в результате чего более 10 установок были недавно построены и успешно введены в эксплуатацию, а еще 6 установок находятся в стадии строительства.

Проектирование обеспечивает высокую степень безопасности, надежности и экономичности установок. Являясь одновременно поставщиком/производителем и оператором, AL E&C проектирует свои установки с целью достижения оптимизации между ценой, энергопотреблением, эксплуатационными и ремонтными расходами, качеством материалов и безопасностью с постоянной обратной связью между эксплуатацией установки, ее проектированием и инжинирингом.

#### Lurgi Reformer®

Ключевой элемент установки H<sub>2</sub> – это установка парового риформинга. С учетом многолетнего опыта в сфере парового риформинга, бывшая компания Lurgi разработала свой фирменный дизайн Lurgi Reformer®. Эта установка с верхним розжигом имеет ряд преимуществ перед другими вариантами с верхним розжигом, которые обеспечивают сокращение инвестиций, высокую надежность работы и снижение требований к техобслуживанию.

Эти преимущества включают:

- Применение безремонтной системы трубных опор с противовесом гарантирует расширение каталитических трубок вверх (из выпускного коллектора печи);
- Применение выпускного коллектора с огнеупорной футеровкой (для сбора технологического газа из каталитических трубок) сводит к минимуму тепловое расширение коллектора;
- Замена спиральных выводов прямыми переходными соединениями с выпускным коллектором;
- Подбор размера выпускного коллектора и применение футеровки из инколя обеспечивает доступ к коллектору для осмотра.

#### Горизонтальная секция конвекции

Горизонтальная секция конвекции – это стандартное решение Эр Ликид для установок парового риформинга. Она имеет ряд преимуществ перед вертикальными системами:

- Секция конвекции и вытяжные вентиляторы находятся на уровне земли, снижая потребность в дорогостоящих стальных конструкциях;
- Змеевик парогенерации и охладитель технологического газа спроектированы для естественной циркуляции воздуха (т.е. циркуляционные насосы не требуются);

- Всеячие элементы можно легко подтянуть для техобслуживания;
- Люки между всеми змеевиками обеспечивают легкий доступ к дымоходу и его оборудованию.

Преимущества установки риформинга с верхним розжигом и горизонтальной секцией конвекции могут обеспечить общую тепловую эффективность установки свыше 90%.

### 3.10 Предварительный риформинг

Высшие углеводороды в сырье преобразуются в газ, богатый метаном. После предварительного риформинга, газ имеет минимальный потенциал для крекинга в элементах перегревателя сырья. Поэтому, его можно перегреть до более высоких температур, что сокращает размер печи парового риформинга и повышает ее тепловую эффективность.

По сравнению с паровым риформингом без предварительной обработки, применение установки предварительного риформинга дает следующие преимущества:

- Повышение эффективности процесса парового риформинга;
- Снижение тепловой нагрузки парового риформинга;
- Повышение допустимой тепловой нагрузки на трубку в печи парового риформинга приводит к сокращению количества каталитических трубок и, следовательно, к уменьшению размера печи парового риформинга;
- Не нужен катализатор парового риформинга, промотированный щелочью, который имеет более высокий потенциал к засорению охладителя технологического газа;

### 3.11 Блок КЦА и утилизация отходящего газа

Для очистки  $H_2$  от технологического газа используется установка КЦА. При любой неисправности приборов или клапанов, установка КЦА автоматически переключится в сокращенный режим, выводя из эксплуатации адсорберы, в которых произошел сбой, без прерывания производства и/или потери качества.

Отходящий газ установки КЦА используют для розжига установки риформинга; не нужно экспортировать или сжигать отходящий газ.

Отходящий газ установки КЦА охватывает преобладающую часть спроса на топливо для розжига установки риформинга. Испаренный ББФ сжигается для выравнивания теплового баланса.

В случае сбоя работы КЦА или при пуске (при отсутствии отходящего газа КЦА) конструкция установки позволяет направлять конверсионный газ в качестве топлива, используя топливный коллектор отходящего газа КЦА.

### 3.12 Описание технологического процесса установки производства водорода

#### 3.12.1 Контур насыщения сырья обогащенной ББФ

Жидкое сырье - обогащенная ББФ подается на границе установки с относительно низким нормальным давлением 0,54 МПа(изб.) и умеренной температурой 32°C. Для учета возможного повышения температуры сырья в результате воздействия солнечных лучей установка будет оснащена охладителем ББФ HPU-E1101, расположенным перед емкостью ББФ HPU-V1101 для охлаждения обогащенной ББФ до 35°C.

Перед поступлением на секцию гидрообессеривания, поскольку сырье содержит значительное количество ненасыщенных углеводородов (среднее содержание олефинов ~47,91 %масс.), оно должно пройти процесс насыщения.

Обогащенная ББФ сначала перекачивается насосом ББФ HPU-P1101A/B до давления 3.9 МПа(изб.). Затем она смешивается с рециркулируемым насыщенным сырьем ББФ и рециркулируемым водородом, необходимым для насыщения сырья. Рецикл водорода будет поступать либо из компрессора водород-продукта HPU-C5001, либо из существующих буллитов (например, при пуске/сбое).

После добавления водорода его концентрация в сырье составит около 22 моль%. Затем сырье будет испаряться и подогреваться до 240°C в рекуперационном теплообменнике блока гидрирования HPU-2001AB и направляться в реактор насыщения олефинов HPU-R2001, где будут происходить экзотермические реакции. Во время пуска будет использоваться пусковой нагреватель блока гидрирования HPU-E2002.

Экзотерма на слое катализатора зависит от содержания олефинов в сырье на входе в реактор. Горячий выходной поток реактора подводит тепло для испарения поступающего сырья с помощью рекуперационного теплообменника блока гидрирования HPU-E2001AB.

Затем он охлаждается в воздушном холодильнике блока гидрирования HPU-E2003 и направляется в рециркуляционный сепаратор блока гидрирования HPU-V2001. Его верхний слой направляется в секцию гидрообессеривания.

Жидкое сырье из рециркуляционного сепаратора блока гидрирования HPU-V2001 будет разделяться на два потока: топливо для балансировки и основной технологический поток.

Топливо для балансировки поступает в испаритель топлива ББФ HPU-E1102 и направляется на горелки, а основной поток поступает в рециркуляционный насос блока гидрирования HPU-P2001A/B.

Давление нагнетания определяется рабочим давлением на выходе из секции гидрообессеривания. Далее поток будет разделен на подачу на установку и на поток рецикла в сырье обогащенную ББФ с высоким содержанием олефинов. Рецикл насыщенных углеводородов позволяет регулировать температуру (экзотерму) на выходе из реактора насыщения олефинов за счет изменения соотношения между ненасыщенным и насыщенным потоком сырья обогащенной ББФ. Благодаря рециклу содержание олефинов на входе в реактор насыщения составляет 13.5 моль%. На каждую степень содержания олефинов приходится 10°C роста экзотермы. Таким образом, в целом при прохождении сырья через реактор насыщения экзотерма составит 120°C.

Поступающее на установку сырье будет смешиваться с верхним слоем рециркуляционного сепаратора. Перед подачей в реактор гидрирования поток будет испаряться и нагреваться до 360°C в испарителе сырья ББФ HPU-E2004 за счет отходящего тепла, имеющегося в горячем конверсионном газе.

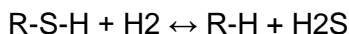
В аварийном случае (блокировка технологического блока) ББФ из емкости ББФ HPU-V1101 и рециркуляционного сепаратора блока гидрирования HPU-V2001 будет отправлен в подземную емкость улавливания ББФ HPU-V1102. Факельный конденсат из факельного сепаратора HPU-V9501 также направляется в емкость улавливания ББФ HPU-V1102. Хранящийся ББФ можно откачать с помощью насоса емкости улавливания ББФ HPU-P1102 или автобойлера.

### 3.12.2 Обессеривание сырья

Следующий этап заключается в удалении из сырья следов серы, таких как сероводород и органическая сера, для защиты катализатора парового риформинга от отравления серой.

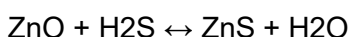
На основе данных о содержании серы в сырье предлагаемое решение включает в себя традиционные катализаторы с отдельной стадией гидрирования и обессеривания.

Органическая сера полностью преобразуется в сероводород в слое катализатора CoMox реактора гидрирования HPU-R2002. Реакция гидрирования:



В то же время все оставшиеся ненасыщенные углеводороды насыщаются. Сероводород адсорбируется на оксиде цинка путем превращения ZnO в ZnS в реакторах обессеривания HPU-R2003A/B. Остаточное содержание серы в сырьевом газе, выходящем из слоя ZnO, составляет менее 0.1 частей на миллион по объему.

Реакция обессеривания:



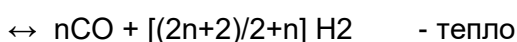
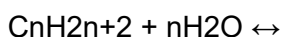
Для повышения общей готовности установки установлены два реактора обессеривания, работающих последовательно. Система с двумя слоями обеспечивает более высокую производительность захвата серы и оперативную замену катализатора слоя А. Когда первый реактор насыщен серой, его можно обойти и изолировать, чтобы обеспечить замену катализатора во время непрерывной работы установки.

### 3.12.3 Предварительный риформинг

Перегретый пар высокого давления примешивают к обработанному сырью, чтобы получить нужное соотношение пар/углерод. Затем, смесь дополнительно перегревают в перегревателе сырья предриформинга HPU-E3002 до требуемой температуры на входе реактора предриформинга. Температуру на входе реактора контролируют впрыском питательной воды.

Подогретую смесь сырья (газ/пар) направляют в реактор предриформинга HPU-R3001, где она первоначально реформируется в газ, богатый метаном. Происходят следующие реакции:

Паровой риформинг:



Реакция конверсии (вода-газ):



Реакция риформинга CO<sub>2</sub> :



При работе с ББФ, общая реакция экзотермична, что дает подъем температуры газа на выходе из реактора предриформинга.

Из-за высокого диапазона температур, в котором работают реактор предриформинга и печь парового риформинга и их функциональное соединение, оба реактора должны быть расположены как можно ближе друг к другу.

### 3.12.4 Паровой риформинг

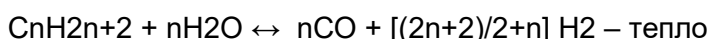
Предварительно реформированный газ затем нагревают на змеевиках перегревателя сырья HPU-E3001A/B до нужной температуры на входе печи парового риформинга. Температуру контролируют промежуточным впрыском питательной воды.

Подогретый сырьевой газ распределяется через коллектор в верхней секции печи парового риформинга HPU-H3001 по параллельным коллекторам, а затем – через систему спиральных вводов, в трубки печи риформинга, расположенные параллельными рядами. Каждая трубка из высоколегированного сплава заполняется катализатором на основе никеля.

Сырье преобразуется при сильно эндотермической реакции – вдоль оси трубок, в так называемый конвертированный газ (H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, непрореагировавший CH<sub>4</sub>, неразложившийся пар). В печи парового риформинга формируется термодинамическое равновесие реакционной системы, включая CH<sub>4</sub>, пар, CO, CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>. Образование кокса исключается соответствующим выбором условий работы (соотношение пара к углероду и температура риформинга).

Внутри каталитических трубок происходят следующие реакции:

Паровой риформинг:



Реакция конверсии (вода-газ):



Реакция риформинга CO<sub>2</sub> :



Конвертированный газ выходит из трубок при температуре и давлении необходимом для получения требуемого состава. Конвертированный газ из трубок идет через переходные трубки в систему коллектора и транспортную линию с огнеупорной футеровкой попадая в охладитель технологического газа HPU-E3007.

Печь парового риформинга – это прямоугольная печь коробчатого типа, с верхним розжигом, стальными рамами и стальными пластинами кожуха (с внутренней футеровкой). Для наблюдения за трубками риформинга предусмотрено необходимое количество смотровых отверстий.

### 3.12.5 Система розжига печи парового риформинга

Печь парового риформинга имеет две независимые топливные системы. Одна система предназначена для испаренной ББФ, а другая – для отходящего газа установки КЦА. Система подачи отходящего газа КЦА позволяет также сжигать конверсионный газ в случае сбоя в работе КЦА.

Основная реакция сильно эндотермична; тепло подается на каталитические трубки с помощью внешнего розжига. При нормальной работе, отходящий газ установки КЦА служит основным топливом установки риформинга. ББФ из рециркуляционного сепаратора блока гидрирования HPU-V2001, используемая как топливо, испаряется в нагретом паром НД испарителе топлива ББФ HPU-E1102. Испаряемая ББФ используется как топливо для выравнивания теплового баланса в нормальном режиме.

Общая потребность в топливном газе для розжига печи парового риформинга определяется контролем розжига, который учитывает фактические рабочие параметры печи парового риформинга – например, расход сырья, соотношение пара к углероду, избыточный кислород в дымовом газе и т.д. Температуру технологического газа на выходе из печи парового риформинга используют как исходные данные при подачи сырья для управления розжигом. Затем, контроль розжига задействует клапаны топливного газа. Любые изменения нагрузок на установку и связанная с ними потребность в топливе охватываются этой системой.

Нагнетательный вентилятор воздуха для горения HPU-C3001 подает воздух для горения в распределительные каналы, а затем к горелкам.

Расход воздуха для горения регулируется автоматически направляющими лопатками. Для постоянного обеспечения печи парового риформинга достаточным объемом избыточного воздуха применяется анализатор кислорода в дымоходе.

Топка печи парового риформинга безопасно работает при небольшом вакууме, измеряемом/контролируемом под сводом. Сигнал давления запускает направляющие лопатки на входе вентилятора дымового газа с принудительной тягой НРУ-С3002.

Равномерное распределение потока дымового газа по площади печи достигается за счет туннелей дымового газа на дне печи (огнеупорные кирпичи и формы с отверстиями с обеих сторон).

Во избежание опасных условий работы, для каждой топливной системы предусмотрена система безопасного отключения, которая прерывает подачу топливного газа путем перекрытия основных отсечных клапанов. Быстрозакрывающийся клапан (состоит из двух отсечных клапанов с автоматической продувкой для каждой системы). Продувочный клапан открывается автоматически – при закрытии отсечных клапанов. Если отсечные клапаны перекрыты, их можно перенастроить только локально, соблюдая определенные условия.

Предусматривается проведение испытаний на герметичность топливной системы с помощью технического азота – для выдачи разрешения на открытие отсечных клапанов.

### **3.12.6 Система рекуперации тепла дымового газа**

Горячий дымовой газ выходит из нижней части печи парового риформинга через переходные каналы в корпусе печи риформинга, к которому подведен главный дымоход горизонтальной системы рекуперации отработанного тепла.

Физическое тепло дымового газа применяется для перегрева сырья предрифформинга и риформинга, для перегрева пара, для генерации пара и нагрева воздуха для горения. Вентилятор дымового газа отводит газы (после рекуперации в системе отработанного тепла) в дымовую трубу НРУ-S3001.

### **3.12.7 Перегреватель сырья**

В горячем дымоходе, змеевики перегревателя сырья НРУ-Е3001А/В находятся в первой позиции. Горячий дымовой газ, выходящий из печи парового риформинга, используется здесь для перегрева смеси сырья/пара печи парового риформинга. Температура на входе в печь парового риформинга контролируется промежуточным впрыском воды.

### **3.12.8 Перегреватель сырья предрифформинга**

Дымовой газ, выходящий после змеевиков перегревателя сырья, дополнительно охлаждается змеевиком перегревателя сырья предрифформинга НРУ-Е3002 – путем нагрева сырья предрифформинга до желаемой температуры на входе в реактор. Температуру на входе в реактор предрифформинга регулируют путем впрыска воды на входе в змеевик.

#### **Пароперегреватель**

Пар, генерируемый в охладителе технологического газа и парогенераторе (кроме малой части, которая отведена под систему пара НД), перегревается в пароперегревателе НРУ-Е3003. Температура перегретого пара контролируется промежуточным впрыском воды.

### **3.12.9 Парогенератор**

В змеевике парогенератора HPU-E3005 генерируется пар ВД. Парогенератор соединен с линией отвода паросборника HPU-V3001 (с помощью опускных и подъемных труб).

### 3.12.10 Подогреватель воздуха на горение

Воздух для горения получают из атмосферы (через глушитель, вентилятором воздуха для горения) и нагревают на подогревателе воздуха для горения I HPU-E3006 и подогревателе воздуха для горения II HPU-E3004, расположенных в дымоходе. Затем, нагретый воздух для горения подается на горелки печи парового риформинга.

Во избежание коррозии подогревателя воздуха для горения II (со стороны дымовых газов) при низких температурах, дополнительно предусмотрены меры для подогрева наружного воздуха паром НД в подогревателе воздуха для горения III HPU-E3008.

Система рекуперации отработанного тепла технологического газа и высокотемпературная конверсия СО

Ощутимое тепло в технологическом газе, выходящем из печи парового риформинга, отводится рекуперацией тепла в несколько технологических потоков. В этой секции содержание СО в технологическом газе дополнительно снижается для производства дополнительного Н<sub>2</sub> в реакторе-конверторе окиси углерода HPU-R4001.

### 3.12.11 Охладитель технологического газа

На выходе из печи парового риформинга, газ поступает в охладитель технологического газа HPU-E3007, где охлаждается до условий на входе в реактор-конвертор окиси углерода, одновременно генерируя пар ВД. Охладитель соединен с паросборником с помощью системы естественной циркуляции через опускные и подъемные линии. Внутренний байпас со стороны газа служит для контроля температуры технологического газа (на входе реактора-конвертора окиси углерода).

### 3.12.12 Конверсия окиси углерода

После охладителя технологического газа, поток направляется в реактор высокотемпературной конверсии окиси углерода HPU-R4001. Технологический газ движется сверху вниз – через реактор-конвертор окиси углерода, заполненный катализатором на основе оксида железа.

Монооксид углерода в технологическом газе взаимодействует с непрореагировавшим технологическим паром, генерируя Н<sub>2</sub> и СО<sub>2</sub> по формуле:

Конверсия СО:



Конверсия СО экзотермична, что приводит к значительному повышению температуры и снижению содержания СО.

### 3.12.13 Испарение и подогрев сырьевого газа

Из реактора-конвертора окиси углерода, газ направляется на испаритель сырья ББФ HPU-E-2004, нагревая технологическое сырье до нужных условий для получения температуры необходимой на входе в реактор гидрирования.

### 3.12.14 Нагрев питательной воды

Питательная вода нагревается горячим газом конверсии в подогревателе питательной воды HPU-E4001. Максимальный предварительный нагрев питательной воды рассматривается на 20 градусов Кельвина ниже точки кипения в паросборнике. Подогреватель оборудован байпасами для горячего газа, чтобы не превышать это ограничение.

### **3.12.15 Змеевик деаэрата**

Змеевик деаэрата HPU-E5101 находится в секции питательной воды деаэрата HPU-V5101, генерируя таким образом сорбирующий пар для деаэрации деминерализованной воды и технологического конденсата, подаваемых под купол деаэрата.

### **3.12.16 Воздушный холодильник конверсионного газа**

После змеевика деаэрата конверсионный газ направляется в воздушный холодильник конверсионного газа HPU-E4006, где он охлаждается до температуры около 60 ° С.

### **3.12.17 Концевой холодильник**

Концевой холодильник HPU-E4005AB охлаждает конверсионный газ до необходимых условий на входе в КЦА используя оборотную воду.

В случае отказа КЦА или во время пуска предусмотрена возможность для направления всего конверсионного газа либо на факел, либо в систему топливного газа.

Весь технологический конденсат, образующийся при охлаждении конверсионного газа, собирается в сепараторе холодного конденсата HPU-V4004 и направляется в деаэрат для производства питательной воды.

### **3.12.18 Короткоцикловая адсорбция (КЦА)**

Для окончательной очистки применяют высокоэффективный, многослойный процесс короткоцикловой адсорбции на установке HPU-Y4501. Соединения с высокой/низкой полярностью или низкой летучестью адсорбируются, а соединения с противоположными свойствами, в основном, не адсорбируются. Таким образом, CO<sub>2</sub>, CO, N<sub>2</sub> и углеводороды адсорбируются, а H<sub>2</sub> (очень высокой степени чистоты) выходит из установки как продукт.

Приняты меры к поддержанию работоспособности установки КЦА при пониженном потреблении H<sub>2</sub> или сбоях путем сжигания избытка H<sub>2</sub> на факеле.

### **3.12.19 Установка деминерализованной воды**

Установка деминерализованной воды предназначена для обработки химически очищенной воды для получения деминерализованной воды требуемого качества. Деминерализованная вода используется для подпитки паровой системы установки и установки дозирования химических веществ HPU-Y5101 котловой воды.

Химически очищенная вода, поступающая из-за границы проектирования, сначала направляется в блок для обессоливания воды HPU-Y5501. Затем деминерализованная вода из HPU-Y5501 разделяется на два потока: один поступает в блок дозирования химических веществ HPU-Y5101 котловой воды, другой - в буферный резервуар для деминерализованной воды HPU-V5501. Деминерализованная вода из буферного резервуара перекачивается насосом для деминерализованной воды HPU-P5501A/B в деаэрат HPU-V5101. Загрязненные воды из установки деминерализованной воды HPU-Y5501 направляются в промышленную и дождевую канализацию за границу проектирования.

### 3.12.20 Система оборотной воды

Оборотная вода поступает из-за границы проектирования для охлаждения следующего технологического оборудования:

Оборудование	Номер	Расход, т/ч
Концевой холодильник	HPU-E4005AB	45
Охладитель продувки	HPU-E3009	7
Охладитель ББФ	HPU-E1101	8
Насос питательной воды	HPU-P5101A/B	5
Блок деминерализованной воды	HPU-Y5501	33
Насос деминерализованной воды	HPU-P5501A/B	5
Насос ББФ	HPU-P1101A/B	9
Рециркуляционный насос блока гидрирования	HPU-P2001A/B	8
Компрессор водорода	HPU-C5001	55
Вентилятор воздуха на горение	HPU-C3001	2
Вентилятор дымовых газов	HPU-C3002	2
Пусковой холодильник	HPU-E3012	31
Итого		210

Параметры прямой и обратной охлаждающей воды показаны в таблице:

Прямая вода	
Рабочее давление, МПа	0,4
Рабочая температура, °С	20
Обратная вода	
Рабочее давление, МПа	0,2
Рабочая температура, °С	35

### 3.12.21 Анализаторная

Анализаторная HPU-AT-2001 предназначена для определения точки росы в двух различных потоках с аналогичным составом и технологическими условиями:

- после реактора насыщения HPU-R2001;
- после реактора десульфурации HPU-R2003В.

Отбор проб происходит автоматически.

Параметры потоков:

- рабочая температура 321 °С;
- рабочее давление 3,2 МПа (изб.);
- молекулярный вес 45,5 кг/кмоль;
- плотность газа 31,34 кг/м<sup>3</sup>;
- вязкость 0,018 сП.

Состав потоков:

Компонент		
H <sub>2</sub>	mol%	22.419
CH <sub>4</sub>	mol%	0.063
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	mol%	0.134
N-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	mol%	45.779
I-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	mol%	31.597

### 3.13 Описание циклической операции

Процесс работает в повторном цикле, в двух основных режимах: адсорбция при высоком давлении и десорбцию при низком давлении. Существует лишь небольшое изменение температуры, вызванное теплотой адсорбции и десорбции.

В режиме адсорбции, технологический газ идет по адсорберам снизу вверх, постепенно нагружая адсорбер. При загруженном адсорбере, перед переключением на десорбцию, нужно несколько этапов выравнивания давления, чтобы извлечь как можно больше H<sub>2</sub>. После выравнивания давления, операция переходит к регенерации, которая проводится в четыре основных этапа.

Сначала, адсорбер сбрасывают до более низкого давления (по направлению предыдущего потока). На этом этапе, H<sub>2</sub> высвобождается из адсорбера и используется для повторного нагнетания давления и продувки других адсорберов.

Затем, адсорбер вновь продувают – на этот раз, против потока. На этом этапе, адсорбированные газы высвобождаются и направляются в систему отходящих газов.

Затем, адсорбер продувают на уровне давления второй стадии регенерации. Среда продувки – это H<sub>2</sub> (для удаления остаточных примесей).

Затем, в адсорбере вновь нагнетают давление (до давления адсорбции, чистым H<sub>2</sub>, из адсорберов первой стадии регенерации).

Система отходящего (остаточного) газа

Отходящий газ низкого давления выходит из установки КЦА в основной коллектор (под контроллером потока). Уставка контроллера задается с помощью системы управления циклом (с коррекцией давления от основного коллектора). То есть, чем выше питающий поток в установку КЦА, тем выше будет поток отходящего газа. Если поток отходящего газа из установки отличается от объема отходящего газа, давление в коллекторе будет расти/падать, а корректирующее действие будет регулировать поток из установки (путем изменения уставки контроллера).

Предусмотрены меры по поддержанию работоспособности установки КЦА при пониженном потреблении хвостовых газов или нештатных ситуациях – путем сжигания избыточных хвостовых газов.

#### 3.13.1 Компрессия и охлаждение водород-продукта

Очищенный водород из КЦА направляется в компрессор водород-продукта HPU-C5001 для повышения давления водорода до значений, требуемых на границе установки.

После выхода из КЦА водород-продукт сначала поступает в фильтр водород-продукта HPU-F5020, который отфильтровывает возможные частицы катализатора из расположенных выше по потоку адсорберов и защищает компрессор. Затем он направляется в компрессор

водород-продукта для повышения давления и достижения 4.33 МПа (изб.) на границе установки. Нагнетаемый водород-продукт охлаждается до 40°C в холодильнике водород-продукта (с помощью оборотной воды, теплообменник в объеме поставщика компрессора).

На выходе (после холодильника водород-продукта) имеется ответвление для рецикла водорода, который смешивается с ненасыщенным сырьем, обогащенной ББФ, непосредственно перед контуром насыщения. Рециркулирующий водород, необходимый для насыщения сырья, может быть альтернативно взят из водородных буллитов УПОВ. Соединение обычно является беспоточным и может использоваться во время пуска в качестве источника водорода.

### 3.13.2 Импорт водорода из УПОВ

Выход существующего КЦА (на УПОВ) будет соединен с входом нового компрессора водород-продукта через линию, работающую в обоих направлениях. Таким образом, в случае остановки существующего компрессора водорода, производство H<sub>2</sub> из УПОВ может быть частично направлено на новый компрессор водород-продукта (не рассчитанный на полное производство H<sub>2</sub> из УПОВ).

Для обеспечения возможности перемещения H<sub>2</sub> низкого давления с УПОВ на новую УПВ давление H<sub>2</sub> в УПОВ должно быть выше 1.95 МПа (изб.) (1.95 МПа является минимальным рабочим давлением на всасывании нового компрессора водород-продукта) в данном сценарии работы. В случае, если УПОВ необходимо эксплуатировать при более низком давлении, чем указано выше, давление в коллекторе H<sub>2</sub> низкого давления на новой УПВ может быть уменьшено соответствующим образом, чтобы обеспечить перемещение H<sub>2</sub>, но с более низким достижимым давлением нагнетания нового компрессора H<sub>2</sub>.

Это снижение давления нагнетания ниже мин. давления нагнетания H<sub>2</sub> 4.0 МПа является приемлемым с эксплуатационной точки зрения при условии, что этот режим работы учитывается при проектировании и эксплуатации нового компрессора водород-продукта (например, отключение при низком давлении на всасывании компрессора).

Регулировка уставок давления для обеспечения надлежащей перемещения H<sub>2</sub> низкого давления между установками должна выполняться вручную (вмешательство оператора).

### 3.13.3 Система пара

Для достижения высокой тепловой эффективности УПВ, значительное количество отработанного тепла технологических процессов используется при генерации пара.

На границе проектирования доступной средой является химически очищенная вода. Перед отправкой в деаэратор она должна быть обработана в установке деминерализованной воды HPU-Y5501. Полученная деминерализованная вода направляется в буферную емкость деминерализованной воды HPU-V5501 и с помощью бустерного насоса деминерализованной воды HPU-P5501A/B подается в деаэратор.

Питательная вода генерируется в деаэраторе HPU-V5101 из технологических конденсатов, дополняемых деминерализованной водой.

Физическое тепло конвертированного газа (после печи парового риформинга) используется как основной источник генерации технологического и экспортного пара в паросборнике. Часть отработанного тепла дымового газа, выходящего из печи парового риформинга, используется для получения дополнительного пара ВД. Оба теплообменника - охладитель технологических газов и парогенератор соединены с одним паросборником опускными и подъемными трубами, предназначенными для системы естественной циркуляции и стабильной работы – даже при низких нагрузках на установку.

Около 2% расхода питательной воды непрерывно сбрасывается в атмосферный барабан продувки HPU-V3003 и направляется в коллектор сточных вод после охлаждения в

охладителе продувки HPU-E3009. В конечном счете, объем продувки зависит от качества воды, а также результатов анализатора проводимости и pH.

Большая часть сгенерированного насыщенного пара нагревается змеевиками пароперегревателя до необходимых условий. Затем, часть перегретого пара добавляется к сырью перед перегревателем сырья предриформинга HPU-E3002. Остаток пара направляют к границам проектирования как экспортный пар (после понижения давления). Во время пуска или сбоя ограниченное количество пара будет выпущено в атмосферу. Паропровод СД до границы проектирования является двунаправленным, что позволяет подавать пар во время пуска. Предусмотрены меры по охлаждению импортного пара до желаемой температуры после снижения давления.

В деаэраторе, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> и другие компоненты растворенных газов удаляются путем отгонки с паром НД генерируемым змеевиком деаэратора (нормальный режим). Деаэрированная вода откачивается из деаэратора насосом питательной воды HPU P5101 A/B в паросборник после нагрева в подогревателе питательной воды.

Питательная вода из насоса питательной воды HPU-P5101A/B также используется в качестве впрыскиваемой воды в перегреватель сырья, перегреватель сырья предриформинга и пароперегреватель (в системе рекуперации отработанного тепла дымового газа). Впрыскивание питательной воды также применяется для контроля температуры пара после клапана понижения давления импортного пара.

Станция дозирования реагентов для питательной воды HPU-Y5101 обеспечивает конечную химическую обработку питательной воды. Смешивание осуществляется в деаэраторе, а также после подогревателя питательной воды.

### **3.13.4 Коллектор пара СД**

Во время пуска импортный пар СД может использоваться в качестве технологического пара для ускорения нагрева большого контура и для испарения сырья в пусковом нагревателе блока гидрирования. Импортный пар СД также может быть понижен в давлении, перегрет и направлен в коллектор пара НД для целей нагрева во время пуска или сбоев (например деаэратора, испарителя топлива ББФ, подогревателя воздуха на горение III (когда необходимо)).

### **3.13.5 Коллектор пара НД**

Обычно, пар низкого давления для установки получают путем понижения давления насыщенного пара высокого давления из паросборника. Основные потребители пара НД при нормальном режиме работы это испаритель сырья ББФ и подогреватель воздуха на горение III (когда необходимо).

### **3.13.6 Факельная система**

Имеется факельная система для безопасного сброса горючих газов из УПВ (при пуске, остановке и сбоях технологического процесса). Все потоки для сброса подключены к факельной системе, из которой газ в конечном итоге поступает на факел, расположенный за границей установки.

Факельный конденсат, собранный в факельный сепаратор HPU-V9501, сбрасывают в емкость улавливания ББФ HPU-V1102.

## Параметры газов, сбрасываемых на факел

Наименование	Ед. изм.	Значение
Расход	н.м3/час	24057
Нормальное рабочее давление	кПа (изб.)	66
Макс. обратное давление факела	кПа (изб.)	80
Проектное давление	кПа (изб.)	400
Проектная температура	С°	267

## Решение по повторному использованию тепла

Для повышения энергетической эффективности установки приняты следующие технические решения по повторному использованию тепла:

- тепло потока, выходящего из печи риформинга HPU-H3001 использовать для производства насыщенного пара в паросборнике HPU-V3001;
- тепло выходящего потока из конвертора СО HPU-R4001 использовать для подогрева сырья реактора гидрогенизации HPU-R2002 в подогревателе HPU-E3007, и для подогрева смеси деминерализованной воды и конденсата в подогревателе конденсата HPU-E4001;
- использовать тепло отходящих дымовых газов печи риформинга HPU-H3001 для нагрева в змеевиках конвекционной камеры сырья, поступающее в предрифформер HPU-R3001, парогазовой смеси перед печью риформинга HPU-H3001, котловой питательной воды, сырья риформинга, для генерации пара, перегрева экспортного и технологического пара.

### 3.14 Энергоресурсы для УПВ

Нижеперечисленные энергоносители должны быть доступны на границе проектирования УПВ:

- Электроснабжение;
- Технический воздух;
- Воздух КИП;
- Газообразный азот (для пуска и останова);
- Водород (для запуска и гидрирования в качестве резерва);
- ББФ обогащенная (сырье и топливо);
- Бутан (для пуска);
- Обратная вода,
- Химически очищенная вода (для производства деминерализованной воды);
- Противопожарная вода;
- Питьевая вода;
- Теплофикационная вода;
- Пар (для пуска).

### 3.15 Сводная характеристика технологических условий

Приведенные ниже технологические условия были выбраны для УПВ с целью достижения наиболее экономичной схемы технологического процесса. Приведенные ниже данные относятся к максимальной рабочей нагрузке, 100% середина цикла, сырье ББФ обогащенная.

Насыщение олефинов

Рабочая температура: 240 - 360 °С

Минимальное содержание водорода: около 22 моль%

Гидрообессеривание

Рабочая температура: 360 °С

Минимальное содержание водорода: около 22.6 моль%

Паровой риформинг

Отношение пара к углероду, предриформинг: 2.90 моль пара/моль углерода

Отношение пара к углероду, риформинг: 2.90 моль пара/моль углерода

Температура конвертированного газа: 875 °С

Предварительный подогрев сырья риформинга: 650 °С

Предварительный подогрев сырья предриформинга: 475 °С

Предварительный подогрев воздуха для горения: 475 °С

Избыток воздуха: около 8%

Конверсия окиси углерода

Температура на входе: 345 °С

Температура на выходе: 420 °С

Короткоцикловая Адсорбция

Температура на входе: 40 °С

Извлечение водорода: 89%.

### 3.16 Мощность установки

Сырьем установки производства водорода являются ББФ обогащенный секции С-300 установки КТ-1 и ББФ обедненный в зимний период, поступающий с ТОО «Нефтехим».

Проектная номинальная мощность установки по производству водорода составляет **12500 нм<sup>3</sup>/час (13 415 Ст. м<sup>3</sup>/ч.)**

Чистота получаемого водорода на блоке короткоцикловой адсорбции составляет 99,9% об.

Диапазон устойчивой работы составляет 40–100% от номинальной мощности.

Время работы в год – 7920 ч.

### 3.17 Мероприятия по энергосбережению

Принятая технологическая схема установки на базе лицензионного процесса фирмы «Air Liquid» включает в себя комплекс мероприятий, направленных на рациональное использование сырья, энергетических ресурсов, оптимального, энергосберегающего, технологического процесса, оборудования, взаимоувязанных материального баланса и материальных потоков в блок – схеме предприятия с получением установленного экологического качества конечного продукта.

Длительный пробег установки перед капитальным ремонтом позволяет также снизить расход энергоресурсов.

Энергосбережение - важная задача по сохранению природных ресурсов.

К основным направлениям энергосбережения относятся:

- экономия электрической энергии;
- экономия тепла;
- экономия воды;
- экономия газа.

Проектом предусматривается комплекс мероприятий по энергосбережению, который включает следующее:

- Экономия электрической энергии, применение светильников с энергосберегающими лампами, применение электродвигателей с повышенными значениями КПД и  $\cos\phi$ , использование для обогрева трубопроводов саморегулирующих электрокабелей, которые поддерживают температуру продукта в заданном режиме и могут отключаться при повышении заданных значений температуры, сокращение длин питающих кабелей;
- Экономия тепла. Поддержание оптимального технологического режима процесса с помощью АСУТП на базе микропроцессорной техники, что позволяет исключить повышение температуры в аппарате за счет контроля подачи теплоносителя, автоматическое регулирование расхода конденсата и подачи водяного пара в теплообменное оборудование с коррекцией по температуре нагреваемого продукта на выходе из аппарата, использование узлов учета тепловой энергии, снижение тепловых потерь в окружающую среду, использование современных теплоизоляционных материалов;
- Экономия воды - использование узлов учета воды;
- Экономия газа - использование узлов учета газа.

**Таблица 3.17.1 Перечень основного технологического оборудования**

№ п/п	Наименование оборудования, материала	Кол-во Ед., шт	Назначение	Техническая характеристика
1.	HPU-C5001 H2 Product Compressor Компрессор водорода	1	повышения давления водорода до значений, требуемых на границе установки	15324 std. м <sup>3</sup> /h, 45°C 2,07 МПа(изб), 550 кВт
2.	HPU-C3002 Flue Gas Fan Вентилятор дымовых газов	1	Отсос дымовых газов	37682 std. м <sup>3</sup> /h, 154 °C -0,00409 МПа(изб), 95 кВт

3.	НРУ-С3001 Combustion Air Fan Вентилятор воздуха на горение	1	подает воздух для горения к горелкам	29568 std. м <sup>3</sup> /h, 35 °С -0,001 МПа(изб), 98 кВ
4.	НРУ-Е1101 ВВФ Cooler Охладитель БВФ	1	Охлаждение обогащенной БВФ до 35°С.	25,54 м <sup>2</sup> , 47 кВ Кожух 120 °С, 2,25 МПа(изб) Труба 120°С, 1,0 МПа(изб)
5.	НРУ-Е1102 ВВФ Fuel Vaporize Испаритель топлива БВФ	1	Испаряемая БВФ используется как топливо для выравнивания теплового баланса в нормальном режиме	8,91 м <sup>2</sup> , 205 кВ Кожух 200 °С, 1,0 МПа(изб) Труба 200 °С, 1,0 МПа(изб)
6.	НРУ-Е2001А/В Hydrogenation Interchanger Рекуперационный теплообменник блока гидрирования	2	испарение и подогрев сырья до 240°С	206,5 м <sup>2</sup> , 3278 кВ Кожух 480 °С, 4,2 МПа(изб) Труба 480 °С, 4,2 МПа(изб)
7.	НРУ-Е2002 Hydrogenation Start-up Heater Пусковой нагреватель блока гидрирования	1	испарение и подогрев сырья до 240°С во время запуска	30,16 м <sup>2</sup> , 309 кВ Т = 480 °С, 4,2 МПа(изб)
8.	НРУ-Е2004 ВВФ Feed Vaporizer Испаритель сырья БВФ	1	испарение и подогрев сырья до 360°С	45,8 м <sup>2</sup> , 1144 кВ Кожух 450 °С, 2,9 МПа(изб) Труба 450 °С, 4,2 МПа(изб)
9.	НРУ-Е3007 Process Gas Cooler Охладитель технологического газа	1	Охлаждение технологического газа до условий на входе в реактор-конвертор окиси углерода	6650 кВ Кожух 270 °С, 4,38 МПа(изб) Труба 400 °С, 2,9 МПа(изб)
10.	НРУ-Е3011АВ Start-up Interchanger Пусковой теплообменник	2	Испаряемая БВФ используется как топливо для выравнивания теплового баланса при запуске	15,32 м <sup>2</sup> , 289 кВ Кожух 360 °С, 2,5 МПа(изб) Труба 400 °С, 2,5 МПа(изб)
11.	НРУ-Е3012 Start-up Cooler Пусковой холодильник	1	Охлаждение обогащенной БВФ до 35°С во время запуска	24,4 м <sup>2</sup> , 44 кВ Кожух 120 °С, 2,5 МПа(изб) Труба 120 °С, 1,0 МПа(изб)
12.	НРУ-Е4001 ВВФ Preheater Подогреватель питательной воды	1	Нагрев питательной воды горячим газом конверсии	137 м <sup>2</sup> , 2860 кВ Кожух 270 °С, 5,4 МПа(изб) Труба 430 °С, 2,9 МПа(изб)
13.	НРУ-Е4005АВ Final Cooler Концевой холодильник	2	Охлаждение конверсионного газа до необходимых условий на входе в КЦА	44,5 м <sup>2</sup> , 385 кВ Кожух 170 °С, 2,9 МПа(изб) Труба 100 °С, 1,0 МПа(изб)
14.	НРУ-Е2003 Hydrogenation Air Cooler Воздушный холодильник блока гидрирования	1	Охлаждение сырья перед блоком гидрирования	280°С, 4,2 МПа(изб), 1446 кВ
15.	НРУ-Е4006 Shift Gas Air Cooler Воздушный холодильник конверсионного газа	1	Охлаждение конверсионного газа до температуры 60 °С	290°С, 2,9 МПа(изб), 2900 кВ
16.	НРУ-Е3001А/В Feed Superheater Перегреватель сырья	2	Нагрев предварительно реформированного газа до нужной температуры	Т= 780°С /-29°С, 3,3 МПа(изб), 2298 кВ

			перед печами риформинга	
17.	HPU-E3002 Feed Superheater Prereformer Перегреватель сырья предриформинга	1	нагрев сырья предриформинга до желаемой температуры на входе в реактор	T= 715°C/-29°C, 4,2 МПа(изб), 2113 кВт
18.	HPU-E3003 Steam Superheater Пароперегреватель	1	Перегрев пара	T= 360 °C /-29°C, 4,3 МПа(изб), 1413 кВт
19.	HPU-E3004 Combustion Air Preheater II Подогреватель воздуха на горение II	1	нагрев воздуха для горения в печи парового риформинга	T= 806 °C/-29°C, 0,01 МПа(изб), 2079 кВт
20.	HPU-E3005 Steam Generator Парогенератор	1	Генерация пара ВД	T=258°C/-46°C, 4,3 МПа(изб), 3003 кВт
21.	HPU-E3006 Combustion Air Preheater I Подогреватель воздуха на горение I	1	нагрев воздуха для горения в печи парового риформинга	T=327°C /-46°C, 0,01 МПа(изб), 1821 кВт
22.	HPU-E3009 Blow Down Cooler Охладитель продувки	1	Охлаждение питательной воды продувки	180°C, 1,0 МПа(изб), 22 кВт
23.	HPU-E5101 Deaerator Coil Змеевик деаэратора	1	Генерация сорбирующего пара для деаэрации деминерализованной воды	290°C, 2,9 МПа(изб), 1833 кВт
24.	HPU-E3008 Combustion Air Preheater III Подогреватель воздуха на горение III	1	нагрев воздуха для горения в печи парового риформинга	542 кВт, T гор.ст. = 200/- 46°C, T хол.ст. =80/-46°C, Pгор. ст=1МПа(изб), Pхол.ст=-0.01 (изб)
25.	HPU-E3010 Electrical Start-up Heater Пусковой электронагреватель	1	испарение и подогрев сырья до 240°C во время запуска	400°C, 2,5 МПа(изб), 201 кВт
26.	HPU-F5020 H2 Product Filter Фильтр водород-продукта	1	Фильтрация возможных частиц катализатора после выхода из КЦА	80°C, 2,5 МПа(изб)
27.	HPU-H3001 Steam Reformer Печь парового риформинга	1	Получение из сырья конвертированного газа	32 ТРУБКИ, 15 ГОРЕЛОК, P (трубки) = 2.75 Мпа, T (трубки) = 962°C/-29°C
28.	HPU-P1101A/B BBF Pump Насос ББФ	2	Перекачка обогащённой ББФ	8,7 м³/ч, 35°C, 0,44 МПа(изб)
29.	HPU-P2001A/B Hydrogenation Recycle Pump Рециркуляционный насос блока гидрирования	2	Перекачка сырья из рециркуляционного сепаратора блока гидрирования	30,5 м³/ч, 50°C, 3,23 МПа(изб)
30.	HPU-P1102 - BBF Catch Drum Pump Насос емкости улавливания ББФ	1	Откачка ББФ	6,8 м³/ч, 120°C, Pдифф =0,3 МПа
31.	HPU-P5101A/B Boiler Feed Water Pump Насос питательной воды	2	Откачка деаэрированной воды из деаэратора	27,2 м³/ч, 105°C, 0,15 МПа(изб)
32.	HPU-R2001 Saturation Reactor Реактор насыщения олефинов	1	Реактор насыщения олефинов	480°C, 4,2 МПа(изб) D 1,6 м, L 4,0 м, V 9,1 м³

33.	HPU-R2002 Hydrogenation Reactor Реактор гидрирования	1	Преобразование органической серы в сероводород	400°C, 4,2 МПа(изб) D 1,0 м, L 3,9 м, V 3,3 м3
34.	HPU-R2003A/B Desulphurization Reactors Реактор обессеривания	2	адсорбция сероводорода	400°C, 4,2 МПа(изб) D 1,1 м, L 5,1 м, V 5,2 м3
35.	HPU-R3001 Prereformer Reactor Реактор предриформинга	1	смесь сырья (газ/пар) реформируется в газ, богатый метаном	530°C, 4,2 МПа(изб) D 1,3 м, L 3,3 м, V 5,0 м3
36.	HPU-R4001 HT CO-Shift Reactor Реактор-конвертор окиси углерода	1	Производство дополнительного водорода	450°C, 2,9 МПа(изб) D 1,5 м, L 4,4 м, V 8,7 м3
37.	HPU-S3001 Flue Gas Stack Дымовая труба	1	Выброс дымовых газов	D 1,37 м, L 35 м T <sub>макс</sub> =200° / -46 ° C
38.	HPU-V1101 BBF Surge Drum Емкость ББФ	1	Емкость охлажденной обогащенной ББФ	120°C, 1 МПа(изб) D 1,05 м, L 5,3 м, V 4,59 м3
39.	HPU-V1102 BBF Catch Drum Емкость улавливания ББФ	1	Прием уловленного конденсата из факельного сепаратора; прием ББФ в аварийном случае	V=36,82 м3, D=2,5м, L =7,5 мм, T=267°C/-46°C, P=0.4МПа(изб)
40.	HPU-V2001 Hydrogenation Recycle Separator Рециркуляционный сепаратор блока гидрирования	1	Разделение сырья на два потока: топливо для балансировки и основной технологический поток	V=22.05 м3, D=2,2 м, L =5,8, T=160°C/-46°C, P=4,2МПа(изб)
41.	HPU-V3001 Steam Drum Паросборник	1	Сбор пара	V=12.2 м3, T=270°C/-46°C, P=4,3МПа(изб)
42.	HPU-V3002 Start-up Separator Пусковой сепаратор	1	Запуск печи парового риформинга	V=0.72 м3, D=0,6 м, L =2,45 м, T=80°C, P=2,5Па(изб)
43.	HPU-V3003 Blow Down Drum Продувочный сепаратор	1	Сбор питательной воды при продувке	V= 4 м3, D=1,325 м, L =2,93 мм, T=180°C/-46°C, P=0,4МПа[изб]/пол.вакуум
44.	HPU-V4004 Cold Condensate Separator Сепаратор холодного конденсата	1	Сбор технологического конденсата, образующийся при охлаждении конверсионного газа	170°C, 2,8 МПа(изб) D 0,8 м, L 3,9 м, V 1.96 м3
45.	HPU-V5101 Deaerator Деаэратор	1	Генерация питательной воды из технологических конденсатов, дополняемых деминерализованной водой	200°C, 0,4 МПа(изб) D 1,5 м, L 4,5 м, V 7,95м3
46.	HPU-V8001 Instrument Air Buffer Vessel Буферная емкость воздуха КИП	1	емкость воздуха КИП	80°C, 1,2 МПа(изб) D 2 м, L 8,1 м, V 25,45м3
47.	HPU-V9501 Flare KO Drum Факельный сепаратор	1	Сбор конденсата с факельных сбросов	V=20.42 м3, D (внутр)=2 м, L =6,5 м, T=267°C/-40°C, P=0,4Па(изб)

48.	HPU-V5501 Demin. Water Buffer Tank Емкость деминерализованной воды	1	Хранение деминерализованной воды	V= 144 м <sup>3</sup> , D (внутр)=5 м, L = 7,32 м, T=135°/-46° C P=0,1Мпа(изб)
49.	HPU-Y4501 Pressure Swing Adsorption Установка КЦА	1	Окончательная очистка водорода	HPU-V4501 - V4506 - Адсорберы КЦА HPU-V4507 - Емкость отходящего газа
50.	HPU-Y5101 BFW Chemical Dosing Station Установка дозирования химреагентов	1	дозирование реагентов для питательной воды	0,14 л/ч, 3,79 МПа (изб), 40°С
51.	HPU-Y5501 Demineralized Water Unit Блок деминерализованной воды	1	Обработка химически очищенной воды	14,58 м <sup>3</sup> /ч, 0,5 МПа (изб), 30°С
52.	HPU-Y3001 Waste Heat Recovery System Установка рекуперации тепла	1	Включает в себя теплообменное оборудование: HPU-E3001A/B, HPU-E3002, HPU-E3004, HPU-E3003, HPU-E3006, HPU-E3005	Технические характеристики см. в графе указанного оборудования

### Потребление энергоресурсов

Наименование	Количество
Сырье, т/ч	4,38
Топливный газ, т/ч	
Потребление электроэнергии, кВт*ч	2092,82
Охлаждающая вода, м <sup>3</sup> /ч	210
Деминерализованная вода, т/ч	21
Пар потребление, т/ч	4,2
Выработка водорода в час, нм <sup>3</sup> /ч (ст.м <sup>3</sup> /ч)	12500 (13415)
Воздух технический ст. м <sup>3</sup> /ч	10 (в нормальном режиме потребление отсутствует)
Воздух КИП, ст. м <sup>3</sup> /ч	690
Азот ст. м <sup>3</sup> /ч	2500

#### Примечания

1. Циркуляция азота через водородный компрессор HPU-C5001 составляет 3507 ст.м<sup>3</sup>/ч.
2. Для продувки факельных линий требуется примерно 50–100 ст.м<sup>3</sup>/ч азота.
3. Для испытания КЦА на утечку требуется примерно 4300 ст.м<sup>3</sup> азота. Для техобслуживания потребуется около 3220 ст.м<sup>3</sup> азота.

### 3.18 Внутриплощадочные коммуникации

Способ прокладки трубопроводов определен из условий наименьшей протяженности, использования возможностей их самокомпенсации, удобства обслуживания и полного освобождения продукта перед ремонтом.

Трубопроводы запроектированы в соответствии с действующими нормами и правилами Республики Казахстан.

Все безнапорные технологические трубопроводы проложены надземно на низких опорах. Все напорные трубопроводы проложены на высоких опорах, в местах пересечения с проездами и автодорогами их прокладка выполнена на отметках не менее 5 м от покрытия проездов и дорог, а в местах проходов – не менее 2,2 м от покрытия. Факельные трубопроводы - только на высоких опорах, дренажные – только на низких опорах или в непроходных каналах.

В высших точках трубопроводов предусматривается установка воздушников, а в низших – дренажников. Освобождение трубопроводов от продуктов перед ремонтом предусмотрено в дренажные емкости. Коллекторы факельных трубопроводов проложены с постоянным уклоном в сторону факельного сепаратора.

Защита наружной поверхности трубопроводов от коррозии предусмотрена защитными красками и лаками при подземной прокладке и усиленной гидроизоляцией при прокладке в каналах.

Для возможности продувки и дренажа трубопроводов предусматривается подключение к трубопроводам воздуха, азота, технической воды, пара.

Для защиты трубопроводов от статического электричества, вторичных проявлений молний и от заноса высоких потенциалов предусмотрено заземление.

Все трубопроводы после окончания монтажа подлежат испытанию на прочность и плотность гидравлическим или пневматическим способом, а трубопроводы групп А, Ба, Бб и вакуумные трубопроводы, также дополнительному пневматическому испытанию на герметичность с определением падения давления во время испытания.

На технологических трубопроводах, транспортирующих вещества групп А, Ба, Бб предусматривается трубопроводная арматура с герметичностью затворов класса А. На трубопроводах, транспортирующих вещества группы Бв, предусматривается арматура с герметичностью затворов класса В, а на трубопроводах воды, воздуха и азота – класса С, согласно «Инструкции по безопасности при эксплуатации технологических трубопроводов, утвержденные Приказом Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан от 27 июля 2021 года № 359;

Инструкции по безопасности при производстве и потреблении продуктов разделения воздуха, утвержденные Приказом Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан от 18 июня 2021 года № 294. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 26 июня 2021 года № 23190;

Требований по безопасности объектов систем газоснабжения Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан от 9 октября 2017 года № 673. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 13 ноября 2017 года № 15986;

Правил обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов в нефтехимической, нефтеперерабатывающей отраслях, нефтебаз и автозаправочных станций, утвержденные Приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года № 342. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 13 февраля 2015 года № 10256.

На площадке предусмотрены эстакады для прокладки труб и кабелей. Ширина внутрисплощадочной эстакады составляет 5,4 м. На эстакаде предусмотрено три яруса для прокладки трубопроводов на отметках +3,000, +4,500 и кабельный ярус на отметке +6,000. На эстакаде предусмотрены маршевые лестницы и площадки для обслуживания арматуры. Вдоль эстакады на каждом ярусе имеется проходной мостик. На всех трубопроводах, на границе секции, предусмотрена отключающая арматура.

### 3.19 Тепловая изоляция

Для предотвращения теплопотерь и защиты обслуживающего персонала от ожогов предусмотрена изоляция трубопроводов и аппаратов в соответствии с требованиями ОСТ РК 7.20.03-2005 и МСН 4.02-03-2004.

Расчет толщины тепловой изоляции производится в каждом отдельном случае в зависимости от требований технологического процесса:

- соблюдение норм плотности теплового потока;
- защита персонала от ожогов.

Теплоизоляционные материалы и их толщины определяются на основе рабочей температуры, заданной в проектной документации.

При выборе материалов основного теплоизоляционного слоя, креплений тепловой изоляции, металлического покрытия учитывается: негорючесть; исключение при эксплуатации возможность выделения вредных, пожароопасных и взрывоопасных, неприятно пахнущих веществ в количестве, превышающем предельно допустимые концентрации.

На оборудовании с Ду 500 мм и более на заводе-изготовителе предусматривается приварка деталей, с помощью которых будет производиться монтаж тепловой изоляции. На оборудовании, где приварка к стенкам изолируемых объектов не допускается, предусматриваются съемные кольца, к которым приварены крепления для установки тепловой изоляции. На вертикальных участках оборудования и трубопроводов устанавливаются разгрузочные устройства.

Расстояние между изолируемыми поверхностями смежных трубопроводов, а также между изолируемой поверхностью трубопровода/аппарата и стеной ограждения должно быть таким, чтобы оно обеспечивало свободный доступ при выполнении изоляционных работ, как при монтаже, так и при ремонте.

Для фланцевой арматуры, фланцевых соединений, приборов КиА, насосов, а также для мест контроля измерения толщины стенки изолируемых объектов предусматривается съемная теплоизоляционная конструкция.

### 3.20 Механизация трудоемких и ремонтных работ

В разделе проекта «Механизация трудоемких и ремонтных работ» предусматриваются механизмы с применением крупно узлового централизованного метода ремонта, при котором на установке производится только монтаж-демонтаж оборудования и узлов, а разборка-ремонт-сборка в ремонтном цехе предприятия.

Трудоемкими процессами являются демонтаж оборудования и ремонтные процессы. В процессе нормальной эксплуатации трудоемкие работы отсутствуют.

В соответствии с ГОСТ 12.3.009-76 «ССТБ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности» для проведения монтажных и ремонтных работ на наружной установке предусматривается использование передвижного подъемно-транспортного оборудования и средств малой механизации.

Механизированный способ монтажно-демонтажных работ обязателен для любого оборудования весом более 50 кг. При массе грузов свыше 500 кг предусматриваются стационарные подвесные грузоподъемные механизмы, обеспечивающие перемещение грузов по вертикали и по горизонтали к монтажным проемам или к местам подъезда грузового транспорта. Если агрегат имеет массу более 5000 кг, грузоподъемность механизмов определяется из необходимости подъема наиболее тяжелой части или узла агрегата. При массе агрегата менее 5000 кг грузоподъемное оборудование обеспечивает подъем целого агрегата.

Для осуществления процесса механизации ремонтных работ Установки производства водорода предусматриваются электрическое подъемно-транспортное оборудование.

### **3.21 Решения по организации ремонтного хозяйства**

Установка производства водорода оснащена различными стационарными средствами механизации, как с ручным, так и с электрическим приводом (тали, подвесные краны). Для проезда и работы подъемно-транспортных средств предусмотрены монтажные проезды и площадки с бетонным покрытием. Перемещение демонтируемой и ремонтируемой арматуры, трубопроводов и оборудования вне зоны действия кранов производится с помощью ручных талей и при необходимости передвижной грузоподъемной техникой.

Проведение средних и капитальных ремонтов технологического оборудования, электротехнического оборудования, оборудования КИПиА и других ремонтов осуществляется в специально оборудованных ремонтно-механических и ремонтно-механической базе завода.

### **3.22 Число рабочих мест и их оснащенность**

Общее административное и техническое руководство УПВ будет осуществлять административно-управленческий и инженерно-технический персонал структурных подразделений ТОО «ЭЛМТГ», в частности – начальник смены (оперативное руководство в течение смены). Непосредственное руководство возлагается на начальника и механика установки.

Режим работы установки – непрерывный. Для организации обслуживания оборудования проектируемого объекта, контроля и управления технологическим процессом предусматривается оперативный линейный персонал, работающий посменно (функция эксплуатации).

Наибольшее количество людей в смену 4 человека производственный персонал и 2 человека ИТР.

В соответствии с действующим трудовым законодательством Республики Казахстан работа персонала рабочих профессий, который ее обслуживает, может быть организована с использованием двухсменного пятибригадного графика, с продолжительностью рабочей смены 12 часов (36 часовая рабочая неделя).

Начальник и механик установки будут работать в дневную смену, при пятидневной рабочей неделе (40 часовая рабочая неделя), с двумя выходными днями в субботу и воскресенье.

Явочная численность отражает численность персонала, необходимого для обслуживания всех организуемых рабочих мест в течение рабочей смены. Проектная численность персонала представлена в таблице.

**Таблица 3.22.1 - Проектная численность персонала**

Наименование профессий и должностей	Категория трудящихся, разряд	Численность, чел.		Группа произв. процессов
		явочно в смену	списочно	
<b>ИТР (руководители, специалисты)</b>				
Начальник установки	руководитель	1	1	3а
Механик установки	специалист	1	1	3а
ИТОГО		2	2	
<b>Основной производственный персонал, рабочие</b>				
Оператор технологических установок (ПУ*)	раб., 6	1	5	3б
Оператор технологических установок	раб., 5	1	5	3б
Оператор технологических установок	раб., 4	1	5	3б
Машинист технологических насосов	раб., 5	1	5	3б
ИТОГО		4	20	
<b>Подмена</b>				
Основные рабочие	раб		3	3б
ИТОГО основные рабочие (с учетом подмены)		4	23	
ИТОГО по установке		6	25	
*ПУ – пульт управления (АРМ оператора) в центральном пункте управления Предполагается, что один из операторов технологических установок 5 разряда должен быть обучен, аттестован, иметь допуск на выполнение обязанностей оператора (оператора технических установок 6 разряда на ПУ), т.е. способен заменить его в случае необходимости; Учитывается подменный персонал в период отпусков (основной, дополнительный), дней болезни и прочих не выходов; Группа производственных процессов «3б» предусмотрена для персонала руководителей, специалистов и операторов технологических установок 6 разряда с учетом их периодического выхода на площадку технологического объекта; Данные по группе производственных процессов по санитарным характеристикам представлены в соответствии с нормативным документом СН РК 3.02-08-2013 и СП РК 3.02-108-2013 «Административные и бытовые здания»				

### 3.23 Охрана труда и техника безопасности

По классификации взрывоопасных производств технологическая Установка Производства Водорода относится к категории В-1г, т.е. к наружным установкам, содержащим ГГ и ЛВЖ. Общая характеристика установки по взрывопожароопасности показана в таблице.

**Таблица 3.23.1 Общая характеристика установки по взрывопожароопасности**

Участок	Наименование здания, сооружения, наружной установки	Технический регламент «Общие требования к пожарной безопасности» Утвержден постановлением Правительства Республики Казахстан от 28 июня 2019 года № 598	Класс зоны взрывной и пожарной опасности по ПУЭ	Категория и группа взрывоопасных смесей по ПУЭ
	Установка Производства Водорода	Ан	В-1г	IIА-Т1
15	Технологическая насосная, реакторы, емкость улавливания ББФ	Ан	В-1г	IIА-Т1
26	Межсекционная трубная эстакада PR-1.1, PR-1.2, Воздушный холодильник конверсионного газа, Воздушный холодильник блока гидрирования	Ан	В-1г	IIС-Т1
30	Площадка риформинга	Ан	В-1г	IIС-Т1
45	Площадка блока КЦА, Трубопроводная эстакада PR-3	Ан	В-1г	IIС-Т1
50	Здание компрессорной	А	В-1а	IIС-Т1
51	Здание водоподготовки	В	В-IIа	IIА-Т3
95	Площадка факельного сепаратора	Ан	В-1г	IIС-Т1

Основными физически опасными и вредными производственными факторами, которые могут привести к пожару, взрыву и отравлению обслуживающего персонала являются:

- возникновение пожара и возможность взрыва при разгерметизации фланцевых соединений трубопроводов и аппаратов, торцовых уплотнений на насосах;
- возможная загазованность воздуха рабочей зоны;
- попадание человека в зону газообразного азота (емкости, колодцы, заглубленные места) вызывает удушье и смерть от недостатка кислорода;
- повышенный уровень статического электричества вследствие транспортировки нефтепродуктов, обладающих способностью накапливать в системах заряды статического электричества;
- поражение электрическим током в случае выхода из строя заземления токоведущих частей или пробоя электроизоляции;
- повышенный уровень шума на рабочих местах;
- движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования.

Наличие аппаратов, работающих при высоких давлениях и температурах, содержащих при этом большое количество продуктов в газо- и парообразном состоянии или в жидком состоянии под давлением и с температурой выше начала кипения, создаёт опасность загазованности территории с возможностью последующего взрыва, загорания или отравления обслуживающего персонала.

Наиболее опасными местами являются:

- блоки колонн;
- блок емкостей;
- блоки насосных/компрессорных агрегатов;
- печь, а в самой печи – горелочный фронт, трубы змеевиков и фланцевые соединения;
- места отбора проб для лабораторных анализов;
- все приемки промышленной канализации, где возможны скопления паров углеводородных газов.

Основными причинами, способными привести к аварии, являются следующие факторы:

- отступление от норм установленного технологического режима эксплуатации;
- разгерметизация фланцев трубопроводов или аппаратов с нефтепродуктами и создание на площадке комплекса загазованности любой степени, включая локальные очаги;
- прекращение подачи на комплекс электроэнергии, воздуха КИПиА, технологического воздуха, водяного пара, азота, топлива;
- неисправность средств сигнализации и блокировки технологического процесса;
- несоблюдение персоналом инструкций по охране труда, промышленной безопасности и противопожарных правил;
- аварийная остановка какого-либо оборудования в результате его поломки или по другим причинам.

Основные мероприятия, обеспечивающие безопасное ведение технологического процесса, предотвращающие возникновения аварий, снижающие вредное воздействие веществ, образующихся в процессе производства, следующие:

- технологический процесс организован в соответствии с нормами технологического проектирования, технологическими инструкциями, утвержденными в установленном порядке;
- выбрано соответствующее оборудование, не допускающее выброс вредных веществ в воздух рабочей зоны при нормальном ведении технологического процесса;
- организован контроль над содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны и санитарно-защитной зоны, установлены датчики взрывных концентраций с необходимыми блокировками;
- выполнено заземление оборудования и коммуникаций от воздействия статического электричества, молниезащита;
- предусмотрено рабочее и аварийное освещение;
- выбор машинного оборудования производится из условия, чтобы уровни звукового давления на рабочих местах не превышали допустимого значения по ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности»;
- рациональная планировка промышленной площади, зданий, помещений.

В рамках рабочего проекта на всех технологических установках предусмотрена система управления технологическим процессом, которая включает в себя:

- систему контроля, управления и сигнализации, далее называемую распределённой системой управления (PCY);
- систему противоаварийной автоматической защиты (SIS).

Системой управления предусматривается контроль и регулирование всех технологических процессов. Предусмотрены необходимые автоматические блокировки для защиты оборудования, исключающие возникновение аварийной ситуации при нарушении основных параметров процесса. А также при внеплановом отключении подачи сырья, топлива, электроэнергии или воздуха КИПиА на установки.

Кроме блокировок предусмотрена сигнализация параметров, характеризующих безопасное ведение процесса. Вся технологическая система оснащается средствами контроля и управления параметрами, значения которых определяют взрывоопасность процесса, с регистрацией показаний и предварительной и предупредительной сигнализацией их значений, а также средствами автоматического регулирования и противоаварийной защиты.

Для технологических блоков I категории взрывоопасности согласно с «Требованиями промышленной безопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (утверждены приказом Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года № 342) предусмотрены автоматические быстродействующие отсекающие устройства с временем срабатывания не более 12 секунд. Для технологических блоков II и III категории взрывоопасности предусмотрены отсекающие устройства с дистанционным управлением и временем срабатывания не более 120 секунд.

В аппаратах и емкостях, предназначенных для разделения горючих газов и жидкостей, предусматриваются средства автоматического контроля и регулирования уровня раздела фаз.

Емкостная аппаратура с легковоспламеняющейся жидкостью оснащаются двумя измерителями уровня. Сигнализация предельного верхнего уровня осуществляется от двух измерителей уровня.

Предусматривается дистанционное отключение насосов, перекачивающих горючие продукты и размещенные под этажерками. Насосы, перекачивающие легковоспламеняющиеся и горючие жидкости оснащаются блокировками, исключающими их пуск и прекращающими работу насосов при отсутствии в корпусе перемещаемой жидкости.

Для нагнетания и перекачки ЛВЖ применяются герметичные центробежные насосы и центробежные насосы с двойным торцевым уплотнением типа «тандем». Насосы с двойным торцевым уплотнением оснащаются системой контроля и сигнализации утечки уплотняющей жидкости, а также блокировкой при обнаружении опасной разгерметизации уплотнения.

Воздух КИП поставляется от границ проектирования в буферную емкость воздуха КИП НРУ-V8001, из которой он направляется необходимому оборудованию и в распределительные коллекторы. В случае потери источника воздуха КИП поставляемого на границе проектирования, буферный резервуар воздуха КИП рассчитан на один час непрерывной работы плюс один аварийный останов установки.

Всё емкостное технологическое оборудование соответствует «Правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением». Расчетные давления всех аппаратов и блоков приняты с учетом рабочих условий и характеристик среды.

Для защиты аппаратуры от превышения давления предусмотрены предохранительные клапаны, защищающие отдельные аппараты, трубопроводы или группы аппаратов. Число предохранительных клапанов, их размеры и пропускная способность приняты по расчету согласно требованиям ГОСТ 12.2.085-2017.

Сбросы горючих газов и паров от предохранительных клапанов осуществляются в факельную систему (кроме чистого водорода), сбросы инертных газов и водяного пара допускается производить в атмосферу.

Установочные давления предохранительных клапанов приняты равными расчетным давлениям аппаратов с учетом противодействия в той системе, в которую направляется сброс от предохранительных клапанов.

Трубчатые печи, в которых процесс нагрева продуктов ведется с применением открытого огня, являются одним из наиболее опасных видов сооружений. Для повышения безопасности эксплуатация трубчатых печей в них предусмотрена установка пилотных горелок с индивидуальной системой газоснабжения и стационарным или переносным запальным устройством.

Для предотвращения образования взрывоопасных смесей в блоках печей предусмотрены следующие мероприятия:

- для снижения выбросов взрывоопасных веществ в атмосферу и рабочую зону на трубопроводах подвода топливного газа к печи устанавливаются автоматические клапаны-отсекатели с временем срабатывания не более 12 секунд;
- печи оснащены сигнализациями и блокировками, контролирующими снижение давления топливного газа перед горелками ниже заданных значений, а также уменьшение подачи сырья в змеевики ниже допустимых пределов. При срабатывании блокировок прекращается подача топлива к печам;
- предусмотрена сигнализация и блокировка по значительному повышению температуры дымовых газов на выходе из радиантных камер печей (что свидетельствует о прогаре труб), при этом автоматически прекращается подача топлива к горелкам печи и подается пар в объем этой печи. Прекращается подача продукта в змеевик и в него подается водяной пар;
- предусмотрена сигнализация по повышению давления топливного газа перед горелками печей выше допустимого и по понижению разрежения дымовых газов в топках печей;
- для обеспечения необходимых параметров топлива предусмотрен узел подготовки газообразного топлива (фильтрация, подогрев, обеспечение давления);
- для изоляции открытого огня горелок от взрывоопасной газовой среды в случае аварии на установке вокруг печей предусмотрена паровая завеса, включаемая дистанционно с предупреждающим звуковым сигналом;
- для продувки системы подачи топлива к горелкам предусмотрены продувочные трубопроводы инертного газа с отключающими устройствами и штуцерами для отбора проб.

Расположение трубопроводов, коммуникаций, расстояния между ними приняты в соответствии с СТ ГУ 153-39-086-2006 «Инструкция по проектированию технологических стальных трубопроводов Ру до 10 МПа» и согласно Инструкции по безопасности при эксплуатации технологических трубопроводов, утвержденные Приказом Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан от 27 июля 2021 года № 359;

Инструкции по безопасности при производстве и потреблении продуктов разделения воздуха, утвержденные Приказом Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан от 18 июня 2021 года № 294. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 26 июня 2021 года № 23190;

Требований по безопасности объектов систем газоснабжения Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан от 9 октября 2017 года № 673. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 13 ноября 2017 года № 15986;

Правил обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов в нефтехимической, нефтеперерабатывающей отраслях, нефтебаз и автозаправочных станций, утвержденные Приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года № 342. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 13 февраля 2015 года № 10256;

В соответствии с «Требованиями к установке сигнализаторов и газоанализаторов» предусмотрены стационарные автоматические сигнализаторы дозрывных концентраций на открытых площадках и в помещениях.

С учетом взрывоопасности перерабатываемых веществ исполнение всего электрооборудования принято в соответствии с требованиями ПУЭ («Правила устройства электроустановок»).

Все элементы системы управления и ПАЗ, задействованные в безаварийной остановке установок, запитываются в том числе и от третьего, независимого источника питания (UPS относятся к электроприёмникам особой группы I категории надёжности).

В случае отключения электроэнергии или прекращения подачи сжатого воздуха для питания систем контроля и управления, система противоаварийной защиты (SIS) обеспечивают перевод технологического объекта в безопасное состояние.

Все трубопроводы, аппараты и оборудование, размещенные на наружной площадке и имеющие в зонах обслуживания температуру наружных поверхностей выше 600°C, и они же внутри помещения с температурой наружных поверхностей выше 450°C, теплоизолируются для защиты обслуживающего персонала от ожогов.

Для учета расхода сырья, товарного продукта и вспомогательных средств (пар, азот, воздух КИП и др.) технологические и вспомогательные сети оснащены контрольно-измерительными приборами на границе секций.

Для предотвращения возникновения аварийных ситуаций отбор проб из оборудования и трубопроводов осуществляется только через специально предназначенные для этого пробоотборники.

Предусмотрены необходимые мероприятия по молниезащите, защите от статического электричества, заземлению и занулению.

Для помещений с периодическим пребыванием персонала и для наружных этажерок предусмотрены не менее двух эвакуационных выходов, располагающихся с противоположных сторон.

Лестничные марши с наружных этажерок и колонной аппаратуры на нулевых отметках выведены за пределы периметральной отбортовки и оснащены защитными огнезащитными экранами по всей высоте.

Каждый объект оснащен стационарными средствами механизации (ручные тали и подвесные краны). Для проезда и работы подъемно-транспортных средств предусмотрены монтажные проезды и площадки с бетонным покрытием. Перемещение демонтированной арматуры и оборудования вне зоны действия кранов производится с помощью ручных талей и тележек.

В электропомещениях и контроллерных предусмотрена подача приточного воздуха в объемах, необходимых для создания подпора воздуха, предотвращающего затекание в них взрывоопасных газов и паров с окружающей территории.

Вертикальная планировка площадок решена с учетом сбора поверхностных вод в дождеприёмные колодцы отвода их через гидрозатворы в производственную канализацию предприятия.

Предусматривается приемок загрязненных сточных вод для сбора пролива с отбортованной поверхности под оборудованием, содержащим жидкую ББФ. Проба жидкости будет проанализирована перед отправкой в промливневую канализацию. В случае любого загрязнения сточные воды будут направлены в коллектор загрязненных сточных вод.

Для предотвращения несчастных случаев, заболеваний и отравлений, связанных с производственными процессами весь обслуживающий персонал обеспечивается индивидуальными средствами защиты, включающими в себя спецодежду из хлопчатобумажной ткани (куртки, брюки), кожаные ботинки, перчатки, защитные каски, диэлектрические галоши для машинистов, резиновые перчатки, резиновые фартуки и защитные очки при работе с едкими щелочами и кислотами.

Персонал технологических установок должен обеспечиваться индивидуальными фильтрующими противогазами типа «ДОТ-600». В аварийных случаях применяются кислородно-изолирующие приборы типа «Драгер».

Для проведения работ внутри емкостей и аппаратов, в траншеях, колодцах и при выполнении других видов работ в среде с недостаточным содержанием кислорода, предусмотрено применение шланговых противогазов «ПШ-1» и «ПШ-2».

Предусматривается полная укомплектованность установок аварийным запасом фильтрующих противогазов, медицинских аптечек, шланговых противогазов с комплектами масок, спасательных поясов и веревок для работы в загазованных зонах и при ремонтных работах.

Мероприятия по охране труда, промышленной безопасности и противопожарной безопасности разработаны с учетом требований действующих нормативных документов.

Эксплуатация технологического оборудования, трубопроводной арматуры и трубопроводов, выработавших установленный срок эксплуатации, допускается только после получения технического заключения о возможности его дальнейшей работы и получения на это разрешения в установленном порядке.

В процессе эксплуатации оборудования на всех стадиях должно быть обеспечено строгое соблюдение графиков его осмотра, ремонта и технического освидетельствования в соответствии с Положением о планово-предупредительном ремонте, действующим на предприятии, а также в соответствии с нормами, установленными нормативными документами.

Обслуживающий персонал должен строго соблюдать инструкции по охране труда, промышленной безопасности, пожарной и газовой безопасности, выдерживать параметры технологического процесса, контролировать работу оборудования и арматуры во избежание появления загазованности, отравлений и взрывов. В аварийных ситуациях обслуживающий персонал должен действовать согласно плану локализации аварийных ситуаций (ПЛАС), откорректированному с учетом модернизации.

Работа по контролю за безопасностью ТОО «ЭЛМТГ» организована в соответствии с «Системой управления охраны труда» (СУОТ).

### 3.24 Катализаторы и адсорбенты

Потребность установки производства водорода в катализаторах и адсорбентах приведена в таблице

#### 3.24.1 Потребность в катализаторах и адсорбентах.

Оборудование	Количество	Наименование	Тип катализатора, состав		Объем, м3	Масса, кг	Плотность катализатора, кг/м3	Срок эксплуатации
R2001	1	Реактор насыщения	NiMo	Никель молибденовый	5.43	4018.2	740	3 года
R2002	1	Реактор гидрирования	NiMo	Никель молибденовый	2.04	1224	600	3 года
R2003A/B	2	Реактор обессеривания	ZnO	Оксид цинка	3.61	4873.5	1350	1 год
R3001	1	Реактор предриформинга	Ni/MgO /Si	Никель на основе магнезия и двуоксида кремния	2.66	3644.2	1370	3 года
R4001	1	Реактор-конвертер окиси углерода	Fe /Cr/Cu	Медь - Хромсодержащий на основе железа	5.478	6573.6	1200	3 года
H3001	1	Печь парового риформинга	Ni on Ca	Никель на основе кальциево-алюминатной подложке	5.3		-	6 лет
Y4501	6	Блок КЦА, в комплекте с 6 адсорберами с катализаторами		Активированная окись алюминия	3,7 тонн	3735		5 лет
				Активированный уголь	33 тонн	33013		
				Молекулярный фильтр	27 тонн	27125		
				Подложка под адсорбенты (инертные шары 1")	11,5 тонн	11535		

Указанные в таблице 3.24.1, а также в документе 10140-00-TX-8001.CO / 24.729.000.04-K-TX.CO объемы катализаторов и адсорбентов являются количеством для первичной загрузки.

### 3.25 Технологические трубопроводы

Внутрицеховые технологические трубопроводы проложены на трубопроводной эстакаде, дренажные технологические трубопроводы в ж/б каналах в грунте. Обвязочные трубопроводы проложены на отдельно стоящих опорах.

Категории трубопроводов определены по ГОСТ 32569-2013. Методы и объем контроля качества сварных стыков приняты по СП РК 3.05-103-2014.

В проекте приняты трубы по ASME B36.10M и ASME B36.19M. Марки стали приняты по ASTM в зависимости от перекачиваемой среды:

- углеводороды алифатические, газообразный водород, водяной перегретый пар низкого/среднего/высокого давления, водяной пар высокого давления насыщенный, водяной конденсат среднего давления, сжиженный углеводородный газ с водородосодержащим газом (температура до +370 °С), обратная охлаждающая вода, теплофикационная вода, азот технический, топливный газ, котловая питательная вода высокого/низкого давления, конверсионный газ (температура до +370 °С), отходящий газ от КЦА, химически очищенная вода, воздух технический - низколегированная сталь

- для воздуха КИП, деминерализованной воды, раствор форфата, конверсионный газ, технологический конденсат, деминерализованная вода – нержавеющая сталь SS304/304L

- сжиженный углеводородный газ с водородосодержащим газом (температура выше +370 °С), конверсионный газ (температура выше +370 °С), сырьевой газ пререформера, сырьевой газ реформера, синтез-газ – жаропрочная хромомолибденовая сталь P11 (1 1/4Cr – 1/2Mo)

Величина гидравлического испытания трубопроводов составляет  $1,5 \cdot P_{\text{расч}}$  при расчетном давлении до 0,5 МПа, но не менее 0,2 МПа, и  $1,25 \cdot P_{\text{расч}}$  при расчетном давлении свыше 0,5 МПа, но не менее 0,8 МПа.

Трубопроводы, содержащие группы сред А, Б(а), Б(б), помимо обычных испытаний на прочность и плотность, подвергаются дополнительному пневматическому испытанию на герметичность с определением падения давления во время испытания.

Опознавательная окраска трубопроводов соответствует ГОСТ 14202-69.

## 4 АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ

### 4.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Конструктивная часть проектируемого комплекса объектов в рамках рабочего проекта «Разработка и адаптация стадии РП "Строительство установки производства водорода на территории ТОО «ПНХЗ» разработана на основании требований строительных норм и строительных норм и правил, в том числе:

- СП РК 2.04-01-2017 «Строительная климатология»;
- СН РК 2.02-01-2023 "Пожарная безопасность зданий и сооружений";
- СП РК 2.02-101-2022 "Пожарная безопасность зданий и сооружений";
- СН РК 3.02-28-2011 “Сооружения промышленных предприятий”;
- СП РК 3.02-128-2012 “Сооружения промышленных предприятий”;
- СП РК 3.02-127-2013 “Производственные здания” ;
- СН РК 3.02-27-2019 “Производственные здания” ;
- СН РК 1.03-05-2011 “Охрана труда и техника безопасности в строительстве”;
- СП РК 1.03-106-2011 “Охрана труда и техника безопасности в строительстве”;
- Технический регламент «Общие требования к пожарной безопасности» приказ Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан от 17 августа 2021 года № 405
- НТП РК 02-01-1.1-2011 «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых бетонов без предварительного напряжения арматуры»;
- СН РК EN 1992-1-1:2004/2011 «Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» с Национальным приложением;
- СП РК EN 1993-1-1:2005/2011 «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».

### 4.2 ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Площадка строительства размещается в г. Павлодар, на территории действующей «ПНХЗ» Республика Казахстан и характеризуется следующими природными условиями.

Расчетные параметры наружного воздуха приняты:

Климатический район строительства	IIIА
Средняя температура наиболее холодной пятидневки	минус 34,6°С
Вес снегового покрова для II -го географического района	1,2 кПа;
Скоростной напор ветра для IV-го географического района	0,77 кПа
Расчетная глубина промерзания - 2,5м;	
Сейсмичность - района строительства не сейсмичный.	

#### 4.2.1 Участок 50

Здание компрессорной станции (SS-2), отапливаемое, прямоугольной формы, размерами в осях 12.8 x 17.6 м. Здание одноэтажное, высота до конька - 10.920 м.

К зданию компрессорной примыкает пристройка - помещение вентиляционной камеры с размерами 4.5 x 6.3м.

Конструктивная схема здания - рамно-связевая, состоящая из металлических колонн, металлических балок, распорок и связей.

Подземная часть цоколя здания ( монолитный железобетон) по периметру утеплена экструдированным пенополистиролом, толщ. 50 мм.

Наружные стены выше отм. EL 100.200 до отм. EL+100.600 из монолитного бетона толщина 200, с верхним железобетонным поясом, с утеплением минераловатными плитами, толщиной 50 мм.

Наружные стены выше отм. EL+100.600 - стеновые сэндвич-панели, толщ. 100 мм, вертикальной раскладки по стальному стеновому фахверку.

Покрытие здания - кровельные сэндвич-панели, толщиной 150 мм по стальным прогонам.

Утеплитель стеновых и кровельных сэндвич-панелей - минераловатные плиты на базальтовой основе.

Крыша здания - двускатная с уклоном 10,0%, бесчердачная неветилируемая.

Способ водоотвода с кровли - наружный организованный водосток, посредством водосборных желобов, воронок и водосточных труб.

Предусмотрен электрообогрев водосборных желобов и водосточных труб.

Ворота - металлические, распашные, утепленные.

Полы - по грунту, монолитная железобетонная плита основания с отвердителем поверхности бетона;

В вентиляционной камере в качестве финишного покрытия применена керамическая плитка с нескользящим покрытием.

Внутренняя отделка стеновых и кровельных панелей - оцинкованный лист - окрашенный защитно- декоративным полимерным покрытием в заводских условиях. Цвет - светло-серый (RAL 9002). Часть стены (цоколь) - штукатурка - 15 мм, грунтовка, окраска вододispersионной краской за 2 раза, Цвет - светло-серый (RAL 9002)

Пандусы, крыльца - монолитные железобетонные.

По периметру здания предусмотрена железобетонная отмостка шириной 1,0 м.

Категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности - А

Степень огнестойкости - II.

Класс конструктивной пожарной опасности - C0.

Класс здания по функциональной пожарной опасности - Ф 5.1.

Класс пожарной опасности строительных конструкций - K0 (непожароопасные).

Уровень ответственности здания - II

Расчетный срок службы здания - не менее 50 лет.

Согласно СН РК 3.02-27-2023 "Производственные здания". Требуемая расчетная площадь легкобрасываемых конструкций в здании (для помещений категорий А) - 134 м<sup>2</sup>

В качестве легкобрасываемых конструкций используются сэндвич панели на стенах, с применением сдвигоустойчивых и легко сбрасываемых соединений на демпферных креплениях.

Для достижения II степени огнестойкости, металлические конструкции должны быть покрыты огнезащитным составом (толщину и марку см. чертежи КМ), пределы огнестойкости:

Колонны – 120 мин.

Балки - 45 мин

Элементы покрытий -15 мин

Наружные стены -15 мин.

Согласно технологической части проекта постоянные рабочие места в данном здании отсутствуют.

#### 4.2.2 Участок 51

Здание подготовки воды (SS-3), отапливаемое, прямоугольной формы с размерами в осях 15.0 x 28.5 м.

Здание одноэтажное, высота до конька - 7.0 м. В здании расположено одно помещение - помещение подготовки воды.

Конструктивная схема здания - рамно-связевая, состоящая из металлических колонн, металлических балок, распорок и связей.

Подземная часть цоколя здания (монолитный железобетон) по периметру утеплена экструдированным пенополистиролом, толщ. 50 мм.

Наружные стены выше отм. EL 100.200 до отм. EL+100.600 из монолитного бетона толщина 200 мм, с верхним железобетонным поясом, с утеплением минераловатными плитами, толщиной 50 мм.

Наружные стены выше отм. EL+100.600 - стеновые сэндвич-панели, толщ. 100 мм, вертикальной раскладки по стальному стеновому фахверку.

Покрытие здания - кровельные сэндвич-панели, толщиной 150 мм по стальным прогонам.

Утеплитель стеновых и кровельных сэндвич-панелей - минераловатные плиты на базальтовой основе.

Крыша здания - двускатная с уклоном 10,0%, бесчердачная невентилируемая.

Способ водоотвода с кровли - наружный организованный водосток, посредством водосборных желобов, воронок и водосточных труб.

Предусмотрен электрообогрев водосборных желобов и водосточных труб.

Ворота - металлические, распашные, утепленные.

Полы - по грунту, монолитная железобетонная плита основания с отвердителем поверхности бетона;

Внутренняя отделка стеновых и кровельных панелей - оцинкованный лист - окрашенный защитно- декоративным полимерным покрытием в заводских условиях. Цвет - светло-серый

(RAL 9002). Часть стены (цоколь) - штукатурка - 15 мм, грунтовка, окраска вододисперсионной краской за 2 раза, Цвет - светло-серый (RAL 9002)

Пандусы, крыльца - монолитные железобетонные.

По периметру здания предусмотрена железобетонная отмостка шириной 1,0 м.

Категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности - Д

Степень огнестойкости - II.

Класс конструктивной пожарной опасности - С0.

Класс здания по функциональной пожарной опасности - Ф 5.1.

Класс пожарной опасности строительных конструкций - К0 (непожароопасные).

Уровень ответственности здания - II

Расчетный срок службы здания - не менее 50 лет.

## 5 КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

### 5.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Конструктивная часть проектируемого комплекса объектов в рамках рабочего проекта «"Строительство установки производства водорода на территории ТОО "ПНХЗ"» разработана на основании требований строительных норм и строительных норм и правил, в том числе:

- СП РК 2.04-01-2017 «Строительная климатология»;
- СП РК EN 1991-1-1:2002/2011 «Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-1. Собственный вес, постоянные и временные нагрузки на здания»;
- СП РК EN 1991-1-3:2004/2011 «Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки»;
- СП РК EN 1991-1-4:2005/2011 «Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия»;
- СН РК 5.01-02-2013 «Основания зданий и сооружений»;
- СП РК 5.01-102-2013 «Основания зданий и сооружений»;
- СП РК 5.01-103-2013 «Свайные фундаменты»
- СН РК 5.01-02-2013 «Свайные фундаменты»
- СН РК 2.01-01-2013 «Защита строительных конструкций от коррозии»;
- СП РК 2.01-101-2013 «Защита строительных конструкций от коррозии»;
- СН РК 2.02-01-2023 "Пожарная безопасность зданий и сооружений";
- СП РК 2.02-101-2022 "Пожарная безопасность зданий и сооружений";
- СН РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции»;
- СП РК 5.03-107-2013 «Несущие и ограждающие конструкции»;
- СН РК 3.02-28-2011 «Сооружения промышленных предприятий»;
- СП РК 3.02-128-2012 «Сооружения промышленных предприятий»;
- СП РК 3.02-127-2013 «Производственные здания» ;
- СН РК 3.02-27-2019 «Производственные здания» ;
- СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты»;
- СП РК 5.01-101-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты»;
- СН РК 5.01-06-2013 «Фундаменты машин с динамическими нагрузками»;
- СП РК 5.01-106-2013 «Фундаменты машин с динамическими нагрузками»;
- СН РК 1.03-05-2011 «Охрана труда и техника безопасности в строительстве»;
- СП РК 1.03-106-2011 «Охрана труда и техника безопасности в строительстве»;
- Технический регламент «Общие требования к пожарной безопасности» приказ Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан от 17 августа 2021 года № 405
- НТП РК 02-01-1.1-2011 «Проектирование бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых бетонов без предварительного напряжения арматуры»;

- СН РК EN 1992-1-1:2004/2011 «Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» с Национальным приложением;
- СП РК EN 1993-1-1:2005/2011 «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».

## 5.2 ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Площадка строительства размещается в г. Павлодар, на территории действующей «ПНХЗ» Республика Казахстан и характеризуется следующими природными условиями.

Расчетные параметры наружного воздуха приняты:

Климатический район строительства	IIIА
Средняя температура наиболее холодной пятидневки	минус 34,6°С
Вес снегового покрова для II -го географического района	1,2 кПа;
Скоростной напор ветра для IV-го географического района	0,77 кПа

## 5.3 ГРУНТОВЫЕ УСЛОВИЯ

Согласно данных Отчета по инженерно-геологическим изысканиям, выполненным АО "НИПИ "КАЗПИМУНАЙГАЗ" " (Том 5, Книга 2) в марте 2024 г., площадку строительства слагают следующие грунты (скв. ВН-1/24, скв. ВН-2/24, скв. ВН-3/24, скв. ВН-4/24, скв. ВН-5/24, скв. ВН-6/24, скв. ВН-7/24, скв. ВН-8/24, скв. ВН-9/24, скв. ВН-10/24, скв. ВН-11/24, скв. ВН-12/24, скв. ВН-13/24, скв. ВН-14/24, скв. ВН-15/24):

ИГЭ-1. Песок средней крупности, серовато-коричневого, желтовато-коричневатого цвета. Расчетные характеристики:  $\rho=1,7$  т/м<sup>3</sup>;  $c=1$  кПа;  $\varphi=35^\circ$ ;  $E=30$  Мпа. Мощность слоя от уровня естественной поверхности земли: от 1,4 до 5,8 м.

ИГЭ-2. Супесь песчанистая коричневого, желтовато-коричневого цвета, твердой консистенции. Расчетные характеристики:  $\rho=1,79$  т/м<sup>3</sup>;  $c=16$  кПа;  $\varphi=26^\circ$ ;  $E=11,8$  Мпа. Мощность слоя – от 1,1 до 4,1 м.

ИГЭ-3. Глина легкая пылеватая, красновато-коричневого, серовато-коричневого, серого, темно серого цвета, с тонкими прослойками мелкого песка, твердая. Расчетные характеристики:  $\rho=1,86$  т/м<sup>3</sup>;  $c=58,9$  кПа;  $\varphi=16^\circ$ ;  $E=7,6$  Мпа. Мощность слоя - от 2,5 до 5,8 м.

ИГЭ-4. Суглинок легкий песчанистый, серовато-коричневого, коричневого, серого цвета, полутвердый. Расчетные характеристики:  $\rho=1,93$  т/м<sup>3</sup>;  $c=31,5$  кПа;  $\varphi=19^\circ$ ;  $E=5,8$  Мпа. Мощность слоя – от 1,0 до 3,7 м.

ИГЭ-5. Песок средней крупности, серовато-коричневого, коричневого, серого, зеленовато-серого цвета. Расчетные характеристики:  $\rho=1,87$  т/м<sup>3</sup>;  $c=2$  кПа;  $\varphi=24^\circ$ ;  $E=16$  Мпа. Мощность слоя – от 0,6 до 11,20 м.

ИГЭ-6. Супесь песчанистая коричневого, серовато-коричневого, серого цвета, пластичная. Расчетные характеристики:  $\rho=1,85$  т/м<sup>3</sup>;  $c=13$  кПа;  $\varphi=24^\circ$ ;  $E=16$  Мпа. Мощность слоя – от 2,6 до 7,8 м.

ИГЭ-7. Суглинок тяжелый пылеватый, серовато-коричневого, коричневого, серого цвета, твердый. Расчетные характеристики:  $\rho=1,92$  т/м<sup>3</sup>;  $c=27$  кПа;  $\varphi=23^\circ$ ;  $E=19$  Мпа. Мощность слоя – от 0,7 до 1,5 м.

По содержанию сульфатов (379 мг/дм<sup>3</sup>) грунты неагрессивны по отношению к бетонам с маркой по водонепроницаемости W4, W6 на сульфатостойком цементе по ГОСТ 22266-2013.

#### 5.4 КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

В части конструктивных решений на данном проекте для надземной части зданий и сооружений, а также для второстепенных элементов (опоры и площадки обслуживания) приняты стальные горячекатаные профили по EN 10163-3: 2004 (EU 19-57); EN 10034: 1993 (EU 19-57); EN 10279: 2000 (DIN 1026-1: 2000); EN 10034: 1993 (EU 19-57). Материалы стальных конструкций и их марки соответствуют требованиям ГОСТ 27772-2021 «Прокат для стальных конструкций» и BS EN 10025: 1993, BS EN 10113-2: 1993.

В качестве конструктивных решений для фундаментов под каркасы зданий, сооружений, опор и площадок обслуживания, а также для фундаментов под оборудование приняты монолитные железобетонные конструкции такие как:

- под оборудование и сооружения чувствительные к осадкам и перемещениям предусмотрены монолитные свайные ростверки. Глубина заложения всех ростверков 1,5м. Для обеспечения защиты ростверка от морозного пучения грунтов используется полистирольная компенсационная плита толщиной 200мм, CORDEK (или аналогичный материал). В качестве свайного основания проектом предусмотрены забивные сваи изготавливаемые по серии 1.011.1-10 (выпуск 1) сечением 300х300мм и 400х400 длиной от 3 до 7м.
- под здания и сооружения не чувствительные к осадкам и перемещениям, предусмотрены монолитные железобетонные фундаменты на естественном основании с глубиной заложения не ниже расчетной глубины промерзания.
- Под отдельно стоящие опоры различных технологических коммуникаций, а также под прочие неотчетственные конструкции и оборудование предусмотрены фундаменты мелкого заложения с компенсационной подушкой из крупнодисперсного дренирующего материала толщиной до расчетной глубины промерзания.

Все установки площадки строительства, а также конструкции под них разбиты по участкам. Описание детальных конструктивных решений по каждой установке приведены ниже.

##### Участок 30

###### Фундамент под оборудование печи парового риформинга (НРУ-Н3001):

Под основание технологического сооружения принята монолитная железобетонная плита на свайном основании толщиной 1000мм. Конструкции ростверка выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе. Сваи приняты по серии 1.011.1-10 сечением 300х300мм длиной 3м.

###### Фундамент под дымовую трубу (НРУ-С3001) и вентилятор дымовых газов (НРУ-С3002):

Под основание технологического оборудования принята монолитная железобетонная плита на свайном основании толщиной 1000мм. Конструкции ростверка выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе. Сваи приняты по серии 1.011.1-10 сечением 300х300мм длиной 3м.

###### Фундамент под этажерку паросборника (НРУ-V3001) и охладитель технологических газов (НРУ-Е3007):

Под основание технологического оборудования принята монолитная железобетонная плита на свайном основании толщиной 800мм. Конструкции ростверка выполнены из бетона кл.

C30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе. Сваи приняты по серии 1.011.1-10 сечением 300х300мм длиной 3м.

Фундамент под вентилятор воздуха на горение (НПУ-С3001):

Под основание технологического оборудования принята монолитная железобетонная плита на свайном основании толщиной 800мм. Конструкции ростверка выполнены из бетона кл. C30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе. Сваи приняты по серии 1.011.1-10 сечением 300х300мм длиной 3м.

Фундамент под оборудование системы рекуперации отходящих газов EF-1 (НПУ-У3001):

Под основание технологического оборудования принята монолитная железобетонная плита на свайном основании толщиной 800мм. Конструкции ростверка выполнены из бетона кл. C30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе. Сваи приняты по серии 1.011.1-10 сечением 300х300мм длиной 3м.

Фундамент под оборудование системы рекуперации отходящих газов EF-2 (НПУ-У3001):

Под основание технологического оборудования принята монолитная железобетонная плита толщиной 600мм на естественном основании с глубиной заложения не ниже расчетной глубины промерзания. Конструкции фундамента выполнены из бетона кл. C30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе. Сваи приняты по серии 1.011.1-10 сечением 300х300мм длиной 3м.

Фундамент под реактор предриформинга (НПУ-R3001):

Под основание технологического оборудования принят монолитный железобетонный массивный фундамент на свайном основании с толщиной плитной части 800мм и основанием под оборудование толщиной 970мм. Конструкции ростверка выполнены из бетона кл. C30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе. Сваи приняты по серии 1.011.1-10 сечением 300х300мм длиной 3м.

Фундамент под оборудование реактора-конвектора окиси углерода (НПУ-R4001):

Под основание технологического оборудования принята монолитная железобетонная плита на свайном основании толщиной 800мм. Конструкции ростверка выполнены из бетона кл. C30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе. Сваи приняты по серии 1.011.1-10 сечением 300х300мм длиной 3м.

Технологическая этажерка SS-4

Технологическая этажерка с размерами по осям 3,6х4,6м и высотной отметкой на 10,6м от уровня спланированного участка. Конструкции этажерки металлические прокатные приняты по европейским сортаментам. На верхней части тех. этажерки предусмотрена площадка обслуживания, доступ к которой производится при помощи вертикальных лестниц. Конструкции приняты из стали S355 ML/NL как для условий работы при низких температурах.

Под основание технологического сооружения приняты монолитные железобетонные фундаменты на свайном основании с толщиной плитной части 800мм. Для исключения передачи крутящего момента на оголовник свай при горизонтальных усилиях свайные ростверки связаны между собой фундаментными балками. Конструкции ростверка выполнены из бетона кл. C30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе. Сваи приняты по серии 1.011.1-10 сечением 300х300мм длиной 3м.

Фундамент под барабан продувки (НПУ-V3003) и охладитель продувки (НПУ-E3009):

Под основание технологического оборудования принята монолитная железобетонная плита толщиной 400мм на естественном основании с глубиной заложения не ниже расчетной глубины промерзания. Конструкции фундамента выполнены из бетона кл. C30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе.

#### Для фундамента мачты молниезащиты:

Под основание технологического оборудования принят монолитный железобетонный массивный фундамент на свайном основании с толщиной плитной части 800мм и основанием под оборудование 970мм. Конструкции фундамента выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе. Сваи приняты по серии 1.011.1-10 сечением 300х300мм длиной 3м.

#### Технологическая эстакада PR-5

Технологическая эстакада PR-5 предназначенная для прокладки технологических трубопроводов с размерами по осям 18,0х1,3м и высотой 4,5м от уровня спланированного участка. Конструкции эстакады металлические прокатные приняты по европейским сортаментам. Конструкции приняты из стали S355 ML/NL как для условий работы при низких температурах.

Под основание сооружения приняты монолитные железобетонные фундаменты с толщиной плитной части 400мм на естественном основании с глубиной заложения не ниже расчетной глубины промерзания. Конструкции фундаментов выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе.

### **Участок 26**

#### Технологическая эстакада PR-1:

Технологическая эстакада с размерами по осям 59,2х5,6м и высотой 12,0м от уровня планировки предназначенная для прокладки технологических трубопроводов и кабельных лотков. Жесткость конструкции обеспечена колоннами, балками из двутавра в продольном и поперечном направлении. Между осями 4 и 5, 9 и 10 предусмотрены вертикальные связи в продольном направлении. На отметках +104,500, +112,000 предполагается установка площадок обслуживания, с доступом по вертикальной лестнице. Конструкции эстакады металлические прокатные приняты по европейским сортаментам. Конструкции приняты из стали S355 ML/NL как для условий работы при низких температурах.

Под основание сооружения приняты монолитные железобетонные фундаменты на свайном основании с толщиной плитной части 800мм. Для исключения передачи крутящего момента на оголовник свай при горизонтальных усилиях свайные ростверки связаны между собой фундаментными балками в связевых блоках сооружения. Конструкции ростверков выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе. Сваи приняты по серии 1.011.1-10 сечением 300х300мм длиной 3м.

#### Фундамент буферного резервуара воздуха КИП (НРУ-V8001):

Под основание технологического оборудования принят монолитный железобетонный массивный фундамент на свайном основании с толщиной плитной части 800мм и основанием под оборудование 970мм. Конструкции фундамента выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе. Сваи приняты по серии 1.011.1-10 сечением 300х300мм длиной 4м.

### **Участок 15**

#### Технологическая этажерка SS-1:

Технологическая этажерка с размерами по осям 14,7х15,0м и высотой 21,3м от уровня планировки, предназначенная для размещения и обслуживания технологического оборудования. Этажерка состоит из шести высотных уровней включая уровень на отметке планировки площадки. Для доступа к обслуживанию оборудования на технологической этажерке предусмотрена маршевая поэтажная лестница установленной с восточной части

конструкции. Конструкции этажерки металлические прокатные приняты по европейским сортаментам. Конструкции приняты из стали S355 ML/NL как для условий работы при низких температурах.

Под основание сооружения приняты монолитные железобетонные фундаменты на свайном основании с толщиной плитной части 800мм. Для исключения передачи крутящего момента на оголовник свай при горизонтальных усилиях свайные ростверки связаны между собой фундаментными балками. Конструкции ростверка выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе. Сваи приняты по серии 1.011.1-10 сечением 400х400мм длиной 3м.

#### Фундамент установки анализаторов:

Для устройства анализаторных установок в блочно-модульном исполнении запроектирована монолитная железобетонная плита на уровне дневной поверхности с размерами в плане 1,0х4,0м и толщиной 0,3м. Под основание плиты предусмотрена компенсационная крупнодисперсная дренирующая подушка из ПГС толщиной 300мм. Конструкции плит выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе.

#### Подземное сооружение для емкости (НПУ-V1102):

Подземное технологического сооружения с размерами на плане 9,9х4,5м и глубиной заложения 4,3м от уровня планировки представляет собой монолитный железобетонный саркофаг для установки в него технологической емкости НПУ-V1102. С торцевой части саркофага запроектирован колодец для улавливания случайных разливов ББФ. Для обслуживания колодца предусмотрен смотровой люк и вертикальная стремянка.

#### Фундамент пускового сепаратора (НПУ-V3002):

Под основание технологического оборудования принят монолитный железобетонный массивный фундамент на естественном основании с компенсационной подушкой из крупнодисперсного дренирующего материала толщиной до расчетной глубины промерзания. Толщина плитной части фундамента 400мм и толщина основания под оборудование 1080мм. Конструкции фундамента выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе.

#### Фундамент сепаратора холодного конденсата (НПУ-V4004):

Под основание технологического оборудования принят монолитный железобетонный массивный фундамент на естественном основании с компенсационной подушкой из крупнодисперсного дренирующего материала толщиной до расчетной глубины промерзания. Толщина плитной части фундамента 400мм и толщина основания под оборудование 1080мм. Конструкции фундамента выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе.

#### Фундамент реакторов насыщения олефинов, гидрирования (НПУ-R2001, НПУ-R2002) и реакторов обессеривания (НПУ-R2003А/В):

Под основание технологического оборудования принята общая монолитная железобетонная плита на свайном основании толщиной 800мм и толщиной основания под оборудование 970мм. Конструкции ростверка выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе. Сваи приняты по серии 1.011.1-10 сечением 300х300мм длиной 3м.

## Участок 45

### Технологическая эстакада PR-3

Технологическая эстакада PR-3 предназначенная для прокладки технологических трубопроводов с размерами по осям 2,0x7,0м и высотой 3,0м от уровня спланированного участка. Конструкции эстакады металлические прокатные приняты по европейским сортаментам. Конструкции приняты из стали S355 ML/NL как для условий работы при низких температурах.

Под основание сооружения приняты монолитные железобетонные фундаменты с толщиной плитной части 400мм на естественном основании с глубиной заложения не ниже расчетной глубины промерзания. Конструкции фундаментов выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе.

#### Фундамент под адсорберы КЦА (НПУ-V4501-4506):

Под основание технологического оборудования принята монолитная железобетонная плита на естественном основании с глубиной заложения не ниже расчетной глубины промерзания. Толщина плитной части 800мм и толщина основания под оборудование 1870мм. Конструкции ростверка выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе.

#### Фундамент клапанного блока КЦА:

Под основание рамы клапанного блока запроектирована монолитная железобетонная плита на уровне дневной поверхности с размерами в плане 28,0x2,0м и толщиной 0,3м. Под основание плиты предусмотрена компенсационная крупнодисперсная дренирующая подушка из ПГС толщиной 300мм. Конструкции плит выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе.

#### Фундамент емкости отходящего газа (НПУ-V4507):

Под основание технологического оборудования принят массивный монолитный железобетонный фундамент на свайном основании толщиной 800мм и толщиной основания под оборудование 970мм. Конструкции ростверка выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе. Сваи приняты по серии 1.011.1-10 сечением 300x300мм длиной 7м.

## Участок 50

### Технологическая эстакада PR-4

Технологическая эстакада PR-4 предназначенная для прокладки технологических трубопроводов с размерами по осям 10,0x2,8м и высотой 6,0м от уровня спланированного участка. На отметке +106,000 предполагается площадка обслуживания для трубных арматур, с доступом по вертикальной лестнице. Конструкции эстакады металлические прокатные приняты по европейским сортаментам. Конструкции приняты из стали S355 ML/NL как для условий работы при низких температурах.

Под основание сооружения приняты монолитные железобетонные фундаменты с толщиной плитной части 400мм на естественном основании с глубиной заложения не ниже расчетной глубины промерзания. Конструкции фундаментов выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе.

#### Здание компрессорной установки SS-2

Здание компрессорной установки представляет собой стальной каркас, в виде рамно-связевой конструктивной схемы, с размерами в плане по осям 12,8 x 17,6м и высотной отметкой по коньку 11,1м от уровня планировки. С торца здания запроектировано укрытие для систем

вентиляции которое пристроенное к основному зданию компрессорной установки. Конструкции здания металлические прокатные и приняты по европейским сортаментам. Конструкции приняты из стали S355 ML/NL как для условий работы при низких температурах.

Под основание здания приняты монолитные железобетонные фундаменты с толщиной плитной части 600мм на естественном основании с глубиной заложения не ниже расчетной глубины промерзания. Конструкции фундаментов выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе.

#### Фундамент компрессора H2 (HPU-5001)

Под основание технологического оборудования принят массивный монолитный железобетонный фундамент на свайном основании толщиной 1400мм. Конструкции фундамента подобраны с учетом динамического воздействия технологического оборудования. Конструкции ростверка выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе. Сваи приняты по серии 1.011.1-10 сечением 300х300мм длиной 3м.

#### Фундамент воздухозаборной трубы

Под основание воздухозаборной трубы принят массивный монолитный железобетонный фундамент на свайном основании толщиной 1770мм. Конструкции ростверка выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе. Сваи приняты по серии 1.011.1-10 сечением 300х300мм длиной 3м.

### **Участок 51**

#### Технологическая эстакада PR-2

Технологическая эстакада PR-2 предназначенная для прокладки технологических трубопроводов с размерами по осям 20,8х2,5м и высотой 3,9м от уровня спланированного участка. Конструкции эстакады металлические прокатные приняты по европейским сортаментам. Конструкции приняты из стали S355 ML/NL как для условий работы при низких температурах.

Под основание сооружения приняты монолитные железобетонные фундаменты с толщиной плитной части 400мм на естественном основании с глубиной заложения не ниже расчетной глубины промерзания. Конструкции фундаментов выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе.

#### Здание секции водоподготовки SS-3

Здание секции водоподготовки представляет собой стальной каркас, в виде рамно-связевой конструктивной схемы, с размерами в плане по осям 15,0 х 28,0м и высотной отметкой по коньку 6,75м от уровня планировки. Внутри здания предусмотрена трубопроводная технологическая эстакада интегрированная в каркас здания. Конструкции здания металлические прокатные и приняты по европейским сортаментам. Конструкции приняты из стали S355 ML/NL как для условий работы при низких температурах.

Под основание здания приняты монолитные железобетонные фундаменты с толщиной плитной части 600мм на естественном основании с глубиной заложения не ниже расчетной глубины промерзания. Под технологическое оборудование секции водоподготовки запроектированы постаменты на общей плите пола с высотными отметками и габаритами согласно технологического задания. Конструкции фундаментов выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе.

#### Резервуар деминерализованной воды (HPU-V5501):

Сооружение представляет собой стальной резервуар вертикального типа (PBC) из листовой стали. Крыша PBC купольная бескаркасная. Для доступа к датчикам, люку доступа и

запорной и дыхательной арматуре, расположенной на крыше РВС запроектирована площадка доступа с устройством на стенке резервуара стремянки доступа на площадку.

Основанием под РВС запроектирована железобетонная монолитная фундаментная плита неглубокого заложения толщиной 800мм с устройством песчаной подушки от морозного пучения. Для исключения замачивания песчаной подушки предусматривается по периметру плиты отмокка с перекрытием пазух котлована от возможного внешнего замачивания, от возможного замачивания снизу и с боковых сторон песчаной подушки по всей поверхности котлована предусматривается глиняный замок.

## **Участок 75**

### Фундамент здания подстанции и аппаратной КИПиА и укрытие трансформаторов (НПУ-NT01A/B)

Под здание подстанции и аппаратной КИПиА в блочно-модульном исполнении предусмотрены система ленточных фундаментов шириной 1,0м и толщиной 600мм, на естественном основании с глубиной заложения до расчетной глубины промерзания. Для укрытия двух трансформаторов предусматриваются помещения в железобетонном монолитном исполнении расположенные под зданием подстанции. Все конструкции выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе.

Размеры фундаментов факельного сепаратора (НПУ-V9501) 3,05x0,8м для ростверка, 1,85x0,6м для подколонника. Толщина плитной части 0,8м. Два фундамента соединены между собой фундаментной балкой высотой 0,8м и шириной 0,35м. Количество используемых свай – 4шт.

## **Участок 95**

### Фундамент факельного сепаратора (НПУ-V9501):

Под основание сооружения приняты монолитные железобетонные фундаменты на свайном основании с толщиной плитной части 800мм. Для исключения передачи крутящего момента на оголовник свай при горизонтальных усилиях свайные ростверки связаны между собой фундаментной балкой. Конструкции ростверка выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F200 на сульфатостойком портландцементе. Сваи приняты по серии 1.011.1-10 сечением 300x300мм длиной 3м.

## 6 ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ

### 6.1 ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ВОДОСНАБЖЕНИЮ И ВОДООТВЕДЕНИЮ

#### 6.1.1 Введение

Раздел «Водоснабжение и водоотведение» разработан в соответствии с заданием на проектирование объекта производственного назначения "Установка производства водорода (УПВ)", выданного заказчиком ТОО "ЭЛМТГ" (ЭР ЛИКИД МУНАЙ ТЕХ ГАЗЫ)" № 1412516 от 15.04.2024 г. на основании:

- Технических условий на подключение к хозяйственно-питьевому водопроводу, выданных ТОО "Павлодарский нефтехимический завод" от 12.05.2023 г.;
- Технических условий на подключение к промышленно-ливневой канализации, выданных ТОО "Павлодарский нефтехимический завод" от 09.12.2024 г.;
- Технических условий на подключение к противопожарному водопроводу, выданных ТОО "Павлодарский нефтехимический завод" от 07.10.2024 г.;
- Отчета по инженерно-геологическим изысканиям 10140-ЕМ-002-102002, выполненным ТОО «КГНТ» в 2024г.;
- Принятых технологических, объемно-планировочных и архитектурно-строительных решений.

Документация разработана в соответствии со следующими нормами и правилами:

- Технический регламент "Общие требования к пожарной безопасности". Утвержден приказом МЧС РК от 17.08.2021 г. N 405;
- СНиП РК 4.01-02-2009 "Водоснабжение. Наружные сети и сооружения";
- СН РК 4.01.03-2011 "Водоотведение. Наружные сети и сооружения";
- СН РК 3.01-03-2011 "Генеральные планы промышленных предприятий";
- СН РК 4.01-01-2011 «Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»;
- СП РК 4.01- 4.01-103-2013 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»;
- СП РК 4.01-101-2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий и сооружений»;
- СН РК 4.01-05-2002 "Инструкция по применению и монтажу сетей водоснабжения и канализации из пластмассовых труб";
- ВУПП-88 – «Ведомственные указания по противопожарному проектированию предприятий, зданий и сооружений нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности»

#### 6.1.2 Характеристика климатических данных района:

- Климатическая характеристика приводится по отчету инженерных изысканий:
- Абсолютная максимальная температура воздуха – плюс 41,1°С;
- Абсолютная минимальная температура воздуха – минус 45,5°С;
- Среднее количество (сумма) осадков за апрель-октябрь – 205 мм;

- Среднее количество (сумма) осадков за ноябрь-март – 93 мм;

Согласно отчету по инженерно-геологическим изысканиям, грунты представлены:

- ИГЭ-1: Песок средней крупности, серовато-коричневого, желтовато-коричневатого цвета, незасоленный с незначительным содержанием карбонатов и гипсов, мощность от 1,40 до 5,80 метров;
- ИГЭ-2: Супесь песчанистая коричневого, желтовато-коричневого цвета, твердой консистенции. Грунт незасоленный, содержит незначительное количество карбонатов и гипсов, мощность от 1,10 до 4,10 метров;
- ИГЭ-3: Глина легкая пылеватая, красновато-коричневого, серовато-коричневого, серого, темно серого цвета, с тонкими прослойками мелкого песка, твердая. Грунт незасоленный, слабозагипсованный, содержит незначительное количество карбонатов, мощность от 2,50 до 5,80 метров;
- ИГЭ-4: Суглинок легкий песчанистый, серовато-коричневого, коричневого, серого цвета, полутвердый. Грунт незасоленный, содержит незначительное количество карбонатов и гипсов, мощность ИГЭ от 1,00 до 3,70 метров.

Уровень грунтовых вод составляет 5,35-7,3 м. Амплитуда колебания уровня, в среднем, составляет 0,7-1,0м.

Глубина проникновения 0°С изотермы 2,5 м.

### 6.1.3 ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Для осуществления технологических процессов проектируемого объекта предусматриваются следующие системы водоснабжения:

- Водопровод хозяйственно-питьевой воды;
- Система оборотного водоснабжения;
- Система химически-очищенной воды;
- Водопровод противопожарной воды;

Решения по теплофикационной воде, оборотной воде, химически-очищенной и деминерализованной отражены в технологической части проекта.

#### Водопровод хозяйственно-питьевой воды

Водопровод хозяйственно-питьевой предназначен для обеспечения водой аварийных душей.

Подключение проектируемого водовода предусмотрено к существующей системе хозяйственно-питьевого водопровода завода ПНХЗ. Узел учета воды предусмотрен в проектируемом здании водоподготовки деминерализованной воды (п. SS-3 по ГП).

Вода из подающего трубопровода после узла учета подается к аварийному душу, размещаемому внутри установки деминерализованной воды и по эстакаде к двум аварийным душевым, размещаемым на площадке УПВ.

Проектом предусмотрены аварийные душевые кабины с баком запаса объемом 1,2 м<sup>3</sup>

Душевая кабина и бак для воды поставляются на единой раме, полностью смонтированными и готовыми к подключению.

Против возможного застоя воды бак запаса объемом 1,2 м<sup>3</sup> опорожняется в систему производственно-дождевой канализации, водообмен каждые двое суток.

Сеть хозяйственно-питьевого водопровода в подземном исполнении от точки подключения до здания водоподготовки принята из полиэтиленовых труб PE100, SDR17, Ø 90x 5,4 по СТ РК ИСО 4427-1/2-2014.

Надземные участки сети, от здания водоподготовки до наружных аварийных душей проектируются из стальных труб, решения по надземным участкам сети представлены в технологической части проекта.

### Оборотное водоснабжение

Снабжение оборотной водой площадки УПВ осуществляется из первой системы оборотного водоснабжения завода ПНХЗ.

Решения по системе оборотного водоснабжения отражены в разделе ТХ.

### Химически-очищенная вода

Снабжение химически очищенной водой площадки УПВ осуществляется из существующей системы химически очищенной воды завода ПНХЗ. Химически очищенная вода используется для производства деминерализованной воды на установке подготовки деминерализованной воды (НРУ-У5501), а также для снабжения энергопостов.

Решения по системе химически-очищенной воды представлены в разделе ТХ.

Расчетные расходы водопотребления приведены в таблице ниже.

**Таблица 6.1.1 – Таблица водопотребления**

Система	Потребитель	Макс. суточный расход воды (м <sup>3</sup> /сут)	Макс. часовой расход воды (м <sup>3</sup> /ч)	Нормальный суточный расход воды (м <sup>3</sup> /сут)	Примечание
Хозяйственно-питьевой водопровод:					
	Аварийный душ (2 шт.)	2,28	2,28	2,28	Заполнение 2-ух баков, 1 раз в 2 суток (416 м <sup>3</sup> /год)
	Установка дем. воды к раковине для промывки глаз(НРУ-5501)	0,21*	0,21*	0,21*	На случай аварии
Химически-очищенная вода:					
	Энергопосты	1.8	1.8	1.8	Из условия одновременного потребления воды двумя станциями. 60 л/мин по 15 мин. 2 раза/год. (7.2 м <sup>3</sup> /год)
	Установка подготовки	528	22	528	Постоянно 192720 м <sup>3</sup> /год

	деминерализованной воды				
Оборотное водоснабжение	Охлаждение технологического оборудования	5040*	210*	5040*	Постоянно

Расходы отмеченные знаком \* не входят в баланс водопотребления и водоотведения.

Норма расхода воды к аварийному душу 76 л/мин в течении 15 минут, раковины для промывки глаз 14л/мин в течении 15 минут, к энергопосту 60 л/мин, расходы приняты по данным технологии (количество энергопостов – 8 шт.).

### Водопровод противопожарный

Система противопожарного водоснабжения обеспечивает подачу пожарной воды на пожаротушение зданий и сооружений, размещаемых на территории установки.

Снабжение пожарной водой промплощадки УПВ осуществляется от существующей сети противопожарного водопровода завода ПНХЗ.

Проектируемый противопожарный водопровод высокого давления, диаметром 315х28,6 мм, образует распределительную систему вокруг всей установки УПВ.

Защита технологического оборудования осуществляется из пожарных гидрантов, лафетных стволов, стояков-сухотрубов, а также системами автоматического пожаротушения (АПТ). Решения по системам АПТ отражены в разделе АПТ общей пояснительной записки.

Подключения противопожарного оборудования предусмотрены в колодцах от проектируемой внеплощадочной, кольцевой сети пожарного водопровода.

Число и расположение лафетных стволов для защиты оборудования, расположенного на наружной установке, определяется графически, исходя из условий орошения защищаемого оборудования одной компактной струей.

Для технологической печи нагрева при пожарах и аварии будет предусмотрена паровая защита (в объеме технологической части проекта).

Наружные установки высотой 10 м и более оборудованы стояками-сухотрубами диаметром 80 мм, для сокращения времени подачи воды во время пожара от передвижной пожарной техники.

**Таблица 6.1.2 – Расходы воды на внутреннее и наружное пожаротушение зданий и сооружений**

№ п/п	Наименование здания	Расход воды на пожаротушение				Категория здания по пожарной опасности	Степень огнестойкости	Строительный объем, м <sup>3</sup>	Примечание
		Наружное, л/с	Внутреннее, л/с	АПТ (водяное автоматическое пожаротушение)	Общий расход воды				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Здание компрессорной станции	10	2х3,7	41,28	58,68	А	II	2 670	
2	Здание установки водоподготовки	10	-	-	10	Д	II	3006	
3	Здание трансформаторной подстанции	10	-	-	10	Д	II	825	
4	Колонные аппараты высотой до 30 м, наружные установки	40			40				
5	Насосы СУГ	40	-	19,8	59,8				
6	НРУ-V1101	40		4,2	44,2				
7	НРУ-V2001	40		17,64	57,64				

Расход воды на противопожарную защиту и пожаротушение из сети противопожарного водопровода определяется расчетом, но должен приниматься не менее 170 л/с (612 м<sup>3</sup>/час) для производственной зоны, согласно ВУПП-88. Существующая система пожаротушения завода обеспечивает проектный расход 612 м<sup>3</sup>/час.

Проектируемый противопожарный водовод принят кольцевого начертания в подземном исполнении из полиэтиленовых труб, ПЭ-100 (SDR 11), диаметром 315х28.6 мм, по СТ РК ISO 4427-2-2014.

Защита технологического оборудования осуществляется из пожарных гидрантов, лафетных стволов, стояков-сухотрубов, а также системами автоматического пожаротушения (АПТ). Решения по системам АПТ отражены в части АПТ проекта.

Участки трубопроводов, проложенные подземно от кольцевой сети до лафетных стволов, приняты из стальных труб по ГОСТ 10704-91 в битумно-полимерной изоляции типа «усиленная» по ГОСТ 9.602-2016.

Стальные трубопроводы наружной прокладки (стояки-сухотрубы) приняты из стальных труб по ГОСТ 10704-91, подлежат покрытию грунтовкой ГФ-021 ГОСТ 25129-82\* в 1 слой с последующей покраской эмалью ПФ-115 ГОСТ 6465-76\* в 2-а слоя.

## 6.1.4 ВОДООТВЕДЕНИЕ

Для обеспечения работы УПВ, предусматриваются следующие системы водоотведения:

- система загрязненных производственно-дождевых сточных вод;
- система условно-чистых производственно-дождевых сточных вод.

### Система загрязненных производственно-дождевых сточных вод

Система загрязненных производственно-дождевых сточных вод запроектирована для приема дождевых и талых вод с технологических площадок, которые могут быть загрязнены углеводородами, а также для отвода разлившейся жидкости и атмосферных осадков с площадок, и перекрытий этажей на которых установлены аппараты и оборудование, содержащие сжиженные углеводородные газы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости.

Стоки будут поступать в проектируемый ж/б аккумулирующий колодец объемом 6 м<sup>3</sup>, примыкающий к технологической емкости (по ГП НРУ-V1102), рассчитанный на прием суточного слоя осадков с водосборной площади технологических площадок, а также на прием возможных аварийных проливов.

На случай аварийных проливов с технологических площадок стоки из резервуара будут откачиваться передвижной техникой с последующим отведением в технологический процесс.

Атмосферные осадки, поступающие в аккумулирующий резервуар, по отводящему трубопроводу резервуара будут поступать в проектируемую систему условно-чистых дождевых сточных вод с установкой колодца с задвижкой на отводящем трубопроводе.

Для исключения попадания аварийных технологических жидкостей в проектируемую систему условно-чистых дождевых стоков задвижка будет находиться в закрытом состоянии, а выпуск атмосферных вод из приемного резервуара будет производиться под наблюдением производственного персонала путем кратковременного открытия задвижки.

Во избежание распространения огня по сети производственных сточных вод, с отбортованных площадок технологических установок на выпусках дождевых вод предусмотрены колодцы с гидрозатворами.

Сеть загрязненных производственно-дождевых сточных вод запроектирована из чугунных труб диаметром 150-200 мм из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом по ГОСТ ISO 2531-2012.

### **Система условно-чистых производственно-дождевых стоков**

Система условно-чистых производственно-дождевых стоков запроектирована для приема дождевой и талой воды с водосборных площадей установки, не загрязненных специфическими загрязнениями, воды от пожара, сточных вод от установки деминерализованной воды, размещаемой в здании водоподготовки, стоков от аварийных душей, продувочной воды из продувочного барабана НРУ-V3003, условно-чистых стоков из аккумулирующего резервуара системы загрязненных производственно-дождевых сточных вод.

Прием производственно-дождевых стоков осуществляется в существующую единую систему производственно-дождевой канализации завода.

Загрязняющими веществами производственно-дождевых сточных вод являются механические примеси, соли, малое количество углеводов.

Для приема дождевых стоков со спланированной территории площадки предусматриваются дождеприемные колодцы, наружные водостоки от оборудования.

Содержание основных загрязняющих веществ в дождевых стоках:

1. Взвешенные вещества-до 400-1000 мг/дм<sup>3</sup>;
2. Солесодержание- 200-300 мг/дм<sup>3</sup>;
3. Нефтепродукты-10-30 мг/дм<sup>3</sup>;
4. ХПК фильтрованной пробы-100 мг/дм<sup>3</sup>;
5. БПК<sub>20</sub> фильтрованной пробы 20 мг/дм<sup>3</sup>;

б. Специфические компоненты отсутствуют.

Сети условно-чистых производственно-дождевых стоков приняты из труб из высокопрочного чугуна  $\varnothing$  100-300 мм с шаровидным графитом по ГОСТ ISO 2531-2012.

Во избежание попадания высокотемпературных аварийных проливов в производственно-дождевую канализацию от продувочного барабана (НРУ-V3003) и предохранительных клапанов питательных технологических насосов в здании водоподготовки, на выпусках от указанного оборудования предусмотрены колодцы-охладители для остывания аварийных вод с температурой 100 °С до температуры 40 °С.

Колодцы-охладители в количестве двух штук приняты железобетонными из сборных конструкций в подземном исполнении.

Устройство колодцев-охладителей основано на том, что в них всегда имеется остывшая отстойная часть, которая будет выступать в качестве охлаждающей воды при разбавлении аварийного сброса.

Для прокладки самотечных трубопроводов производственно-дождевой канализации и канализации химически загрязненных сточных вод применяются чугунные трубы ГОСТ 9583-75\*

Качественный и количественный состав производственных сточных вод принят по номеру документа 10140-01-01-PR-403001 Сводка выбросов и стоков.

В состав производственных сточных вод входят:

продувочные воды из продувочного барабана НРУ-V3003:

**Таблица 6.1.3**

Parameter/Параметр	Value/ Значение	Unit/Единица	Note/Примечание
Total flow / Общий расход	[кг/ч]	280	
Temperature / Температура	[°C]	40	
Mol weight / Молекулярный вес	[kg/kmol / кг/кмоль]	18.02	
Плотность	[кг/м <sup>3</sup> ]	992.2	
Composition / Состав			
Water (H <sub>2</sub> O) / Вода (H <sub>2</sub> O)	[mol% / мол.%]	< 99.9	
Dissolved Carbon dioxide (CO <sub>2</sub> ) / Растворенный углекислый газ (CO <sub>2</sub> )	[ppmv / част.млн.об.]	< 1	
Organic acids / Органические кислоты	[ppmv / част.млн.об.]	< 100	
Methanol / Метанол	[ppmw / част.млн.мас.]	< 10	
Total organic carbon as C (TOC) / Общий органический углерод, С	[ppmv / част.млн.об.]	< 10	
Nitrogen (as N) / Азот (N)	[ppmv / част.млн.об.]	< 20	
Silicia / Кремний	[ppmw / част.млн. мас.]	< 3	
Phosphate (as PO <sub>4</sub> ) / Фосфат (в виде PO <sub>4</sub> )	[ppmw / част.млн. мас.]	< 20	
Ammonia (as NH <sub>3</sub> ) / Аммиак (в виде NH <sub>3</sub> )	[ppmw / част.млн. мас.]	< 20	
Conductivity / Проводимость	[μS/cm / мкС/см]	< 600	

Sodium (Na+) / Натрий (Na+)	[ppmw / част.млн. мас.]	< 50	
pH value / Значение pH	[-]	9.2 – 10.2	

Сточные воды от установки деминерализованной воды HPU-Y5501:

**Таблица 6.1.4**

Parameter/Параметр	Value/Значение	Unit/Единица	Note/Примечание
Rejected Water at RO: Возвратная вода пр ОО			
ph	6.5-8,5		
Калий	5	Мг/л	
Chloride/ Хлорид	100	Мг/л	
Sodium/ Натрий	200	Мг/л	
Карбонат	100	Мг/л	
Sulphate/ Сульфат	200	Мг/л	
Total rejected flow:/ Общий возвратный поток	5,5	м3/h м3/ч	Непрерывный 48180 м3/год

Расчетные расходы по водоотведению представлены ниже:

**Таблица 6.1.5 – Таблица водоотведения**

Тип Вид водоотведения		Макс. суточный расход воды (м <sup>3</sup> /сут)	Макс. часовой расход воды (м <sup>3</sup> /ч)	Нормальный суточный расход воды (м <sup>3</sup> /сут.)	Примечание
Производственно-дождевая канализация					
1. Сброс из резервуара для аварийного душа.	Каждые двое суток	2,28	2,28	2,28	416 м <sup>3</sup> /год
2. Сточные воды от установки деминерализованной воды HPU-Y5501	постоянно	132.0	5.5	132.0	65180 м <sup>3</sup> /год с учетом промывки оборудования в объеме 17000 м <sup>3</sup> /год
Дождевые стоки		81		81	1254 м <sup>3</sup> /год
Пожарные стоки	После пожаротушения	1836.0*	612.0*	1836.0*	содержание взвешенных веществ, примесей, углеводородов
Продувочные воды из продувочного барабана HPU-V3003	постоянно	6,72	0,28	6,72	2453 м <sup>3</sup> /год
Энергопосты	Периодически	1,8	1,8	1,8	7,2 м <sup>3</sup> /год
ИТОГО		224	10	143	69310

Расходы отмеченные знаком \* не входят в баланс водопотребления и водоотведения

**Таблица 6.1.6 Баланс водопотребления и водоотведения**

Водопотребление				Водоотведение						Безвозвратные потери
Всего	Химически очищенная вода		Хозяйственно-питьевой водопровод	Всего	Дождевые стоки	От аварийных душей	Производственные стоки от установок и НРУ-Y5501	От энергопостов	Из технологического процесса	На технологические нужды
	на установку НРУ-Y5501	На энергопосты							на аварийные души	
м3/год	м3/год	м3/год	м3/год	м3/год	м3/год	м3/год	м3/год	м3/год	м3/год	м3/год
193 143.2	192720	7,2	416	69 310.2	1 254	416	65 180	7.2	2 453	127 540

Объем оборачиваемой воды в оборотной системе водоснабжения составляет: 1865880 м3/год.

## 6.2 ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

### 6.2.1 Общие указания

Проект отопления и вентиляции здания компрессорной водорода выполнен на основании технического, технологического задания и архитектурно-строительных чертежей здания, в соответствии с действующими нормами и правилами:

- СН РК 4.02-01-2011\* - "Отопление, вентиляция и кондиционирование";
- СП РК 4.02-101-2012\* - "Отопление, вентиляция и кондиционирование";
- СП РК 2.04-01-2017\* - "Строительная климатология";
- СН РК 2.04-07-2022 - "Тепловая защита зданий";
- СП РК 2.04-107-2022 - "Тепловая защита зданий";
- СП РК 3.02-127-2013 - "Производственные здания";
- СП РК 3.02-128-2012 - "Сооружения промышленных предприятий";
- СН РК 2.02-01-2023 - "Пожарная безопасность зданий и сооружений";
- ВСН 21-77 - "Инструкция по проектированию отопления и вентиляции нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий"

Расчетные параметры наружного воздуха для проектирования приняты:

- для проектирования отопления (минус)  $-34,6^{\circ}\text{C}$ ;
- для проектирования зимой вентиляции (минус)  $-34,6^{\circ}\text{C}$ ;
- для проектирования вентиляции летом  $+26,3^{\circ}\text{C}$ ;
- средняя температура отопительного периода  $t_{\text{ср.}} =$  (минус)  $-8,1^{\circ}\text{C}$ ;
- продолжительность отопительного периода 205 суток.

### 6.2.2 Здание компрессорной

Расчетные параметры внутреннего воздуха для проектирования:

Внутренние параметры воздуха приняты с учетом назначения здания и согласно технологическому заданию на проектирование. Диапазон рабочих температур внутреннего воздуха в рабочей зоне составляет от  $+5^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ .

Отопление здания компрессорной принято воздушное, совмещенное с приточной вентиляцией. Требуемые параметры внутреннего воздуха достигаются перегревом приточного воздуха для возмещения тепловых потерь здания. Температура приточного воздуха в холодное время года составляет  $+10...+11^{\circ}\text{C}$ , что обеспечивает при расчетных воздухообменах обогрев здания до  $+5^{\circ}\text{C}$  в случае отсутствия теплоизбытков от технологического оборудования внутри помещения.

Приточная вентиляционная установка, в том числе вентилятор, калорифер и смесительный узел, резервируется. Приточные вентиляционные установки располагается в венткамере, смежно с компрессорной. Теплоснабжение приточных установок водяное. Смесительные узлы приняты с трехходовым клапаном и циркуляционным насосом. Смесительные узлы поставляются комплектно с приточными установками.

В качестве теплоносителя используется вода с температурным графиком 70/48°C. Теплоноситель к зданию подается посредством тепловой сети, прокладываемой вне здания открыто по эстакаде. Подключение тепловых сетей для нужд компрессорной производится от внутривоздушной тепловой сети ПНХЗ. Тепловые сети представлены в отдельном разделе, в данном проекте не рассматриваются. Граница проектирования - запорная арматура на вводе ТС в венткамеру.

В помещении венткамеры располагается узел ввода тепловой сети с установкой запорной арматуры. На узле ввода производится фильтрация входящего теплоносителя и распределение теплоносителя по потребителям. Гидравлическое регулирование системы производится посредством ручных балансировочных клапанов. Также в составе узла ввода предусматривается установка прибора учета тепла, а также устройств для сбора и отвода воздуха из системы и краны для слива теплоносителя. Для контроля параметров теплоносителя предусмотрена установка измерительных приборов: термометров и манометров.

Система теплоснабжения приточных установок выполнена стальными трубопроводами из труб водогазопроводных ВГП по ГОСТ3262-75. Трубы покрываются теплоизоляцией из вспененного каучука. Выпуск воздуха из системы теплоснабжения приточных установок производится в верхних точках системы. Слив теплоносителя - в нижних точках. В полу венткамеры предусматривается трап для слива теплоносителя в канализацию.

Отопление венткамеры электрическое, обеспечивается электрическими конвекторами со встроенными термостатами. Конвекторы монтируются на наружных стенах в нижней зоне, на высоте 350мм от пола.

Вследствие технологического процесса в здании компрессорной имеются значительные тепловыделения от оборудования, значительно превосходящие потери тепла через ограждающие конструкции. Таким образом, система воздушного отопления выполняет функцию дежурного отопления на случай остановки технологического процесса в холодное время года.

Проектом предусмотрена аварийная система вентиляции. В случае превышения концентрации водорода выше уровня ПДК, одновременно функционируют обе приточные установки. В случае аварийной ситуации в холодное время года при одновременной работе основной и аварийной приточной установки, система теплоснабжения способна обеспечить нагрев приточного воздуха на выходе из вентагрегата до +7°C, что гарантирует бесперебойную работу приточных систем вентиляции, смесительных узлов и системы автоматизации.

Вентиляция здания компрессорной водорода механическая. Воздухообмен рассчитан на ассимиляцию тепловыделений от технологического оборудования в теплый период года. Расчетный воздухообмен обеспечивает температуру внутреннего воздуха в рабочей зоне не более +40°C в теплое время года, при этом не менее 8-кратного воздухообмена в помещении (при принятой расчетной высоте помещения 6м и с учетом повышающего коэффициента 1,2 для горячих продуктов), а также не менее 6м<sup>3</sup>/ч на 1м<sup>2</sup> площади помещения. Предусмотрен небольшой отрицательный дисбаланс путем увеличения расхода вытяжного воздуха относительно расчетного. Подача воздуха организована в рабочую зону, удаление - из верхней зоны. Рециркуляция и рекуперация воздуха не применяются.

Приточные вентиляционные агрегаты и вытяжные вентиляторы резервируются. Основной и резервный приточный вентагрегат присоединены к одной системе воздуховодов через клапаны с электроприводами.

Компрессорная имеет категорию А по взрывопожароопасности, венткамера - категорию Д. Приточные вентиляционные установки располагаются в венткамере, смежно со зданием компрессорной. Приточный воздуховод из венткамеры поднимается вдоль фасада в выгороженном коробе из сэндвич-панелей до отметки ввода в компрессорную. При проходе приточного воздуховода их компрессорной через кровлю, установлен взрывозащищенный обратный клапан и нормальнооткрытый противопожарный клапан. Участок воздуховода после прохода кровли до ввода в компрессорную покрыт изоляцией на основе минеральной ваты для

теплоизоляции и огнезащиты воздуховода, обеспечивая предел огнестойкости не менее предела огнестойкости пересекаемой преграды.

В связи с тем, что в приточной венткамере располагаются системы, обслуживающие помещение категорий А, проектом предусмотрена постоянно действующая приточно-вытяжная вентиляция венткамеры в объеме трехкратного обмена и дополнительно в объеме 5% от производительности установленных приточных систем. Вентиляция венткамеры выполнена самостоятельными системами. В венткамере организован положительный дисбаланс с подпором воздуха. Все вентиляционное оборудование для вентиляции венткамеры располагается непосредственно в венткамере.

Забор воздуха для приточных систем вентиляции осуществляется из зон, где исключено образование взрывоопасных смесей, при этом высота расположения воздухозаборных отверстий или низа воздухозаборных решеток не ниже 15 метров от планировочной отметки земли. При этом воздухозаборное устройство системы, обслуживающей венткамеру, на 1 м ниже воздухозабора приточной системы компрессорной, т.к. водород легче воздуха. Воздухозаборный воздуховод для приточной системы венткамеры выполнен отдельно от воздухозабора приточной системы компрессорной. Конструктивно воздухозабор для компрессорной представляет из себя трубу  $\varnothing 1600$  мм с защитной алюминиевой сеткой ЦПВС 10x10x1,2 мм в верхней части трубы. Сетка предотвращает попадание в воздухозаборную трубу крупного мусора, листьев и птиц. Принятый размер воздухозаборной трубы обеспечивает скорость воздуха в сечении порядка 5 м/с при одновременной работе основной и аварийной вентиляции компрессорной. Труба накрывается зонтом для защиты от атмосферных осадков. Монтируется труба на подготовленное основание. Воздухозаборный воздуховод для приточной системы вентиляции венткамеры монтируется вдоль воздухозаборной трубы с установкой в верхней части воздухозаборной решетки. Скорость воздуха в сечении воздухоприемных устройств не более 2,5 м/с.

Переключение приточных установок в режим аварийной вентиляции и обратно производится воздушными заслонками с электроприводами. Заслонки устанавливаются в воздуховодах на стороне нагнетания. Управление производится контроллером системы автоматизации. Также в вентагрегатах предусматриваются отсекающие воздушные заслонки на воздухозаборе.

Приточный воздух в вентагрегатах проходит очистку в фильтрах карманного типа до степени F5, а также нагревается в холодное время года в водяных калориферах со смешительными узлами. Шумоглушители не предусматриваются.

Вытяжные системы вентиляции компрессорной работают сблокировано с приточными системами.

Вытяжные вентиляторы приняты крышного типа во взрывозащищенном исполнении. Располагаются вентиляторы открыто на кровле здания компрессорной, имеют защиту от доступа посторонних лиц. Монтируются вентиляторы на утепленные монтажные стаканы для наклонной кровли. Вентиляторы оборудуются взрывозащищенными обратными клапанами. Предусмотрен основной и резервный вытяжной вентилятор. Оба вентилятора присоединены к одной сети воздуховодов через обратные клапаны.

Ввиду того, что помещение компрессорной имеет категорию А, а также в помещении имеется вероятность внезапного поступления большого количества взрывоопасных газов в результате аварийного нарушения нормального протекания технологического процесса и целостности технологического оборудования и трубопроводов, проектом предусмотрена аварийная вытяжная вентиляция с целью интенсивного проветривания помещений. Для компенсации воздуха, удаляемого вытяжной системой аварийной вентиляцией предусмотрена приточная система аварийной вентиляции. Производительность систем аварийной вентиляции принята равной 8-кратному воздухообмену по полному внутреннему объему помещения компрессорной в дополнение к воздухообмену, создаваемому основными системами. В случае наступления аварийной ситуации воздухообмен в помещении компрессорной осуществляется

основными и резервными вентиляторами и вентиляционными установками, обеспечивающие при одновременной работе необходимый расход воздуха. Сечения воздуховодов и вентиляционные решетки подобраны для обеспечения работы аварийной вентиляции.

Воздуховоды приняты стальные оцинкованные на фланцевых соединениях класса плотности П. Толщина воздуховодов, согласно Приложения Ж СП4.05-101-2012\*, составляет 0,7 и 0,9мм. Решения по конструктивному исполнению, материалу и толщине стенки воздухозаборной трубы в данном проекте не рассматриваются.

В качестве приточных воздухораспределителей приняты двухрядные решетки с регулируемыми жалюзи без регулятора расхода воздуха типа АДН. В качестве вытяжных устройств приняты решетки типа БСР, декоративно закрывающие вытяжные каналы. Наружные решетки алюминиевые, с наклонными жалюзи и сеткой, окрашенные в цвет фасада, типа АМН.

Воздухозаборные воздуховоды от наружной стены до приточного вентагрегата покрываются самоклеящейся теплоизоляцией из вспененного каучука толщиной 25мм.

Системы приточной вентиляции поставляются с интегрированной системой автоматизации, включающей:

- регулирование частоты оборотов двигателя вентиляторов;
- управление заслонками на заборе воздуха;
- управление смесительным узлом калорифера;
- автоматический запуск системы подогрева воздуха при температурах наружного воздуха ниже +5°C.
- защита от замерзания водяного калорифера;
- сигнализация о замене фильтра.

Вытяжные установки и вентиляторы также поставляются в комплекте с автоматикой: регулирование частоты оборотов двигателя, включение и отключение агрегатов.

Помимо штатной системы автоматизации предусмотрена автоматическая ротация основных и резервных вентиляторов и вентагрегатов с целью равномерной выработки ресурса.

Системой автоматизации предусматривается включение аварийных систем вентиляции при повышении концентрации водорода в помещении компрессорной выше уровня ПДК. Также аварийные системы вентиляции включаются при повышении температуры внутреннего воздуха в компрессорной выше +35°C, что возможно в случае поступления максимальных теплоизбытков от технологического оборудования в помещении при температурах наружного воздуха выше расчетных (по параметру А).

Пульты управления системами вентиляции располагаются в венткамере.

По сигналу пожарной сигнализации вентиляционное оборудование обесточивается. В помещении компрессорной предусмотрена система пенного пожаротушения.

Отключение систем вентиляции с закрытием воздухозаборных клапанов предусмотрено также по сигналу датчиков загазованности, установленных на территории УВП, снаружи здания компрессорной.

После окончания монтажа все проходы воздуховодов через перегородки и перекрытия заделать несгораемыми материалами (например: базальтовым волокном), обеспечивающими предел огнестойкости ограждающих конструкций.

Проход воздуховода из венткамеры в компрессорную заделать герметично.

Предусмотреть заземление всех систем вентиляции и оборудования.

Рекомендуется промывка трубопроводов после монтажа и до их присоединения к узлу ввода и проведением пуско-наладочных работ.

### 6.2.3 Здание водоподготовки деминерализованной воды

Расчетные параметры внутреннего воздуха для проектирования:

Внутренние параметры воздуха приняты с учетом назначения здания и согласно технологическому заданию на проектирование. Диапазон рабочих температур внутреннего воздуха в рабочей зоне составляет от +10°C до +35°C.

Отопление здания принято воздушно-отопительными агрегатами. АВО располагаются в верхней зоне помещения, имеют автоматическое и ручное управление. Каждый АВО укомплектован двухходовым клапаном и пультом управления с термостатом.

В качестве теплоносителя используется вода с температурным графиком 70/50°C. Теплоноситель к зданию подается посредством тепловой сети, прокладываемой вне здания открыто по эстакаде. Подключение тепловых сетей для нужд здания водоподготовки производится от внутриплощадочных тепловых сетей ПНХЗ. Тепловые сети представлены в отдельном разделе, в данном проекте не рассматриваются. Граница проектирования - наружная стена здания в точке ввода тепловой сети.

Узел ввода тепловой сети с установкой запорной арматуры располагается на внутренней стороне наружной стены здания, у входной двери, для удобства эксплуатации. На узле ввода производится фильтрация входящего теплоносителя и распределение теплоносителя по потребителям. Отдельные ветки предусмотрены для теплоснабжения калорифера приточной системы вентиляции и для отопления (АВО). Гидравлическое регулирование системы производится посредством автоматических и ручных балансировочных клапанов. В составе узла ввода предусматривается установка прибора учета тепла, а также устройств для удаления воздуха из системы и клапаны для слива теплоносителя. Для контроля параметров теплоносителя и степени загрязнения фильтра предусмотрена установка измерительных приборов: термометров и манометров.

Системы теплоснабжения приточных установок и отопления выполнены стальными трубопроводами из труб водогазопроводных ВГП по ГОСТ3262-75. Трубы покрываются теплоизоляцией из вспененного каучука. Выпуск воздуха из системы теплоснабжения приточных установок производится в верхних точках системы. Слив теплоносителя - в нижних точках.

Вследствие технологического процесса в здании водоподготовки имеются тепловыделения от технологического оборудования. Система отопления автоматизирована и реагирует на колебания температур в помещении, активируя воздушно-отопительные агрегаты в момент, когда теплоизбытки от технологического оборудования перестают покрывать теплопотери помещения. Система отопления служит для поддержания температуры внутреннего воздуха в холодное время года не ниже +10°C. Мощность отопительных приборов и системы отопления в целом достаточна, чтобы обеспечить минимальную требуемую параметру внутреннего воздуха в холодный период года даже в случае отсутствия внутренних теплоизбытков от технологического оборудования.

Система вентиляции в здании сбалансирована. Приточный воздух в холодное время года нагревается в калорифере приточной установки. Таким образом, не предполагается нагрев инфильтрующегося воздуха посредством системы отопления. В соответствии с техническим заданием установка воздушно-тепловых завес в здании не требуется.

Вентиляция здания водоподготовки гибридная. Воздухообмен рассчитан на ассимиляцию тепловыделений от технологического оборудования в теплый период года.

Расчетный воздухообмен обеспечивает температуру внутреннего воздуха в рабочей зоне не более +35°C в теплое время года. Подача воздуха организована в рабочую зону, удаление - из верхней зоны. Рециркуляция и рекуперация воздуха не применяются.

В соответствие с техническим заданием, исключается вероятность выбросов вредных веществ в помещении. Реагенты хранятся в герметичной таре. Влаговыведения в помещении отсутствуют, все резервуары закрыты.

В холодное время года система вентиляции механическая приточно-вытяжная с подогревом приточного воздуха ПВ1. Работа данных систем обеспечивает ассимиляцию тепла в помещении при температурах наружного воздуха до +10°C, а также не менее однократного воздухообмена. Система П1 функционирует только в холодный период года. Для вентиляции в переходный и теплый периоды года запроектированы дополнительные системы вентиляции В2 и В3, компенсируемые естественным притоком воздуха через проемы в наружных стенах. Проемы закрыты со стороны помещения клапанами с электроприводами и наружными решетками с наружной стороны. Низ наружных решеток не менее 2м от уровня земли. Открытие клапанов производится сблокировано с включением вытяжной системы В2. Система В2 совместно с В1 и естественным притоком через проемы обеспечивает ассимиляцию тепла в помещении при расчетной температуре наружного воздуха в теплый период года (по параметру А). В дополнение к описанным выше системам запроектирована система В3, которая обеспечивает стабильность технологического процесса при максимальных внутренних тепловыделениях в помещении в теплый период года, при температуре наружного воздуха до +30,1°C. Вместе с тем система В3 служит резервом системы В2 в случае поломки вентилятора или на период его сервиса. Включение системы В3 предусматривается в режиме, когда совместная работа В1 и В2 не обеспечивает максимальную допустимую температуру внутреннего воздуха +35°C. Предусмотрена возможность ручного запуска и остановки системы В3.

Габаритные размеры проемов и решеток определены расчетом и подобраны таким образом, чтобы скорость воздуха в сечении решеток не превышала 2,5м/с. При расчетном режиме работы систем вентиляции в теплый период года, при одновременной работе В1 и В2, скорость в сечении решеток составит до 1,5м/с. В режиме совместной работы всех трех вытяжных систем скорость в сечении приточных решеток не превысит 2,5м/с. Клапаны в наружных стенах двухпозиционные, с электроприводом, открываются сблокировано с включением В2, остаются открытыми при включении В3, и закрываются совместно при отключении обеих систем: В2 и В3, при запуске приточной системы с подогревом П1.

Приточное вентиляционное оборудование системы П1 и вытяжной вентилятор В1 располагаются в пространстве под кровлей здания. Вытяжные вентиляторы В2 и В2 крышного исполнения, монтируются открыто на утепленные монтажные стаканы, имеют обратные клапаны у вентиляторов. Смесительный узел и узел управления располагаются на высоте не более 2м от уровня пола для удобства эксплуатации.

Забор воздуха осуществляется из зон, где исключено образование взрывоопасных смесей, при этом высота расположения воздухозаборных отверстий или низа воздухозаборных решеток не ниже 2 метров от уровня земли.

Выброс воздуха производится выше уровня кровли.

Приточный воздух проходит очистку в фильтрах карманного типа до степени F5, а также нагревается в холодное время года в водяном калорифере со смесительным узлом. Шумоглушители для систем вентиляции не предусматриваются.

Вытяжные вентиляторы В2 и В3 приняты крышного типа в общепромышленном исполнении. Располагаются вентиляторы открыто на кровле здания, имеют защиту от доступа посторонних лиц. Монтируются вентиляторы на утепленные монтажные стаканы для наклонной кровли. Вентиляторы оборудуются обратными клапанами.

Воздуховоды приняты стальные оцинкованные на фланцевых соединениях класса плотности Н. Толщина воздуховодов, согласно Приложения Ж СП4.05-101-2012\*.

В качестве воздухораспределителей приняты двухрядные решетки с регулируемыми жалюзи без регулятора расхода воздуха типа АДН. Наружные решетки алюминиевые, с наклонными жалюзи и сеткой, окрашенные в цвет фасада, типа АМН.

Воздухозаборный воздуховод от наружной стены до калорифера покрывается самоклеящейся теплоизоляцией из вспененного каучука толщиной 25мм.

#### **6.2.4 Автоматизация систем отопления и вентиляции**

Система приточной вентиляции поставляется с интегрированной системой автоматизации, включающей:

- регулирование частоты оборотов двигателя вентилятора;
- управление заслонкой на заборе воздуха;
- управление смесительным узлом калорифера;
- автоматический запуск системы подогрева воздуха при температурах наружного воздуха ниже +10°C.
- защита от замерзания водяного калорифера;
- сигнализация о замене фильтра.

Вытяжные вентиляторы также поставляются в комплекте с автоматикой: регулирование частоты оборотов двигателя, включение и отключение агрегатов.

Помимо штатной системы автоматизации предусмотрено автоматическое включение В3 при повышении температуры внутреннего воздуха в помещении водоподготовки выше +35°C, что возможно в случае поступления максимальных теплоизбытков от технологического оборудования в помещении при температурах наружного воздуха выше расчетных (по параметру А). Также системой автоматизации предусмотрено позиционирование заслонок в клапанах с электроприводами в наружных стенах, сблокированное с работой систем В2 и В3.

Пульты управления системами вентиляции располагаются в помещении водоподготовки.

По сигналу пожарной сигнализации все отопительное и вентиляционное оборудование здания водоподготовки обесточивается. Системы противодымной вентиляции при пожаре не требуются.

Предусмотрено автоматическое включение резерва при аварийном отключении основного приточно-вентиляционного оборудования.

Данные о работе систем АОВ поступает в СУТП по протоколу ModBus RTU для информирования Оператора Установки Производства Водорода.

После окончания монтажа все проходы воздуховодов через перегородки и перекрытия заделывать несгораемыми материалами (например: базальтовым волокном), обеспечивающими предел огнестойкости ограждающих конструкций.

#### **6.2.5 Здание трансформаторной подстанции**

Расчетные параметры внутреннего воздуха для проектирования:

Внутренние параметры воздуха приняты с учетом назначения здания и согласно технологическому заданию на проектирование. Верхняя граница рабочих температур внутреннего воздуха в рабочей зоне составляет +40°С. Требования к нижней границе рабочих температур не предъявляется, минимальная температура в холодный период года принимается -34,6°С.

Помещение трансформаторной не отапливается.

Вентиляция трансформаторной камеры гибридная: вытяжка с механическим побуждением тяги, приток - с естественным. Трансформаторная находится вне взрывоопасной зоны. Забор воздуха производится с наружной стены со стороны, где отсутствуют эстакады и оборудование, где возможна утечка водорода. Забор воздуха осуществляется через наружные решетки в стенах здания. Низ решетки на 2,95м от уровня земли. Далее наружный воздух поступает в форкамеру. В помещение установки трансформаторов из форкамеры воздух подается в нижнюю зону через клапаны, оборудованные электроприводами. Клапаны устанавливаются в стену форкамеры. Сбор и удаление воздуха производится из верхней зоны. Вытяжные осевые вентиляторы устанавливаются над входными воротами в трансформаторную.

Воздухообмен рассчитан на ассимиляцию тепловыделений от трансформаторов при полной нагрузке в теплый период года. Расчетный воздухообмен обеспечивает температуру внутреннего воздуха в рабочей зоне не более +40°С в теплое время года.

Системой автоматизации предусматривается включение и отключение вытяжных вентиляторов, заблокированное с открыванием и закрытием клапанов в зависимости от температуры внутреннего воздуха в трансформаторной.

Щит управления вентиляторами располагается в трансформаторной.

По сигналу пожарной сигнализации вентиляционное оборудование обесточивается.

Монтаж, наладку систем отопления и вентиляции выполнить в соответствии с СП РК 4.01-102-2013.

Предусмотреть заземление всех систем вентиляции и оборудования.

## 6.3 ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ

### 6.3.1 Общие положения

Раздел выполнен на основании следующих нормативных документов:

- СН РК 4.02-04-2013 – “Тепловые сети“;
- СП РК 2.04-01-2017 – “Строительная климатология”
- МСН 4.02-02-2004 – “Тепловые сети”
- СНиП 3.05.03-85 – “Тепловые сети“;
- СН РК 4.02-11-2003 – “Инструкция по проектированию и монтажу тепловых сетей из труб промышленной теплоизоляции из пенополиуретана в спиральной оболочке из тонколистовой оцинкованной стали”

### 6.3.2 Источник теплоснабжения. Теплоноситель и его параметры

Теплоснабжение подключаемых зданий, расположенных на территории завода, осуществляется по проектируемым тепловым сетям, врезающимся в существующую теплотель (точка врезки дана согласно ТУ на подключение). Подключаемые здания на территории завода: установка подготовки воды, компрессорная, установки буферного резервуара деминерализованной воды НРУ-V5501, емкости улавливания ББФ НРУ-V1102 и факельного сепаратора НРУ-V9501.

В качестве теплоносителя используется горячая вода с параметрами 70/48 0С (согласно ТУ на подключение трубопроводов для объекта). Максимальное давление в подающем трубопроводе составляет 0,87 МПа, в обратном – 0,38 МПа.

Система теплоснабжения двухтрубная, закрытая, тупиковая. Прокладка трубопроводов запроектирована надземно на технологических эстакадах. В высших точках трубопроводов устраивается выпуск воздуха (воздушники), в нижних точках – дренаж (спускники).

**Таблица 6.3.1 – Расчетные тепловые потоки**

Наименование потребителя	Расчетный тепловой поток, МВт				
	Отопление	Вентиляция	Гор. водоснабжение	Технол. нужды	Всего
Компрессорная станция	0,54130	-	-	-	0,54130
Здание подготовки воды	0,09400	-	-	-	0,09090
Факельный сепаратор	-	-	-	0,01228	0,1228
Емкость улавливания ББФ	-	-	-	0,01612	0,01612
Буферный резервуар деминерализованной воды	-	-	-	0,3000	0,3000

Внутриплощадочные тепловые сети проложены большей протяженностью по технологической эстакаде с подключением потребителей на объекте, а также на низких опорах при подводе теплосети к зданию/установке. Тепловые нагрузки потребителей определены расчетом в соответствующих комплектах разделов ОВ и ТХ.

Трубопроводы сетей теплоснабжения предусмотрены из труб, изготовленных по ASME B36.10 «Сварные и бесшовные стальные трубы». Сталь трубопроводов является низколегированной ASTM A333 Gr. 6. Отводы ASTM A420 Gr. WPL6 применяются крутоизогнутые и с большим радиусом (см. спецификацию «Внутриплощадочные тепловые сети»).

Компенсация температурных деформаций трубопроводов будет осуществляться за счет естественных углов поворота трассы, образующих самокомпенсирующиеся участки Г-образной или Z-образной формы.

Изолируемая поверхность трубопроводов предварительно должна быть обработана антикоррозионным органо-силикатным покрытием (типа ОС-5103) в четыре слоя с отвердителем естественной сушки ТУ 84-725-83. Конструкция навесной тепловой изоляции трубопроводов и арматуры представляет собой маты минераловатные прошивные, без обкладок, марки 100 с коэффициентом уплотнения равным 1,2. Покровный слой трубопроводов и арматуры: сталь тонколистовая оцинкованная по ГОСТ 14918-80. Запорная арматура для тепловых сетей принята в соответствии с требованиями МСН 4.02-02-2004 «Тепловые сети».

Соединение труб между собой и приварка к ним деталей и элементов трубопроводов осуществляется электросваркой. Изготовление, монтаж, укладку и сварку трубопроводов, контроль сварных соединений, испытание и приемку в эксплуатацию смонтированных трубопроводов тепловых сетей следует осуществлять в соответствии с требованиями главы СНиП 3.05.03-85 "Тепловые сети", СП РК 4.02-04-2003 "Тепловые сети".

Объем работ, выполняемых подрядчиком на площадке строительства, включает:

- транспортировку и раскладку труб и их элементов;
- сварку сварных труб с 100% контролем качества сварного шва неразрушающим методом;
- сооружение теплофикационных узлов.

Монтаж трубопроводов и их элементов должен выполняться специализированными организациями, имеющими соответствующую лицензию на осуществление данного вида деятельности. При выполнении монтажных работ промежуточной приемки, оформленной актами освидетельствования скрытых работ, составленными по форме, приведенной в СН РК 1.03-00-2022 "Строительное производство. Организация строительства предприятий, зданий и сооружений", подлежат:

- разбивка трассы;
- сварка стыков трубопроводов;
- выполнение противокоррозионного покрытия сварных стыков;
- прокладка трубопроводов через стены;
- промывка трубопроводов;
- гидравлические испытания.

**Таблица 6.3.2 - Протяженность тепловых сетей**

№ п/п.	Наименование. Тип. Марка.	Ед.изм.	Кол-во
1	Труба сварная стальная бесшовная из низколегированной стали (ASTM A333 Gr. 6) 26x4,0 (¾" S-XS Extra Strong)	п.м.	3,24
2	Труба сварная стальная бесшовная из низколегированной стали (ASTM A333 Gr. 6) 48x5,0 (1 ½" S-XS Extra Strong)	п.м.	90,17
3	Труба сварная стальная бесшовная из низколегированной стали (ASTM A333 Gr. 6) 60x4,0 (2" S-STD Standard Weight)	п.м.	29,77
4	Труба сварная стальная бесшовная из низколегированной стали (ASTM A333 Gr. 6) 114x5,0 (4" S-STD Standard Weight)	п.м.	83,24
5	Труба сварная стальная бесшовная из низколегированной стали (ASTM A333 Gr. 6) 168x5,5 (6" S-STD Standard Weight)	п.м.	66,3
Всего по площадке завода по производству водорода:		п.м.	272,72

План тепловых сетей Т1/Т2 приведен в графической части в Томе 1.8.2. Теплоснабжение. Протяженность внутриплощадочных тепловых сетей по площадке «Установки производства водорода» приведена в таблице 5.5.2.

## 6.5 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

### 6.5.1 Стандарты и Нормы Проектирования

При разработке технических решений рабочего проекта применены следующие нормативно-технические акты, действующие на территории Республики Казахстан:

- СН РК 4.02-03-2012 Системы автоматизации.
- ГОСТ 21.408-2013 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов.
- СТ РК 34.015-2002. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.
- ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания.
- ГОСТ 34.201-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.
- РД 50 - 34.698-90. Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.
- ГОСТ 24.104-2023. Единая система стандартов автоматизированных систем. Автоматизированные системы управления. Общие требования.
- ГОСТ 24.702-85. Единая система стандартов автоматизированных систем. Эффективность автоматизированных систем управления. Основные положения.
- ГОСТ 24.703-85. Единая система стандартов автоматизированных систем. Типовые проектные решения в АСУ. Основные положения.
- Правила устройства электроустановок РК.
- ГОСТ 24.701-86 – Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения.
- ГОСТ 12.2.007.0-75\* - Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
- ГОСТ 12.2.003-91 – Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
- ГОСТ 12.1.030-81 – Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
- ГОСТ 12.2.020-76 – Система стандартов безопасности труда. Электрооборудование взрывозащищенное.
- ГОСТ 15150-69\* - Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.
- СН РК 1.02-03-2022 - Порядок разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации на строительство.
- СТ РК 2.11–2018 - Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Система калибровки Республики Казахстан. Основные положения.

- СТ РК 2.12–2018 - Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Система калибровки Республики Казахстан. Калибровка средств измерений. Организация и порядок проведения.
- СТ РК 2.41–2014 - Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Области применения средств измерений, подлежащих поверке.
- СТ РК 2.44–2019 - Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Определение межповерочных интервалов рабочих средств измерений.
- СТ РК 2.75–2018 - Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Порядок аттестации испытательного оборудования.

## 6.5.2 Принятые сокращения

ASC	Anti-Surge Control System	Система антипомпажного управления
BPCS	Basic Process Control System	Автоматизированная система управления технологическим процессом
I/O	Input/Output	Сигналы ввода/вывода
EIS	Elements Important for Safety	Элементы, важные для безопасности
ESD	Emergency Shut Down	Система противоаварийной защиты
HMI	Human-Machine Interface	Интерфейс «оператор-машина»
ICR	Instrumentation Cabinet Room	Аппаратная
CPU	Central Processing Unit	Центральный процессор
ISBL	Inside battery limits	Внутри границы установки
OSBL	Outside battery limits	Снаружи границы установки
JB	Junction Box	Распределительная коробка
MCC	Motor Control Center	Центр управления двигателями
P&ID	Piping and Instrument Diagram	Схема трубопроводов и КИПиА
PLC	Programmable Logic Controller	Программируемый логический контроллер
PU	Package Unit	Блочная установка
PU Vendor	Supplier of Package Unit	Поставщик блочной установки
SIL	Safety Integrity Level	Уровень целостности безопасности
SIS	Safety Instrumented System (PLC)	Автоматическая система безопасности (PLC)
SWGR	Switchgear	Распределительное устройство
EL Room	Electrical Room	Электрическая подстанция
MFR	Manufacturer	Изготовитель
E&C	Air Liquide Engineering & Construction	Air Liquide Engineering & Construction
FDS	Fire System	Система противопожарной сигнализации
GDS	Gas Detection System	Система газообнаружения

### 6.5.3 Автоматизация технологических процессов

#### Общие положения

Рабочий Проект (далее - РП) «Автоматизация технологических процессов» для проекта «Строительство установки производства водорода на территории ПНХЗ» выполнено на основании технического задания на проектирование 10140-00-01-ЕМ-601001, Приложение 1 к договору N1412516 от 15.04.2024 г. с Заказчиком ТОО «Эр Ликид Мунай Тех Газы» (ЭЛМТГ; г.Астана, Республика Казахстан) и технических заданий смежных отделов. Лицензиар и разработчик технологии установки производства водорода - Air Liquide Global E&C Solutions Poland S.A.

При разработке технических решений применены нормативно-технические акты, действующие на территории Республики Казахстан.

Разработка РП включает в себя:

1. АТХ:

Разработка рабочих чертежей с новым оборудованием КИП включающая в себя:

- все полевое оборудование КИП (опросные листы, монтажные схемы, схемы соединения и подключения внешних проводок, планы кабельных трасс, кабельный журнал и др. необходимая проектная документация в соответствии с действующей нормативно-технической документацией РК по полемому уровню.

2. АТХ1:

Разработка Технического задания на поставку Системы управления и противоаварийной защиты (АСУ ТП), в том числе количественная оценка входных и выходных сигналов, требования к функциям систем, описание контуров контроля и регулирования, шкал, единиц измерения, типов сигналов, уставок сигнализаций и блокировок, алгоритмов регулирования и блокировок.

В объем проектирования не входит разработка документации верхнего/среднего уровня АСУ ТП и прикладного программного обеспечения (технорабочего проекта) систем управления и противоаварийной защиты, которая выполняется поставщиком данных систем или специализированной компанией по отдельному Договору.

В состав установки производства водорода входят следующие блоки:

- Охлаждение СУГ, промежуточное хранение и перекачка
- Испарение и насыщение сырья СУГ
- Гидрирование и десульфирование сырья
- Предварительный риформинг сырья
- Паровой риформинг
- Использование тепла дымовых газов
- Высокотемпературная конверсия окиси в двуокись углерода
- Использование тепла реформированного газа/конвертированной окиси углерода
- Установка КЦА/PSA (Короткоцикловая адсорбция)
- Компрессия водород-продукта
- Блоки подготовки, деминерализованной и котловой воды;
- Факельный сепаратор;

- Система выработки пара и сбора конденсата;
- Пусковая система установки;
- Системы снабжения электроэнергией;
- Системы снабжения теплоэнергией;
- Необходимые сети водопровода и канализации, а также снабжение необходимыми энергоресурсами (включая химически очищенную воду, сети оборотного водоснабжения, воздух КИП, технический воздух, азот);
- Необходимые производственные здания и сооружения (здание компрессорной, здание водоподготовки, комплектная электрическая подстанция, комплектная анализаторная).

### Цели разработки

Целью разработки раздела «Автоматизация технологических процессов» РП является выполнение рабочих чертежей, необходимых для поставки, монтажа и наладки системы автоматизации объекта. Для этого разрабатывается общая структурная схема комплекса технических средств АСУ ТП, P&ID схемы в разделе технологические решения, планы расположения оборудования и кабельных трасс, схемы распределения воздуха КИП, установочные чертежи оборудования, кабельные журналы, блок-схемы блокировок и сигнализации системы автоматизации объекта, перечни входных-выходных сигналов, спецификации оборудования, приборов, кабелей и монтажных материалов для монтажа шкафов, КИП и кабеля.

Разрабатываемая система АСУ ТП включает в себя следующие системы:

- Система управления технологическим процессом (СУТП/ ВРС);
- Автоматизированная система безопасности (АСБ/SIS);
- Система газообнаружения (ГО/GDS) рассмотрена в отдельном разделе проекта;
- Система обнаружения пожара (АПС/FDS) рассмотрена в отдельном разделе проекта;
- Центр управления двигателями (МСС);
- Система коммерческого учета - комплектная поставка (ПУ);
- Система антипомпажного управления (ACS) - комплектная поставка с компрессором;
- Элементы управления комплектным оборудованием;
- Консоли операторов.

Сетевая архитектура соответствует проектам существующего оборудования и основывается на различных функциональных уровнях. Оборудование состоит из следующих функциональных уровней:

- Уровень 4 – Информационная сеть завода;
- Уровень 3.5 – Демилитаризованная зона;
- Уровень 3 – Информационное управление технологическим процессом, поставляется изготовителем системы управления;
- Уровень 2 – Сеть управления технологическим процессом;
- Уровень 1 – Базовый контроль, безопасность и защита;
- Уровень 0 – Полевой уровень автоматизации.

## Основные технические решения и технические средства АСУ ТП УПВ

Для упрощения требуемых мер контроля и безопасности предусмотрена автоматизированная система управления технологическим процессом, которая должна беспрепятственно соединять все новое оборудование и взаимодействовать с существующими производственными объектами.

АСУ ТП содержит следующие основные подсистемы:

- система управления технологическим процессом (СУТП/ ВРС);
- автоматизированная система безопасности (АСБ/SIS);
- система противопожарной защиты и обнаружения газа (АПС/FDS и ГО/GDS) см. раздел АПС и ГО.

Подсистема АСБ/SIS (датчики, контроллеры, входы / выходы, исполнительные механизмы) выполнены функционально независимыми. Не допускается использовать датчики СУТП для активации исполнительных механизмов АСБ.

АСУ ТП имеет такой запас мощности, чтобы ни один сбой не препятствовал выполнению его функций. Все неисправности, вплоть до уровня ввода/вывода, должны быть зарегистрированы.

Проектирование архитектуры АСУ ТП УПВ соответствует стандартной архитектуре ПНХЗ. Блок-схема архитектуры АСУ ТП была разработана, чтобы показать дизайн УПВ проекта и интерфейс с приложениями АСУ ТП существующих производственных объектов - см. Общая архитектура Системы Управления 10140-EM-001-873101. Связь системы управления с ПЛК поставщика технологического оборудования, а также прочими элементами контроля и управления осуществляется с помощью интерфейса Modbus TCP/IP.

Все цепи КИП рассчитаны на отказоустойчивость при потере электропитания или гидравлического /пневматического давления. Как правило, цепи АСБ обесточены для отключения. Любое энергопитание для отключения цепей АСБ должно быть с мониторингом электролинии. Как правило, цепи АПС и ГО должны быть запитаны для отключения с мониторингом непрерывной электролинии для цифровых каналов. Неправильное срабатывание всех приводимых в действие клапанов должно быть отражено в документации.

Все консоли оператора предусмотрены с полным диапазоном функций, необходимых для управления объектом УПВ. Рабочие станции операторов УПВ располагаются в существующей операторной действующей Установки производства и очистки водорода (УПОВ). Размещения новых станций предусмотрена в помещений существующей операторной.

## Система управления технологическим процессом (СУТП/ ВРС)

СУТП обеспечивает непрерывное отслеживание, управление, логические и последовательные функции для следующих процессов:

- Общее отслеживание процесса, в том числе давления, температуры, расхода, уровня, положения клапана и т. д.;
- Управление вращающимся механизмом с возможностью ручного/ автоматического, пуска / останова, автоматического переключения, выбора рабочего режима / режима ожидания и т. д.;
- Контроль уставки всех технологических контроллеров;

- Отслеживание электрических систем, в том числе аварийные генераторы, с оборудованием для обеспечения удаленного запуска и остановки операций;
- Отслеживание вспомогательного оборудования, ИБП, ОВКВ и т. д.;
- Интерфейсы для коммерческого узла учета, системы мониторинга технического состояния, систем управления комплектного оборудования;
- СУТП предоставляет входные данные для функционала отчетности, чтобы была возможность составлять ежедневные и периодические отчеты.

Подключение распределенных узлов системы СУТП, расположенных в помещении Аппаратной (ICR) КИП УПВ и контролирующих УПВ, к Существующей Операторной УПОВ выполнено с помощью волоконно-оптических магистральных линий связи.

СУТП проектируется в соответствии с концепцией резервирования для обеспечения бесперебойного автоматического управления и повышения надежности:

- Внутренняя коммуникационная сеть: полностью избыточна, включая избыточные коммуникационные шины, избыточные шины ввода-вывода и избыточные интерфейсные модули.
- Контроллеры: 1:1 полное резервирование CPU и памяти.
- Источники питания: резервные блоки питания гарантируют, что отказ одного блока не повлияет на работу системы.
- Все критически важные серверы и центральные базы данных, необходимые для обеспечения контроля над процессом и доступа оператора к процессу, полностью избыточны.
- Карты ввода/вывода: все вводы/выводы, участвующие в контурах управления, избыточны, в то время как сигналы ввода/вывода, участвующие в функции индикации или включения/выключения, не избыточны.
- Интерфейсы связи: основные подсистемы связаны с СУТП через полностью избыточный интерфейс.

Система СУТП устанавливается в системных шкафах в аппаратной.

Все контроллеры, компоненты ввода/вывода и сети сгруппированы в соответствии с определенными областями процесса, как указано в проекте.

Группировка выполнена таким образом, чтобы одноранговая связь и зависимости между контроллерами оставались минимальными, должна иметь интерфейс по резервированным каналам связи с другими системами, такими как: АСБ, АПС и ГО, система управления электроснабжением для отображения информации, полученных от данных систем на рабочих станциях оператора.

### **Автоматизированная система безопасности (АСБ/SIS)**

АСБ обеспечивает отключение оборудования до безопасного состояния в случае нештатных или аварийных ситуаций для защиты персонала, окружающей среды и объектов.

Система АСБ запускает систему профилактических мер (по предотвращению эскалации опасных условий) автоматически, при обнаружении опасного условия, или вручную, посредством нажимных кнопок АСБ. Система выполняет функции останова, изоляции и сброса давления / продувки для технологической установки в соответствии с установленными принципами безопасности и схемами причинно-следственных связей АСБ. Это должно включать в себя остановку технологического и вспомогательного оборудования и отключение электрических систем.

Система АСБ проектируется таким образом, чтобы обеспечивать высокую надежность при минимальном техобслуживании, и должна быть сертифицирована для применения в приложениях уровня SIL. Система АСБ проектируется таким образом, чтобы предпринимать последовательные действия для минимизации простоев оборудования.

АСБ предоставляет последовательность данных о событиях для последующего анализа событий и регистрации данных, чтобы можно было отслеживать и отображать общее направление развития.

Выделенные датчики АСБ должны обеспечивать входные сигналы установки напрямую в систему АСБ и от нее. Аппаратное обеспечение системы АСБ не должно требовать правильной работы какой-либо другой системы для выполнения своих собственных функций отключения, так что отказ другой системы не влияет на целостность или функциональность системы АСБ (невосприимчивость к защитным функциям в отношении любых нарушений в нормальных рабочих процессах).

Архитектура системы АСБ использует полностью избыточное аппаратное решение (EIS, PLC, I/O, блоки питания, преобразователи, коммутаторы, коммуникационные модули и т. д.), включая независимые внутренние шины и логические пути для всех сигналов.

Система АСБ устанавливается в отдельных системных шкафах АСБ в аппаратной (ICR).

### **Центр управления двигателями (МСС)**

МСС предназначен для вращающихся / возвратно-поступательных механизмов (двигателей). Центр управления двигателями МСС находится в электрической подстанции см. электротехническую часть проекта.

Основными функциями МСС являются:

- собирать, хранить и отображать данные о динамическом оборудовании;
- предоставить инструменты для анализа данных;
- предоставлять информацию операторам и обслуживающему персоналу о состоянии оборудования и прогнозировании состояния динамического оборудования;
- инициировать автоматическое безопасное отключение критически важного оборудования при чрезмерной вибрации, температуры подшипника или других контролируемых переменных, чтобы не допустить повреждения оборудования;
- требования к системе никоим образом не должны мешать или нарушать работу систем защиты машин.

МСС будет подключена к СУТП/ВРС по стандартным каналам связи для передачи и отображения данных на рабочих станциях (консолях) оператора.

Критические тревоги, блокировки (такие как: превышение допустимой вибрации, осевого смещения, температуры подшипников и т.д.) должны передаваться по «жесткому» проводному соединению к системе АСБ/SIS для выполнения необходимых действий по аварийному отключению.

Поставщики комплектных установок (PU vendor) предоставляют все аппаратное обеспечение и программное обеспечение.

### **Система коммерческого учета комплектно с узлом коммерческого учета**

Проектом предусмотрена система коммерческого учета для измерения расхода, для выставления счетов, оценки налогов, пошлин или вознаграждений, материальных балансов и/или производственных отчетов.

Система поставляется как единая интегрированная система (PU) и состоит из:

- Узлов учета, установленные по месту, для измерения расхода и других переменных процесса (температуры, давления, плотности и т. д.);
- Вычислительных компонентов (поточковые вычислители расхода и главные компьютеры учета), получающих параметры технологического процесса (такие как: расход, давление, температура, состав газа и т. д.) от полевых КИП и выполняющих расчет количества, а также функции мониторинга, записи, отображения и отчетности; установленных в зданиях аппаратных.

### **Система антипомпажного управления (ASC) комплектно с компрессорным оборудованием**

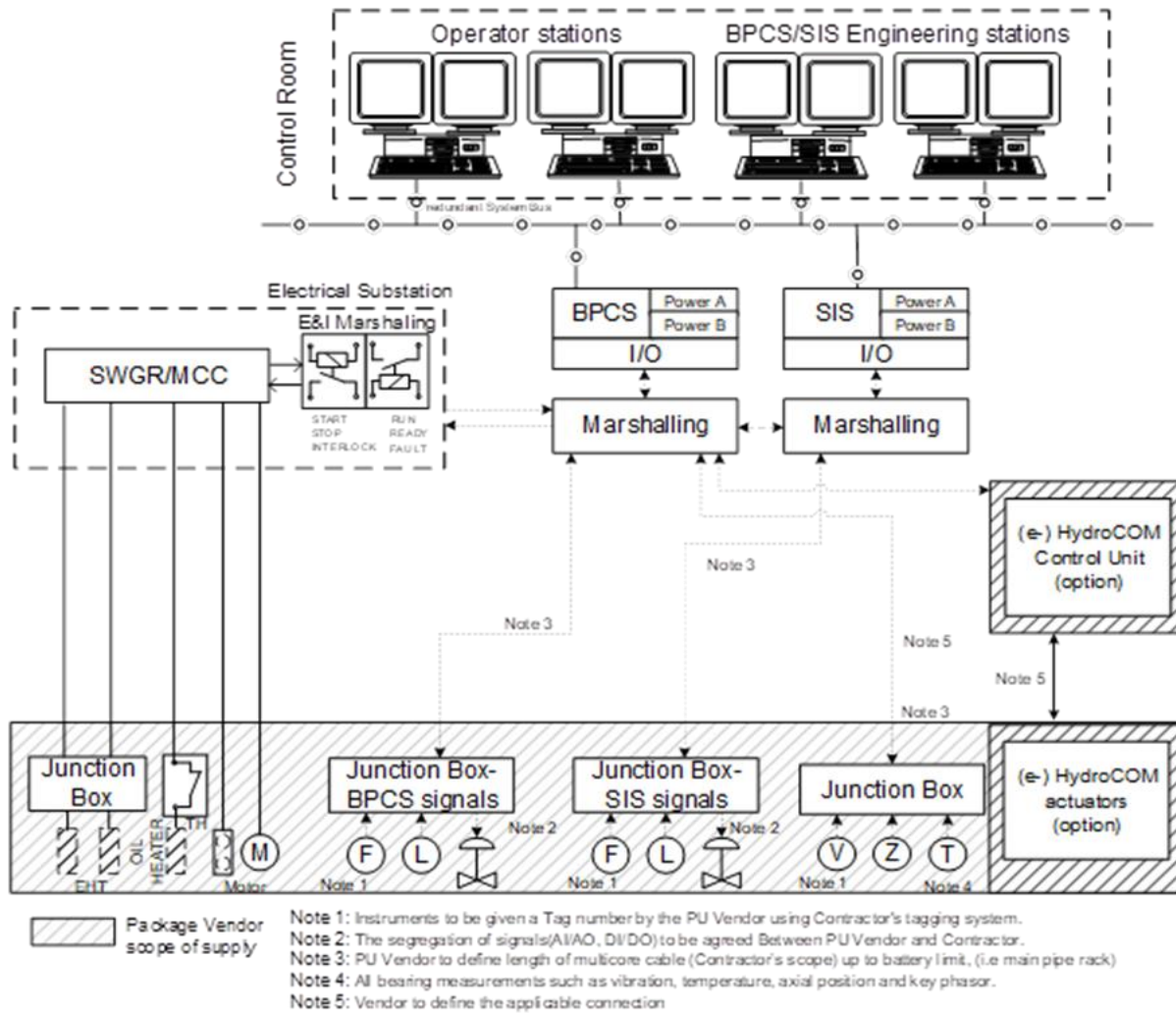
Задача антипомпажного регулирования и антипомпажной защиты включает в себя поддержание запаса по помпажу не ниже заданного, обнаружение помпажа и вывод компрессора из зоны помпажа. Поддержание запаса по помпажу достигается путем своевременного частичного открытия антипомпажного клапана при достижении рабочей точкой линии регулирования или быстром приближении к ней. При этом рабочая точка, если она достигает линии регулирования, удерживается на ней. Степень открытия антипомпажного клапана определяется контуром антипомпажного регулирования. Возможно применение нелинейных законов регулирования.

Если в течение заданного времени устранить помпаж при помощи перезапуска не удается, система антипомпажной защиты выдает в Автоматизированную систему безопасности команду аварийного останова агрегата.

Должна быть предусмотрена возможность извлечения, передачи и хранения данных на верхний уровень для анализа.

### **Элементы управления комплектным оборудованием**

Общая цель дизайна средств управления комплектным оборудованием состоит в том, чтобы внедрить полный функционал комплектных средств контроля от Поставщика в АСУ ТП объекта в случае, если это представляется возможным. Типовая структурная схема автоматизации комплектной установки:



## 6.5.4 Расположение и краткое описание оборудования АСУТП

### Полевой уровень автоматизации

#### Контрольно-измерительные приборы (КИП)

Аналоговые датчики используются как для аналоговой, так и для цифровой одновременной передачи с применением протокола HART, версия 7.

- Для датчиков, подключенных к процессу, используются преобразователи, а не сигнализаторы. Датчики на рабочей площадке запитываются от контура 4-20 мА, 24В постоянного тока.
- Взрывозащита приборов типа Ex ia применяется только для установки КЦА/PSA, типа Ex d, Ex n для прочих установок.
- Для подключения анализаторов если в паспорте анализатора не указано иное, все анализаторы имеют сигнал 4-20 мА, соответствующий измеряемой концентрации, и общий сигнал неисправности. Если анализатор не предусматривает отдельного сигнала

- неисправности, то измерительный сигнал должен быть запрограммирован на отказ, либо <4 мА, либо >20 мА, и должен быть указан в техническом паспорте анализатора.
- В некритичных случаях применения многокомпонентных анализаторов (например, газовых хроматографов, NDIR) вместо проводного сигнала 4-20 мА будет использован программный обмен данными (например, MODBUS, TCP/IP)
  - Функции АСБ используют отдельные полевые приборы, точки подключения, кабели, распределительные коробки и т. д., во избежание точек, где может произойти повреждение общего характера.
  - Все датчики АСБ имеют сертификацию SIL.
  - Оборудование внутри помещений имеет степень защиты как минимум IP42, а защитные ограждения на рабочей площадке - IP65.
  - Все части, соприкасающиеся с рабочими средами, выбраны, основываясь на технологической среде, и при необходимости должна быть предоставлена сертификация NACE.
  - Все клапаны имеют с пневматическим приводом.
  - Беспроводная технология не будет рассматриваться для данного проекта.
  - Размещение КИП предполагает максимальное удобство монтажа и обслуживания.
  - Все КИП при закупе должны быть внесены в государственный реестр Республики Казахстан.
  - Все КИП при закупе должны иметь первичную метрологическую поверку.

### **Кабели КИП и А**

- Многожильные кабели используются только для одного вида сигнала.
- Наружные оболочки кабелей должны иметь цветовую кодировку: голубой для цепей IS (для датчиков КЦА/PSA), черный для цепей NON IS и RTD 3-х жильное подключение. Удлинительные кабели термопар имеют цветовую кодировку в соответствии с IEC. Кабели питания имеют черную оболочку. Провод заземления имеет желто-зелёную оболочку.
- Кабели имеют броню в виде стальной проволочной оплетки.
- Многопарные кабели прокладываются в стальных перфорированных кабельных лотках с крышкой по технологическим площадкам и технологическим и кабельным эстакадам к местной аппаратной.
- Кабели СУТП выбираются не распространяющими горение, с низким уровнем выделения дыма.
- Кабели КИП и силовые кабели проложены в отдельных перфорированных стальных лотках с крышкой с нормативным расстоянием по ПУЭ, чтобы избежать помех.
- Резервные кабели для критически важного оборудования проложены в отдельных кабельных стойках и лотках.

### **Распределительные коробки**

Конструкция распределительной коробки должна подходить для окружающей среды, иметь класс SS316 и класс защиты как минимум IP65. Все соединительные коробки обеспечивают, как минимум, класс взрывозащиты Ex(e).

В соединительных коробках датчиков КЦА/PSA жилы для передачи искробезопасных сигналов маркируются «I.S.» и клеммы будят синего цвета.

- В соединительной коробке не смешиваются разные типы систем.
- В соединительной коробке не смешиваются разные типы сигналов.
- Кабели вводы расположены на нижней части коробки во избежание воздействия осадков на внутреннюю часть коробки.
- Все неиспользуемые кабельные вводы должны иметь сертифицированные разъемы.
- Размещение коробок на площадках обслуживания предполагает максимальное удобство монтажа.

### Принцип заземления

Система заземления для всего заводского оборудования КИП состоит из трех независимых систем:

- PE – Защитное заземление включает в себя соединение всех стоек оборудования для заземления с целью личной безопасности (конструкции, шкафы, стойки и т.д.)
- ISSG – Взрывобезопасный экран заземления – изолированный от защитного заземления (PE)
- SG – Экран заземления, изолированный от PE.

В помещениях управления должны быть предусмотрены автономные контуры заземления, не связанные гальванически с контурами заземления каких-либо других производственных помещений, а, также, с нейтралью трехфазной сети.

Сопротивление заземляющего устройства между корпусом любой части оборудования Системы и землей (грунтом) не должно превышать 4 Ом в любое время года.

В общем случае должны быть предусмотрены два контура заземления для оборудования распределительной системы управления и противоаварийной защиты;

Контур защитного заземления с сопротивлением не более 4 Ом;

При наличии искробезопасных цепей с пассивными барьерами Зенера - контур «чистого» заземления с сопротивлением не более 1 Ом.

### Принцип распределения воздуха КИП

Давление воздуха КИП:

Макс.: 1.2МПа изб. Мин: 0.35 МПа изб.

- Воздух КИП подается до границы установки и распределяется в пределах установки между всеми потребителями.
- Вентильный блок воздуха КИП изготовлен из нержавеющей стали.
- Каждый отвод имеет 1/2" изолирующий игольчатый/шариковый вентиль из нержавеющей стали. Для каждого вентильного блока поставляются, как минимум, по два запасных отвода с вентилем и заглушкой. Воздушный вентильный блок имеет дренажный клапан в самой нижней точке.

- Трубка подачи воздуха от вентильного блока потребителям замаркирована идентификационным номером потребителя, указанным на вентильном блоке.
- Трубка подачи воздуха от вентильного блока потребителям замаркирована идентификационным номером потребителя, указанным на вентильном блоке.

### Объем и расположение АСУ ТП

Количество оборудования автоматизации представлено в Спецификации оборудования, изделий и материалов часть АТХ и АТХ1

КОЛИЧЕСТВО СИГНАЛОВ I/O см. 10140-00-01-СТ-430001:

#### СУТП/ВРС

Всего 909

#### АСБ/SIS

Всего 485

Итого 1394

В системных модулях предусмотрен резерв по сигналам в размере 10%.

Шкафы системы управления поставляются комплектно в виде продукции индивидуального изготовления под ключ. В комплект поставки так же входит программное обеспечение и пусконаладочные работы, проводимые поставщиком системных и коммуникационных шкафов.

Системные и коммуникационные шкафы расположены в помещении Аппаратной КИП (ICR). Новая рабочая станция оператора УПВ расположена в существующей операторной.

Оборудование АПС и ГО учтены в соответствующих разделах проектной документации.

## 6.6 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ. СИЛОВОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

### 6.6.1 ЭЛЕКТРООСВЕЩЕНИЕ

#### Общая часть

Рабочий проект «Строительство установки производства водорода на территории ТОО «ПНХЗ» к сетям электроснабжения 6/0,4 кВ ТОО «ПНХЗ» разработано на основании задания на проектирование. и в соответствии с действующими нормативными документами:

- ПУЭ РК 2015 «Правила устройства электроустановок»;
- СН РК 4.04-07-2019 «Электротехнические устройства»;
- СП РК 2.04-103-2013 «Устройство молниезащиты зданий и сооружений»;
- СН РК 2.04-01-2011 «Естественное и искусственное освещение»;
- "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей" (Приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 30 марта 2015 года № 246);
- СП РК 4.04-108-2014 "Проектирование электроснабжения промышленных предприятий";
- СТ РК ГОСТ Р 51321.1-2010 "Устройства комплектные низковольтные распределения и управления";
- Закон "Об энергосбережении и повышении энергоэффективности" РК от 26.12.17 г. № 124-VI;
- Постановления Правительства Республики Казахстан от 12 апреля 2021 года № 234 "Об утверждении перечня объектов Республики Казахстан, уязвимых в террористическом отношении"
- СТ РК 2.121-2006 «Требования к методикам выполнения измерений электрической энергии»
- Закона Республики Казахстан от 9 июля 2004 года «Об электроэнергетике»
- Технические условия №61.07-17.01-01 для проектирования и подключения электроснабжения электроприемников по проекту ««Строительство установки производства водорода мощностью 12500 Нм<sup>3</sup>/ч» к сетям электроснабжения 6/0,4 кВ ТОО «ПНХЗ»».

Проектируемые объекты характеризуются наличием пожароопасных и взрывоопасных зон по ПУЭ.

### 6.6.2 Внешнее электроснабжение

Для обеспечения электричеством установки производства водорода, согласно техническим условиям предусматривается от двух секций существующего распределительного устройства 6 кВ в распределительном пункте РП-250. Подключение к РУ-6 кВ РП-250 осуществляется к ячейкам №17, №19 и №20.

- к ячейке №17 подключается проектируемы высоковольтный двигатель компрессора мощностью 630 кВт.
- к ячейке №19 подключается силовой трансформатор №1 мощностью 2000 кВА блочно-модульной трансформаторной подстанции.

- к ячейке №20 подключается силовой трансформатор №2 мощностью 2000 кВА блочно-модульной трансформаторной подстанции.

Разрешенная мощность 2450 кВт.

Внешнее электроснабжение выполняется отдельным рабочим проектом.

Основными потребителями установки производства водорода являются:

- Высоковольтный двигатель компрессора водород-продукта HPU-C5001-M

Комплектная блочно-модульная трансформаторная подстанция 6/0,4 кВ для потребителей основного технологического оборудования (электрообогреватели, двигатели насосов, двигатели охладителей, задвижки, сварочные розетки, Источники бесперебойного питания ИБП, освещение, щиты собственных нужд здания компрессорной, водоподготовки анализаторной, трансформаторной подстанции.)

Основные потребители электроэнергии установки производства водорода относятся к I категории электроснабжения, так же есть потребители относящиеся к III категории электроснабжения по ПУЭ РК, при этом потребители I категории должны иметь не менее двух независимых источников электроснабжения с автоматическим вводом резерва.

При нормальных режимах работы, потребители по «I категории электроснабжения» питаются из основной системы электроснабжения. В случае потери основной системы электроснабжения, потребители по «I категории электроснабжения» автоматически переключаются на резервное электроснабжение. В качестве резервного источника электроснабжения проектом предусматриваются два взаимно резервирующих кабеля 6 кВ с установкой в трансформаторной подстанции АВР.

### 6.6.3 Выбор напряжения электрических сетей

Схемы электрических соединений подстанций и распределительных устройств выбраны, исходя из общей схемы электроснабжения предприятия и обеспечения следующих показателей:

- надежность электроснабжения потребителей и переток мощности по магистральным связям в нормальном, и послеаварийном режимах;
- перспектива развития;
- возможность поэтапного расширения;
- возможность проведения ремонтных и эксплуатационных работ на отдельных элементах семы без отключения соседних присоединений

Основным источником питания потребителей установки производства водорода является распределительное устройство 6 кВ РП-250.

Напряжение 6 кВ применяется для:

- двигателя напряжением 6 кВ;
- трансформаторов на напряжение 6 кВ на высокой стороне;

Для питания низковольтных приемников установки производства водорода используется напряжение 0,4 кВ с глухозаземленной нейтралью трансформаторов.

Стандартные номинальные уровни напряжения, которые применяются в проекте, должны быть использованы следующим образом:

- 10 кВ  $\pm$  10%, 3-х фазное, 3 проводное, 50 Гц  $\pm$  2%, с заземление через сопротивление;

- 400/230 В  $\pm$  5%, 3-х фазное, 4 проводное, 50 Гц  $\pm$  2%, с глухим заземлением;
- 230 В  $\pm$  5%, 1 фазное, 2 проводное, 50 Гц  $\pm$  2%, с глухим заземлением
- 230 В  $\pm$  1%, 1 фазное, 2 проводное, 50 Гц  $\pm$  2%, от системы ИБП, с глухим заземлением
- 230 В постоянного тока  $\pm$  10%, 2 проводное от системы выпрямителя / батареи;

#### 6.6.4 Характеристика потребителей электроэнергии

Все технологические нагрузки в отношении обеспечения надежности электроснабжения разделяются по категориям.

К потребителям первой категории относятся системы автоматики, сигнализации и пожаротушения, технологическое оборудование.

К потребителям I особой категории относятся шкафы автоматики, устанавливаемые в помещении Аппаратной трансформаторной подстанции.

Остальные потребители объектов вспомогательного назначения относятся к третьей категории.

Основное производство работает с годовым числом часов использования максимума нагрузки равным 7920 ч.

По режимам работы электроприемники разделены на четыре группы по сходству режимов и по сходству графиков нагрузки:

- постоянный режим (X)
- кратковременный режим (Y)
- режим ожидания (Z)

Электроприемниками в продолжительном режиме работы являются электродвигатели компрессоров, насосов, вентиляторов, подогревателей масла двигателей находящиеся в резерве, электрообогрев трубопроводов и антиконденсатный обогрев.

В кратковременном режиме работают питательный насос, станция дозирования химикатов питательной воды блока деминерализованной воды, циркуляционный насос, насос сырой воды, насос высокого давления первой ступени, насос подпорный вторичный.

В режиме ожидания находятся электроприемники электродвигатели насосов, находящиеся в резерве, подогревателей масла двигателей находящиеся в работе, аварийное освещение, сварочные розетки, клапаны паровой завесы.

По роду тока все потребители электроэнергии разделяются на две группы:

- работающие от промышленной сети 50 Гц;
- работающие от сети постоянного тока.

#### 6.6.5 Определение электрических нагрузок

Исходными данными для расчета электрических нагрузок послужили технологические решения, рассмотренные в смежных разделах проекта.

Расчет электрических нагрузок приведен в таблице ниже:

Наименование потребителя	Коэф. мощности	Пиковая расчетная мощность		
		Рр, кВт	Qp, кВар	Sp, кВА
1	2	3	4	5
Электропривод масляного насоса компрессора водород-продукта	0,86	2,72	1,61	3,16
Подогреватель масляного насоса компрессора водород-продукта	1	0,10	0,00	0,10
Электропривод водяного насоса компрессора водород-продукта	0,86	5,10	3,03	5,93
Подогреватель водяного насоса компрессора водород-продукта	1	0,10	0,00	0,10
Электропривод водяного насоса компрессора водород-продукта	0,86	5,10	3,03	5,93
Подогреватель водяного насоса компрессора водород-продукта	1	0,10	0,00	0,10
Электропривод валопроворотного устройства	0,86	1,50	0,89	1,74
Подогреватель валопроворотного устройства	1	0,10	0,00	0,10
Подогреватель масла компрессора водород-продукта	1	2,00	0,00	2,00
Подогрев электропривода компрессора водород-продукта	1	0,40	0,00	0,40
Подогреватель воды компрессора водород-продукта	1	18,00	0,00	18,00
Вентилятор воздуха на горение	0,94	53,30	19,34	56,70
Подогреватель вентилятора воздуха на горение	1	0,17	0,00	0,17
Вентилятор воздуха на горение	0,94	56,10	20,36	59,68
Подогреватель вентилятора воздуха на горение	1	0,21	0,00	0,21
Насос ББФ	0,86	12,72	7,55	14,79
Подогрев насоса ББФ	1	0,25	0,00	0,25
Насос ББФ	0,86	12,72	7,55	14,79
Подогрев насоса ББФ	1	0,25	0,00	0,25
Насос емкости улавливания ББФ	0,89	5,70	2,92	6,40
Насос рециркуляции гидрогенизации	0,86	20,40	12,10	23,72
Подогреватель блока подшипников Рециркуляционного насоса блока гидрирования	1	1,00	0,00	1,00
Подогреватель насоса рециркуляции гидрогенизации	1	0,10	0,00	0,10
Подогреватель насоса питательной воды	1	0,10	0,00	0,10
Подогреватель насоса питательной воды	1	1,00	0,00	1,00
Насос рециркуляции гидрогенизации	0,86	20,40	12,10	23,72
Насос питательной воды	0,94	53,55	19,44	56,97
Подогреватель насоса питательной воды	1	0,25	0,00	0,25
Насос питательной воды	0,94	53,55	19,44	56,97
Подогреватель насоса питательной воды	1	0,25	0,00	0,25
Насос конденсата	0,86	1,02	0,61	1,19
Пусковой электронагреватель	1	346,00	0,00	346,00
Подогрев пускового электронагревателя	1	0,20	0,00	0,20
Пусковой электронагреватель	1	225,00	0,00	225,00
Подогрев пускового электронагревателя	1	0,20	0,00	0,20
Воздушный холодильник блока гидрирования	0,86	5,93	3,52	6,89
Воздушный холодильник блока гидрирования	0,86	5,93	3,52	6,89

Воздушный холодильник конверсионного газа	0,86	5,93	3,52	6,89
Воздушный холодильник конверсионного газа	0,86	5,93	3,52	6,89
Воздушный холодильник конверсионного газа	0,86	5,93	3,52	6,89
Воздушный холодильник конверсионного газа	0,86	5,93	3,52	6,89
Анализатор	0,9	5,67	2,75	6,30
Питание подогрева анализатора	0,9	2,45	1,19	2,72
Питание подогрева анализатора	0,9	2,45	1,19	2,72
Анализатор	0,9	5,67	2,75	6,30
Щит Аварийного освещения	0,9	1,62	0,78	1,80
Щит Аварийного освещения	0,9	1,80	0,87	2,00
Щит Аварийного освещения	0,9	1,80	0,87	2,00
Местный щит освещения	0,9	16,20	7,85	18,00
Местный щит освещения	0,9	16,20	7,85	18,00
Местный щит освещения	0,9	16,20	7,85	18,00
Сварочная Розетка 1	0,9	21,87	10,59	24,30
Сварочная Розетка 2	0,9	21,87	10,59	24,30
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит электрообогрева процесса	1	22,50	0,00	22,50
Местный щит розеток	0,8	12,00	9,00	15,00
Местный щит розеток	0,8	12,00	9,00	15,00

Щит Обогрева, Вентиляции и Кондиционирования Компрессорной	0,8	36,00	27,00	45,00
Щит Вентиляции и Обогрева Насосной питательной воды и ДМВ	0,8	36,00	27,00	45,00
Щит питания контейнера Анализатора	0,8	14,40	10,80	18,00
ИБП HPU-PC-UPS01 - существующее здание операторной	0,8	14,40	10,80	18,00
ИБП HPU-PC-UPS01 - существующее здание операторной	0,8	14,40	10,80	18,00
Щит питания блока короткоцикловой абсорбции	0,9	5,40	2,62	6,00
Лебедка компрессорной	0,9	8,10	3,92	9,00
Питательный насос	0,86	1,28	0,76	1,48
Электрический позиционер ходового насоса TSP Станции дозирования химикатов питательной воды блока деминерализованной воды	0,86	1,00	0,59	1,16
Насос-дозатор поглотителя кислорода Станции дозирования химикатов питательной воды блока деминерализованной воды	0,86	0,17	0,10	0,20
Насос-дозатор поглотителя кислорода Станции дозирования химикатов питательной воды блока деминерализованной воды	0,86	0,17	0,10	0,20
Насос-дозатор TSP Станции дозирования химикатов питательной воды блока деминерализованной воды	0,86	0,17	0,10	0,20
Насос-дозатор TSP Станции дозирования химикатов питательной воды блока деминерализованной воды	0,86	0,17	0,10	0,20
Насос-дозатор органического амина Станции дозирования химикатов питательной воды блока деминерализованной воды	0,86	0,05	0,03	0,06
Насос-дозатор органического амина Станции дозирования химикатов питательной воды блока деминерализованной воды	0,86	0,05	0,03	0,06
Питательный насос	0,86	1,28	0,76	1,48
Станция дозирования химикатов питательной воды блока деминерализованной воды	0,9	3,60	1,74	4,00
Блок деминерализованной воды	0,9	1,35	0,65	1,50
Циркуляционный насос	0,86	1,28	0,76	1,48
Циркуляционный насос	0,86	1,28	0,76	1,48
Промывочный насос	0,86	2,99	1,78	3,48
Насос сырой воды	0,86	2,99	1,78	3,48
Насос сырой воды	0,86	2,99	1,78	3,48
Насос высокого давления первой ступени	0,86	6,38	3,78	7,41
Насос высокого давления первой ступени	0,86	6,38	3,78	7,41
Насос воды очистки	0,86	1,28	0,76	1,48
Насос подпорный вторичный	0,86	1,29	0,77	1,50
Насос подпорный вторичный	0,86	1,29	0,77	1,50
Насос высокого давления второй ступени	0,86	6,36	3,77	7,39
Насос высокого давления второй ступени	0,86	6,36	3,77	7,39
Щит питания местного пожаротушения	0,9	2,70	1,31	3,00
ИБП 1 - Фидер А	0,8	12,00	9,00	15,00
ИБП 2 - Фидер А	0,8	12,00	9,00	15,00
ИБП 3 - Фидер А	0,8	7,20	5,40	9,00
ИБП 4 - Фидер В	0,9	3,24	1,57	3,60
Щит собственных нужд камеры трансформатора	0,8	1,20	0,90	1,50
Щит собственных нужд Аппаратной	0,8	7,20	5,40	9,00

Щит собственных нужд Подстанции	0,8	7,20	5,40	9,00
Щит Питания БЕЗ-ИБП для PDC	0,9	4,50	2,18	5,00
Щит Питания ИБП для PDC 2A	0,65	17,06	19,94	26,24
Питание В от ИБП Удаленный Шкаф Системы Безопасности	0,65	0,90	1,05	1,38
Питание А от ИБП Удаленный Шкаф Системы Безопасности	0,65	0,90	1,05	1,38
Питание В от ИБП. Удаленный Шкаф АСУТП	0,65	0,90	1,05	1,38
Питание А от ИБП. Удаленный Шкаф АСУТП	0,65	0,90	1,05	1,38
Щит Питания ИБП для PDC 2B	0,65	17,06	19,94	26,24
Компенсатор реактивной мощности	-1	0,00	-50,00	-50,00
Компенсатор реактивной мощности	-1	0,00	-50,00	-50,00
Напряжение Управления HPU-NSM01A	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления HPU-NSM01B	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления HPU-NSM01C	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления HPU-NT01A	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления HPU-NT01B	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления HPU-NSL01 секция А	1	1,00	0,00	1,00
Напряжение Управления HPU-NSL01	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления HPU-NSL01 секция В	1	1,00	0,00	1,00
Напряжение Управления HPU-NT02A	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления HPU-NT02B	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления HPU-NPC01 секция А	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления HPU-NPC01 секция В	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления HPU-NSH01 секция А	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления HPU-NSH01	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления HPU-NSH01 секция В	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления HPU-E2003-VFD002	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления HPU-E4006-VFD002	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления HPU-E4006-VFD004	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления P1101A-VFD	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления P1101B-VFD	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления E2002-TC	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления E3010-TC	1	0,10	0,00	0,10
Напряжение Управления Шкафа частотных преобразователей двигателей Блока деминерализации воды	1	2,00	0,00	2,00
<b>Расчетная потребляемая электрическая мощность на напряжении 0,4 кВ</b>	<b>0,93</b>	<b>1622,98</b>	<b>665,4</b>	<b>1745,1</b>
Компрессор водород-продукта	0,72	467,84	450,93	649,78
	<b>0,92</b>	<b>2092,82</b>	<b>891,52</b>	<b>2274,8</b>

Для обеспечения электроэнергией потребителей 1 и 2 категории 0,4 кВ установки производства водорода необходимо установить в здании блочно-модульной трансформаторной подстанции:

1. Силовой трансформатор с литой изоляцией мощностью 2000 кВА – 2 к-та.

**Таблица 6.6.1. - Результаты расчетов электрических нагрузок установки по производству водорода на период эксплуатации при достижении полной проектной производительности:**

Наименование	Установленная мощность, кВт	Полная расчетная мощность, кВА	Годовой расход электроэнергии, кВт. часов в год
Электрическая нагрузка установки по производству водорода	2092,82	2274,8	16575134,4

### 6.6.6 Электрические сети, системы, силовое электрооборудование

На площадке установки производства водорода запроектировано отдельно стоящее здание блочно-модульной распределительной трансформаторной подстанции, в которой размещается распределительное устройство РУ 6 кВ (НПУ-NSM01). От проектируемого распределительного устройства РУ-6 кВ подключены следующие электроприемники:

- Высоковольтный электродвигатель компрессора водород-продукта (НПУ-С5001-М);
- Силовой трансформатор с литой изоляцией мощностью 2000 кВА – 2 к-та

Схема электроснабжения на напряжении 0,4 кВ и 6 кВ показана на чертеже Том 1.10.1 ЭМ лист 2.

РУ-6 кВ состоит из 3 ячеек. Сборные шины выполняются на номинальный ток 630 А, ток электродинамической устойчивости 10 кА.

В ячейках устанавливаются вакуумный выключатель, выключатели нагрузки, трансформаторы тока, трансформаторы напряжения. План расположения распределительного устройства 6 кВ в электропомещении представлен на чертеже 10140-75-ЭОМ-0000 24.729.000-04-К-75-ЭОМ лист 6.

Расположение шкафов РУ-6 кВ однорядное с односторонним обслуживанием.

Вторичная коммутация РУ-6 кВ выполнена на выпрямленном оперативном токе. Схемы вспомогательных цепей электрических соединений приняты с применением современных микропроцессорных устройств защиты, управления, автоматики и сигнализации.

Для обеспечения надежности питания шинок управления, сигнализации и питания соленоида включения выключателей предусмотрены ИБП.

На линии 6 кВ питающей двигатель компрессора предусмотрены следующие типы защит:

- токовая отсечка и МТЗ;
- защита от дуговых замыканий;
- двухступенчатая защита от однофазных замыканий на землю;
- защита от многофазных замыканий на землю;
- защита минимального напряжения на вводах 6 кВ;

Управление выключателями 6 кВ выполняется с помощью приводов, обеспечивающих ручное, или от устройств телемеханики, включение и отключение в нормальном режиме, автоматическое отключение при действии релейной защиты, автоматическое отключение и включение в процессе действия автоматики.

Управление осуществляется из соответствующих ячеек РУ-6 кВ, и выполняется на выпрямленном оперативном токе напряжением 220 В.

Источниками оперативного тока, для отключения от защиты присоединений 6 кВ, являются ИБП.

Схема центральной сигнализации РУ-6 кВ предусматривает, как возможность передачи двух сигналов – аварийного и предупредительного, так и индивидуальных сигналов на диспетчерский пункт.

Предусмотрен следующий объем индивидуальной сигнализации:

- аварийное отключение выключателей 6 кВ;
- дуговая защита;
- земля в сети 6 кВ;

Измерение тока нагрузки и напряжения предусмотрено на линии 6 кВ двигателя компрессора.

Коммерческий учет электрической энергии приняты на многофункциональных микропроцессорных счетчиках в ячейках РУ-6 кВ распределительного пункта РП-250. Для технического учета активной и реактивной энергии измерители параметров электрической сети устанавливаются на вводах 0,4 кВ шкафа HPU-NSL01.

Оперативная блокировка в РУ-6 кВ - механическая и электромагнитная в соответствии с ПУЭ. Блокировка исключает возможность отключения и включения тока нагрузки разъединителями, включения разъединителей при включенных заземляющих ножах, включение заземляющих ножей на шины, не отделенные разъединителями от шин, находящихся под напряжением.

Электроснабжение технологических потребителей на напряжении 0,4 кВ осуществляется непосредственно от шин 0,4 кВ блочно-модульной трансформаторной подстанций.

Выбор числа и мощности трансформаторов произведен на основании расчета электрических нагрузок.

К установке принимаются сухие трансформаторы внутренней установки. Для обеспечения пожарной безопасности в камерах трансформаторов, помещениях РУ-6 кВ, 0,4 кВ предусмотрена пожарная сигнализация в соответствии с СН РК 2.02-011-2002 «Нормы оборудования зданий, помещений и сооружений системами автоматической пожарной сигнализации, автоматическими установками пожаротушения и оповещения людей о пожаре» [12].

Мощность силовых трансформаторов и пропускная способность линий (магистралей) выбраны таким образом, что при выходе из работы одного элемента, оставшийся в работе элемент, с учетом допустимых перегрузок, обеспечивает всю нагрузку I и II категории, которая необходима для продолжения работы.

Все оборудование выбрано в исполнении, соответствующем характеристикам среды и зон, в которых оно установлено.

Аппаратура управления и защиты выбрана по расчетным данным сети и электроприемников с учетом селективности, проверена на отключение однофазных и многофазных токов короткого замыкания в соответствии с требованиями ПУЭ и ЕПБ.

Все электрооборудование выбрано и проверено на термическую и динамическую устойчивость к токам короткого замыкания.

Электрическое оборудование, электрические аппараты, приборы, шкафы для пожароопасных и взрывоопасных зон (распределительные щиты, пускатели, выключатели автоматические, кнопки управления и т.п.) выбраны с учетом требований ПУЭ [2] со степенью защиты оболочки не менее IP 44.

Эксплуатация электрооборудования предусматривается без постоянного дежурного персонала с применением устройств автоматики и сигнализации.

### 6.6.7 Внутриплощадочные сети 6 кВ и 0,4 кВ

Для подключения нагрузок установки производства водорода предусматривается совместная прокладка кабелей 6 кВ на технологической эстакаде.

Электрический расчет кабелей 6 кВ выполнен по допустимой нагрузке и экономической плотности тока, проверены по допустимой потере напряжения и термической стойкости к токам короткого замыкания. Минимальное сечение кабелей 6 кВ, из условия устойчивости к токам короткого замыкания, принимается 70 мм<sup>2</sup>.

Распределение электроэнергии на напряжении 0,4 кВ от силовых трансформаторов 6/0,4 кВ до низковольтных щитов 0,4 кВ выполняется комплектным шинопроводом на ток 3800 А.

Распределение электроэнергии на напряжении 0,4 кВ от низковольтных щитов 0,4 кВ к электроприемникам выполняется по радиальной схеме кабелем.

Распределительные и питающие сети площадки установки производства водорода выполняются кабелями, которые прокладываются открыто по кабельным конструкциям эстакады.

Силовой кабель 0,4 кВ принят с пятой защитной жилой. Все кабели принимаются с оболочками и защитными покровами, не распространяющими горение.

Прокладка кабелей внутри помещений выполнена в лотках с крышками по кабельным конструкциям, по вертикальным конструкциям, в электромонтажных шлангах и в стальных трубах.

Выбор сечения кабелей и проводов 0,4 кВ произведен по длительно допустимому току нагрузки с проверкой на допустимую потерю напряжения и на срабатывание аппаратов защиты от однофазных и многофазных коротких замыканий.

Кабели на спусках и подъемах защищены трубами от механических повреждений. Трассы кабельных линий выбраны с учетом их наименьшей длины, возможностей генплана и необходимости прокладки других коммуникаций.

План прокладки кабельных трасс напряжением 6 кВ и 0,4 кВ представлен на чертежах Том 10140-00-ЭС-0001 24.729.000-04-К-00-ЭС лист 21.1 и 21.2.

### 6.6.8 Электроосвещение

Электрическое освещение установки производства водорода выполнено в соответствии со СНиП РК 2.04-05-2002\* [3], СН РК 4.04-19-2003 [4], ПУЭ РК [2].

Нормы освещенности приняты в соответствии с разрядом выполняемой работы по СНиПу.

В зависимости от назначения помещения, разряда работы, высоты установки, условий окружающей среды для освещения помещений приняты светильники со светодиодными лампами, с необходимой степенью защиты по ГОСТ 14254-96 [7] и ГОСТ 17677-82 [8].

Для производственных зданий светильники приняты с лампами "LED" со степенью защиты по IP соответствующей категории помещения. Светильники во взрывоопасных зонах и помещениях приняты лампами типа "LED" и имеют взрывозащиту вида Ex'd' IIC T4.

Рабочее и аварийное освещение выполняется на напряжении 230 В и подключено к щиткам освещения, запитанных от разных источников.

Резервное аварийное освещение предусматривается, в производственных зданиях, а также на технологических площадках основного технологического процесса для нормального продолжения работы при нарушении питания рабочего освещения внутри и вне зданий, а также в местах, где нарушение работы оборудования и механизмов может вызвать:

- гибель, травмирование или отравление людей;
- взрыв, пожар, длительное нарушение технологического процесса;
- утечку токсичных и радиоактивных веществ в окружающую среду;
- нарушение работы таких объектов, как электрические подстанции, узлы связи, диспетчерские пункты, насосные установки водоснабжения, канализации и теплофикации, установки вентиляции и кондиционирования воздуха для производственных помещений.

Для аварийного освещения приняты те же типы светильников, что и для рабочего освещения. Щиты аварийного освещения запитаны от ИБП.

Для ремонтного освещения в трансформаторной подстанции устанавливается ящик с понижающим трансформатором типа ЯТП-0,25 на пониженное напряжение 36 В. Для ремонтного освещения в производственных помещениях применяются переносные светодиодные аккумуляторные фонари.

Напряжение сети рабочего и аварийного освещения – 380/220 В с системой заземления TN-C-S. Щитки рабочего и аварийного освещения запитываются от разных секций подстанций. В качестве групповых и распределительных щитков освещения приняты взрывозащищенные щиты индивидуального изготовления.

Групповая и распределительная сеть в производственных и вспомогательных помещениях с нормальной и пожароопасной средой выполняется кабелем ВВГнг(A)-LS.

Управление освещением внутри помещений – местное: выключателями, установленными у входов в помещения и автоматическими выключателями с групповых щитков.

Все токопроводящие части электрооборудования, не находящиеся под напряжением в нормальном режиме работы, заземляются.

### **6.6.9 Компенсация реактивной мощности**

Применение компенсации реактивной мощности улучшает технико-экономические показатели работы электрических сетей за счет:

- увеличения пропускной способности понижающих трансформаторов и питающих электрических сетей;
- снижения потерь напряжения в электрических сетях и трансформаторах.

Электрические сети по функциональным признакам работы электроустановок и средствам компенсации реактивной мощности относятся к сетям общего назначения.

В качестве основного средства компенсации реактивной мощности приняты низковольтные конденсаторные батареи напряжением 0,4 кВ.

Мощность конденсаторных батарей определена при расчете электрических нагрузок. Установка конденсаторных батарей предусматривается в электропомещении, две установки мощностью по 50 кВАр.

Предусмотренные мероприятия способствуют энергосбережению и повышению качества электроэнергии.

### 6.6.10 Молниезащита и заземление

В проекте предусматривается молниезащита зданий и сооружений установки производства водорода в соответствии с Устройству молниезащиты зданий и сооружений СП РК 2.04-103-2013 [5].

Все здания относятся, в основном, к II категории по молниезащите с II уровнем защиты. Молниезащита выполняется с помощью стержневых молниеприемников.

Здание водоподготовки защищено с помощью металлической защитной сетки, укладываемой на кровле с присоединением к заземляющим устройствам. В качестве токоотводов максимально используются металлические и железобетонные элементы строительных конструкций и фундаментов, надежно соединенные с землей.

Для защиты наружных установок от вторичных проявлений молнии металлические корпуса присоединены к заземляющему контуру.

Здание трансформаторной подстанции входит в зону защиты от прямых ударов молнии молниеприемника на установке SS-1. Так же на площадке предусмотрена установка молниеприемной мачты высотой 50м.

Сопrotивление заземляющего устройства системы молниезащиты в любое время года не должно составлять более 10 Ом.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала от поражения электрическим током выполняется защита от прямого и косвенного прикосновения.

Все нормально нетоковедущие части электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции или аварийном состоянии, заземляются. Для заземления электрооборудования принята система TN-C-S. Разделение совмещенного PEN проводника на N и PE проводники выполняется в щитах 0,4 кВ.

В качестве заземляющих проводников приняты пятые или третьи жилы силовых кабелей при напряжении 0,4 кВ и 0,22 кВ соответственно, кабельные конструкции, лотки электропроводок, металлические конструкции, внутренний контур заземления. Заземляющие проводники должны быть надежно соединены с внутренним и/или наружными контурами заземления путем сварки. Наружные контура между собой соединить металлической непрерывной связью по металлокаркасу зданий. В местах разрыва металлоконструкций выполнить перемычки из круглой стали.

Все металлические трубы и строительные конструкции заземляются.

Внутренние контура заземления и металлоконструкции зданий соединить с наружным контуром заземления.

В качестве заземлителей для наружного контура приняты: для горизонтальных заземлителей сталь полосовая, для вертикальных заземлителей сталь круглая диаметром не менее 20 мм.

Для предупреждения возможности возникновения опасных искровых разрядов с поверхности оборудования, а также с тела человека, предусматривается отвод опасных искровых зарядов путем заземления оборудования и коммуникаций и присоединения их к общей системе заземления, а также обеспечивается постоянный электрический контакт тела человека с заземлением.

Для защиты от вторичных воздействий молнии, все нормально нетоковедущие части электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции или аварийном состоянии (металлические корпуса всего технологического и вентиляционного

оборудования и аппаратов, устанавливаемых в помещениях), присоединяются к внутреннему контуру заземления.

Все металлические и электропроводные неметаллические части проектируемого оборудования заземляются таким образом, что все это оборудование и его части, трубопроводы и кожухи термоизоляции трубопроводов и аппаратов представляют собой на всем протяжении непрерывную электрическую цепь, которая присоединяется к контуру заземления не менее чем в двух точках.

Сопротивление заземляющего устройства системы заземления в любое время года не должно составлять более 4 Ом.

### 6.6.11 Учет и измерение электроэнергии

Расчетный учет электроэнергии с фиксацией максимальной нагрузки в часы прохождения максимума энергосистемы, а также технический учет осуществляются посредством автоматизированной информационно-измерительной системы.

Счетчики расчетного учета устанавливаются на линиях РУ 6 кВ РП-250, технического учета – на вводах 0,4 кВ.

Измерение тока предусмотрено на каждом присоединении 6 кВ, а напряжения – секции шин.

### 6.6.12 Надежность электроснабжения

Система электроснабжения выполнена таким образом, что в условиях аварийных режимов она способна обеспечить полную нагрузку. Подключение потребителей 1 категории выполняется двумя взиморезервирующими линиями от шкафов с устройством автоматического ввода резерва (АВР).

В системе электроснабжения применено глубокое секционирование всех звеньев системы от источника питания до сборных шин низкого напряжения. Для повышения надежности питания на секционных аппаратах предусматриваются схемы автоматического ввода резерва. Схема распределения энергии выполнена так, что все ее элементы постоянно находятся под нагрузкой и, при аварии с одним из элементов, оставшиеся в работе принимают на себя его нагрузку, путем перераспределения ее между собой с учетом допустимой перегрузки.

Для обеспечения требуемого уровня надежности схемы электроснабжения приняты следующие решения:

- распределительное устройство 6 кВ имеет два ввода;
- мощность силовых трансформаторов и пропускная способность линий выбраны таким образом, что при выходе из работы одного элемента, оставшийся в работе элемент, с учетом допустимых перегрузок, обеспечивает всю нагрузку I категории;
- секционные выключатели снабжены устройством АВР;
- для ограничения перенапряжений установлены ограничители перенапряжений.

Все элементы распределительных сетей высокого и низкого напряжений выполнены с максимальным использованием гибких связей (кабелей).

Прокладка кабелей выполняется с запасом по длине:

- выполнение трассы в виде «змейки»;
- выполнение петли кабеля на вводе в оборудование и при проходе через стены.

Для повышения устойчивости высоковольтные ячейки крепятся к полу с помощью болтовых или сварных соединений.

Низковольтные щиты и панели крепятся к полу и к поперечным соединениям между рядами.

### 6.6.13 Качество электроэнергии

К показателям качества электроэнергии относятся: отклонения частоты, отклонения напряжения, коэффициент не симметрии напряжения, коэффициент не синусоидальности, размах изменения напряжения.

Нормы на перечисленные показатели установлены ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения» [10].

Надлежащее качество электроэнергии обеспечивается:

- раздельным питанием осветительной и силовой нагрузки;
- применением электрооборудования с улучшенными характеристиками;
- работой сварочных агрегатов только во время проведения ремонтных работ.

Контроль показателей качества электроэнергии производится потребителем на границе раздела балансовой принадлежности сетей, с целью проверки на соответствие фактических значений показателей качества электроэнергии допустимым значениям.

### 6.6.14 Организация эксплуатации электроустановок

Служба эксплуатации на площадке представлена службой главного энергетика, который обслуживает первичные сети 6 кВ, релейную защиту на стороне 6 кВ и контур заземления. Сторону 0,4 кВ обслуживает эксплуатационный персонал.

Мелкий ремонт производится силами самой службы энергохозяйства, крупный - сторонними организациями, в зависимости от сложности работ.

Обслуживание и эксплуатация вновь устанавливаемого оборудования осуществляется вновь формируемыми службами.

### 6.6.15 Охрана труда

Вопросы безопасных условий труда в электротехнических помещениях и при обслуживании и ремонте электрооборудования решены в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами устройства электроустановок» и «Едиными правилами безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом».

Компоновка электрооборудования, конструктивное выполнение его, монтаж токоведущих частей, ошиновка и установка изоляторов, несущие конструкции, изоляционные и другие минимальные расстояния выбраны таким образом, чтобы обеспечивалось безопасное обслуживание оборудования в нормальном режиме работы электроустановок, удобное наблюдение за указателями положения выключателей и разъединителей и т.п.

Все электротехнические помещения имеют вентиляцию, отопление и освещение в соответствии с нормами. Вентиляционная система электропомещений обеспечивает отвод выделяемого аппаратами или трансформаторами тепла и является самостоятельной и не связанной с другими вентиляционными системами.

Для защиты от попадания обслуживающего персонала под опасное для жизни напряжение предусматривается заземление всех металлических нетоковедущих частей электрооборудования. Для заземления используются металлические строительные конструкции зданий, трубопроводы. В местах расположения подстанций выполняется искусственный контур заземления. Металлические части оборудования присоединяются к внутреннему контуру заземления, составляющему с металлическими элементами здания и внешним контуром единую систему заземления. Сопротивление общего заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

Все отходящие линии 6 кВ оборудуются максимальной токовой защитой и защитой от замыкания на землю. В сетях 0,4 кВ предусматривается защитное отключение от утечек тока на землю.

### 6.6.16 Противопожарные мероприятия в электротехнических помещениях

По взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности электротехнические помещения относятся к следующим категориям:

- помещения распределительных устройств РУ-6кВ – Г;
- щитовых 0,4кВ – Г;
- камеры с сухими трансформаторами – Г;
- кабельные каналы и двойные полы для прокладки кабелей - ВII

В соответствии с Техническим регламентом [9] класс пожара в электротехнических помещениях РУ-6 кВ и щитовых 0,4 кВ, в камерах сухих трансформаторов определен как, класс Е – пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением.

Для обеспечения пожарной безопасности предусматривается пожарная сигнализация в помещениях РУ-6 кВ и 0,4 кВ, в камерах трансформаторов. В двойных полах здания Аппаратной для прокладки кабелей предусмотрено автоматическое пожаротушение.

В помещении распределительного устройства 6 кВ, в камерах трансформаторов предусмотрена вентиляция, обеспечивающая отвод выделяемого тепла и газов с тем, чтобы, нагрев оборудования не превышал максимально допустимого значения. Помещение РУ-6 кВ

оборудуется аварийной вытяжной вентиляцией, рассчитанной на однократный обмен воздуха в час.

На площадке предусмотрен комплектный набор противопожарного инвентаря и материалов. Тушение пожара на площадке предусматривается выездными аварийными бригадами.

## 6.7 АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПОЖАРНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

Одним из эффективных способов повышения пожарной безопасности на защищаемом объекте является применение систем пожарной сигнализации, автоматических установок пожаротушения, оповещения о пожаре и управления инженерным оборудованием при пожаре.

В соответствии с требованиями, Технического регламента «Общие требования к пожарной безопасности», проектируемый объект оборудуется системой автоматической пожарной сигнализации далее АПС, предназначенной для своевременного обнаружения пожара, обработки, регистрации, передачи сигналов о пожаре и выдачи сигналов на управление системой оповещения, автоматического пожаротушения, вентиляции, технологическими процессами.

Система пожарной сигнализации разработана на базе оборудования «SIEMENS».

Применяемая система пожарной сигнализации является адресно-аналоговой, что дает возможность определить зону пожара. Система АПС производит самодиагностику в режиме ожидания, которая дает шанс заблаговременно устранить неисправности, не доводя устройства до состояния неработоспособности.

Состав оборудования системы АПС:

- Автоматические пожарные извещатели служат для обнаружения возгорания в помещениях и на технологических установках, в зависимости от назначения защищаемого объекта и его категории, устанавливаются соответствующие типы извещателей. В проекте применяются извещатели пламени адресные и неадресные для обнаружения пламени углеводородов и водорода, пожарные дымовые точечные оптико-электронные, пожарный извещатель аспирационный, пожарные ручные извещатели.
- Пожарные световые и звуковые оповещатели, взрывозащищенные и обычного исполнения. Оповещатели устанавливаются на технологических установках и в защищаемых помещениях и включаются при пожаре.
- Контроллеры системы АПС которые выполняют следующие функции:
- Обнаружение возгорания на основе анализа состояния пожарных извещателей;
- Непрерывный контроль работоспособности системы пожарной сигнализации;
- Контроль цепей управления световыми и звуковыми средствами оповещения людей о пожаре;
- Управление световым и звуковым оповещением людей о пожаре;
- Индикация режима работы системы, управление и мониторинг с передачей сигналов в помещение дежурного персонала, предусмотренного в разделе «Сети связи» далее СС, а также на существующее Пожарное депо Павлодарского Нефтехимического Завода согласно Техническим условиям. Противопожарное обслуживание будет осуществляться силами действующего Пожарного депо ПНХЗ.

Проектируемая система АПС взаимодействует со следующими системами: Контроль Управление Доступом далее СКУД, Система Громкоговорящей Связи и Оповещения далее ГС, системой Вентиляции и Кондиционирования далее ВК и системой Автоматического Пожаротушения далее АПТ. При формировании сигнала "ПОЖАР" осуществляется аварийное открытие всех выходов, контролируемых СКУД, транслирование речевой информации посредством ГС, отключение систем ВК в здании и включение системы АПТ, а также передача сигнала о пожаре в систему АСУТП проектируемой установки.

Кабельные линии системы автоматической противопожарной защиты выполняются огнестойкими кабелями с медными жилами. Кабели прокладываются частично по кабельным

лоткам, частично в стальных трубах или металлорукавах. Кабельные лотки прокладываются по технологическим эстакадам и внутри зданий.

Электропитание оборудования осуществляется от сети электропитания объекта (напряжение 220В, частота 50 Гц) по первой категории надежности электроснабжения.

## 6.8 ГРОМКОГОВОРЯЩАЯ СВЯЗЬ И ОПОВЕЩЕНИЕ

Громкоговорящая связь — вид связи, обеспечивающий эффективную поддержку технологических процессов предприятия, поиск персонала на объекте, трансляцию объявлений, а также оповещение о ЧС (возгорание, утечка и др.), данная система работает совместно с системой АПС.

Система обеспечивает:

- Оповещение персонала;
- Возможность вызова диспетчером любого абонента или группы абонентов, а также автономную связь между абонентами;
- Запись речевого сообщения в автоинформатор и его контрольное воспроизведение, ручное и автоматическое транслирование сигналов тревоги, сообщений, записанных на автоинформатор.

В существующей операторной предусмотрен диспетчерский пульт, позволяющий осуществлять групповые вызовы, прямые соединения с другими переговорными устройствами и голосовые объявления. Проектируемая система громкой связи подключается к системе оповещения Павлодарского Нефтехимического Завода согласно Техническим условиям.

Система громкоговорящей связи разработана на базе оборудования «Industronic».

На технологических площадках и в производственных объектах предусматривается установка рупорных громкоговорителей 30Вт напряжением 100В, в помещениях громкоговорители 6Вт напряжением 100В, переговорных устройств с лампой вспышкой и рупорными громкоговорителями в зависимости от назначения защищаемого объекта и его категории.

Центральное оборудование устанавливаются в:

- Здание подстанции в помещении аппаратной КИПиА;

Мониторинг и управление:

- Существующая Операторная;

Периферийное оборудование ГГС устанавливается в/на следующих зданиях и объектах:

- Здание компрессорной;
- Здание подготовки воды;
- Конструкция SS-1;
- Трубная эстакада PR-3;
- Шелтер для анализаторов;
- Участок 30;
- Трубная эстакада PR-1;

Громкоговорители, переговорные устройства и лампы-вспышки устанавливаются на территории объектов общезаводского хозяйства на опорах проектируемой эстакады или на собственных стойках, рекомендуемая высота установки громкоговорителей от уровня земли от 3 до 6 м, переговорного устройства 1.5-1.6 м от уровня земли.

Кабели прокладываются по кабельной или технологической эстакадах и заводятся в здание подстанции с прокладкой под фальшполом в кабельных лотках до шкафа. В помещении существующей операторной, на столе оператора устанавливается диспетчерский пульт.

Проектируемая система звукового оповещения работает независимо от проектируемой системы двусторонней производственной громкоговорящей связи и реализуется на отдельных громкоговорителях и подключается по отдельным линиям связи. Громкоговорители системы звукового оповещения подключаются к отдельному усилителю мощности.

Электропитание от сети электропитания объекта напряжением 230 В и частотой 50 Гц по 1-ой категории.

Проектируемое оборудование заземляется от шины заземления здания. Заземления учитываются в электротехнической части проекта.

## 6.9 СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

Система контроля и управления доступом (далее СКУД) разрабатывается на основе современного оборудования «Hikvision». Система выполняет функцию ограничения доступа в помещения и здания с разграничением полномочий (учитывая время суток и дни недели), при этом обеспечивается легкая смена полномочий и фиксация в памяти всех событий в привязке к текущей дате и времени суток. Оборудование и устройства СКУД выбраны в зависимости от назначения защищаемого объекта и его категории.

СКУД выполняет следующие функции:

- управление от индивидуальных карт доступа;
- централизованное и распределенное (локальное) хранение ключей доступа;
- функции контроля повторного прохода;
- временные зоны;
- поиск сотрудников;
- отчеты по оставшимся сотрудникам в помещениях на текущее время.

В состав системы входят:

- Контроллер;
- Считыватель карт;
- Датчик открывания двери;
- Кнопка аварийного выхода;
- Электромагнитный замок;
- Дверной доводчик;

Система контроля доступа предусмотрена на следующих объектах:

- Здание компрессорной;
- Здание подготовки воды;
- Здание подстанции.

Проектируемая система контроля и управления доступом предусматривается централизованным, с центром управления и мониторинга в здании существующей операторной. Центральное оборудование расположено в здании Подстанции, помещении аппаратной КИПиА. Кабельная инфраструктура системы осуществляется на основе огнестойких кабелей с медными жилами.

Контроллер центральный предназначен для информационного объединения приборов ИСО с целью организации единого центра управления и сбора системных сообщений на объекте. Объединение контроллеров выполняется по сети Ethernet. Взаимодействие между объектовыми контроллерами происходит по интерфейсу TCP/IP с передачей информации на АРМ системы безопасности в здании существующей операторной.

В случае тревоги о возникновении пожара, система откроет все двери, чтобы позволить быструю эвакуацию персонала из помещений.

Электропитание оборудования СКУД предусматривается от сети переменного тока объекта напряжением 230 В и частотой 50 Гц по 1-ой категории.

Проектируемое оборудование заземляется от шины заземления здания. Заземления учитываются в электротехнической части проекта.

## 6.10 ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЕ

Система видеонаблюдения является неотъемлемой частью современных технологий безопасности и помогает повышать эффективность технологического процесса, сокращать потери и минимизировать риски. Установка и конфигурация системы видеонаблюдения предлагает надежную защиту для производства и способствует его безопасной и эффективной работе.

Система видеонаблюдения обеспечивает:

- Защиту производственной среды и сокращение потерь от краж и вандализма.
- Мониторинг и предотвращение несанкционированного доступа на территорию производства.
- Контроль и улучшение операционных процессов.
- Повышение безопасности и производительности персонала.
- Снижение рисков, связанных с авариями и простоями оборудования.

На проектируемой территории предусматривается система видеонаблюдения, по периметру установки, и на технологических площадках.

Сетевая архитектура кабельной инфраструктуры системы видеонаблюдения проектируется по радиальной топологии, что исключает установку промежуточных уличных шкафов. Для удаленных участков где длина кабеля до камеры превышает 90 метров предусмотрен специализированный коммутатор, поддерживающий расстояния до 200 метров.

В системе видеонаблюдения используются всепогодные стационарные цилиндрические IP камеры высокого разрешения взрывозащищенного исполнения.

Видеокамеры юстируются для обеспечения выполнения требований по просмотру наблюдаемой зоны.

Коммутационное и регистрирующее оборудование устанавливается в здании Подстанции, в помещении аппаратной. Автоматизированное рабочее место оператора системы видеонаблюдения расположено в существующей операторной.

Срок хранения видеoinформации - не менее 30 суток.

Система электропитания и заземления для оборудования видеонаблюдения предусматривается в электротехнической части проекта.

## 6.11 СЕТИ СВЯЗИ

Для организации передачи сигналов систем АПС, ГС, ВН и СКУД из проектируемого здания подстанции, где располагаются шкафы с центральным оборудованием данных систем, до существующей операторной, для мониторинга и управления, а также для интеграции проектируемых систем АПС, ГС и телефонизации с соответствующими системами Павлодарского Нефтехимического Завода (ПНХЗ) организована сеть передачи данных в соответствии с техническими условиями выданными ПНХЗ.

В проекте предусматривается прокладка оптических и электрических линий связи.

В здании подстанции предусмотрена установка оптических и электрических кроссов, и активного коммутационного оборудования, где будут собираться все сигналы со всех вышеупомянутых систем.

В существующей операторной также будут установлены оптические кроссы и коммутаторы для дальнейшей передачи на соответствующее оборудование каждой системы.

В здании проектируемой подстанции, в помещении КИПиА и щитовой электрооборудования (отм. +4.600) предусматривается две телефонные линии. Подключение выполняется в соответствии с техническими условиями выданными ПНХЗ.

Электропитание оборудования СС предусматривается от сети переменного тока объекта напряжением 230 В и частотой 50 Гц по 1-ой категории.

Проектируемое оборудование заземляется от шины заземления здания. Заземления учитываются в электротехнической части проекта.

## 6.12 СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

### 6.12.1 Общая часть

Проект систем автоматического пожаротушения на установке по производству водорода на территории Павлодарского НХЗ Республика Казахстан

выполнен на основании:

- действующих строительных норм и правил проектирования, государственных стандартов, регламентирующих требования пожарной безопасности, а также технических условий, выданных заказчиком;
- чертежей технологических зданий и оборудования;
- технического задания на проектирование.

### 6.12.2 Назначение системы

На основании анализа опасных факторов технологического процесса, особенностей оборудования и ингредиентов для производства в комплексе мер пожаротушения на заводе приняты автоматические дренчерные системы пожаротушения, система пенного пожаротушения, система газового пожаротушения

Системы автоматического пожаротушения предназначена для:

- автоматического тушения загорания или пожара в помещении и на технологических установках, на начальной стадии его развития;
- подачи необходимых импульсов на управление и отключение технологических процессов;
- автоматического оповещения о загорании или пожаре дежурного персонала;
- Подача огнетушащих веществ для изоляции источников утечки опасных веществ от кислорода воздуха;
- Разбавление проливов и утечек опасных веществ до негорючего и не опасного (едкого) состояния;
- подача импульса на включение системы оповещения (если предусматривается заданием).

### 6.12.3 Примененные нормы и стандарты

Решения по проектируемым системам автоматического водяного и пенного пожаротушения приняты в соответствии с нормативными документами Республики Казахстан:

- СП РК 2.02-102-2022 «Пожарная автоматика зданий и сооружений»;
- СН РК 2.02-02-2023 «Пожарная автоматика зданий и сооружений»;
- СП 2.02-101-2014 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
- СП РК 4.01-101-2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий»;

- ВУПП 88 «Ведомственные указания по противопожарному проектированию предприятий, зданий и сооружений нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности»;
- ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования»;
- ГОСТ 12.3.046-91 «Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования»;
- ГОСТ 21.101-93 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к рабочей документации»;
- ПУЭ «Правила устройства электроустановок»;
- паспорта заводов изготовителей на применяемое оборудование;
- другие законодательные акты действующие на территории Республики Казахстан.

#### 6.12.4 Выбор систем противопожарной защиты

Выбор огнетушащего вещества и способ тушения выполнен на основе анализа пожарной опасности, архитектурно-планировочных и конструктивных решений зданий, функционального назначения помещений и величины горючей загрузки в них, физико-химических свойств веществ и материалов, причин и характера развития возможного пожара.

В соответствии требованиями ВУПП 88, СП РК 2.02-102-2022 «Пожарная автоматика зданий и сооружений», а также техническим заданием на проектирование, для защиты технологических помещений и оборудования приняты следующие системы:

Таблица 6.12.1

<b>Дренчерное автоматическое водяное пожаротушение</b>		
1	Технологическая емкость НРУ-V2001	
2	Технологическая емкость НРУ-V1101	
3	Насосная СУГ	
<b>Тушение пеной средней кратности</b>		
4	Компрессорная станция	

#### 6.12.5 Стационарные установки водяного дренчерного пожаротушения и охлаждения

Система охлаждения водой при возникновении пожара предназначена для снижения температуры нагревания стенок оборудования и с целью предотвращения деформации конструкций от теплового излучения.

В качестве орошения для защиты объектов применяются стационарные системы орошения через дренчерные оросители. Для насосной станции СУГ предусмотрена стационарная установка автоматического водяного дренчерного пожаротушения, а для технологических аппаратов НРУ-V1101 и НРУ-V2001 предусмотрено устройство системы стационарного автоматического дренчерного орошения. Перечень технологических установок оборудованных дренчерным пожаротушением приведен в таблице 2.

**Таблица 6.12.2**

Наименование установки	Защищаемая площадь м <sup>2</sup>	Интенсивность л/с*м <sup>2</sup>	Нормат. Расход воды л/с	Кол-во оросителей. Шт.	Фактич. Расход воды л/с.	Напор на оросителе М.вод.ст.
Тушение распыленной водой						
Насосная станция СУГ	56,25	0,34 (в соответствии с NFPA)	19,12	18	19,8	10
Технологическая установка НРУ-V1101	25	0,17 (в соответствии с NFPA)	4,25	15	9,0	10
Технологическая установка НРУ-V2001	21	0,5	0,5	10,5	16	20,16
	44	0,17 (в соответствии с NFPA)		7,48		

В качестве дренчерных оросителей для насосной станции СУГ принят ороситель для распыления воды по площади типа ДВН-10 или аналог. Коэффициент производительности 0,35.

Для технологических установок НРУ-V1101 и НРУ-V2001 приняты дренчерные оросители для создания водяных завес. Для установки НРУ-V1101 ороситель типа ЗВН-8 или аналог, с коэффициентом производительности 0,19. Для установки НРУ-V2001 ороситель типа ЗВН-15 или аналог, с коэффициентом производительности 0,4. Расстановка оросителей по технологическим установкам выполнена по ярусам (кольца орошения), при этом каждый последующий ярус немного повернут по часовой стрелке относительно предыдущего кольца, для обеспечения более лучшего покрытия всего тела технологического агрегата.

Подключение трубопроводов дренчерных завес к магистральному противопожарному водопроводу выполнено в Блоке водоподготовки (SS-3), через дренчерные узлы управления с электрическим пуском.

Трубопроводы систем охлаждения и пожаротушения приняты из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91 (или аналог по ANSI) и выполнены с уклоном не менее 0,005 в сторону спускных кранов или других сливных (дренажных) устройств.

Все трубопроводы систем дренчерного пожаротушения и орошения должны быть заземлены в соответствии с требованиями ПУЭ.

### 6.12.6 Стационарная установка пенного пожаротушения

Стационарные установки пенного пожаротушения предусматриваются для тушения компрессорной станции.

Расчетные параметры установки пенного пожаротушения приведены в таблице 5.14.3.

**Таблица 6.12.3**

Наименование установки	Защищаемая площадь м <sup>2</sup>	Интенсивность л/с*м <sup>2</sup>	Нормат. Расход воды л/с	Кол-во генераторов. Шт.	Фактич. Расход воды л/с.	Напор на оросителе М.вод.ст.
Тушение распыленной водой						
Компрессорная станция	239,09	0,17	40,64	8	41,28	30

Тушение компрессорной станции (SS-2) предусматривается по площади пола пеной средней кратности.

Для подачи пены в защищаемое пространство предусмотрены генераторы пены MRM 50F (ТУСО).

Расход из одного пеногенератора, при минимальном давлении 0,3 МПа составляет – 5,16 л/с.

Генераторы установлены по периметру защищаемой площади, с учетом равномерности подачи огнетушащего вещества в защищаемое пространство.

Система дозирования пеноконцентрата размещена в здании водоподготовки (SS-1), и предусматривает использование 3% концентрата пенообразователя AFFF 3%.

Подсоединение пеногенераторов к питающим трубопроводам выполняется фланцевым соединением по стандарту ANSI. Присоединительный фланец – 50 мм (2").

Трубопроводы системы пенного пожаротушения приняты из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91 (или аналог по ANSI) и выполнены с уклоном не менее 0,005 в сторону спускных кранов или других сливных (дренажных) устройств.

Все трубопроводы систем дренчерного пожаротушения и орошения должны быть заземлены в соответствии с требованиями ПУЭ.

### 6.12.7 Наружные сети водопровода

Для доставки воды и раствора пенообразователя к объектам тушения проектом предусматривается прокладка тупиковых трубопроводов противопожарного водопровода к каждому объекту защиты.

Трубопроводы прокладываются надземно, по технологической эстакаде.

Трубопроводы сухотрубные, и проложены с уклоном не менее 0,001 к сливным устройствам.

Крепление трубопроводов выполняется к металлическим конструкциям технологической эстакады. Расстановка опор выполняется на месте, при монтаже, с учетом требований нормативных документов.

Трубопроводы выполнены из стальных электросварных трубопроводов по ГОСТ 10704-91 (или аналог по ANSI). Принимается марка стали Ст20 или аналог.

Диаметры труб определены на основании гидравлического расчета, в расчетах принята скорость движения воды, не более 10 м/с.

Соединение трубопроводов – сварное.

Для защиты от коррозии трубопроводы окрашиваются эмалью за 2 раза по слою грунтовки.

Все трубопроводы должны быть заземлены в соответствии с требованиями ПУЭ.

### 6.12.8 Узел водоподготовки

Для подключения распределительных трубопроводов водяного и пенного пожаротушения к магистральному противопожарному водопроводу, в здании водоподготовки предусматривается монтаж распределительного коллектора системы пожаротушения. Диаметр коллектора принят 200 мм (8"), и выполнен из стальной трубы по ГОСТ 10704-91 (или аналог по ANSI).

Коллектор подключен к магистральному противопожарному водопроводу В2 (см. раздел НБК) через механические задвижки и находится под давлением. Контроль давления осуществляется датчиками давления, установленными на коллекторе.

На коллекторе установлены дренчерные узлы управления DV-5А, с электрическим пуском, через которые вода попадает непосредственно в соответствующий распределительный трубопровод.

Диаметры узлов управления приняты в соответствии с расчетом.

Так же, для системы пенного пожаротушения компрессорной станции, в здании водоподготовки предусмотрена установка системы пенного дозирования.

В качестве системы дозирования предусмотрена установка вертикального корпусно-мембранного резервуара МТВ-V, емкостью 2500 литров пенообразователя.

В обвязку корпусно-мембранного резервуара входит дозатор 3% концентрата пенообразователя с расходом по раствору пенообразователя до 45 л/с.

Система дозирования монтируется на распределительном трубопроводе пожаротушения компрессорной станции, сразу после узла управления.

Так же от коллектора пожаротушения предусмотрено подключение передвижной пожарной техники. Соединительные патрубки выведены за стены здания, с учетом возможности подъезда передвижной техники.

Здание узла водоподготовки предусматривается комплектной поставкой. Детальные данные по оборудованию будут представлены в паспорте на здание.

### 6.12.9 Монтажные и пусконаладочные работы

Монтажные и пусконаладочные работы выполняются в соответствии с требованиями СП РК 2.02-102-2022 «Пожарная автоматика зданий и сооружений» и ВСН 25-09.67-85 «Правила производства и приемки работ. Автоматические установки пожаротушения».

При окончании работ по монтажу установки пожаротушения проводятся приемосдаточные испытания, в установленном порядке, с подписанием акта приемной комиссии.

Принятая в эксплуатацию установка должна быть обеспечена техническим обслуживанием и своевременным проведением регламентных работ.

## 6.13 Газовое пожаротушение

### Газовое пожаротушение. Электрическая подстанция

Для тушения возможного пожара помещений HPU-NPDC01EL и HPU-NPDC01IN, которые располагаются в здании электрической подстанции приняты модульные установки газового пожаротушения.

Контроль противопожарного состояния защищаемого объема осуществляется дымовыми пожарными извещателями, входящими в состав системы автоматической пожарной сигнализации. Контроль противопожарного состояния защищаемого объема в пространстве фальшпотолка также осуществляется дымовыми адресно-аналоговыми пожарными извещателями, входящими в состав системы автоматической пожарной сигнализации.

В установке газового пожаротушения принято огнетушащее вещество HFC-227ea.

Используемый газ HFC-227ea – электронепроводящее, газообразное вещество, предназначенное для тушения пожаров всех классов. Данный газ не образует осадка, бесцветен, не имеет запаха, не способствует образованию коррозии, экологически чистый и биологически безопасный. Его плотность в 5,8 раза превышает плотность воздуха.

Хранение огнетушащего газа HFC-227ea осуществляется в стальном контейнере (баллоне).

Состояние, в котором находится газ при хранении – сжиженное. Физические свойства газа HFC-227ea

**Таблица 6.13.1.**

Температура кипения при 760 мм рт.ст.	-16,5	оС
Температура замерзания	-131	оС
Критическая температура	101,9	оС
Критическое давление	29,5	бар
Плотность жидкости	1407	кг/м <sup>3</sup>
Давление насыщенного пара	3,91	бар
Коэффициент зарядки баллонов для системы с давлением 5 МПа (мин/макс)	0,4 / 0,85	кг/л

Модули газового пожаротушения монтируются внутри защищаемых помещений.

Расчет системы газового пожаротушения

Для расчета использовались следующие исходные данные:

1. Объем помещения;
2. Температура в помещении;
3. Наличие открытых проемов;
4. Наличие не отключающийся систем вентиляции;
5. Место расположения системы ПТ;
6. Время закрытия клапанов в воздуховодах;
7. Минимальная огнетушащая концентрация;
8. Максимальная концентрация огнетушащего газа в помещении.

Расчет системы и оборудования автоматического газового пожаротушения произведен в соответствии с требованиями нормативных документов РК.

Для расчета системы принята концентрация 7,2 % (как для Н-гептана).

Таблица 6.13.2

№ п/п	Наименование защищаемого пространства	Объем м3	Расчетное количество газа, кг	Фактическое количество газа, кг	Кол-во баллонов	Факт концентрация, %
1	HPU-NPDC01EL (20m x 3.5m)	245	145	163	1x180,0	7,6
2	HPU-NPDC01IN (20m x 7.5m)	525	303	349	2x180,0	7,9

Состав системы газового пожаротушения

Модульная установка газового пожаротушения состоит из:

- Цилиндра газового пожаротушения, в котором находится огнетушащий газ;
- Реле давления;
- Электромагнитного клапана;
- Рычаг ручного запуска системы;
- Разгрузочного рукава;
- форсунки для выпуска газового огнетушащего вещества.

В соответствии с требованиями нормативных документов для установки предусмотрен 100% запас огнетушащего вещества, который хранится на складе предприятия.

### Параметры системы газового пожаротушения

Установка газового пожаротушения обеспечивает задержку выпуска огнетушащего вещества в защищаемое помещение при автоматическом и

дистанционном пуске на время, необходимое для эвакуации из помещения людей, отключения системы вентиляции и равно 30 секундам от момента включения устройств оповещения.

Установка обеспечивает нормативную инерционность не более 10 с и обеспечивает подачу не менее 95% массы огнетушащего вещества в защищаемое помещение.

Огнетушащая концентрация газа в защищаемых помещениях не будет представлять опасности для обслуживающего персонала.

Баллоны с газом могут храниться и эксплуатироваться при температурах от 0оС до +54оС.

### Трубопроводы установки газового пожаротушения

Баллон с огнетушащим веществом установки автоматического пожаротушения крепится к стене на кронштейнах в вертикальном положении.

Трубопроводы выполняются из стальных горячедеформированных бесшовных труб ГОСТ 8732-78, марка стали 20.

Трубопровод крепится жестко к ограждающим конструкциям помещения у мест расположения отводов, насадков, а также на прямых участках трубопроводов.

Крепление трубопроводов обеспечивает их жесткость при динамических нагрузках, возникающих при прохождении огнетушащего газа.

Трубы защищаются от коррозии окрашиванием на два раза по слою грунтовки согласно требованиям СТ РК 1174-2003.

Соединения трубопроводов выполняются на сварке. В месте присоединения к оборудованию предусматривается на трубопроводах резьба. Резьбу на трубах необходимо нарезать в заводских условиях.

Для равномерного выпуска огнетушащего вещества в защищаемый объем, проектом предусмотрены форсунка - распылитель газа на 360°.

Трубопроводы испытываются под пробным давлением 25 МПа.

Все трубопроводы должны быть надежно заземлены.

### 6.13.1

## 6.14 ГАЗООБНАРУЖЕНИЕ

### 6.14.1 Стандарты и нормы проектирования ГО

Рабочий проект «Газообнаружение» вводит основные принципы решения системы обнаружения утечки газов для новой Установки производства водорода (УПВ) на территории ТОО ПНХЗ, проектируемой по Приложению 1 к договору N 1412516 от 15.04.2024 г. с Заказчиком ТОО «Эр Ликвид Мунай Тех Газы» (ЭЛМТГ; г.Астана, Республика Казахстан). Лицензиар и разработчик технологии установки производства водорода - Air Liquide Global E&C Solutions Poland S.A.

При разработке технических решений Рабочего проекта газообнаружения применены следующие нормативно-технические акты, действующие на территории Республики Казахстан:

- СТ РК ISO/TR 15916-2023 Основные требования безопасности водородных систем
- СН РК 4.04-07-2023 Электрические устройства.
- СТ РК 2.108-2006 Газоанализаторы автоматические непрерывного действия
- Общие требования к установке технического обслуживанию и поверке.
- СТ РК 2.109-2006 Сигнализаторы взрывоопасных концентраций непрерывного действия.

### 6.14.2 Общие положения

Система газообнаружения и сигнализация газовой тревоги обеспечивает размещение датчиков газообнаружения на всех местах наиболее вероятного выброса газов, влияющих на безопасность производства и обслуживающего персонала в соответствии с нормативами Республики Казахстан. Точки размещения датчиков газообнаружения выбраны Лицензиаром и разработчиком технологии установки производства водорода - Air Liquide Global E&C Solutions Poland S.A. Классификация площадок по взрывоопасности см. черт. Электротехнической части проекта: 0140-00-ЭС-4002 / 24.729.000-04-К-00-ЭС лист 20

Система обеспечивает следующие функции:

- световое табло допуска зеленого цвета, сигнализирующее об отсутствии опасности на технологических площадках
- световые (голубого цвета) и звуковые сигналы газообнаружения на площадке УПВ для предупреждения линейного обслуживающего персонала о выбросе взрывоопасных (LEL) и токсичных газов на технологическом оборудовании
- передачу сигнала о загазованности в СУТП/ВРС и на удаленную панель ГО в существующую операторную, для выполнения оператором регламентных действий
- сигналы для работы вентиляционной системы в помещениях анализаторной, подстанции и аппаратной КИП, компрессорной, помещении водоподготовки
- сигналы об утечке газов вблизи (не менее 15м) от печи реформинга на АСБ/SIS и панель пожаротушения.

Функциональная блок-схема ГО см. черт. 10140-00-ГО-1001

### 6.14.3 Технические средства системы ГО

Система газообнаружения УПВ выполнена на полевых датчиках газообнаружения Drager Polytron и контроллере газообнаружения Drager Regard 7000, расположенном в шкафу газообнаружения в аппаратной КИП (ICR).

Датчики ГО имеют вид взрывозащиты Ex d. Выходной сигнал 4-20 мА +HART. Сертификация SIL2.

Шкаф ГО поставляется в комплекте системы ГО от официального поставщика Drager в виде продукции индивидуального изготовления под ключ, с программным обеспечением и пусконаладочными работами.

Информация от системы ГО передается в СУТП по протоколу ModBus TCP/IP и на удаленный дисплей РМ Drager в существующую операторную для немедленного информирования оператора установки.

Полевое светозвуковое оборудование имеет вид взрывозащиты Ex d, питание 24 В. Предупреждающие сигналы будут общими для обоих типов: токсичные газы и LEL газы.

Предупреждающие стробоскопы голубого цвета и звуковые сигналы будут установлены внутри/снаружи помещений, контейнеров (где предусмотрены газовые детекторы), а также вдоль технологического оборудования, в местах, предполагающих вход персонала на технологическую площадку – в соответствии с чертежом расположения системы обнаружения газа 10140-00-ГО-1002. Предупреждающие устройства будут срабатывать в зонах, где произошла утечка газа.

Табло допуска постоянно включены во время нормального режима работы и отключаются в момент утечки газа.

Кабельные соединения системы ГО выполнены контрольным экранированным бронированным кабелем с медными жилами, не распространяющим горение.

### 6.14.4 Уставки срабатывания системы ГО

Для соответствующих газов должны применяться следующие уставки сигнализации:

H2

Уровень H=20% LEL,  
Уровень HH=30% LEL  
Диапазон = 0-100% LEL  
Плотность по отношению к воздуху 0,07  
O<sub>2</sub>  
Уровень L=19,5%,  
Уровень LL=18,5%  
Уровень HH=24%,  
Уровень H=23,5%  
Диапазон = 0-25%  
Плотность по отношению к воздуху 1,11

Углеводороды (LEL)  
Уровень H=20% LEL,  
Уровень HH=30% LEL  
Диапазон = 0-100% LEL  
Плотность по отношению к воздуху 2,07

CO (Токсичный)  
Уровень H=25ppm,  
Уровень HH=100ppm  
Диапазон = 0-300ppm  
Плотность по отношению к воздуху 0,97

CO<sub>2</sub> (Токсичный)  
Уровень H=25ppm,  
Уровень HH=100ppm  
Диапазон = 0-300ppm  
Плотность по отношению к воздуху 1,53

#### **6.14.5 Взаимодействие с системой вентиляции и кондиционирования (HVAC)**

Система обнаружения газов будет постоянно отслеживать возможную утечку газа и приводить в действие системы кондиционирования и вентиляции, расположенные в соответствующих контейнерах и зданиях.

Если поток воздуха не в состоянии увеличить концентрацию кислорода и, несмотря на максимальную скорость вращения вентиляторов, концентрация достигает "LL", то включаются предупреждающие устройства ГО/GDS, гаснут зеленые табло доступа, оператору передается соответствующая информация, а система ОБКВ/вентиляции остается включенной на полную

мощность в целях защиты внутренняя часть укрытия защищает от скопления опасных газов/недостатка кислорода.

### **Здание подстанции и аппаратной КИП**

В случае обнаружения газовой тревоги (нехватка кислорода/присутствие H<sub>2</sub>) внутри здания, контроллер ГО/GDS предпринимает соответствующие действия.

При уровне "H" или "L" подаётся сигнал на включение вентиляторов системы кондиционирования воздуха. Оператор параллельно получает информацию об уровне газа "H" или "L", Зеленые табло доступа гаснут и включается соответствующий предупреждающий стробоскоп.

Если поток воздуха способен успешно проветривать здание и повысить концентрацию кислорода внутри (обеспечивать достаточное количество свежего воздуха и кислорода)/снижать концентрацию H<sub>2</sub>, то оператору необходимо подтвердить/сбросить сигнал тревоги, и система сможет вернуться к нормальной работе. Соответствующая информация о событии регистрируется в контроллере ГО/GDS, СУТП/BPCS и удаленной газовой панели, расположенной в существующей операторной.

Если поток воздуха не может снизить концентрацию газа, и, несмотря на включенные вентиляторы, концентрация достигает уровня "HH" (или "LL" для кислорода), затем включаются сигнализаторы ГО/GDS, выключается табло допуска, начинают мигать маячки, оператору передается соответствующая информация, и система ОБКВ/вентиляции остается включенной на полную мощность, чтобы защитить внутреннее помещение от накопления опасных газов.

### **Здание компрессора H<sub>2</sub>**

В случае обнаружения газовой тревоги (нехватка кислорода /присутствие H<sub>2</sub>) внутри здания компрессора контроллер ГО/GDS предпринимает соответствующие действия.

При уровне "H" или "L" два из двух вентиляторов включаются на максимальную скорость. Оператор одновременно получает информацию об уровне "H" ("L") газа, зеленые табло допуска гаснут и включается соответствующий предупреждающий стробоскоп.

Если поток воздуха способен успешно проветривать помещение компрессора и повышать концентрацию кислорода внутри (обеспечивать достаточное количество свежего воздуха и кислорода)/снижать концентрацию H<sub>2</sub>, оператору необходимо подтвердить/сбросить сигнал тревоги, и система может вернуться к нормальной работе. Соответствующая информация о событии записывается в контроллер ГО/GDS, СУТП/BPCS и удаленную газовую панель, расположенную в существующей операторной.

Если поток воздуха не в состоянии увеличить концентрацию кислорода и, несмотря на максимальную скорость вентиляторов, концентрация O<sub>2</sub> достигает "LL", то включаются сигнализаторы ГО/GDS, гаснут зеленые табло допуска, оператору и системе кондиционирования передается соответствующая информация. Вентиляция остается включенной на полную мощность, чтобы защитить внутренние помещения от скопления опасных газов/недостатка кислорода. Автоматическое отключение компрессора не предусмотрено, окончательное решение об остановке компрессора принимает оператор.

## Анализаторная

В случае обнаружения газового сигнала (нехватка кислорода/ наличие НС/ наличие СО) внутри анализаторной, контроллер ГО/GDS принимает соответствующие меры.

При уровне O<sub>2</sub>“L”/НС“Н”/СО“Н” включаются все вентиляторы системы кондиционирования воздуха/вентиляции. Параллельно оператор получает информацию об уровне O<sub>2</sub>“L”/НС“Н”/СО“Н” выключаются зеленые табло допуска и включается соответствующий предупреждающий стробоскоп.

Если поток воздуха способен успешно проветривать анализаторную и повышать концентрацию кислорода внутри (обеспечивать достаточное количество свежего воздуха и кислорода)/снижать концентрацию углеводородов и СО, оператору необходимо подтвердить/сбросить сигнал тревоги, и система может вернуться к нормальному режиму работы. Соответствующая информация о событии записывается в контроллер ГО/GDS, СУТП/ВРС и удаленную газовую панель, расположенную в диспетчерской.

Если поток воздуха не в состоянии увеличить концентрацию кислорода и, несмотря на максимальную скорость вращения вентиляторов, концентрация достигает “LL”, то включаются предупреждающие устройства ГО/GDS, гаснут табло допуска, оператору передается соответствующая информация, а система ОВКВ/вентиляции остается включенной на полную мощность в целях защиты анализаторной от скопления опасных газов/недостатка кислорода.

### 6.14.6 Взаимодействие с системой автоматической пожарной сигнализации (АПС)

Подключение к системе обнаружения пожара осуществляется с помощью 14 соединений с сухим контактом (7 входов на АПС и 7 выходов с АПС) - в режиме ожидания. Подключение предусмотрено для обеспечения функциональности. В случае возникновения пожара в определенном месте все зеленые табло допуска в этой зоне должны быть выключены. Предусмотрен режим тестового опробования.

### 6.14.7 Монтаж оборудования газообнаружения

Датчики обнаружения углеводородов монтируются на металлоконструкциях у мест вероятного выброса газа на высоте не более 0,5 м от уровня пола. Датчики Н<sub>2</sub> монтируются над местом вероятного выброса или на уровне 0,5 м ниже потолка закрытого помещения. Остальные датчики монтируются на уровне вероятного выброса. Датчики СО и О<sub>2</sub> монтируются на уровне 1,5 м (на уровне дыхания человека)

Кабели ГО размещаются в проволочных лотках по технологической площадке и в магистральных стальных лотках с контрольными кабелями по эстакаде от технологических площадок к аппаратной КИП.