

 Air Liquide ENGINEERING & CONSTRUCTION	Пояснительная записка	 ҚазМұнайГаз NATIONAL COMPANY ЖАТТМҚ КОМПАНИЯСЫ
Пояснительная записка		10140-ЕМ-005-011151 Рев. 0 Стр. 1 из 112

Номер проекта	10140
Название проекта	New HPU Pavlodar

«СТРОИТЕЛЬСТВО УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА НА ТЕРРИТОРИИ ТОО «ПНХЗ»

ОБЩАЯ ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

10140-ЕМ-005-011151

СОГЛАСОВАНИЕ ПРОЕКТА

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

Таблица изменений

Раздел	Описание

«СТРОИТЕЛЬСТВО УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА НА ТЕРРИТОРИИ ТОО «ПНХЗ»

ОБЩАЯ ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

10140-ЕМ-005-011151

24.729.000.04-ОПЗ

ТОМ 1.3

«СТРОИТЕЛЬСТВО УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА НА ТЕРРИТОРИИ ТОО «ПНХЗ»

ОБЩАЯ ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

10140-ЕМ-005-011151

24.729.000.04-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 ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН.....	11
1.1 Краткая характеристика площадки строительства	11
1.2 Основные решения по генеральному плану.....	12
1.3 Организация рельефа	14
1.4 Автодороги, благоустройство и озеленение.....	14
1.5 Решения по расположению инженерных сетей	14
1.6 Организация охраны предприятия.....	15
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	16
2.1 Исходные данные	16
2.1.1 Наименование объекта строительства	16
2.2 Введение	16
2.2.1 Общие положения	16
2.2.2 Основания для разработки рабочего проекта	16
2.3 Цели разработки рабочего проекта	17
2.4 Исходные данные для разработки рабочего проекта	17
2.5 Краткая характеристика предприятия и входящих в его состав объектов	18
2.6 Основные технико-технологические решения.....	20
2.7 Принципиальные технологические схемы.....	21
2.8 Технологические особенности	21
2.9 Компрессия и рециркуляция водорода.....	22
2.10Предварительный риформинг.....	23
2.11Блок КЦА и утилизация отходящего газа	23
2.12Описание технологического процесса установки производства водорода	23
2.12.1 Контур насыщения сырья обогащенной ББФ	23
2.12.2 Обессеривание сырья.....	24
2.12.3 Предварительный риформинг	25
2.12.4 Паровой риформинг	25
2.12.5 Система розжига печи парового риформинга.....	26
2.12.6 Система рекуперации тепла дымового газа	27
2.12.7 Перегреватель сырья.....	27
2.12.8 Перегреватель сырья предриформинга.....	27

2.12.9	Парогенератор.....	27
2.12.10	Подогреватель воздуха на горение	27
2.12.11	Охладитель технологического газа.....	28
2.12.12	Конверсия окиси углерода.....	28
2.12.13	Испарение и подогрев сырьевого газа	28
2.12.14	Нагрев питательной воды	28
2.12.15	Змеевик деаэратора	28
2.12.16	Воздушный холодильник конверсионного газа	28
2.12.17	Концевой холодильник	28
2.12.18	Короткоцикловая адсорбция (КЦА).....	29
2.13	Описание циклической операции.....	29
2.13.1	Компрессия и охлаждение водород-продукта	30
2.13.2	Импорт водорода из УПОВ	30
2.13.3	Система пара.....	30
2.13.4	Коллектор пара СД.....	31
2.13.5	Коллектор пара НД.....	31
2.13.6	Факельная система	31
2.14	Энергоресурсы для УПВ.....	32
2.15	Сводная характеристика технологических условий	33
2.16	Мощность установки	33
2.17	Мероприятия по энергосбережению	33
2.18	Внутриплощадочные коммуникации	39
2.19	Тепловая изоляция	40
2.20	Механизация трудоемких и ремонтных работ	40
2.21	Решения по организации ремонтного хозяйства	41
2.22	Число рабочих мест и их оснащенность.....	41
2.23	Охрана труда и техника безопасности.....	43
2.24	Катализаторы и адсорбенты	48
3	АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ	49
3.1	ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	49
3.2	ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	49
3.3	АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ	50
3.3.1	Участок 50	50
3.3.2	Участок 51	51
4	КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ	53
4.1	ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	53
4.2	ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	54
4.3	ГРУНТОВЫЕ УСЛОВИЯ	54

4.4 Конструктивные решения	55
4.4.1 Участок 30	55
4.4.2 Участок 26	56
4.4.3 Участок 15	56
4.4.4 Участок 45	57
4.4.5 Участок 50	57
4.4.6 Участок 51	58
4.4.7 Участок 75	58
4.4.8 Участок 95	58
5 ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ	59
5.1 ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ВОДОСНАБЖЕНИЮ И ПОЖАРОТУШЕНИЮ	59
5.1.1 Хозяйственно-питьевой водопровод	60
5.1.2 Обратное водоснабжение	60
5.1.3 Противопожарный водопровод	60
5.1.4 Химически-очищенная вода	62
5.2 ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ВОДООТВЕДЕНИЮ	62
5.3 ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ	66
5.3.1 Общие указания	66
5.4 Здание компрессорной	66
5.4.1 Отопление	66
5.4.2 Вентиляция	67
5.4.3 Автоматизация систем отопления и вентиляции	69
5.4.4 Основные требования к монтажу	70
5.5 Здание водоподготовки	70
5.5.1 Отопление	70
5.5.2 Вентиляция	71
5.5.3 Выброс воздуха производится выше уровня кровли	72
5.5.4 Автоматизация систем отопления и вентиляции	72
5.5.5 Основные требования к монтажу	72
5.6 ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ	74
5.8 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	76
5.8.1 Стандарты И Нормы Проектирования	76
5.8.2 Принятые сокращения	77
5.8.3 Автоматизация технологических процессов	78
5.8.4 Расположение и краткое описание оборудования АСУТП	83
5.9 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ. СИЛОВОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ	87
5.9.1 ЭЛЕКТРООСВЕЩЕНИЕ	87
5.9.2 Внешнее электроснабжение	87

5.9.3	Выбор напряжения электрических сетей	88
5.9.4	Характеристика потребителей электроэнергии	89
5.9.5	Определение электрических нагрузок	90
5.9.6	Электрические сети, системы, силовое электрооборудование	95
5.9.7	Внутриплощадочные сети 6 кВ и 0,4 кВ	97
5.9.8	Электроосвещение	97
5.9.9	Компенсация реактивной мощности	98
5.9.10	Молниезащита и заземление	99
5.9.11	Учет и измерение электроэнергии	100
5.9.12	Надежность электроснабжения	100
5.9.13	Качество электроэнергии	101
5.9.14	Организация эксплуатации электроустановок	101
5.9.15	Охрана труда	102
5.9.16	Противопожарные мероприятия в электротехнических помещениях	102
5.10	Автоматическая пожарная сигнализация	104
5.11	Громкоговорящая связь и оповещение	105
5.12	Система контроля и управления доступом	106
5.13	Видеонаблюдение	107
5.14	Сети связи	107
5.15	СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ	109
5.15.1	Общая часть	109
5.15.2	Назначение системы	109
5.15.3	Примененные нормы и стандарты	109
5.15.4	Выбор систем противопожарной защиты	110
5.15.5	Блок пожарных клапанов	110
5.15.6	Стационарные установки водяного орошения и охлаждения (Дренчерное пожаротушение)	111
5.15.7	Стационарные установки пенного пожаротушения	111
5.15.8	Монтажные и пусконаладочные работы	112

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	ТК	Технологические коммуникации	
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	ВК	Водоснабжение и канализация	
1.7.2	ПТ	Пожаротушение	
1.7.3	НВК	Наружные сети водоснабжения и канализации	
1.8.1	ОВК	Отопление, вентиляция и кондиционирование	
1.8.2	ТС	Теплоснабжение	
1.9	АТХ	Автоматизация технологических процессов	
1.10.1	ЭМ	Электротехнические решения	
1.10.2	ЭС	Электроснабжение	
1.10.3	ЭО	Электрообогрев	
1.11.1	АПС	Автоматизация пожарной сигнализации	
1.11.2	АПТ	Автоматизация 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	
		Сметная документация	
5.1	ССРСС, СРСС, ОСР	Сводный сметный расчет и сметный расчет стоимости строительства. Объектные сметные расчеты	
5.2	ЛСР	Локальные сметные расчеты	
		Технико-коммерческие предложения	
6.1	ТКП	Основной сборник	
		Инженерные изыскания	
	ИИ	Инженерные изыскания	
7.1		Инженерно-геодезические изыскания	
7.2		Инженерно-геологические изыскания	
7.3		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 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 выполненных АО НИПИ «КАСПИМУНАЙГАЗ» и топографических данных, выполненных ТОО «ИК «КАЗГИПРОНЕФТЕТРАНС» 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».

1.1 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 126.10 и до 127.60.

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.

1.2 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 1.

Таблица 1

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
1	Площадь участка в пределах границы проектных работ	м2	10858	100%
2	Площадь застройки	м2	1148	10,57%
3	Площадь отмостки	м2	102	0,94%
4	Площадь покрытия дорог и тротуаров	м2	7121	65,58%
5	Площадь озеленения	м2	1470	13,54%
6	Прочие площади	м2	1017	9,37%

Перечень проектируемых зданий сооружений приведён в таблице 2.

Таблица 2

№	Наименование	Кол-во	Прим.
НПУ-С3001	COMBUSTION AIR FAN Вентилятор воздуха на горение	1	Design./ Проектир.
НПУ-С3002	FLUE GAS FAN Вентилятор дымовых газов	1	Design./ Проектир.
НПУ-С5001	H2 PRODUCT COMPRESSOR Компрессор водород-продукта	1	Design./ Проектир.
НПУ-Е2003	HYDROGENATION AIR COOLER Воздушный холодильник блока гидрирования	1	Design./ Проектир.
НПУ-Е3002	FEED SUPERHEATER PREREFORMER Перегреватель сырья предриформинга	1	Design./ Проектир.
НПУ-Е3003	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.

1.3 Организация рельефа

Вертикальная планировка выполнена в проектных горизонталях. Планировка решена с максимальным использованием существующего рельефа и нормативным уклоном для отвода поверхностных и талых вод, которые собираются в ливневую канализацию К2 (см.раздел НВК).

Планировочные отметки территории приближены к естественным отметкам, и назначены исходя из условий максимального сохранения естественного рельефа, почвенного покрова и существующих зеленых насаждений. Планировочные отметки автодорог, проездов и нулевые отметки запроектированных зданий и сооружений увязаны между собой. Проектные уклоны по площадке не превышают нормативных значений. Недостаток грунта для организации насыпи компенсируется из ближайшего карьера. Дальность возки до 10 км.

1.4 Автодороги, благоустройство и озеленение

Проектирование внутриплощадочных дорог, разрывов между зданиями и сооружениями, а также расположение подземных коммуникаций осуществлено согласно строительных требований 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).

1.5 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 в основном по эстакадам,

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

1.6 Организация охраны предприятия

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

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

2.1 Исходные данные

2.1.1 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.

2.2 Введение

2.2.1 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 (УПВ). Однако производительности существующей УПВ 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 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.

2.2.2 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;
- Договор подряда № 1412516 на выполнение проектно-изыскательских работ «Строительство установки производства водорода на территории Павлодарского нефтехимического завода в Республике Казахстан» от 15.04.2024 г.

2.3 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 Лиқид Мунай Тех Газы» реализует рабочий проект «Строительство установки производства водорода на территории Павлодарского нефтехимического завода в Республике Казахстан».

С учетом выполненных объемов работ по реконструкции имеющихся технологических установок, интеграции новых установок в технологическую схему завода, строительства новых и модернизации существующих объектов общезаводского хозяйства, с целью обеспечения выпуска нефтепродуктов в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 013/2011 предусматривается строительство новой технологической установки УПВ.

2.4 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;

2.5 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 прокалки кокса, мощностью 140 тыс.т/год по сырому 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_2 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_2 и CO_2 . После конверсии технологический газ охлаждается до $40^\circ C$;
- 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_2 и некоторое количество H_2 . 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:

- Е-902 Установка технического воздуха и воздуха КИП, $Q=6000$ $nm^3/ч$ (новая);
- Е-903 Реагентное хозяйство. Система подачи щелочи и удаления щелочи, прием 43% щелочи и приготовление 20-градусного по Бомэ 14,3% вес. раствора щелочи (реконструкция);
- Е-904 Система распределения пара и сбора конденсата (новая);
- Е-906 Система распределения азота, $Q=10000$ $nm^3/ч$ (новая);
- Е 907 Система подготовки и распределения котловой питательной воды, расчетная производительность -110 т/ч (новая);
- Е-908 Система распределения деминерализованной воды (новая);
- Е-909 Система извлечения и очистки конденсата, $Q= 366$ $m^3/ч$ (новая);
- Е-909/1 Система теплофикационной воды, температурный график 115/650С (новый отдельный контур);
- Е911 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;
- Е914S Система хранения изомеризата, состоит из: Резервуары под изомеризат ТК-007А/В; Насосы перекачки изомеризата Е914S-Н-007А/В; Емкость дренажная Е914S-Е-005.

- Е915 Автоматическая станция смешения бензинов, с максимальной производительностью 938 м³/ч (новая);
- Е916 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;
- О102 Инженерные сети (МЦК) (новая).

2.6 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 13415 Ст. м³/ч.

Режим работ установки: 330 дней в год на основе сырья – ББФ обогащенный, в остальной период времени – ББФ обедненный.

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.

2.7 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

2.8 Технологические особенности

Установка будет производить 13415 ст. м³/ч чистого H₂, 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).

2.9 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 H₂ – 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);
- Висячие 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%.

2.10 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;

2.11 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.

2.12 Описание технологического процесса установки производства водорода

2.12.1 Контур насыщения сырья обогащенной ББФ

Жидкое сырье - обогащенная ББФ подается на границе установки с относительно низким нормальным давлением 0,6 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 3.715 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 12 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.

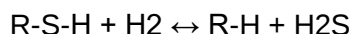
Поступающее на установку сырье будет смешиваться с верхним слоем рециркуляционного сепаратора. Перед подачей в реактор гидрирования поток будет испаряться и нагреваться до 360°C в испарителе сырья ББФ HPU-E2004 за счет отходящего тепла, имеющегося в горячем конверсионном газе.

2.12.2 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.

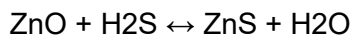
На основе данных о содержании серы в сырье предлагаемое решение включает в себя традиционные катализаторы с отдельной стадией гидрирования и обессеривания.

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:



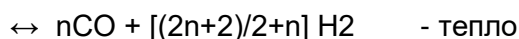
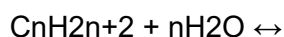
Для повышения общей готовности установки установлены два реактора обессеривания, работающих последовательно. Система с двумя слоями обеспечивает более высокую производительность захвата серы и оперативную замену катализатора слоя А. Когда первый реактор насыщен серой, его можно обойти и изолировать,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

2.12.3 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 CO₂ :



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.

2.12.4 Паровой риформинг

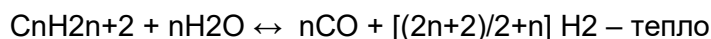
Предварительно реформированный газ затем нагревают на змеевиках перегревателя сырья HPU-E3001A/B до нужной температуры на входе печи парового риформинга. Температуру контролируют промежуточным впрыском питательной воды.

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 (H₂, CO, CO₂, N₂, непрореагировавший CH₄, неразложившийся пар). В печи парового риформинга формируется термодинамическое равновесие реакционной системы, включая CH₄, пар, CO, CO₂ и H₂. 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_2 :



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.

2.12.5 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 HPU-C3002.

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.

2.12.6 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 предриформинга 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 HPU-S3001.

2.12.7 Перегреватель сырья

В горячем дымоходе, змеевики перегревателя сырья HPU-E3001A/B 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.

2.12.8 Перегреватель сырья предриформинга

Дымовой газ, выходящий после змеевиков перегревателя сырья, дополнительно охлаждается змеевиком перегревателя сырья предриформинга HPU-E3002 – путем нагрева сырья предриформинга до желаемой температуры на входе в реактор. Температуру на входе в реактор предриформинга 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 HPU-E3003. Температура перегретого пара контролируется промежуточным впрыском воды.

2.12.9 Парогенератор

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

2.12.10 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 H₂ в реакторе-конверторе окиси углерода HPU-R4001.

2.12.11 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).

2.12.12 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 H₂ и CO₂ по формуле:

Конверсия CO:



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

2.12.13 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.

2.12.14 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.

2.12.15 Змеевик деаэратора

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

2.12.16 Воздушный холодильник конверсионного газа

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

2.12.17 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 деаэрактор для производства питательной воды.

2.12.18 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, CO₂, CO, N₂ и углеводороды адсорбируются, а H₂ (очень высокой степени чистоты) выходит из установки как продукт.

Приняты меры к поддержанию работоспособности установки КЦА при пониженном потреблении H₂ или сбоях путем сжигания избытка H₂ на факеле.

2.13 Описание циклической операции

Процесс работает в повторном цикле, в двух основных режимах: адсорбция при высоком давлении и десорбция 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 H₂. 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, H₂ 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 H₂ (для удаления остаточных примесей).

Затем, в адсорбере вновь нагнетают давление (до давления адсорбции, чистым H₂, 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.

2.13.1 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-F5001, 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 4.2 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 заказчика. Соединение обычно является беспоточным и может использоваться во время пуска в качестве источника водорода.

2.13.2 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 H₂ из УПОВ может быть частично направлено на новый компрессор водород-продукта (не рассчитанный на полное производство H₂ из УПОВ).

Для обеспечения возможности перемещения H₂ низкого давления с УПОВ на новую УПВ давление H₂ 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 H₂ низкого давления на новой УПВ может быть уменьшено соответствующим образом, чтобы обеспечить перемещение H₂, но с более низким достижимым давлением нагнетания нового компрессора H₂.

Это снижение давления нагнетания ниже мин. давления нагнетания H₂ 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 H₂ низкого давления между установками должна выполняться вручную (вмешательство оператора).

2.13.3 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, CO₂, O₂ 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.

2.13.4 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)).

2.13.5 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).

2.13.6 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 сырье, поступающее в предриформер HPU-R3001, парогазовой смеси перед печью риформинга HPU-H3001, котловой питательной воды, сырья риформинга, для генерации пара, перегрева экспортного и технологического пара.

2.14 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).

2.15 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°C

Минимальное содержание водорода: около 22 моль%

Гидрообессеривание

Рабочая температура: 360 °C

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°C

Предварительный подогрев сырья риформинга: 650°C

Предварительный подогрев сырья предриформинга: 475°C

Предварительный подогрев воздуха для горения: 475°C

Избыток воздуха: около 8%

Конверсия окиси углерода

Температура на входе: 345°C

Температура на выходе: 420°C

Короткоцикловая Адсорбция

Температура на входе: 40°C

Извлечение водорода: 89%.

2.16 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 12 500 ст. м³/ч.

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

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

Время работы в год – 8400 ч.

2.17 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 $\cos\varphi$, 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 2.17.1 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. м³/h, 45 °C 2,04 МПа(изб), 550 кВт
2.	HPU-C3002 Flue Gas Fan Вентилятор дымовых газов	1	Отсос дымовых газов	37682 std. м³/h, 150 °C -0,0036 МПа(изб), 94 кВт
3.	HPU-C3001 Combustion Air Fan	1	подает воздух для горения к горелкам	29568 std. м³/h, 33 °C -0,001 МПа(изб), 90 кВт

	Вентилятор воздуха на горение			
4.	HPU-E1101 BBF Cooler Охладитель ББФ	1	Охлаждение обогащенной ББФ до 35°C.	25,54 м², 47 кВт Кожух 120 °C, 2,25 МПа(изб) Труба 80 °C, 1,0 МПа(изб)
5.	HPU-E1102 BBF Fuel Vaporize Испаритель топлива ББФ	1	Испаряемая ББФ используется как топливо для выравнивания теплового баланса в нормальном режиме	8,91 м², 185 кВт Кожух 200 °C, 1,0 МПа(изб) Труба 200 °C, 0,8 МПа(изб)
6.	HPU-E1103 BBF Feed Drain Condenser Дренажный конденсатор ББФ	1		67,03 м², 657 кВт Кожух 505 °C, 4,2 МПа(изб) Труба 80 °C, 1,0 МПа(изб)
7.	HPU-E2001AB Hydrogenation Interchanger Рекуперационный теплообменник блока гидрирования	2	испарение и подогрев сырья до 240°C	206,5 м², 3277 кВт Кожух 505 °C, 4,2 МПа(изб) Труба 505 °C, 4,2 МПа(изб)
8.	HPU-E2002 Hydrogenation Start-up Heater Пусковой нагреватель блока гидрирования	1	испарение и подогрев сырья до 240°C во время запуска	30,16 м², 294 кВт Кожух 380 °C, 1,5 МПа(изб) Труба 505 °C, 4,2 МПа(изб)
9.	HPU-E2004 BBF Feed Vaporizer Испаритель сырья ББФ	1	испарение и подогрев сырья до 360°C	45,8 м², 1144 кВт Кожух 450 °C, 2,8 МПа(изб) Труба 450 °C, 4,2 МПа(изб)
10.	HPU-E3007 Process Gas Cooler Охладитель технологического газа	1	Охлаждение технологического газа до условий на входе в реактор-конвертор окиси углерода	6977 кВт Кожух 260 °C, 4,38 МПа(изб) Труба 450 °C, 2,9 МПа(изб)
11.	HPU-E3011AB Start-up Interchanger Пусковой теплообменник	2		15,32 м², 264 кВт Кожух 400 °C, 4,2 МПа(изб) Труба 400 °C, 4,2 МПа(изб)
12.	HPU-E3012 Start-up Cooler Пусковой холодильник	1		24,4 м², 265 кВт Кожух 270 °C, 4,2 МПа(изб) Труба 80 °C, 1,0 МПа(изб)
13.	HPU-E4001 BFW Preheater Подогреватель питательной воды	1	Нагрев питательной воды горячим газом конверсии	137 м², 2860 кВт Кожух 270 °C, 5,4 МПа(изб) Труба 430 °C, 2,8 МПа(изб)
14.	HPU-E4005AB Final Cooler	2	Охлаждение конверсионного газа	44,5 м², 385 кВт

	Концевой холодильник		до необходимых условий на входе в КЦА	Кожух 170 °С, 2,8 МПа(изб) Труба 80 °С, 1,0 МПа(изб)
15.	HPU-E2003 Hydrogenation Air Cooler Воздушный холодильник блока гидрирования	1	Охлаждение сырья перед блоком гидрирования	280°С, 4,2 МПа(изб), 1446 кВт
16.	HPU-E4006 Shift Gas Air Cooler Воздушный холодильник конверсионного газа	1	Охлаждение конверсионного газа до температуры 60 °С	290°С, 2,8 МПа(изб), 2900 кВт
17.	HPU-E3001A/B Feed Superheater Перегреватель сырья	2	Нагрев предварительно реформированного газа до нужной температуры перед печами риформинга	-29°С, 3,3 МПа(изб), 2255 кВт
18.	HPU-E3002 Feed Superheater Prereformer Перегреватель сырья предриформинга	1	нагрев сырья предриформинга до желаемой температуры на входе в реактор	-29°С, 4,2 МПа(изб), 2364 кВт
19.	HPU-E3003 Steam Superheater Пароперегреватель	1	Перегрев пара	-29°С, 4,3 МПа(изб), 1381 кВт
20.	HPU-E3004 Combustion Air Preheater II Подогреватель воздуха на горение II	1	нагрев воздуха для горения в печи парового риформинга	-29°С, 0,01 МПа(изб), 2048 кВт
21.	HPU-E3005 Steam Generator Парогенератор	1	Генерация пара ВД	-46°С, 4,45 МПа(изб), 1868 кВт
22.				
23.	HPU-E3006 Combustion Air Preheater I Подогреватель воздуха на горение I	1	нагрев воздуха для горения в печи парового риформинга	-46°С, 0,01 МПа(изб), 1821 кВт
24.	HPU-E3009 Blow Down Cooler Охладитель продувки	1	Охлаждение питательной воды продувки	150°С, 1,0 МПа(изб), 22 кВт
25.	HPU-E5101 Deaerator Coil Змеевик деаэратора	1	Генерация сорбирующего пара для деаэрации деминерализованной воды	290°С, 2,8 МПа(изб), 1833 кВт
26.	HPU-E3008 Combustion Air Preheater III Подогреватель воздуха на горение III	1	нагрев воздуха для горения в печи парового риформинга	200°С, 1,0 МПа(изб), 545 кВт
27.	HPU-E3010 Electrical Start-up Heater	1		400°С, 4,2 МПа(изб), 262 кВт

	Пусковой электронагреватель			
28.	HPU-F5001 H2 Product Filter Фильтр водород-продукта	1	Фильтрация возможных частиц катализатора после выхода из КЦА	80°C, 2,5 МПа(изб)
29.	HPU-H3001 Steam Reformer Печь парового риформинга	1	Получение из сырья конвертированного газа	13,41 МВт
30.	HPU-P1101A/B BBF Pump Насос ББФ	2	Перекачка обогащенной ББФ	8,7 м³/ч, 35°C, 0,44 МПа(изб)
31.	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)
32.	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)
33.	HPU-R2001 Saturation Reactor Реактор насыщения олефинов	1	Реактор насыщения олефинов	505°C, 4,2 МПа(изб) D 1,6 м, L 4,0 м, V 9,1 м³
34.	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
35.	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
36.	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
37.	HPU-R4001 HT CO-Shift Reactor Реактор-конвертор окиси углерода	1	Производство дополнительного водорода	450°C, 2,8 МПа(изб) D 1,5 м, L 4,4 м, V 8,7 м³
38.	HPU-S3001 Flue Gas Stack Дымовая труба	1	Выброс дымовых газов	D 1,37 м, L 35 м
39.	HPU-V1101 BBF Surge Drum Емкость ББФ	1	Емкость охлажденной обогащенной ББФ	120°C, 2,25 МПа(изб) D 1,0 м, L 4,2 м, V 4,0 м³
40.	HPU-V1102 BBF Catch Drum Емкость улавливания ББФ	1		80°C, 1,0 МПа(изб) D 3,0 м, L 6,3 м, V 44,5 м³
41.	HPU-V2001 Hydrogenation Recycle Separator Рециркуляционный сепаратор блока гидрирования	1	Разделение сырья на два потока: топливо для балансировки и основной технологический поток	140°C, 4,2 МПа(изб) D 2,3 м, L 7,2 м, V 29,7 м³
42.	HPU-V3001 Steam Drum	1	Сбор пара	270°C, 4,3 МПа(изб)

	Паросборник			
43.	HPU-V3002 Start-up Separator Пусковой сепаратор	1		120°C, 2,5 МПа(изб) D 0,8 м, L 2,45 м, V 1,23 м3
44.	HPU-V3003 Blow Down Drum Продувочный сепаратор	1	Сбор питательной воды при продувке	150°C, 0,2 МПа(изб) D 0,3 м, L 2,4 м, V 0,2 м3
45.	HPU-V4004 Cold Condensate Separator Сепаратор холодного конденсата	1	Сбор технологического конденсата, образующийся при охлаждении конверсионного газа	170°C, 2,8 МПа(изб) D 1,0 м, L 3,35 м, V 2,63 м3
46.	HPU-V5101 Deaerator Деаэратор	1	Генерация питательной воды из технологических конденсатов, дополняемых деминерализованной водой	180°C, 0,4 МПа(изб) D 1,6 м, L 5,0 м, V 10,5м3
47.	HPU-V8001 Instrument Air Buffer Vessel Буферная емкость воздуха КИП	1	емкость воздуха КИП	80°C, 1,2 МПа(изб) D 1,6 м, L 8,0 м, V 10,5м3
48.	HPU-V9501 Flare KO Drum Факельный сепаратор	1	Сбор конденсата с факельных сбросов	267°C, 0,4 МПа(изб)
49.	HPU-V5501 Demin. Water Buffer Tank Емкость деминерализованной воды	1	Хранение деминерализованной воды	90°C, 0,2 МПа(изб)
50.	HPU-Y4501 Pressure Swing Adsorption Установка КЦА	1	Окончательная очистка водорода	
51.	HPU-Y5101 BFW Chemical Dosing Station Установка дозирования химреагентов	1	дозирование реагентов для питательной воды	
52.	HPU-Y5501 Demineralized Water Unit Блок деминерализованной воды	1	Обработка химически очищенной воды	
53.	HPU-Y3001 Waste Heat Recovery System Установка рекуперации тепла	1		

Потребление энергоресурсов

Наименование	Количество
Сырье, т/ч	4,0932

Топливный газ, т/ч	
Потребление электроэнергии, кВт*ч	1750
Охлаждающая вода, м3/ч	308
Деминерализованная вода, т/ч	17,17
Пар потребление, Гкал/ч	0
Пар производство, Гкал/ч	4,437
Выработка водорода в час, нм3/ч	11 647

2.18 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 напорные трубопроводы проложены на эстакадах, 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.

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 «Требование промышленной безопасности при эксплуатации технологических трубопроводов» Утверждены приказом №176.

На площадке предусмотрены эстакады для прокладки труб и кабелей. Ширина внутриплощадочной 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.

Снабжение техническим бутаном, химически очищенной водой, воздухом КИП, техническим воздухом, ППВ, ХПВ и другими энергоресурсами осуществляется от существующих сетей ПНХЗ подведенным к границе установки согласно выдаваемым техническим условиям на подключение (разработка межцеховых коммуникации выполняется отдельным проектом).

2.19 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.

2.20 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

горизонталь 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.

2.21 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.

2.22 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 7 человек оперативный персонал и 11 человек ИТР. Учитывая существующую и проектируемую установку производства водорода, итоговое количество – 28 человек наибольшую смену.

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 2.22.1 - Проектная численность персонала

Наименование профессий и должностей	Категория трудящихся, разряд	Численность, чел.		Группа произв. процессов
		явочно смену	списочно	
ИТР (руководители, специалисты)				
Начальник установки	руководитель	1	1	3а
Механик установки	специалист	1	1	3а
ИТОГО		2	2	
Основной производственный персонал, рабочие				
Оператор технологически х установок (ПУ*)	раб., 6	1	5	3б
Оператор технологически х установок	раб., 5	1	5	3б
Оператор технологически х установок	раб., 4	1	5	3б
Машинист технологически х насосов	раб., 5	1	5	3б
ИТОГО		4	20	
Подмена				
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»				

2.23 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.

Общая характеристика установки по взрывопожароопасности

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	IIA-T1

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 прямки 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 воздух, 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 дозврывных 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.

Подача воздуха КИПиА на установки производится через ресиверы, обеспечивающие в аварийной ситуации питание воздухом системы контроля и управления в течении 1 часа.

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 эксплуатации 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 подаётся 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 Требований промышленной безопасности при эксплуатации технологических трубопроводов от 27 июля 2009 года № 176.

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 электропомещения и контроллерные 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.

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, рукавицы, 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).

2.24 Катализаторы и адсорбенты

Потребность установки производства водорода в катализаторах и адсорбентах приведена в таблице

Потребность в катализаторах и адсорбентах.

Оборудование	Количество	Наименование	Тип катализатора, состав		Объем, м3	Плотность катализатора, кг/м3	Срок эксплуатации
R2001	1	Реактор насыщения	NiMo	Никель молибденовый	6.33	740	3 года
R2002	1	Реактор гидрирования	CoMo	Кобальт молибденовый	3.03	600	3 года
R2003A/B	2	Реактор обессеривания	ZnO	Оксид цинка	3.27	1350	6 месяцев
R3001	1	Реактор предриформинга	Ni/MgO/Si	Никель на основе магнезия и двуокиси кремния	2.41	1370	3 года
R4001	1	Реактор-конвертер окиси углерода	Fe /Cr/Cu	Медь - Хромсодержащий на основе железа	5.84	1200	3 года
H3001	1	Печь парового риформинга	-	-	5	-	6 лет
Y4501	6	Блок КЦА, в комплекте с 6 адсорберами с катализаторами		Активированная окись алюминия	4,4 тонн		5 лет
				Активированный уголь	29,2 тонн		
				Молекулярный фильтр	14,9 тонн		

3 АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ

3.1 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».

3.2 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	IIIA
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.	

3.3 АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ

3.3.1 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 100.300 до отм. EL+100.600 из газобетонных блоков толщиной 300 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;

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 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 - 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).

Расчетный срок службы здания - не менее 50 лет.

Согласно СН РК 3.02-27-2023 "Производственные здания". Требуемая расчетная площадь легкосбрасываемых конструкций в здании (для помещений категорий А) - 134 м²

В качестве легкосбрасываемых 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.

3.3.2 Участок 51

Здание подготовки воды (SS-3), отопляемое, 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 100.300 до отм. EL+100.600 из газобетонных блоков толщиной 300 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 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 - 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).

Расчетный срок службы здания - не менее 50 лет.

4 КОНСТРУКТИВНЫЕ 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»;
- 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».

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	IIIA
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

4.3 ГРУНТОВЫЕ УСЛОВИЯ

Согласно данных Отчета по инженерно-геологическим изысканиям, выполненным

АО НИПИ "КАЗПИМУНАЙГАЗ" (Том 5, Книга 2) в марте 2024 г., площадку строительства составляют 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/м³; $c=1$ 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/м³; $c=16$ 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/м³; $c=58,9$ 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/м³; $c=31,5$ 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/м³; $c=2$ 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/м³; $c=13$ 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/м³; $c=27$ кПа; $\varphi=23^\circ$; $E=19$ Мпа. Мощность слоя – от 0,7 до 1,5 м.

По содержанию сульфатов (379 мг/дм³) грунты неагрессивны по отношению к бетонам с маркой по водонепроницаемости W4, W6 на сульфатостойком цементе по ГОСТ 22266-2013.

4.4 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 свайные ростверки, фундаменты и фундаментные плиты на естественном основании и фундаменты мелкого заложения. Для свайных фундаментов приняты сваи длиной 12,0м, сечение свай – 0,4 м х 0,4м. Глубина заложения всех ростверков 1,5м. Для обеспечения защиты ростверка от морозного пучения грунтов используется полистирольная плита толщиной 200мм, CORDEK или аналогичный.

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

4.4.1 Участок 30

Фундамент под оборудование печи парового риформинга. Ростверки – монолитные железобетонные, выполнены из бетона кл. С30/37, W8, F150 на сульфатостойком портландцементе

Под дымовую трубу и вентилятор дымовых газов (НПУ-S3001, НПУ-C3002) был принят единый свайный фундамент с габаритами ростверка 8,4х4,4м. Толщина ростверка – 1,0м. Количество свай на фундаменте 6шт.

Под этажерку паросборника и охладитель технологических газов (НПУ-E3007, НПУ-V3001) будет установлен свайный фундамент с размерами ростверка 13,5х4,2м и 0,6х0,6м для подколонников. Толщиной 0,8м. Количество свай на фундаменте 8 шт.

Фундамент под вентилятор воздуха на горение (НПУ-C3001) предусмотрен свайный фундамент с размерами ростверка 2,0х6,5м. Толщина ростверка – 1,0м. Количество свай 4 шт.

Под оборудование системы рекуперации отходящих газов (НПУ-Y3001) предусмотрен свайный фундамент с размерами ростверка 36,845х7,765м. Толщина – 1,0м. Размеры подколонников 0,75х0,75м; 0,65х0,65м. Количество свай 26 шт. Под отдельную часть оборудования будет использован фундамент на естественном основании с размерами плитной части 17,335х1,875м и глубиной заложения 2,5м.

Для фундамента под реактор предрифформинга (НПУ-R3001) был принят свайный фундамент ростверком и подколонником восьмиугольной формы, с размерами самой широкой части 3,0х3,0м и 2,0х2,0м соответственно. Толщина ростверка – 0,8м. Количество используемых свай – 3шт.

Технологическая этажерка SS-4 с размерами по осям 3,6х4,6м и высотой 10,6м. Толщина ростверка – 0,8м. Колонны для данной конструкции выполнены из двутавра европейского профиля, для балок также были приняты двутавры. По поперечным осям конструкция связана вертикальными связями. На верхней части тех. этажерки предусмотрена площадка обслуживания, доступ к которой производится при помощи вертикальных лестниц. Степень огнестойкости для данной конструкции определена как IIIa.

Фундамент под тех. этажерку SS-4 используются 4 свайных фундамента с размерами ростверка 1,95х0,95м, которые связаны между собой фундаментной балкой в поперечном направлении, высотой 0,8м и шириной 0,3м.

Фундамент под барабан продувки и охладитель продувки (НРУ-Е3009, НРУ-V3003) был принят свайный фундамент ростверком и подколонником восьмиугольной формы, с размерами самой широкой части 3,0х3,0м и 2,0х2,0м соответственно. Толщина ростверка – 0,8м. Количество используемый свай – 3шт.

Для фундамента мачты молниезащиты было принято использовать фундамент на свайном основании, с размерами ростверка 4,6х4,6м и размером подколонника 2,05х2,05м. Толщина ростверка – 0,8м.

Трубная эстакада PR-5 предназначенная для технологических труб и электрических лотков с размерами по осям 18,0х1,3м и высотой 4,5м. Жесткость конструкции обеспечена колоннами, балками из двутавра в продольном и поперечном направлении. Также присутствуют горизонтальные и вертикальные связи.

Под трубную эстакаду PR-5 предусмотрены столбчатые фундаменты на естественном основании под каждую колонну размерами 1,0х1,0м . Толщиной 0,8м.

4.4.2 Участок 26

Трубная эстакада PR-1 предназначенная для технологических труб и электрических лотков с размерами по осям 59,2х5,6м и высотой 12,0м. 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. Степень огнестойкости для данной конструкции определена как I. До отметки +104,500, от оси 1 до оси 5 для данной конструкции предел огнестойкости должен составлять 60 мин (R60). На участке опор под воздушными охладителями, от оси 5 до 8, предел огнестойкости должен составлять 120 мин (R120) Для этого колонны, балки и связи будут покрыты цементно-песчаным раствором.

Под трубную эстакаду PR-1 предусмотрены фундаменты под каждую колонну размерами ростверка 1,94х0,92м и подколонника 0,7х0,7м. Толщина ростверка – 0,8м. Между осями 4 и 5, 9 и 10 данные фундаменты связаны между собой в продольном направлении фундаментной балкой высотой 0,8м и шириной 0,35м.

Фундамент буферного резервуара воздуха КИП (НРУ-V8001) был принят свайный фундамент ростверком и подколонником восьмиугольной формы, с размерами самой широкой части 3,0х3,0м и 2,0х2,0м соответственно. Толщина ростверка – 0,8м. Количество используемый свай – 3шт.

4.4.3 Участок 15

Технологическая этажерка SS-1 предназначенная для технологических труб и обслуживания оборудования с размерами по осям 14,7х15,0м и высотой 21,3м. Жесткость конструкции обеспечена колоннами из двутавра по осям, балками из двутавра в продольном направлении и в поперечном. Также предусмотрены горизонтальные и вертикальные связи. Доступ на технологическую этажерку для обслуживания оборудования будет производится маршевой лестницы установленной с восточной части конструкции, а также вертикальной лестницей с восточной части. Степень огнестойкости для данной конструкции определена как I. До отметки +113,500 для данной конструкции предел огнестойкости должен составлять 120 мин (R120). Для этого колонны, балки и связи будут покрыты цементно-песчаным раствором.

Для фундамента тех. этажерки SS-1 предусмотрены фундаменты под каждую колонну размерами ростверка 1,95х0,95м, 1,9х1,75м, 12,75х0,95м и размерами подколонника 0,6х0,6м.

Толщина ростверка 0,8м. Между осями А и Б, фундаменты связаны между собой в поперечном направлении фундаментной балкой высотой 0,8м и шириной 0,35м.

Для укрытия для анализаторов были запроектированы два плитных фундамента на естественном основании с размерами 1,0х4,0, толщиной 0,3м.

Подземное сооружение для емкости улавливания ББФ (НПУ-V1102) с размерами на плане 9,9х4,5м и глубиной 4,3м. Также предусмотрен смотровой колодец с вертикальной лестницы, для обслуживания данного оборудования

Под оборудование пускового сепаратора (НПУ-V3002) был принят фундамент на естественном основании с глубиной заложения 2,5м. Размеры плитной части 2,0х2,0м, подколонник – 1,0х1,0м, плита толщиной 0,8м.

Фундамент сепаратора холодного конденсата (НПУ-V4004) был принят свайный фундамент ростверком и подколонником восьмиугольной формы, с размерами самой широкой части 3,0х3,0м и 2,0х2,0м соответственно. Толщина ростверка 0,8м. Количество используемый свай – 3шт.

Для реакторов насыщения олефинов (НПУ-R2001), гидрирования (НПУ-R2002), обессеривания (НПУ-R2003A/B) был принят единый фундамент на свайном основании размерами ростверка 12,0х3,0м. Толщина ростверка 0,8м. Размеры подколонников восьмиугольной формы – 2,0х2,0м и 1,6х1,6м. Количество используемый свай – 8шт.

4.4.4 Участок 45

Трубная эстакада PR-3 предназначенная для технологических труб и электрических лотков с размерами по осям 2,0х7,0м и высотой 3,0м. Жесткость конструкции обеспечена колоннами, балками из двутавра в продольном и поперечном направлении. Также присутствуют горизонтальные связи. Степень огнестойкости для данной конструкции определена как IIIa.

Под трубную эстакаду PR-3 предусмотрены столбчатые фундаменты на естественном основании под каждую колонну размерами 1,0х1,0м . Толщиной 0,4м.

Под адсорберы КЦА (НПУ-V4501-4506) будет объединённый фундамент на естественном основании с размерами плитной части 24,3х3,95м. Толщиной 0,8м. Размеры подколонника восьмиугольной формы – 3,0х3,0м.

Для емкости отходящего газа (НПУ-V4507) предусмотрен фундамент на свайном основании размерами ростверка 5,6х5,6м и толщиной 0,8м. Размер подколонника восьмиугольной формы – 4,6х4,6м. Количество используемый свай – 8шт.

4.4.5 Участок 50

Трубная эстакада PR-4 предназначенная для технологических труб и электрических лотков с размерами по осям 10,0х2,8м и высотой 6,0м. Жесткость конструкции обеспечена колоннами, балками из двутавра в продольном и поперечном направлении. На отметке +106,000 предполагается площадка обслуживания для трубных арматур, с доступом по вертикальной лестнице. Степень огнестойкости для данной конструкции определена как IIIa.

Под трубную эстакаду PR-4 предусмотрены столбчатые фундаменты на естественном основании под каждую колонну размерами 1,0х1,0м . Толщиной 0,4м.

В здании компрессорной SS-2 расположены компрессорная установка (НПУ-C5001), а также трубные опоры с площадками обслуживания. Устойчивость каркаса обеспечивается жестким креплением колонн к фундаментам в поперечниках, продольными вертикальными связями по колоннам и системой горизонтальных и вертикальных связей в покрытии. Данная конструктивная схема обеспечивает совместную пространственную работу всех конструкций.

Фундамент для здания компрессорной SS-2 был спроектирован на естественном основании, с отдельно стоящими фундаментами столбчатого типа, с размерами 3,5х3,5м; 2,0х2,0м с толщиной 0,6м.

4.4.6 Участок 51

Трубная эстакада PR-2 предназначенная для технологических труб и электрических лотков с размерами по осям 20,8х2,5м и высотой 3,9м. Жесткость конструкции обеспечена колоннами, балками из двутавра в продольном и поперечном направлении. Степень огнестойкости для данной конструкции определена как IIIa.

Под трубную эстакаду PR-2 предусмотрены столбчатые фундаменты на естественном основании под каждую колонну размерами 1,0х1,0м . Толщиной 0,4м.

В здании секции водоподготовки SS-3 расположены отдельно стоящие фундаменты под оборудования. Каркас – стальной рамно-связевой. Устойчивость каркаса обеспечивается жестким креплением колонн к фундаментам в поперечниках, продольными вертикальными связями по колоннам и системой горизонтальных и вертикальных связей в покрытии. Данная конструктивная схема обеспечивает совместную пространственную работу всех конструкций.

Под здание секции водоподготовки SS-3 предусмотрены фундаменты столбчатого типа на естественном основании с глубиной заложения 2,5м и размерами 1,2х1,8м; 1,5х2,3м; 2,3х2,3м для плитной части.

Конструкции резервуара деминерализованной воды (HPU-V5501) 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 PBC запроектирована площадка доступа с устройством на стенке резервуара стремянки доступа на площадку.

Основанием под PBC запроектирована железобетонная монолитная фундаментная плита неглубокого заложения 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.

4.4.7 Участок 75

Для здания подстанции и аппаратной КИПиА (блочно-модульное исполнение) предусмотрен ленточный фундамент с пьедесталами на естественном основании шириной 1,0м, размерами на плане 19,0х11,0м и толщиной 0,5м. Для укрытия трансформаторов предусматриваются помещения в железобетонном монолитном исполнении расположенные под зданием подстанции.

4.4.8 Участок 95

Размеры фундаментов факельного сепаратора (HPU-V9501) 3,05х0,8м для ростверка, 1,85х0,6м для подколоники. Толщина плитной части 0,8м. Два фундамента соединены между собой фундаментной балкой высотой 0,8м и шириной 0,35м. Количество используемых свай – 4шт.

5 ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ

5.1 ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ВОДОСНАБЖЕНИЮ И ПОЖАРОТУШЕНИЮ

На новой технологической площадке будут предусмотрены следующие системы водоснабжения:

- Система питьевого водоснабжения;
- Система оборотного водоснабжения;
- Система противопожарного водопровода.
- Система химически-очищенной воды

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

Расчетные расходы приведены в таблица ниже.

Система	Потребитель	Макс. суточный расход воды (м³/сут)	Макс. часовой расход воды (м³/ч)	Нормальный суточный расход воды (м³/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 м³/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 м³/год)
	Установка подготовки деминерализованной воды	528	22	528	Постоянно 192720 м³/год
Оборотное водоснабжение	Охлаждение технологического оборудования	6960*	290*	6960*	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.).

5.1.1 Хозяйственно-питьевой водопровод.

Источником хозяйственно-питьевого водопровода промплощадки УПВ являются сети хозяйственно-питьевого водоснабжения ПНХЗ.

Подключение к существующему водопроводу выполнено в проектируемом колодце с установкой отключающей арматуры. Узел учета воды предусмотрен в проектируемом здании водоподготовки деминерализованной воды на площадке УПВ.

Вода из подающего трубопровода после узла учета подается к раковине для промывки глаз расположенной внутри установки деминерализованной воды (НРУ-5501) и по эстакаде к двум аварийным душевым, размещаемым на площадке УПВ.

Проектом предусмотрена аварийная морозостойкая обогреваемая душевая кабина, с баком для терморегулируемого подогрева воды емкостью 1200 л (аналог АДУ-1100 российской компании «Аварийная техника»).

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

В кабине установлен аварийный душ для тела, фонтан для глаз/лица. Бак запаса горячей воды установлен сверху кабины. Вода в баке нагревается погружным электронагревателем до температуры 23-25 °С.

Против возможного застоя воды бак запаса объемом 1,2 м³ опорожняется в систему производственно-дождевой канализации, водообмен каждые двое суток.

Сеть хозяйственно-питьевого водопровода в подземном исполнении принята из полиэтиленовых труб PE100, SDR17, в наземном исполнении - из стальных труб.

Надземные участки сети проектируются из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91* в тепловой изоляции с электрообогревом.

5.1.2 Обратное водоснабжение

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

Решения по системе оборотного водоснабжения отражены в разделе ТХ.

5.1.3 Противопожарный водопровод

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

Для защиты установки предусмотрен проектируемый кольцевой пожарный водопровод диаметром 250 мм.

Проектируемый кольцевой противопожарный водопровод высокого давления, диаметром 250 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 10.4.9 – 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, м3	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	2670	
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	НПУ-V1101	40		4,2	44,2				
7	НПУ-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 м3/час) для производственной зоны, согласно ВУПП -88. Существующая система пожаротушения завода обеспечивает проектный расход 612 м3/час.

Подземная сеть противопожарного водопровода кольцевого начертания запроектирована из полиэтиленовых труб PE100, SDR17, Ду 250 мм по СТ РК ISO 4427-1-2014, СТ РК ISO 4427-2-2014. с устройством колодцев из сборных ж/б элементов.

Вода к лафетным стволам будет подаваться по сухотрубам диаметром 150 мм. Способ прокладки – подземный. На ответвлениях к лафетным стволам предусматривается установка запорной арматуры со штурвалом, выведенным за крышку люка колодцев.

Участки трубопроводов, прокладываемые в надземном исполнении из стальных оцинкованных труб диаметром 150 труб по ГОСТ 3262-75.

5.1.4 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-Y5501), а также для снабжения энергопостов.

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

5.2 ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ВОДООТВЕДЕНИЮ

Система производственно-дождевых стоков предусмотрена для приема дождевой и талой воды, условно-чистых стоков, воды от пожара с водосборных площадей завода, сточных вод от установки деминерализованной воды НРУ-Y5501, стоков от душей самопомощи, продувочной воды из продувочного барабана НРУ-V3003

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 углеводородов.

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/дм³;
2. Солесодержание- 200-300 мг/дм³;
3. Нефтепродукты-10-30 мг/дм³;
4. ХПК фильтрованной пробы-100 мг/дм³;
5. БПК₂₀ фильтрованной пробы 20 мг/дм³;
6. Специфические компоненты отсутствуют.

Во избежание попадания аварийных проливов в производственно-дождевую канализацию с отбортованных площадок технологических установок на выпусках ремонтных или дождевых вод установлены колодцы, оборудованные запорной арматурой с колонкой управления задвижки, присоединение к магистрали через колодцы с гидрозатворами с высотой столба воды не менее 250 мм.

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 HPU-V3003:

Parameter/Параметр	Value/ Значение	Unit/Единица	Note/Примечание
Total flow / Общий расход	[кг/ч]	280	непрерывный
Temperature / Температура	[°C]	40	
Mol weight / Молекулярный вес	[kg/kmol / кг/кмоль]	18.02	
Плотность	[кг/м³]	992.2	
Composition / Состав			
Water (H ₂ O) / Вода (H ₂ O)	[mol% / мол. %]	< 99.9	1)
Dissolved Carbon dioxide (CO ₂) / Растворенный углекислый газ (CO ₂)	[ppmv / част.млн.об.]	< 1	1)
Organic acids / Органические кислоты	[ppmv / част.млн.об.]	< 100	1)
Methanol / Метанол	[ppmw / част.млн.мас.]	< 10	1)
Total organic carbon as C (TOC) / Общий органический углерод, C	[ppmv / част.млн.об.]	< 10	1)
Nitrogen (as N) / Азот (N)	[ppmv / част.млн.об.]	< 20	1)
Silicia / Кремний	[ppmw / част.млн. мас.]	< 3	1)
Phosphate (as PO ₄) / Фосфат (в виде PO ₄)	[ppmw / част.млн. мас.]	< 20	1)
Ammonia (as NH ₃) / Аммиак (в виде NH ₃)	[ppmw / част.млн. мас.]	< 20	1)
Conductivity / Проводимость	[µS/cm / мкС/см]	< 600	1)
Sodium (Na ⁺) / Натрий (Na ⁺)	[ppmw / част.млн. мас.]	< 50	1)
pH value / Значение pH	[-]	9.2 – 10.2	1)

1) Подлежит уточнению после получения окончательной документации от поставщика оборудования

- Сточные воды от установки деминерализованной воды HPU-Y5501:

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/ч м³/год	Непрерывный 48180 м³/год

«Расчетные расходы по канализации»

Тип Вид водоотведения		Макс. суточный расход воды (м³/сут)	Макс. часовой расход воды (м³/ч)	Нормальный суточный расход воды (м³/сут.)	Примечание
Производственно-дождевая канализация					
1. Сброс из резервуара для аварийного душа.	Каждые двое суток	2,28	2,28	2,28	416 м³/год
2. Сточные воды от установки деминерализованной воды НРУ-Y5501	постоянно	132.0	5.5	132.0	65180 м³/год с учетом промывки оборудования в объеме 17000 м³/год
Дождевые стоки		81		81	1254 м³/год
Пожарные стоки	После пожаротушения	1836.0*	612.0*	1836.0*	содержание взвешенных веществ, примесей, углеводородов
Продувочные воды из продувочного барабана НРУ-V3003	постоянно	6,72	0,28	6,72	2453 м³/год
Энергопосты	Периодически	1,8	1,8	1,8	7,2 м³/год
ИТОГО		224	10	143	69310

Расходы отмеченные знаком * не входят в баланс водопотребления и водоотведения

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
									Продувочные воды из продувочного барабана НРУ-V3003	
	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/г.										

5.3 ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

5.3.1 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 $t_{ср.} =$ (минус) $-8,1^{\circ}\text{C}$;
- продолжительность отопительного периода 205 суток.

5.4 Здание компрессорной

Расчетные параметры внутреннего воздуха для проектирования:

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

5.4.1 Отопление

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 располагаются 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 внутриплощадочных тепловых сетей 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.

5.4.2 Вентиляция

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, а также не менее 8-кратного воздухообмена в помещении (при принятой расчетной высоте помещения 6м и с учетом повышающего коэффициента 1,2 для горячих продуктов). 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 вентагрегат присоединены к одной системе воздухопроводов через клапаны с электроприводами.

Компрессорная имеет категорию А по взрывопожароопасности, венткамера - категорию Д. Приточные вентиляционные установки располагаются в венткамере, смежно со зданием компрессорной. При пересечении приточным воздуховодом перегородки между венткамерой и компрессорной предусмотрена установка взрывозащищенного обратного клапана и нормальнооткрытого противопожарного клапана. Часть воздуховода между противопожарным клапаном и перегородкой, в том числе обратный клапан, покрыты огнезащитным составом для обеспечения предела огнестойкости воздуховодов 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 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 1м 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 Ø1600мм с защитной алюминиевой сеткой ЦПВС 10x10x1,2мм 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 5м/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 2,5м/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 смесительными 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 воздуховодной 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.

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

5.4.3 Автоматизация систем отопления и вентиляции

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 вентилаторов 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 парамету А).

Пульты управления системами вентиляции располагаются в венткамере.

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

5.4.4 Основные требования к монтажу.

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

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

Проход воздухопроводов в помещение категории А заделать герметично.

Предусмотреть заземление всех систем вентиляции и оборудования.

5.5 Здание водоподготовки

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.

5.5.1 Отопление

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

В качестве теплоносителя используется вода с температурным графиком **90/70°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 - запорная арматура на вводе ТС в здание.

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. 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.

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, включаясь в случае когда теплопотери помещения

превышают теплоизбытки. Однако, система отопления рассчитана и запроектирована таким образом, что обеспечит минимальные требуемые температурные параметры внутренней воздушной среды в здании даже в случае полной остановки технологического процесса в холодное время года.

Система вентиляции в здании сбалансирована. Приточный воздух в холодное время года поступает в помещение подогретый до требуемых температур. Таким образом, система отопления не рассчитана на нагрев инфильтрующегося воздуха. В соответствии с техническим заданием установка воздушно-тепловых завес в здании не требуется.

5.5.2 Вентиляция

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 $+35^{\circ}\text{C}$ в теплое время года. Подача воздуха организована в рабочую зону, удаление - из верхней зоны. Рециркуляция и рекуперация воздуха не применяются.

В соответствии 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 $+10^{\circ}\text{C}$, 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, закрытыми клапанами с электроприводами с внутренней стороны и наружными решетками с наружной стороны. Низ 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 расчетных температурных параметрах наружного воздуха в теплый период года (по параметру А). В дополнение к описанным выше системам запроектирована система В3, которая обеспечит стабильную работу систем вентиляции при пиковых тепловых нагрузках, при температуре наружного воздуха до $+30,1^{\circ}\text{C}$, а также служит резервом вентилятора В2 в случае его поломки или на период сервиса. Включение системы В3 предусматривается в режиме, когда совместная работа В1 и В2 не обеспечивает максимальную допустимую температуру воздуха $+35^{\circ}\text{C}$. Предусмотрена возможность ручного запуска 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 превышала 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 под кровлей здания. Вытяжные вентиляторы В2 и В2 крышного исполнения, монтируются на утепленные монтажные стаканы, имеют обратные клапаны у вентиляторов. Смесительный узел и узел управления располагаются на высоте не более 2м 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.

5.5.3 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 регулируемы 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.

5.5.4 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).

Пульты управления системами вентиляции располагаются в помещении водоподготовки.

По сигналу пожарной сигнализации вентиляционное оборудование обесточивается. Системы противодымной вентиляции при пожаре не предусматриваются.

5.5.5 Основные требования к монтажу

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

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

Предусмотреть заземление всех систем вентиляции и оборудования.

5.6 ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ

В качестве источника теплоснабжения подключаемых зданий Установки подготовки воды и Компрессорной, а также установок HPU-V5501, HPU-V1102 и HPU-V9501 на площадке установки производства водорода, предусматривается существующая теплосеть, расположенной на территории завода.

Внутриплощадочные тепловые сети проложены большей протяженностью по технологической эстакаде трубопроводов с подключением потребителей на объекте, а также на низких опорах при подводе теплосети к зданию/установке. Тепловые нагрузки потребителей приняты согласно расчетной схемы собственных нужд, а также согласно расчетных тепловых потоков подключаемых объектов на площадке. Тепловой схемой котельной предусматривается отпуск тепла для системы теплоснабжения с параметрами теплоносителя 70-48 °С (согласно ТУ на подключение трубопроводов для объекта). Максимальное давление в подающем трубопроводе составляет 0,87 Мпа, в обратном – 0,38 Мпа.

Система теплоснабжения площадки завода – закрытая, 2-х трубная. Трубопроводы сетей теплоснабжения будут предусмотрены из труб, изготовленных по ГОСТ 30732-2020 "Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой. Технические условия».

Надземная прокладка трубопроводов запроектирована на трубопроводных эстакадах с применением труб с ППУ изоляцией в оболочке из тонколистовой оцинкованной стали. В высших точках трубопроводов устраивается выпуск воздуха (воздушники), в нижних точках – дренаж (спускники).

Компенсация температурных деформаций трубопроводов будет осуществляться за счет естественных углов поворота трассы, образующих самокомпенсирующиеся участки Г-образной или Z-образной формы, и сильфонных компенсационных устройств (СКУ).

Конструкция предизолированных труб заводского изготовления включает в себя стальную (рабочий) трубопровод, изолирующий слой из жесткого пенополиуретана (ППУ) и внешней защитной оболочки из тонколистовой оцинкованной стали (при надземной прокладке). Конструкция абсолютно герметична, что защищает трубы и изоляцию от поверхностных вод. Система труб с заводской изоляцией характеризуется тем, что все элементы системы, включающие прямые трубы, тройники, колена, арматуру, поставляются в комплексе. Для контроля за влажностным состоянием пенополиуретана трубопроводы оснащаются системой оперативного дистанционного контроля (ОДК). Вводы тепловых сетей в здания запроектированы герметичными. Для защиты оболочки при проходе трубопроводов через стену предусмотрены манжеты стенового ввода. Запорная и дренажная 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 предизолированных труб и их элементов;
- сварку сварных труб с 100% контролем качества сварного шва неразрушающим методом;
- монтаж муфтовых соединений в местах сварных швов труб, и их элементов;
- 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 5.4.1 - Протяжённость внутриплощадочных тепловых сетей

№ п/п.	Наименование. Тип. Марка.	Ед.изм.	Кол-во
1	Труба стальная с изоляцией из пенополиуретана в оболочке, Ст 38х3,0-ППУ	пм	26,5
2	Труба стальная с изоляцией из пенополиуретана в оболочке, Ст 57х3,0-ППУ	пм	5,5
3	Труба стальная с изоляцией из пенополиуретана в оболочке, Ст 108х4,0-ППУ	пм	60,2
4	Труба стальная с изоляцией из пенополиуретана в оболочке, Ст 159х4,5-ППУ	пм	17,3
Всего по площадке завода по производству полиэтилена:		пм	109,5

План тепловых сетей Т1/Т2 приведен в графической части в Томе 1.8.2 Теплоснабжение. Протяжённость внутриплощадочных тепловых сетей по установке приведена в таблице 5.4.1.

5.8 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

5.8.1 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.

5.8.2 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

5.8.3 Автоматизация технологических процессов

5.8.3.1 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 N 1412516 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.

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 теплотой;
- 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).

5.8.3.2 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 Piping, 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 (АС) - 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.

5.8.3.3 Основные технические решения и технические средства АСУТП 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-ЕМ-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). Для размещения новых станций предусмотрена перепланировка помещений.

5.8.3.4 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 / остановки, 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 УПВ 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.

5.8.3.5 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).

5.8.3.6 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/ВРПС 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.

5.8.3.7 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 (потокосчетчики 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.

5.8.3.8 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,

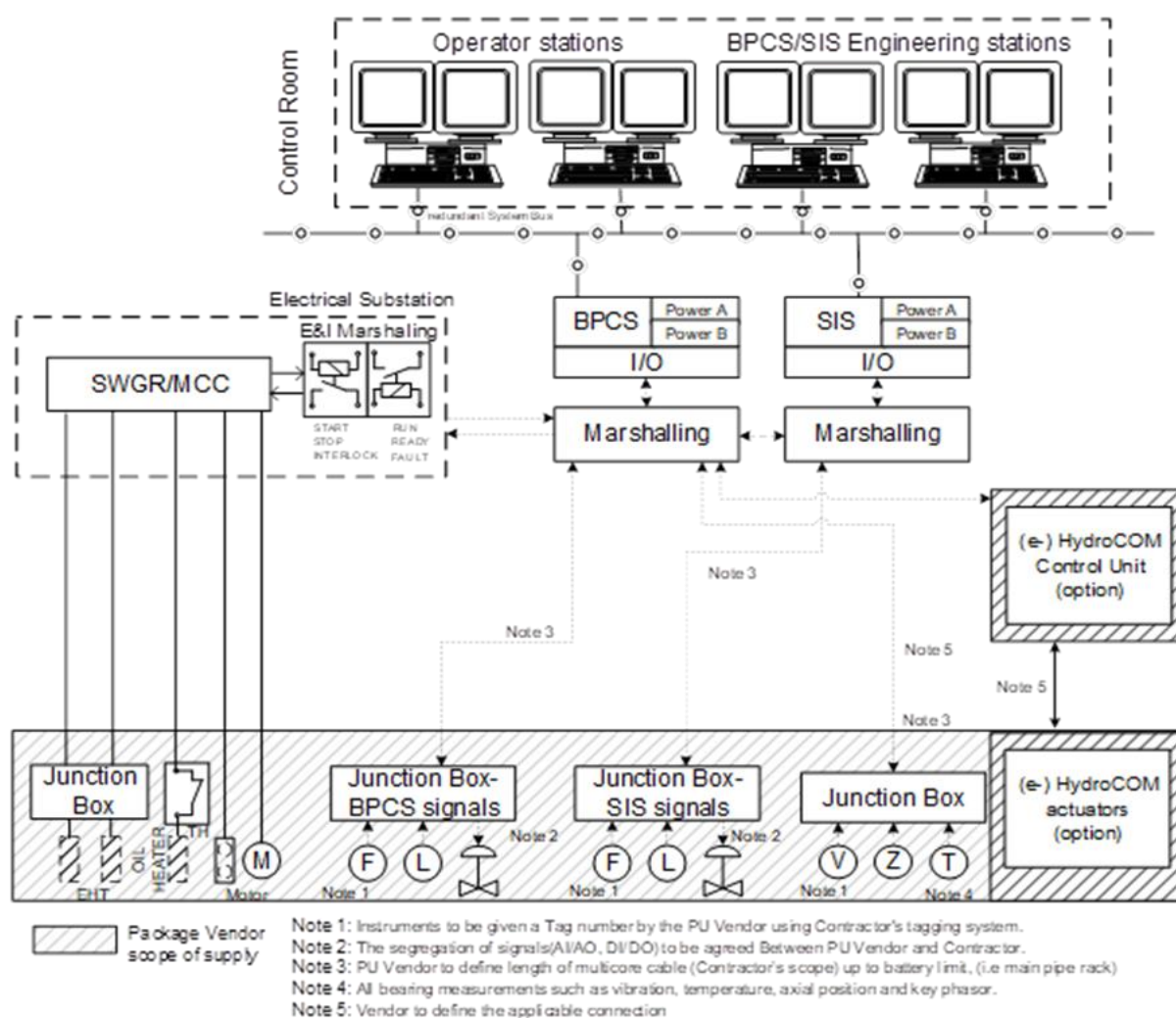
удерживается на ней. Степень открытия антипомпажного клапана определяется контуром антипомпажного регулирования. Возможно применение нелинейных законов регулирования.

Если в течение заданного времени устранить помпаж при помощи перезапуска не удастся, 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.

5.8.3.9 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:



5.8.4 Расположение и краткое описание оборудования АСУТП

5.8.4.1 Полевой уровень автоматизации

5.8.4.1.1 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 запрашиваются 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.

5.8.4.1.2 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-зеленую оболочку.
- Кабели имеют броню в виде стальной проволоочной 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.

5.8.4.1.3 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 будут 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.

5.8.4.1.4 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.

5.8.4.1.5 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.

5.8.4.2 Объем и расположение АСУ ТП

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

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

СУТП/BPCS

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.

5.9 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ. СИЛОВОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ.

5.9.1 ЭЛЕКТРООСВЕЩЕНИЕ

5.9.1.1 Общая часть

Рабочий проект «Строительство установки производства водорода мощностью 12500 Нм³/ч» 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 №61.07-24.04-02 для проектирования и подключения электроснабжения электроприемников по проекту ««Строительство установки производства водорода мощностью 12500 Нм³/ч» к сетям электроснабжения 6/0,4 кВ ТОО «ПНХЗ»».

Проектируемые объекты характеризуются наличием пожароопасных и взрывоопасных зон по ПУЭ.

5.9.2 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.

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.)

От РП-250 с разных секций шин РУ-6 кВ по существующим и проектируемым отдельным проектом кабельным эстакадам прокладываются рабочий и резервный кабели 6 кВ до проектируемой ТП 6/0,38 кВ 2500 кВА и кабель 6 кВ до компрессора. Взаимно резервируемые кабельные линии размещаются на разных лотках и с расстоянием не менее 600 мм между кабелями. Кабели подключаются к существующим ячейкам РУ-6 кВ РП-250 производства ТОО «КЭМОНТ» типа ШВВ-6-02-630 КМ-1КФ. Ячейки РУ-6 кВ РП-250 произведены 2016 г. полностью укомплектованы и готовы к работе, за исключением установленного счетчика электроэнергии типа A1805RLX-P4G-DW-4 не прошедший своевременно поверку, а также подлежат замене установленные в ячейках трансформаторы тока согласно подключаемой проектируемой нагрузки УПВ. Силовые кабели приняты с медными жилами, с изоляцией из сшитого полиэтилена, наружной оболочкой из полиэтилена расчетного сечения. Сечение кабеля выбрано по длительно-допустимому току в нормальном и послеаварийном режимах (при отключении одной цепи для подстанций с двумя силовыми трансформаторами), с учетом условий прокладки КЛ. Кабели линии прокладываются в металлических лотках на эстакаде. Материалы для прокладки кабелей на эстакаде, лотки, консоли и т.д. заказываются в спецификации отдельного проекта согласно техническому заданию на проектирование. Протяженность кабельных линий не более 1000 м.

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.

5.9.3 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 схемы 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 заземлением 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;

5.9.4 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 демилиризованной 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.

5.9.5 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			Режим работы
		Рр, кВт	Qp, кВар	Sp, кВа	
Электропривод масляного насоса компрессора водород-продукта	0,86	4,80	2,85	5,58	X
Подогреватель масляного насоса компрессора водород-продукта	1,00	0,10	0,00	0,10	Z
Электропривод водяного насоса компрессора водород-продукта	0,86	6,00	3,56	6,98	X
Подогреватель водяного насоса компрессора водород-продукта	1,00	0,10	0,00	0,10	Z
Электропривод водяного насоса компрессора водород-продукта	0,86	7,05	4,18	8,20	Z
Подогреватель водяного насоса компрессора водород-продукта	1,00	0,08	0,00	0,08	X
Электропривод валопроворотного устройства	0,80	1,76	1,32	2,20	Z
Подогреватель валопроворотного устройства	1,00	0,10	0,00	0,10	X
Подогреватель масла компрессора водород-продукта	1,00	2,00	0,00	2,00	X
Подогрев электропривода компрессора водород-продукта	1,00	0,36	0,00	0,36	X
Подогреватель воды компрессора водород-продукта	1,00	16,20	0,00	16,20	X
Вентилятор воздуха на горение	0,94	82,50	29,94	87,77	X
Подогреватель вентилятора воздуха на горение	1,00	0,14	0,00	0,14	Z
Вентилятор дымовых газов	0,94	74,80	27,15	79,57	X
Подогреватель вентилятора дымовых газов	1,00	0,14	0,00	0,14	Z
Насос ББФ	0,86	17,65	10,47	20,52	X
Подогрев насоса ББФ	1,00	0,23	0,00	0,23	Z
Насос ББФ	0,86	17,65	10,47	20,52	Z
Подогрев насоса ББФ	1,00	0,23	0,00	0,23	X

Насос конденсата	0,86	1,20	0,71	1,40	Z
Рециркуляционный насос блока гидрирования	0,86	22,94	13,61	26,67	Z
Рециркуляционный насос блока гидрирования	0,86	27,75	16,47	32,27	X
Насос питательной воды	0,94	63,00	22,87	67,02	X
Подогреватель насоса питательной воды	1,00	0,23	0,00	0,23	Z
Насос питательной воды	0,94	74,25	26,95	78,99	Z
Подогреватель насоса питательной воды	1,00	0,23	0,00	0,23	X
Насос конденсата	0,86	1,41	0,84	1,64	Z
Пусковой электронагреватель	1,00	278,10	0,00	278,10	X
Подогрев пускового электронагревателя	1,00	0,18	0,00	0,18	Z
Пусковой электронагреватель	1,00	201,00	0,00	201,00	X
Подогрев пускового электронагревателя	1,00	0,18	0,00	0,18	Z
Воздушный холодильник блока гидрирования	0,86	6,98	4,14	8,11	X
Воздушный холодильник блока гидрирования	0,86	6,00	3,56	6,98	X
Воздушный холодильник конверсионного газа	0,86	6,98	4,14	8,11	X
Воздушный холодильник конверсионного газа	0,86	6,98	4,14	8,11	X
Воздушный холодильник конверсионного газа	0,86	5,25	3,12	6,10	X
Воздушный холодильник конверсионного газа	0,86	5,25	3,12	6,10	X
Анализатор	0,90	4,00	1,94	4,44	X
Анализатор	0,90	6,86	3,32	7,62	X
Щит Аварийного освещения	0,90	1,80	0,87	2,00	Z
Щит Аварийного освещения	0,90	1,80	0,87	2,00	Z
Щит Аварийного освещения	0,90	1,80	0,87	2,00	Z
Местный щит освещения	0,90	18,00	8,72	20,00	X
Местный щит освещения	0,90	18,00	8,72	20,00	X
Местный щит освещения	0,90	18,00	8,72	20,00	X
Сварочная Розетка 1	0,90	10,80	5,23	12,00	Z
Сварочная Розетка 2	0,90	10,80	5,23	12,00	Z
Местный щит электрообогрева процесса	1,00	22,50	0,00	22,50	X
Местный щит электрообогрева процесса	1,00	22,50	0,00	22,50	X
Местный щит электрообогрева процесса	1,00	22,50	0,00	22,50	X
Местный щит электрообогрева процесса	1,00	22,50	0,00	22,50	X
Местный щит электрообогрева процесса	1,00	22,50	0,00	22,50	X

Местный щит электрообогрева процесса	1,00	22,50	0,00	22,50	X
Местный щит электрообогрева противообледенительного	1,00	22,50	0,00	22,50	X
Местный щит электрообогрева противообледенительного	1,00	22,50	0,00	22,50	X
Местный щит электрообогрева противообледенительного	1,00	22,50	0,00	22,50	X
Местный щит электрообогрева противообледенительного	1,00	22,50	0,00	22,50	X
Местный щит электрообогрева противообледенительного	1,00	22,50	0,00	22,50	X
Местный щит электрообогрева противообледенительного	1,00	22,50	0,00	22,50	X
Местный щит электрообогрева противообледенительного	1,00	22,50	0,00	22,50	X
Местный щит электрообогрева противообледенительного	1,00	22,50	0,00	22,50	X
Местный щит электрообогрева противообледенительного	1,00	22,50	0,00	22,50	X
Местный щит электрообогрева противообледенительного	1,00	22,50	0,00	22,50	X
Местный щит электрообогрева противообледенительного	1,00	22,50	0,00	22,50	X
Местный щит розеток	0,80	12,00	9,00	15,00	Z
Местный щит розеток	0,80	9,00	6,75	11,25	Z
Щит Обогрева, Вентиляции и Кондиционирования Компрессорной	0,80	30,00	22,50	37,50	X
Щит Вентиляции и Обогрева Насосной питательной воды и ДМВ	0,80	40,00	30,00	50,00	X
Щит питания контейнера Анализатора	0,80	16,00	12,00	20,00	X
ИБП HPU-PC-UPS01 - Существующее здание операторной	0,65	9,60	11,22	14,77	X
ИБП HPU-PC-UPS01 - Существующее здание операторной	0,65	9,60	11,22	14,77	X
Щит питания - Существующее здание операторной	0,90	29,60	14,34	32,89	X
Щит питания блока короткоцикловой абсорбции	0,90	16,00	7,75	17,78	X
Лебедка компрессорной	0,90	8,50	4,12	9,44	Z
Электроклапан парового завеса MOV1	0,86	2,34	1,39	2,72	Z
Электроклапан парового завеса MOV2	0,86	2,10	1,25	2,44	Z
Питательный насос	0,86	1,74	1,03	2,02	X
Питательный насос	0,86	1,74	1,03	2,02	Y

Станция дозирования химикатов питательной воды блока деминерализованной воды	0,90	9,00	4,36	10,00	Y
Распределительный щит блока деминерализованной воды	0,90	1,50	0,73	1,67	X
Циркуляционный насос	0,86	2,10	1,25	2,44	X
Циркуляционный насос	0,86	1,74	1,03	2,02	Y
Промывочный насос	0,86	4,13	2,45	4,80	X
Насос сырой воды	0,86	4,13	2,45	4,80	X
Насос сырой воды	0,86	4,13	2,45	4,80	Y
Насос высокого давления первой ступени	0,90	8,85	4,29	9,83	X
Насос высокого давления первой ступени	0,90	8,85	4,29	9,83	Y
Насос воды очистки	0,86	1,74	1,03	2,02	X
Насос подпорный вторичный	0,86	1,76	1,04	2,05	X
Насос подпорный вторичный	0,86	1,76	1,04	2,05	Y
Насос высокого давления второй ступени	0,90	8,80	4,26	9,78	X
Щит питания местного пожаротушения	0,90	9,00	4,36	10,00	X
ИБП 1	0,80	23,44	17,58	29,30	X
ИБП 2	0,80	23,44	17,58	29,30	X
ИБП 3	0,80	9,80	7,35	12,25	X
ИБП 4	0,90	4,50	2,18	5,00	X
Щит собственных нужд Аппаратной	0,90	6,00	2,91	6,67	X
Щит собственных нужд Подстанции	0,80	8,00	6,00	10,00	X
Щит собственных нужд Подстанции	0,80	8,00	6,00	10,00	X
Щит собственных нужд Подстанции	0,80	8,00	6,00	10,00	X
Щит собственных нужд камеры трансформатора HPU-NT01A	0,80	4,00	3,00	5,00	X
Щит собственных нужд камеры трансформатора HPU-NT01B	0,80	2,35	1,76	2,94	X
Щит собственных нужд кондиционирования NPDC01HVAC-01	0,80	32,00	24,00	40,00	X
Щит Питания БЕЗ-ИБП для PDC	0,65	1,80	2,10	2,77	X
Щит Питания ИБП для PDC 2A	0,65	23,09	26,99	35,52	X
Щит Питания ИБП для PDC 2B	0,65	21,96	25,67	33,78	X
Напряжение Управления HPU-NSM01A	1,00	0,10	0,00	0,10	X
Напряжение Управления HPU-NSM01B	1,00	0,10	0,00	0,10	X
Напряжение Управления HPU-NSM01C	1,00	0,10	0,00	0,10	X
Напряжение Управления HPU-NT01A	1,00	0,10	0,00	0,10	X
Напряжение Управления HPU-NT01B	1,00	0,10	0,00	0,10	X

Напряжение Управления HPU-NSL01 секция А	1,00	1,00	0,00	1,00	х
Напряжение Управления HPU-NSL01 секция В	1,00	0,10	0,00	0,10	х
Напряжение Управления HPU-NT02А	1,00	1,00	0,00	1,00	х
Напряжение Управления HPU-NT02В	1,00	0,10	0,00	0,10	х
Напряжение Управления HPU-NPC01 секция А	1,00	0,10	0,00	0,10	х
Напряжение Управления HPU-NPC01 секция В	1,00	0,10	0,00	0,10	х
Напряжение Управления HPU-NSH01 секция А	1,00	0,10	0,00	0,10	х
Напряжение Управления HPU-NSH01 секция В	1,00	0,10	0,00	0,10	х
Напряжение Управления HPU-E2003-VFD002	1,00	0,10	0,00	0,10	х
Напряжение Управления HPU-E4006-VFD002	1,00	0,10	0,00	0,10	х
Напряжение Управления HPU-E4006-VFD004	1,00	0,10	0,00	0,10	х
Напряжение Управления P1101А-VFD	1,00	0,10	0,00	0,10	х
Напряжение Управления P1101В-VFD	1,00	0,10	0,00	0,10	х
Напряжение Управления E2002-ТС	1,00	0,10	0,00	0,10	х
Напряжение Управления E3010-ТС	1,00	0,10	0,00	0,10	х
ИТОГО потребители 0,4 кВ		1656,98	705,85	1801,06	
Электропривод компрессора водород-продукта	0,95	497,7	163,5861	523,8947	х
ВСЕГО		2154,68	917,87	2342,04	

Для обеспечения электроэнергией потребителей 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 1.1 - Результаты расчетов электрических нагрузок установки по производству серной кислоты 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 серной кислоты	2154,68	2342,04	17065065,6

5.9.6 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 10140-00 ЭМ-1001.

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 10140-00 ЭМ-1001.

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.

5.9.7 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 мм².

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 10140-00-ЭМ-5001 и 10140-00-ЭМ-5002.

5.9.8 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' IICT4.

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(А)-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.

5.9.9 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.

5.9.10 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.

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.

Сопrotивление заземляющего устройства системы заземления в любое время года не должно составлять более 4 Ом.

5.9.11 Учет и измерение электроэнергии

Расчетный учет электроэнергии с фиксацией максимальной нагрузки в часы прохождения максимума энергосистемы, а также технический по 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.

5.9.12 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.

5.9.13 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.

5.9.14 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.

5.9.15 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.

5.9.16 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.

5.10 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.

Применяемая система пожарной сигнализации является адресной что дает возможность обусловить не только зону, но и точный адрес извещателя, обнаружившего опасность. Каждый извещатель в системе 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.
- Пожарные световые и звуковые оповещатели, включаются при пожаре установленные снаружи и в защищаемых помещениях.
- 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.

Кабельные линии системы автоматической противопожарной защиты выполняются огнестойкими кабелями с медными жилами.

Электропитание оборудования осуществляется от сети электропитания объекта (напряжение 220В, частота 50 Гц) по первой категории надежности электроснабжения.

5.11 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.

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.

Центральное оборудование устанавливается в:

- Здание подстанции и аппаратная КИПиА;

Мониторинг и управление:

- 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 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.

5.12 Система контроля и управления доступом

Система контроля и управления доступом 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.

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;

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, объединения шлейфов сигнализации в разделы. Взаимодействие между объектовыми контроллерами происходит по интерфейсу RS-485 с передачей информации на АРМ системы безопасности.

В случае тревоги о возникновении пожара, система откроет все двери, чтобы позволить быструю эвакуацию персонала из помещений.

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.

5.13 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 вашего 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 видеоинформации - не менее 30 суток.

Система электропитания и заземления для оборудования видеонаблюдения предусматривается в электротехнической части проекта.

5.14 Сети связи

Для организации передачи сигналов систем АПС, ГС, ВН и СКУД из здания подстанции, где располагаются шкафы с центральным оборудованием данных систем до операторной для мониторинга и управления, будет организована гарантированная сеть передачи данных.

В проекте предусматривается использование основной и резервной оптической линии связи. В здании подстанции будут установлены оптические кроссы и коммутаторы, где будут собираться все сигналы со всех вышеупомянутых систем. В операторной также будут установлены

оптические кроссы и коммутаторы для дальнейшей передачи на соответствующее оборудование каждой системы.

5.15 СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

5.15.1 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.

5.15.2 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, а так же система пенного 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).

5.15.3 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»;
- Пособие к СНиП 2.04.09-84 «Пожарная автоматика зданий и сооружений»;
- паспорта заводов изготовителей на применяемое оборудование;
- другие законодательные акты действующие на территории Республики Казахстан.

5.15.4 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 № 1

Дренчерное автоматическое водяное пожаротушение		
1	Технологическая емкость НРУ-V2001	
2	Технологическая емкость НРУ-V1101	
3	Насосная СУГ	
Тушение пеной средней кратности		
4	Компрессорная станция	

5.15.5 Блок пожарных клапанов

Разрабатываемые проектом системы автоматического пожаротушения обеспечиваются водой от внутриплощадочных сетей противопожарного водоснабжения (см.раздел НВК). Для распределения воды к защищаемым установкам и помещениям, в здании подготовки воды SS-3, предусмотрена организация распределительного коллектора, на котором монтируются контрольно сигнальные клапана (КСК) систем дренчерного пожаротушения. На каждое направление (технологический агрегат) предусмотрен отдельный узел КСК. Диаметры узлов КСК принимаются в соответствии с гидравлическими расчетами.

Узлы управления (КСК), предусмотрены с электрическим пуском. Открывание соответствующего узла КСК осуществляется по сигналу от системы обнаружения пожара (АПС).

Данные об открытии узла КСК должны отображаться в центральной операторной.

Для осуществления пенного дозирования, предусмотрен монтаж Корпусно-мембранного резервуара, в котором храниться необходимое количество концентрата пенообразователя. Система дозирования предусмотрена для пенного пожаротушения компрессорного цеха, и запускается совместно с соответствующим узлом управления КСК.

На общем распределительном коллекторе предусмотрена установка датчиков давления, для контроля наличия воды в трубопроводе.

В соответствии с требованиями нормативных документов, от общего распределительного коллектора предусмотрено двухходовое разветвление для подключения передвижной пожарной техники. Точки подключения техники (соединительные головки ГМ-80) выведены непосредственно наружу.

5.15.6 Стационарные установки водяного орошения и охлаждения (Дренчерное пожаротушение)

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 и водяные струи лафетных стволов. Для технологических агрегатов НРУ-V2001; НРУ-V1101 и насосной станции СУГ предусмотрено устройство системы стационарного автоматического дренчерного орошения. Параметр установок дренчерного пожаротушения приведен в таблице.

Наименование установки	Защищаемая площадь м ²	Интенсивность л/с*м ²	Расход воды л/с	Фактический расход л/с	Кол-во оросителей. Шт.	Напор на оросителе М.вод.ст.
НРУ-V2001	19	0,5	9,5	17,64	14	10
	41	0,17	6,97			
НРУ-V1101	23	0,17	3,91	4,2	7	10
Насосная станции СУГ	56,25	0,34	19,12	19,8	18	10

Характеристики принятых дренчерных оросителей приведены в соответствующих технических- описаниях на оборудование, прилагаемых к проектной документации.

Расстановка оросителей по технологическим аппаратам и защищаемым помещениям выполнена из учета покрытия всей поверхности огнетушащим средством (водой).

Подключение трубопроводов дренчерных завес через соответствующие узлы управления (КСК) выполнены в здании подготовки воды SS-3.

Трубопроводы систем охлаждения приняты из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91 или аналог по ASME. Прокладку трубопроводов выполнить с учетом уклона не менее 0,005 в сторону спускных кранов.

5.15.7 Стационарные установки пенного пожаротушения

Стационарные установки пенного пожаротушения предусматриваются для тушения компрессорного цеха.

Система дозирования концентрата пенообразователя располагается в здании подготовки воды SS-3. В здании SS-3 размещается 1 корпусно-мембранный резервуара емкостью 2500 литров. Через дозирующее устройство концентрат пенообразователя смешивается с водой и подается к установке пожаротушения. Проектом предусмотрено использование 3% концентрата пенообразователя. После дозирования, раствор пенообразователя подается в распределительный

трубопровод и далее пеногенераторам (MRM 50F), установленных по периметру компрессорного цеха. Параметры установки пенного пожаротушения приведены в таблице:

Наименование установки	Защищаемая площадь м2	Интенсивность л/с*м2	Расход раствора л/с	Фактический расход л/с	Кол-во оросителей. Шт.	Напор на оросителе М.вод.ст.
Компрессорная станция	239,09	0,17	40,64	41,28	8	30

Трубопроводы выполнены с уклоном не менее 0,005 в сторону генераторов или сливных устройств.

Запуск системы пожаротушения и открытие узла управления (КСК) осуществляется в автоматическом режиме, после получения сигналов от датчиков пожарной сигнализации. Дистанционное открытие клапана осуществляется из помещения операторной. Ручное открывание возможно осуществить с помещения подготовки воды SS-3.

5.15.8 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.