



Республика Казахстан

**Товарищество с ограниченной ответственностью  
«Испытательная лаборатория ВостокЭнергоСервис»**

Государственная лицензия: № 23002987 от 31.01.2023 г

**РП «Строительство завода по производству серной кислоты  
мощностью  
150 000 тонн в год в Павлодарской области»**

**ТОМ I**

**ОБЩАЯ ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**05-01-26/01-2-ПЗ**

г. Усть-Каменогорск 2026 г



Республика Казахстан

Товарищество с ограниченной ответственностью  
«Испытательная лаборатория ВостокЭнергоСервис»

Государственная лицензия: № 23002987 от 31.01.2023 г

РП «Строительство завода по производству серной кислоты в  
объеме 150 тыс. тонн в год в промышленной зоне г.Аксу ПО».»

ТОМ I

## ОБЩАЯ ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

05-01-26/01-2-ПЗ

Исполнитель:  
ТОО «ИЛВЭС»



Черепанов В.Г.

г. Усть-Каменогорск 2026 г

## ОГЛАВЛЕНИЕ

№	Наименование	Стр.
1	СОСТАВ ПРОЕКТА	4
1.1	Справка о соответствии рабочего проекта действующим нормам и правилам	4
2	ОБЩАЯ ЧАСТЬ	5
2.1	Исходные данные на проектирование	5
2.2	Разработчик рабочего проекта	5
2.3	Технико-экономические показатели объекта	6
2.3.1	Технические характеристики продукции	6
2.3.2	Технические характеристики сырья, воды и электроэнергии	6
2.3.3	Нормы потребления	8
2.3.4	Основные показатели управления технологическим процессом	9
2.4	Характеристика объекта.	10
2.5	Инженерные сети	11
3	ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН И ТРАНСПОРТ	12
3.1	Климатическая характеристика района	12
4	ГЕОМОРФОЛОГИЯ И РЕЛЬЕФ	15
4.1	Общие сведения	15
4.2	Природные условия	17
4.2.1	Климат	17
4.2.2	Характерные периоды по температуре воздуха	18
4.2.3	Повторяемость различных направлений ветра, %	19
4.2.4	Розы ветров	19
4.3	Геолого-геоморфологическое строение	20
4.4	Гидрогеологические условия	20
5	ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКА	22
5.1	Физико-механические свойства грунтов основания	22
5.2	Засоленность и агрессивность грунтов	23
5.3	Рекомендации	23
5.4	Выводы	24
6	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	28
6.1	Участок плавки серы	28
6.1.1	Конструктивные и технологические особенности оборудования участка плавления серы.	29
6.2	Участок сжигания серы и каталитической конверсии	30
6.3	Участок сухой абсорбции и готовой продукции	32
6.4	Теплотехническая система	36
6.5	Система подпиточной воды	37
6.6	Пароводяная система	38
6.7	Техническое решение по автоматизированному управлению	38
6.8	Приборы центрального диспетчерского пункта	39

6.9	Приборы, установленные на месте	39
6.10	Технологические трубопроводы	41
6.11	Теплоизоляционные работы	42
7	УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ, ПРЕДПРИЯТИЕМ И ОРГАНИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ И ОХРАНЫ ТРУДА	43
7.1	Трудовой процесс	43
8	ОХРАНА ТРУДА, ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ОСНОВНЫЕ УСЛОВИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА.	45
8.1	Общие положения	45
8.2	Пожарная безопасность	47
8.3	Производственные аварии	48
8.4	Гражданская оборона	49
9	МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	51
9.1	Выбросы трёх видов отходов и содержание вредных веществ	51
9.2	Основные источники загрязнения и загрязняющие вещества в рамках проекта	51
9.3	Взрывозащита	53
9.4	Защита от молнии и заземление	53
9.5	Антикоррозийные меры	54
9.6	Средства защиты от пыли и вредных веществ	54
10	ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА	68
10.1	Расчет продолжительности строительства	68
10.2	Организационные мероприятия при производстве СМР	68
11	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	70

**1. СОСТАВ ПРОЕКТА**

№ тома	Обозначение	Наименование
I	10-02-25/01-2-ПЗ	Пояснительная записка
I.	10-02-25/01-2-ГП	Генеральный план
II.	10-02-25/01-2-ТХ	Технологии производства
II.	10-02-25/01-2-ОВ	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха
II.	10-02-25/01-2-ВК	Водоснабжение и канализация
II.	10-02-25/01-2-ЭМ	Силовое электрооборудование
II.	10-02-25/01-2-КМ	Конструкции металлические.
II.	10-02-25/01-2-КЖ	Конструкции железобетонные.
II.	10-02-25/01-2-АР	Архитектурные решения
II	10-02-25/01-2-ПОС	Проект организации строительства

**1.1. Справка о соответствии рабочего проекта действующим нормам и правилам**

Настоящий проект разработан в соответствии с требованиями действующих технических регламентов, норм технологического проектирования, строительных норм и правил, стандартов, правил безопасности, охраны окружающей среды и промсанитарии и предусматривает мероприятия, обеспечивающие промышленную безопасность, взрыво-пожаробезопасность зданий и сооружений и экологическую безопасность при работе объекта.

Главный инженер проекта



В. Г. Черепанов

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							4
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

## 2. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Исходные данные на проектирование

Основанием для рабочего проекта является решение администрации ТОО «Аксуский Электро-металлургический завод» о строительстве завода по производству серной кислоты.

Рабочий проект на «Строительство завода по производству серной кислоты в объеме 150 тыс. тонн в год в промышленной зоне г.Аксу Павлодарской области» без внешних сетей», разработан на основании:

- Архитектурно-планировочного задания № KZ от 00.00.2026
- Технического задания на проектирование с исходными данными от 01 июня 2025 года;
- Акта на право временного возмездного землепользования на земельный участок, кадастровый № 14-215-252-025

Уровень ответственности – первый, пониженный.

Технологическая сложность – технологически сложное.

Вид строительства – промышленное строительство

### 2.2. Разработчик рабочего проекта

Генеральным проектировщиком является Товарищество с ограниченной ответственностью «Испытательная лаборатория ВостокЭнергоСервис» и включает в себя пояснительную записку и основные рабочие чертежи. Деятельность ТОО «Испытательная лаборатория ВостокЭнергоСервис» на территории Республики Казахстан осуществляется на основании государственной лицензии: № 23002987 от 31.01.2023 г - проектная деятельность.

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							5
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

### 2.3. Техничко-экономические показатели объекта

Завод по производству серной кислоты предназначен для производства серной кислоты в объеме 150 000 тонн в год (в пересчёте на 100%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), что эквивалентно 450 тоннам 100%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в сутки;

Годовая продолжительность эксплуатации — 333 дня, круглосуточная непрерывная работа, общее количество рабочих часов в год — 8000 часов.

Непрерывное производство в три смены по четырёх сменному графику, одна смена — в резерве/отдыхе.

#### 2.3.1. Технические характеристики продукции

Технические характеристики продукции представлены в таблице 1

Таблица 1

№	Наименование показателя	Концентрированная серная кислота
1	Массовая доля серной кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), %	98.0 или 93.0
2	Зольность, % ≤	0.03
3	Содержание железа (Fe), % ≤	0.01
4	Содержание мышьяка (As), % ≤	0.005
5	Прозрачность, мм ≥	50
6	Цветность, мл ≤	20

#### 2.3.2. Технические характеристики сырья, воды и электроэнергии

Сырьём является гранулированная твёрдая сера, качество которой должно соответствовать или превышать требования, указанные в таблице 2

Таблица 2

№	Наименование показателя	Единица измерения	Норма качества
---	-------------------------	-------------------	----------------

1	Сера	Массовая доля, %	$\geq 99.5$
2	Влажность	Массовая доля, %	$\leq 0.5$
3	Зольность	Массовая доля, %	$\leq 0.1$
4	Железо	Массовая доля, %	$\leq 0.005$
5	Мышьяк	Массовая доля, %	$\leq 0.001$
6	Кислотность (в пересчёте на $H_2SO_4$ )	Массовая доля, %	$\leq 0.005$
7	Органические вещества	Массовая доля, %	$\leq 0.3$
8	Селен, теллур		Следовые количества

Технические характеристики технической воды представлены в таблице 3

Таблица 3

Температура воды	$\leq 28^\circ C$
Давление	$\geq 3 \text{ кгс/см}^2$ (избыточное)
Мутность	$< 50 \text{ мг/л}$

Технические характеристики умягчённой воды представлены в таблице 4

Таблица 4

Жёсткость	$\leq 0.003 \text{ ммоль/л}$
Содержание кислорода ( $O_2$ )	$\leq 0.015 \text{ мг/л}$
pH	$> 8.5 \sim 9.2$
Относительная щёлочность котловой воды	$NaOH / \text{Общие твёрдые вещества} < 0.2$

Технические характеристики циркуляционной охлаждающей воды представлены в таблице 5

Таблица 5

Температура подающей воды	$32^\circ C$
Температура обратной воды	$40^\circ C$
pH	7
Давление подающей воды	$3 \text{ кг/см}^2$
Давление обратной воды	$2 \text{ кг/см}^2$



**2.3.3 Нормы потребления**

Потребление сырья, топлива и коммунальных ресурсов для сернокислотной установки мощностью 150 000 тонн в год представлены в таблице 6

Таблица 6

№	Наименование	Спецификация	Условия использования	Единица измерения	Нормы потребления (на 1 тонну 100% серной кислоты)	Примечание
1	Сера	Complies with GB534-2002 standard	Непрерывный	тонн	0.331	
2	Технологическое электричество	10KV/380V	Непрерывный	кВт/ч	70	
3	Оборотная вода	$\Delta t \sim 10^{\circ}\text{C}$	Непрерывный	м <sup>3</sup>	80	Объем циркуляции
4	Подпиточная вода для системы оборотного водоснабжения	0.3MPa	Непрерывный	м <sup>3</sup>	1.5	
5	Низконапорный насыщенный пар	0.4MPa~1.0MPa	Непрерывный	тонн	0.16	
6	Средненапорный перегретый пар	3.82MPa, 450°C	Непрерывный	тонн	~1.2	Подача на выработку электроэнергии

7	Опреснённая (обессоленная) вода	25°C	Непрерыв ный	м³	1.7	
8	Щёлочь		Непрерыв ный	кг	0.02	

### 2.3.4 Основные показатели управления технологическим процессом

Основные показатели управления технологическим процессом представлены в таблице 7

Таблица 7

№	Показатель	Основные параметры производственной
1	Концентрация SO <sub>2</sub> на выходе из печи сжигания серы	10.5%
2	Концентрация SO <sub>2</sub> на входе в первую ступень конвертера	9.5-10.5%
3	Температура газа на входе в первую ступень конвертера	~425°C
4	Температура газа на входе во вторую ступень конвертера	~460°C
5	Температура газа на входе в третью ступень конвертера	~440°C
6	Температура газа на входе в четвёртую ступень конвертера	~425°C
7	Степень конверсии в первой ступени конвертера	~65.8%
8	Степень конверсии во второй ступени конвертера	~90.2%
9	Степень конверсии в третьей ступени конвертера	~94.5%
10	Степень конверсии в четвёртой ступени конвертера	~99.8%
11	Температура кислоты на входе в башню сушки	60°C
12	Температура кислоты на входе в первую абсорбционную башню	75°C

13	Температура кислоты на входе во вторую абсорбционную башню	70°C
14	Температура газа на входе в первую абсорбционную башню	~180°C
15	Температура газа на входе во вторую абсорбционную башню	~160°C
16	Степень поглощения триоксида серы	≥99.95%
17	Показатель выброса SO <sub>2</sub> в хвостовых газах	≤50mg/Nm <sup>3</sup>
18	Показатель выброса SO <sub>3</sub> в хвостовых газах	≤5mg/Nm <sup>3</sup>
19	рН в резервуаре быстрого плавления серы	8~10

#### 2.4. Характеристика объекта.

Завод по производству серной кислоты, включает в себя производственные объекты, представленные в таблице 8

Таблица 8

№	Название	Размеры здания, м	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Холодный склад сырья	24,0 x 64,4	1545,6
2	Секция плавления серы	20,0 x 24,0	480
3	Вентиляционная камера	18,0 x 12,0	216
4	Цех по водоподготовке и очистке	30,0 x 15,0	450
5	Секция хранения жидкой серы	19,4 x 19,4	376,36
6	Секция сжигания и конверсии серы	25,5 x 23,4	596,7
7	Секция сухого всасывания	20,15 x 43,4	784,59
8	Система обратного водоснабжения с кислотой:		
9	1)Градирня	16,8 x 9,6	161,28
10	2)Циркуляционный насос 1	1,4 x 1,2	1,68
11	3)Циркуляционный насос 2	1,4 x 1,2	1,68
12	4)Циркуляционный насос 3	1,4 x 1,2	1,68

13	5) Бесклапанный фильтр	2,8 х 5,0	14
14	Секция с резервуарами для хранения кислот А и В	44,3 х 26,4	1169, 52
15	Главный диспетчерский пункт	7,5 х 12,0	90
16	Секция МСС	8,45 х 25,0	211,25
17	Мастерская по ТО	17,96 х 12,05	216,418
18	Котел утилизатор	20,0 х 22,0	440
19	Деаэратор	8,8 х 5	44

### 2.5. Инженерные сети

Инженерные сети (электроснабжение, водоснабжения, подъездные пути) не предусматриваются в рамках реализации данного проекта и будут разработаны отдельными проектами.

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							11
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

### 3. ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН И ТРАНСПОРТ

#### 3.1. Климатическая характеристика района

Территория завода по производству серной кислоты расположена в северо-западной промышленной зоне г. Аксу Павлодарской области (см. Рис. 1 ситуационная карта расположения объекта)

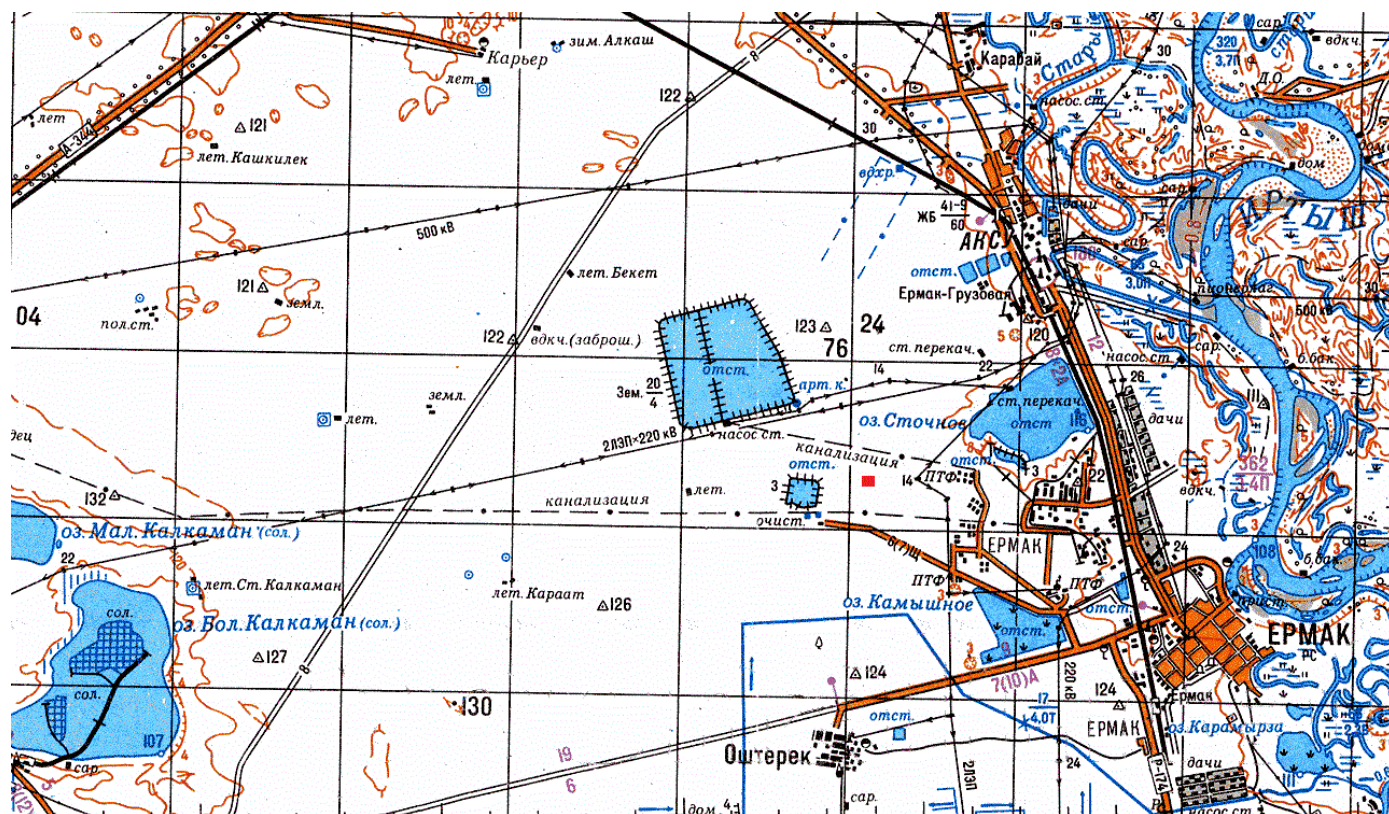


Рис 1. Ситуационная карта расположения объекта.

■ территория завода на карте

Координаты угловых точек:

Северо-Западный угол  $52^{\circ}3'18''.349$ ;  $76^{\circ}48'40''.010$

Северо- Восточный угол  $52^{\circ}3'18''.490$ ;  $76^{\circ}48'49''.482$

Юго-Восточный угол  $52^{\circ}3'14''.620$ ;  $76^{\circ}48'49''.648$

Юго-Западный угол  $52^{\circ}3'14''.472$ ;  $76^{\circ}48'40''.194$

На левом берегу реки Иртыш в 22 км выше по течению от областного центра –

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		12



города Павлодара. Завод по производству серной кислоты будет находиться в 3,6 км юго-западнее Аксуского завода ферросплавов. В 4,5 км северо-восточнее Аксуского завода ферросплавов расположена электрическая станция АО «Евроазиатская энергетическая корпорация», с западной стороны на расстоянии 2,5 км находится ЗШН-3 АксЗФ, с востока проходит железная дорога Павлодар – Семей. Река Иртыш протекает в восточном направлении от площадки складов 8,48 км. Ближайшая селитебная зона (г. Аксу) находится на расстоянии 6.02 юго-восточнее площадки складов.

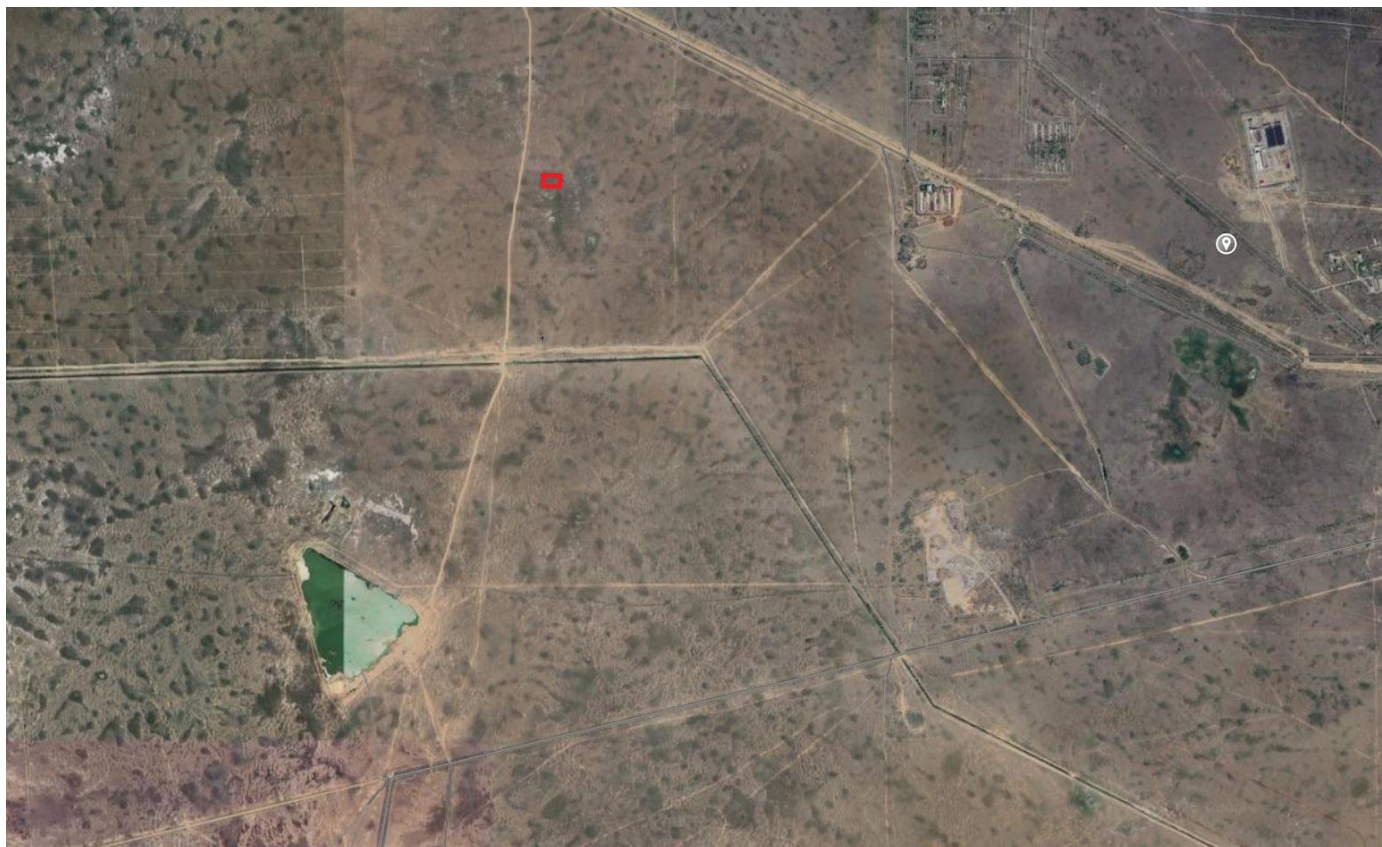


Рис 2. Карта расположения участка.

Площадь участка 2.16 Га

Завод по производству серной кислоты расположен за пределами границ водоохранных зон и полос поверхностных водных объектов.

Техническая вода в период строительства на участок будет поставляться автоцистернами по договору.

Вид водопользования – общий (по договору), качество необходимых водных ресурсов: питьевое и техническое; Качество питьевой воды должно отвечать требованиям ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая», СТ РК ГОСТ Р 51232-2003 «Вода. Общие

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							13
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

требования к организации и методам контроля качества», СТ РК 1432 – 2005 г. «Воды питьевые, расфасованные в емкости, включая природные минеральные и питьевые столовые. Общие технические условия».

Объем потребления воды:

Объем потребления воды на период СМР: питьевые нужды – 2 500 м<sup>3</sup>/период, для приготовления бетона – 2 500 м<sup>3</sup> и для пылеподавления — 3000 м<sup>3</sup>/период.

Операции, для которых планируется использование водных ресурсов:

хозяйственно-питьевого качества для питья, технического качества для приготовления бетона и для пылеподавления.

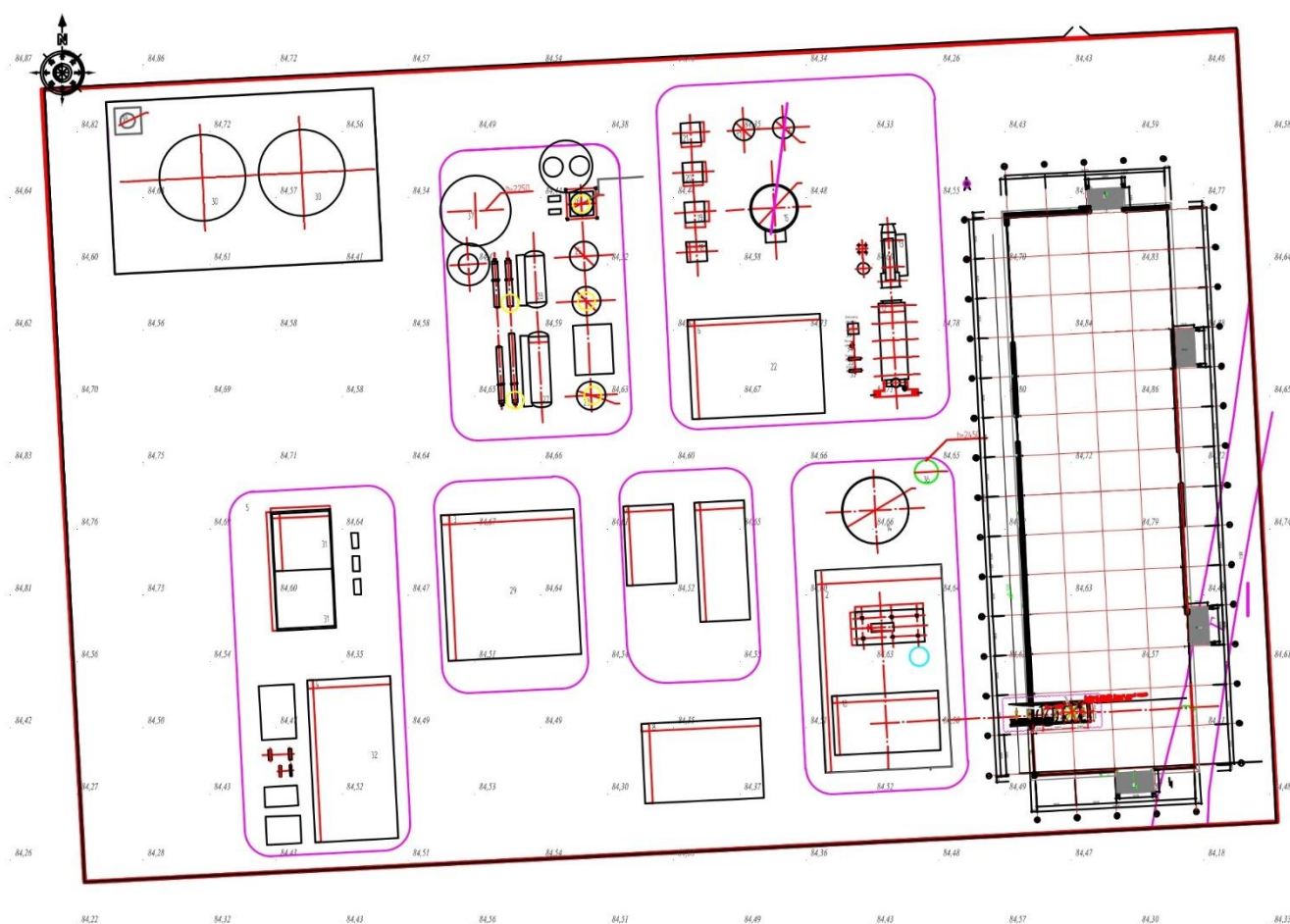


Рис 3. Схема размещения завода на площадке строительства

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							14
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

## 4 ГЕОМОРФОЛОГИЯ И РЕЛЬЕФ

Территория Аксуского электрометаллургического завода (рисунок 1), расположена юго-западнее г. Аксу Павлодарской области. К востоку от площадки протекает р. Иртыш, с северо-востока Аксуского электрометаллургического завода находится АЗФ ОАО ТНК «Казхром».

Ранее на проектируемой территории не было расположено зданий и сооружений, рельеф местности идеально ровный, растительные насаждения полностью отсутствуют что хорошо отражено на топографической съемке масштаба 1:500.

В геоморфологическом отношении исследуемая площадка приурочена к поверхности II надпойменной левобережной террасы р. Иртыш. Поверхность площадки ровная.

Климат района резко-континентальный, с большими суточными и годовыми амплитудами колебания температуры воздуха и активной ветровой деятельностью. Наибольшей повторяемостью обладают ветры юго-западного и западного направлений. Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов согласно приложения Г СП РК 5.01-102-2013 (с изменениями и дополнениями по состоянию на 18.03.2021 г.) до 2,2м.

### 4.1 Общие сведения

**Местоположение объекта** – сельская зона г. Аксу, Павлодарской области.

**Заказчик** – ТОО «Аксуский Электро-металлургический завод».

**Работы выполнены** в июле - августе 2025 года в соответствии с требованиями нормативной литературы.

**Объем и методика работ** – буровые работы производились установкой УГБ-50АМ. (Таблица 9)

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							15
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		



Таблица 9

Наименование работ	Единица измерения	Количество
колонковое бурение d 146 мм	скв/п.м.	55/855,0
отбор монолитов	монолит	55
отбор образцов песчаных грунтов	образец	27
отбор образцов крупнообломочных грунтов	образец	-
отбор образцов воды	проба	8
статическое зондирование	точка	55

**Категория сложности инженерно-геологических условий - II.****Геотехническая категория объекта строительства II.**

**Разбивка и привязка геологических выработок** выполнена инструментально. Система координат местная, система высот Балтийская.

**Исполнители полевых работ** – буровые работы проведены буровыми бригадами и исполнителями под руководством геолога Курманбек А.

**Лабораторные работы** по исследованию грунтов выполнены в строительной лаборатории в соответствии с требованиями действующих ГОСТов и методических указаний.

Показатели сопротивления грунтов срезу определялись методом неконсолидированного сдвига на устройствах одноплоскостного среза – СПК г. Пенза. Показатели сжимаемости грунтов на устройствах компрессионного сжатия – КП г. Пенза. Испытания грунтов проводились при условии полного водонасыщения

Таблица 10

Наименование работ	Единица измерения	Количество
Природная влажность	образец	55
Пределы пластичности	образец	55
Плотность грунта природной влажности	образец	55

Гранулометрический состав песчаных грунтов	образец	27
Гранулометрический состав глинистых грунтов	образец	-
Химический анализ водной вытяжки из грунтов	проба	4
Химический анализ воды	проба	8
Коррозионная активность грунтов	проба	4
Коэффициент фильтрации песчаных грунтов	проба	27
Угол откоса под водой	проба	27
Сдвиговые испытания	образец	18
Компрессионные испытания	образец	17
Содержание органических примесей	образец	-

## 4.2. Природные условия

### 4.2.1 Климат

(по данным многолетних наблюдений метеостанции г. **Павлодар**)

Климатическая зона по СП РК 2.04-01-2017 -IIIa

Дорожно-климатическая зона по СП РК 3.03.101-2017 - IV.

Средние температуры воздуха:

- Год - +3,1°C;
- Наиболее жаркий месяц ( июль ) - +21,4°C;
- Наиболее холодные:
- месяц (январь) - -16,6°C;
- пятидневка обеспеченностью 0,98 – 39,6°C, обеспеченностью 0,92 – 34,6°C;
- сутки обеспеченностью 0,98 - 42,2°C, обеспеченностью 0,92 – 40,1°C.

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							17
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

**4.2.2. Характерные периоды по температуре воздуха**

Таблица 11

Средняя температура периода	Данные о периоде		
	начало, дата	конец, дата	продолжительность, дней
Не выше 0°C			153
Не выше 8°C	02.10	25.04	205
Не выше 10°C			220

Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов, см

(СП РК 5.01-102-2013, СП РК 2.04-01-2017):

-суглинки и глины - 176;

- супеси, пески мелкие и пылеватые - 215;

- пески средние, крупные и гравелистые - 230;

- крупнообломочные грунт - 260.

Среднегодовое количество осадков - 298мм,

в том числе в холодный период - 93 мм.

Толщина снежного покрова с 5% вероятностью превышения - 39 см.

Количество дней: с грозой - 26;

с туманами - 17;

с метелями - 0;

с пыльными бурями - 3.

Глубина нулевой изотермы в грунте

средняя из максимальных за год -142см

максимум обеспеченностью 0,90 - 190см

максимум обеспеченностью 0,98 - 219см

Район не сейсмоактивен – СП РК 2.03-30-2017.

Район по снеговым нагрузкам согласно НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017 – II, снеговая нагрузка на покрытие 1,2 кПа.

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							18
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

Район по базовой скорости ветра согласно НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017 – IV, базовая скорость ветра 35 м/с, давление ветра 0,77 кПа.

#### 4.2.3. Повторяемость различных направлений ветра, %

Таблица 12

направл.	январь	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	год
С	3	5	8	11	12	17	21	18	11	7	5	3	10
СВ	4	6	8	11	8	13	12	11	7	5	5	2	8
В	8	8	8	10	10	10	10	10	9	7	7	6	8
ЮВ	13	11	10	9	7	5	5	5	7	10	11	11	8
Ю	27	25	19	12	15	14	12	13	17	20	21	28	19
ЮЗ	22	21	15	13	13	10	7	8	13	20	21	22	16
З	19	20	25	21	20	15	13	17	21	22	23	22	20
СЗ	4	4	7	13	15	16	20	18	15	9	7	6	11
штиль	5	4	3	2	4	5	6	6	5	4	3	3	4

#### 4.2.4. Розы ветров

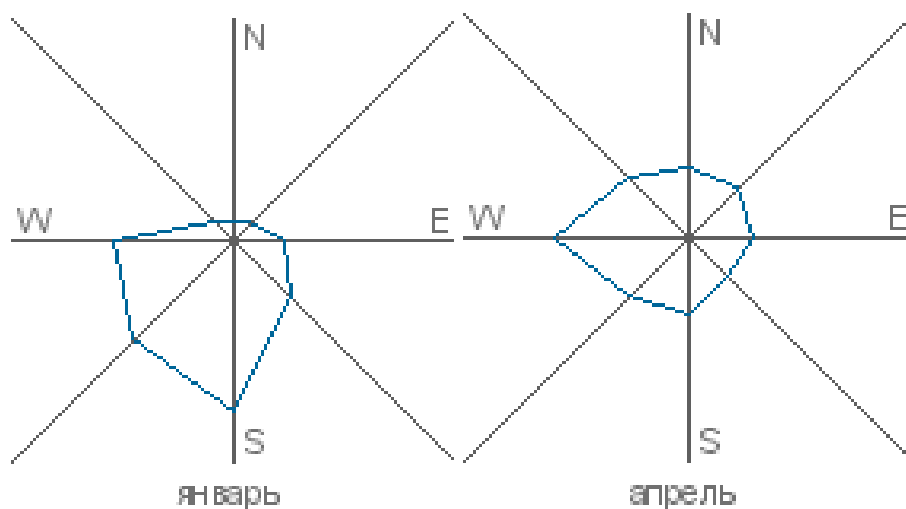


Рис. 4. Розы ветров на январь – апрель.

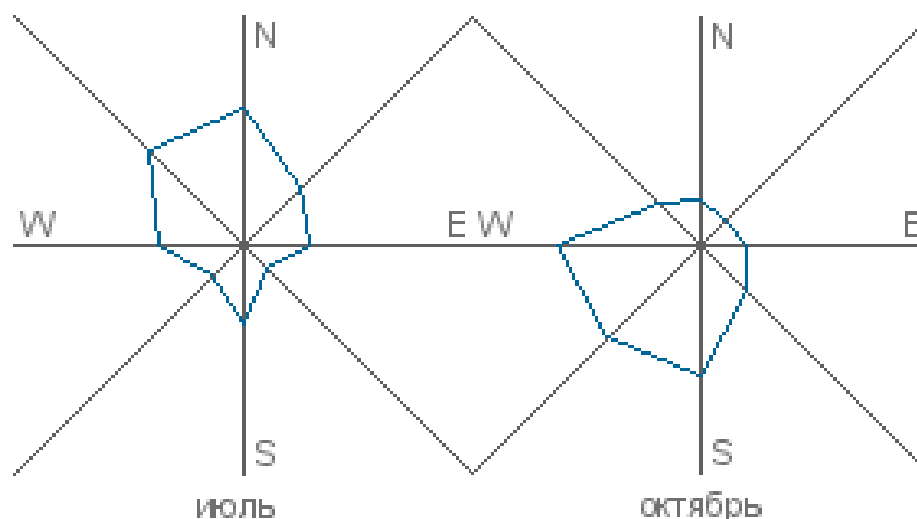


Рис. 5. Розы ветров на июль – октябрь.

### 4.3 Геолого-геоморфологическое строение.

В геоморфологическом отношении участок проектирования приурочен к междуречной равнине.

Рельеф поверхности участка проектирования и прилегающей территории равнинный.

Абсолютные отметки в пределах участка проектирования 84,33-84,88 м (по устьям выработок).

В геологическом строении участка на исследованную глубину 15,0-25,0,0 м принимают участие аллювиально-пролювиальные и аллювиальные отложения средне-верхнечетвертичного возраста ( $apQII-III$ ,  $aQII-III$ ) представленные суглинками от твердой до мягкопластичной консистенции, супесями от твердой до пластичной консистенции и песками от средней крупности до гравелистых, которые залегают на кровле мезозойских элювиальных образований ( $eMz$ ), представленных глинами от твердой до тугопластичной консистенции (дисперсная зона коры выветривания).

Современные отложения представлены почвенно-растительным слоем.

### 4.4 Гидрогеологические условия.

Подземные воды (типа верховодки) на исследуемом участке, вскрыты на глубине 1,5-2,6 м. Абсолютные отметки установившегося уровня 82,10-83,08 м.

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							20
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

Водоносный горизонт приурочен к слою песков и к прослоям и линзам песка в глинистых отложениях.

Грунтовые воды безнапорные, в условиях естественного режима уровень грунтовых вод подвержен сезонным колебаниям: ожидаемый максимальный подъем уровня грунтовых вод в паводковый период (начало мая), минимальный конец января начало февраля.

**Максимальный уровень грунтовых вод в весенний период следует ожидать на 1,0 м выше замеренного при изысканиях (июль 2025 г.).**

Основное питание подземные воды получают за счет инфильтрации атмосферных осадков и в весенний период за счет поглощения паводкового стока.

По степени подтопляемости территория изысканий относится подтопленной в естественных условиях.

Величины коэффициентов фильтрации грунтов приведены в ведомости физико-механических свойств грунтов.

По химическому составу подземные воды преимущественно гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные натриевые, с минерализацией 3982-5227 мг/л, жесткие, среднеминерализованные, реакция среды по PH от нейтральной до слабощелочной.

Согласно СН РК 2.01-01-2013, СП РК 2.01-101-2013 подземные воды по отношению к бетону на портландцементе марок W4-W6 по водонепроницаемости слабо- среднеагрессивные по содержанию агрессивной углекислоты и сульфатов, к бетону на сульфатостойком цементе неагрессивные, к арматуре железобетонных конструкций толщиной до 250 мм при периодическом смачивании среднеагрессивные.

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							21
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

## 5. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКА

### 5.1. Физико-механические свойства грунтов основания.

По результатам камеральной обработки буровых работ и согласно лабораторных исследований, произведено разделение грунтов слагающих территорию изысканий на инженерно-геологические элементы согласно их залегания сверху вниз.

#### Современные отложения ( $Q_{IV}$ ).

**ИГЭ 0** – почвенно-растительный слой. Мощность слоя  $0,1 \div 0,2$  м.

#### Аллювиально-пролювиальные

#### средне-верхнечетвертичные отложения ( $arQ_{II-III}$ ).

**ИГЭ 1** – суглинок коричневого цвета от твердой до мягкопластичной консистенции, с прослоями линзами песка. Мощность слоя  $0,3-1,7$  м.

**ИГЭ 1-1** – супесь коричневого цвета от твердой до пластичной консистенции, с прослоями и линзами песка и суглинка. Мощность слоя  $1,4-3,3$  м.

#### Аллювиальные

#### средне-верхнечетвертичные отложения ( $aQ_{II-III}$ ).

**ИГЭ 2** – песок средней крупности полимиктового состава, средней плотности насыщенный водой, с прослоями и линзами суглинка.. Мощность слоя  $0,5 \div 3,9$  м.

**ИГЭ 2-1** – песок крупный полимиктового состава, средней плотности насыщенный водой, с прослоями и линзами суглинка. Мощность слоя  $1,2-3,2$  м.

**ИГЭ 2-2** – песок гравелистый, с линзами гравийного грунта полимиктового состава, средней плотности насыщенный водой. Мощность слоя  $1,4-3,1$  м.

#### Элювиальные мезозойские образования ( $eMz$ )

**ИГЭ 3** – глина серого цвета от твердой до тугопластичной консистенции. Полная мощность скважинами глубиной  $15,0 - 25,0$  м не вскрыта. Вскрытая мощность слоя  $8,9-20,8$  м.

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							22
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

## **Грунты слагающие верхний горизонт основания участка проектирования повсеместно пучинистые.**

Распространение грунтов в плане и по глубине отражено на инженерно-геологических разрезах. Местоположение скважин приведено на прилагаемом плане.

Для уточнения границ инженерно-геологических элементов, определения глубины погружения свай в грунт и определения несущей способности свай проведено статическое зондирование грунтов в количестве 55 опытов. Данные испытания выполнялись комплектом аппаратно-программного комплекса ТЕСТ К4М, методика испытаний изложена в ГОСТ 19912-2012. В связи с особенностями геологического строения территории объекта, из-за высокого сопротивления по конусу (достижение предельных усилий, действующих на тензометрический зонд), глубина опытов ограничена от 2,0-13,5 м, согласно ГОСТ 19912-2012, пункт 5.4.6. Результаты статического зондирования грунтов, оформлены в виде графиков, определения глубины погружения свай в грунт и определения несущей способности свай (Приложение 8).

### **5.2. Засолённость и агрессивность грунтов.**

Согласно лабораторным данным, грунты на участке проектирования незагипсованы (ГОСТ 25100). Выше установившегося уровня грунтовых вод, обладают от слабой до сильной сульфатной агрессивностью к бетонам марок W4-W8, к бетонам на сульфатостойком цементе неагрессивны, также обладают от средней до слабой хлоридной агрессивностью к железобетонным конструкциям (СН РК 2.01-01-2013, СП РК 2.01-101-2013).

Коррозионная активность грунтов, по отношению к углеродистой стали, высокая.

### **5.3. Рекомендации**

При проектировании и выборе типа фундамента рекомендуется использовать нормативные и расчётные значения характеристик приведённых в таблице 5;

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							23
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		



- земляные работы по устройству основания должны производиться в соответствии с требованиями СП РК 5.01-101-2013, СН РК 5.01-01-2013, СП РК 1.03-106-2012, СН РК 1.03-05-2011;
- предусмотреть антикоррозийную защиту стальных конструкций;
- предусмотреть защиту бетонных и железобетонных конструкций от агрессивного воздействия грунтов и грунтовых вод;
- учитывать особенности проектирования на **насыпных, пучинистых и элювиальных** грунтах, предусмотреть мероприятия против морозного пучения;
- для исключения подтопления котлована поверхностными и подземными водами территории в период строительства и эксплуатации, рекомендуется предусмотреть комплексную инженерную защиту (организация поверхностного стока, локальную защиту отдельных сооружений, создание надёжной защиты водоотведения и т.д.);
- для защиты коммуникаций от агрессивного воздействия грунтов и грунтовых вод рекомендуется использовать современные виды материалов: полиэтиленовые и чугунные трубы для водопровода, керамические и чугунные трубы для канализации.
- при проектировании предусмотреть строительное водопонижение и мероприятия по отведению грунтовых вод от подтопления подвальных частей здания при эксплуатации.

**При проектировании свайных фундаментов необходимо:**

- **учесть положения п. 4.4.2.3 и п. 5.21 СП РК 5.01-103-2013.**
- **учесть наличие в инженерно-геологическом разрезе песчаных грунтов и прослоев**
- **в предстроительный период необходимо произвести пробную забивку свай.**

#### 5.4 Выводы

Территория изысканий расположена в сельской зоне г. Аксу, Павлодарской области.

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							24
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

В геоморфологическом отношении участок проектирования приурочен к междуречной равнине.

Рельеф поверхности участка проектирования и прилегающей территории равнинный.

Абсолютные отметки в пределах участка проектирования 84,33-84,88 м (по устьям выработок).

В геологическом строении участка на исследованную глубину 15,0-25,0,0 м принимают участие аллювиально-пролювиальные и аллювиальные отложения средне-верхнечетвертичного возраста (арQII-III, аQII-III) представленные суглинками от твердой до мягкопластичной консистенции, супесями от твердой до пластичной консистенции и песками от средней крупности до гравелистых, которые залегают на кровле мезозойских элювиальных образований (eMz), представленных глинами от твердой до тугопластичной консистенции (дисперсная зона коры выветривания).

Современные отложения представлены почвенно-растительным слоем.

Подземные воды (типа верховодки) на исследуемом участке, вскрыты на глубине 1,5-2,6 м. Абсолютные отметки установившегося уровня 82,10-83,08 м.

Водоносный горизонт приурочен к слою песков и к прослоям и линзам песка в глинистых отложениях.

Грунтовые воды безнапорные, в условиях естественного режима уровень грунтовых вод подвержен сезонным колебаниям: ожидаемый максимальный подъем уровня грунтовых вод в паводковый период (начало мая), минимальный конец января начало февраля.

**Максимальный уровень грунтовых вод в весенний период следует ожидать на 1,0 м выше замеренного при изысканиях (июль 2025 г.).**

Основное питание подземные воды получают за счет инфильтрации атмосферных осадков и в весенний период за счет поглощения паводкового стока.

По степени подтопляемости территория изысканий относится к подтопленной в естественных условиях.

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							25
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

Величины коэффициентов фильтрации грунтов приведены в ведомости физико-механических свойств грунтов.

По химическому составу подземные воды преимущественно гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные натриевые, с минерализацией 3982-5227 мг/л, жесткие, среднеминерализованные, реакция среды по PH от нейтральной до слабощелочной.

Согласно СН РК 2.01-01-2013, СП РК 2.01-101-2013 подземные воды по отношению к бетону на портландцементе марок W4-W6 по водонепроницаемости слабо- среднеагрессивные по содержанию агрессивной углекислоты и сульфатов, к бетону на сульфатостойком цементе неагрессивные, к арматуре железобетонных конструкций толщиной до 250 мм при периодическом смачивании среднеагрессивные.

Согласно лабораторным данным, грунты на участке проектирования незагипсованы (ГОСТ 25100). Выше установившегося уровня грунтовых вод, обладают от слабой до сильной сульфатной агрессией к бетонам марок W4-W8, к бетонам на сульфатостойком цементе неагрессивны, также обладают от средней до слабой хлоридной агрессией к железобетонным конструкциям (СН РК 2.01-01-2013, СП РК 2.01-101-2013).

Коррозийная активность грунтов, по отношению к углеродистой стали, высокая.

Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов, см  
(СП РК 5.01-102-2013, СП РК 2.04-01-2017):

- суглинки и глины - 176;
- супеси, пески мелкие и пылеватые - 215;
- пески средние, крупные и гравелистые - 230;
- крупнообломочные грунты - 260.

Группы грунтов по условиям ручной разработки:

**ИГЭ 0 – 9а;**

**ИГЭ 1-1 – 35в;**

**ИГЭ 1 – 36б;**

**ИГЭ 2 – 29б;**

**ИГЭ 2-1 – 29в;**

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							26
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

**ИГЭ 2-2 – 29в;**

**ИГЭ 3 – 8г.**

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							27
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

## 6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

Технологическая часть участка плавления серы показана на рисунке 7.

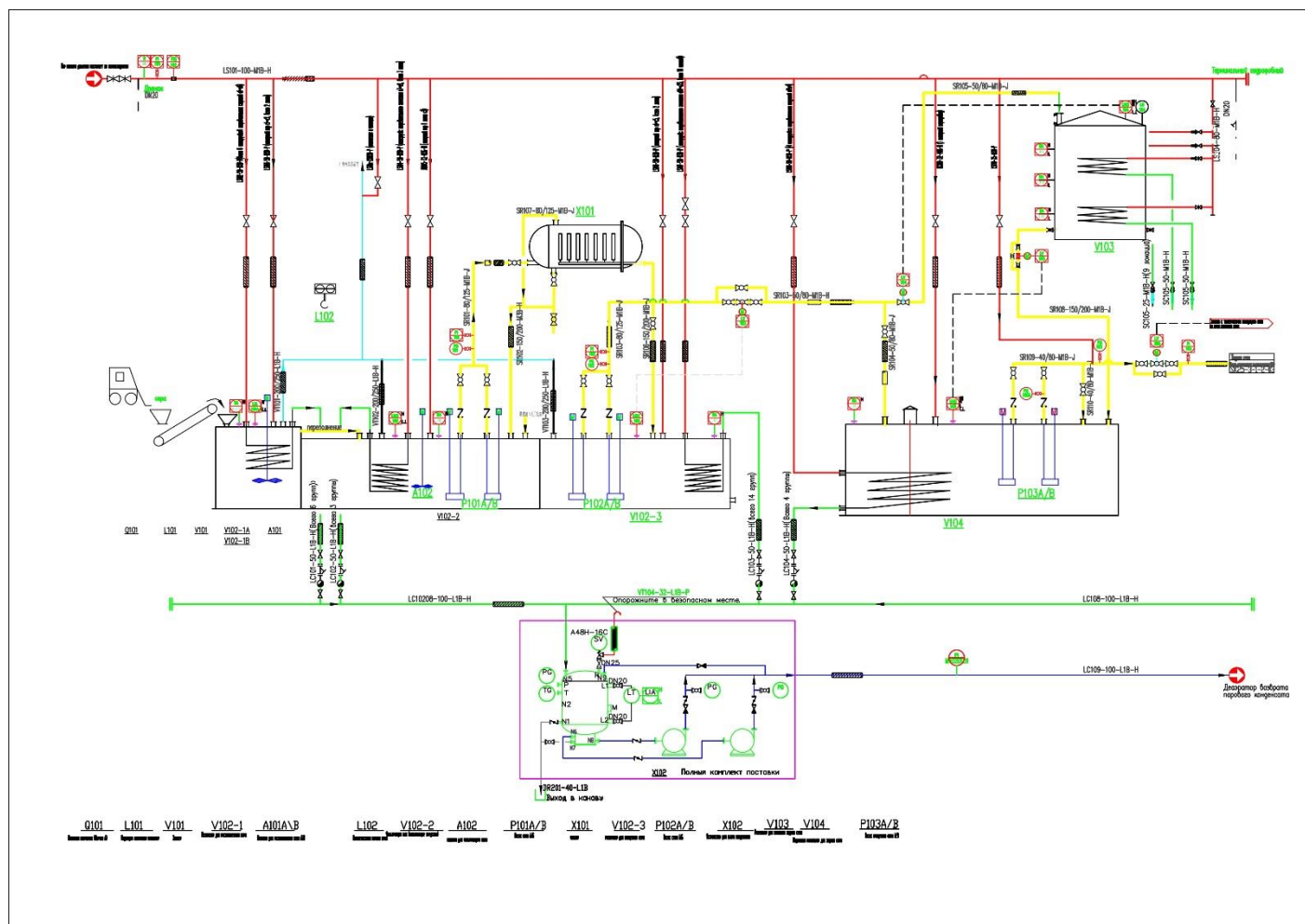


Рис 7. Технологическая часть участка плавления серы

### 6.1. Участок плавки серы

Из склада хранения, погрузчиком, твёрдая сера в сыпучем виде подается в бункер, расположенный на минусовой отметке склада. Далее по закрытому ленточному транспортеру сера подается в ванну быстрой плавки (V102-1), где происходит её расплавление. Образовавшийся расплав серы самотёком через перелив поступает в резервуар грубой фильтрации (V102-2), откуда с помощью фильтрационного насоса (P101 A/B) направляется в фильтр жидкой серы (X101). Очищенная (рафинированная) сера поступает в резервуар очищенной серы (V102-3), а также направляется в резервуар хранения жидкой серы (V104). В ванне жидкой серы (V103) и резервуаре хранения

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							28
Изм.	Коп. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

(V104) установлены паровые нагревательные трубки. Нагрев осуществляется непрямым способом с использованием пара давлением 0,5 МПа, чтобы поддерживать жидкую серу в расплавленном состоянии при температуре 135–145 °С.

### **6.1.1. Конструктивные и технологические особенности оборудования участка плавления серы.**

Резервуар для хранения жидкой серы предусмотрен на 9-и суточный запас.

Для снижения коррозии оборудования при плавке серы предусматривается добавление твёрдой щёлочи, которая удобна в применении и, в отличие от жидкой, не вносит дополнительную влагу в жидкую серу, что способствует лучшей плавкости и снижению расхода пара.

Для конверсии применяется газ с повышенной концентрацией SO<sub>2</sub> (около 10%), что позволяет уменьшить размеры основного оборудования (печь сжигания серы, котёл-утилизатор, конвертер, башня сушки и абсорбции), снизить занимаемую площадь и повысить эффективность работы оборудования.

Используется передовая технология «3+1» двухступенчатой конверсии и абсорбции с применением высокоэффективного ванадиевого катализатора с низким сопротивлением. В башнях первой и второй абсорбции установлены высокоэффективные свечные волоконные туманоуловители. Общий коэффициент конверсии SO<sub>2</sub> достигает примерно 99,8%, обеспечиваются низкие выбросы SO<sub>2</sub> и кислотного тумана.

Каждая башня сухой абсорбции представляет собой независимую циркуляционную систему. Кислота, образующаяся на выходе второго абсорбционного насоса, используется для регулирования концентрации в каждом циркуляционном контуре путём смешивания через трубопроводы и добавления воды.

В трубопроводах для горячей концентрированной серной кислоты, расположенных в участке сухой абсорбции, применяются материалы 316L и 304L с анодной защитой. Такая конструкция снижает количество точек возможной утечки

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							29
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

кислоты, делает производство более безопасным, уменьшает скорость коррозии, объём и стоимость технического обслуживания, а также облегчает ремонт.

Сухая абсорбционная башня оснащена новым типом трубчатого распределителя кислоты, что значительно улучшает точки распределения кислоты, снижает высоту наполнителя, оптимизирует условия эксплуатации башни и повышает эффективность работы башни; Для подавления образования капель и увеличения диаметра капель для удаления тумана используется абсорбция при средних и высоких температурах. Эффективный свечевой демистер со специальными волокнами установлен в верхней части абсорбционной башни, что позволяет башне сбрасывать кислотный туман  $\leq 30$  мг/Нм<sup>3</sup>.

Утилизация отходящего тепла: полностью использовать высокотемпературное скрытое тепло, образующееся при сжигании жидкой серы, и среднетемпературное скрытое тепло, образующееся при конверсии диоксида серы. После установки для сжигания серы устанавливается котел-утилизатор среднего давления с жаротрубами, а в процессе конверсии настраиваются пароперегреватель и экономайзер для генерации перегретого пара среднего давления 3,82 МПа, который отправляется потребителю под давлением 1,0 МПа после выработки электроэнергии через генераторную установку с противодавлением (система выработки электроэнергии является частью проекта второй фазы с зарезервированным пространством).

## 6.2. Участок сжигания серы и каталитической конверсии

Технологическая часть участка сжигания серы показана на рисунке 8.

Жидкая сера подаётся под давлением с помощью насоса тонко очищенной серы (P103 A/B), установленного перед печью, и после механического распыления через серную форсунку (G202) впрыскивается в печь для сжигания серы (F201). Воздух, необходимый для горения серы, проходит через фильтр, затем нагнетается основным вентилятором (C202), осушается в сушильной башне (T301) и подаётся в печь сжигания серы (F201).

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							30
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

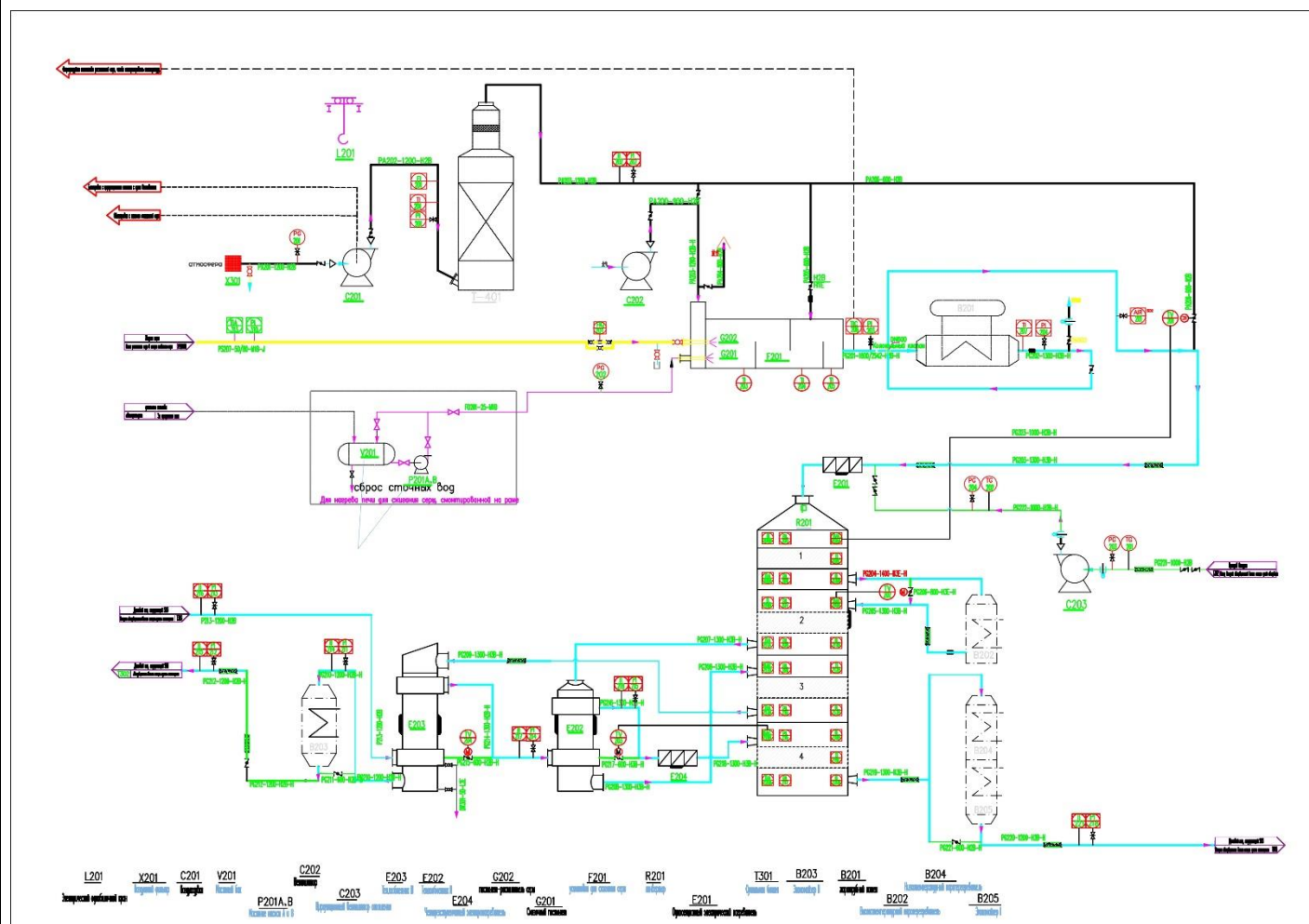


Рис 8. Технологическая часть участка сжигания серы.

Высокотемпературные дымовые газы, образующиеся в печи, сначала направляются в котёл-утилизатор (B201) для отбора тепла — температура снижается с 1000–1050 °С до примерно 425 °С, после чего газы поступают в первую ступень конвертера для первой стадии каталитической конверсии. Температура повышается примерно до 610 °С, затем газы проходят через перегреватель высокого давления, где температура снижается до около 460 °С, и поступают на вторую ступень каталитического слоя для дальнейшей реакции. После этого температура повышается до 507 °С и газы направляются в теплообменник (E202:E203), где охлаждаются до 440 °С, а затем поступают на третью ступень каталитического слоя. После третьей стадии температура повышается до 458 °С, далее газы последовательно проходят через трубное пространство теплообменника и экономайзер №1 (B205), где температура снижается до около 180 °С перед подачей в первую абсорбционную башню. В первой абсорбционной башне происходит поглощение SO<sub>3</sub> из газа, затем газы проходят через

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		31



верхний свечной волоконный туманоуловитель для удаления кислотного тумана. Далее они последовательно проходят через кожух теплообменника и другой теплообменник, в результате чего нагреваются примерно до 420 °С и поступают на четвертую ступень каталитического слоя для повторной конверсии. После четвертой ступени газы с температурой около 440 °С направляются через низкотемпературный перегреватель и экономайзер №2 (В203), где отбирается остаточное тепло и температура снижается до приблизительно 160 °С перед поступлением во вторую абсорбционную башню. Остаточный газ из абсорбционной колонны 2# поступает в колонну десульфурации, очищаясь с использованием перекиси водорода с эффективностью сероочистки  $\geq 95\%$ . Десульфурированный дымовой газ подвергается очистки от кислотного тумана, а затем выводится через 40-метровую дымовую трубу.

### 6.3. Участок сухой абсорбции и готовой продукции

Технологическая часть участка сухой абсорбции, готовой продукции и вспомогательных систем показана на Рисунках 9-14

Основной нагнетающий вентилятор установлен перед сушильной башней. Циркуляционная система кислоты в блоке сухой абсорбции реализована по схеме: три башни, два резервуара, три насоса, с последовательностью «башня — резервуар — насос — теплообменник — башня». Воздух, необходимый для сжигания серы, после фильтрации подаётся основным вентилятором под давлением в нижнюю часть сушильной башни. На входе в башню воздух контактирует с распыляемой с вершины башни 98,3%-ной серной кислотой, поступающей из теплообменника сушильной башни, при этом из воздуха удаляется влага — содержание водяного пара на выходе из башни составляет  $\leq 0.1$  г/Нм<sup>3</sup>. Затем, проходя через установленный на вершине башни сетчатый каплеуловитель из металлической проволоки, из воздуха дополнительно удаляются капли кислоты, и высушенный воздух подаётся в печь сжигания серы.

Газы после первой конверсии, выходящие из третьей ступени конвертера, проходят через теплообменник и экономайзер №1, где охлаждаются, и затем подаются в нижнюю часть первой абсорбционной башни. В этой башне применяется распылительная

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							32
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

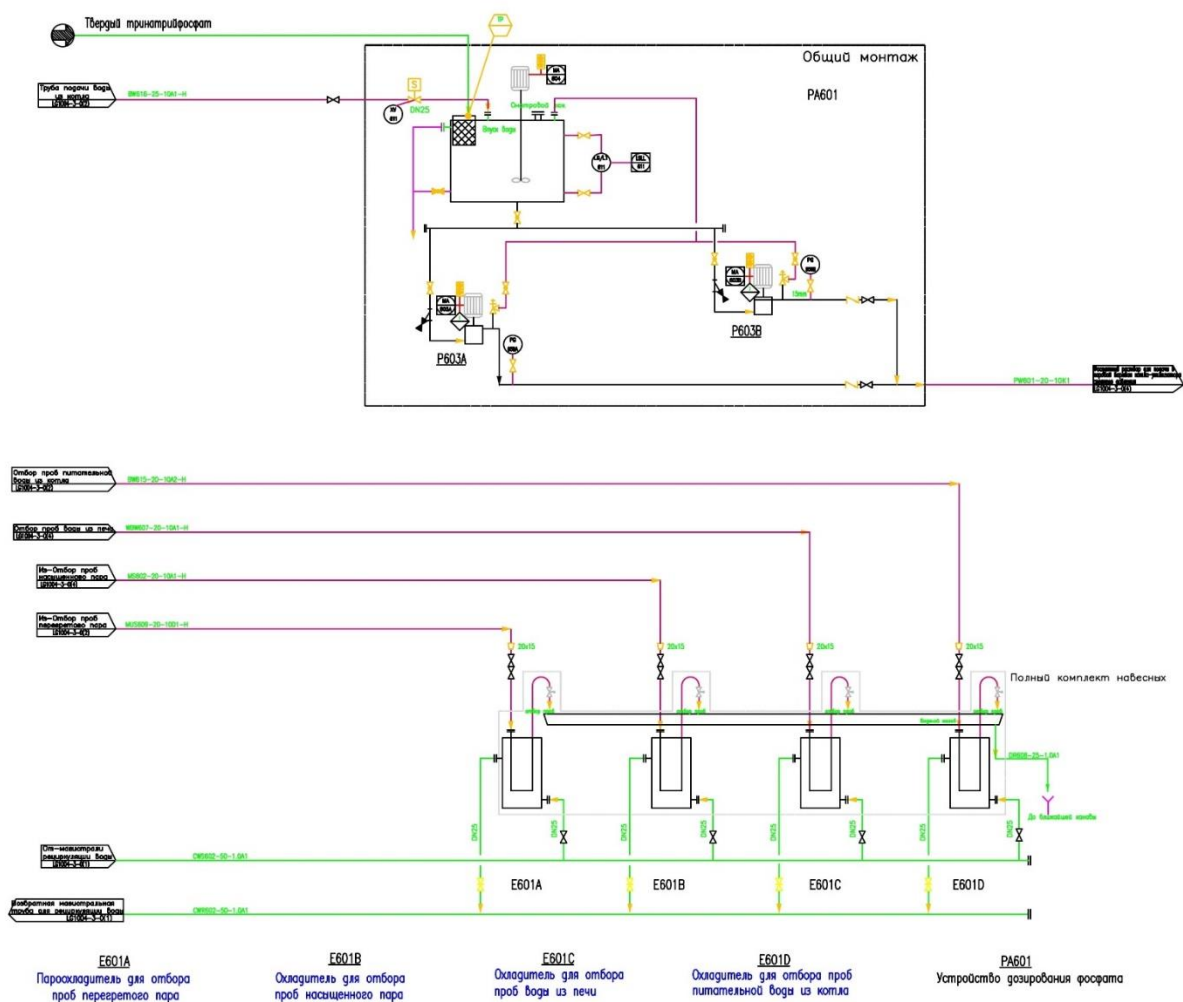


Рис. 9

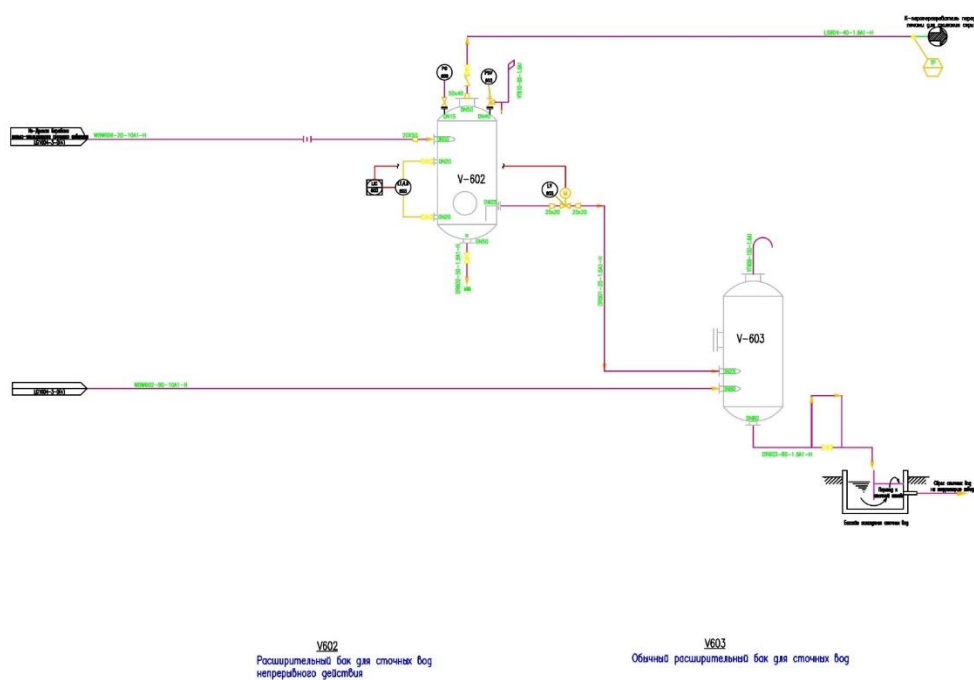


Рис. 10

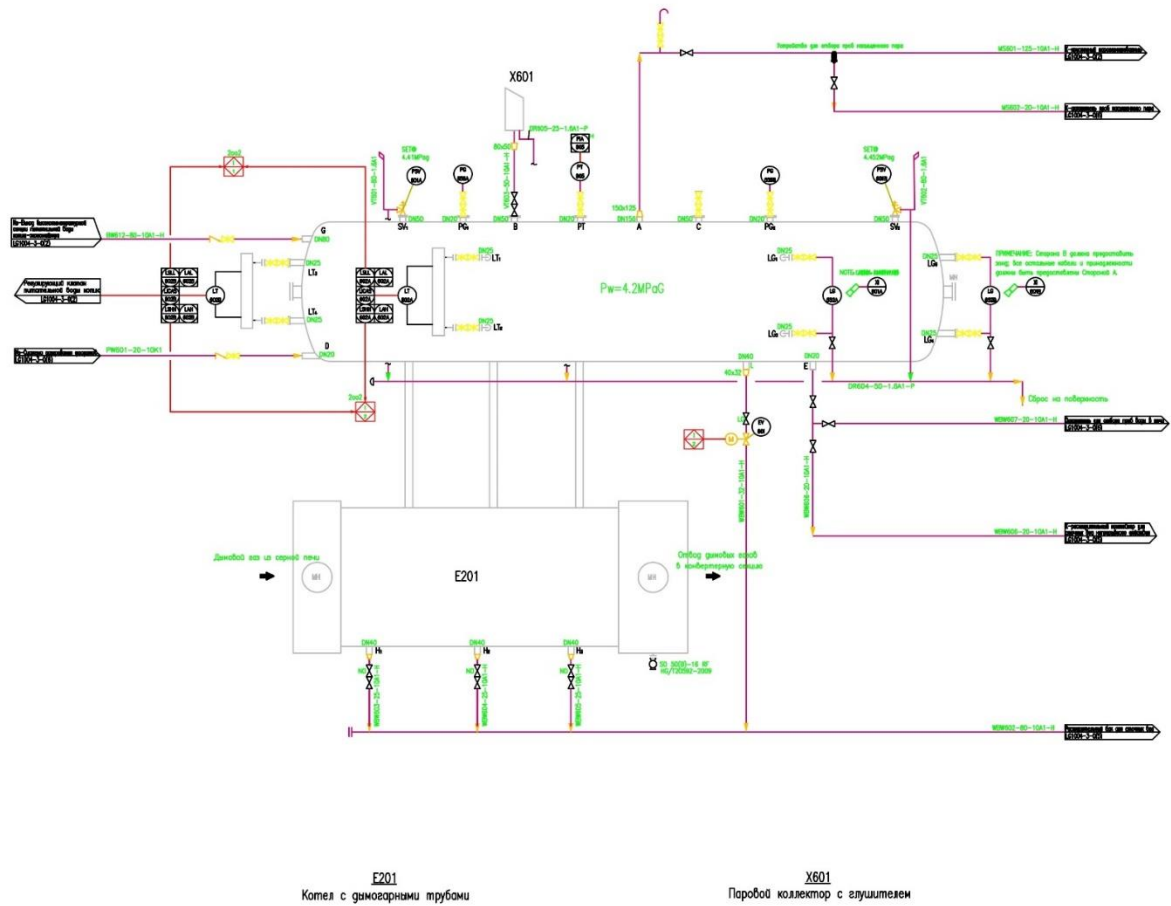


Рис. 11

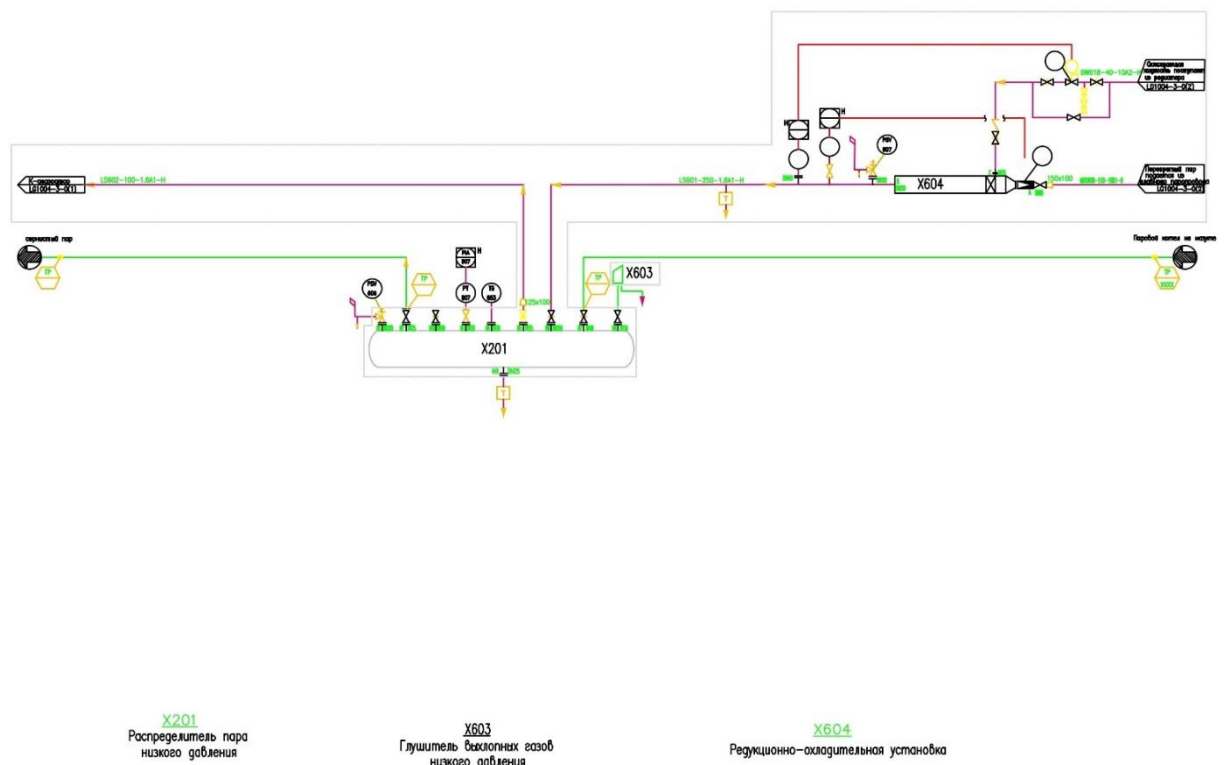


Рис. 12

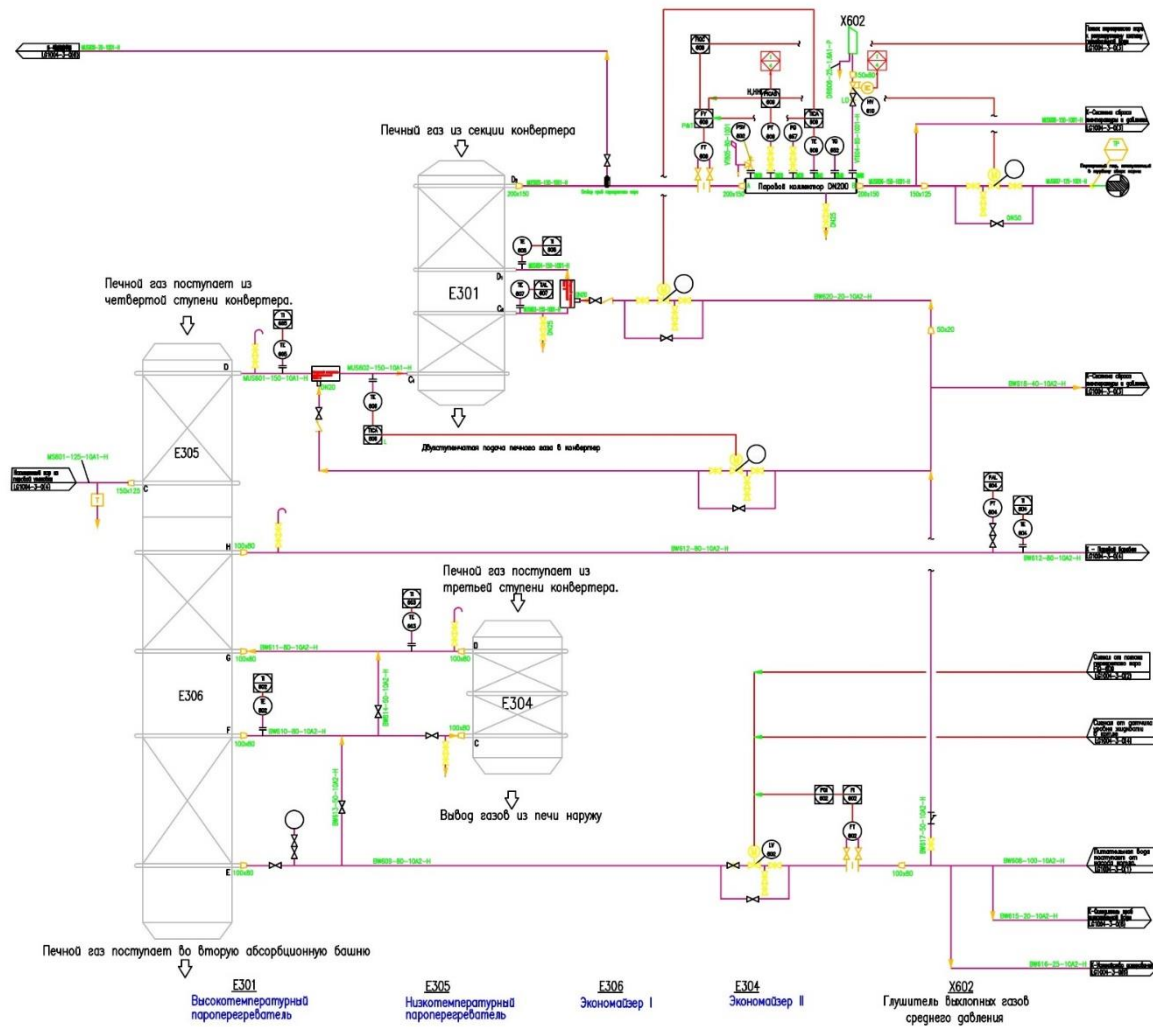


Рис. 13

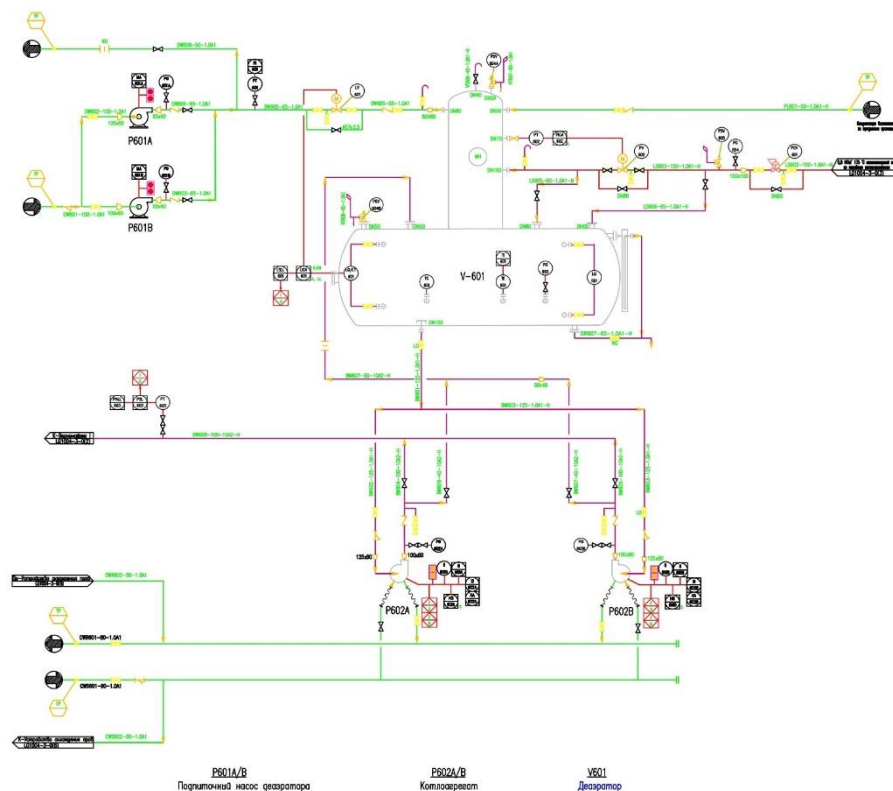


Рис 14

Абсорбция с использованием серной кислоты концентрацией около 98,3% при температуре 75 °С. После абсорбции SO<sub>3</sub> кислота стекает в циркуляционный резервуар системы сухой абсорбции, откуда с помощью циркуляционного насоса первой абсорбционной башни подаётся в кислотный охладитель первой абсорбции, охлаждается и вновь подаётся на распыление в верхнюю часть первой абсорбционной башни.

Вторичные конверсионные газы, выходящие из последней ступени конвертера, проходят охлаждение через низкотемпературный перегреватель и теплопередачу в теплоутилизаторе №2, после чего подаются в нижнюю часть второй абсорбционной башни. В этой башне применяется распылительная абсорбция с использованием серной кислоты концентрацией около 98,3% при температуре 70 °С. После абсорбции SO<sub>3</sub> кислота стекает в циркуляционный резервуар второй абсорбционной системы, откуда с помощью циркуляционного насоса второй абсорбционной башни подаётся в охладитель кислоты второй абсорбции, охлаждается и вновь подаётся на распыление в верхнюю часть башни.

Готовая 98%-ная серная кислота отбирается с выхода циркуляционного насоса второй абсорбционной башни, проходит охлаждение в охладителе готовой кислоты и направляется в резервуар хранения готовой серной кислоты концентрацией 98%.

#### 6.4. Теплотехническая система

**Система перегретого пара среднего давления:** В процессе производства серной кислоты из серы образуется значительное количество избыточного тепла, пригодного для утилизации. В данной сернокислотной установке на выходе из печи сжигания серы установлен котёл. На выходах первой и четвёртой ступеней конвертера размещены перегреватели пара — высокотемпературный и низкотемпературный — с целью нагрева пара до 450 °С.

Кроме того, на выходах теплообменника третьей ступени и низкотемпературного перегревателя четвёртой ступени установлены два теплоутилизатора с тепловыми трубами (тепловыми экономайзерами), которые последовательно нагревают обессоленную воду до состояния пароводяной смеси с температурой 104 °С. Эта смесь

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							36
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

подаётся в паровой барабан котла печи сжигания серы, где генерируется насыщенный пар с давлением 3.8 МПа. Пар, выходящий из барабана, далее перегревается в низко- и высокотемпературных перегревателях до температуры 450 °С и давления 3.82 МПа, после чего поступает в турбогенератор для выработки электроэнергии (система генерации электроэнергии относится ко второй очереди проекта, под неё зарезервирована площадка).

Расход пара на плавление серы и подогрев резервуаров для хранения жидкой серы составляет около 15% от общего объема пара, производимого серноокислотным заводом. Производительность по перегретому пару составляет примерно 22 тонны в час. Во время запуска завода для расплавления серы будет использоваться дизель.

2) Котельная система (первая очередь этого агрегата не имеет системы выработки отработанного тепла). В котельной системе используется опресненная вода.

Для соответствия стандарту качества питательной воды для котлов среднего давления (GB/T12145) применяется схема умягчения воды, с производительностью около 25 т/ч. Конкретный процесс водоподготовки следующий:

Водопроводная вода → многокомпонентный фильтр → угольный фильтр → резервуар для фильтрованной воды → питательный насос обратного осмоса первой ступени → защитный фильтр первой ступени → насос высокого давления первой ступени → устройство обратного осмоса первой ступени → резервуар для воды обратного осмоса первой ступени → питательный насос обратного осмоса второй ступени → защитный фильтр второй ступени → насос высокого давления второй ступени → устройство обратного осмоса второй ступени → резервуар для воды обратного осмоса второй ступени → насос для опресненной воды → точки подачи воды.

## 6.5. Система подпиточной воды

Обессоленная и деаэрированная подпиточная вода температурой 104 °С подаётся из установки обессоливания, через внешний трубопровод поступает в теплоутилизатор с тепловыми трубами (экономайзер II), затем проходит теплообмен в теплоутилизаторе

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							37
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

I и возвращается в теплоутилизатор II. На этом этапе температура воды достигает примерно 238 °С, после чего она поступает в паровой барабан котла-утилизатора.

### 6.6. Пароводяная система

Котловая вода из парового барабана котла-утилизатора поступает по нисходящей трубе в кожухотрубный испаритель. После теплообмена часть котловой воды испаряется, и пароводяная смесь по восходящей трубе возвращается в паровой барабан. В барабане происходит повторное разделение пара и воды: насыщенный пар отводится из верхней части барабана, а отделившаяся вода снова поступает в нисходящую трубу для продолжения циркуляции. Насыщенный пар направляется по трубопроводу в низкотемпературный пароперегреватель, а затем — в высокотемпературный перегреватель. Для поддержания температуры перегретого пара на выходе на уровне 450 °С между двумя секциями высокотемпературного перегревателя предусмотрено автоматическое устройство впрыска воды для регулирования температуры.

### 6.7. Техническое решение по автоматизированному управлению

Для управления основными параметрами производственного процесса — температура, давление, расход, уровень, состав — применяется распределённая система управления (DCS), обеспечивающая измерение, отображение, регистрацию, накопление, сигнализацию и блокировку. Управление технологическим процессом осуществляется с помощью регулирующих устройств. В системе отображаются и управляются также электрические параметры и работа основных электродвигателей. За исключением части приборов, установленных непосредственно на объекте, всё остальное оборудование представляет собой электрические или электронные приборы. Основные и ключевые параметры технологического процесса контролируются и регулируются из центральной диспетчерской установки, в то время как второстепенные или вспомогательные параметры контролируются на месте.

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							38
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

### 6.8. Приборы центрального диспетчерского пункта

Приборы диспетчерской используют систему DCS, основанную на микропроцессорной технологии. Система оснащена высокоскоростной сетью передачи данных, мощным интерфейсом управления с цветным дисплеем (CRT) и вспомогательными устройствами, включая принтеры. Это позволяет централизованно управлять, отображать параметры, выдавать тревожные сигналы и связывать операторов с производственным процессом. Система гибкая, проста в эксплуатации, способна выполнять прямое математическое управление, последовательное и пакетное управление, сбор и обработку данных, многопараметрическое и оптимизационное управление. Благодаря реализованной системе двойного резервирования и функции самодиагностики, система обладает высокой надёжностью и безопасностью.

### 6.9. Приборы, установленные на месте

Основная особенность проекта заключается в том, что вся установка по производству серной кислоты, за исключением участков хранения сырья и плавки серы, не является взрывоопасной. Большинство технологических сред обладают высокой коррозионной активностью, но не требуют взрывозащиты, поэтому к приборам, установленным на месте, предъявляются высокие требования по коррозионной стойкости. Для измерения критических параметров и работы с сильно агрессивными средами (например,  $H_2SO_4$ ) применяются приборы совместного производства, обеспечивающие устойчивость материалов к воздействию среды. Для измерения расхода агрессивных жидкостей рекомендуется использовать электромагнитные расходомеры. Учитывая агрессивное воздействие окружающей среды, приборы должны иметь степень защиты не ниже IP65, что повышает их надёжность и срок службы. Электрооборудование, устанавливаемое во взрывоопасных зонах, должно соответствовать национальным и международным нормам. Оборудование, устанавливаемое вне взрывоопасных зон, должно соответствовать стандарту IEC-529 (IP65). Электроприборы, размещённые в центральной диспетчерской, как правило, имеют степень защиты IP20. Некоторые устройства, установленные на месте (например,

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							39
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		



преобразователи), монтируются в защитных кожухах и должны быть устойчивы к условиям окружающей среды.

В соответствии с технологическими требованиями устанавливается 8–12 контуров регулирования, большинство из которых являются однопараметрическими. Ниже приведены ключевые контуры управления:

- Автоматическая регулировка температуры на выходе из печи сжигания серы в связке с работой серного насоса;

- Автоматическое регулирование температуры на первой ступени конверсии.

Автоматическая регулировка температуры на четвёртой ступени конверсии;

Автоматическая регулировка концентрации кислоты в сухой абсорбции путём добавления воды;

Автоматическое регулирование уровня жидкости в циркуляционном баке сухой абсорбции с целью выработки кислоты;

Автоматическая трёхимпульсная регулировка уровня воды в паровом барабане котла с функцией блокировки;

Регулирование температуры путём водяного орошения;

Автоматическое регулирование уровня воды в деаэраторе;

Автоматическая регулировка давления в деаэраторе;

Блокировка по давлению в паровом барабане котла;

Блокировка между главным дутьевым вентилятором и насосами: серным, циркуляционным кислотным и питательным насосом котла;

Автоматическая защита и блокировка главного вентилятора.

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							40
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

## 6.10. Технологические трубопроводы

Трубопровод для жидкой серы выполнен из бесшовных стальных труб марки 20#, секционно оборудован паровыми рубашками; используются утеплённые клапаны из нержавеющей стали.

Паропроводы для плавки серы выполнены из котельных труб марки 20g, с клапанами из нержавеющей стали.

Технологические трубопроводы для концентрированной серной кислоты в узле сухой абсорбции выполнены из стали марок 316L и 304L, с анодной защитой; фланцы снабжены защитными кожухами. Клапаны из нержавеющей стали с фторопластовым (PTFE) покрытием.

Дымовые трубы в узле конверсии изготовлены из стали марки Q235; выходные линии и компенсаторы на первой и второй ступени — из нержавеющей стали 304. Все трубопроводы в зоне конверсии оснащаются гофрированными компенсаторами. Материалы соединительных элементов и фланцев должны соответствовать материалу труб.

Прокладки: для трубопроводов высокого давления и температуры применяются асбестовые резиновые листы, для газопроводов с температурой выше 500°C — металлические прокладки, для сернокислотных линий — прокладки из фторопласта (F4).

Болты и гайки: для паропроводов высокого давления и температуры применяются двусторонние болты из хромомолибденовой стали; для паропроводов низкого давления — болты класса прочности 8.8; для трубопроводов с давлением  $\leq 0.6$  МПа — Следует использовать болты класса 4.6.

Абсорбционная колонна  $\text{H}_2\text{O}_2$  и трубопровод дымовых газов в секции десульфурации изготовлены из стеклопластика; Стеклопластиковое оборудование и трубопроводы изготовлены из композита смолы и стекловолокна, обладающего сильной химической инертностью и устойчивостью к агрессивным средам, таким как кислоты,

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							41
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

щелочи и соли. Они подходят для таких сред, как химическая промышленность и очистка сточных вод, и не вызывают вторичного загрязнения транспортирующей среды. Все фланцевые соединения должны использовать сертифицированные стандартные крепежные изделия с указанием номера стандарта и класса прочности.

### 6.11. Теплоизоляционные работы

Область применения и принципы теплоизоляции:

Проектирование теплоизоляции направлено на обеспечение технологических требований, снижение теплотерь оборудования и трубопроводов, а также предотвращение ожогов персонала. Согласно стандарту GB4272 «Общие технические правила теплоизоляции оборудования и трубопроводов» Расчёты производятся согласно стандарту GB/T8175 «Руководящие технические указания по теплоизоляции оборудования и трубопроводов». Всё оборудование, трубопроводы и арматура, температура которых в процессе превышает 50°C, подлежат теплоизоляции. После изоляции температура их поверхности должна быть не выше 50°C. Материалы теплоизоляции: для оборудования, люков, клапанов, фланцев, а также труб с диаметром более DN200 и менее DN15 применяется композитный силикатный (алюминиевый) лист. Для труб других диаметров используется скорлупа (трубная оболочка). Материалы защитного слоя: в качестве наружного слоя теплоизоляции применяется алюминиевая обшивка толщиной 0,6 мм. Конструкция теплоизоляции: теплоизоляционная система элементов состоит из слоёв, расположенных изнутри наружу: теплоизоляционный слой — защитный слой (включая гидроизоляционный).

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							42
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

## 7 УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ, ПРЕДПРИЯТИЕМ И ОРГАНИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ И ОХРАНЫ ТРУДА

### 7.1 Трудовой процесс

Режим работы принимается круглосуточный. Количество работающих – 46 человек, создание новых рабочих мест. Количество рабочих дней в году – 333 дня, круглосуточная непрерывная работа, общее количество рабочих часов в год — 8000 часов.

Непрерывное производство в три смены по четырёхсменному графику, одна смена — в резерве/отдыхе.

Таблица 13

№ п/п	Участок	Кол-во смен	Руководящий персонал	Рабочий персонал	Итого
1	АУП	1	2		2
	Установка серной кислоты				20
2	Склад сырья	4		1	4
3	Сжигание серы	4		1	4
4	Конверсия, сухое поглощение; доочистка	4		2	8
5	Готовая продукция	4		1	4
	Общественные инженерные сети				12
6	Утилизация отходящего тепла	4		2	8
7	Вода (циркуляционная, для доочистки хвостовых газов, противопожарная)	4		1	4
	Вспомогательные службы				12
8	Анализ и лабораторные испытания	4		1	4
9	Ремонт электро-, механического и контрольно-измерительного оборудования	4		2	8
	Итого				46

Диапазон производимых работ отмечается широким спектром: обслуживание емкостного и насосного оборудования, печей, технологических трубопроводов, прием и хранения сырья. Обеспечение мониторинга технологического процесса на удаленном доступе – организация операторского пункта. Представляется целесообразным

объединить весь спектр работ под одно управление. Непосредственное оперативное руководство осуществляет начальник цеха. Разнообразие трудового процесса и специфические условия технологии требует тщательной проработки всех аспектов управления, а именно: - четкую работу участков для ритмичного действия производства; - слаженную работу персонала, ведущего наработку продукции; - безусловное знание персоналом требований промышленной безопасности; - постоянную и эффективную работу управленческого аппарата по обучению персонала ведению производственного процесса на основании технологических нормативных документов. На предприятии должны быть разработаны и утверждены схемы управления производством и основные права и обязанности должностных административных лиц. Форма организации труда проектом не регламентируется, а разрабатывается и устанавливается инженерно-техническими работниками и руководством предприятия.

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							44
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

## **8 ОХРАНА ТРУДА, ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ОСНОВНЫЕ УСЛОВИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА.**

### **8.1 Общие положения**

Персонал должен пройти вводный и первичный инструктаж на рабочем месте по безопасности и охране труда, производственное обучение, проверку знаний и допуск к самостоятельной работе в установленном на предприятии порядке.

Повторный инструктаж должен проводиться в сроки, определенные «Положением о производственном контроле промышленной безопасности и охраны труда на производственных объектах ТОО «АЭМЗ». Инструктаж проводится по инструкциям для профессий и видов работ в соответствии с утвержденным «Перечнем инструкций по безопасности и охране труда ТОО «АЭМЗ».

Руководители, специалисты и другие инженерно-технические работники должны пройти проверку знаний и допуск к самостоятельной работе в соответствии с занимаемой должностью. Весь персонал производства серной кислоты должен быть обеспечен спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с утвержденными нормами для каждой профессии, должности. Находиться на территории без спецодежды и средств индивидуальной защиты запрещается.

Производственные участки, на которых применяются химически опасные вещества, должны быть оборудованы пунктами экстренной самопомощи, укомплектованы нейтрализующими растворами пищевой соды: 2 % для промывания глаз, полоскания горла, полости рта, носа и 5 % - для обработки кожных покровов при попадании серной кислоты. При попадании щелочи поврежденные участки обработать 1-2 % раствором борной кислоты.

Должны быть определены и оборудованы места для хранения противогазов и других аварийных СИЗ. Персонал должен быть ознакомлен под роспись с местами нахождения пунктов экстренной самопомощи, мест хранения аптечек, противогазов и других аварийных СИЗ.

Перед началом проведения работы необходимо проверить наличие и исправность средств коллективной защиты – приточно-вытяжной вентиляции, местных отсосов,

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		45

освещенности рабочих мест, ограждений вращающихся частей и механизмов, проемов и др.

Электрогазосварочные и другие огневые работы выполнять только после оформления разрешения на огневые работы, согласованного с представителями пожарного надзора. На все работы с повышенной опасностью должны быть оформлены наряды допуски на выполнение данных работ. Выполнение работ с повышенной опасностью без оформления наряда-допуска не допускается.

Проверить наличие и исправность заземляющих проводников оборудования и контуров заземления. На контуры заземления должны быть оформлены акты замеров сопротивления контура растеканию тока. Проверить наличие и исправность блокировок, предохранительных и ограждающих устройств оборудования. Проверить исправность оборудования путем его опробования на холостом ходу.

К управлению грузоподъемными механизмами допускать рабочих, прошедших обучение, инструктаж и имеющих удостоверения стропальщика и допуск к управлению ГПМ, управляемыми с пола. В процессе работы грузоподъемных механизмов не разрешается находиться в зоне работы ГПМ, под поднятым грузом. При необходимости, участки работ с применением ГПМ, должны быть ограждены. Грузоподъемные механизмы, съемные грузозахватные приспособления и тара должны быть зарегистрированы в специальных журналах, снабжены регистрационными табличками с указанием регистрационного (заводского) номера, грузоподъемности, даты очередного технического освидетельствования. Грузоподъемные механизмы, съемные грузозахватные приспособления и тара, не прошедшие технического освидетельствования, к работе не допускаются. Не допускается нахождение в местах производства работ неисправных съемных грузозахватных приспособлений или не имеющих соответствующих регистрационных клейм (бирок), немаркированной и поврежденной тары.

Фланцевые соединения трубопроводов пара и горячей воды, кислотопроводов, насосов по перекачке агрессивных сред, емкостного оборудования должны быть оборудованы защитными кожухами.

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							46
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

Производственные, лабораторные и служебно-бытовые помещения должны быть укомплектованы схемами эвакуации персонала. Аварийные выходы должны быть обозначены соответствующими знаками в соответствии с ГОСТ 12.4.026-2002 «Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная». Персонал должен быть ознакомлен со схемами эвакуации и нахождением аварийных выходов.

Персонал, включенный в перечень профессий предприятия, подлежащих обязательному предсменному медицинскому освидетельствованию, должен быть допущен к работе только после прохождения указанного медицинского освидетельствования.

## 8.2. Пожарная безопасность.

Обеспечение пожарной безопасности:

Приказом по предприятию назначить ответственных лиц за пожарную безопасность подразделений; - из числа руководителей и персонала сформировать добровольные противопожарные формирования (ДПФ). Члены ДПФ должны пройти курсовое обучение и аттестацию в специализированной организации;

Персонал должен пройти специальную противопожарную подготовку в системе производственного обучения. Противопожарная подготовка персонала состоит из противопожарного инструктажа (первичного и повторного), теоретических и практических занятий по пожарно-техническому минимуму;

Во всех подразделениях установить строгий противопожарный режим, определить и оборудовать специальные места для курения;

Подразделения и территорию укомплектовать пожарными щитами с первичными средствами пожаротушения по табелю оснащенности и ящиками с песком;

Соблюдать противопожарные разрывы между зданиями и сооружениями не допускать их загромождения, не складировать на них сырье, материалы, оборудование и пр.

В случае возникновения пожара, в его начальной стадии, локализация и ликвидация может быть осуществлена сотрудниками объекта, ответственными за противопожарное состояние, личным составом формирований ДПФ с обязательным

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							47
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		



оповещением работающей смены, выводом персонала из аварийного здания (помещения). При необходимости, вызвать профессиональную противопожарную службу по телефону 101.

### 8.3. Производственные аварии.

Причинами производственных аварий могут быть стихийные бедствия, дефекты, допущенные при производстве оборудования и строительстве объектов, нарушение технологических процессов и правил эксплуатации оборудования, систем, машин и механизмов, несоблюдение требований промышленной безопасности и охраны труда, пожарной безопасности, неисправность систем сигнализации и пожаротушения, отсутствие должного надзора и контроля и т.д.

Для предупреждения и ликвидации возможных аварий и их последствий для опасных производственных объектов должны быть:

- разработаны планы ликвидации аварий (ПЛА), в которых должны быть определены мероприятия по их предупреждению и предусмотрены необходимые меры защиты персонала и снижению возможного ущерба от аварии;
- разработаны инструкции по аварийной остановке оборудования с целью предупреждения возможного развития аварийной ситуации и вывода оборудования из строя.
- созданы аварийно-спасательные формирования;
- определен перечень инструмента, приспособлений, материалов, необходимых для ликвидации аварий и спасения персонала и определены места их хранения;
- разработаны и введены в действие схемы оповещения должностных лиц и организаций о пожарах, взрывах, авариях и других аварийных ситуациях на предприятии. Персонал должен быть ознакомлен с указанными схемами оповещения под роспись. Схемы оповещения должны быть вывешены на видных местах (вблизи от телефонных аппаратов)

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							48
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

## 8.4. Гражданская оборона

Гражданская оборона (ГО) – это комплекс мер по защите населения и хозяйствующих объектов при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера в мирное время и от воздействия оружия массового поражения в военное. Поэтому знание правил поведения в этих условиях для каждого работника предприятия обязательно.

Услышав сигнал оповещения ГО нужно действовать быстро, но без паники. Сигналы ГО: - «Воздушная тревога», «Отбой воздушной тревоги», «Радиационная опасность» и «Химическая тревога».

Сигнал «Воздушная тревога» подается для всего населения путем включения сирены. Услышав сирену, необходимо как можно быстрее включить радио, телевидение и прослушать информацию диктора, который в течение 2-3 мин. объявляет: «Внимание!» «Воздушная тревога!». Сигнал повторяется несколько раз и повсеместно дублируется прерывистыми гудками на предприятиях и транспорте. По этому сигналу нужно действовать в соответствии с имеющимся планом ГО и командами штаба ГО предприятия, проследовать в убежище. Если по условиям работы нужно оставаться на рабочем месте, то необходимо находиться в специально предусмотренном для этого защищенном месте.

Сигнал «Отбой воздушной тревоги» подается по радиотрансляционным сетям через местное радио и телевизионные станции, с помощью громкоговорящей связи. После объявления сигнала «Отбой воздушной тревоги» этими же средствами связи передаются объявления о дальнейших действиях населения и работающих на предприятиях.

Сигнал «Радиационная опасность» подается также местными техническими средствами связи и оповещения. По этому сигналу нужно надеть противогаз, респиратор, взять подготовленные запасы питья и питания, медицинские препараты и укрыться в убежище. Выходить из убежища можно только после оценки радиационной обстановки на объекте с разрешения местных властей и командования ГО.

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							49
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

Сигнал «Химическая тревога» подается по радио, телевидению, другим средствам связи и оповещения при обнаружении химического или бактериологического заражения. По этому сигналу необходимо надеть противогаз и имеющиеся средства защиты кожи (защитные комплекты ОЗК (Л-1), прорезиненные плащи, комбинезоны, резиновые сапоги, перчатки) и укрыться в убежище. Об окончании угрозы химического и бактериологического нападения и возможности выхода из убежища можно получить команду через органы связи и оповещения.

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							50
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

## 9. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА

### 9.1. Выбросы трёх видов отходов и содержание вредных веществ

Основной загрязнитель сернокислотной установки — отходящие газы из второй абсорбционной башни, объёмом около 38 600 Nm<sup>3</sup>/ч, содержащие диоксид серы  $\leq 50$  мг/Nm<sup>3</sup> и кислотный туман  $\leq 5$  мг/Nm<sup>3</sup>.

Проект не предусматривает технологических сточных вод, только небольшое количество воды для промывки полов, которая собирается и направляется на очистную станцию предприятия.

Уровень шума от воздухоудовки составляет около 85 дБ(А).

### 9.2. Основные источники загрязнения и загрязняющие вещества в рамках проекта

Схематическая диаграмма отводов загрязнений установки приведена

на рисунке 15

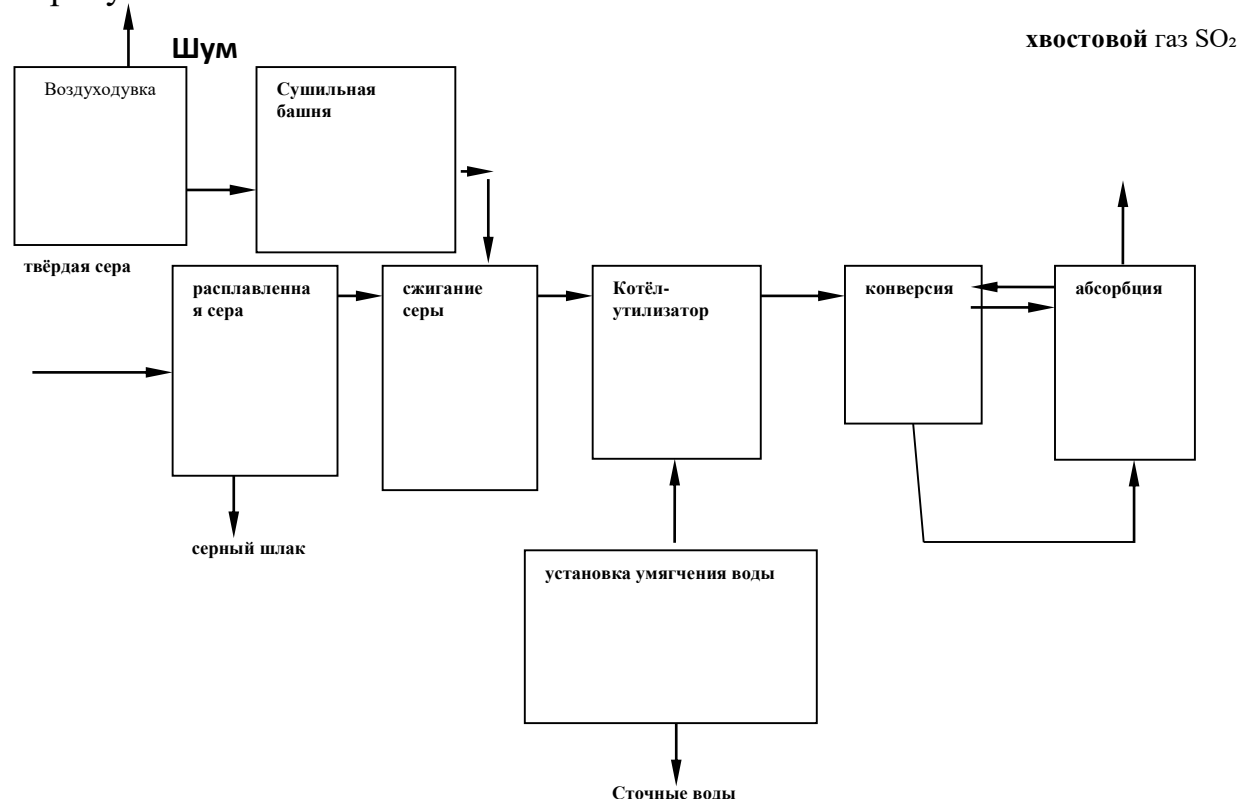


Рис. 15. Схематическая диаграмма отводов загрязнений установки

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							51
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

Основными источниками загрязнения являются: периодические выбросы остатков серы из узла плавки, шум от воздуходувок в блоке сжигания и конверсии серы, выбросы дымовых газов, а также небольшое количество сточных вод от мойки оборудования и работы установки умягчения воды.

Выбросы: из секции абсорбции отходящих газов; объём — 38 600 Nm<sup>3</sup>/ч, содержание SO<sub>2</sub> — не более 50 мг/Nm<sup>3</sup>, кислотного тумана — 5 мг/Nm<sup>3</sup>.

Сточные воды: при нормальной эксплуатации сброс отсутствует; во время ремонтов образуется около 2 м<sup>3</sup>/ч промывочных вод от оборудования и пола.

Твёрдые отходы: шлак серы из секции плавки, около 98,7 тонн в год; может быть направлен на совместное сжигание в установке по производству серной кислоты с использованием пирита.

Шум: основной источник — воздуходувки в блоке сжигания и конверсии серы; уровень шума около 100 дБ, оборудование размещено в звукоизолированном помещении.

Ситуация с выбросами загрязняющих веществ данного устройства подробно представлена в таблице ниже:

Таблица 14

Источник загрязнений	Наименование загрязняющего вещества	Состав и характеристики	Характер выбросов	Состав выбросов после очистки	Метод выбросов	Стандарты выбросов
Выхлопные газы, очищенные башней десульфурации перекиси водорода	Выбросы SO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> и т.д.	Продолжительный	38600 Nm <sup>3</sup> /h, SO <sub>2</sub> ≤ 50 мг/Нм <sup>3</sup> , кислотный туман 5 мг/м <sup>3</sup>	40 м дымовая труба Сброс в атмосферу	SO <sub>2</sub> : 400 мг/м <sup>3</sup> (23 кг/ч) Кислотный туман: 30 мг/м <sup>3</sup> (23.5 кг/ч)
Участок плавления серы	Расплавленный серный шлак	Содержание серы 40% ~ 50%	Прерывистый	98,7 тонн в год	Комплексное использование	

Процесс деионизирования воды	Соленая вода	Содержание солей в 4 раза больше, чем в сырой воде	Прерывистый	10m <sup>3</sup> /h	Прямые выбросы	РН:6~9,
Вентилятор	Шум	100dB (A)	Продолжительный	85dB(A)	Непрерывный выброс в окружающую среду	«Нормы проектирования шумозащиты на объектах химической промышленности»

### 9.3. Взрывозащита

Для оборудования и трубопроводов из стали, транспортирующих серную кислоту, возможна коррозия металла с образованием водорода, который может скапливаться внутри оборудования. При смешении с воздухом образуется взрывоопасная смесь. В таких зонах строго запрещены открытый огонь и курение. Перед выполнением огневых работ необходимо продувка и анализ содержания водорода. Допуск к работам возможен только после положительных результатов анализа и в рамках утвержденного регламента.

### 9.4. Защита от молнии и заземление

В соответствии с местными метеоусловиями, уровнем грозовой активности и нормами проектирования защиты от молний, заземление основного здания сернокислотной установки предусмотрено как для зданий II категории молниезащиты, с установкой молниезащитных устройств. Сопротивление заземления не превышает 30 Ом.

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							53
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

В низковольтной системе 380/220В используется система заземления через нулевой провод (зануление), и все металлические корпуса электрооборудования, не находящиеся под напряжением, должны быть надежно заземлены. В подстанции предусмотрено заземляющее устройство с сопротивлением не более 4 Ом.

Металлический вытяжной трубопровод должен быть надёжно заземлён; сопротивление заземления — не более 30 Ом.

### 9.5. Антикоррозионные меры

Электрооборудование на объекте должно соответствовать требованиям среды эксплуатации и иметь уровень защиты F1 (для улицы — WF1). Для рабочих платформ, полов и других элементов, подверженных воздействию агрессивных сред, используются устойчивые к кислотам материалы и защитные покрытия. Высота ограждений всех рабочих площадок не должна быть ниже 1,20 м. Кислотные трубопроводы должны быть тщательно смонтированы и проверены, чтобы исключить утечки, способные привести к коррозии и травматизму.

### 9.6. Средства защиты от пыли и вредных веществ.

Так как в данном проекте используется серный метод производства серной кислоты, уровень пылевого загрязнения в помещениях значительно снижен. При условии исключения утечек из оборудования и трубопроводов, а также при грамотно организованной вентиляции, вредное воздействие пыли и токсичных веществ можно свести к минимуму.

#### Меры по снижению шума

Основным источником шума в данном проекте является воздуходувка. В конструкции предусмотрены виброизоляционные прокладки под основание воздуходувки, компенсаторы на входных и выходных трубопроводах, а также проведен анализ вибрации и гибкости труб. Для шумоподавления в машинном отделении используются звукопоглощающие материалы и звукоизоляционные меры, обеспечивающие уровень шума ниже 85 дБ(А).

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							54
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

Меры по предотвращению ошибочных действий в процессе производства. Во избежание аварийных ситуаций, вызванных ошибками персонала во время работы, в проектировании технологических и электрических систем предусмотрены различные защитные меры: сигнализация, блокировки, автоматическое переключение. Все эти функции реализуются через систему управления DCS.

#### Освещение

Запрещается использовать переносные электрические светильники с напряжением выше 12 Вольт; сами светильники и соединённые с ними тонкие провода должны быть изолированы и сухими. Строго запрещено выполнять какие-либо работы внутри кислотного и влажного оборудования или в подобных условиях, не отключив электропитание.

#### Защита персонала

Персонал обеспечен летней и зимней спецодеждой, масками, перчатками, головными уборами и специальной обувью. При работе с сухой кислотой выдаются кислотостойкие резиновые костюмы, сапоги, перчатки и защитные очки. При очистке топки используются пылезащитные маски; на рабочих местах у конвертера и печи предусмотрены длиннотрубные респираторы и кислородные дыхательные аппараты.

На всех рабочих постах установлены кондиционеры, вентиляторы или осевые вытяжные устройства; в цехе имеются душевые и умывальники. Работникам, занятым на вредных и опасных участках, предоставляется соответствующая надбавка.

Предварительный перечень оборудования для установки по производству серной кислоты мощностью 150 000 тонн в год.

Таблица 15

№	Наименование оборудования	Характеристика / Материал	Кол- во	Примечан ие
1	Погрузчик		1	
2	Приёмный бункер	φ3200×3600, Q235	1	
3	Подающий ленточный конвейер	B=500, L≈20 м, Q235, Резиновая лента	1	



4	Резервуары для расплавленной серы, фильтрации и очистки	16000×9000×3800/2500, Q235, 20g, F4, мешалка, взрывозащищённый электродвигатель, кислотостойкая плитка, перегородка, балка	1	
5	Подземный резервуар для жидкой серы	φ3500×2450, Q235, 20Г	1	
6	Фильтр для жидкой серы	F = 60 м², Q235, сплавы и др.	1	
7	Резервуар для хранения жидкой серы	φ10000×9000, 16MnR, 20Г	1	Запас на 9 суток хранения
8	Серный насос	Q = 18 м³/ч, Н = 40 м, сплав	2	
9	Насос перекачки серы	Q = 18 м³/ч, Н = 25 м, сплав	2	
10	Насос серы после фильтрации	Q = 5 м³/ч, Н = 80 м, сплав	2	
11	Установка для сбора конденсата	Устройство возврата воды, фильтр-грязевик, устройство для устранения кавитации, насос конденсата и др.	1	
12	Ручная однобалочная тележка	3 тонны	1	
1	Насос для дизельного топлива	КСВ18.3-3, 2м³/ч, 0.6МПа	2	

		КСВ18.3-3 、 2m <sup>3</sup> /h 、 0.6MPa		
2	Резервуар для дизельного топлива	φ <sub>внутр</sub> 2000×2500, Q235	1	
3	Система розжига	Горелка, топливная форсунка, устройство розжига	1	
4	Вентилятор для сушки печи	Q = 500 м <sup>3</sup> /мин, P = 2.5 кПа	1	
5	Воздуходувка	Q = 1000 м <sup>3</sup> /мин, P = 42 кПа	1	
6	Электрический однобалочный кран	LK=10.5m Q=10т Высота подъёма Н = 8 м	1	
7	Печь для сжигания серы	φ <sub>внутр</sub> 3500×12900, углеродистая сталь, сплав, огнеупорный кирпич, теплоизоляционный кирпич	1	
8	Конвертер (углеродистая сталь)	φ <sub>внутр</sub> 6500× ~ 17600, четырёхсекционный, 16MnR, Q235, сплав, жаропрочный чугун	1	
9	Катализатор	S101、S108	~130m <sup>3</sup>	
10	Второй теплообменник	F≈600м <sup>2</sup> , Q235, 20#, 16MnR, диффузия алюминия и др.	1	

11	Третий теплообменник	F≈1200 м <sup>2</sup> , Q235, 20#, 16MnR, диффузия алюминия и др.	1	
12	Электронагреватель первой ступени	960 кВт, Q235, огнеупорные материалы	1	
13	Электронагреватель четвертой ступени	480 кВт, Q235, огнеупорные материалы	1	
14	Вентилятор для циркуляционного подогрева	W9-26-11№14D Q=500 м <sup>3</sup> /min、P=7264Pa	1	
15	Сушильная башня (трубчатый разделитель кислоты)	φ внутр. 4000 мм × ~14.5 м, углеродистая сталь, кислотостойкий кирпич, арка из керамических шаров	1	
16	Башня первой абсорбции (трубчатый разделитель кислоты)	φ внутр 4000× ~ 15800, углеродистая сталь, кислотостойкий кирпич, арка из керамических шаров	1	
17	Башня второй абсорбции (трубчатый разделитель кислоты)	φ внутр 4000× ~ 14200, углеродистая сталь, кислотостойкий кирпич, арка из керамических шаров	1	

18	Циркуляционный бак сушильной башни	фвнутр 2758×10000, Q235, плитка, низкохромистый чугун	1	
19	Циркуляционный бак второй абсорбционной башни	фвнутр 2758×7000, Q235, плитка, низкохромистый чугун	1	
20	Охладитель кислоты сушильной башни (Yangbao)	F=230 м <sup>2</sup> , 316L, 304, и др	1	
21	Охладитель кислоты абсорбционной башни (Yangbao)	F=130 м <sup>2</sup> , 316L, 304, и др	1	
22	Охладитель кислоты абсорбционной башни (Yangbao)	F=100 м <sup>2</sup> , 316L, 304, и др	1	
23	Охладитель готовой кислоты (Yangbao)	F=50 м <sup>2</sup> , 316L, 304, и др	1	
24	Циркуляционный насос сухой абсорбционной кислоты	LSB350-30, кислотостойкий сплав	4	
26	Подземный резервуар для концентрированной кислоты	φ внутр 3000×2250, углеродистая сталь, кислотостойкий кирпич	1	
27	Насос подземного резервуара	LSB60-32, кислотостойкий сплав	2	

28	Резервуар для хранения готовой кислоты 98%	Ф13000×13000, Q235, и тд	2	
29	Подземный резервуар для налива кислоты	φ Internal 3000×2250, углеродистая сталь, кислотоупорный кирпич	1	
30	Насос подземного резервуара	LSB60-32, кислотоупорный сплав	2	
31	Высокоуровневый резервуар для налива кислоты	Ф2200×2500, Q235, и тд	1	
32	Башня десульфурации хвостовых газов (насадочная колонна, интегрированная конструкция желоба башни)	DN 内 3400×18000, FRP	1	
33	Циркуляционный насос для башни десульфурации (оснащен двигателем с регулируемой частотой)	Q = 240m³/h, H = 30m	2	
34	Накопительный бак H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (содержит систему противопожарной защиты)	DN3000×2500 316L	1	

35	Промежуточный бак H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	DN3000×2500 316L	1	
36	Питательный насос для H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Q=5m <sup>3</sup> /h、H=20m Q=5m <sup>3</sup> /h、H=20m	2	
37	Дозирующий насос для H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (8%)	Q=1m <sup>3</sup> /h、H=20m	2	
38	Электрическое оборудование для удаления тумана (включая вспомогательное оборудование и систему промывочной воды)	Мокрый тип N=100 труба C-FRP	1	
39	Насос промывочной воды для электрического оборудования для удаления тумана	Q=30m <sup>3</sup> /h、H=30m	1	
40	Дымоход Дымоход для отвода газовых газов (установлен в верхней части электрического оборудования для удаления тумана, с высотой + 40 м)	DN <sub>вн</sub> 1100/12×22000 、 FRP	1	
41	Котел-утилизатор	2.8 МПа, 22.5 т/ч, Q345R, 20G, 20,	1	

		защитная гильза из корунда, огнеупорная заливка		
42	Переохладитель высокого давления, водяной распылительный охладитель	12Cr1MoVG, 2.8 МПа, 22.5 т/ч, перегрев до 450°C, оребренная труба: 12Cr1MoVG, коллектор, корпус и прочие детали: 06Cr18Ni10 (304), водяной распылительный охладитель: 12Cr1MoVG	1	
43	Переохладитель низкой температуры	2.8 МПа, оребренные трубки и коллектор: 20G, 08F, корпус и прочие части: Q245R, Q235, 20	1	
44	Экономайзер №1	3.2МПа 24t/h 20G 20 Q195 Q235	1	
45	Экономайзер №2	3.2МПа 24t/h 20G 20 Q195 Q235	1	
46	Вспомогательное оборудование котла	Включает непрерывный и периодический слив, дозирование, деаэрацию, отбор проб, понижение температуры и	1 комплект	

		давления, пароразделительный барабан, водяной бак, насос, насос подпиточной воды и др.		
47	Теплотехнический трубопровод		1	
48	Оборудование для опреснения воды	Производительность очистки воды ~ 30 т/ч, Q235 20g и т. д.	1	
49	Бак сырой воды		1	
50	Насос сырой воды	Q=45 m <sup>3</sup> /h H=33m	2	
51	Дозатор флокулянта		1	
52	Дозатор стерилизатора		2	
53	Дозирующий насос	0-5L/H	2	
54	Многокомпонентный фильтр		1	
55	Угольный фильтр		1	
56	Насос обратной промывки	Q=140 m <sup>3</sup> /h H=23m	1	
57	Бак фильтрата		1	
58	Первичный насос обратного осмоса	Q=27 m <sup>3</sup> /h H=35m	2	
59	Дозатор восстановителя		1	
60	Дозатор ингибитора накипи		1	
61	Основной защитный фильтр		1	



62	Первичный насос высокого давления	$Q=27 \text{ m}^3/\text{h}$ $H=135\text{m}$	2	
63	Первичное устройство обратного осмоса		2	
64	Резервуар для воды обратного осмоса уровня 1		1	
65	Вторичный питательный насос обратного осмоса	$Q=20 \text{ m}^3/\text{h}$ $H=35\text{m}$	2	
66	Дозатор щелочи		1	
67	Дополнительный защитный фильтр		1	
68	Дополнительный насос высокого давления	$Q=20 \text{ m}^3/\text{h}$ $H=135\text{m}$	2	
69	Дополнительное устройство обратного осмоса		2	
70	Резервуар для воды обратного осмоса уровня 2		1	
71	Питающий насос	$Q=30 \text{ m}^3/\text{h}$ $H=45\text{m}$	2	
72	Охлаждающая башня	$Q=750 \text{ m}^3/\text{h}$ $\Delta T=10^\circ\text{C}$	2	
73	Циркуляционный насос	$Q=750\text{m}^3/\text{h}$ $H=32\text{m}$	3	Два в работе, один в резерве
74	Фильтр без клапанов	$100\text{m}^3/\text{h}$	1	
75	Устройство для дозирования реагентов	JY-1	1	

76	Трубопроводы, клапаны		1	
77	Распределённая система управления (DCS)	<p>Система управления: комплект распределённой системы управления, включающий измерение, отображение, запись, регулирование и блокировку с аварийной сигнализацией по параметрам: температура, давление, уровень жидкости, анализ, расход, сигналы электрических переключателей и др.</p> <p>1. Станция управления, станция оператора, станция инженера, принтер, ИБП и т.д.</p> <p>2. Цифровой вход: пассивный переключатель – 25 точек</p> <p>3. Цифровой выход: пассивный</p>	1	

		переключатель – 32 точки		
		4. Аналоговый вход: 4–20 мА – 105 точек		
		Термосопротивление Pt100 – 54 точки		
		Термопара типа К – 40 точек		
		5. Аналоговый выход: 4–20 мА – 12 точек		
78	Анализатор концентрации SO <sub>2</sub>	EN-600 0~15%SO <sub>2</sub>	1	
79	Анализатор низкой концентрации SO <sub>2</sub>	R>-006 0~1000PPM	1	
80	Интегратор расхода		1	
81	Автоматический анализатор H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	96.0~99.0%H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3	
82	Технологические трубопроводы, клапаны и компенсаторы		1	
83	Платформы, перила, лестницы, опоры и т.п. (за исключением перил и лестниц строительной части)		1	
84	Водоснабжение, водоотведение, противопожарная система		1	
85	Система электроснабжения внутри установки: низковольтное распределение, электроконтроль, освещение, молниезащита и др. (не включая трансформаторы, высоковольтную часть и подключение к сети генерации)		1	

86	Теплоизоляция и покраска (каменная вата, алюмосиликат, сепиолит, алюминиевая обшивка, два слоя грунтовки и два слоя покрытия)	1	
----	---	---	--

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							67
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

## 10. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

### 10.1. Расчет продолжительности строительства

Расчет продолжительности определим по формуле, применяемой для разработки ПОС

$$T = \frac{H}{8 \times 21,5 \times C \times П}$$

где Н – нормативная трудоемкость, чел.-час; Н=1802 чел.-час;

8 – продолжительность рабочего дня, час;

21,5 – усредненное количество рабочих дней в месяце;

С – сменность работ;

П – количество рабочих в бригаде, П=10 чел.

$$T = 1802 / 8 \times 21,5 \times 1 \times 10 = 10,664 \text{ мес.} \sim 11 \text{ мес.}$$

Общая продолжительность строительства составит 11 мес.

### 10.2. Организационные мероприятия при производстве СМР

Перед производством строительно-монтажных работ на площадке заказчик должен:

- уведомить архитектурно-строительный контроль о начале производства строительных работ;
- назначить ответственное лицо по техническому надзору;
- завести журнал технадзора за строительством;
- заключить договор с подрядной организацией.

Генподрядчик до начала строительства должен:

- разработать и согласовать с инспектирующими организациями проект производства работ (ППР) и утвердить его в установленном порядке;
- назначить лицо, ответственное за производство работ, технику безопасности и пожарное состояние на площадках строительства;
- принять экзамен у ответственных инженерно-технических работников за производство работ;

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							68
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

- завести журналы производства работ.

Подрядчик во время строительства обязан составлять акты на скрытые работы в присутствии представителя технадзора. Все работы, которые в процессе реконструкции и строительства будут скрыты в конструктивных элементах подлежат поэлементной приемке.

Лабораторному контролю силами строительной лаборатории подлежат:

- соединения элементов трубопроводов;
- качество сварных соединений металлических конструкций;
- качество монтажных работ в условиях пониженных температур;
- качество строительных материалов, изделий и конструкций.

Геодезическому контролю подлежат:

- исполнительная съемка;
- уклоны трубопроводов;
- заглубление трубопроводов;
- заглубление фундаментов зданий и сооружений;
- отметки перекрытий и покрытий;
- отметки монтажных конструкций.

Проживание работников, выполняющих строительные работы, предусматривается в городе Аксу. Бытовые нужды (душевые, санитарные помещения, питание и т.д.) обеспечиваются по месту проживания за пределами строительной площадки.

Водоснабжение на объекте предусматривается за счёт привозной хозяйственно-бытовой и строительной воды, доставляемой специализированным транспортом

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							69
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

## 11. СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СН РК 1.02-03-2022 «Порядок разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации на строительство»;
2. Трудовой кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 года № 414-V; (с изменениями и дополнениями по состоянию на 16.06.2024 г.)
3. Закон Республики Казахстан «О гражданской защите» от 11 апреля 2014 года № 188-V (с изменениями и дополнениями по состоянию на 08.06.2024 г.);
4. Технический регламент «Общие требования к пожарной безопасности» от 17.08.2021 г. (Приложение 1 к приказу Министра по чрезвычайным ситуациям РК от 17 августа 2021 года № 405)
5. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к зданиям и сооружениям производственного назначения», утверждены Приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 03.08.2021 года № КР ДСМ-72 с учетом приказа Министра здравоохранения РК от 05.04.2023 №60.
6. Правила обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов химической отрасли промышленности, Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года № 345 в редакции приказа Министра по чрезвычайным ситуациям РК от 14.07.2023 №382
7. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) в редакции приказа Министра энергетики РК от 31.10.2022 № 340
8. Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности (СЭТОРБ) №КР ДСМ-275/2020 от 15.12.2020 г. в редакции приказа Министра здравоохранения РК от 05.04.2023 №60 ;
9. СН РК 1.03-05-2011 «Охрана труда и техника безопасности в строительстве»;
10. СП РК 1.03-106-2012 «Охрана труда и техника безопасности в строительстве»;  
(с изменениями и дополнениями по состоянию на 20.12.2020 г.)
11. СП РК 2.01-103-2013 «Защита строительных конструкций от коррозии»; (с изменениями от 01.08.2018 г.)

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							70
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

12. СП РК 2.04-01-2017 «Строительная климатология»; (с изменениями от 01.04.2019 г.)
13. ГОСТ 21.101-97 «Основные требования к проектной и рабочей документации»;
14. СП РК 5.03-107-2013 «Несущие и ограждающие конструкции»;
15. СН РК 3.02-28-2011 «Сооружения промышленных предприятий»;
16. СН РК 3.01-03-2011. «Генеральные планы промышленных предприятий»;
17. СН РК 3.01-01-2013. «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских населенных пунктов.(с изменениями и дополнениями от 19.04.2024 г.) »;
18. СН РК 3.02-27-2023 «Производственные здания»;
19. СП РК 2.02-101-2022 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
20. СП РК 3.05-103-2014 «Технологическое оборудование и технологические трубопроводы»;
21. СН 527-80 «Инструкция по проектированию стальных технологических трубопроводов Р до 10МПа»; совместно с письмом Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан от 10 мая 2023 года № ЖТ-2023-00733321 «Касается действия Пособия по расчету на прочность технологических стальных трубопроводов на Ру до 10 МПа (к СН 527-80)» на территории РК» и письма Министерства энергетики Республики Казахстан от 27 мая 2023 года № ЖТ-2023-00864732 «Касается действия СН 527-80»;
22. Технический регламент «Общие требования к пожарной безопасности» от 17.08.2021 г. »;
23. СНиП РК 2.04-05-2014 «Изоляционные и отделочные покрытия»
24. Кодекс Республики Казахстан от 7 июля 2020 года № 360-VI «О здоровье народа и системе здравоохранения» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 16.06.2024 г.)
25. СН РК 4.04-07 -2023. «Электротехнические устройства.»;
26. СН РК 2.02-02-2019. «Пожарная автоматика зданий и сооружений»;

						10-02-25/01-2-ПЗ	лист
							71
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		