

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут

Кафедра Прикладної екології та охорони праці  
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційний проект

магістра

(рівень вищої освіти)

на тему Розробка заходів з охорони праці на тепловій електростанції

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.2630

спеціальності 263 Цивільна безпека

(код і назва спеціальності)

освітньої програми охорона праці

(код і назва освітньої програми)

Фоміна Н.В.

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, к.т.н. Рижков В.Г.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут  
Кафедра Прикладної екології та охорони праці  
Рівень вищої освіти магістр  
Спеціальність 263 Цивільна безпека  
(код та назва)  
Освітня програма Охорона праці  
(код та назва)  
Спеціалізація \_\_\_\_\_  
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Фоміної Надії Валеріївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема проекту Розробка заходів з охорони праці на теплової електростанції

керівник роботи Рижков Вадим Генієвич, к.т.н., доцент,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 30 » 06 2021 року № 974-с

2 Строк подання студентом роботи 01.12.2021

3 Вихідні дані до роботи Об'єкт проектування – цех підготування води теплової електростанції.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Огляд існуючих технологій промислового очищення води ; аналіз аварій з викидами луку та кислоти, існуючих заходів і засобів захисту; аналіз травматизму і профзахворюваності; вибір, розробка і (якщо потрібно) розрахунок засобів захисту.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) План цеху підготування води, розрізи приміщень, АС РВО, заходи з охорони праці.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Теорет. розділ	Ришков В. Г. (доцент)	02.09.2021	
Дослідч. розділ	Ришков В. Г. (доцент)	16.09.2021	
Проект. розділ	Ришков В. Г. (доцент)	07.10.2021	
Орган. зав.	Ришков В. Г. (доцент)	21.10.2021	
Експерт. розділ	Ришков В. Г. (доцент)	28.10.2021	

7. Дата видачі завдання 02.09.2021

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Теоретичний розділ	16.09.2021	викон.
2	Дослідницький розділ	07.10.2021	викон.
3	Проектний розділ	21.10.2021	викон.
4	Організаційне завдання	28.10.2021	викон.
5	Експертний розділ	18.11.2021	викон.

Студент   
(підпис)

Фаліна Н.В.  
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)   
(підпис)

Ришков В. Г.  
(ініціали та прізвище)

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер   
(підпис)

Ришков В. Г.  
(ініціали та прізвище)











## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	7
ВСТУП	8
1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	10
1.1 Підготовка додаткової води на ТЕС	10
1.1.1 Схеми обробки та очистки води	10
1.1.2 Попередня очистка поверхневих вод	11
1.1.3 Обробка води методами іонного обміну	13
1.1.4 Мембранні методи очищення води	15
1.2 Опис виробничого процесу з підготовки води на Придніпровській ТЕС	16
1.3 Аналіз небезпеки хімічної ділянки цеху	19
1.4 Умови праці працівників цеху підготовки води	21
1.5 Стан електробезпеки цеху	25
1.6 Стан пожежної безпеки цеху	25
2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	28
2.1 Аналіз аварій на об'єктах, що в технології використовують сірчану кислоту та їдкий натр	28
2.2 Огляд протиаварійних заходів	30
2.2.1 Існуючі заходи	31
2.2.2 Запропоновані заходи	34
2.3 Система управління ризиками на виробництві	38
2.4 Аналіз профзахворюваності	40
2.5 Аналіз використання ЗІЗ	47
2.6 Автоматизована система раннього виявлення надзвичайних ситуацій і оповіщення	51



3 ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ	58
3.1 Підбір ємності для зберігання луку NaOH	58
3.2 Розрахунок потужності припливно- витяжної вентиляції	66
3.3 Розробка заходів і засобів захисту від шуму	76
3.4 Розрахунок опору заземлення нейтралі трансформатора	84
3.5 Розрахунок кількості вогнегасників	83
4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА	86
4.1 Структура й організація управління цеху підготування води ТЕС	86
4.2 Планування організації виробничого процесу	88
4.3 Планування виробничої програми	91
4.4 Розрахунок кількості основних робітників та фонду заробітної плати	94
4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	97
5.1 Розрахунок капітальних вкладів	97
5.2 Аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму.	98
5.3 Оцінка економічної ефективності заходів щодо охорони праці в цеху підготування води	100
ВИСНОВОК	106
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	108
ДОДАТОК А	114
ДОДАТОК Б	115

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ЛОТОТО – Система блокування, маркування та перевірки

PVC-C – перхлорвінілхлорід

АРМ – автоматизоване робоче місце

АТС – автоматизована телефонна станція

БЗУ – блочна знесолююча установка

БОУ – блок оповіщення універсальний

БКВ – баки коагульованої води

ВВК – вогнегасник вуклеислотний

ВП – вогнегасник порошковий

ВП – вимірювальні перетворювачі (АС РВО)

ГДК – гранично допустима концентрація

ГМ – гучномовець

ГР – горюча речовина

ЗІЗ – заходи індивідуального захисту

КВПіА – контрольні-вимірювальні пристрої і автоматика

МКУ – модуль комунікаційний універсальний

МФ – механічний фільтр

ЛЗР – легкозаймиста речовина

НКВ – насоси коагульованої води

НС – надзвичайна ситуація

ОП – охорона праці

ОЗР – оперативне мовне сповіщення

ПБЕ – правила безпечної експлуатації електроустановок

ПВХ – полівінілхлорід

ПУ – пристрій узгодження

ХВ – хімічне відділення

ХЗУ – хімічна знесолююча установка

## ВСТУП

У даному кваліфікаційному проєкті розглядаються існуючі та пропонуються нові сучасні заходи з охорони праці та техногенної безпеки для зменшення ризику травмувань та появи професійних хвороб у працівників цеху підготовки води ТЕС .

Цех підготовки води є частиною ТЕС. Тут є велика кількість небезпечних та шкідливих факторів, що становлять загрозу здоров'ю працівників. Згідно досвіду, в останні роки великий відсоток працівників отримували травми та професійні захворювання через несприятливі умови праці. На працівників діяли підвищений рівень шуму, небезпека ураження шкіри та дихальних шляхів вапняним пилом, промислова вібрація, хімічні опіки від кислоти та лугу, можливість механічних ушкоджень ( падіння з висоти). Робота в таких умовах була пов'язана з досить великим ризиком для здоров'я.

В кваліфікаційному проєкті запропоновані сучасні методи щодо усунення небезпечних та зниження ризиків дії шкідливих факторів до допустимих меж. Розглянуто такі пропозиції, як заміна металевих баків для зберігання лугів , встановлення захисних коробів на крани подачі кислоти та лугу, встановлення захисних щитів , видалення шкідливих домішок з повітря робочої зони за рахунок вентиляції, встановлення системи аварійного реагування на вміст шкідливих домішок в повітрі, душів на ділянці змішування кислоти в просторі цеху, захисних звукоізолюючих укриттів для насосного обладнання, заміна насосів подачі кислоти на ежекторні насоси самотоку. Небезпечні роботи, такі як відкривання та подача лугів та кислот до бака мірника та змішування з водою, пропонується виконувати у надійних оновлених ЗІЗ.

Використовуючи запропоновані заходи з охорони праці та техногенної безпеки у цеху підготовки води, можна досягти підвищення рівня умов праці

до допустимих, тим самим заощадити кошти на додаткові виплати працівникам, зменшити вірогідність виникнення аварій та нещасних випадків, збільшити виробничі показники та створити кращі умови для заохочення інвестицій для розвитку ТЕС.

\

## 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Підготовка додаткової води на ТЕС

#### 1.1.1 Схеми обробки та очистки води

У кваліфікаційному проєкті розглядається цех підготування води Придніпровської ТЕС.

Для відновлення витрат пари та конденсати в системі на ТЕС створюється цех підготовки води. В залежності від типу котлів, якості вихідної води підбирається тип технологічної очистки води. Хімічне знесолення використовується при середньорічному вмісті аніонів сильних кислот в вихідній воді не менш ніж 5 мг·екв/г, в інших випадках рекомендовано використовувати хімічне знесолення у поєднанні з мембранними методами або термічне знесолення. Для електростанцій з барабанными котлами застосовують одно- або двохступеневі схеми хімічного знесолення, а з прямоточними котлами – трьохступеневе хімічне знесолення доданої води. При середньому вмісті в вихідній воді органічних домішок більше ніж 20мг/кг O<sub>2</sub> необхідно використовувати термічне знесолення незалежно від аніонного складу води з використанням випарників. [1] Схеми обробки води показано у таблиці 1.1.

При обмеженні на скидання нейтралізованих стоків додатково встановлюється пристрій для опрацювання стоків.

Таблиця 1.1– Основні схеми обробки води та область їх використання

№ п/п	Схема обробки води	Область використання
1	2	3
1	Na-катіонування	ТЕС та промислові котельні установки з барабанными котлами низького тиску.

Закінчення таблиці 1.1– Основні схеми обробки води та область їх використання

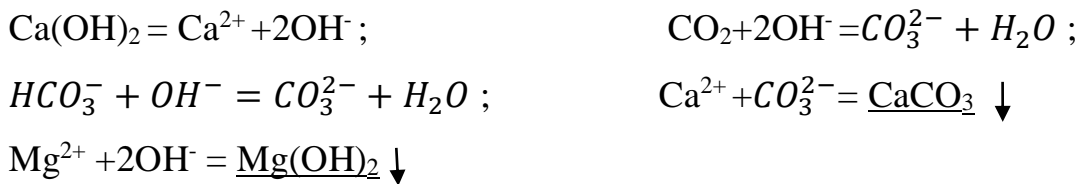
1	2	3
2	NH <sub>4</sub> -Na катіонування	ТЕС та промислові котельні установки з барабанними котлами низького тиску.
3	H-Na катіонування	ТЕС та промислові котельні установки з барабанними котлами середнього тиску.
4	Na-Cl іонування	
5	Хімічне знесолення шляхом відокремленого H-OH іонування	ТЕС та промислові котельні установки з барабанними котлами високого тиску без попереднього перегріву пари. Деактивація мало мінеральних розчинів.
6	Хімічне знесолення в 2 ступені	ТЕС з барабанними котлами високого тиску з попереднім перегрівом пари.
7	Хімічне знесолення в 3 ступені	ТЕС з барабанними котлами із надкритичними параметрами пари.
8	Хімічне знесолення в 3 ступені з попереднім висвітленням, коагуляцією та фільтрацією	Для поверхневих вод ( озеро, ріка, штучне джерело води) .
9	Спільне H-OH іонування (фільтри змішаного способу дії)	Знесолення турбінного конденсату ТЕС
10	Зворотній осмос	Зниження вмісту солей вихідної високо мінералізованої води

### 1.1.2 Попередня очистка поверхневих вод

Для грубої очистки води використовують коагулянти та освітлення(додання вапна). При цьому одночасно проходить процес

зниження загальної жорсткості та зменшення сухого залишку. При суміщенні процесів коагуляції та освітлення води, коли  $\text{pH} > 8,5$ , в якості коагулянта використовують  $\text{FeSO}_4$ . При коагуляції як самостійній стадії обробки використовується  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , при цьому оптимальні  $\text{pH}$  дози коагулянту підбираються експериментальним шляхом.

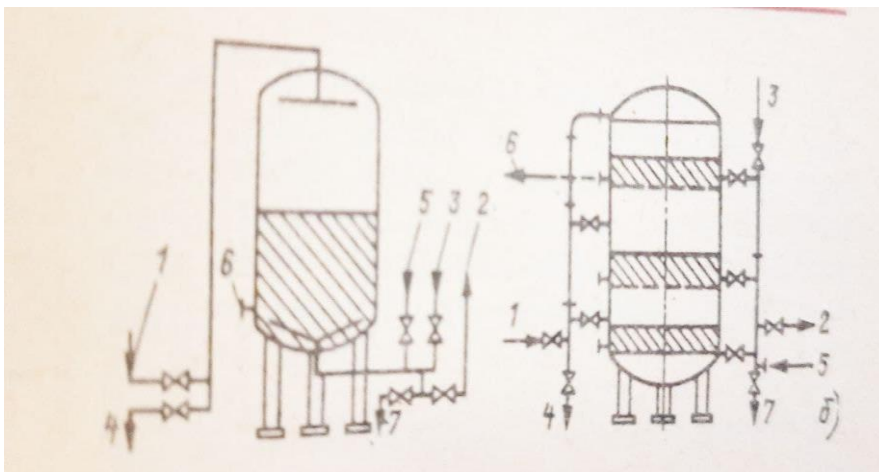
При додаванні до природної води вапна проходять такі реакції [2]:



Перед процесом освітлення води триває підігрів до  $30\text{-}40^\circ\text{C}$ .

Фільтрування води крізь висвітлювальні фільтри виконується з метою видалення грубо дисперсних домішок. В установці потужністю  $300\text{м}^3/\text{год}$ . використовують напірні однопоточні фільтри, завантажені дробленим антрацитом.

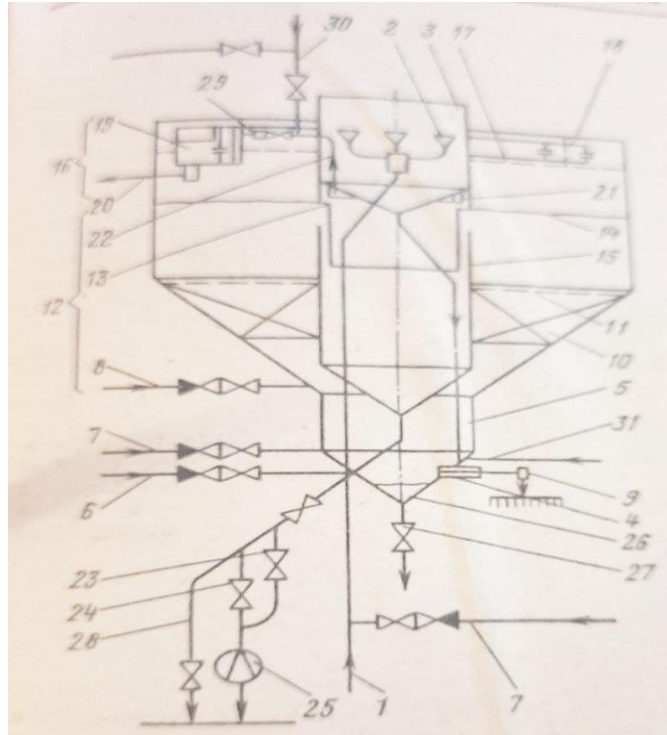
Промивання освітлювальних фільтрів для видалення залишку проводиться зворотнім током води. Схеми фільтрів та освітлювача показані на рисунках 1.1 та 1.2.



1 – підвід води для обробки; 2 – вихід обробленої води; 3 – підвід промислової води; 4 – вихід промивної води; 5 – підвід стисненого повітря; 6 – штуцер для вивантаження води; 7 – скидання першого фільтрату.



Рисунок 1.1 – Схема однокамерного та трьохкамерного (б) висвітлювальних фільтрів.



1– вихідна вода; 2– розподільча система відводу повітря; 3– відвід повітря; 4– ввід води в освітлювач; 5 – камера змішування; 6 – розчин вапна; 7 – розчин коагулянта; 8 – розчин поліакріламід; 9 – регулюючий пристрій; 10 – вертикальні перегородки; 11 – решітка; 12 – зона контактної середи; 13 – шламоприймальні вікна; 14 – рівень зваженого шару; 15 – шламоуцільнювач; 16 – зона освітлення; 17 – верхня решітка; 18 – жолоб; 19 – розподільчий пристрій; 20 – вихід висвітленої води; 21 – перфорований колектор; 22 – відвід води з шламоуцільнювача; 23,24 – продувні лінії; 25 – шайба витратоміра; 26 – брудоприймач; 27 – періодичне продування; 28 – лінія випорожнення; 29 – промивка колектора шламоуцільнювача; 31 – скидання промивної води

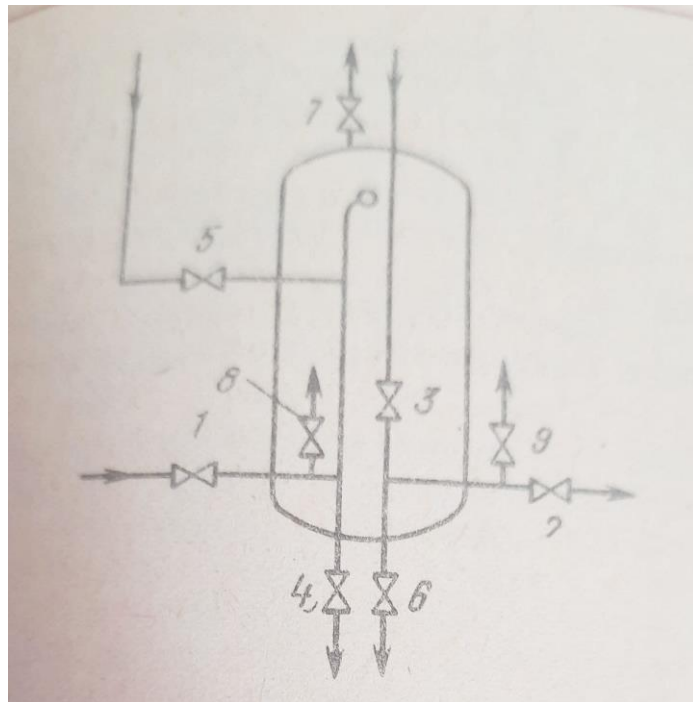
Рисунок 1.2– Освітлювач для процесу вапнування води.

### 1.1.3 Обробка води методами іонного обміну

Обробка води методами іонного обміну здійснюється шляхом

фільтрування води крізь шар іоніту – синтетичної речовини, здатної поглинати з оброблюваної води іонізовані домішки та віддавати в розчин інших іонів. Іонообмінні матеріали, здатні до обміну катіонами, називаються катіонітами, аніоніти здатні до обміну аніонів. Схема іонообмінного фільтру (рис.1.3 та 1.4).

Швидкість пропускання розчинів лугу та кислоти повинна дорівнювати 10 м/год. протягом 45-120 хвилин .



1,2 – вхід та вихід води, що обробляється; 3,4 – вхід та вихід води, яку розпушують; 5 – вхід відновлюючого розчину; 6 – спуск у каналізацію; 7 – повітропровід; 8 та 9 – крани для відбору проб.

Рисунок 1.3 – Схема іонітного фільтру

Повний цикл роботи іонообмінного фільтру включає робочий період експлуатації фільтру та період його регенерації, який складається з пропуску регенераційного розчину та подальшого промивання. Регенерація застосовується для відновлення властивості іонообмінної колонки здійснювати очищення води. Регенерація Na-катіоніту проводиться 1-% розчином NaOH, H- аніоніту проводиться розчином 1-2%  $H_2SO_4$  .[3]



Рисунок 1.4 – Фільтр іонітний змішаної дії

#### 1.1.4 Мембранні методи очищення води

В основі мембранного методу лежить перенос іонів або молекул води крізь мембрани, що не супроводжується фазовими переходами при видаленні домішків, що дозволяє не використовувати хімічні реагенти.

*Електродіаліз* – це процес видалення з розчинів іонізованих речовин шляхом переноса їх крізь мембрани в полі постійного електричного струму. Катіонітові та аніонітові мембрани виконуються у вигляді еластичних плівок, що складаються з іонообмінних матеріалів. Струм крізь мембрани переноситься тільки іонами одного заряду. Використовуючи катіонітні та аніонітні мембрани, створюють багатокамерний електродіалізатор для зниження вмісту солей у оброблюваній воді.

*Установки зворотнього осмосу* – діють на принципі «проштовхування» молекул води крізь мембрани, які практично непроникні для іонізованих домішків, що знаходяться у водному розчині, включаючи природну воду. Діючою силою процесу є надлишковий тиск, який повинен перевищувати осмотичний.

Перевага установок мембранного типу в тому, що немає необхідності використовувати їдкі та шкідливі речовини. Недоліки – висока собівартість .

## 1.2 Опис виробничого процесу з підготовки води на Придніпровській ТЕС

Теплова електростанція – це електростанція, яка виробляє електричну енергію за рахунок перетворення хімічної енергії палива при спалюванні в теплову, а далі в механічну енергію обертання валу електрогенератора. В якості палива використовується вугілля або природний газ.

В теплоелектростанції паливо спалюється в топці парового котла, далі нагріта вода перетворюється в пару. Перегріта пара під тиском використовується для обертання валу в турбогенераторі.

Використання води в парових котлах пов'язано з рядом труднощів, які виникають головним чином через те, що вона містить речовини, здатні порушувати нормальну роботу котла або турбіни. З води або під її впливом на внутрішніх поверхнях нагріву котлів нерідко виникають накипні відкладення, які, володіючи низькою теплопровідністю, викликають перегрів металу труб, що зменшує його міцність. Тому підтримка внутрішніх поверхонь нагріву котлів та іншого теплосилового обладнання в безнакипному стані здійснюється шляхом водо підготовки або попередньої очистки води. [4]

### Технологічна схема роботи хімічної знесолюючої установки

Для забезпечення шести котлів ТПП-312, які працюють на закритичних параметрах (ТГП-545°C, Рпп-255 атм) добавочною водою на ТЕС існує цех підготовки води, який складається з блочної знесолюючої установки (БЗУ) та хімічного відділення з хімічною знесолюючою установкою (ХЗУ), яка більш тонку очистку сирі води. Продуктивність котлів станції марки ТПП-312 1000т пари/год.

До складу БЗУ входить установка попередньої очистки методом вапнування та коагуляції сирі води від грубо- та колоїднодисперсних часток.

До складу хімічного відділення входить реагентне господарство для зберігання сірчаної кислоти, їдкого натру, вапна, коагулянту та ХЗУ –

знесолююча установка, яка працює за схемою триступеневої технологічної системи очистки коагульованої води методом іонного обміну. [4]

Підігріта вода до температури 35°C, із підігрівника сирі води по трубопроводу поступає на загальний колектор попередньої очистки. Сира вода тиск якої складає 7,0 кгс/см<sup>2</sup> по трубопроводу подається на освітлювач. В схемі попередньої очистки два освітлювача продуктивністю 310 м<sup>3</sup>/год V=413 м<sup>3</sup>, H=10224 мм кожний. Після освітлювача (коагульована) вода надходить в два баки коагульованої води (БКВ) V=200 м<sup>3</sup> кожний. Із бака коагульованої води насосом коагульованої води, в схемі три насоси потужністю 216-330 м<sup>3</sup>/год кожний, вода подається на механічні фільтри. [4] В схемі бмеханічних фільтрів (МФ).

Фільтри паралельно працюють з навантаженням 80 м<sup>3</sup>/год кожний, d<sub>y</sub>=3000 мм, S<sub>ф</sub>=9,1 м<sup>2</sup>. В технології знесолюючої установки, використовується два процеса: катіонування тобто видалення усіх катіонів, та аніонування – видалення усіх аніонів.

Перша ступінь катіонування складається із чотирьох двоступеневих фільтрів. Завантажені I корпус кожного фільтра слабокислотним катіонітом Аквалайт К-200, II корпус завантажений сильно кислотним катіонітом КУ-2-8. Фільтри паралельно працюють з навантаженням 120 м<sup>3</sup>/год, кожна пара d<sub>y</sub>=3000 мм, V<sub>ф.м.</sub>=15,5 м<sup>3</sup>, S<sub>ф</sub>=7,06 м<sup>2</sup>, H<sub>ф.м.</sub>=2200 мм.

Перша ступінь аніонування складається із 2 фільтрів, фільтри №1, 2 завантажені слабо основним аніонітом “Амберлайт IRA-67. Фільтри паралельно працюють з навантаженням 120 м<sup>3</sup>/год кожний, d<sub>y</sub>=3000 мм, V<sub>ф.м.</sub>=10,6 м<sup>3</sup>, S<sub>ф</sub>=7,06 м<sup>2</sup>, H<sub>ф.м.</sub>=1500 мм.

Після фільтрів I ступеню вода надходить на декарбонізатор – для видалення вуглекислоти, в схемі два декарбонізатора потужністю 125 м<sup>3</sup>/год кожний, d<sub>y</sub>=2320 мм, матеріал кільця Рашига 25x25, висота завантаження – 1305 мм. Кільця Рашига призначені для тонкого подрібнення води і збільшення її контакту з повітрям.

Після декарбонізатора вода надходить у проміжний бак з частково

знесоленою водою, в схемі два бака  $V=100 \text{ м}^3$  кожний. Із бака частково знесоленої води вода поступає на II ступінь катіонування.

II ступінь катіонування складається із 2 фільтрів, які завантажені сильно кислотним катіонітом КУ-2-8. В схемі паралельно працюють фільтри з навантаженням  $180 \text{ м}^3/\text{год}$  кожний,  $d_y=3000 \text{ мм}$ ,  $V_{\text{ф.м.}}=8,5 \text{ м}^3$ ,  $S_{\text{ф}}=7,06 \text{ м}^2$ ,  $H_{\text{ф.м.}}=1200 \text{ мм}$ .

II ступінь аніонування складається із 3 фільтрів, фільтри №1, 2 завантажені висок основним аніонітом Аквалайт А-500, фільтр №3 завантажений АВ 17-8. В принциповій схемі фільтри паралельно працюють з навантаженням  $120 \text{ м}^3/\text{год}$  кожний,  $d_y=3000 \text{ мм}$ ,  $V_{\text{ф.м.}}=10,6 \text{ м}^3$ ,  $S_{\text{ф}}=7,06 \text{ м}^2$ ,  $H_{\text{ф.м.}}=1500 \text{ мм}$ .

III ступінь катіонування складається із 2 фільтрів, які завантажені сильно кислотним катіонітом КУ-2-8. В схемі фільтри паралельно працюють з навантаженням  $120 \text{ м}^3/\text{год}$  кожний,  $d_y=2000 \text{ мм}$ ,  $V_{\text{ф.м.}}=4,71 \text{ м}^3$ ,  $S_{\text{ф}}=3,14 \text{ м}^2$ ,  $H_{\text{ф.м.}}=1500 \text{ мм}$ .

III ступінь аніонування складається із 2 фільтрів, один завантажено високоосновним аніонітом, фільтр №1 завантажено АВ-17-8, фільтр №2 Аквалайт А-500. Фільтри паралельно працюють з навантаженням  $120 \text{ м}^3/\text{год}$  кожний,  $d_y=2000 \text{ мм}$ ,  $V_{\text{ф.м.}}=4,71 \text{ м}^3$ ,  $S_{\text{ф}}=3,14 \text{ м}^2$ ,  $H_{\text{ф.м.}}=1500 \text{ мм}$ . Знесолена вода після фільтрів (ХЗУ) надходить у баки запасу конденсату, в схемі три баки по  $100 \text{ м}^3$  кожний.

Блокова знесолювальна установка (БЗУ) призначена для безперервної очистки всього конденсату енергоблоку і розрахована на потужність  $1000 \text{ м}^3/\text{год}$ . БЗУ складається з 3-х механічних фільтрів (МФ) і з 3-х фільтрів змішаної дії (ФЗД). На БЗУ встановлені фільтри-регенератори (ФР) і вузли регенерації (ВР). Після очищення конденсату на фільтрах БЗУ, конденсат надходить на підігрівник низького тиску (ПНД) №1 в подальшому по замкнутій схемі. [4]

Реагентне господарство

Призначене для зберігання запасу реагентів складається з:

- вапнякового відділення;
- складу хімічних реагентів з насосним відділенням для перекачки реагентів (кислоти, лугу, вапна, солі) на вузли регенерації ХЗУ, БЗУ;
- вузла перекачування і розвантаження прибулих реагентів;
- вузла збору і складання дренажних вод .

Схема нейтралізації та знешкодження скидних вод .

Нейтралізація скидних вод ХЗУ після регенерації відмивання фільтрів виконується в сборному резервуарі– бакові-нейтралізаторі  $V=400 \text{ м}^3$ .

Перемішування води в баку виконується за допомогою стислого повітря.

Нейтралізовані води після перевірки рН скидаються з бака-нейтралізатора в басейн- нейтралізатор. При рН середовища 7-8, скидна вода насосами дренажних вод відкачується на подальшу утилізацію.

Бакове господарство.

Для зберігання сірчаної кислоти, їдкого натру призначене бакове господарство, яке включає: чотири баки ємністю по  $100 \text{ м}^3$  для зберігання сірчаної кислоти, чотири баки ємністю по  $100 \text{ м}^3$  для зберігання їдкого натру. Баки виготовлені із сталі (днища  $\delta=8\text{мм}$ , циліндрична частина  $\delta=6 \text{ мм}$ ).

Для запасу коагульованої, частково знесоленої вод призначене бакове господарство, яке включає:

- два баки коагульованої води ємністю по  $200\text{м}^3$ ,
- два баки частково знесоленої води по  $100 \text{ м}^3$  ,
- три баки хімічно очищеної води по  $100 \text{ м}^3$ ,
- два баки промивання механічних фільтрів та регенеративних вод механічних фільтрів ємністю по  $200 \text{ м}^3$ ,
- бак розпушування Н-катіонітних фільтрів ємністю  $100 \text{ м}^3$ ,
- бак розпушування ОН-аніонітних фільтрів ємністю  $100 \text{ м}^3$ .

Також в цеху підготування води є ділянка підживлення мережі (АЗУ) пом'якшеною водою, але в даному проєкті вона не розглядається.



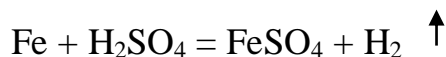
### 1.3 Аналіз небезпеки хімічної ділянки цеху

Основна небезпека хімічної ділянки цеху обумовлена агресивними властивостями сірчаної кислоти та їдкого натру значною їх кількістю, яка зосереджена на порівняно малій площі, а також небезпекою технологічних операцій, пов'язаних з їх прийманням, транспортуванням та зберіганням сірчаної кислоти та їдкого натру.

При проливах сірчаної кислоти або лугу можливе травмування людей (хімічні опіки, отруєння парами кислоти) за умови невикористання засобів індивідуального захисту. Кількість постраждалих при цьому буде обмежена персоналом підприємства, що випадково потрапили під дію парів проливу. Незважаючи на те, що сірчана кислота належить до токсичних речовин, через низький парціальний тиск насичених парів, за температури навколишнього середовища, її проливи не створюють токсичну хмару. Проте, випаровування проливів сірчаної кислоти в приміщенні може призвести до утворення зони загазованості, при цьому концентрація парів сірчаної кислоти здатна викликати подразнення шкіри, хімічні опіки слизових оболонок та дихальних шляхів. [5]



При пошкодженні захисного покриття на внутрішній частині бака-мірника, можлива взаємодія розбавленої сірчаної кислоти із матеріалом стінок мірника та виділенням водню. При утворенні воднево-повітряної суміші вибухонебезпечної концентрації можливий вибух в баку-мірнику. [5]



Внаслідок взаємодії металевої внутрішньої стінки баків з їдким натром можливе утворення проливів лугу.

Для нейтралізації проливів лугу та кислоти на складі забезпечено зберігання нейтралізуючих речовин. Для нейтралізації лугу використовується 2% розчин борної кислоти, для кислоти – 3% розчин

питної соди, вапно. Нейтралізуючі речовини зберігаються в сусідньому приміщенні від насосів-дозувачів .

Двигуни насосів живляться електричною енергією. До електродвигунів ведуть кабелі з герметичною ПВХ оболонкою. Природне старіння матеріалу, що приводить до погіршення технічних характеристик ПВХ ізоляції і в кінцевому підсумку до виходу з ладу електричного кабелю, полягає в поступовому зменшенні концентрації пластифікаторів у складі пластикату з плином часу експлуатації. В результаті матеріал втрачає пластичність, розтріскується і ущільнюється кабель. При цьому відбувається його усадка, зменшення зовнішнього діаметра ізолюваних жив, що призводить до зниження діелектричних властивостей ізоляції. Поява мікротріщин сприяє збільшенню струмів витоку, перегріву проводів і в кінцевому підсумку короткого замикання між фазною і нульовою жилою. [6]

При використанні кабелю АВВГ, всередині жили кабелю прокладено алюмінієвий дріт. При пошкодженні гермо оболонки кабелю або при його обриві та наявності у атмосфері випарів сірчаної кислоти можлива реакція із появою сірководню, який навіть у малих концентраціях має отруйні властивості.



Виходячи з небезпечних властивостей сірчаної кислоти та їдкого натру, що використовуються у хімічному відділенні цеху, можливі аварії у вигляді :

- проливи сірчаної кислоти та їдкого натру;
- утворення  $H_2S$  та  $SO_2$  .

#### **1.4 Умови праці працівників цеху підготовки води**

Для створення нормальних умов праці планування та конструкцію будівлі цеху, вентиляція та освітлення повинні відповідати вимогам санітарних норм для промислових підприємств. Для складської площадки, де

зберігається кислота та луг, передбачається можливість природного провітрювання для максимального притоку повітря. Площадка має жолоби для відводу опадів та стічних від.

Побутові приміщення, для виключення дії на працівників шкідливих факторів у перерви, розміщуються поза будовою цеха з підвітряної сторони. В цеху діють шкідливі фактори: окрім вищезазначених є виділення вапняного пилу при операції завантаження вапна. В приміщенні зберігання насосів відсутня система припливно-витяжної вентиляції.

Дороги та проходи уздовж лінії цеху у літній період поливаються водою, в зимовий час - очищується від снігу та льоду.

Для зменшення негативного впливу на зоровий апарат в цеху використовують комбіноване освітлення. Очищення світильників від пилу здійснюється не менше 1 разу на 6 місяців.

Евакуаційне освітлення перед основними сходами, уздовж головних проходів та площадок забезпечує освітлення 0,5 лк (рис.1.5). [7]



Рисунок 1.5 – Евакуацій світильник

Таблиця 1.2– Карта умов праці апаратника з приготування хімічних реагентів

№	Чинники виробничого середовища і трудового процесу	Нормативне значення	Фактичне значення	III клас: шкідливі і небезпечні умови			Тривалість дії чинників за зміну %
				I ступінь	II ступінь	III ступінь	
1	2	3	4	5	6	7	8
2	1. Шкідливі хімічні речовини, мг/м <sup>3</sup> 2 клас безпеки: NaOH 3-4 класи безпеки: SO <sub>2</sub>	0,5 10	0,61 15	в1,26 р. в1,5 р.			40 80
3	Пил, переважно фіброгенної дії, мг/м <sup>3</sup> Кремнія діоксид кристалічний при вмісті у пилу від 10 до 70 % (вуглецевий пил), мг/м <sup>3</sup>	2,0	1,9				20
4	Вібрація: загальна, дБ локальна, дБ	92 -	85 -				
5	Шум, дБА	80	95	На 15 дБА			80

6	Мікроклімат в приміщенні. Холодний період року: - температура повітря, °С - швидкість руху повітря, м/с - відносна вологість повітря	15..24  0,2..0,6 75	11  0,5 72	на 4,0 °С			80
---	---	------------------------------	---------------------	-----------	--	--	----

Закінчення таблиці 4.1 – Карта умов праці апаратника з приготування хімічних реагентів

1	2	3	4	5	6	7	8
6	Теплий період року: - температура повітря, °С - швидкість руху повітря, м/с - відносна вологість повітря, %	17-29  1  75	28  1  72				80
7	Напруженість праці: - емоційна, інтелектуальна напруженість; - тривалість зосередження (у % від тривалості зміни). Напруженість аналізаторних функцій - зору (категорія зорових робіт за ДБН В.2.5-28:2018); слуху (при виробничій потребі сприйняття мови або диференціювання сигналів	Робота за графіком  м  75  Точна Розбірливість слів і сигналів 70%	Особистий ризик  46		+		80

8	Змінність	Три- двозмін на робота з нічною зміною	Двоз мінна робот а з нічно ю зміно ю				
9	Кількість факторів			3	1		
10	Загальна оцінка умов праці	Шкідливі умови праці другого ступеню. Категорія робіт 3.2					

Робітників цеху забезпечують спеціальними одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. [8] У таблиці 4.1 показано карту умов працівника апаратника з приготування хімічних реагентів.

### 1.5 Стан електробезпеки цеху

За картами умов праці відносна вологість цеху не перевищує 75%. Приміщення цеху вологі. Струмопровідний пил в приміщеннях цеху відсутній.

В приміщенні механічної очистки води підлога бетонована. А в приміщенні, де знаходяться насоси-дозувачі та баки-мірники нова підлога, вимощена кислотостійкою керамічною плиткою. Керамічна плитка є електропровідним матеріалом. В приміщеннях, де знаходяться насоси, немає постійного надходження корозійноактивних речовин, що здатні руйнувати поверхню електричних кабелів, але у зв'язку зі «старінням» ПВХ-покриття на кабелі створюються мікротріщини, що підвищує небезпеку ураження людини електричним струмом.

Ділянку хімічної очистки води можна вважати із наявністю підвищеної небезпеки.

Основними споживачами електроенергії є електродвигуни обладнання (мішалки, фільтри), насоси, тельфери для завантаження коагулянтів та вапна, електричне освітлення цеху. Електрична мережа має напругу 380/ 220 В,

струм змінний. Загальне освітлення цеху – лампи ДРЛ. Електрична мережа з'єднана з трансформатором через глухозаземлену нейтраль, що в умовах виробництва більш безпечно для працюючих. [9]

### **1.6 Стан пожежної безпеки цеху**

Пожежна безпека енергетичних підприємств забезпечується шляхом проведення організаційних, технічних та інших заходів, спрямованих на попередження пожеж, зменшення негативних екологічних наслідків, створення умов для швидкого виклику аварійно - рятувального загону ДПРЧ-30 та успішного гасіння пожеж. [10]

Територія хімічного відділення (далі - ХВ) повинна утримуватись в чистоті, постійно прибиратись від відходів, особливо своєчасно та ретельно – від відходів горючого характеру.

До всіх будівель та споруд цеху забезпечено вільний доступ. Протипожежні розриви існують між будівлями, спорудами, майданчиками для зберігання матеріалів. [10]

На входах у приміщення виробничого та складського призначення вивішені таблички із позначення категорій пожежної безпеки.

На робочих місцях зберігається тільки змінна норма ЛЗР, ГР і мастильних матеріалів у щільно закритій тарі, яка при ударі не розбивається. Після закінчення зміни горючі відходи і обтиральні матеріали прибирають з робочого місця. [10]

Робота в лабораторії з горючими та легкозаймистими речовинами проводиться у витяжних шафах і при включеній вентиляції. Вентиляція включається перед початком роботи. [10]

Робочі столи і витяжні шафи лабораторії, призначені для робіт з нагрівальними приладами, легкозаймистими та вибухонебезпечними речовинами повністю покриті негорючими матеріалами. [11]

На випадок розливу горючої речовини у лабораторії знаходиться короб з піском для швидкої ліквідації проливу горючої речовини.



В цеху розміщення хімічних речовин складено згідно їх характерних властивостей та речовини зберігаються по типу «Вогнебезпечні», «Отруйні», «Хімічноактивні». Речовини зберігаються в окремих ізольованих відсіках. [11]

Зберігання хімічних речовин здійснюється в приміщенні у спеціально відведених місцях, або під навісами в тарі в залежності від фізико-хімічних та пожежонебезпечних властивостей продукції та кліматичних умов. Під настилом зберігаються лише хімічні речовини, які від повітря та води не розігріваються і не спалахують. Будівлі цеху мають II ступінь вогнестійкості. Категорію пожежної небезпеки Г. [12]

В кожній окремій будівлі є пожежний щит з інвентарем, пофарбовані у червоний колір, будівлі забезпечені вогнегасниками, ящиками з піском, ковдрами з негорючої тканини, пожежними відрами та лопатами та іншим. [12]

Приміщення складу зберігання реагентів та приміщення механічних фільтрів укомплектовані пожежними щитами, в які входять:

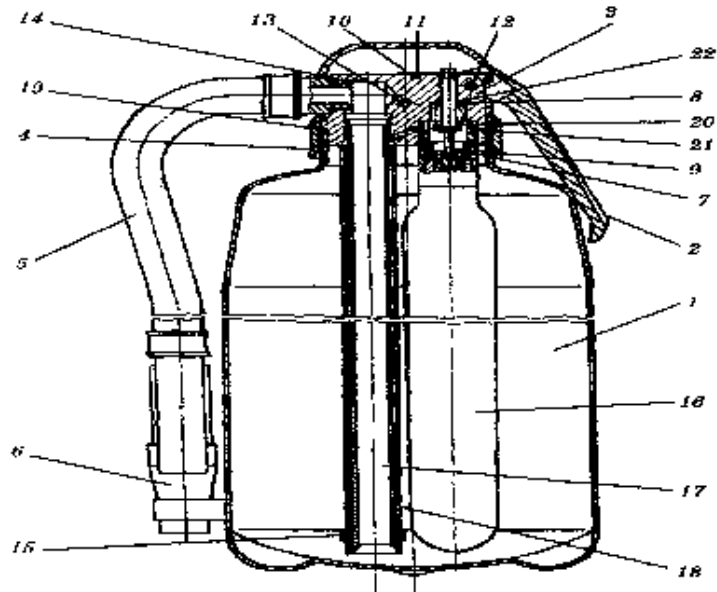
вогнегасники - 3 шт.; ломи - 2 шт.; лопати - 2 шт.; гаки - 3 шт.;

сокири - 2 шт.; ящик з піском - 1 шт.; кошма – 1 шт.

Всі інші виробничі приміщення оснащені порошковими вогнегасниками.

Схема порошкового вогнегасника наведена у рисунку 1.6.

Вогнегасники порошкові уніфіцировані призначені для гасіння електроустановок, які знаходяться під напругою до 1000 В, а також твердих, рідких, газоподібних речовин. [12]



1-корпус; 2-ручка; 3-голівка; 4-гайка накидна; 5-рукав; 6-пістолет-розпилювач; 7-голка; 8-шайба; 9-перехідник; 10-підхват голки; 11-запобіжна чека; 12-вісь; 13-штифт; 14-кільце

Рисунок 1.6 – Схема порошкового вогнегасника

## 2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Аналіз аварій на об'єктах, що в технології використовують сірчану кислоту та їдкий натр

1992 р. У Саратівському АТ "Рефлектор" стався вибух усередині резервуару. Імовірно, в результаті порушення кислотостійкого покриття та прямого контакту сірчаної кислоти з металом усередині відбувалося виділення водню. Під час проведення зварювальних робіт на не випорожненому корпусі резервуару було ініційовано вибух. Резервуар був зірваний з фундаменту, пробив стельові перекриття та вилетів на двір компанії. Площа протоки становила 100 м<sup>2</sup>. Постраждало 5 людей.[13]

1996 р. Підприємство Джохор Бару (Малайзія). Відбулася розгерметизація насоса через відмову з боку всмоктуючої лінії насоса на хімічній фабри-

ці стався викид сірчаної кислоти. Пошкоджено близько 100 автомобілів, близько 50 робітників звернулося за медичною допомогою (нудота, подразнення очей та печіння у горлі).[13]

2000 р. на ВАТ «Башнефтехим» (рисунок 2.1) на установці по виготовленню сірчаної кислоти в оборотну воду вилилося 6,5 т кислоти. Для нейтралізації слабо гарячої кислоти, що утворилася при взаємодії з водою, персонал скинув її на станцію нейтралізації. При нейтралізації кислоти утворився сірководень, який через нещільності нейтралізаторів потрапив до території установки. У зоні загазованості опинилося 4 людини, троє з них загинуло.[14]



Рисунок 2.1 – Аварія на заводі із витоком сірчаної кислоти

2001 р. Внаслідок витоку сірчаної кислоти (рисунок 2.2) на Північно-Західній ТЕЦ Санкт-Петербурга дві особи отримали опіки. У Приморському районі Санкт-Петербурга о 10 год. 30 хв. на Північно-Західній ТЕЦ стався витік сірчаної кислоти. Як повідомили РБК у територіальному управлінні Приморського адміністративного району, за попередніми даними, дві особи отримали опіки. Постраждалих госпіталізовано. На місці аварії працювала комісія із представників спецслужб.[14]



Рисунок 2.2 – Розрив трубопровід сірчаної кислоти

2001 р. На виробництві «Капролактам-3», в цеху сірчистого газу (відділення сірчаної кислоти та олеуму) кемерівського ВАТ «Азот» (Кузнецьке управління) через розрив циліндричної обичайки ємності для зберігання сірчаної кислоти в захисний піддон і на прилеглу територію кислоти. [15]

2017 р. В результаті розгерметизації ємності відбулася аварія з розливом сірчаної кислоти. Аварія відбулася на теплоелектроцентралі в м. Біла Церква. В результаті витoku вивільнилося близько 1 т кислоти. [16]

Основними причинами виникнення вищенаведених аварій є: неякісне виготовлення зварних швів, нещільності фланцевих та роз'ємних з'єднань; підвищення тиску в обладнанні і/або у трубопроводах при порушенні технологічного режиму; помилки обслуговуючого персоналу при виконанні окремих технологічних операцій; механічне, корозійне руйнування обладнання; невиконання або виконання в неповному обсязі планово-попереджувальних ремонтів та нагляду за станом обладнання.

## 2.2 Огляд протиаварійних заходів

Серед великої кількості процесів хімічних технологій окремо виділяється група процесів, які при окремих умовах, які виникають внаслідок порушення регламентів, створюють аварійні режими з наслідком різних ступенів важкості. Такі процеси називають небезпечними процесами в хімічній технології. До таких процесів належить використання кислоти та лугу для відновлення працездатності іонообмінних фільтрів.

Основними причинами аварійної ситуації може статися [17] :

1. Зміна співвідношення компонентів, що подаються в резервуар або швидкості зливу одного компонента в інший. В обох випадках швидкість хімічного перетворення речовин зросте, що призведе до збільшення кількості тепла, що виділяється, зростання температури, інтенсивному газовиділенню. Наприклад, заборонено при змішуванні води та концентрованої сірчаної кислоти подавати напірну воду у резервуар із кислотою. [17]

Для змішування концентрованої сірчаної кислоти та води використовуються плунжерні насоси-дозатори, але внаслідок недоліків при експлуатації та великій кількості травмувань нижче буде наведено більш сучасну модель.

2. Випадкове попадання сторонніх предметів в апарати та резервуари. Це може призвести до прискорення побічних реакцій. Наприклад, при випадковому надходженні металевої деталі до резервуару з розведеною сірчаною кислотою відбудеться реакція відновлення металу із виділенням водню, що може стати причиною вибуху в резервуарі. Причинами може статися помилки в діях обслуговуючого персоналу. Рішенням проблеми може бути герметизація обладнання. [17]

Для зниження рівня технологічної небезпеки створюється регламент безпеки.

1. Підвищення надійності технологічного обладнання ( подвійні стінки резервуарів, заміна матеріалів резервуарів на корозійностійкі, використання запобіжних клапанів) .

2. Організація дій при надзвичайних ситуаціях. Ці дії виконуються за допомогою системи раннього виявлення та попередження аварії, технічних засобів протидії її розповсюдженню, нейтралізації токсичних проливів речовин.

### 2.2.1 Існуючі заходи

Перед будівлею кожної з ділянок встановлені вказівні знаки щодо використання ЗІЗ ( рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Вказівні знаки щодо необхідності використання ЗІЗ

Вузли регенерації блочної знесолюючої установки (БЗУ) знаходяться на відмітці 0,0. Площадки вузлів регенерації виконані з кислотостійкої плитки з нахилом площини стоку до баку нейтралізації. По периметру даних площадок виконано обваловування з кислотостійкої цегли.

Всі площадки огорожені металевою огорожею висотою 1200 мм з попереджувальними знаками : «Обережно! Їдкі речовини» «Обережно! Отруйні речовини!». На випадок протікань та аварійних ситуацій вузли регенерації забезпечені запасом води, нейтралізуючими розчинами ( 3% розчином питної соди та 2% розчином борної кислоти) та сухим негашеним вапном.

Для зберігання кислоти і лугу об лаштована відокремлена площадка, на якій встановлено 4 ємності для сірчаної кислоти та чотири ємності для лугу об'ємом 100 м<sup>3</sup> кожна ( рисунок 2.4). По периметру площадки встановлено металеву огорожу висотою 1100 мм з попереджувальними знаками : «Обережно! Їдкі речовини» і «Обережно! Отруйні речовини!».



Рисунок 2.4 – Площадка для зберігання сірчаної кислоти

### 2.2.2 Запропоновані заходи

#### Захисні ковпаки на вентилях трубопроводів лугу та кислоти

В хімічному відділенні під час наповнення баку-мірника з баків зберігання луг та кислота подається під тиском. Під час подавання ставалися випадки проливу кислоти в місцях встановлення вентилярної арматури на трубопроводі. Тому пропонується встановити захисні ковпаки з корозійностійкої сталі для запобігання проливів і травмування обслуговуючого персоналу (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Захисні ковпаки

Водяний душ

Періодично працівники ремонтної бригади роблять профілактичні огляди та ремонти обладнання хімічної ділянки. У зв'язку із випадками потрапляння кислоти на працівників при ремонті (наприклад був випадок потрапляння кислоти на працівника при заміні прокладки у фланцевому з'єднанні трубопроводу) пропонується встановлення водяних промислових душів. У випадку потрапляння кислоти на працівника буде можливість швидко змити подразнюючу рідину зі шкіри та одягу, що дасть більше часу для дезактивації кислоти содовим розчином та подовжить термін придатності спецодягу та спецвзуття.

Промисловий водяний душ пропонується встановити (рисунок 2.6):

- у приміщенні, де знаходяться насоси перекачування кислоти та лугу у концентрованому вигляді з баків складського господарства;
- у приміщенні, де відбувається подача кислоти та лугу з баків-мірників для подальшого розчинення та подання у фільтри під час процесу регенерації.

Промисловий душ слід обладнати гнучкою трубою для можливості змити подразнюючу рідину в тому числі у важкодоступних місцях на одязі.



Рисунок 2.6 – Промисловий водяний душ

Струменевий ежектор для захисту від аварійної ситуації на трубопроводі кислоти

В хімічному відділенні цеху підготовки води для подачі сірчаної кислоти для регенерації іонообмінних фільтрів на даний час використовуються плунжерні насоси-дозатори кислоти.

Плунжерні насоси-дозатори серії НД є конструктивно однотипні,



одноплунжерні горизонтальні насоси простого способу дії з одинарним клапаном на всмоктуванні та нагнітанні ( рисунок 2.7). Насоси-дозувачі з насосною частиною, що виконана зі сталі Х18Н9Т, призначені для дозованої подачі сірчаної кислоти. [18]



Рисунок 2.7 – Плунжерний дозуючий насос марки НД

Плунжерний дозуючий насос відноситься до насосів об'ємного типу та складається з трьох основних компонентів : робоча головка, електродвигун і редуктор. Плунжерний насос здатний нагнітати високий тиск, тому це створює небезпеку при його експлуатації, тому що при роботі насоса-дозатора в без розхідному режимі ( закриті вентилі подання , несправна запірна арматура) нагнітається високий тиск, який може привести до розгерметизації фланцевих з'єднань насосу або трубопроводу кислоти. [18]

Результати аварій, які пов'язані з експлуатацією насосів-дозаторів кислоти , показано на рисунках 2.8 та 2.9.



Рисунок 2.8 – Пошкоджений реагентний вузол хімічної ділянки (після проливу кислоти).



Рисунок 2.9 – Результати попадання кислоти на фланцеве з'єднання трубопроводу

Трубопровід, по якому транспортується кислота від насосу та сам змішувач кислоти з водою виконані з нержавіючої сталі. У випадку, коли тиск води у фільтрі підніметься вище тиск кислоти в трубопроводі, йде забір води зворотнім потоком в трубопровід кислоти та наслідком чого може статися хімічна теплова реакція, яка характеризується виключно великим екзотермічним ефектом. В розчиненому стані сірчана кислота здатна окислювати всі метали, які стоять в ряду напруг ліворуч від водню, тобто у тому числі нержавіючу сталь. Все вище вказане призводить до сильного перегріву металу труби транспортування кислоти та її змішувача з водою, що може спричинити розрив труб.

При контакті зі шкірою людини сірчана кислота викликає сильні хімічні опіки, місцеве відторгнення шкіри та руйнування кліток організму. Для мінімізації ризику травмування працівника сірчаною кислотою під час розгерметизації фланцевих з'єднань насоса-дозувача подачі кислоти необхідна заміна насосів-дозувачів, які призначені для перекачування сірчаної кислоти з баків-мірників до Н-катионних фільтрів для здійснення процесу регенерації фільтрів, на струменеві ежектори (рисунок 2.10).

Також на трубопроводі кислоти, що транспортує кислоту від мірного бака до трубопроводу, де змішується вода з кислотою, доцільно встановити

зворотний клапан, який запобігатиме потраплянню води зворотним потоком, коли тиск води у фільтрі перебуватиме більше тиску кислоти в трубопроводі.



Рисунок 2.10 – Струйний ежектор для подачі сірчаної кислоти на етапі монтажу. Білим позначено вхідний отвір для приєднання зворотнього клапану і трубопроводу від мірного бака з кислотою.

Струменевим насосом або ежектором називається насос, в якому пасивний струмінь отримує енергію і переміщується завдяки змішуванню з активним потоком, що володіє більшою енергією. [19] Функціонує такий пристрій за принципом Бернуллі: якщо швидкість руху потоку рідкої або газової середовища збільшується, то навколо нього формується область, що характеризується низьким тиском, що сприяє виникненню ефекту розрідження.

Рідке середовище, яке перекачує ежекторна установка, надходить в останню через сопло, поперечний переріз якого менше, ніж діаметр вхідній магістралі. [19]

Проходячи в камеру змішувача через сопло з зменшеним діаметром, потік рідкого середовища набуває помітне прискорення, що сприяє формуванню в такій камері області зі зниженим тиском. [19]

За рахунок виникнення в змішувачі ежектора ефекту розрідження в камеру всмоктується рідке середовище, що знаходиться під більш високим тиском.Ежектори змішування призначені для змішування рідин і отримання розчинів. Такі ежектори підключаються в гідравлічну схему, де на його входи подаються рідкі компоненти зі строго витриманим витратою і тиском. Переваги:

- відсутність рухомих частин;
- висока надійність;
- невеликі габарити і маса;
- простота обслуговування.

Область використання струменевих ежекторів : перекачування розчинів солей, кислот, лугів, забруднених рідин з розчиненими агресивними домішками, з виваженими абразивними частинками. [19]

#### Виллов собак

На території підприємства існує загроза нападу собак у зв'язку з їх неконтрольованим розмноженням та поширенням на території підприємства. Пропонується вилучення собак шляхом вилову із залученням центру з поводженням з тваринами. Для відлову собак рекомендовано використовувати безпечні для тварин заходи руками, попередньо насипавши корм або за допомогою сачків (рисунок 2.11) .[20]



Рисунок 2.11 – Нетравмуючий відлов собак за допомогою сачка

Медикаментозний метод (введення седативних засобів, що понижують активність собак шляхом пострілу шприцом з анестетиком) рекомендовано використовувати тільки якщо альтернативні засоби для відлову не діють ( або

собака поводить себе дуже агресивно). [21]

### **2.3 Система управління ризиками на виробництві**

Одним із сучасних підходів до зниження професійних захворювань та травматизму, попередження аварій є впровадження ризик-орієнтованого підходу до управління охороною праці на підприємстві. [22]

Ризик – це сукупність імовірностей та наслідків специфічної події, яка здатна нанести шкоду працівникам, технології, обладнанню.

Оцінка ризиків – це прийняття рішень на основі моніторингу ризиків, системної оцінки й аналізу виробничих ризиків. [23]

Оцінка включає в себе:

- ідентифікацію небезпек;
- визначення ймовірності виникнення небезпечної події (реалізації небезпеки),
- визначення тяжкості шкоди небезпечної події,
- визначення рівня (ступеня) ризику (кількісна оцінка),
- визначення заходів і методів управління виявленими ризиками,
- інформування про ризик. [23]

В практичній реалізації це:

1. Ідентифікація всіх можливих небезпек в цеху ( у т.ч. на робочих місцях) та на території цеху .
2. Оцінка можливості настання небезпечної події та рівня її небезпеки.
3. Застосування заходів і методів попередження настання небезпечних ситуацій. Створення карти ризиків. [23]

Одним із сучасних прикладів використання системи управління ризиками – система «Locout/tagout». Ця система є новою для українських ТЕС, але у країнах Європи є досить поширеною практикою. [24]

Система «Locout/tagout» – процедура блокування та інформування – комплекс заходів, що дозволяє виключити потенційно небезпечні ситуації,

пов'язані з несанкціонованим пуском рідини (води, кислоти чи лугу) або електроенергії, що може привести до травмування. Ця система передбачає відключення подачі живлення до устаткування та обладнання, захисне блокування джерел енергії та вивішування попереджувальних бирок та табличок. Використовується переважно при ремонтних роботах, при встановленні або заміні обладнання (рисунок 2.12).[24]



Рисунок 2.12 – Станція блокування LOTOTO – тут зберігаються бокси з замками, бирками та іншими матеріалами

Система призначена для забезпечення безпеки персоналу при ремонті або технічному обслуговуванні промислових машин.

Елементи системи :

- 1.Блокуючий пристрій – призначений для надійної фіксації джерела енергії в визначеному положенні.
2. Бирка – служить для інформування про тип робіт, час початку та закінчення, про відповідальну особу за проведення робіт.
- 3.Навісний замок – використовується для замикання блокіратора або самого джерела енергії .

В якості додаткових елементів захисного блокування використовується:

1. Запобіжна накладка – використовується при проведенні робіт кількома працівниками одночасно і дозволяє кожному працівнику блокувати



обладнання окремим замком.

2. Груповий бокс – дозволяє зменшити число необхідних замків при груповій роботі.

3. Бирочна станція – стенд, призначений для зберігання засобів блокування. Завдяки впровадженню цієї системи можна передбачити близько 10% від загальної кількості травм – це травми, пов’язані із неконтрольованим пуском обладнання. [24]

## **2.4 Аналіз профзахворюваності**

Робота на теплових електростанціях пов’язана із комплексом небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Професійні ризики та шкідливі фактори стають причиною захворюваності працівників. Основними причинами виникнення надзвичайних ситуацій та шкідливого впливу виробничих чинників на організм працівників є недосконалість технологічних процесів ( застарілі технології ), конструктивні недоліки, невідповідність робочих місць санітарно-гігієнічним вимогам, недосконалий захист засобів індивідуального захисту або їх невикористання працівниками. [25]

Одними з важливих факторів ризику є фізичні фактори впливу. До факторів ризику фізичних причин безпеки в енергетиці відноситься вібро-акустичний вплив, електромагнітний вплив, обладнання , що працює під тиском. [25]

Ще одним небезпечним джерелом ризику є вплив хімічних факторів. На території теплової електростанції це вугільний пил, сажа, окис кремнію. У відділенні водопідготовки це аерозолі вапна та коагулянту , на ділянці хімічної очистки – діоксид сірки. Також на працівників можуть потрапити розчини їдкого натру та сірчаної кислоти, органічні розчинники. [25]

На теплових електростанціях ще за минулі часи при будівництві у якості теплоізоляційного матеріалу було використано азбест. Волокна азбесту присутні у виробничому пилу. Їх вплив на організм людини характеризується канцерогенним ефектом.

Фізичні та хімічні фактори впливу є параметрами робочої зони. Як джерело ризику сюди можна додати нераціональне освітлення, підвищену вологість та інші параметри мікроклімату.

Останнім часом на території теплоелектростанцій (Запорізької, Курахівської, Луганської та Придніпровської ТЕС) з'явилася нова –біологічна загроза. Це хижі собаки. Їх небезпека зростає вночі, коли тварини збираються разом та атакують працівників. Результатом, окрім укусів, може бути зниження уваги та стресовий стан. Також є небезпека захворювання на сказ.

Працівники теплової електростанції також відчують на собі вплив таких негативних факторів, як важкість та напруженість праці. Важкість праці визначається величиною фізичних зусиль, статичним навантаженням та напруженою робочою позою. Напруженість праці пов'язана з психоемоційними навантаженнями і визначається такими факторами ризику як неправильний режим праці і відпочинку, персональна відповідальність, монотонність праці, тривале зосередження уваги протягом робочої зміни. Велика кількість зорової і звукової інформації, часто виникають нештатні ситуації, що вимагають швидкого прийняття рішень, підвищена відповідальність за свої дії - все це створює значне навантаження на нервову систему працівників. За результатами медичних оглядів із збільшенням трудового стажу підвищується кількість осіб із артеріальною гіпертензією, вегето-судинною дистонією, астеновегетативним синдромом.

Спостерігаються захворювання у попереково-крижовому суглобі. [26]

Професійні ризики галузі, зумовлені специфікою виробництва, є причиною захворюваності працівників. У структурі захворювань даної галузі виділяють захворювання, пов'язані з впливом фізичних, хімічних, біологічних факторів - це інтоксикації, алергічні захворювання, новоутворення, ураження опорно-рухового апарату. У 9,7% працюючих було діагностовано захворювання шлунково-кишкового тракту. Основними формами патології є хронічні гастрити та коліти. [26]



Найбільш часто реєструються випадки профзахворювань у слюсарів-ремонтників, електрозварювальників ручного зварювання, електрогазозварювальників. Переважне місце займають захворювання, пов'язані із впливом фізичних факторів, промислових аерозолів та з перевантаженням окремих органів і систем ( радікулопатія, періартрози, остеопорози), а також алергічні захворювання.

Згідно результатів аналізу захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, загальний рівень захворюваності визначається частотою втрати працездатності внаслідок захворювання дихальних шляхів. Серед працівників, що працювали в умовах нервово-емоційного та фізичного навантаження у комплексі з підвищеним забрудненням повітря пилом або аерозолями, в умовах підвищеного шуму, найбільш часто реєструвалися захворювання легень та верхніх дихальних шляхів. [26]

У зв'язку з тим, що ТЕС було засновано у 1960-х роках, коли ще було розроблено жорстких норм щодо використання канцерогенних матеріалів, на території станції залишилися об'єкти, у зовнішньому обмуруванні яких присутні волокна азбесту. Будівлі наразі можуть не перебувати у якості використовуваних, тому їх зовнішнє оздоблення може осипатися. Через це існує ризик потрапляння у повітря волокон азбесту. Слід зазначити, що внаслідок можливості присутності у повітрі робочої зони амфіболового азбесту, умови праці можуть бути шкідливі і навіть небезпечні через підвищений ризик онкологічної захворюваності. Через те, що на території ТЕС не проводяться дослідження на вміст у пилу азбестових волокон, це є одна з проблем гігієни праці. Рішенням проблеми є необхідність у проведенні досліджень, аудиту споруд та комунікацій та елімінація азбестового шару або демонтаж, або відокремлення споруд із азбестовим волокном. [26] В таблиці 2.1 показана структура захворюваності працівників ТЕС.

Таблиця 2.1 – Структура захворюваності працівників ТЕС

Загальні захворювання, умовно-виробничі	2016	2017	2018	2019	Середня чисельність
Недиференційовані захворювання з довготривалими лікарняними листками	3	7	10	5	6
Онкологічні захворювання	1	1	2	1	1
Гострі бронхо-легеневі захворювання	1	2	2	1	2
За захворювання опорно-рухового апарату	1	-	-	-	1
Оперативне лікування	1	2	3	1	2
Серцево-судинні захворювання	-	-	2	1	1
Виробничі травми	2016	2017	2018	2019	
Опіки шкіри*	3	1	2	-	2
Електричний удар**	-	-	-	1	1
Напади собак	-	1	2	2	2

\* У 2016 р. опіки шкіри було отримано апаратником з приготування хімічних розчинів при порушенні правил посадової інструкції. Людина повинна була взяти проби з цистерни концентрованої сірчаної кислоти. Робота проводилася наприкінці нічної зміни ( до 7 години ранку). Перед набором рідини вона не перевірила щільність з'єднання трубок та знаходилася без ЗІЗ (не мала захисних окулярів, рукавиць та маски). В результаті отримала хімічні опіки лица та долонь.

\* У 2018р. майстер з ремонту обладнання разом з бригадою слюсарів отримав наказ щодо ремонту нижньої частини металевго баку, який являв собою ємність для зберігання їдкогго натру. У якості захисних рукавиць вони отримали бавовняні рукавиці, що закривали долоні, але не закривали зап'ястя та не мали хімічно стійкого покриття. Перед здачею у ремонт металевий бак було очищено від лугу, але частина лугу залишилася на стінках баку. Під час ремонтних робіт рукав захисного костюму майстра зачепився та на оголену частину зап'ястя потрапила подразнююча рідина. У результаті майстер з ремонту обладнання отримав хімічний опік шкіри. У 2016р, 2017р. та у 2018р. під час ремонтних робіт фланцевого з'єднання, при включенні подачі насосами кислоти апаратники з приготування хімічних розчинів та слюсарі отримали хімічні опіки.

\* У 2019р. комірник цеху отримав наказ щодо прийомки залізничник цистерн з кислотою. Замість прямування до залізничного полотна він спрямував до електричного шкафу цеху, який було відкрито. В

результаті однофазного дотику до токоведучих частин комірник отримав електричний удар. Згідно довідки лікарів, комірник знаходився у стані наркотичного сп'яніння.

Аналіз захворюваності в залежності від статі працівників з урахуванням їх віку показав, що жінки до 40 років хворіють частіше за чоловіків того ж віку. І зовсім протилежна картина відзначається після 40 років, коли захворюваність чоловіків значно перевершує показники жінок. [26]

Знизити виробничу захворюваність можна використовуючи комплексні підходи. Сюди відноситься доведення умов праці до допустимих норм, використання якісних ЗІЗ, проведення аудитів професійних ризиків, пропаганда здорового образу життя, оновлення устаткування, заходи щодо оптимізації технології, впровадження сучасних методів управління, направлених на заохочення як працюючих так і менеджерів щодо створення оптимальних умов праці.

## **2.5 Аналіз використання ЗІЗ**

В хімічному відділенні цеху підготовки та хімічної очистки води зберігають наступні подразнюючі речовини : сірчана кислота та їдкий натр. Технічна сірчана кислота має густину 1799 г/лі містить 98%  $H_2SO_4$ . З водою при змішуванні виділяє теплоту (до 98 кДж на 1 моль кислоти). [27] Щоб уникнути розбризкування, необхідно наливати кислоту у воду.

Сірчана кислота при потраплянні на шкіру викликає сильні і болючі опіки, що важко піддаються лікуванню. Вдихання пари сірчаної кислоти призводить до опіків верхніх дихальних шляхів.

Потрапляння сірчаної кислоти в очі загрожує втратою зору, тому під час роботи необхідна особлива обережність.

У разі потрапляння кислоти на одяг її необхідно змити сильним струменем води, нейтралізувати 2-3% розчином соди і знов змити водою.

Їдкий натр – біла непрозора, дуже гігроскопічна речовина. Значення рН 1-% водного розчину становить 13. [28]

Як тверда речовина, так і у вигляді рідини її розчини викликають дуже

сильні опіки шкіри. Працівник, що працює із їдким натром, повинен одягти захисний щиток, бавовняний одяг, прогумований фартух і гумове взуття.

Негашене вапно – порошок білого кольору. Пил, потрапляючи до дихальних шляхів, викликає кашель, печіння, при попаданні на шкіру викликає подразнення.

Для проведення робіт у приміщенні, де зберігається вапно, працівники повинні одягати брезентовий костюм, захисні окуляри, гумові рукавиці, протипиловий респіратор.

Коагулянти – розчини сірчаноокислого заліза мають кислу реакцію. При попаданні розчину коагулянту на бавовняну тканину відбудеться руйнування тканини. При попаданні крапель розчину на шкіру або в очі виникає подразнення.

Під час роботи, що супроводжується виділенням пилу коагулянтів, необхідно застосовувати протипилові респіратори, кислотостійкі костюми, захисні окуляри.

Працівники, які проводять зливання кислоти, а також ремонти посудин після спорожнення від кислоти повинні працювати в одязі з кислотозахисної тканини, прогумованих кислотостійких чоботях, гумових кислотостійких рукавицях, захисних окулярах (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Засоби індивідуального захисту, які використовуються працівниками цеху підготовки та хімічної очистки води ТЕС

№ п/п	Назва ЗІЗ	Опис засобів індивідуального захисту
1	Шкіряні чоботи з подвійною гумовою підошвою DSW, Китай	Мають сталевий підносок, призначені для захисту стопи від ударів, підошва стійка до проколів, неслизька, стійкі до лугів та кислот протягом 1 року.
2	Костюм 33м	Костюм робочий, стійкий до механічного зносу.
3	Протигаз ПШ-2	Призначений для захисту органів дихання і зору.
4	Рукавиці КЩС	Рукавиці, хімічно стійкі. Склад : полівінілхлорид.
5	Каска універсальна	Каска біла захисна з амортизуючим пристроєм.

Пропонується :

1. Костюм кислотостійкий К80 складається з куртки і брюк. Куртка прямого крою, на гудзиках, прикритих планкою. Кислотостійкий костюм К-80 (ГОСТ 27652-88) призначений для роботи з кислотними середовищами, реагентами та ін. Тканина Лавсан, К-80 має ступінь захисту від кислот до 80% (щодо сірчаної кислоти). У складі тканини 100% поліефір. Щільність 245г / м<sup>3</sup>. [29]
2. Сапоги (чоботи) із світло відбиваючою сигнальною калошею Neo Boots (рисунок 2.13).

Переваги:

- за рахунок високої халяви кращий захист ніг;
- захист від ударів в передній частині сапогу (чоботу) від ударів з енергією до 200Дж;
- світловідбиваюче покриття дозволяє бачити працівника в темний час доби;
- є захист від низьких та високих температур. [30]

Сапоги є стійкими до кислот та лугів. Матеріал: халяву зроблено з неоперену, калошу з поліуретану, підошву з поліуретану та ходову частину з нітрилу. Також на відміну від шкіри поліуретан є більш зносостійким матеріалом. Сапогами можна користуватися протягом 3 років. Розробка є унікальною для країн СНД. [30]



Рисунок 2.13 – Сапоги Neo Boots

3. Рукавиці NITRAS 3470 Рукавиці кислоти та лугостійкі. Склад : неопрен з каучуком. Захищають не тільки долоні, а й зап'ястя. [31]
  4. Окуляри захисні закриті з ацетатною лінзою UVEX 9301.714
- Окуляри захисні (рисунок 2.14). Лінзи з ацетату, витримують раптові механічні навантаження. Захищає очі від бризок рідини, пилу та механічних ушкоджень. [32]



Рисунок 2.14 – Захисні окуляри

5. «Розумна каска» від Softline (рисунок 2.15).
- «Розумна каска» розроблена компанією Softline і вона призначена для забезпечення безпеки працівників на території виробництва . Наразі існує низка робіт, коли працівник виконує свої робочі обов'язки, пов'язані із ризиками, самостійно, коли поруч немає інших людей . Це процеси

завантаження коагулянту і вапна, подача кислоти і лугу та інші.

«Розумна каска» в режим реального часу контролює:

- факт наявності каски на голові;
- інформацію про серйозні удари по касці;
- виклик оператора «Мені потрібна допомога»;
- факт нерухомості або падіння працівника з висоти. [33]

Оператор в режимі реального часу отримує інформацію, чи одягнута каска на голову, чи не відбувся сильний удар по голові та чи відбулося падіння з висоти. Можливість виміру температури всередині каски дозволяє приймати рішення в складних ситуаціях. Якщо температура датчика близька до критичної, приймається рішення про дії щодо спасіння людини. Зворотній зв'язок діє так: потрібно тричі легенько постукати по касці і оператор зв'яжеться з людиною. [33]

За допомогою каски також відстежується місцезнаходження працівника, вхід у «червоні зони» (зони, куди прохід працівнику заборонено). Також за допомогою каски виявляється дотримання режиму роботи і відпочинку. [33]



Рисунок 2.15 – «Розумна каска» від Softline

## **2.6 Автоматизована система раннього виявлення надзвичайних ситуацій і оповіщення**

Сірчана кислота – негорюча, але пожежонебезпечна речовина. Розбавлена кислота розчиняє активні метали з виділенням водню,

концентрована викликає самозаймання горючих речовин. [34]

Сірчана кислота і її похідні – надзвичайно токсичні речовини, відноситься до II класу небезпеки. Пари кислоти вражають органи дихання, шкіру, слизові оболонки.

Характерні небезпеки виникнення аварійних ситуацій на виробничих об'єктах з  $H_2SO_4$  обумовлені її фізико-хімічними властивостями: високою хімічною активністю, розчинністю у воді з виділенням великої кількості тепла і здатністю утворити  $SO_2$ , а з найбільш сильними відновниками  $H_2S$ . [34]

Система передає сигнал при досягненні відповідної концентрації пари сірчистого ангідрида або сірководню відповідно таблиці 2.3 .

Таблиця 2.3 – Перелік контрольованих до критичних і критичних параметрів та місця установки вимірювальних пристроїв  $H_2S$  та  $SO_2$ . [35]

Контрольоване технологічне устаткування (приміщення)	Контрольований параметр	Значення параметра		Устаткування для контролю параметрів
		3	4	
1	2	3	4	5
		До критичне, мг/м <sup>3</sup>	Критичне, мг/м <sup>3</sup>	
Склад кислоти та лугу: 4 ємності лугу по 100 м <sup>3</sup> 4 ємності кислоти по 100 м <sup>3</sup>	Концентрація парів у повітрі	$SO_2$ - 10 $H_2S$ -10	$SO_2$ -50 $H_2S$ -30	Газоаналізатор



Закінчення таблиці 2.3 – Перелік контрольованих до критичних і критичних параметрів та місця установки вимірювальних пристроїв H<sub>2</sub>S та SO<sub>2</sub>.

1	2	3	4	5
Вузли регенерації з двома баками-мірниками кислоти та лугу по 5,1 м <sup>3</sup> в приміщенні хімічно знесолючої установки (ХЗУ).	Концентрація парів у повітрі	SO <sub>2</sub> - 10 H <sub>2</sub> S -10	SO <sub>2</sub> -50 H <sub>2</sub> S -30	Газоаналізатор

Призначення системи [35]:

Автоматизована система раннього виявлення надзвичайних ситуацій і оповіщення ( далі Система АС РВО) призначена для:

- раннього виявлення загрози виникнення надзвичайної ситуації ( контроль до критичних значень параметрів);
- оповіщення керівного складу, працюючого персоналу та інших осіб, які перебувають на території, про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій;
- автоматичне оперативне інформування персоналу, відповідального за функціонування технологічного обладнання, про факти досягнення критичних і надкритичних значень контрольованих параметрів;
- передача відповідної інформації на пункт централізованого моніторингу та технічного обслуговування;
- передача фактів досягнення критичних значень контрольованих параметрів на пункт централізованого спостереження та оповіщення МНС.

До функцій Системи (АС РВО) раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення людей у випадку їх виникнення входить наступне:

- автоматичний контроль значень параметрів технологічного процесу за допомогою вимірювальних приладів за визначеними алгоритмами;
- аналіз отриманих значень;
- передача значень контрольованих параметрів стану технологічного об'єкту на пульт моніторингу при перевищенні хоча б одним параметром.

### Структура АС РВО

Схема структурна комплексу технічних засобів раннього виявлення надана на кресленні.

Склад підсистеми раннього виявлення надзвичайних ситуацій:

- сигналізатори-аналізатори «Дозор-С»;
- пристрій узгодження з Дозором ПУ-ДС;
- ручні оповісники ROP-63;
- пристрій узгодження ПУ-СП.

Склад підсистеми оповіщення

До складу комплексу технічних засобів підсистеми оповіщення входять:

- блоки оповіщення універсальні ;
- рупорні гучномовці;
- модуль комунікаційний універсальний.

Підсистема передає відповідну інформацію державній аварійно-рятувальній службі, на пульт централізованого моніторингу та технічного обслуговування, та пульт централізованого спостереження і оповіщення.

До складу підсистеми передачі відповідної інформації входить:

- пульт ручного керування;
- пристрої модемні універсальні;
- канали зв'язку.

Для реєстрації надзвичайних ситуацій на ранній стадії її розвитку передбачено встановлення ручних оповісників. Ручні оповісники встановлюють в місця розташування потенційно-небезпечного обладнання таким чином, щоб відстань до них з будь-якого робочого місця не перевищувала 20 метрів.

Таблиця 2.4– Перелік розташування ручних оповісників

Обладнання	Місце розташування
Ручний оповісник №1	Склад сірчаної кислоти та лугу
Ручний оповісник №1	Приміщення хімічної знесолюючої установки

### Опис роботи Системи (АС РВО) [36]

1. Сигналізатор-аналізатор небезпечних концентрацій ДОЗОР-С призначений для:

- автоматичного безперервного контролю до критичних і критичних значень концентрації отруйних газів, з подачею світлової та звукової сигналізації, видачі сигналу блокування зовнішніх електричних ланцюгів при включенні живлення сигналізатора;
- передачі сигналів на пристрій узгодження з «ДОЗОР-С» на «ДОЗОР ПУ-ДС».

2. Вимірювальні перетворювачі, які працюють з блоками живлення і сигналізацією сигналізаторів - аналізаторів газів «Дозор-С», виконані з видами вибухозахисту «Іскробезпечний електричний ланцюг» і «Вибухонепроникна оболонка». Відповідають вимогам НПАОП 0.00-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

3. Комплекс програмно-технічний призначений для:

- прийому даних від первинних джерел інформації;
- обробки даних;
- передачі тривожних сповіщень.

3. Блок оповіщення універсальний призначений для сповіщення працюючого

персоналу, керівного складу і населення, яке проживає або знаходиться в прогнозованих зонах поразки небезпечними чинниками потенційно небезпечних об'єктів, виконує функції:

- трансляція через гучномовці сигналу сирени «Увага всім»;
- трансляція через гучномовці наперед підготовлених мовних сповіщень.

4. Автоматизоване робоче місце (персональний комп'ютер із програмним забезпеченням) дозволяє здійснювати моніторинг потенційно небезпечного об'єкту. [36]

На автоматизованому робочому місці комплексу системи виявлення та оповіщення моделюються можливі варіанти загрози або виникнення і розвитку надзвичайної ситуації та, при необхідності, проводяться розрахунки параметрів зони можливого ураження.

Команди оператора від автоматизованого робочого місця:

- ПРИЙНЯТИ (при підтвердженні прийому одержаної інформації);
- ВІДСУТНІСТЬ НС (за відсутності загрози виникнення НС);
- ЗАГРОЗА НС (при загрозі виникнення НС);
- НАЯВНІСТЬ НС (при виникненні НС).

У АС РВО – автоматизованої системи виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення передбачено три рівня оповіщення керівного складу та працюючого персоналу, а також сповіщення відповідних служб в автоматичному режимі:

- **Перший рівень** – при досягненні до критичних значень параметрів технологічного процесу. Перший рівень характеризується досягнення концентрації парів отруйної речовини на рівні ГДК. Цей рівень умовно прирівняний до локальної аварії, наслідки якої обмежені приміщенням або будівлею ділянки;
- **Другий рівень** (критична ситуація) – при досягненні критичних значень параметрів технологічного процесу. Другий рівень характеризується досягнення концентрації парів отруйної речовини, що перевищує ГДК у 5 разів (для  $H_2S$  у 3 рази). Цей рівень умовно прирівняний до локальної аварії,

але наслідки можуть бути не обмеженими приміщенням або будівлею ділянки, постраждати можуть прилеглі цеха.

– **Третій рівень** при виникненні аварійної ситуації (надзвичайна ситуація). При кваліфікуванні черговим персоналом аварійної ситуації як надзвичайної (характер проливів або руйнування неможна ліквідувати силами чергового персоналу; є небезпека отруєння працівників станції) провадиться оповіщення працюючого персоналу через гучномовці та подається наказ про евакуацію працівників станції. Цей рівень умовно прирівняний до аварії, наслідки якої можуть бути не обмеженими територією підприємства.

### **До критичне перевищення значень параметрів технологічного процесу**

При до критичному перевищенні значень параметрів технологічного процесу система виконує наступні функції:

– автоматично включає цикл безперервного оповіщення (звучання сирени).

Трансляція ведеться через гучномовці наперед підготовлених мовних сповіщень про аварійну ситуацію на території ТЕС.

– передає по каналам зв'язку тривожного мовного оповіщення на службові та особові телефони шляхом автодозвону відповідальним особам за технічний стан відповідного технологічного вузла;

– надсилається автоматичне повідомлення на пункт спостереження МНС та Єдиної Національної Системи Зв'язку (таблиця 2.5, 2.6 та 2.7).

Таблиця 2.5– Тривожні мовні повідомлення на до критичному рівні для вузла зберігання сірчаної кислоти. [36]

Контрольоване технологічне устаткування	Контрольовані параметри	Тривожне мовне сповіщення
---	-------------------------	---------------------------

Склад зберігання реагентів . 4 баки сірчаної кислоти, насоси перекачування	Концентрація досягла ГДК: SO <sub>2</sub> -10мг/м <sup>3</sup>	Увага! Досягнуті до критичні значення концентрації парів сірчаної кислоти у повітрі для складу зберігання сірчаної кислоти
--	---	--

Таблиця 2.6– Текст тривожного сповіщення на до критичному рівні

На території цеху підготування та хімічної очистки води ТЕС технічні засоби раннього сповіщення зафіксували досягнення контролюючими параметрами технологічного процесу до критичного рівня.

Таблиця 2.7– Тривожні мовні сповіщення на до критичному рівні для вузлів регенерації знесолюючої установки

Контрольоване технологічне устаткування	Контрольовані параметри	Тривожне мовне сповіщення
Один бак-мірник сірчаної кислоти, насос	Концентрація досягла ГДК: H <sub>2</sub> S-10 мг/м <sup>3</sup> SO <sub>2</sub> -10мг/м <sup>3</sup>	Увага! Досягнуті до критичні значення концентрації парів сірчаної кислоти у повітрі для вузлів регенерації хімічної знесолюючої установки

### **Критичне перевищення значень параметрів технологічного процесу**

При критичному перевищенні значень параметрів технологічного процесу система виконує наступні функції:

– автоматично включає цикл безперервного оповіщення (звучання сирени).

Трансляція ведеться через гучномовці наперед підготовлених мовних

- сповіщень про аварійну ситуацію на території ТЕС;
- сповіщає диспетчера через блок живлення та сигналізації («ДОЗОР-С») про критичне перевищення значень параметрів технологічного процесу;
  - передає по каналам зв'язку тривожного мовного повідомлення на пункт централізованого моніторингу та технічного обслуговування;
  - передає по каналам зв'язку факт досягнення критичних значень контрольованих параметрів на пункт централізованого спостереження та оповіщення МНС;
  - передає по каналам зв'язку тривожного мовного повідомлення на службові та особові телефони шляхом автодозвону відповідальним особам за технічний стан відповідного технологічного вузла. (таблиця 2.8, 2.9 та 2.10)[36]

Таблиця 2.8 – Тривожні мовні повідомлення на критичному рівні для вузла зберігання сірчаної кислоти.

Контрольоване технологічне устаткування	Контрольовані параметри	Тривожне мовне сповіщення
Склад зберігання реагентів . 4 баки сірчаної кислоти, насоси перекачування	Концентрація досягла ГДК: $\text{SO}_2$ -10мг/м <sup>3</sup>	Увага! Досягнуті критичні значення концентрації парів сірчаної кислоти у повітрі для складу зберігання сірчаної кислоти

Таблиця 2.9 – Тривожні мовні сповіщення на критичному рівні для вузлів регенерації хімічної знесолюючої установки

Контрольоване технологічне	Контрольовані параметри	Тривожне мовне сповіщення

устаткування		
Один бак-мірник сірчаної кислоти, насос	Концентрація досягла ГДК: H <sub>2</sub> S-30 мг/м <sup>3</sup> SO <sub>2</sub> -50мг/м <sup>3</sup>	Увага! Досягнуті критичні значення концентрації парів сірчаної кислоти у повітрі для вузлів регенерації хімічної знесолюючої установки

Таблиця 2.10 – Текст тривожного сповіщення на критичному рівні

На території цеху підготування та хімічної очистки води ТЕС технічні засоби раннього сповіщення зафіксували досягнення контролюючими параметрами технологічного процесу критичного рівня.

### **Кваліфікування надзвичайної ситуації як аварійної**

При кваліфікуванні черговим персоналом аварійної ситуації, як надзвичайної, провадиться:

- оповіщення працюючого персоналу через гучномовці рупорні та абонентські;
- передача за допомогою програмного комплексу фактів досягнення аварійної ситуації як надзвичайної на пункт централізованого спостереження та оповіщення МНС;
- передача по каналам зв'язку тривожного мовного повідомлення (таблиця 2.11) на службові та особові телефони шляхом автодозвону відповідальним особам за технічний стан відповідного технологічного вузла. [36]

Таблиця 2.11 – Текст тривожного повідомлення

**Увага! На території ТЕС надзвичайна ситуація! Персоналу, що не зайнятий у ліквідації аварії, та іншим особам покинути територію підприємства! Зберігайте спокій!**



## 3 ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Підбір ємності для зберігання лугу NaOH.

В даний час для зберігання лугу NaOH використовуються баки об'ємом  $100\text{м}^3$ , які виготовлені з нержавіючої сталі. Але з досвіду експлуатації було помічено, що луг може «роз'їсти» сталеву стінку баку.

Згідно аудиту II ступеню фахівцем з охорони праці було помічено нарости з кристалів лугу на зовнішній стінці баку. Після спорожнення ємності було виявлено, що луг вступив у реакцію зі стінкою баку та в результаті було утворено воронковидний отвір, що звужувався в бік зовнішньої стінки. Якщо б ситуацію не помітили вчасно, міг статися викид лугу і працівники цеху могли отримати хімічні опіки.

Одним з шляхів попередження викиду лугу з баку є заміна металевих баків на більш сучасні, які підходять для безпечного зберігання лугу. Для зберігання NaOH у вигляді розчину з концентрацією 48% (густина показана у таблиці 3.1) підберемо бак об'ємом  $100\text{ м}^3$ . Бак приймемо у формі вертикального циліндру, що обумовлено високою технологічністю його виробництва та рівномірним розподілом навантаження в матеріалі

готової ємності.

У якості матеріалу для стінок баку пропонується обрати хлорований полівінілхлорід або перхлорівінілхлорід (PVC-C), який отримується шляхом хлорування ПВХ.

Таблиця 3.1 – Густина NaOH при температурі 20°C[37]

Густина, кг/м <sup>3</sup>	%
1,4685	44
1,4779	45
1,4873	46
1,4969	47
1,5065	48
1,5159	49

За рахунок збільшеного вмісту хлору, властивості цього матеріалу відрізняються від властивостей ПВХ, тому що хлор-вуглецеві зв'язки більш щільні. Це збільшує границю робочої температури експлуатації до 90 °C. [38]

Особливості матеріалу:

- висока жорсткість та міцність у порівнянні з іншими пластиками;
- робоча температура експлуатації до 90 °C;
- негорючість у повітряній середі ;
- постійність механічних характеристик в масі матеріалу;
- склеюваність або «холодне зварювання» тобто бак буде вироблено безшовним способом (приклад ємності показано на рисунку 3.1).

Однією з вимог до баку для збереження лугу є хімічна стійкість стінок баку до лугу та до сірчаної кислоти ( яку зберігають поруч в металевих баках, але є можливість потрапляння крапель кислоти у зв'язку з тим, що баки розташовано на суміщеній площині) за температурою експлуатації до 30 °C. Хімічні властивості показано у таблицях 3.2 та 3.3.



Рисунок 3.1 – Ємність з PVC-C

Таблиця 3.2 – Загальні властивості PVC-C[38]

Характеристика	Методика досліджень	Значення
Густина	ISO 1183	1,64 г/см <sup>3</sup>
Міцність на розтягнення	DIN EN ISO 527	60 Н/мм <sup>2</sup>
Подовження при розриві		15%
Модуль пружності	ISO 527-2	300 Н/мм <sup>2</sup>
Теплопровідність при 20°C		0.13 Вт/м· К
Діапазон робочих температур		от -10+90 °С

Таблиця 3.3 – Хімічна стійкість PVC-C до розчинів NaOH [39]

Робоча середа	Концентрація	Температура робочої середи	Застосовність щодо PVC-C

NaOH	до 10-% водний розчин	40 °C	Стійкий
		60 °C	Відносно стійкий
	До 30 % водний розчин	20 °C	Стійкий
		40 °C	Стійкий
		60 °C	Відносно стійкий
	До 50% водний розчин	20 °C	Стійкий
		40 °C	Стійкий
		60 °C	Стійкий
	Насичений розчин	20 °C	Стійкий
		40 °C	Стійкий

На площадці здійснюється зберігання 96% сірчаної кислоти та 48% натрієвого лугу. Влітку максимальна температура підіймається до 40°C, середня температура 20-26 °C. Тому виходячи з даних хімічної стійкості матеріал PVC-C придатний для зберігання лугу NaOH та у разі випадкового попадання крапель сірчаної кислоти це не створить небезпеку прориву баку .[39]

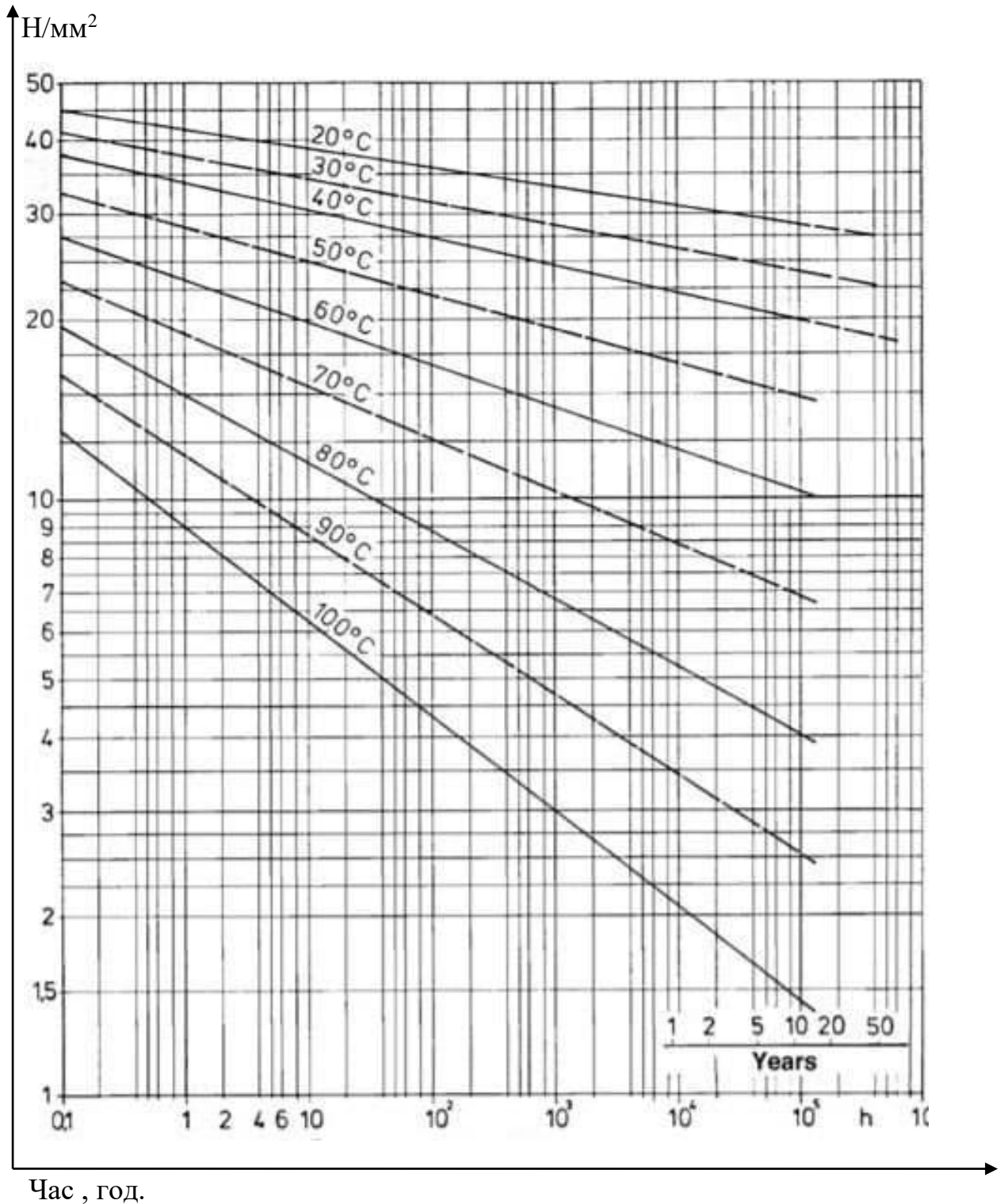
Розрахунок геометрії ємності засновано на номограмі довготривалої міцності термопласту. Номограми не мають відношення до розмірів або форми ємності, але характеризують міцність матеріалу – залежність допустимих напружень в матеріалі в залежності від розрахункового терміну служби ємності з цього матеріалу, а також від температури експлуатації виробу.

Розрахунковий термін служби ємності приймається 25 років або  $2 \cdot 10^5$  год. Хімічна стійкість ємності до сірчаної кислот є у таблиці 3.4.

Для ємності об'ємом 100 м<sup>3</sup> приймемо наступні параметри : висота H=3м , внутрішній діаметр верхньої та нижньої основи D =d=6,54 м.

Таблиця 3.4 – Хімічна стійкість PVC-C до розчинів сірчаної кислоти [39]

Робоча середа	Концентрація	Температура робочої середи	Застосовність щодо PVC-C
Сірчана кислота	До 40-% водний розчин	20 °C	Стійкий*
		40 °C	Стійкий*
		60 °C	Відносно стійкий*
	До 60 % водний розчин	20 °C	Стійкий*
		40 °C	Стійкий*
		60 °C	Стійкий*
	До 80% водний розчин	20 °C	Стійкий*
		40 °C	Стійкий*
		60 °C	Стійкий*
	90% водний розчин	20 °C	Стійкий*
		60 °C	Не застосовується*
	90% розчин	20 °C	Стійкий*
		60 °C	Відносно стійкий*



Час , год.

Рисунок 3.2 – Номограма довготривалої міцності PVC-C. За вертикаллю показано шкала напруги в матеріалі  $\text{H}/\text{mm}^2$ . За горизонталлю показано термін служби в годинах. [40]

Номограми для різних матеріалів приведені в нормах стандарту DVS-2205 (Германія). Вище наведено номограму для матеріалу PVC-C (рисунок

3.2) . У зв'язку з тим, що бакове господарство розташовано на рівній бетонованій площадці, далі будемо вести розрахунки нехтуючи поправками на нерівність основи ємності ( приклад поверхні  $\epsilon$  у рисунку 3.3).

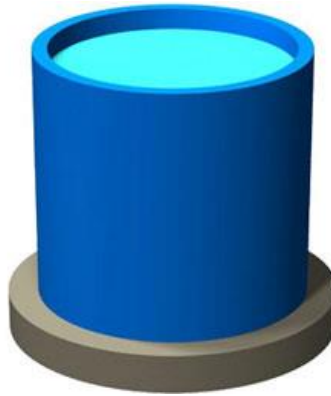


Рисунок 3.3 – Циліндрична ємність як прототип для розрахунку ємності баку

Для розрахунку необхідної товщини стінки ємності діаметром  $D=6,54\text{м}$  приймаємо, що ємність заповнена рідиною до рівня  $H=3\text{м}$  від дна. Товщина стінки  $S_z$  менша за діаметр ємності (рисунок 3.4). [40]

Розрахунок:

Максимальна напруга  $\delta_{\max}$  буде виникати в нижній частині стінки ємності і може бути розрахована за формулою,  $\text{Н/мм}^2$  :

$$\delta_{\max} = \rho g H D_{\text{зовн.}} \cdot \frac{10^{-3}}{2S_z} \quad (3.1)$$

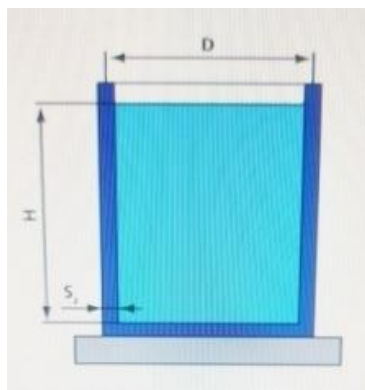


Рисунок 3.4 – Основні показники для розрахунку товщини ємності

де  $\rho$  – густина заповнюючої речовини,  $\text{кг/м}^3$  ;

$H$  – рівень заповнюючої речовини від дна ємності, м;

$D_{\text{зовн.}}$  – зовнішній діаметр ємності, м;

$g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9,8 \text{ Н/кг}$ ;

$S_z$  – товщина стінки в точці, в якій розраховується напруга ( в нашому варіанті буде розраховуватися товщина стінки в нижній частині ємності, яка витримує максимальну напругу), мм.

В реальних умовах ємність експлуатується при змінних температурах та піддається змінним навантаженням. Тому необхідні стінки ємності розраховуються наступним шляхом.

Умови експлуатації поділяють на дві групи і визначають тривалість ( у процентному співвідношенні ) впливу кожної групи.

Приймаємо, що розрахункова ємність – бак для зберігання натрій гідроксиду – виготовлена з PVC-C та розрахована на термін 25 років, експлуатується в наступному режимі:

– ємність заповнена натрій гідроксидом на 90% протягом літнього періоду (4 місяці) та експлуатується при температурі 25-30 °C ;

– ємність заповнена натрій гідроксидом на 85% протягом зимового періоду ( 8 місяців) та експлуатується при температурі до 20 °C .

Як видно, літні умови експлуатації діють 25% часу, а зимові – 75 % часу.

Для розрахунку необхідної товщини стінки в кожній точці при такому режимі експлуатації необхідно ввести термін швидкість старіння:

$V_{\text{л}}$  – швидкість старіння під впливом літніх умов експлуатації;

$V_{\text{з}}$  – швидкість старіння під впливом зимових умов експлуатації;

$V$  – загальна швидкість старіння.

$$V = 1/T, \quad (3.2)$$

де  $T = 25$  років (  $2 \cdot 10^5$  год. )

та виконати умови достатньої міцності :

$$0,25V_{\text{л}} + 0,75V_{\text{з}} \leq V \quad (3.3)$$



$V_{л}$  і  $V_{з}$  визначаються як  $1/T_{л}$  та  $1/T_{з}$ , де  $T_{л}$  і  $T_{з}$  – граничний час експлуатації ємності при літніх та зимових умовах, ці величини визначаються за номограмою довготривалої міцності PVC-C. Тоді формулу (3.3) можна переписати у такому вигляді:

$$0,25 / T_{л} + 0,75 / T_{з} \leq 1/T \quad (3.4)$$

Для перевірки виконання цієї умови необхідно шляхом підбору підібрати товщину стінки, далі за формулою (3.1) знайти напругу  $\delta_{\max}$  в стінці ємності для літніх та зимових умов експлуатації, після чого за номограмою визначити  $T_{л}$  і  $T_{з}$  та підставити їх у формулу (3.4) для перевірки.

Приймаємо, що товщина стінки у нижній частині ємності складе  $S_z = 10$  мм.

1. Визначимо літній і зимовий рівень лугу в ємності, м:

$$H_{л} = 90\%N \quad (3.5)$$

де  $H_{л}$  – рівень лугу в літній період року

$$H_{л} = 0,9 \cdot 3 = 2,7$$

$$H_{з} = 85\%N \quad (3.6)$$

де  $H_{з}$  – рівень лугу в зимовий період року

$$H_{з} = 0,85 \cdot 3 = 2,55$$

2. Визначимо максимальну напругу, що виникає в нижній частині стінки ємності при літніх умовах експлуатації ( за формулою 3.1), Н/мм<sup>2</sup> :

$$\delta_{л \max} = (1504 \cdot 9,88 \cdot 2,77 \cdot 6,56 \cdot 10^{-3}) / 2 \cdot 10 = 13,5$$

3. Визначимо максимальну напругу, що виникає в нижній частині стінки ємності при зимових умовах експлуатації ( за формулою 3.1), Н/мм<sup>2</sup> :

$$\delta_{з \max} = (1504 \cdot 9,88 \cdot 2,55 \cdot 6,56 \cdot 10^{-3}) / 2 \cdot 10 = 12,43$$

4. За номограмою, при такому напруженні граничний термін експлуатації ємності при температурі 25-30 °С складе  $T_{л} = 1 \cdot 10^{10}$  годин.

5. За номограмою при такому напруженні граничний термін експлуатації ємності при температурі 0-20 °С складе  $T_{з} = 1 \cdot 10^{10}$  годин.

6. Підставляємо  $T_1$  і  $T_3$  в формулу (3.4) :

$$\frac{0,25}{1 \cdot 10^{10}} + \frac{0,75}{1 \cdot 10^{10}} \leq \frac{1}{2 \cdot 10^5}$$

Умова міцності виконується. [40]

7. З урахування того, що на кришку баку діє лише сила тяжіння Землі, можна прийняти товщину кришки, яка буде відповідати умовам зручності експлуатації. Прийmemo товщину кришки баку 7 мм.

8. Дно баку розташовується на рівній бетонованій площадці, тому тиск на дно баку буде дорівнювати тиску у нижній частині стінки баки. Прийmemo товщину баку 11 мм.

### **3.2 Розрахунок потужності припливно- витяжної вентиляції**

На складі зберігання сірчаної кислоти та лугу діє природна вентиляція, тому що баки вільно обдуваються природним повітрям. [41]

Для вентиляції промислових приміщень застосовують припливну, витяжну або припливно-витяжну механічні системи. У невеликому виробничому приміщенні витяжної механічної вентиляції зазвичай достатньо.

Проливи кислоти, а значить і надходження у повітря отруйних випарів, може статися у приміщенні, де знаходяться насоси нагнітання зі складського господарства та у приміщенні, де є баки-мірники. Це два відокремлених приміщення, які знаходяться в різних будівлях. Процес завантаження речовин відбувається періодично, тому необхідності у постійно-діючій вентиляції немає.

Місцева вентиляція встановлюється в місцях найбільш значного викиду отруйних речовин . Особливі вимоги ставлять до будівництва місцевої витяжної вентиляції: вона повинна бути організована таким чином, щоб шкідливі виробничі викиди не опинилися в зоні вдихуваного працівниками повітря. [41]

Вентиляція промислових приміщень покликана запобігти поширенню шкідливих речовин по всьому цеху. Завдяки їй концентрація шкідливих речовин залишається в межах допустимої норми.

За використанням вентиляція складів і виробничих приміщень може бути постійною й аварійною. Виходячи з умов технологічного процесу, проливи кислоти та випари небезпечних речовин можливі лише у виключних обставинах, тому є необхідність встановлення місцевої витяжної вентиляції (рисунок 3.5), яка буде працювати як аварійна вентиляція за умови потрапляння небезпечних отруйних речовин у повітря робочої зони. [41]

У повітря робочої зони можуть потрапити дисульфід сірки  $\text{SO}_2$ . При попаданні розчиненої сірчаної кислоти на металеві поверхні ( що може статися при прориві труб та з'єднань) буде випаровуватися  $\text{H}_2\text{S}$ .



Рисунок 3.5– Приклад витяжної вентиляції в промисловому приміщенні (місцева)

При попаданні розчиненої сірчаної кислоти на металеві поверхні ( що може статися при прориві труб та з'єднань) буде випаровуватися  $\text{H}_2\text{S}$ .

Ведемо розрахунок для приміщення , де знаходяться насоси нагнітання зі складського господарства.

Виходячи з даних технологічного процесу, в приміщенні насоси

транспортують тільки концентровану сірчану кислоту та луг. Луг не створює газів випаровування при розливі. Концентрована сірчана кислота не взаємодіє з металами, тому при розливі можливе випаровування тільки  $SO_2$ .

Розрахунок:

1. Розрахуємо кількість повітря, яку необхідно видалити з приміщення, де знаходяться насоси сірчаної кислоти нагнітання зі складського господарства,  $m^3/год$  [42]:

$$Q = M / (C_{п} - C_{н}) \quad (3.7)$$

де  $M$  – кількість шкідливої речовини, що видаляється за одиницю часу у повітря приміщення,  $mg/год$ ;

$C_{п}$  – концентрація речовини в повітрі приміщення, яку необхідно забезпечити,  $mg/m^3$ ;

$C_{н}$  – концентрація речовини в зовнішньому повітрі,  $mg/m^3$ ;

$$C_{п} = ГДК_{SO_2} = 10 \text{ (} mg/m^3 \text{)};$$

$$M_{SO_2} = 1 \cdot 10^4$$

$$C_{н} = 0 \text{ (} mg/m^3 \text{)}$$

$$Q = 10000 / (10 - 0) = 1000 \text{ (} m^3/год \text{)}$$

2. Параметри приміщення, де знаходяться насоси сірчаної кислоти нагнітання зі складського господарства:

Довжина приміщення, м :

$$L = 9$$

Ширина приміщення, м:

$$B = 6$$

Висота приміщення, м:

$$H = 2,5$$

Об'єм приміщення,  $m^3$ :

$$V = LBH$$

$$V = 9 \cdot 6 \cdot 2,5 = 135$$

3. Розрахуємо кратність вентиляції, год.<sup>-1</sup>:

$$n = Q/V$$

де  $V$  – внутрішній об'єм приміщення, м<sup>3</sup>

$$n = 1000/135 = 7,4$$

Для забезпечення концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони не більше норми ГДК, потрібно 7,4 рази повністю змінити повітря у приміщенні протягом години.

Виходячи з даних технологічного процесу, в приміщенні зберігання баків-мірників насоси-дозатори транспортують концентровану сірчану кислоту та луг. Луг не створює газів випаровування при розливі. Концентрована сірчана кислота розчинюється з водою, та у вигляді розчину транспортується до іонообмінних фільтрів, тобто є ризик розливу і взаємодії розчиненої кислоти з металами. Отже при розливі можливе випаровування SO<sub>2</sub> й H<sub>2</sub>S.

Згідно переліку SO<sub>2</sub> та H<sub>2</sub>S є речовинами з адитивним ( підсумовуючим) ефектом. [43]

Для речовин з адитивним ефектом повинно витримуватися співвідношення :

$$\sum \left( \frac{C_i}{ГДК_i} \right) \leq 1 \quad (3.8)$$

де  $C_i$  – концентрація  $i$  – ї речовини в повітрі,

ГДК <sub>$i$</sub>  – його гранично допустима концентрація.

Тобто, згідно вимог для адитивних речовин (3.8):

$$\left( 0,5 \frac{C_{SO_2}}{ПДК_{SO_2}} + 0,5 \frac{C_{H_2S}}{ПДК_{H_2S}} \right) \leq 1 \left( 0,5 \frac{10}{10} + 0,5 \frac{10}{10} \right) \leq 1$$

Для виконання вимог адитивності, гранично допустимою концентрацією у повітрі є одночасне знаходження у повітрі робочої зони 5

мг/м<sup>3</sup> SO<sub>2</sub> й 5 мг/м<sup>3</sup> H<sub>2</sub>S.

4. Розрахуємо кількість повітря, яку необхідно видалити з приміщення, де зберігаються баки-мірники, м<sup>3</sup>/год :

$$C_{\text{п}} = 0,5 \text{ГДК}_{\text{SO}_2} = 5 \text{ (мг/м}^3\text{)};$$

$C_{\text{н}}$  – концентрація речовини в зовнішньому повітрі, мг/м<sup>3</sup>

$$C_{\text{н}} = 0 \text{ (мг/м}^3\text{)}$$

$$Q_{\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{S}} = 10000 / ((5 + 5) - 0) = 1000$$

$$C_{\text{п}} = 0,5 \text{ГДК}_{\text{H}_2\text{S}} = 5 \text{ (мг/м}^3\text{)};$$

$$C_{\text{н}} = 0 \text{ (мг/м}^3\text{)}$$

5. Параметри приміщення, де зберігаються баки-мірники:

Довжина приміщення, м :

$$L = 8$$

Ширина приміщення, м:

$$B = 10$$

Висота приміщення, м:

$$H = 2,5$$

Об'єм приміщення, м<sup>3</sup>:

$$V = 8 \cdot 10 \cdot 2,5 = 200$$

6. Розрахуємо кратність вентиляції, год.<sup>-1</sup>:

$$n = 1000 / 200 = 5$$

Для забезпечення концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони не більше норми ГДК, потрібно 5 рази повністю змінити повітря у приміщенні протягом години.

Завданням витяжного вентилятора для приміщення певного обсягу є ефективне видалення забрудненого повітря з нормативної кратністю, тобто за одиницю часу весь об'єм повітря повинен кілька разів оновитися.

Цим сумарним об'ємом визначається витрата повітря в м<sup>3</sup> / год.– основна характеристика вентилятора. Зазвичай при розрахунках враховують не тільки норми повітрообміну, а й запас по продуктивності, що враховує місцеві опори (вигини повітропроводів, довжину стояка, фільтри, і т.п.).

$$L' = L \cdot B \cdot h \cdot n \quad (3.9)$$

де  $L'$  – продуктивність вентилятора, м<sup>3</sup>/год.;

$L$ –довжина приміщення, м ;

$B$ – ширина приміщення, м;

$h$ – висота приміщення, м;

$n$  – кратність повітрообміну, год.<sup>-1</sup>

7. Визначимо продуктивність витяжного вентилятора для приміщення , де знаходяться насоси сірчаної кислоти нагнітання зі складського господарства, м<sup>3</sup>/год. (3.9):

$$L_{\text{скл.}}' = 9 \cdot 6 \cdot 2,5 \cdot 7,4 = 999$$

8. Визначимо продуктивність витяжного вентилятора для приміщення, де зберігаються баки-мірники, м<sup>3</sup>/год.(3.9) :

$$L_{\text{бак.}}' = 8 \cdot 10 \cdot 2,5 \cdot 5 = 1000$$

9. Якщо з приміщення видаляється повітря, воно повинно замінюватися на чисте повітря ззовні. З урахуванням попередніх розрахунків, потрібно у приміщення, де знаходяться насоси сірчаної кислоти нагнітання зі складського господарства, нагнітати 999м<sup>3</sup>/год. чистого повітря і у приміщення, де зберігаються баки-мірники, – 1000м<sup>3</sup>/год. чистого повітря.

Для виключення підсмоктування отруйного повітря у сусіднє складське приміщення, приточний вентилятор повинен подавати на 20% менше чистого повітря, ніж забирається з приміщення .

Тому з урахуванням цієї вимоги розрахуємо продуктивність вентилятора припливної вентиляції для приміщення, де зберігаються баки-мірники, м<sup>3</sup>/год.:

$$L'' = L' - L' \cdot 0,2 ,$$

де  $L''$  – продуктивність вентилятора припливної вентиляції для приміщення.  
Продуктивність вентилятора припливної вентиляції для приміщення, де зберігаються баки-мірники, м<sup>3</sup>/год.:

$$L_{\text{бак.}}'' = 1000 - 1000 \cdot 0,2 = 800$$

В приміщення необхідно нагнати 800 м<sup>3</sup> чистого повітря в годину.  
Продуктивність вентилятора припливної вентиляції, де знаходяться насоси сірчаної кислоти нагнітання зі складського господарства, м<sup>3</sup>/год.:

$$L_{\text{скл.}}'' = 999 - 999 \cdot 0,2 = 799,2$$

В приміщення необхідно нагнати 799,2 м<sup>3</sup> чистого повітря в годину.  
Для обох приміщень доцільно встановити відцентровий вентилятор середнього тиску одностороннього всмоктування ВЦ 14-46, враховуючи його відносно невисоку вартість.

Відцентровий вентилятор середнього тиску одностороннього всмоктування ВЦ 14-46 призначений для переміщення повітря і інших газових сумішей з температурою до + 80 °С і концентрацією твердих механічних пилових домішок не більше 100 мг / м<sup>3</sup> (характеристики приведені у таблиці 3.5) [44].

Кислотостійкий вентилятор середнього тиску ВЦ 14-46 (рисунок 3.6) виготовлено з поліпропілену. Конструкція дозволяє використовувати його при наявності в повітрі агресивних газів (в тому числі SO<sub>2</sub> та H<sub>2</sub>S). Вентилятор складається з пропілену, стійкого до впливу кислот та кислих газів .





Рисунок 3.6 – Вентилятор ВЦ 14-46

Таблиця 3.5– Характеристики вентилятора ВЦ 14-46[44]

Потужність двигуна, кВт	Кількіс ть обертів об./хв.	Продуктивність , м <sup>3</sup> /год.	Тиск, Па	Електродвигун
		В робочій зоні		
0,37	1370	1490	310	АІР 63 В4

### Розрахунок калорифера

Калорифер необхідний для регулювання температури всередині приміщення, він необхідний для захисту трубопроводу від замерзання в зимовий період (рисунок 3.7).

Калорифер використовується в припливної системі для підігріву зовнішнього повітря в холодну пору року. З урахуванням віддаленості ділянки хімічної очистки від основних цехів доцільним є встановлення калорифера, що працює за допомогою електричного струму.

Потужність калорифера розраховується виходячи з продуктивності, необхідної температурою повітря навиході системи ( температури в приміщенні) і мінімальною температурою зовнішнього повітря.

Мінімальна температура вхідного повітря залежить від кліматичної зони для м. Дніпродорівнює  $-22^{\circ}\text{C}$ . Температура, що надходить у приміщення, повинна становити не менш, ніж  $15^{\circ}\text{C}$  для виробничих приміщень, де працюють люди.



Рисунок 3.7– Калорифер електричний

Розрахунок:

Необхідну потужність калорифера калорифера знайдемо за формулою, Вт:

$$P = 0,29 \cdot \Delta T \cdot L \cdot 1,16 , \quad (3.11)$$

де  $P$  — потужність калорифера, Вт;

$\Delta T$  — різниця температур повітря на вході виході системи припливної вентиляції,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$L$  — продуктивність повітря,  $\text{м}^3 / \text{год}$ .

Для розрахунку калорифера приймемо найбільшу продуктивність повітря для приміщення, де зберігаються баки-мірники,  $\text{м}^3 / \text{год}$  [45].

9. Знайдемо різницю температур на вході і виході припливної системи вентиляції для холодного періоду року,  $^{\circ}\text{C}$ :

$$[\Delta T] = t_{\text{макс}} - t_{\text{прим}} . \quad (3.12)$$

де  $t_{\text{макс}}$  – це мінімальна температура вхідного повітря в холодний період року, °С. Для м. Дніпро  $t_{\text{макс}} = -22$  °С.

$t_{\text{прим.}}$  – це мінімальна температура повітря в промисловому приміщенні в холодний період року, де працюють люди, °С.  $t_{\text{прим.}} = 15$  °С.

$$\Delta T = (-22) - 15 = [-37]$$

Максимальна різниця температур становить 37 °С.

10. Знаходимо необхідну потужність калориферу за формулою, Вт:

$$P = 0,29 \cdot 37 \cdot 1008 \cdot 1,16 = 12546,3$$

Прийmemo калорифер ПНЕ-15 (СФО-16) з наступними характеристиками:

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики калорифера ПНЕ-15 (СФО-16) [46]

№ п/п	Найменування параметра	Значення параметра
1	2	3
1	Номінальна потужність, Вт	15000
2	Витрати повітря, м <sup>3</sup> /год.	1200
3	Температура на поверхні ТЕНів, не більше °С	240
4	Напруга мережі, В	380
5	Напруга на ТЕНі, В	220
6	Частота, Гц	50
7	Маса калорифера, кг	5,6

Для підтримання вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони в приміщенні зберігання баків-мірників та у приміщенні насосів, що нагнітають кислоту зі складу зберігання, потрібно встановити систему припливно-витяжної вентиляції, яка у разі викиду отруйних речовин буде виконувати функцію аварійної. Також, з урахуванням карти умов праці, в приміщеннях є необхідність підвищення температури до мінімально допустимої температури у холодну пору року. Встановлення калориферів на вході вирішує проблему недостатньої температури у приміщенні та дозволяє

уникнути замерзання кіслотопроводу і насосів .

Для влаштування припливно-витяжної вентиляції встановимо 1 калорифер і 1 вентилятор для припливної вентиляції та 1 відсмоктувальний вентилятор для витяжної вентиляції.

### **3.3 Розробка заходів і засобів захисту від шуму**

В цеху водо підготовки та хімічної очистки окремо виділяється вид шкідливості такий, як шум. Технологічний процес супроводжується постійною необхідністю створювати напір у воді та рідинах для фільтрації, тому ділянки, де розміщаються фільтри, обладнані насосами-нагнітачами. На окремих ділянках виробничого циклу створюється необхідність у одночасному нагнітанні води у фільтри. Було встановлено групу насосів двигуни яких створюють динамічне зусилля, наслідком чого є зростання шуму.

Надмірний шум негативно впливає на здоров'я та працездатність працівників. Шум заважає також комунікації працівників, що створює ризик проблем у веденні виробничих процесів.

Шум, представляючи на відміну від звуку безладні поєднання різних по частоті і силі звуків, надає негативну дію на людину, викликає стомлення, перешкоджає зосередженню уваги і може викликати негативну реакцію і почуття роздратування. Тривала дія шуму може привести до зниження слуху, а іноді до глухоти. Шум має негативний вплив на серцево-судинну і центральну нервову систем.

На ділянці блочної знесолюючої установки (БЗУ) насоси розташовано коло фільтрів в одному приміщенні.

На постійних робочих місцях у виробничому приміщенні гранично допустимий рівень шуму складає 80дБА. Цей рівень шуму практично не завдає шкоди здоров'ю працівників.

В залі знесолюючих фільтрувальних установок фактичне значення

рівня шуму (згідно карти умов праці апаратника) складає 95 дБА, що значно перевищує допустимі норми.

Найбільш шкідливим фактором роботи насосів плунжерного типу є шум. Основною причиною появи шуму у насосі на низьких і середніх частотах є вібрації, створювані двигуном. Асиметрична форма коленвалу, що рухає плунжери за допомогою крєйцкопфів, також є основною причиною вібрації та шуму. У зв'язку з тим, що насоси розташовано на окремому бетонованому фундаменті, локальні вібрації «глушаться».

Високочастотний діапазон спектру шуму визначається відбиттям звуку від металевої оболонки механічних фільтрів. Одночасне розташування групи насосів в одному приміщенні сумує шумові характеристики насосів і у результаті рівень шуму становить вище нормованого.

У зв'язку з тим, що є необхідність постійної роботи працівників в залі, де одночасно розташовані фільтри знесолюючої установки і насоси, доцільним є встановлення звукоізоляційного укриття одночасно на всю групу насосів для відокремлення їх шумових характеристик. Укриття являє собою стінку, виконаний з керамічної цегли. У створеному приміщенні передбачається окремий вихід, через які ремонтний і обслуговуючий персонал можуть зайти до групи насосів.

У виробничому приміщенні рівень звукового тиску біля пульта оператора досягає в трьох частотних діапазонах наступних величин (таблиця 3.7):

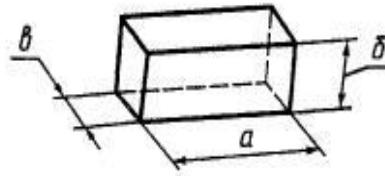
Таблиця 3.7– Величини звукового тиску

f, Гц	63	125	250
L, дБ	105	95	90

Для забезпечення нормативних величин звукового тиску розрахуємо, чи забезпечить припустимі умові звукоізольоване укриття з повнотілої

червоної цегли товщиною 65 мм (рисунок 3.8).

Густина цегельної кладки  $\rho=1700 \text{ кг/м}^3$  (додаток А)



$a$  – довжина 230мм;  $b$  – ширина 120см; висота – 65 см.

Рисунок 3.8 – Розміри червоної цегли рядової повнотілої марки М-100.

Приймаємо товщину захисного укриття  $\delta = 0,065 \text{ м}$ . коефіцієнт  $b=97$ (для червоної керамічної цегли) .

Рівень звукового тиску перевищується в діапазонах частот, дБ:

$$L_{63} = 105L_{125} = 95 L_{250} = 90$$

Допустимий рівень звукового тиску, дБ :

$$L_{63}^d=95; L_{125}^d = 87 ; L_{250}^d = 82$$

Розрахунок:

Розрахуємо зниження рівня звукового тиску , якщо встановимо звукоізоляційний корпус з червоної цегли.

1.Критичне значення частоти, Гц:

$$f_k=-257\delta+b , \quad (3.13)$$

де  $b$ – коефіцієнт для червоної цегли;

$\delta$  – товщина кладки, м

$$f_k=-257 \cdot 0,065+97=80,3$$

Прийmemo  $f_k=80 \text{ Гц}$

2.Поверхнева маса огороження,  $\text{кг/м}^3$ :

$$m=\rho\delta \quad (3.14)$$

$$m=1700 \cdot 0,065 = 110,5$$

3. Зменшення звукового тиску при товщині укриття  $\delta = 0,065$  м буде, дБ:

При  $f < f_k$

$$R = 20 \lg m - 12 \quad (3.15)$$

$$R_{63} = 20 \lg(110,5) - 12 = 28,8$$

При  $f > f_k$

$$R = 20 \lg m - 12 + 24,9 \lg \frac{f}{f_k} \quad (3.16)$$

$$R_{125} = 20 \lg(110,5) - 12 + 24,9 \lg \frac{125}{80} = 33,5$$

$$R_{250} = 20 \lg(110,5) - 12 + 24,9 \lg \frac{250}{80} = 66,15$$

4. Визначимо, чи достатньо товщини сталевого корпусу для зниження звукового тиску до допустимих величин, дБ :

$$L_x^k = L_x - R_x \quad (3.17)$$

$$L_{63}^k = L_{63} - R_{63} = 105 - 28,8 = 76,2$$

$$L_{125}^k = L_{125} - R_{125} = 95 - 26,31 = 68,69$$

$$L_{250}^k = L_{250} - R_{250} = 90 - 66,15 = 23,85$$

$$L_{63}^k < L_{63}^d; L_{125}^k < L_{125}^d; L_{250}^k < L_{250}^d$$

Звукоізоляція забезпечує припустимі умови.

5. Розрахуємо ширину, яку займає група насосів, яку необхідно огороджувати:

Насоси розташовано у ряд по 3 насоси, існує 3 паралельні ряди, що сумарно складено з 9 насосів (рисунок 3.9).



Рисунок 3.9 – Схема розтушування насосів марки НД у ряд

1 насос має довжину 0,5 м і ширину 0,25 м. Висота насосу для розрахунку не використовується.

Ширина проходу, створена для зручності ремонту та обслуговування насосів, дорівнює 1м. Проходи створено по обидві сторони від насосів.

Тоді ширина  $b'$  звукоізолюючого укриття складе, м:

$$b' = (0,25 \cdot 3) + 4 \cdot 1 = 4,75$$

6. Розрахуємо довжину, яку займає група насосів, яку необхідно огороджувати.

З урахуванням зручності обслуговування, прийmemo, що перед насосами та за ними створено прохід 0,75 м. Між насосами прохід 1м. Довжина  $l'$  звукоізолюючого укриття складе, м:

$$l' = 1 + 1 + 0,75 + 0,75 + 0,5 \cdot 3 = 5,25$$

7. Отже, загальна довжина кладки звукоізолюючого укриття складе, м:

$$l'' = l' + b'$$

$$l'' = 5,25 + 4,75 = 10,00$$

8. Розрахуємо кількість цегли, яку необхідно витратити на зведення укриття, шт.:

$$n = n_1 \cdot n_2,$$

де  $n_1$  – кількість цегли, що необхідно викласти у довжину, шт.



$n_2$  – кількість цегли, що необхідно викласти у висоту, шт.

Кількість цегли, що необхідно викласти у довжину, шт.:

$$n_1 = l/a,$$

де  $a$  – довжина цегли, м

$$a = 0,23 \text{ м}$$

$$n = 15,25/0,23 = 66$$

Висоту приміщення, де знаходяться насоси-дозувачі, прийmemo 2м.

Кількість цегли, що необхідно викласти у висоту, шт.:

$$n_2 = h/b_1,$$

де  $b_1$  – це ширина цегли,  $b_1 = 0,12$  м

$$n_2 = 2/0,12 = 16,7$$

Прийmemo 17 шт.

Кількість цегли, яку необхідно витратити на зведення укриття, шт.:

$$n = 66 \cdot 17 = 1122 \text{ шт.}$$

З урахуванням нормативного браку на транспортування 1,5%, прийmemo:

$$n^1 = 1122 + 1122 \cdot 0,015 = 1138,83 \text{ Приймаємо } n^1 = 1139 \text{ шт.}$$

Згідно нормам витрат на зведення шумозахисного укриття знадобиться :

1139 шт. керамічної повнотілої цегли; 106,75 кг цементу;

427 кг піску; 76,25 кг води.

### **3.4 Розрахунок опору заземлення нейтралі трансформат**

У цеху підготування води наруга мережі 380/220 В. Опір заземлення нейтралі джерела струму у мережі повинен дорівнювати  $R_n = 4$  Ом.

Розрахуємо необхідну кількість заземлювачів. У якості заземлювачів використаблюється штучний груповий заземлювач , який являє собою вертикальні труби, з'єднані горизонтальною смугою, що заглиблено у землю на 0,5м. Розташуємо вертикальні заземлювачі в ряд. [47]

Довжина вертикального заземлювача  $l = 4$  м;

Сезонні коливання опору верхнього шару ґрунту :

Для вертикального заземлювача  $\psi_1 = 1,3$

Для горизонтального заземлювача  $\psi = 2,5$

Діаметр вертикальної труби  $d = 0,07$  м ;

Відстань між вертикальними електродами  $a = 5$  м;

Ширина горизонтальної сполучної смуги  $b = 5$  см;

Ґрунт – супісок ;

Питомий електричний опір ґрунту  $\rho = 300$  Ом·м (додаток Б)

### Розрахунок

1. Визначаємо розрахункове значення опору ґрунту для вертикального електрода, Ом·м :

$$\rho_y = \psi_1 \rho_0 \quad , \quad (3.18)$$

де  $\psi_1$  – це сезонне коливання опору ґрунту

$\psi_1 = 1,3$  (для Дніпропетровського регіону)

$$\rho_y = 1,3 \cdot 300 = 390 \text{ (Ом·м)}$$

2. Опір розтіканню струму окремого вертикального заземлювача, верхній кінець якого заглиблено у землю на рівень  $t=0,5$ м, Ом:

$$R_0 = \frac{\rho_y}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + 0,5 \ln \frac{4t+3l}{4t+l} \right) \quad (3.19)$$

де  $l$  – довжина стрижня, м;  $d$  – його діаметр, м;  $t$  – рівень заглиблення стрижня у землю, м.

$$R_0 = \frac{390}{2 \cdot 3,14 \cdot 4} \left( \ln \frac{2 \cdot 4}{0,07} + 0,5 \ln \frac{4 \cdot 0,5 + 3 \cdot 4}{4 \cdot 0,5 + 4} \right) = 20,6$$

3. Орієнтована кількість вертикальних електродів, шт.:

$$n_3 = 1,3 R_0 / R_n \quad (3.20)$$

$$n_3 = 1,3 \cdot 20,6/4 = 6,7$$

4. Приймаємо  $n_3 = 8$  ( парне число заземлювачів).

Згідно додатку А знаходимо коефіцієнти екранування:

$$\eta_B = 0,61 \quad \eta_r = 0,66$$

5. Опір групи вертикальних заземлювачів, Ом:

$$R_B = R_0/n_3 \eta_B \quad (3.21)$$

$$R_B = 20,6/6,7 \cdot 0,61 = 5,0$$

6. Розрахуємо опір ґрунту для горизонтальної смуги на глибині, Ом·м:

$$\rho_r = 2,5 \cdot 300 = 750,$$

де  $\psi = 2,5$

7. Довжина смуги, м:

$$l_r = 5(8-1) = 35$$

8. Опір сполучної смуги з урахуванням екранування, Ом:

$$R_r = (\rho/2\pi l_r \eta_r) \ln(2 l_r^2 / bt), \quad (3.22)$$

$$R_r = (750/(2 \cdot 3,14 \cdot 35 \cdot 0,66)) \ln(2 \cdot 35^2 / 5 \cdot 0,5) = 35,9$$

8. Опір заземлювача в цілому, Ом:

$$R_3 = R_B R_r / (R_B + R_r) \quad (3.23)$$

$$R_3 = 5,0 \cdot 35,9 / (5,0 + 35,9) = 2,5$$

Розрахункове значення не перевищує припустиме (4 Ом), тому остаточно приймаємо кількість вертикальних електродів - 8.

Отже, проєктований заземлювач складається з 8 вертикальних заземлювачів довжиною 4 м і діаметром 0,07 м, що розташовано на відстані 5 м один до одного і горизонтального заземлювача у вигляді сталеві смуги шириною 0,05 м і довжиною 35 м, заглиблених у землю на 0,5 м.

### 3.5 Розрахунок кількості вогнегасників

Цех підготування води Придніпровської ТЕС складається з трьох приміщень: основної будівлі цеху, хімічного відділення, де знаходяться іонітні фільтри та складської будівлі. Будівлі цеху мають II ступінь вогнестійкості та категорію пожежної небезпеки Г.

Виробничі, складські, побутові, адміністративні та лабораторні приміщення цеху повинні бути оснащені переносними або пересувними вогнегасниками [48].

У приміщеннях, де працівники виконують роботи постійно, вогнегасники потрібно монтувати всередині приміщення. В приміщеннях, де працівники перебувають періодично, вогнегасники монтуються ззовні.

1. Розрахуємо кількість вогнегасників для будівлі складу:

В будівлі складу зберігаються речовини для нейтралізації проливів кислоти та луку, а також проведено трубопроводи подачі рідин та насосне обладнання. Можливі класи пожежи А та Е.

Площа приміщення, де знаходяться насоси сірчаної кислоти нагнітання зі складського господарства, становить 54 м<sup>2</sup>. У зв'язку з тим, що приміщення насосів не є постійним робочим місцем персоналу, розташуємо ззовні біля входу у приміщення 2 переносні закачні вогнегасники ВП-8.

Загальна площа будівлі, м:

$$S_{\text{буд.}} = 18 \cdot 25 = 450$$

Площа складу зберігання нейтралізуючих речовин, м<sup>2</sup>:

$$S_{\text{скл.}} = 450 - 54 = 396$$

Розташуємо у приміщенні 1 пересувний вогнегасник ВП-20.

2. Розрахуємо кількість вогнегасників хімічної ділянки цеху.

Площа приміщення, де зберігаються баки-мірники, становить 80 м<sup>2</sup>. Встановимо поза приміщенням 2 переносні закачні вогнегасники ВП-8.

Загальна площа будівлі, м<sup>2</sup>:

$$S_{\text{хб.}} = 200 \cdot 20 = 2000$$

Площа лабораторного приміщення дорівнює площі приміщення з

баками-мірниками і становить  $80\text{м}^2$ . В лабораторії зберігаються у невеликих кількостях легкозаймисті речовини, тому можливі класи пожеж А, В і Е. Лабораторія є постійною робочою зоною для лаборанта, тому встановимо всередині 3 переносні вогнегасники ВП-9.

Площа приміщення, де розташовано іонообмінні фільтри, становить,  $\text{м}^2$ :

$$S_{i6} = 2000 - 80 - 80 = 1840$$

Встановимо всередині приміщення 3 переносних вогнегасника ВП-12 та 6 ВП-6.

3. Розрахуємо кількість вогнегасників для ділянки попередньої очистки води.

Площа будівлі становить,  $\text{м}^2$  :

$$S_6 = 23 \cdot 90 = 2070$$

Можливі класи пожежи А та Е.

Встановимо всередині приміщень 3 переносних вогнегасника ВП-12 та 7 ВП-6.

Загальна кількість вогнегасників :

ВП-6 13 шт. ВП-8 4 шт. ВП-9 3 шт. ВП-12 6 шт. ВП-20 2шт.

## **4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА**

### **4.1 Структура й організація управління цеху підготування води ТЕС**

Для підготовки очищеної води, що використовується для виготовлення електричної, в складі Придніпровської ТЕС було створено цех підготування води (рисунок 4.1), що підпорядковується головному енергетику.

Основними завданнями цеху є:

- очистка забрудненого конденсату гріючої пари;
- забезпечення очистки конденсату від кожного блоку;
- підживлення очищеною водою тепломережи;
- очистка природних поверхневих вод для поповнення мережи очищеною водою.



Рисунок 4.1 – Приміщення іонообмінних фільтрів ХВ цеху підготування води

Схема структурного управління цеху підготування та хімічної очистки води представлена на рисунку 4.2 :

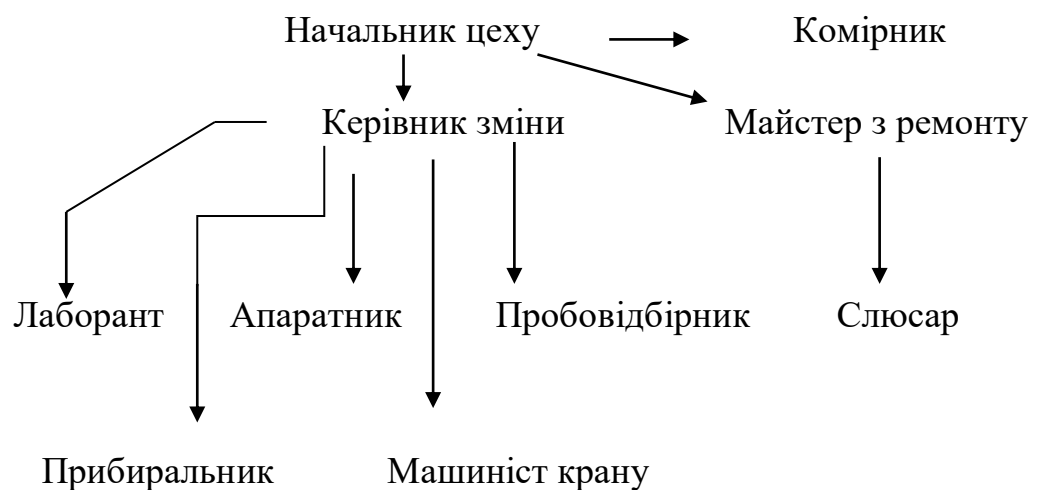


Рисунок 4.2 – Схема структурного управління цехом цеху підготування води

Начальник цеху зобов'язан [49]:

- розробити інструкції – експлуатаційні та з охорони праці з додаванням дій щодо ліквідації можливих аварій;
- скласти щомісячні та річні технічні звіти щодо експлуатації споруд;
- забезпечити всі споруди паспортами, технічною й технологічною інформацією;
- видати наряд-допуски;
- організувати технічне навчання персоналу з метою підвищення кваліфікації й покращення умов експлуатації;
- відповідати за стан охорони праці і пожежної безпеки в цеху;

Керівник зміни зобов'язан:

- мати достатні знання технологічного процесу й шляхів ліквідації порушень в роботі;
- стежити за дотриманням регламенту зберігання сировини і відходів у складських приміщеннях;
- забезпечити працівників технологічними картами та інструкціями, слідкувати за їх виконанням;
- забезпечувати працівників «картами ризиків» – тобто картою можливих ризиків, які можуть трапитися в процесі виконання обов'язки та шляхи попередження таких ситуацій;
- забезпечити підтримання нормального режиму експлуатації споруд згідно технологічного регламенту;
- надати змінне завдання;
- слідкувати за правильним заповненням робочих журналів дежурним персоналом;
- звітує про виконану роботу перед начальником цеху.

стежити за дотриманням правил з охорони праці та пожежної безпеки.

Майстер – керівник ремонтної служби – зобов'язан :

- знати конструкції та характеристики всіх споруд цеху;



- мати креслення та копії паспортів обладнання;
- складати плани та керувати планово-попереджувальними та капітальними ремонтами споруд та агрегатів;
- приймати участь у ліквідації аварійних ситуацій;
- надавати пропозиції щодо покращення технології шляхом заміни вузлів чи обладнання;
- забезпечувати складання дефектних відомостей й графіків щодо капітальних ремонтів споруд та агрегатів, заявок на матеріали, обладнання і тп.. Робота по обслуговуванню споруд і агрегатів цеху здійснюється за безперервним 3-х смінним 4-х бригадним графіком.

#### 4.2 Планування організації виробничого процесу

В даному дипломному проєкті приводиться економічне порівняння двох варіантів підготовки води в умовах ВП АО «Придніпровська ТЕС».

При базовому варіанті під час експлуатації агрегатів спостережуються витрати речовини (кислота та луг) більше нормованих через проливи та витоки отруйних газів. При цьому на працівників також діють шкідливі фактори, такі як недостатня температура в зимовий період року, наявність отруйних речовин у повітрі робочої зони, підвищений рівень шуму. Проєктний варіант передбачає заходи з охорони праці, спрямовані на усунення вищезазначених недоліків. Виходячи з норм для ХВ цеху підготування води ТЕС, складено графік проведення оглядів обладнання та споруд, з якого розраховується кількість днів і годин простою обладнання для здійснення оглядів та ремонтних робіт, заміни вийшовших з ладу деталей. Результати розрахунків зводимо в таблицю 4.1 [50].

Ефективний фонд часу :

$$T_{EF} = T_{КАЛ} - T_{РЕМ}, \text{ год.} \quad (4.1)$$

де  $T_{КАЛ}$  – календарний час роботи, год.;

$T_{\text{РЕМ}}$  – простої на плановий ремонт, год. Коефіцієнт використання обладнання в часі:

$$K_{\text{вик}} = \frac{T_{\text{ЕФ}}}{T_{\text{КАЛ}}}, \quad (4.2)$$

Використовуючи практичні дані, надані майстером з ремонту цеху підготовки води Придніпровської ТЕС, визначаємо час, витрачений на простої для ремонту для базового варіанту, год.:

$$T_{\text{РЕМ}} = T_{\text{РЕМ.П}} + T_{\text{РЕМ.А}} \quad (4.3)$$

Таблиця 4.1 – Баланс робочого часу устаткування

Показники	Одиниці вимірювання	Варіант	
		Базовий	Проектний
1	2	3	4
Режим роботи устаткування	—	Безперервний	Безперервний

Закінчення таблиці таблиці 4.1 – Баланс робочого часу устаткування

Показники	Одиниці вимірювання	Варіант	
		Базовий	Проектний
1	2	3	4
Календарний час роботи, $T_{\text{КАЛ}}$	Дні Години	365 $365 \cdot 24 = 8760$	365 $365 \cdot 24 = 8760$
Простої на планові ремонти,	Дні	25	20

$T_{\text{РЕМ.П}}$	Години	$25 \cdot 24 = 600$	$20 \cdot 24 = 480$
Простої на аварійні ремонти, $T_{\text{РЕМ.А}}$	Дні	4	0
	Години	$4 \cdot 24 = 96$	0
Ефективний фонд часу, $T_{\text{ЕФ}}$ (4.1)	Дні	$365 - 25 - 4 = 336$	$365 - 20 = 345$
	Години	$8760 - 600 - 96 = 8064$	$8760 - 345 = 8415$
Коефіцієнт використання, $K_{\text{ВИК}}$ (4.2)	—	$\frac{336}{365} = 0.92$	$\frac{345}{365} = 0.945$

Висновок: таким чином, замінивши 1 плунжерний насос на ежектор, що дозволило виключити витрати на аварійні ремонти та замінивши металевий бак для зберігання луку на бак з PVC-C, який не потребує планових ремонтів, простої на ремонти зменшилися.

### 4.3 Планування виробничої програми

1. Річна виробнича потужність ділянки [50]:

$$П = N \cdot T_{\text{ЕФ}}, \text{ м}^3 \quad (4.4)$$

где  $N$  – техніческая норма продуктивності ділянки в одиницю часу,  $\text{м}^3/\text{год}$ . ;

$T_{\text{ЕФ}}$  – годовий фонд ефективного часу роботи цеху ,год.

Розрахуємо потужність ділянки ХВ

В 1 годину отримується кількість чистої води  $240 \text{ м}^3$ .

По базовому варианту :

$$П = 240 \cdot 8064 = 1,935360 \cdot 10^6 \text{ м}^3,$$

По проектному варианту :

$$П = 240 \cdot 8415 = 2,019600 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

2. Витрати реагентів на очистку [51].

$$Q_p = Q \cdot m \cdot T_{\text{ЕФ}}, \text{ т/рік} \quad (4.5)$$

где Q – витрати води, м<sup>3</sup>/ч;

m – доза сірчаної кислоти, г/м<sup>3</sup>;

m1 – доза натрій гідроксиду, г/м<sup>3</sup>.

Для базового варианта витрати кислоти:

$$Q_{PK} = 240 \cdot 14,7 \cdot 8064 \cdot 10^{-6} = 28,45 \text{ т/рік}$$

Для базового варианта витрати лугу:

$$Q_{PL} = 240 \cdot 38 \cdot 8064 \cdot 10^{-6} = 73,54 \text{ т/рік}$$

Для проектного варианта витрати кислоти:

$$Q_{PK1} = 240 \cdot 14,7 \cdot 8400 \cdot 10^{-6} = 29,6 \text{ т/рік}$$

Для базового варианта витрати лугу:

$$Q_{PL1} = 240 \cdot 38 \cdot 8400 \cdot 10^{-6} = 76,61 \text{ т/рік}.$$

3. Кількість кислоти та лугу, що з'економлено за рахунок виключення проливів знаходимо відповідно таблиці 4.2:

Таблиця 4.2 – Кількість рідини, що втрачається при проливах

№	Назва	Тип	Кількість	Кількість	Кількість
---	-------	-----	-----------	-----------	-----------

п/п	речовини	обладнання	обладнання, шт.	втраченої рідини при 1 проливі, кг	втраченої рідини разом, кг
1	2	3	4	5	6
1	Сірчана кислота	Насос-дозатор	1	20	20
2	Сірчана кислота	Вентилі	11	1,5	115
3	Натрій гідроксид	Металевий бак	2	25	50

Всього кислоти з'економлено, кг:

$$m_K = 20 + 115 = 135$$

где  $m_K$  – кількість кислоти, що вдалося з'економити, кг

Всього натрій гідроксиду з'економлено, кг :  $m_L = 50$  кг

Результати розрахунків зводимо в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 – Виробнича програма.

Показники	Одиниці виміру	Варіант	
		Базовий	Проектний
1	2	3	4
Річна продуктивність, П	м <sup>3</sup>	1,94·106	2,02·106

Технична норма продуктивності, N	м <sup>3</sup> /год.	240	240
Витрати кислоти для регенерації іонообмінних фільтрів , Q <sub>PK</sub>	т/год.	28,45	29,6
Витрати лугу для регенерації іонообмінних фільтрів , Q <sub>PL</sub>	т/год.	73,54	76,61
Кількість з'економленої кислоти , m <sub>K</sub>	кг	-	135
Кількість з'економленого лугу, m <sub>L</sub>	кг	-	50
Вартість з'економленої сірчаної кислоти	грн.	-	607,5
Вартість з'економленого лугу натрій гідроксиду	грн.	-	547,5

Вартість лугу NaOH 1кг - 10,95 грн ;вартість кислоти H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1кг –4,5 грн  
Продуктивність блочної знесолюючої установки (БЗУ) 650м<sup>3</sup>/год.

Висновок: в проєктному варіанті за рахунок встановлення ежектора, коробок на фланцеві з'єднання та заміну бака для зберігання лугу досягається економія кислоти та лугу.

#### **4.4 Розрахунок кількості основних робітників та фонду заробітної плати**

Графік роботи аналогічний в базовому й проєктному варіанті – 3-х змінний 4-х бригадний; тривалість робочого дня 8 годин.

Склад і чисельність основного обслуговуючого персонала, згідно [52], й ремонтного персоналу приведено в таблиці 4.4.

Експлуатацію контрольно-вимірювальних пристроїв, їх повірку й

ремонт виконує загальностанційна служба КВПіА.

Транспортне забезпечення роботи цеху підготування води виконує залізничний цех та автотранспортний цех.

Таблиця 4.4 – Склад і чисельність персонала цеху[53]

Найменування категорій працюючих, посади та професії	Середня заробітна плата, згідно грейду, грн./міс.	Варіанти	
		Базовий	Проектний
1	2	3	4
Обслуговуючий персонал			
Начальник цеху	23500	1	1
Керівник зміни	17000	4	4
Лаборант хімічного аналізу	7500	4	4
Пробовідбірник	6200	4	4

Закінчення таблиці 4.4 – Склад і чисельність персонала цеху

1	2	3	4
Апаратник з приготування хімічних реагентів	8700	4	4
Комірник	7000	1	1
Машиніст крану (тельферу)	8500	1	1
Прибиральник виробничих приміщень	6200	2	2
Ремонтний персонал			
Майстер з ремонту обладнання	11000	1	1

Черговий слюсар	8500	8	8
Слюсар	7900	2	2

Річний фонд заробітної плати основного персоналу, грн./рік:

$$1. F_{\text{річ.}} = n \cdot F_{\text{міс.}} \cdot 12, \quad (4.5)$$

де  $n$  – кількість працівників на цій посаді

$F_{\text{міс.}}$  – місячний грейд працівника, грн.

Заробітна плата за рік начальника цеху, грн.:

$$F_1 = 1 \cdot 23500 \cdot 12 = 282000$$

Заробітна плата за рік керівника зміни, грн.:

$$F_2 = 4 \cdot 17000 \cdot 12 = 816000$$

Заробітна плата за рік лаборант хімічного аналізу, грн.:

$$F_3 = 4 \cdot 7500 \cdot 12 = 360000$$

Заробітна плата за рік пробовідбірника, грн.:

$$F_4 = 4 \cdot 6200 \cdot 12 = 297600$$

Заробітна плата за рік апаратник хімводочистки, грн.:

$$F_5 = 4 \cdot 8500 \cdot 12 = 408000$$

Заробітна плата за рік апаратник з приготування хімічних реагентів, грн.:

$$F_6 = 4 \cdot 8700 \cdot 12 = 417600$$

Заробітна плата за рік завідуючого господарством, грн.:

$$F_7 = 4 \cdot 7000 \cdot 12 = 336000$$

Заробітна плата за рік машиніста крану (тельферу), грн.:

$$F_8 = 4 \cdot 8500 \cdot 12 = 408000$$

Заробітна плата за рік прибиральника виробничих приміщень, грн.:

$$F_9 = 4 \cdot 6200 \cdot 12 = 297600$$

Заробітна плата за рік майстра з ремонту обладнання, грн.:

$$F_{10} = 1 \cdot 11000 \cdot 12 = 132000$$

Заробітна плата за рік чергового слюсаря, грн.:



$$F_{11} = 8 \cdot 8500 \cdot 12 = 816000$$

Заробітна плата за рік слюсаря, грн.:

$$F_{12} = 2 \cdot 7500 \cdot 12 = 180000$$

Заробітна плата за рік , грн.:

$$F_{\text{річ.}} = 282000 + 816000 + 360000 + 297600 + 408000 + 417600 + 336000 + 408000 + \\ + 297600 + 132000 + 816000 + 180000 = 4750800,0 \text{ грн.}$$

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Розрахунок капітальних вкладів

Капітальні витрати розраховують у вигляді питомих величин, віднесених до 1 м<sup>3</sup> очищеної води (грн/м<sup>3</sup>).

Будемо розраховувати загально цехові витрати, тому сумарна потужність ХВ і БЗУ за годину  $Q_c = 240 + 650 = 890 \text{ м}^3$ .

$$C_K = (C_{\text{осн.об.}} + C_M + C_{\text{зд}} + C_{\text{мон}}) \frac{1}{Q_c \cdot T_{\text{эф}}} \quad (5.1)$$

где  $C_{\text{осн.об.}}$  – вартість основного обладнання, грн;

$C_M$  – вартість установки й монтажу обладнання;

$C_{\text{МОН}}$  – вартість монтажу комунікацій та благоустрій території;

$C_{\text{ЗД}}$  – вартість будівлі, грн ;

$Q_C$  – годинні витрати вод на очистку (ХВ+БЗУ), м<sup>3</sup>/год.,  $Q_C=890\text{м}^3/\text{с}$ ;

$T_{\text{ЕФ}}$  – ефективний час роботи цеху ( БЗУ та ХВ) за рік, годин.

Вартість основного обладнання, його монтажу, а також монтажу будівель і споруд приведена в табл. 5.1

Вартість монтажу комунікацій (20%) та благоустрій території (10%) від вартості основного обладнання:

Для базового варіанта

$$C_{\text{МОН}}=0,3 \cdot C_{\text{осн.об.}}=0,3 \cdot 4456080,3=1336824,9 \text{ грн};$$

Для проектного варіанта

$$C_{\text{МОН}}=0,3 \cdot C_{\text{осн.об.}}=0,3 \cdot 4993130,3=1497939,1 \text{ грн};$$

Для базового варіанта (5.1) :

$$C_K = (4456080,3 + 878047,2 + 21823000,0 + 1336824,9) \cdot \frac{1}{890 \cdot 8064} = 3,97 \text{ грн/ м}^3$$

Для проектного варіанта (5.1):

$$C_K = (4993130,3 + 914129 + 21823000,0 + 1497939,1) \cdot \frac{1}{890 \cdot 8415} = 3,9 \text{ грн/м}^3$$

Результати розрахунків зводимо у таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Капітальні витрати на очистку води

Показники	Варіант	
	Базовий	Проектний

Вартість основного обладнання, тис.грн	4456	4993,1
Вартість монтажу обладнання, тис.грн	878	914,1
Вартість монтажу комунікацій, благоустрій території, тис.грн	1336,8	1497,9
Вартість будівель, тис.грн	21823,0	21823,0
Всього капітальних витрат, тис.грн	28493,8	29228,1
Всього кап. витрат, грн/м <sup>3</sup>	3,97	3,9

## 5.2 Аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму.

Визначимо коефіцієнти частоти і важкості захворювань і травматизму в цеху підготування води за рік:

- середньооблікова чисельність працюючих, Ч = 36 чол.;
- загальна кількість випадків захворювань у рік (таб. 2.1), Н<sub>з</sub> = 15;
- кількість виявлених професійних захворювань, Н<sub>зп</sub> = 0;
- кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях, ДН<sub>з</sub>=355;
- кількість нещасних випадків, Н<sub>т</sub> = 2;
- кількість днів тимчасової непрацездатності у зв'язку з травмами, ДН<sub>т</sub>=41.

Коефіцієнт частоти захворювань:

$$K_{чз} = 100 \text{ Н}_з / \text{Ч} \quad (5.2)$$

$$K_{чз} = 100 \cdot 15 / 36 = 36,1$$

Коефіцієнт важкості захворювань:

$$K_{тз} = \text{ДН}_з / \text{Н}_з \quad (5.3)$$

$$K_{тз} = 355 / 15 = 23,7$$

Коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{чт} = 1000 \text{ Н}_т / \text{Ч} \quad (5.4)$$

$$K_{чт} = 1000 \cdot 2 / 36 = 55,6$$

Коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\text{тг}} = \text{ДН}_{\text{т}}/\text{Н}_{\text{т}} \quad (5.5)$$

$$K_{\text{тг}} = 41/2 = 20,5$$

Оцінимо економічні наслідки захворюваності й травматизму в цеху підготування води, виходячи з таких умов:

- середньодобове вироблення очищеної води, яке залежить від одного працівника( базовий варіант)  $C_{\text{в}} = (890 \cdot 24 \cdot 3,97)/36 = 2355,5$ грн.;
- витрати на 1 грн. товарної продукції,  $З = 0,4$  грн.;
- питома вага умовно-постійних витрат в собівартості 20%,  $\text{УП} = 0,2$ ;
- середній розмір оплати одного дня по листках тимчасової непрацездатності для робітника,  $\text{В}_{\text{н}} = 573,8$  грн.
- фонд робочого часу на одного працівника в році,  $\text{T}_{\text{р}} = 230$  дн.

Кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях і травмах, днів:

$$\text{ДН} = \text{ДН}_{\text{з}} + \text{ДН}_{\text{т}} \quad (5.6)$$

$$\text{ДН} = 355 + 41 = 396$$

Скорочення випуску продукції у зв'язку із захворюваністю і травматизмом, грн.:

$$C_{\text{п}} = \text{ДН} \cdot C_{\text{в}} \quad (5.7)$$

$$C_{\text{п}} = 396 \cdot 2355,5 = 932778$$

Собівартість цього об'єму продукції, грн.:

$$C = C_{\text{п}} \cdot З \quad (5.8)$$

$$C = 932778 \cdot 0,4 = 373111,2$$

Відносне збільшення собівартості, грн.:

$$\text{УС} = C \cdot \text{УП} \quad (5.9)$$

$$\text{УС} = 373111,2 \cdot 0,2 = 74622,2$$

Підприємство оплачує 5 перших днів тимчасової непрацездатності потерпілому від нещасного випадку (далі виплати здійснює Фонд соціального страхування). Тоді виплати по листках непрацездатності травмованим складуть, грн.:

$$B_T = 5N_T \cdot BH \quad (5.10)$$

$$B_T = 5 \cdot 2 \cdot 573,8 = 5738$$

Виплати по листках непрацездатності хворим, грн.:

$$B_3 = ДН_3 \cdot BH \quad (5.11)$$

$$B_3 = 355 \cdot 573,8 = 2036990$$

Виплати по листках непрацездатності в цілому, грн.:

$$B = B_T + B_3 \quad (5.12)$$

$$B = 5738 + 2036990 = 2042728$$

Загальний економічний збиток на рік, грн.:

$$Y = YC + B \quad (5.13)$$

$$Y = 74622,2 + 2042728 = 2117350$$

### **5.3 Оцінка економічної ефективності заходів щодо охорони праці в цеху підготування води**

У проектній частині кваліфікаційного проекту пропонуються наступні заходи щодо зниження травматизму і захворюваності: впровадження припливно-витяжної вентиляції та обігріву приміщень, шумозахисне укриття насосів, заземлення нейтралі трансформатору. Також було запропоновано використовувати більш надійні засоби індивідуального захисту В результаті виконання цих заходів очікується повне зниження травматизму в цеху, а зниження загальної захворюваності – на 15 %.

Таким чином, замість 2 нещасних випадків очікуване річне число травм в цеху можна прийняти рівним 0.

В розрахунку капітальних витрат було включено вартість зведення протишумного укриття, вентиляторів та калориферів припливно-витяжної вентиляції, встановлення системи автоматичного реагування, ежектора, душу та захисних коробок на вентилі кислотопроводу. Тому в наступному розрахунку ці статті витрат не будуть ураховані. Норми витрат ЗІЗ показано у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Витрати на ЗІЗ , річна потреба

№ п/п	ЗІЗ, які використовує цех, базовий варіант	Запропоновані ЗІЗ, проектний варіант	Вартість ЗІЗ, які використовує цех, грн	Вартість запропонованих ЗІЗ, грн	№ п/п
1	2	3	4	5	6
1	Шкіряні чоботи з подвійною підошвою DSW, Китай	Чоботи хімічно стійкі з сигнальним забарвленням NEO BOOTS	500	2500	1
2	Костюм ЗЗм	Костюм К80	750	550	Костюм ЗЗм
3	-	Рукавиці NITRAS 3470	-	50	-
4	Протигаз ПШ-2	Протигаз ПШ-2	4400	4400	Протигаз з ПШ-2

Закінчення таблиці 5.3 – Витрати на ЗІЗ , річна потреба

1	2	3	4	5
5	Рукавиці КЩС-2	-	42	-
6	Каска біла універсальна	Розумна каска Softline	85	18664
8	Рукавиці нітрилові для лаборанта хім. аналізу 36 пар	Рукавиці нітрилові для лаборанта хім. аналізу 36 пар	227	227

Разом	6004	26670
-------	------	-------

Норми носіння ЗІЗ:

Костюм робочий – 1 рік

Каска – 3 роки

Чоботи – 1 рік

Чоботи зі світло відбиваючими полосами - 3 роки

Рукавиці КЩС – 1 пара на 3 місяці Рукавиці NITRAS – 1 пара на 4 місяці

Окуляри UVEX – 1 рік

Протигаз – до зношення ( використовується періодично). Прийmemo 1 на 3 роки.

Разом витрати на ЗІЗ за базовим варіантом  $PЗ_{\text{баз.}}$ , грн. :

$PЗ_{\text{баз.}} = 12 \text{чоботів} + 12 \text{ костюмів} + 10 \text{ пар рукавиць} + \text{рукавиці лаборанту} + 3 \text{ протигазу} + 11 \text{ касок}$

$$PЗ_{\text{баз.}} = 12 \cdot 500 + 12 \cdot 750 + 10 \cdot 42 + 1 \cdot 227 + 3 \cdot 4400 + 11 \cdot 85 = 29782$$

Витрати з урахуванням строку зношення на рік за базовим варіантом, грн.:

$$PЗ_{\text{баз.н}} = 12 \cdot 500 + 12 \cdot 750 + 10 \cdot 4 \cdot 42 + 1 \cdot 227 + 3 \cdot 0,33 \cdot 4400 + 11 \cdot 0,33 \cdot 85 = 34771,6$$

З урахуванням поверхня налогу 20% з фонду соц. страхування, грн.:

$$PЗ_{\text{баз.1}} = 34771,6 - 34771,6 \cdot 0,2 = 27817,3$$

$PЗ_{\text{про.}} = 12 \text{чоботів} + 12 \text{ костюмів} + 10 \text{ пар рукавиць} + \text{рукавиці лаборанту} + 3 \text{ протигазу} + 11 \text{ окулярів} + 4 \text{ каски} + 6 \text{ розумних касок}$

$$PЗ_{\text{про.}} = 12 \cdot 2500 + 12 \cdot 550 + 9 \cdot 50 + 1 \cdot 227 + 3 \cdot 4400 + 11 \cdot 279 + 4 \cdot 85 + 6 \cdot 18664 = 235578$$

Витрати з урахуванням терміну зношення на рік за проєктним варіантом, грн:

$$PЗ_{\text{про.н}} = 12 \cdot 0,33 \cdot 2500 + 12 \cdot 550 + 9 \cdot 3 \cdot 50 + 1 \cdot 227 + 3 \cdot 0,33 \cdot 4400 + 11 \cdot 279 + 4 \cdot 0,33 \cdot 85 + 6 \cdot 0,33 \cdot 18664 = 62568,9$$

З урахуванням поверхня налогу 20% з фонду соц. страхування, грн.:

$$PЗ_{\text{про.1}} = 62568,9 - 62568,9 \cdot 0,2 = 50055,12$$

Витрати на ЗІЗ (поточні витрати або ПЗ) збільшаться за рік на , грн.

$$\text{ПЗ} = 50055,12 - 27817,3 = 22237,8 \text{ грн.}$$

На станції є на даний час орієнтовно 15 хижих собак.

Вартість відлову одного собаки з вакцинацією від сказу 280грн.

Вартість вилову всіх собак, грн.:

$$C_{\text{соб.}} = 15 \cdot 280 = 4200$$

Загальні одноразові витрати складуть , грн.:

$$\text{ОВ} = C_{\text{соб.}} + \text{ПЗ} + \text{ОВ}_1 \quad (5.14)$$

$$\text{ОВ} = 4200 + 22237,8 + 3005895,9 = 3032333,7$$

Очікуване зниження травматизму:

$$\Delta H = 2 - 0 = 2$$

Зменшення днів непрацездатності :

$$\Delta \text{ДН} = \Delta H \cdot K_{\text{тт}} + 0,15 \text{ДН}_3 \quad (5.15)$$

$$\Delta \text{ДН} = 2 \cdot 20,5 + 0,15 \cdot 355 = 94 \text{ дня}$$

Річне вироблення на одного працівника:

$$P_{\text{СВ}} = T_{\text{р}} \cdot C_{\text{В}} \quad (5.16)$$

$$P_{\text{СВ}} = 230 \cdot 2355,5 = 541765 \text{ грн.}$$

Зменшення днів непрацездатності на одного працівника:

$$\Delta T = \Delta \text{ДН} / \text{Ч} \quad (5.17)$$

$$\Delta T = 94 / 36 = 2,6$$

Приріст продуктивності праці:

$$P_{\text{т}} = [(T_{\text{р}} + \Delta T) / T_{\text{р}} - 1] 100 \quad (5.18)$$

$$P_{\text{т}} = [(230 + 2,6) / 230 - 1] 100 = 1,13 \%$$

Зниження собівартості продукції:

$$E_{\text{с}} = P_{\text{СВ}} \cdot \text{Ч} \cdot P_{\text{т}} \cdot \text{УП} \quad (5.19)$$

$$E_{\text{с}} = 541765 \cdot 36 \cdot 0,4 \cdot 1,13 \cdot 0,2 = 1763120 \text{ грн.}$$

Скорочення виплат по листках непрацездатності:



$$E_{\text{л}} = (5 \cdot \Delta H + \Delta \text{ДН}) \cdot \text{ВН} \quad (5.20)$$

$$E_{\text{л}} = (5 \cdot 2 + 94) \cdot 573,8 = 59675,2 \text{ грн}$$

Загальний економічний ефект, грн.:

$$E_{\text{еф}} = E_{\text{с}} + E_{\text{л}} - \text{ОВ} \quad (5.21)$$

$$E_{\text{еф}} = 1763120 + 59675,2 - 3032333,7 = -1209538,5 \text{ грн.}$$

Термін окупності одноразових витрат, років:

$$C_{\text{ок}} = \text{ОВ} / (E_{\text{с}} + E_{\text{л}}) \quad (5.22)$$

$$C_{\text{ок}} = 3032333,7 / (1763120 + 59675,2) = 1,7$$

Економічна ефективність одноразових витрат:

$$E = 1 / C_{\text{ок}} \quad (5.23)$$

$$E = 1 / 1,7 = 0,59 \text{ грн./грн.}$$

Отримані данні заносимо до табл. 5.5

Таблиця 5.5 – Оцінка економічної ефективності заходів та засобів з охорони праці в цеху підготування води

Найменування показника	Одиниця виміру	Витрати	Прибуток
1	2	3	4
Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці	грн.	3032333,7	

Закінчення таблиці 5.5 – Оцінка економічної ефективності заходів та засобів з охорони праці в цеху підготування води

1	2	3	4
Зменшення кількості днів непрацездатності	дні		94
Зменшення кількості днів непрацездатності на одного працівника	дн./роб.		2,6
Приріст продуктивності праці	%		1,13

Зниження собівартості продукції від скорочення витрат за лікарняними	грн.		1763120
Загальний економічний ефект від скорочення витрат за лікарняними	грн.		-1209538,5
Термін окупності одноразових витрат	років		1,7
Економічна ефективність одноразових витрат	грн./грн.рік.		0,59

Таким чином, запропоновані засоби захисту з охорони праці в цеху підготування води окупляться за 1,7 років.

## ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті розглянуто основні технології промислової очистки води для задовільнення потреб теплових електростанцій.

Виявлені недоліки з охорони праці та технології:

- високий рівень професійно-обумовлених захворювань та випадки виробничого травматизму;
- понаднормові витрати сировини ( кислоти і луку) у зв'язку з

недосконалістю (застарілим) обладнанням цеху.

Для зниження виробничо-зумовлених захворювань і випадків виробничого травматизму запропоновано наступні заходи і засоби:

- встановлення душевих стійок в приміщення, де є ризик витоку подразнюючих рідин;
- влаштування приміщень насосів кислотопроводу припливно-витяжною вентиляцією;
- для приведення мікроклімату до нормованих значень влаштування калориферів для приміщень із непостійними робочими місцями;
- зниження рівня шуму до нормованих значень від насосів в приміщенні БЗУ влаштування протишумного укриття з керамічної цегли;
- для виключення біологічної загрози організувати нетравмуючий вилов собак з території станції;
- для попередження електротравм встановити блокуючі замки та блокуючі станції ЛОТОВО;
- також розрахована необхідна кількість вогнегасників для приміщень цеху та кількість заземлювачів для нейтралі трансформатора.

Запропоновано використання сучасних ЗІЗ, що мають наступні переваги:

- збільшений термін служби та більша зона захисту тіла працівника, можливість контролю за станом та місцезнаходженням працівника, що дозволяє оперативно реагувати, якщо людина втратила свідомість, зайшла до небезпечної зони тощо.

Також запропоновано влаштування АС РВО для попередження аварійних ситуацій, а у разі їх настання оперативного реагування.

Для зменшення витрат сировини та попередження руйнування ємностей з кислотою та лугом запропоновано встановити ємність з лугу з термопластів, замінити насоси на ежектор, встановити захисні ковпаки на вентилі кислотопроводу.

Вищевказані заходи дозволяють знизити захворюваність на

підприємстві та вирогідність появи нещасних випадків, а також знизити собівартість очистки води. Зідно розрахункам, срок окупності витрат на вищевказані заходи і засоби складе 1,7 років.

#### ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Белан Ф.И. Водоподготовка. Москва: Госэнергоиздат,1958 . 256с.
2. Водоподготовка и очистка воды: принципы, технологические приемы, опыт эксплуатации. *СОК*. 2004. №4: веб-сайт. URL:<https://www.c-ok.ru/articles/vodopodgotovka-i-ochistka-vody-principy-tehnologicheskie-priemy-opyt-ekspluatatsii> (дата звернення 10.11.2021).
- 3.Абдуллаев К.М., Малахов И.А.,Полетаев Л.Н., Соболев А.С. Водоподготовка на ТЭС при использовании городских сточных вод. М.:

Энергоатомиздат, 1988.272 с.

4.Ионообменная очистка сточных вод, растворов и газов./за ред.

А.Б.Пашкова. Ленинград: Химия, 1983. 295 с.

5. Кислоти: загальна характеристика та класифікація. Сульфатна кислота та сульфати: веб-сайт.URL:<http://dcmaup.com.ua/assets/files/lekciya-05.02.2021.-dk-09-19.pdf> (дата звернення 12.10.2021).

6. Почему стареет ПВХ-изоляция кабеля : веб-сайт. URL:<https://elektrika-ok.ru/elektrooborudovanie/o-produkcii/pochemu-stareet-pvh-izolyaciya-kabelya> (дата звернення 11.10.2021).

7. ДБН В.2.5-28-2006 Природне та штучне освітлення. [Чинний від 2006-10-01]. Київ, 2006. 76 с. (Мінбуд України).

8.Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 р. №2694-12.

*Урядовий кур'єр*. 1992. 27 листоп.

9. Схема з глухозаземленою нейтраллю. Види нейтралей в мережах: веб-сайт. URL:<https://5geo.ru/uk/scheme-with-deadly-grounded-neutral-types-of-neutrals-in-electrical-networks/> ( дата звернення 20.11.2021).

10. Правила пожежної безпеки в Україні від 30.12.2014р. №1417 : веб-сайт. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text> (дата звернення 15.11.2021).

11. НПАОП 73.1-1.11-12 Правила охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях [Чинний від 11.09.2012 ]. Київ, 2012.14 с.

12.ДБН В.1.1.7–2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва [Чинний від 2017-02-01]. Київ, 2017. 35 с. (Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України).

13. Эпов А.Б. Аварии, катастрофы и стихийные бедствия в России. Москва.: Издательская компания «Финиздат», 1994. 114-115, 91-105с.

14. Расчетно-пояснительная записка к плану локализации и ликвидации аварийных ситуаций склада кислот и аммиачной воды : веб-сайт.URL:[https://hugepdf.com/download/5b50f8344f39c\\_pdf](https://hugepdf.com/download/5b50f8344f39c_pdf) (дата звернення 01.12.2021).

- 15.Меньшиков В.В., Швыряев А.А. Опасные химические объекты и техногенный риск. М.:Изд-во Химич.фак.Моск. ун-та, 2003. 254 с.
16. Авария на ТЭС: в Киевской области произошел разлив серной кислоты : веб-сайт.URL:<https://ukraina.ru/amp/news/20170729/1018963632> ( дата звернення 29.11.2021).
- 17.Крюковська О.А. Аналіз впливу надзвичайних ситуацій техногенного характеру на стан безпеки життєдіяльності населення України. *Пожежна безпека*. 2008. №13.
18. Насосы-дозаторы: веб-сайт. URL: <https://ru-ecology.info/term/29880/>(дата звернення 01.12.2021).
- 19.Эжектор – что это такое: принцип действия эжекторных насосов, устройство, чертежи : веб-сайт. URL:<http://met-all.org/nasosy/ezhektor-cto-eto-takoe-printsip-raboty-ustrojstvo-ezhektornyj-nasos.html> (дата звернення 01.12.2021).
20. Организация работы по отлову бездомных животных: веб-сайт. URL:<https://animals.kharkov.ua/uk/node/1227> (дата звернення 15.10.2021).
21. Про затвердження положення «Про порядок вилову безпритульних тварин (собак) на території Сновської міської ради» : веб-сайт. URL:<https://snovmr.gov.ua/pro-zatverdzhennya-polozhennya-pro-poryadok-vylovu-bezprytulnyh-tvaryn-sobak-na-terytoriyi-snovskoyi-miskoyi-rady/> (дата звернення 01.12.2021).
22. Системи управління гігієною та безпекою праці. Основні принципи виконання вимог OHSAS 18001:2007 (OHSAS 18002:2008, IDT) : ДСТУ OHSAS 18002:2015. [Чинний від 2016-04-01] К. : ДП «УкрНДНЦ», 2015. (Державний Стандарт України).
23. Методика визначення ризиків та прийняття їх прийнятих рівнів для декларування об'єктів підвищеної небезпеки. Держнаглядохоронпраці. К.:Основа, 2003. 191с.
24. Система LOTOTO: спасенне жизней и экономическая выгода: веб-сайт. URL: <https://master-lock.org/publications/loto-system-rescue-lives> (дата

звернення 29.11.2021).

25. Факторы риска в электроэнергетике как причина заболеваемости работников: веб-сайт. URL:

[https://kpfu.ru/portal/docs/F1604863642/Zabolotskaya\\_Muratova.pdf](https://kpfu.ru/portal/docs/F1604863642/Zabolotskaya_Muratova.pdf) (дата звернення 15.10.2021).

26. Дорофеев Н.П., Титов В.Л., Степанов Б.М. Анализ причин несчастных случаев на энергоустановках (по статистическим данным). *Охрана труда и техника безопасности*. 2005 №3.

27. ДСТУ ГОСТ 2184:2018 Кислота сірчана. Технічні умови [Чинний від 2019 – 01 – 01]. Київ, 2019.

28. Лазарев А.И., Харламов И.П., Яковлев П.Я., Яковлева Е.Ф. Справочник химика-аналитика. М.: Металлургия, 1976, с. 184.

29. Костюм кислотостійкий К80: веб-сайт. URL: <https://promsizm.ua/catalog/spetsodezhda/khimstoykaya-spetsodezhda/kostyum-kislotostoykiy-k80/> (дата звернення 29.11.2021).

30. Сапоги Neo Boots: яркая комбинация защитных свойств: веб-сайт. URL: <https://getsiz.ru/yarkaya-kombinaciya-zashchitnyh-svoystv.html> (дата звернення 11.10.2021).

31. Перчатки Dual Barrier: веб-сайт. URL: <https://shop.nitras.com.ua/Nitras%203470> (дата звернення 11.10.2021).

32. Очки защитные Uvex Ultravision 9301.714: веб-сайт. URL: <https://trudex.in.ua/p71809731-ochki-zaschitnye-uvex.html> (дата звернення 01.10.2021).

33. РОСОМЗ представил «умне каски» с широким функционалом: веб-сайт. URL: <https://getsiz.ru/rosomz-sozdal-umnye-kaski.html> (дата звернення 01.12.2021).

34. Бегун В.В., Науменко І.М. Безпека життєдіяльності (забезпечення соціальної, техногенної та природної безпеки): навч. посібник. К., 2004. 328с.

35. АВ №518905 «Автоматизована система раннього виявлення надзвичайних ситуацій і оповіщення». Донецьк: ПП Донпромбезпека, 2012.

85с.

36. ТУ У 30.0-32723765-001:2007 Комплекс програмно-технічний «ОЗОН-КПТ» / ТОВ «Науково-виробниче підприємство «ОЗОН-С».

№04725941/08114; заявл. 03.05.2007р.; опубл. 25.07.2007 р.

37. Плотность растворов гидроксида натрия (NaOH) при 20 °С: веб-сайт.

URL: <https://www.freechemistry.ru/sprav/pl-naoh.htm> (дата звернення 20.11.2021).

38. Полиэтилен ПНД (HD-PE) – свойства и химическая устойчивость: веб-

сайт. URL:<http://www.vkpolymer.ru/materials/polyethylene>(дата звернення 20.11.2021).

39. Таблица химической стойкости пластиков: веб-сайт. URL:

[http://www.plasttermo.ru/wp-content/uploads/2014/10/tab1\\_him\\_stoikosti.pdf](http://www.plasttermo.ru/wp-content/uploads/2014/10/tab1_him_stoikosti.pdf) (дата звернення 20.11.2021).

40. Простейший расчет и производство цилиндрических емкостей из пластиковых листов: веб-сайт.

URL: [https://www.adr-t.ru/support/technology/production\\_of\\_tanks/?PAGEN\\_1=2](https://www.adr-t.ru/support/technology/production_of_tanks/?PAGEN_1=2) (дата звернення 10.10.2021).

41. Белоконь К.В., Рижков В.Г., Курис Ю.В., Манідіна Є.Ю. Основи охорони праці: навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА всіх спеціальностей денної та заочної форм навчання. Запоріжжя: ЗДІА, 2015.180 с.

42. Рижков В.Г. Охорона праці: методичні вказівки до проведення практичних занять та виконання контрольних роботи для студентів ЗДІА інженерних спеціальностей. Запорізьк. держ.інж. акад. Запоріжжя: ЗДІА, 2005. 43с.

43. Перечень веществ однонаправленного действия: веб-сайт.

URL:[https://transform.ru/Npa\\_htm/Attest/HIGIENE/gtpr2.htm](https://transform.ru/Npa_htm/Attest/HIGIENE/gtpr2.htm) (дата звернення 15.10.2021).

44. Вентилятор ВЦ 14-46: веб-сайт. URL: <https://provent.com.ua/product/vc-14-46-2-0371500-isp-1/>(дата звернення 14.10.2021).



45. Расчет мощности электронагревателя : веб-сайт.  
URL:[http://ventels.com.ua/files/Raschet\\_moshnosti\\_kalorif.pdf](http://ventels.com.ua/files/Raschet_moshnosti_kalorif.pdf) (дата звернення 14.10.2021).
46. Электрокалориферы СФО : веб-сайт. URL:<https://ukrvent.com/calorelectr.html/> (дата звернення 14.10.2021).
47. Рижков В.Г. Електробезпека: методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи для студентів ЗДІА напрямів підготовки 040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», 170202 «Охорона праці». Запорізьк. держ. інж. акад. Запоріжжя: ЗДІА, 2013. 32с.
48. Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників : затв. наказом М-ва внутрішніх справ України від 15.01.2018 р. №25  
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text> (дата звернення 25.11.2021).
49. Беренда Н.В., Троїцька О.О., Манідіна Є.А. «Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень»: навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища», 263 «Цивільна безпека» всіх форм навчання. Запоріжжя.: Видавництво ЗДІА, 2018. 194 с.
50. Кожемякін Г.Б., Новокщорова О.В. Охорона праці та техногенна безпека: методичні вказівки до виконання розділу дипломних проектів (робіт) для студентів ЗДІА спеціальностей «Облік і аудит», «Фінанси», «Економічна кібернетика», «Економіка підприємства», «Програмне забезпечення автоматизованих систем» денної та заочної форми навчання. Запоріжжя: ЗДІА, 2012. 25 с.
51. Методические указания по применению ионитов на водоподготовительных установках тепловых электростанций : веб-сайт.  
URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294817/4294817933.htm> (дата звернення 21.11.2021).
52. Финоченко В.А., Поликарпова Т.И., Рубан Т.П. Планирование

численности на ТЭС: учебно-методическое пособие. Красноярск.: Сиб.федер. ун-т, 2012. 34с.

53. Единые нормы обслуживания рабочими оборудования тепловых электростанций : веб-сайт.URL:[https://novo-sibirsk.ru/upload/labor/norms/Edinye\\_normy\\_obslyzhivaniya\\_rabochimi\\_oborudovaniya\\_teplovyh\\_elektrostancij.pdf](https://novo-sibirsk.ru/upload/labor/norms/Edinye_normy_obslyzhivaniya_rabochimi_oborudovaniya_teplovyh_elektrostancij.pdf) (дата звернення 15.10.2021).

## ДОДАТОК А

Таблица А.1– Густина деяких будівельних матеріалів

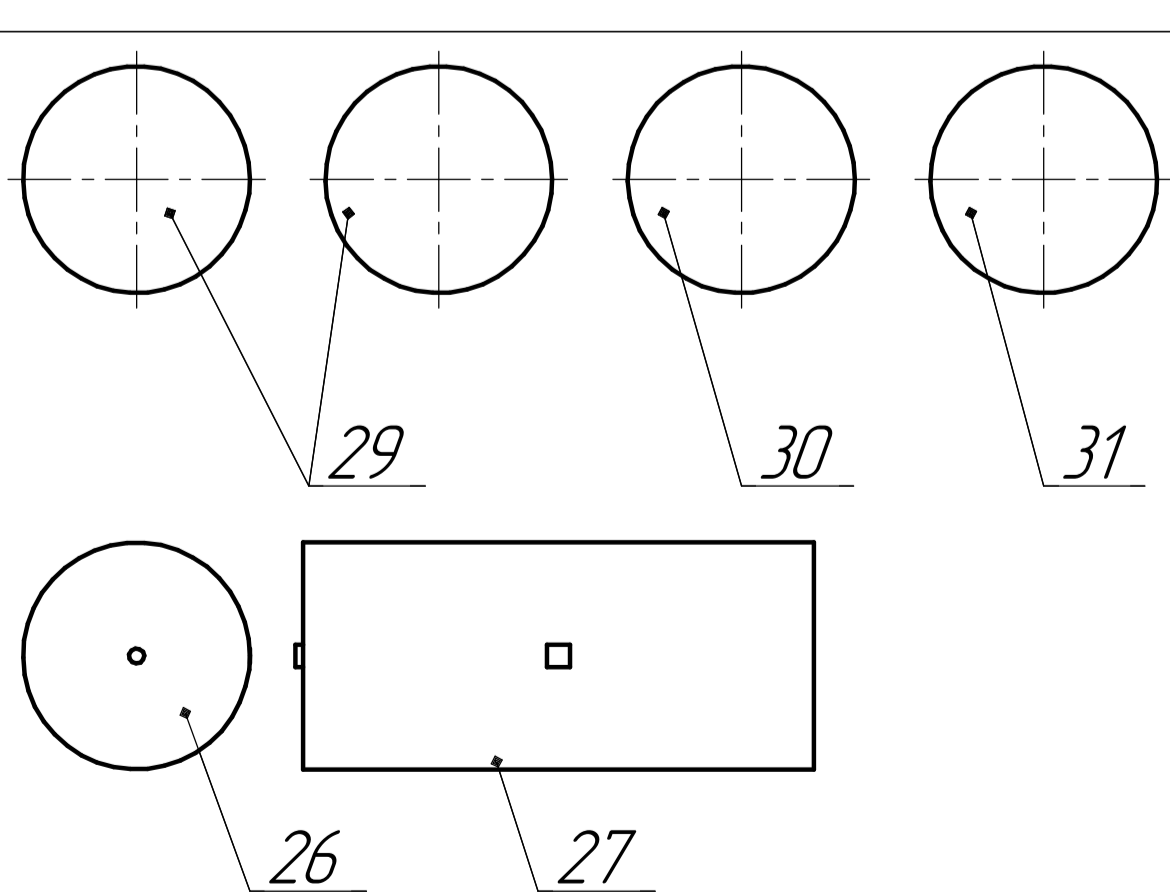
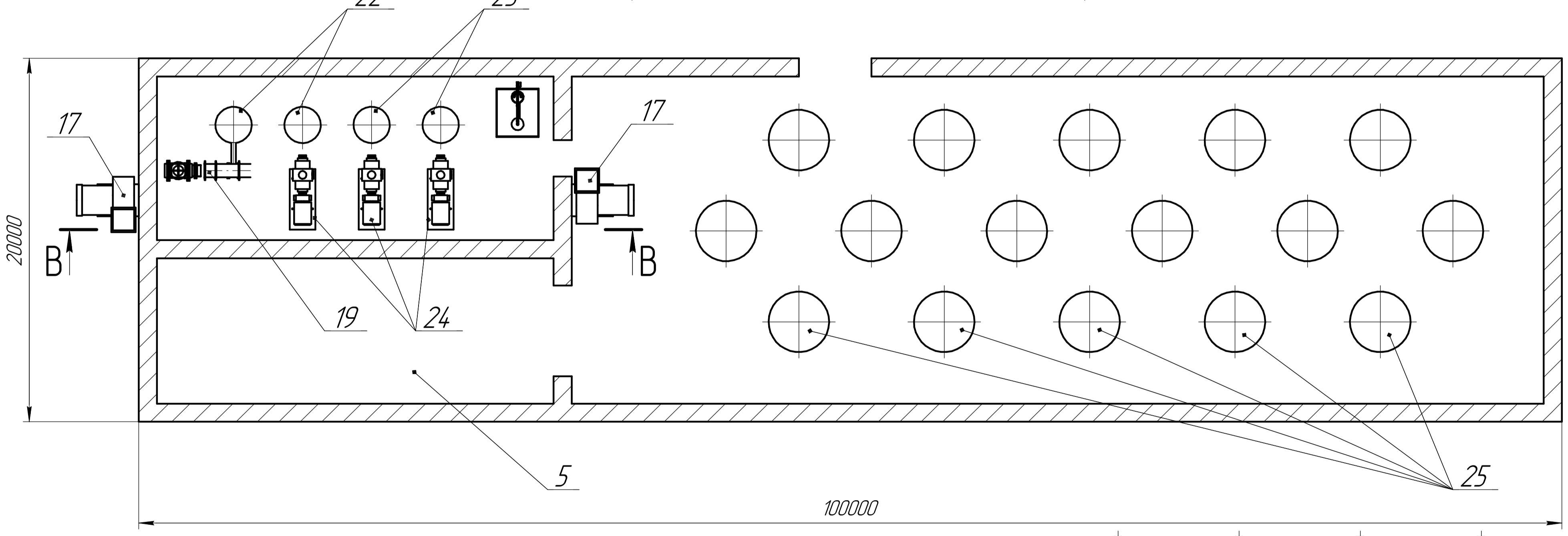
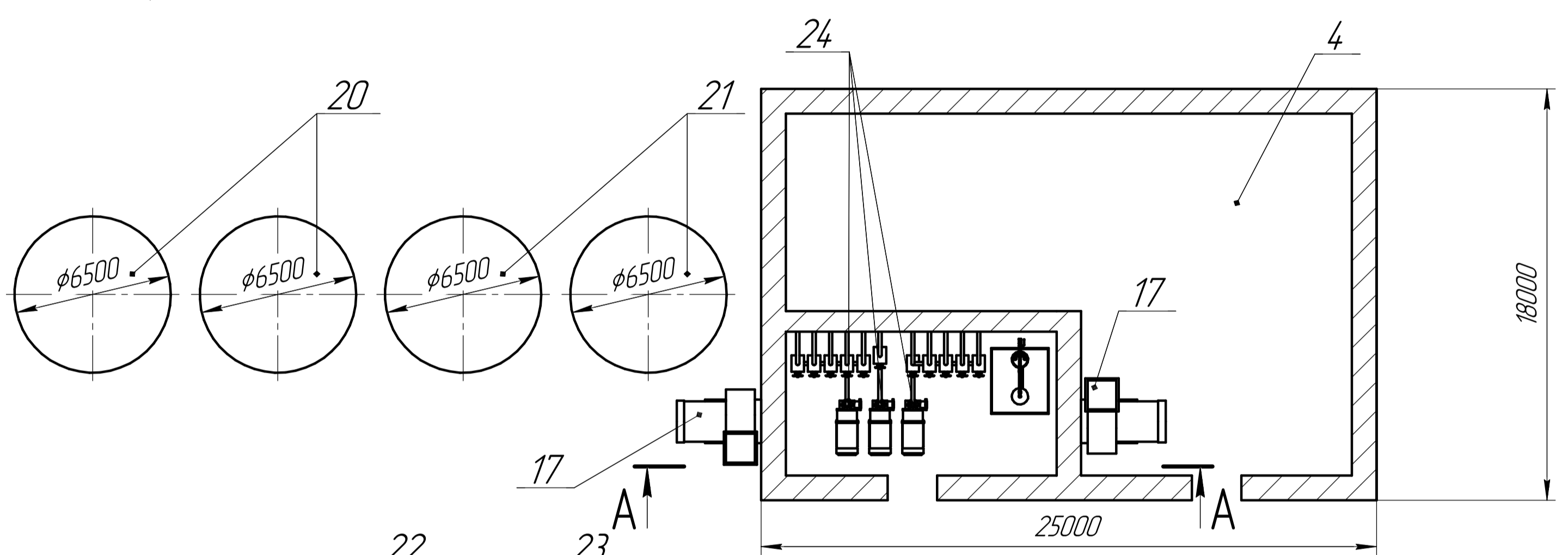
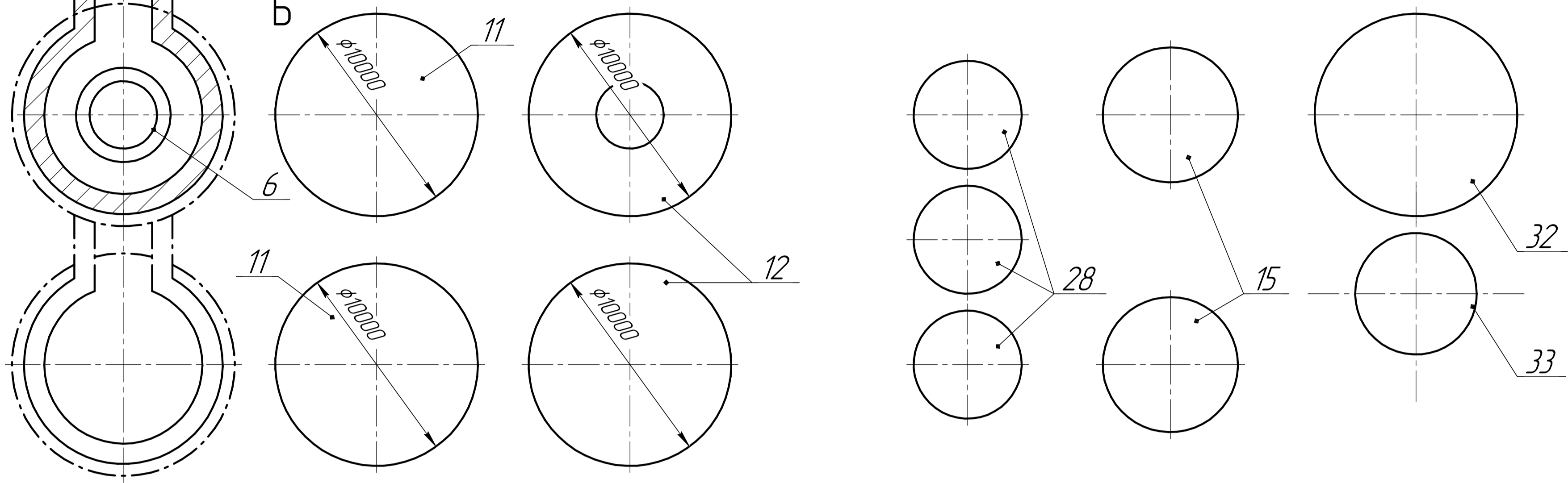
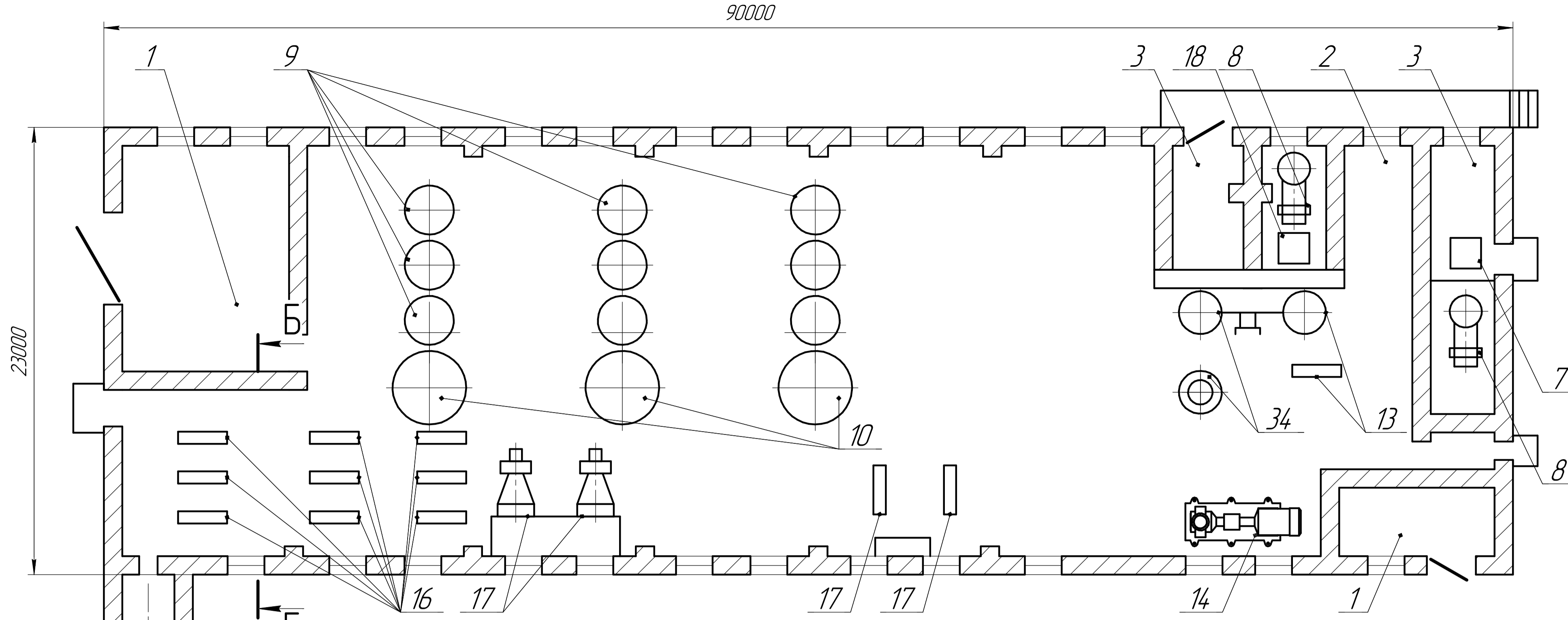
№ п/п	Матеріал	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
1	Бетон	2000
2	Залізобетон	2200

3	Гіпс	1250
4	Цегла червона	1700
5	Керамічні блоки	2000
6	Крейда	2000

## ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1– Середні значення питомого електричного опору ґрунту при вологості 10..20%

№ п/п	Ґрунт	$\rho_0$ , Ом· м
1	Ґлина	40
2	Суглінок	100
3	Пісок	700
4	Супісок	300
5	Торф	20
6	Чернозем	20
7	Садова земля	40



Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15  
Лист № 16  
Лист № 17  
Лист № 18  
Лист № 19  
Лист № 20  
Лист № 21  
Лист № 22  
Лист № 23  
Лист № 24  
Лист № 25  
Лист № 26  
Лист № 27  
Лист № 28  
Лист № 29  
Лист № 30  
Лист № 31  
Лист № 32  
Лист № 33  
Лист № 34  
Лист № 35  
Лист № 36  
Лист № 37  
Лист № 38  
Лист № 39  
Лист № 40  
Лист № 41  
Лист № 42  
Лист № 43  
Лист № 44  
Лист № 45  
Лист № 46  
Лист № 47  
Лист № 48  
Лист № 49  
Лист № 50

ІННІ ім. Ю.М. Петровіч. Д2 87-20. 100 ЗВ				Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ док.	Підп.	Дата		
Розроб.	Фаміна Н.В.					1:100
Перев.	Рижков В.Г.					
Т.контр.	Рижков В.Г.					
Інконтр.	Белікань К.В.					
Затв.	Коржмань Г.Б.					
Розробка заходів з охорони праці в цеху підготовки води ТЕС				Лист	Маса	Масштаб
План цеху підготовки води				Арх.	1	Аркциклів 10
Копія				Міністерство освіти і науки України, ІННІ ім. Ю.М. Петровіч, ЗНУ, кавр. ПЕОП, гр. 8.26.30-3		
				Формат А1		

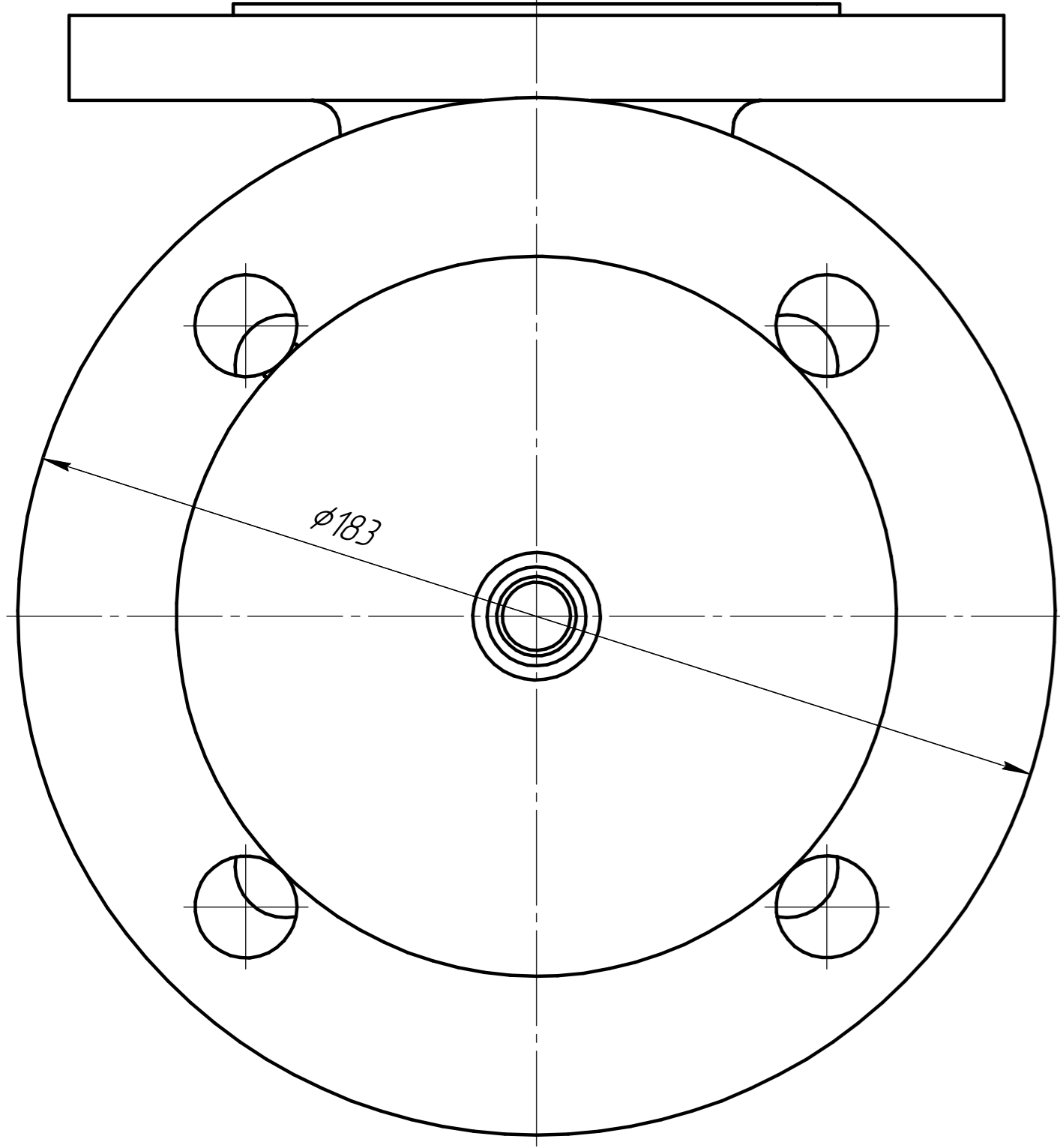


Інв. № подл.	Підп. та дата	На зам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. та дата
--------------	---------------	----------------	--------------	---------------

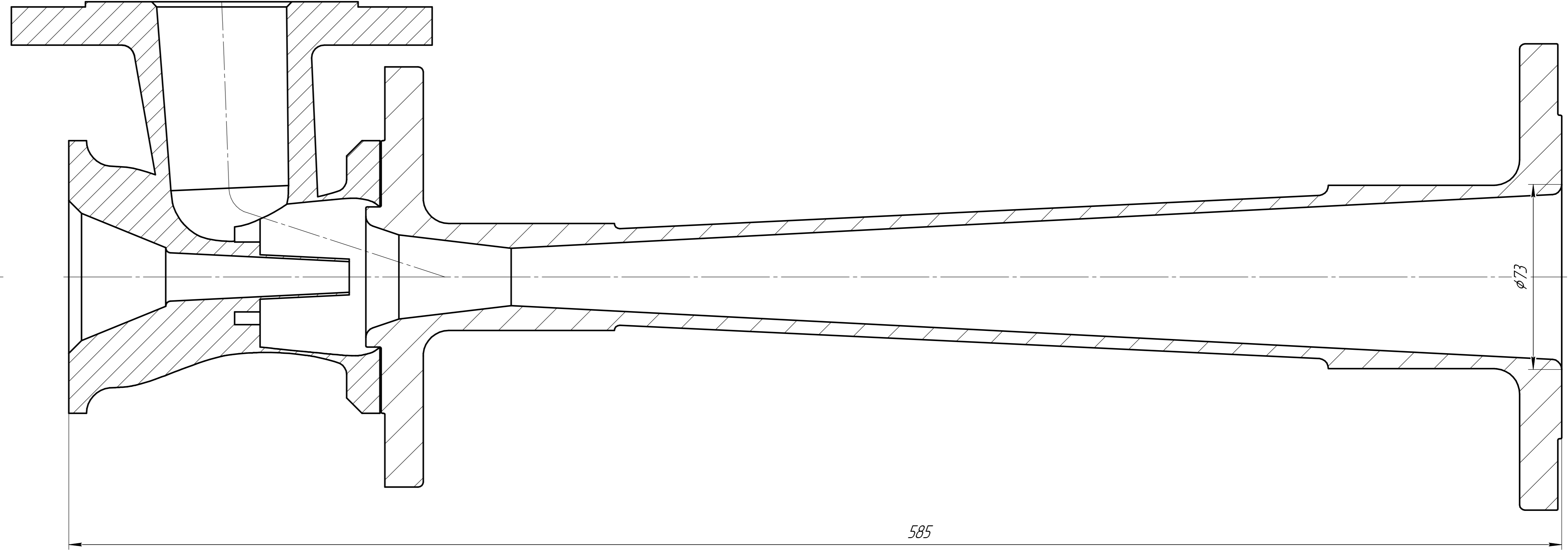
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	При- мітка
		17		Вентилятор з калорифером	8	
		18		Бункер вапна	1	
		19		Струйний ежектор	1	
		20		Бак сірчаної кислоти	2	
		21		Бак гідроксида натрію	2	
		22		Мірний бак сірчаної кислоти	2	
		23		Мірний бак гідроксиду натрію	2	
		24		Насос	6	
		25		Іонітний фільтр	16	
		26		Сборний резервуар	1	
		27		Басейн нейтралізації	1	
		35		Бак хімічно-очищеної води	3	
		29		Бак промивки механічних фільтрів	2	
		30		Бак розпушення Н-катионітних фільтрів	1	
		31		Бак розпушення ОН-катионітних фільтрів	1	
		32		Бак сирової води	1	
		33		Підігрівник сирової води	1	
		34		Бак з розчином вапна і коагулянту	2	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ІННІ ім. Ю.М. Потемні. Д2 87-20. 100 ЗВ	Арк. 1
-----	------	----------	-------	------	---	-----------

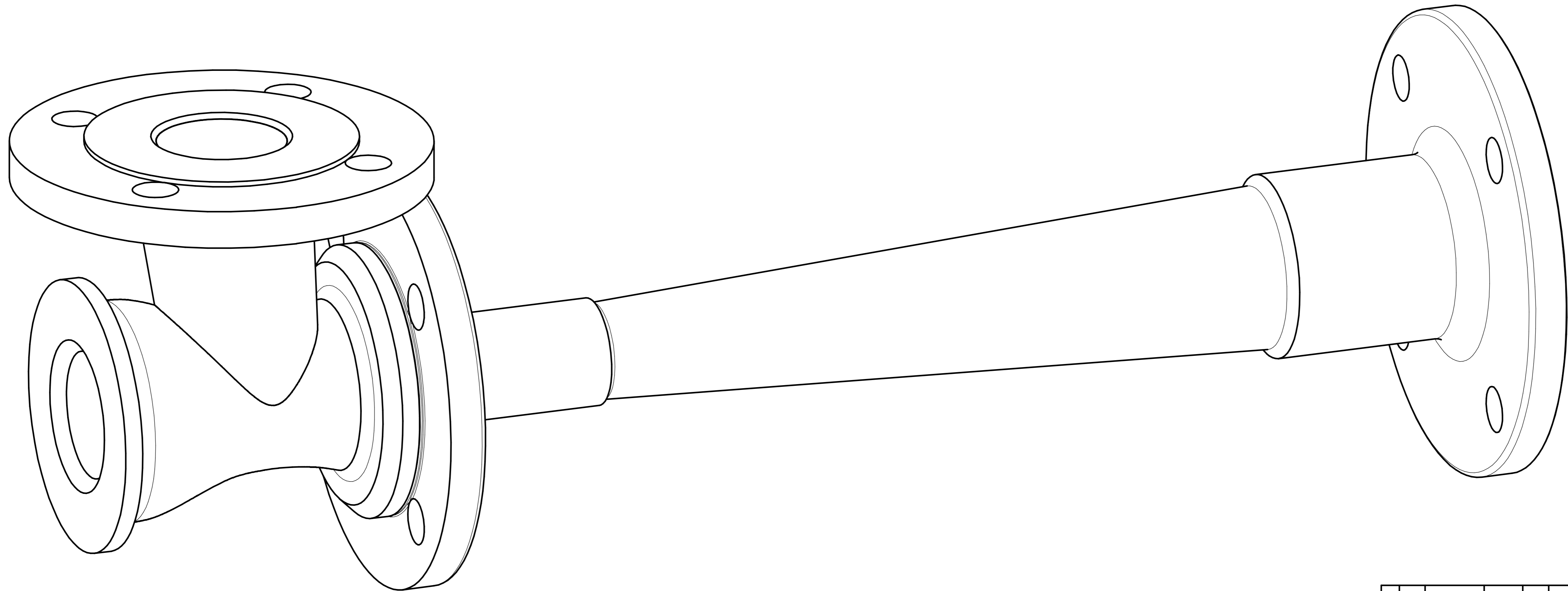
A



A-A



A

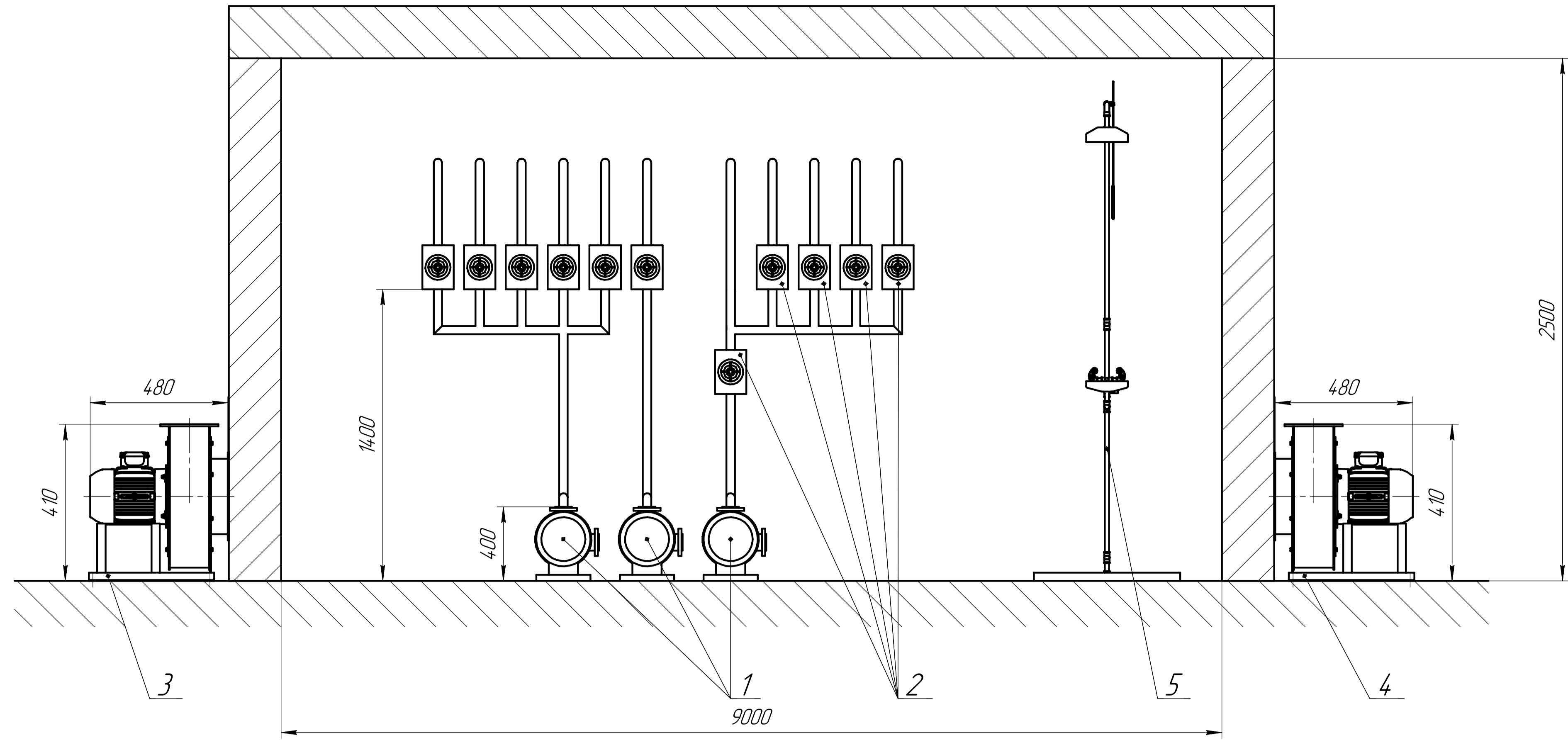


Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15  
Лист № 16  
Лист № 17  
Лист № 18  
Лист № 19  
Лист № 20

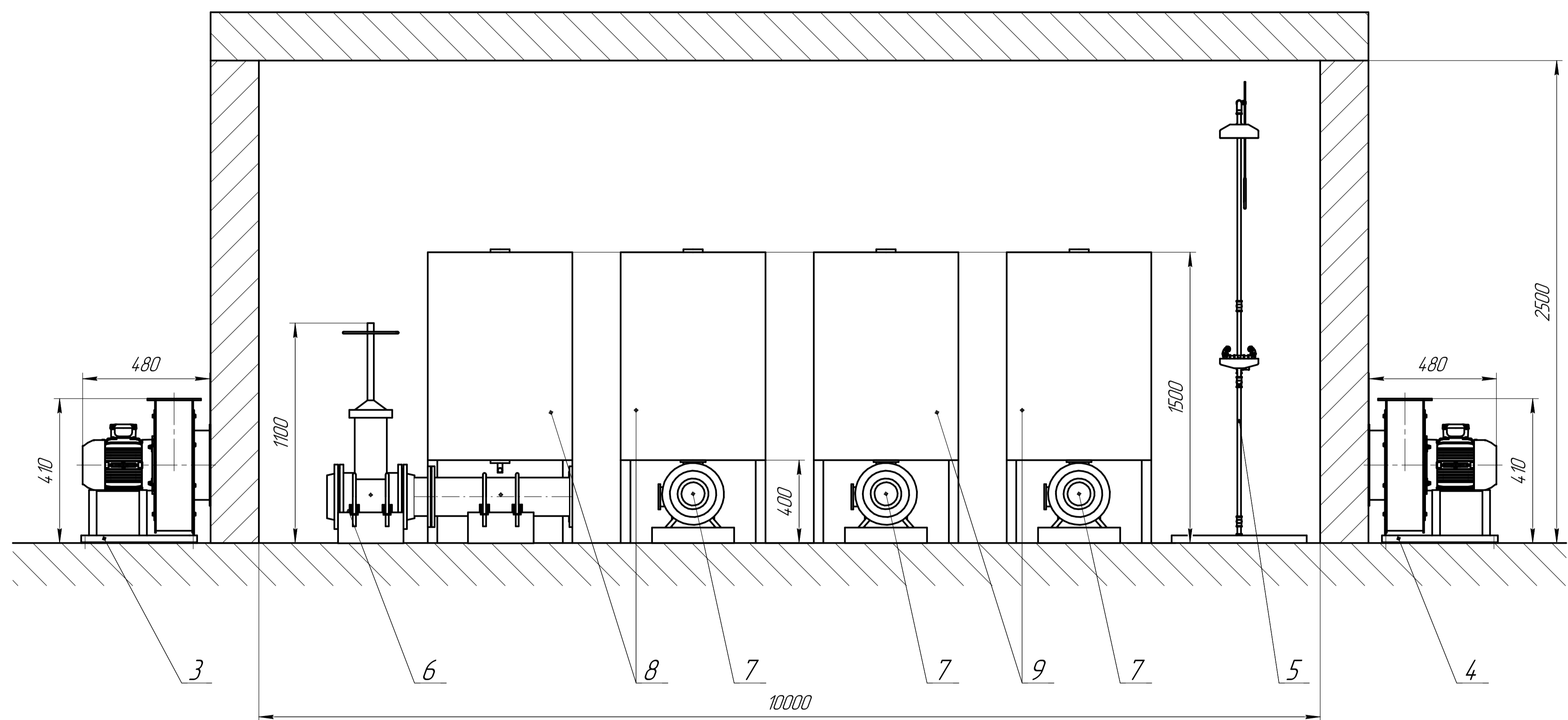
				ІННІ ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20. 200 ЗВ			
Зм.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.		Фаміна Н.В.				14,1	1:1
Перев.		Рижко В.Г.			Арк. 2	Аржисів	10
Т.контр.		Рижко В.Г.			Міністерство освіти і науки України, ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ, каф. ПЕОП, гр. 8.26.30-3		
Н.контр.		Бєляков К.В.			Ежектор струменевий		
Затв.		Ахем'як Г.Б.			Коплюбаб		
				Формат А1			



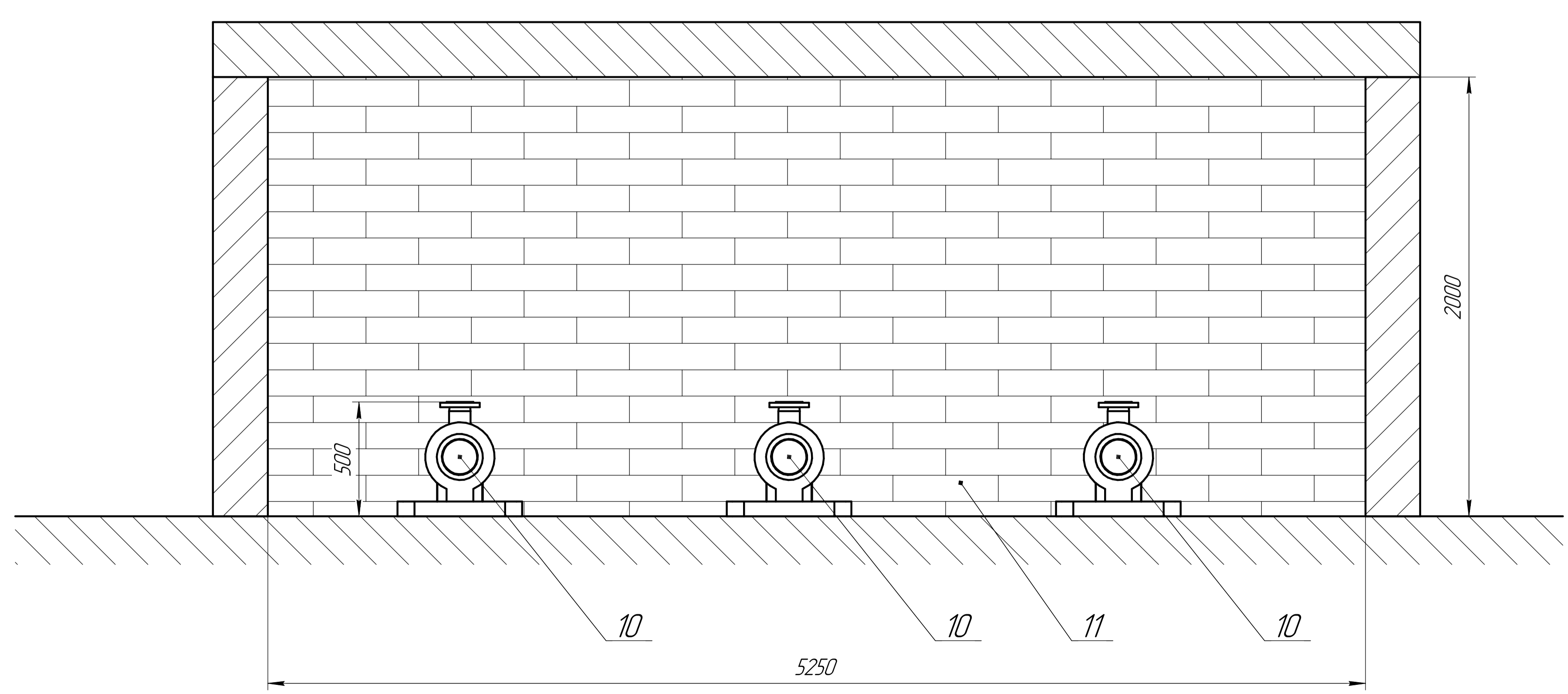
A-A (1:15)



Б-Б (1:15)



В-В (1:15)



Лист № \_\_\_\_\_  
 Назва: \_\_\_\_\_  
 Маштаб: \_\_\_\_\_  
 Дата: \_\_\_\_\_

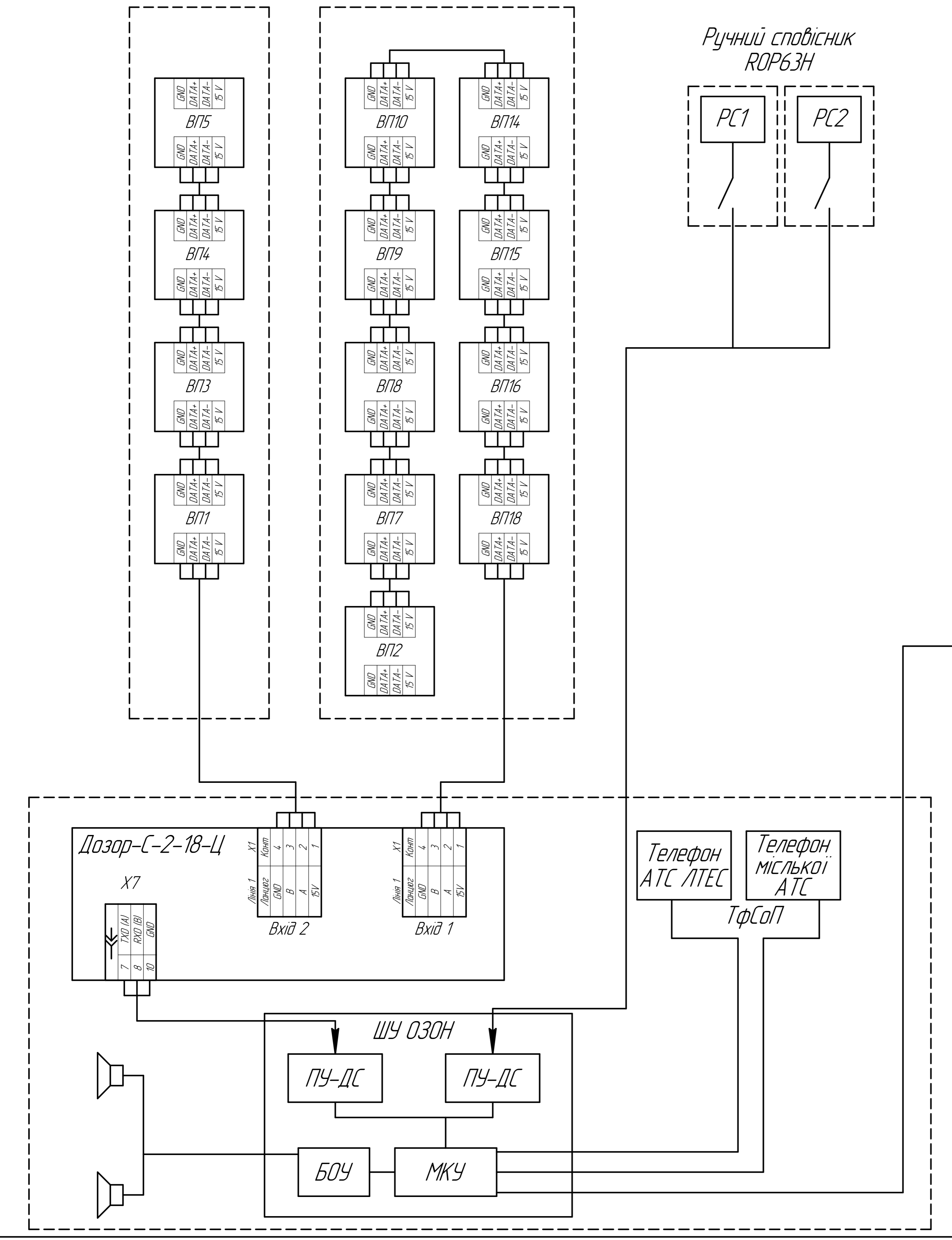
ІНН ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20. 300 ЗВ				Лист	Маса	Масштаб
Розробка заходів з охорони праці в цеху підготування води ТЕС				-	-	1:15
Зм.	Арх.	№ док.	Підп.	Дата	Арх.	
Розроб.	Фаміна Н.В.				3	Архивів
Перев.	Рижков В.Г.					10
Т.контр.	Рижков В.Г.					
Н.контр.	Белікань К.В.				Міністерство освіти і науки України, ІНН ім. Ю.М. Потебні ЗНУ, каф. ПЕОП, гр. 8.26.30-3	
Затв.	Коржовик Г.Б.				Формат А1	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	При- мітка
				<u>Обладнання</u>		
		1		Насос	3	
		2		Вентиль	11	
		3		Вентилятор	2	
		4		Вентилятор з калорифером	2	
		5		Душ	2	
		6		Струйний ежектор	1	
		7		Насос	3	
		8		Мірний бак сірчаної кислоти	2	
		9		Мірний бак гідроксиду натрію	2	
		10		Насос	9	
		11		Цегельна кладка	1	

Інв. № подл.	Підп. та дата	На зам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. та дата
--------------	---------------	----------------	--------------	---------------

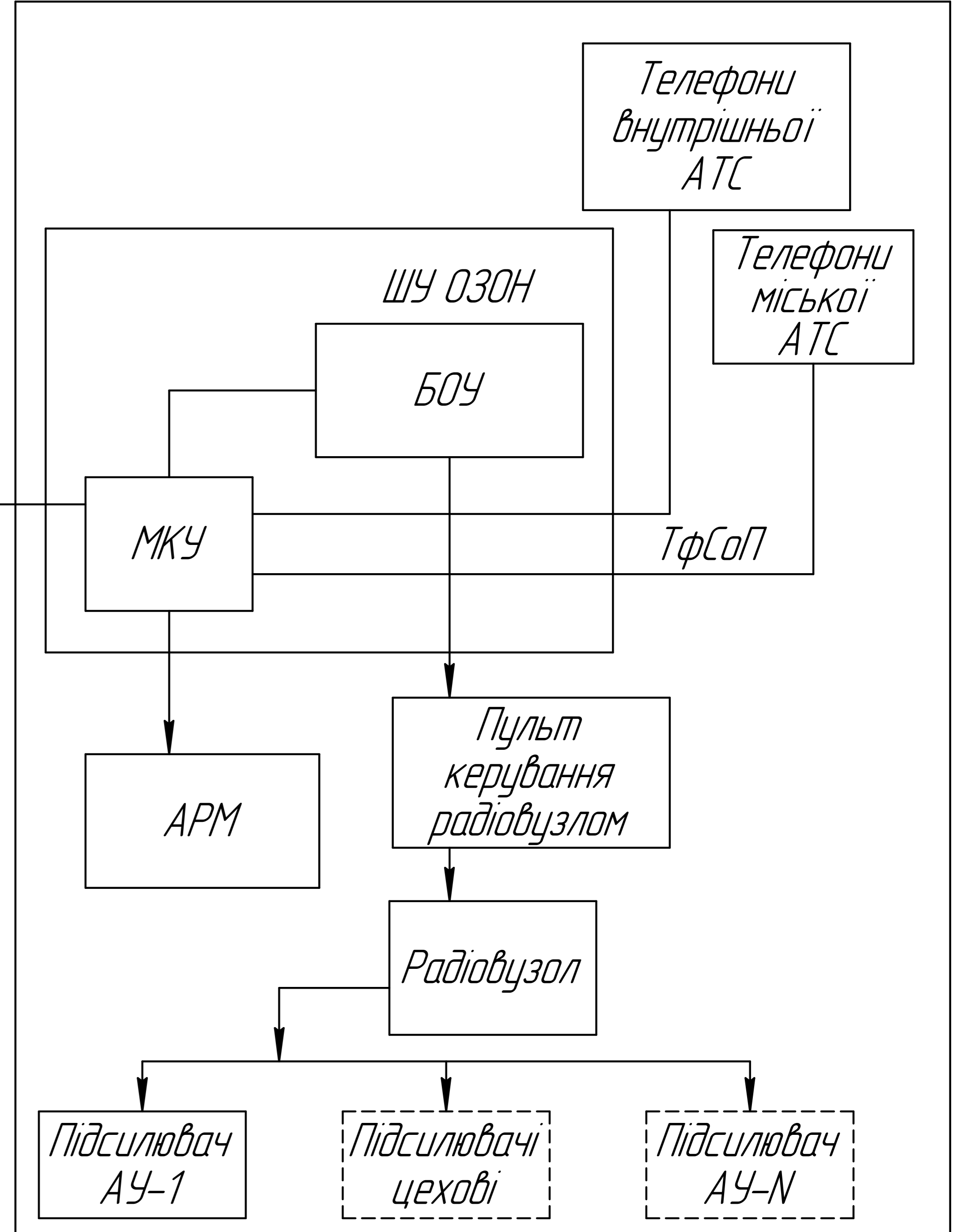
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ІННІ ім. Ю.М. Потєбні. Д2 87-20. 300 ЗВ	Арк. 3
-----	------	----------	-------	------	---	-----------

# Контроль концентрації у повітрі вимірювальні перетворювачі ВП-Н2S і SO2. Дозатор-С



Респонденти оповіщення  
GSM

GSM



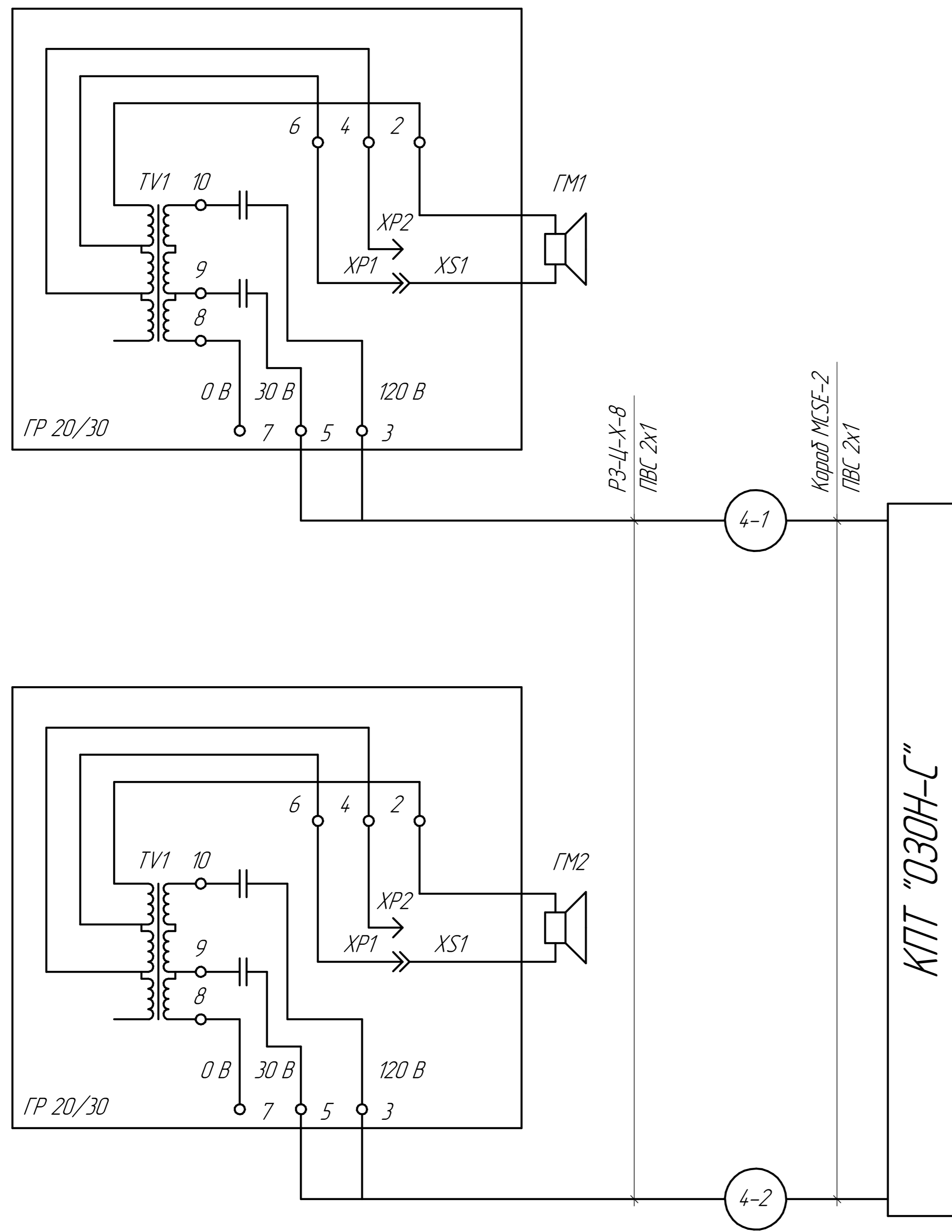
## Умовні позначення

- ВП Вимірювальний перетворювач
- БЖС Блок живлення та сигналізації "ДОЗОР-С"
- КПТ Комплекс програмно-технічний "ОЗОН КПТ"
- МКУ Модуль комунікаційний універсальний
- ПМУ Пристрій модемний універсальний
- БОУ Блок оповіщення універсальний
- ДБЖ Джерело безперервного живлення
- SF Вимикач автоматичний
- ☐ Гучномовець
- ☑ Ручний словісник
- ☐ Місце установки проектного обладнання
- ☉ Вимірювальний перетворювач ВП-С12

				ІННІ ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20. 400 ЗВ		
Зм.	Арх.	№ док.	Підп.	Дата	Лист	Масштаб
Розроб.	Фаміна Н.В.					1:1
Перев.	Рижков В.Г.					
Т.контр.	Рижков В.Г.					
Н.контр.	Бєлжаків К.В.				Арх. 4	Архивний 10
Затв.	Кохом'як Г.Б.				Міністерство освіти і науки України, ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ, каф. ПЕОП, гр. 8.26.30-3	
Комплекс АС РВО						Формат А1

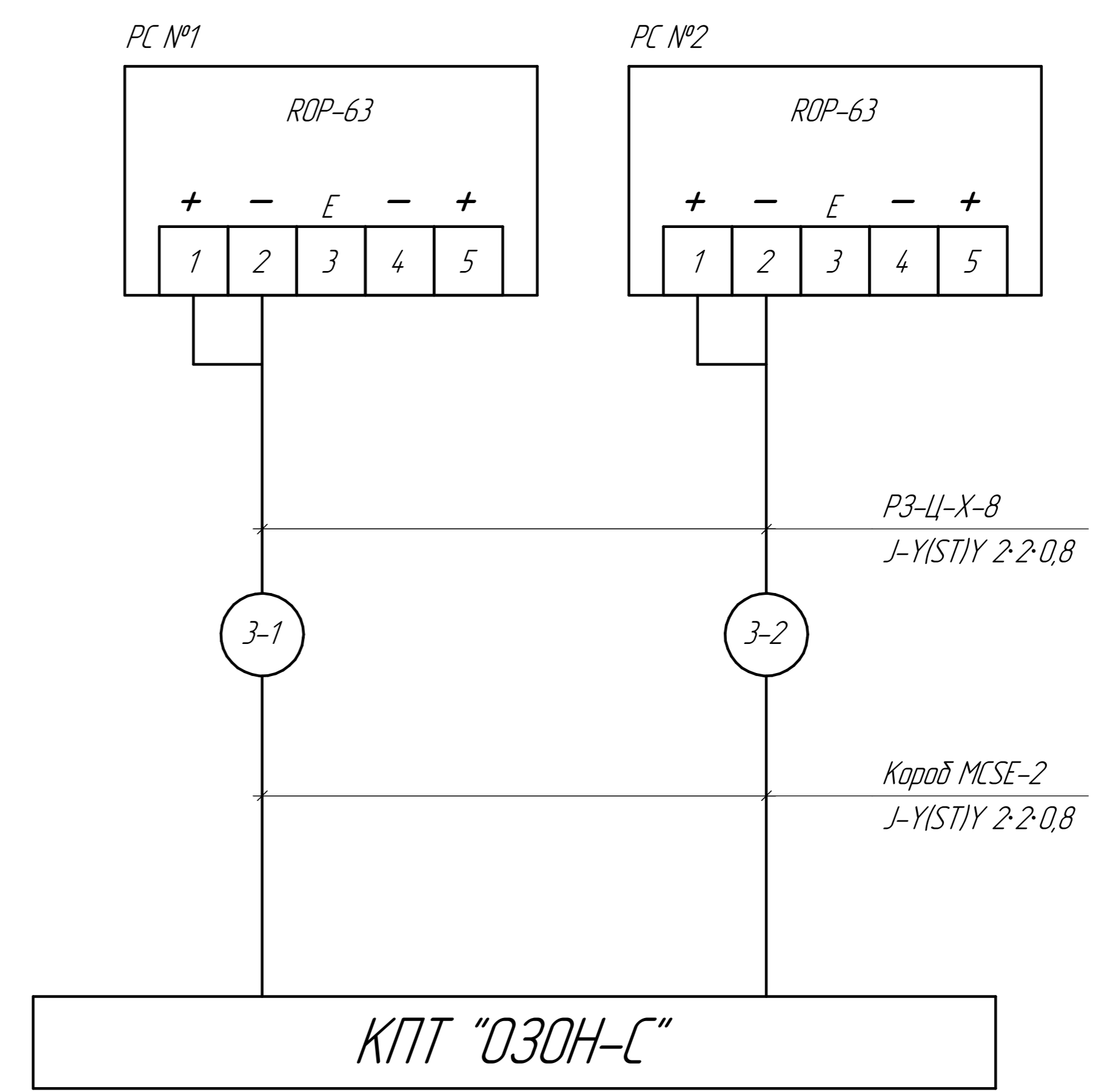
Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10

Оповіщення (тривожне мовне повідомлення)  
про перед аварійну ситуацію через гучномовці



Місце розташування ручних сповіщувачів

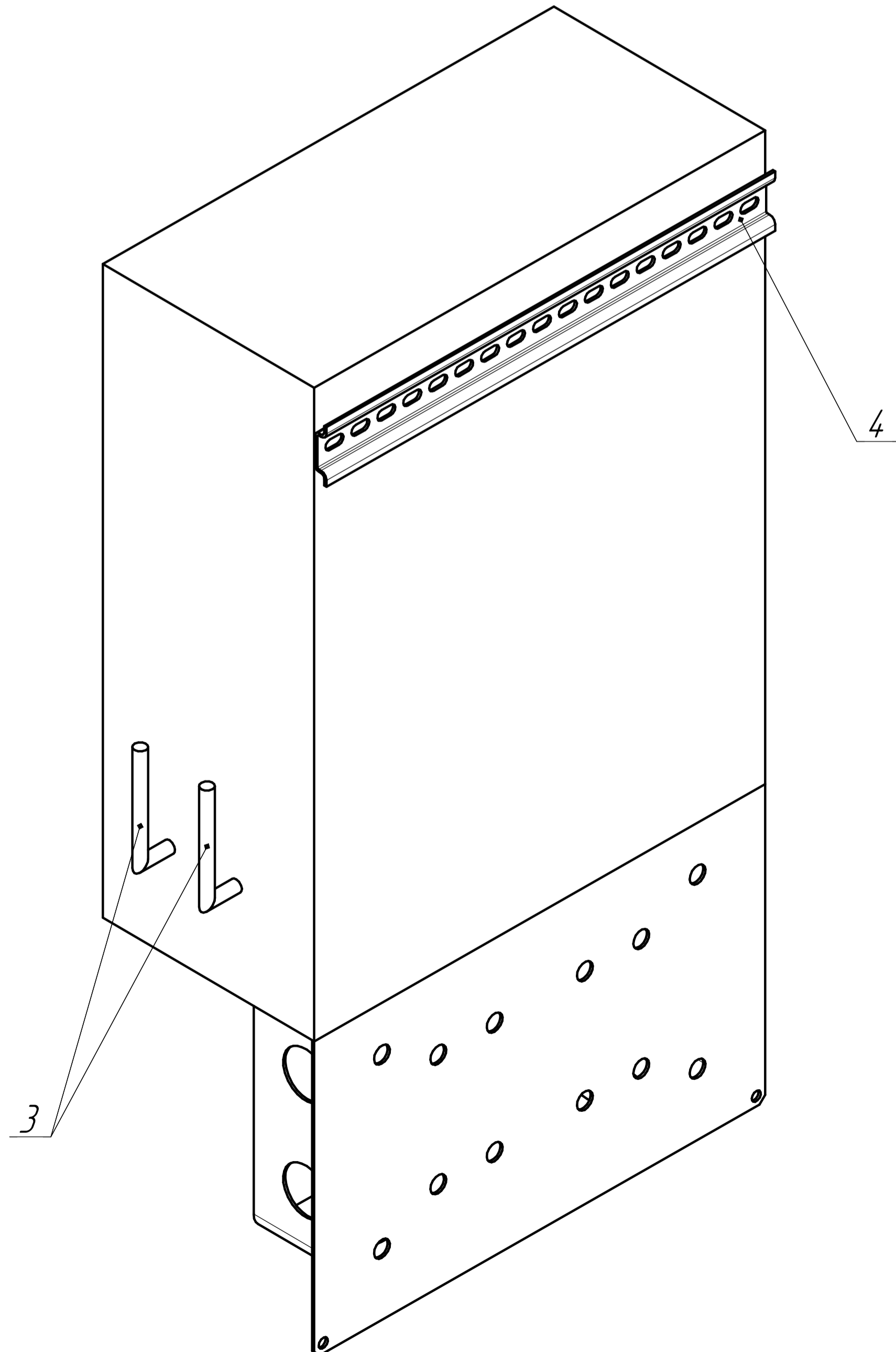
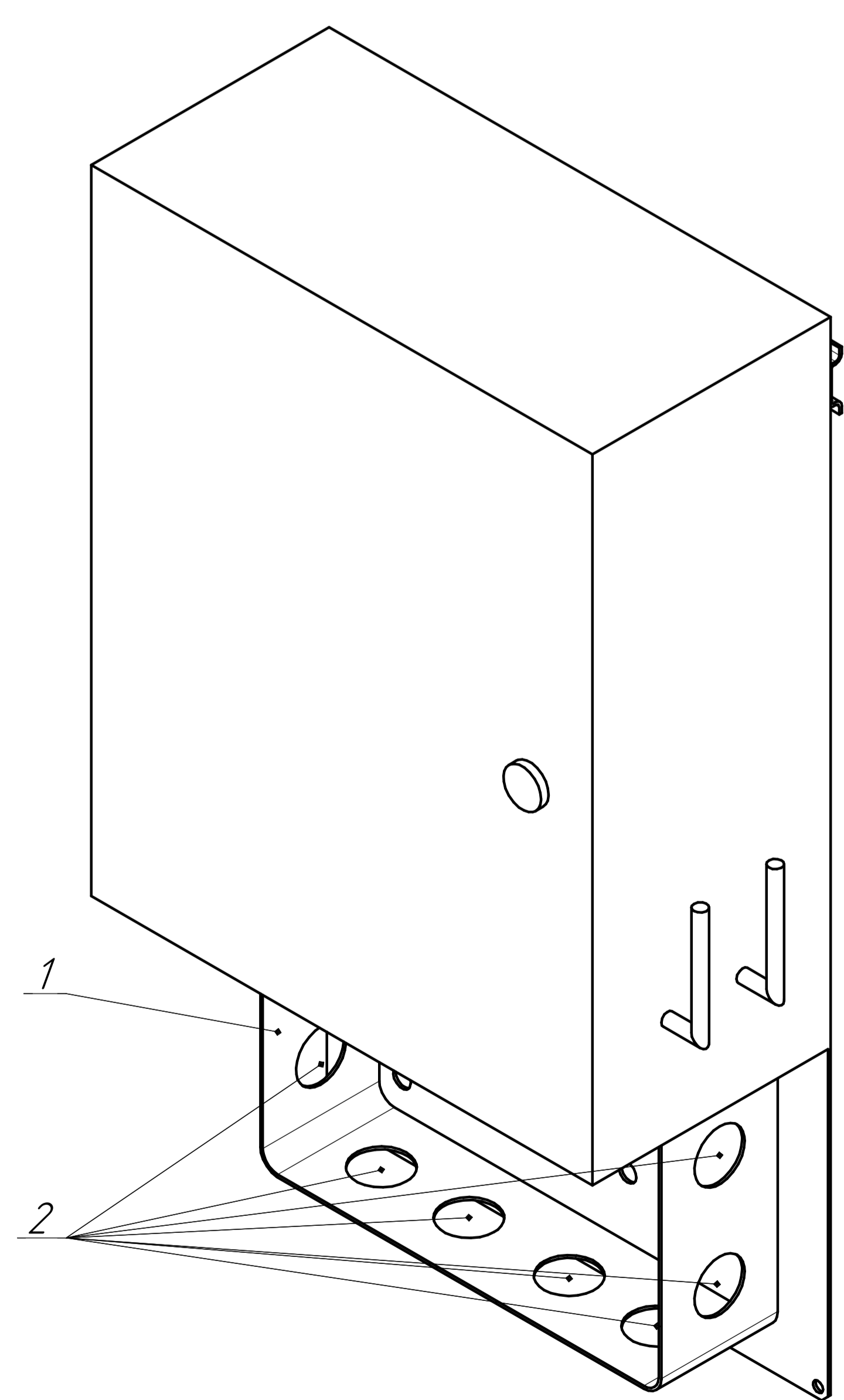
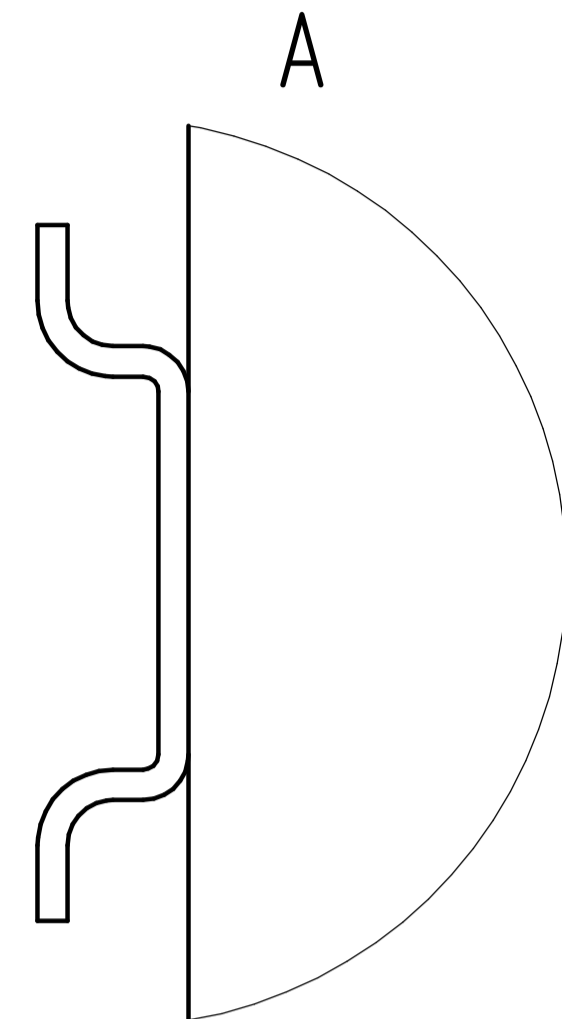
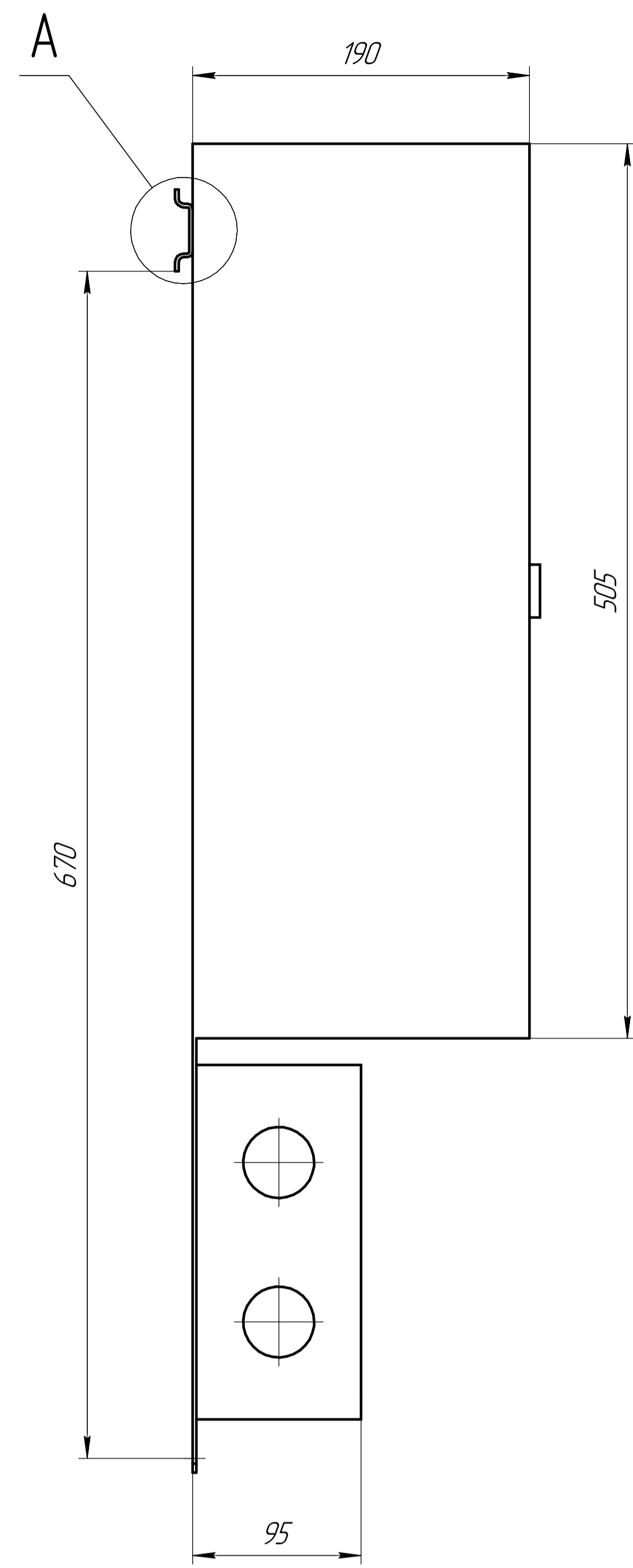
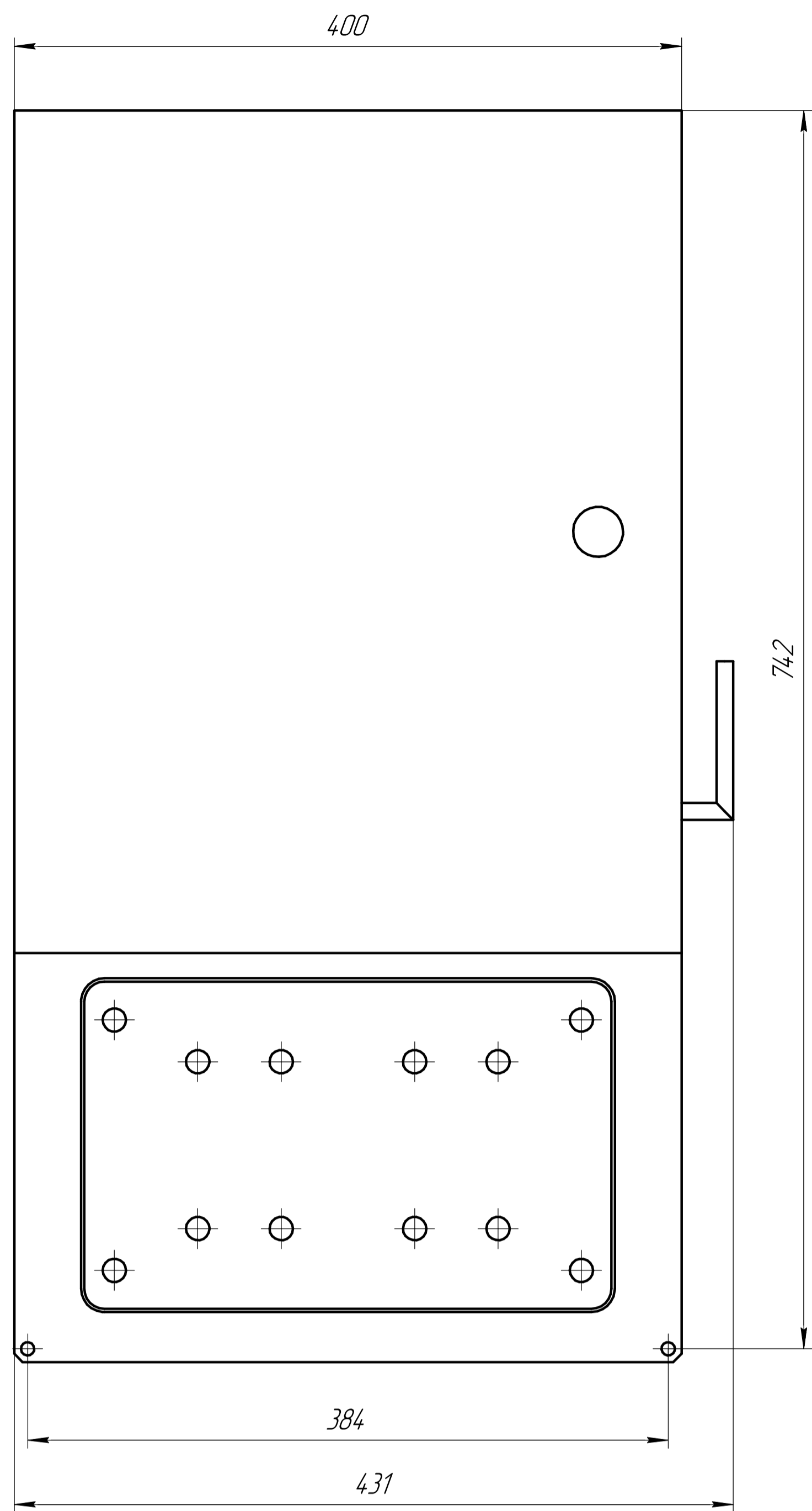
Склад сірчаної кислоти і лузгу      Біля входу в приміщення хімічного відділення (ХВ)



1 Ручний сповіщувач встановлюється на висоті 1,4 ± 0,2 м.

				ІННІ ім. Ю.М. Петербні Д2 87-20. 500 ЗВ			
Зм.	Арх.	№ док.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Фаміна Н.В.					-	1:1
Перев.	Рижков В.Г.				Арх.	5	Архивний 10
Т.контр.	Рижков В.Г.				Міністерство освіти і науки України, ІННІ ім. Ю.М. Петербні ЗНУ, каф. ПЕОП, гр. 8.26.30-3		
Н.контр.	Белогонь К.В.				Схема розташування мобільних сповіщувачів АС РВО		
Затв.	Кохменяк Г.Б.				Коплюбад      Формат А1		

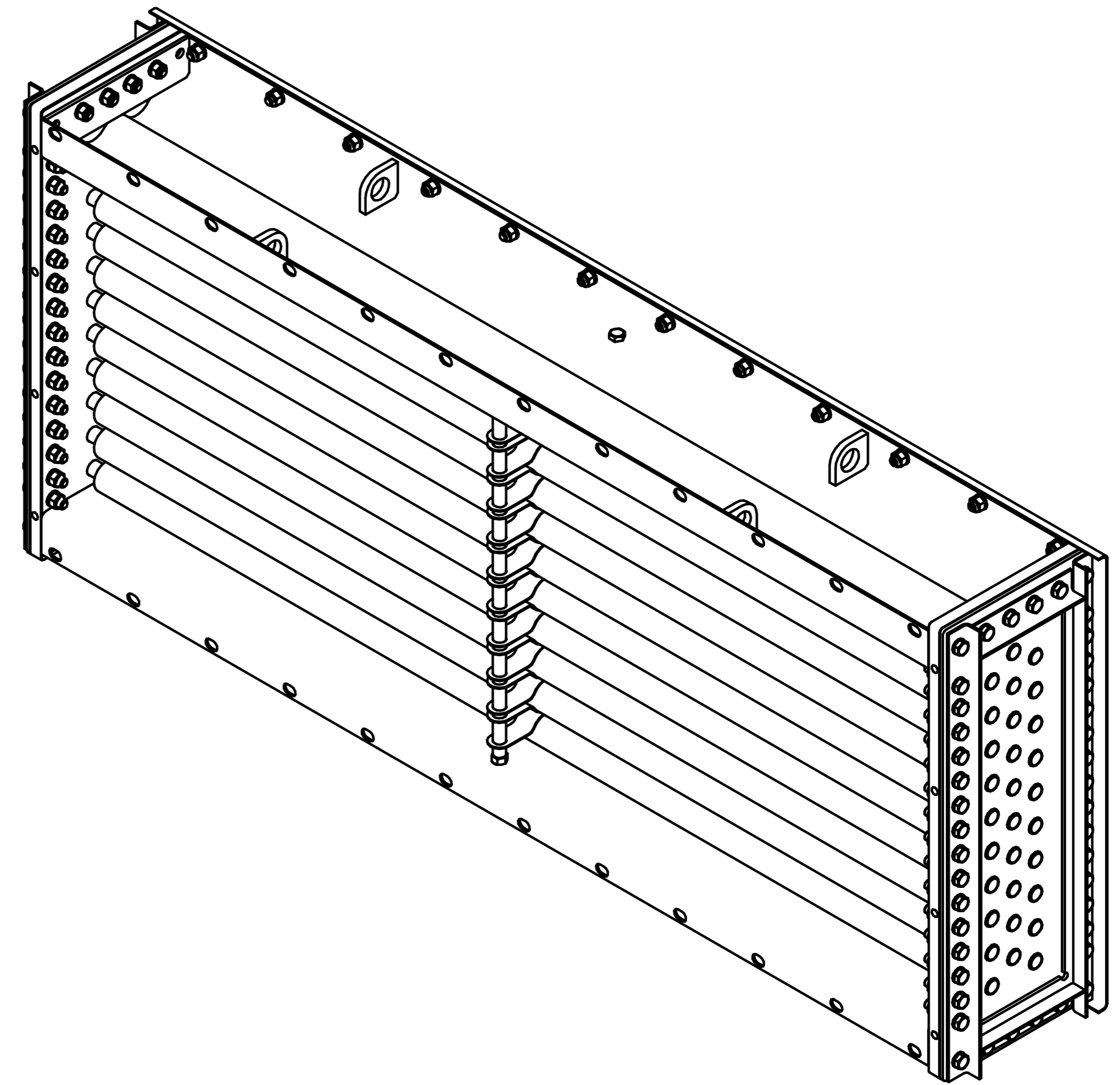
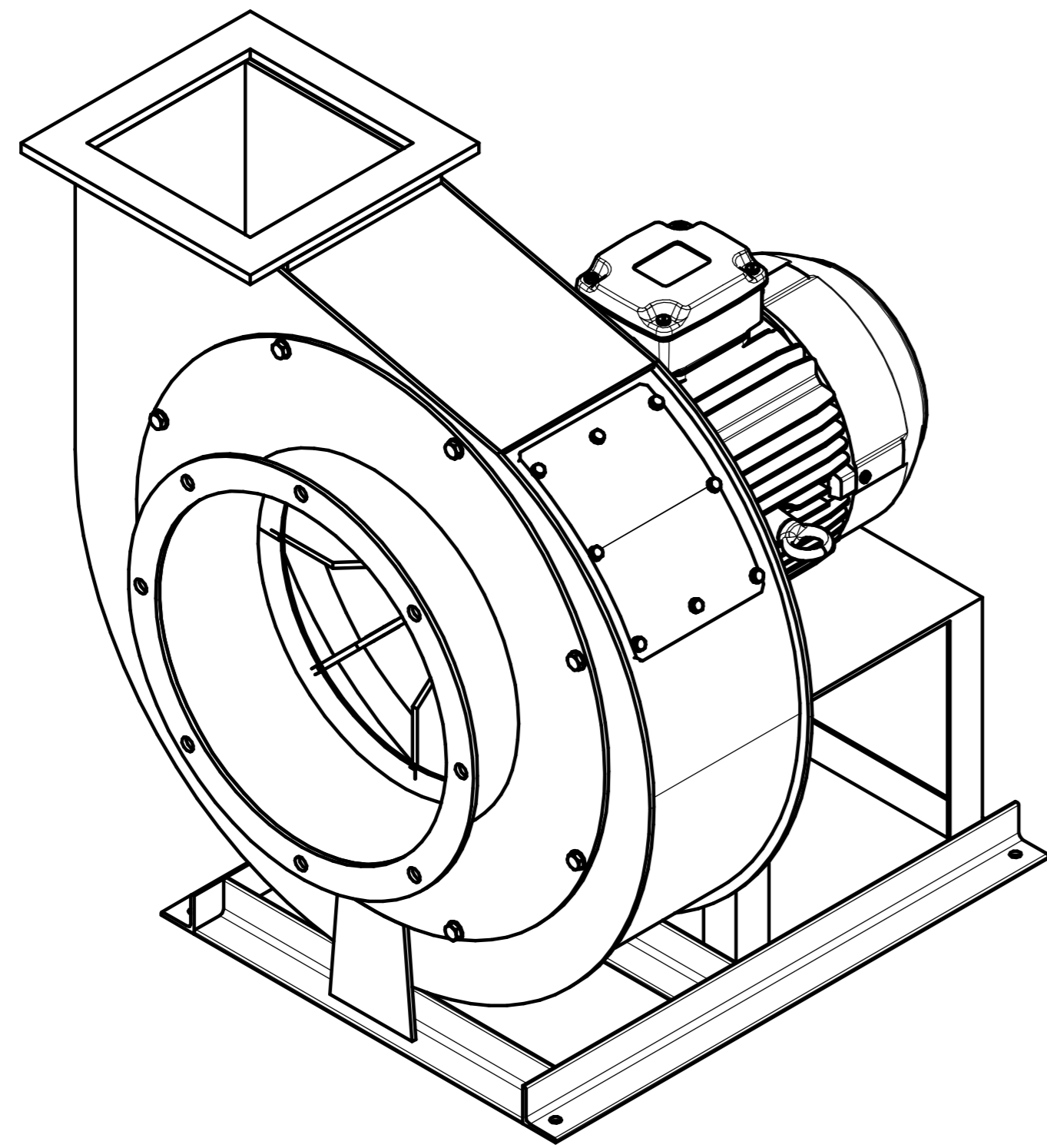
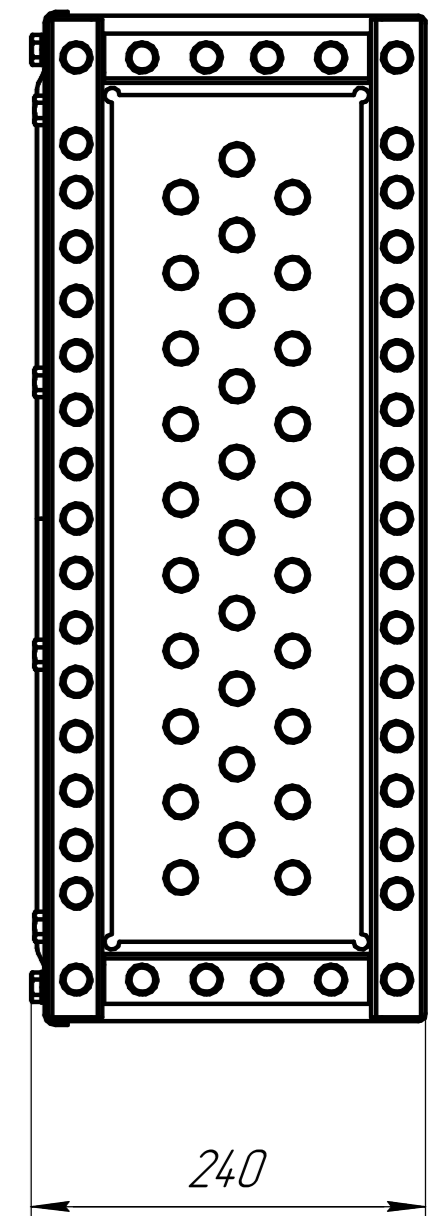
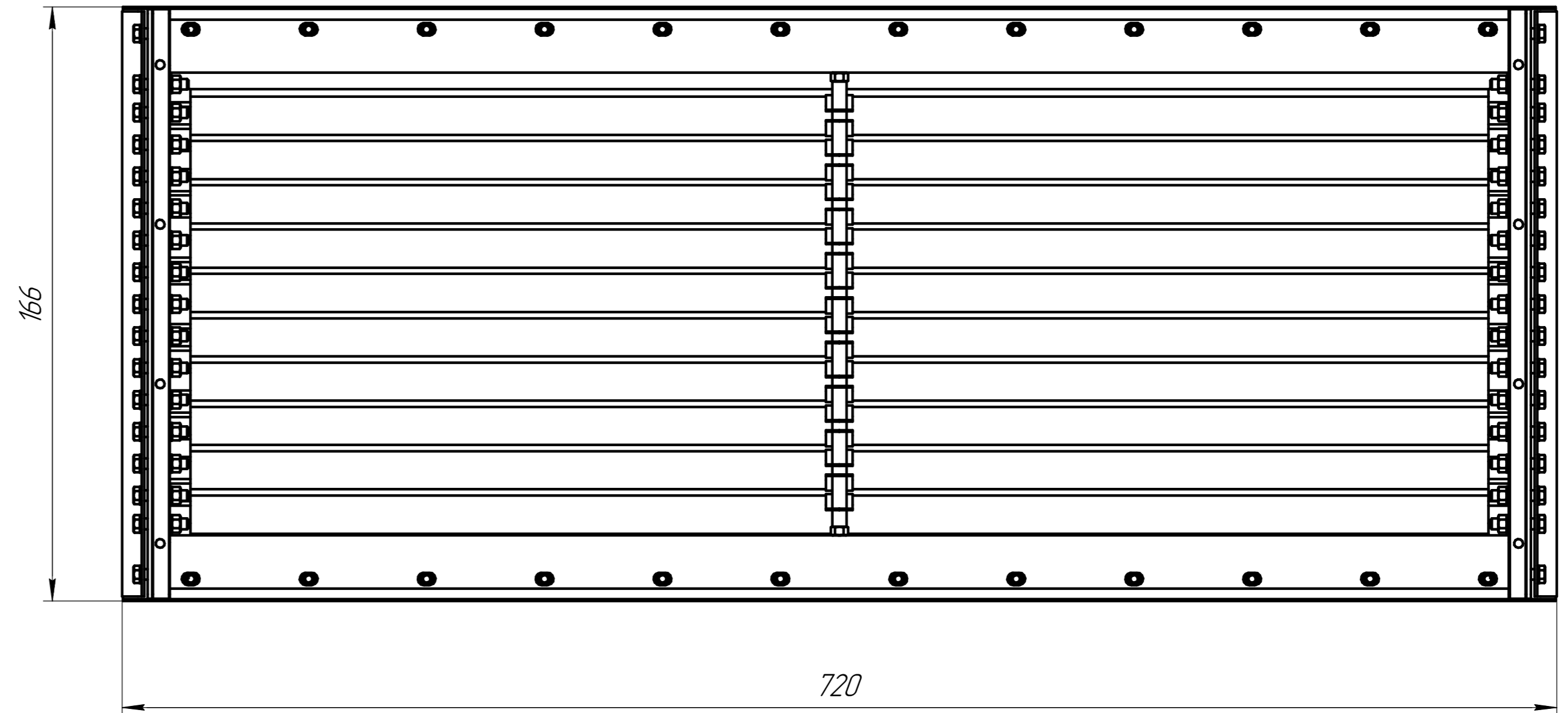
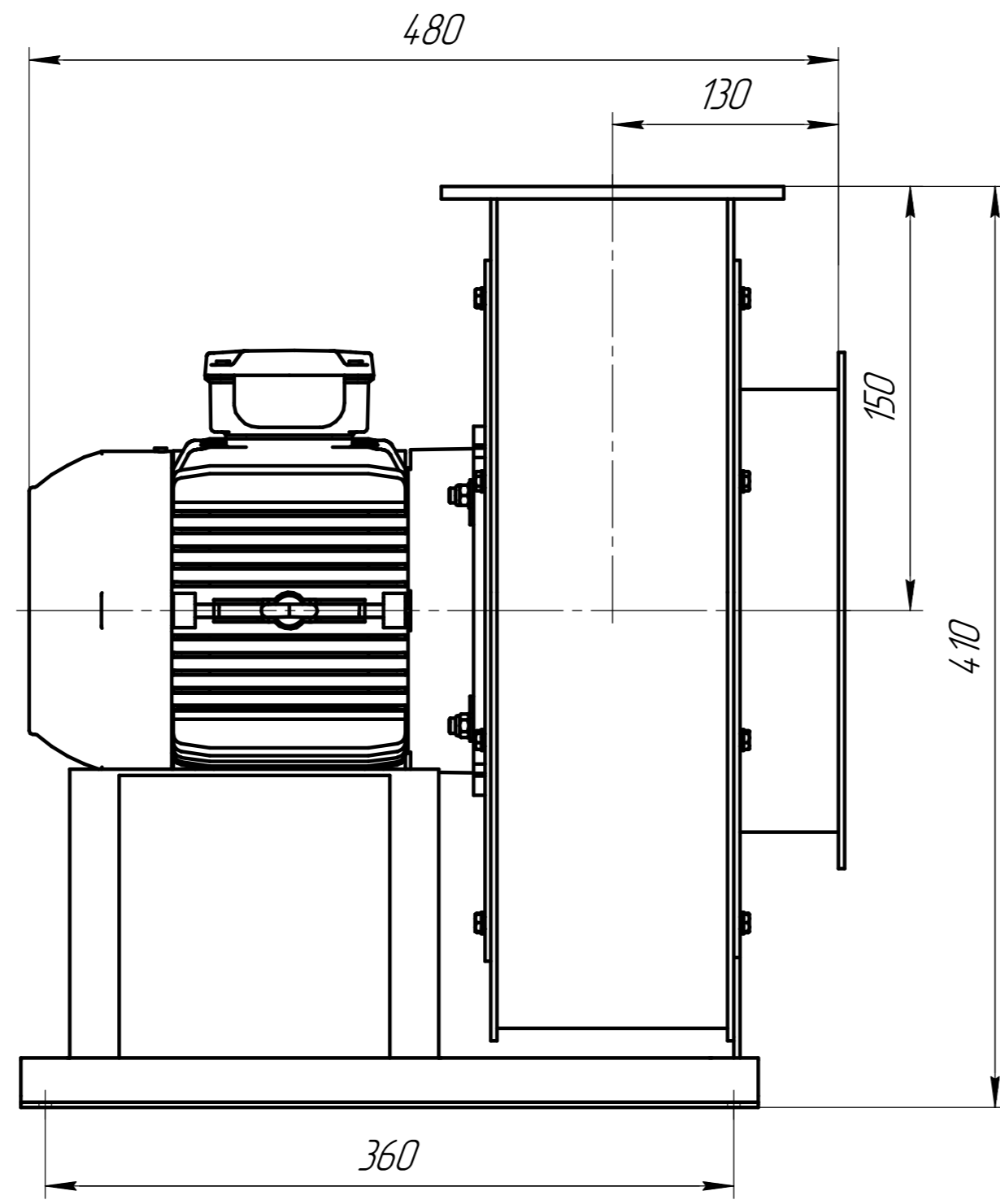
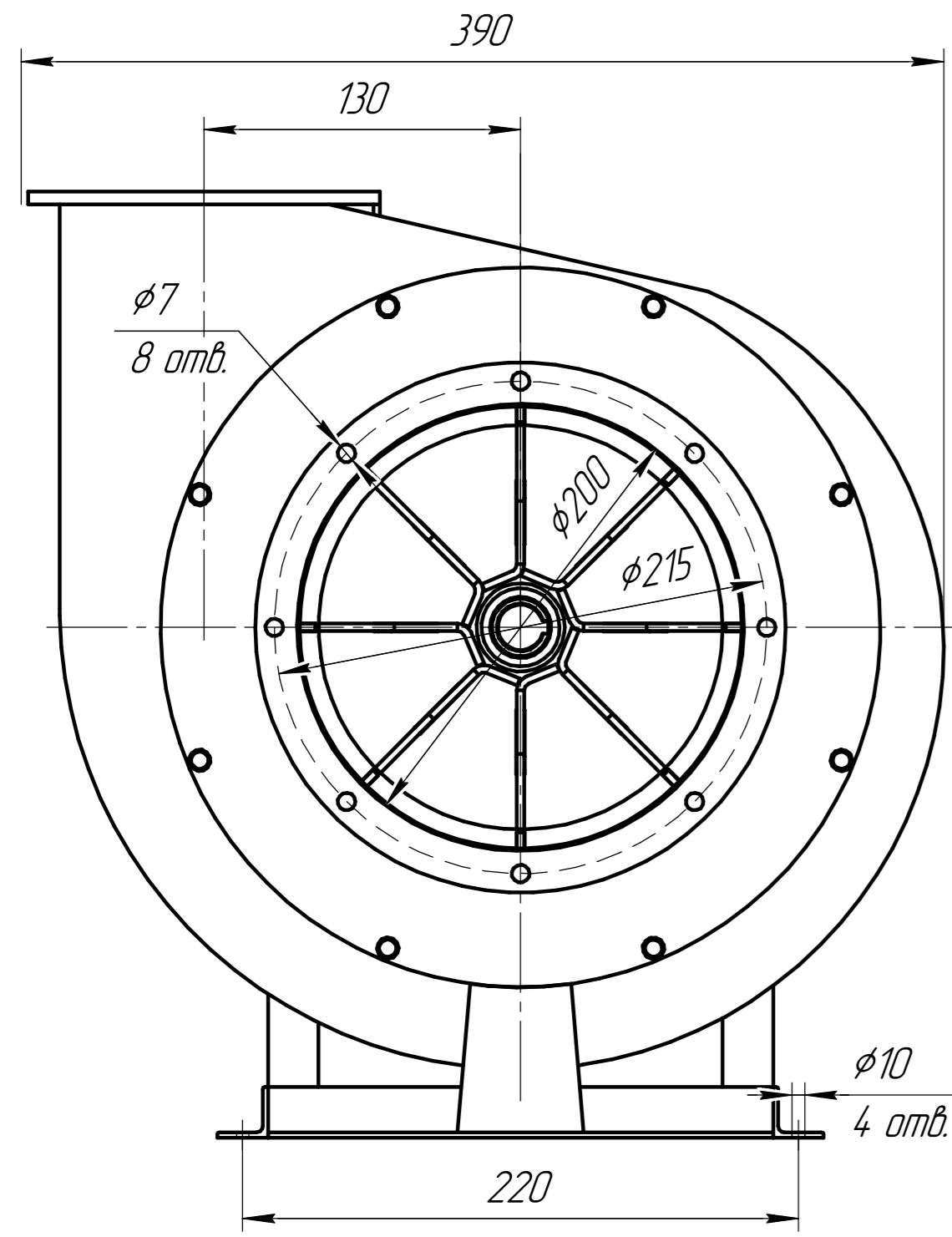
Лист № 1 з 1  
Лист № 2 з 2  
Лист № 3 з 3  
Лист № 4 з 4  
Лист № 5 з 5  
Лист № 6 з 6  
Лист № 7 з 7  
Лист № 8 з 8  
Лист № 9 з 9  
Лист № 10 з 10  
Лист № 11 з 11  
Лист № 12 з 12  
Лист № 13 з 13  
Лист № 14 з 14  
Лист № 15 з 15  
Лист № 16 з 16  
Лист № 17 з 17  
Лист № 18 з 18  
Лист № 19 з 19  
Лист № 20 з 20



Лист № \_\_\_\_\_  
 Дата \_\_\_\_\_  
 Підпис \_\_\_\_\_  
 Ім'я та прізвище \_\_\_\_\_

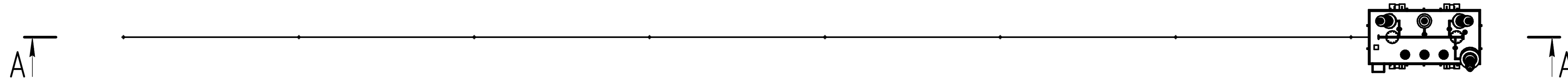
ІНН ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20. 600 ЗВ				Лист	Маса	Масштаб
Разробка заходів з охорони праці в цеху підготування води ТЕС				14,87	1,25	
Зм.	Арх.	№ док.	Підп.	Дата	Арх. 6 Архивів 10	
Разроб.	Фаміна Н.В.					
Перев.	Рижков В.Г.					
Т.контр.	Рижков В.Г.					
І.контр.	Белікань К.В.				Міністерство освіти і науки України, ІНН ім. Ю.М. Потебні ЗНУ, каф. ПЕОП, гр. 8.26.30-3	
Затв.	Кожимякин Т.Б.				Формат А1	



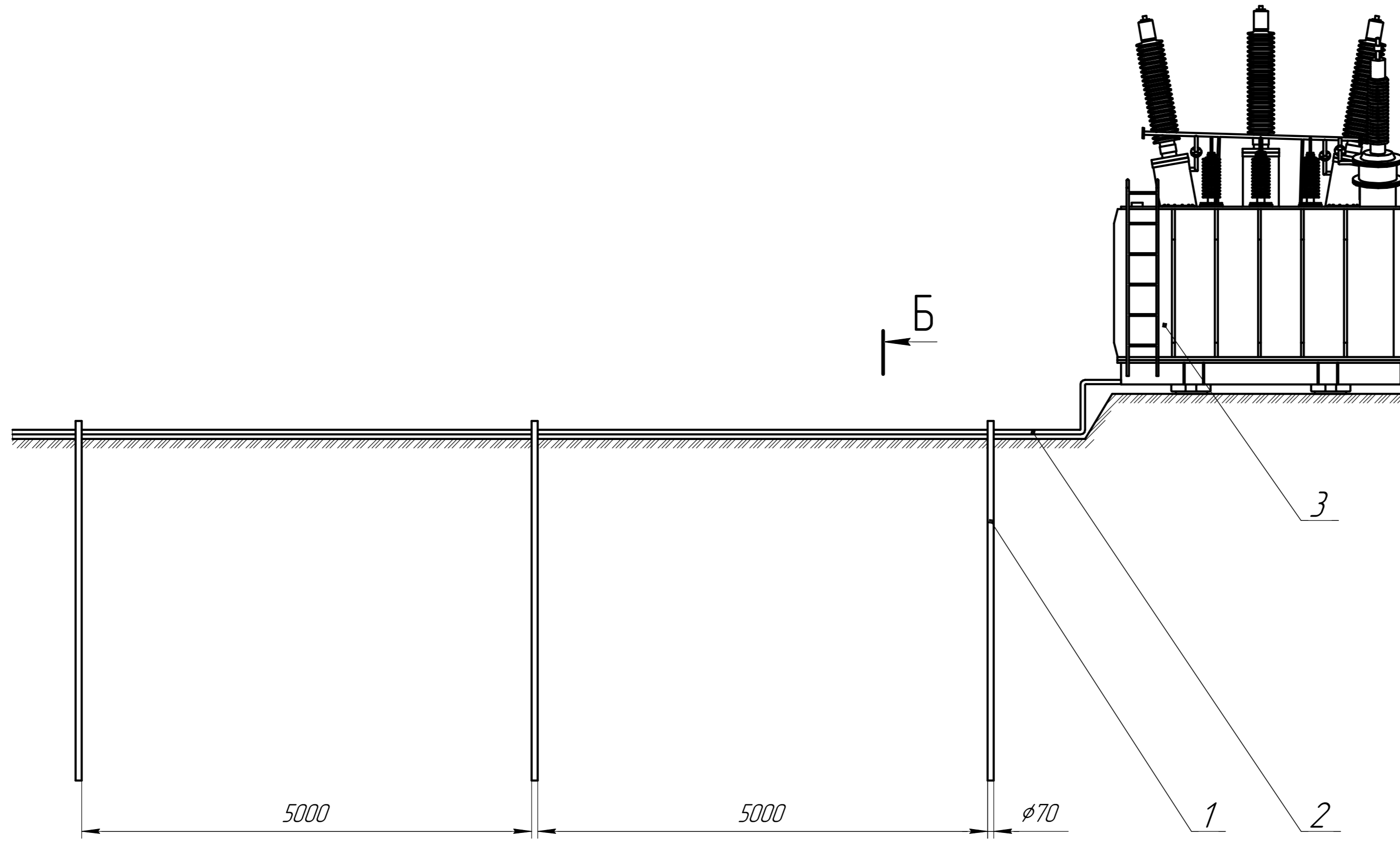


				ІННІ ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20. 700 ЗВ		
				Розробка заходів з охорони праці в цеху підготування води ТЕС		
				Лист	Маса	Масштаб
					-	1:5
				Арх. 7 Архцикл 10		
				Міністерство освіти і науки України, ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ, каф. ПЕОП, гр. 8.26.30-3		
				Формат А1		

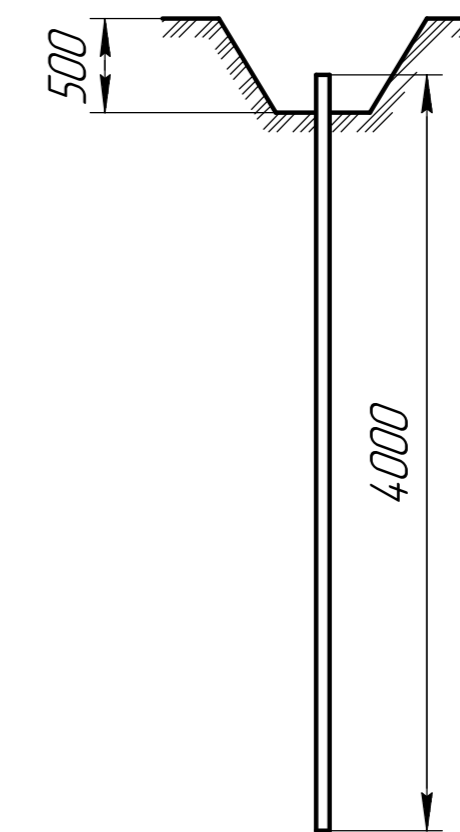
Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15  
Лист № 16  
Лист № 17  
Лист № 18  
Лист № 19  
Лист № 20



A-A(1:40)



Б-Б(1:40)



Поз.	Найменування	Кіл.	Примітка
	Опір заземлення	4	В
	Вертикальні заземлювачі	8	шт
	Довжина вертикальних заземлювачів	4	м
	Діаметр вертикальних заземлювачів	0,07	м
	Відстань між заземлювачами	5	м
	Довжина горизонтального заземлювача	35	м
	Ширина горизонтального заземлювача	0,05	м
	Глибина заглиблення горизонтального заземлювача у землю	0,5	м

ІННІ ім. Ю.М. Потебні Д2 87-20. 800 ЗВ

Зм.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.		Фаміна Н.В.				-	1:75
Перев.		Рижко В.Г.					
Т.контр.		Рижко В.Г.			Арк.	8	Аркцикл
Н.контр.		Бєляков К.В.			Міністерство освіти і науки України, ІННІ ім. Ю.М. Потебні		
Затв.		Ахем'якин Г.Б.			ЕНЧ, кар. ПЕОП, гр. 8.26.30-3		

Лист № 01  
Лист № 02  
Лист № 03  
Лист № 04  
Лист № 05  
Лист № 06  
Лист № 07  
Лист № 08  
Лист № 09  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15  
Лист № 16  
Лист № 17  
Лист № 18  
Лист № 19  
Лист № 20





Таблиця 5.1 – Вартість будівництва і монтажу будівель, споруд і обладнання цеху підготовки води

Найменування	Ціна, грн.			Базовий варіант				Проектний варіант				
	всього	в т.ч.		к-ть шт./кг	вартість, грн	всього	в т.ч.	к-ть шт./кг	вартість, грн	всього	в т.ч.	заходи з ОП
		облад.	монтаж									
Ежектор	250461,01	244290,00	6171,01	0	0,00	0,00	0,00	1	200368,81	244290,00	6171,01	-50092,20
Плунжерний насос	35206,27	29338,56	5867,71	16	563300,35	29338,56	5867,71	15	528094,08	29338,56	5867,71	0,00
Іонітний фільтр ФІЗД	54000,00	45000,00	9000,00	16	864000,00	45000,00	9000,00	16	864000,00	45000,00	9000,00	0,00
Механічний фільтр ФЗД	48000,00	40000,00	8000,00	3	144000,00	40000,00	8000,00	3	144000,00	40000,00	8000,00	0,00
Підгрівник сирої води	81028,00	67524,00	13504,00	1	81028,00	67524,00	13504,00	1	81028,00	67524,00	13504,00	0,00
Механічний фільтр МФ	45000,00	37500,00	7500,00	9	405000,00	37500,00	7500,00	9	405000,00	37500,00	7500,00	0,00
Вакуум-насос	36708,00	30590,00	6118,00	3	110124,00	30590,00	6118,00	3	110124,00	30590,00	6118,00	0,00
Металевий бак 100м <sup>3</sup> для кислоти і луку	300000,00	250000,00	50000,00	4	1200000,00	250000,00	50000,00	2	600000,00	250000,00	50000,00	0,00
ПВХ бак 100м <sup>3</sup>	420000,00	370000,00	50000,00	0	0,00	0,00	0,00	2	840000,00	370000,00	50000,00	0,00
Тельфер	20400,00	17000,00	3400,00	2	20400,00	17000,00	3400,00	2	20400,00	17000,00	3400,00	0,00
Змішувач валпа і змішувач коагулянту	220000,00	200000,00	20000,00	2	440000,00	200000,00	20000,00	2	440000,00	200000,00	20000,00	0,00
Бак освітлювач	360000,00	300000,00	60000,00	2	720000,00	300000,00	60000,00	2	720000,00	300000,00	60000,00	0,00
Бак хімічно очищеної води 100 м <sup>3</sup>	300000,00	250000,00	50000,00	3	900000,00	250000,00	50000,00	3	900000,00	250000,00	50000,00	0,00
Бак коагульованої води 200м <sup>3</sup>	600000,00	500000,00	100000,00	2	1200000,00	500000,00	100000,00	2	1200000,00	500000,00	100000,00	0,00
Басейн нейтралізації	35760,00	29800,00	5960,00	1	35760,00	29800,00	5960,00	1	35760,00	29800,00	5960,00	0,00
Проміжний бак 100м <sup>3</sup>	300000,00	250000,00	50000,00	2	600000,00	250000,00	50000,00	2	600000,00	250000,00	50000,00	0,00
Декарбонізатор	360000,00	300000,00	60000,00	2	720000,00	300000,00	60000,00	2	720000,00	300000,00	60000,00	0,00
Бак нейтралізатор 400м <sup>3</sup>	1200000,00	1000000,00	200000,00	1	1200000,00	1000000,00	200000,00	1	1200000,00	1000000,00	200000,00	0,00
Бак промивання МФ 200м <sup>3</sup>	600000,00	500000,00	100000,00	2	1200000,00	500000,00	100000,00	2	1200000,00	500000,00	100000,00	0,00
Бак розпушування Н фільтрів 100м <sup>3</sup>	300000,00	250000,00	50000,00	1	300000,00	250000,00	50000,00	1	300000,00	250000,00	50000,00	0,00
Бак розпушування ОН фільтрів 100м <sup>3</sup>	300000,00	250000,00	50000,00	1	300000,00	250000,00	50000,00	1	300000,00	250000,00	50000,00	0,00
Каблаки захисні на вентилі	850,00	680,00	170,00	0	0,00	0,00	0,00	13	8840,00	680,00	170,00	-170,00
Витрати на усун. протівок у насосах	39846,00	31407,76	8438,24	2	79692,00	31407,76	8438,24	1	39846,00	31407,76	8438,24	0,00
Витрати на усун. свища в баку з лугом	78775,20	62520,00	16255,2	2	157550,40	62520,00	16255,20	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Витрати на усун. протіва в 1 фланц. з'єд.	19404,00	15400,00	4004,00	13	252252,00	15400,00	4004,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Разом обладнання і матеріали	6005438,48	5071050,32	934388,16		11493106,75	4456080,32	878047,15		11457460,89	4993130,32	914128,96	-50262,20
Будівля складу та насосна 25*18м	3127500,00	2502000,00	625500,00	1	3127500,00	2502000,00	625500,00	1	3127500,00	2502000,00	625500,00	0,00
Будівля ХВ 100*20м	13900000,00	11120000,00	2780000,00	1	13900000,00	11120000,00	2780000,00	1	13900000,00	11120000,00	2780000,00	0,00
Будівля БЗУ 30*23м	4795500,00	3836400,00	959100,00	1	4795500,00	3836400,00	959100,00	1	4795500,00	3836400,00	959100,00	0,00
Разом будівля цеху	21823000,00	17458400,00	4364600,00		21823000,00	17458400,00	4364600,00		21823000,00	17458400,00	4364600,00	0,00

Таблиця 5.4 – Вартість запропонованих заходів з охорони праці

Найменування	Ціна, грн.			Базовий варіант				Проектний варіант				
	всього	в т.ч.		к-ть шт./кг	вартість, грн	всього	в т.ч.	к-ть шт./кг	вартість, грн	всього	в т.ч.	заходи з ОП
		облад.	монтаж									
Вентилятор ВЦ 14-46	5800,80	4844,00	958,80	2	11600,00	4844,00	958,80	6	30172,96	4844,00	958,80	-1160,16
Калорифер	2376,00	1980,00	396,00	2	4752,00	1980,00	396,00	4	8553,60	1980,00	396,00	-475,20
Душева стійка з верхнім душем і труби для води	6238,00	3119,00	623,8	0	0,00	0,00	0,00	2	6238,00	3119,00	623,80	-623,80
Цегла керамічна подбитіла М-100	3,30	3,30	0,00	0	0,00	0,00	0,00	1139	3007,10	3,30	0,00	-751,60
Цемент М-400	201,16	201,16	0,00	0	0,00	0,00	0,00	107	161,00	201,20	0,00	-40,20
Пісок (+вартість монтажу)	2025,00	425,00	1600,00	0	0,00	0,00	0,00	425	1620,00	425,00	1600,00	-405,00
Бокс блокуючий Loco/Tagout LOTOTO	5571,00	5571,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	2	8913,60	5571,00	0,00	-2228,40
АС РВО	285323,66	172969,22	112354,44	0	0,00	0,00	0,00	1	2947229,71	2891940,00	112354,44	-57064,73
Разом обладнання і матеріали	307538,92	189112,68	115933,04		16352,00	6824,00	1354,80		3005895,97	2908083,50	115933,04	-62749,09

Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15  
Лист № 16  
Лист № 17  
Лист № 18  
Лист № 19  
Лист № 20  
Лист № 21  
Лист № 22  
Лист № 23  
Лист № 24  
Лист № 25  
Лист № 26  
Лист № 27  
Лист № 28  
Лист № 29  
Лист № 30  
Лист № 31  
Лист № 32  
Лист № 33  
Лист № 34  
Лист № 35  
Лист № 36  
Лист № 37  
Лист № 38  
Лист № 39  
Лист № 40  
Лист № 41  
Лист № 42  
Лист № 43  
Лист № 44  
Лист № 45  
Лист № 46  
Лист № 47  
Лист № 48  
Лист № 49  
Лист № 50  
Лист № 51  
Лист № 52  
Лист № 53  
Лист № 54  
Лист № 55  
Лист № 56  
Лист № 57  
Лист № 58  
Лист № 59  
Лист № 60  
Лист № 61  
Лист № 62  
Лист № 63  
Лист № 64  
Лист № 65  
Лист № 66  
Лист № 67  
Лист № 68  
Лист № 69  
Лист № 70  
Лист № 71  
Лист № 72  
Лист № 73  
Лист № 74  
Лист № 75  
Лист № 76  
Лист № 77  
Лист № 78  
Лист № 79  
Лист № 80  
Лист № 81  
Лист № 82  
Лист № 83  
Лист № 84  
Лист № 85  
Лист № 86  
Лист № 87  
Лист № 88  
Лист № 89  
Лист № 90  
Лист № 91  
Лист № 92  
Лист № 93  
Лист № 94  
Лист № 95  
Лист № 96  
Лист № 97  
Лист № 98  
Лист № 99  
Лист № 100

ІННІ ім. Ю.М. Потебні ДІ 87-20. 900 ЗВ			
Зм. Арк.	№ док.	Підп.	Дата
Розроб.	Фаміна Н.В.		
Перев.	Рижков В.Г.		
Т.контр.	Рижков В.Г.		
Н.контр.	Белікань К.В.		
Затв.	Кожем'які Т.Б.		
Розробка заходів з охорони праці в цеху підготовки води ТЕС			
Вартість споруд та запропонованих заходів з охорони праці			
Літ.	Маса	Масштаб	
	-	1:1	
Арк.	9	Архивув.	10
Міністерство освіти і науки України, ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ, каф. ТЕОП, гр. 8.26.30-3			
Формат А1			

Таблиця – Оцінка економічної ефективності заходів та засобів з охорони праці в цеху підготування води

Найменування показника	Одиниця виміру	Витрати	Прибуток
Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці	грн.	3032333,7	
Зменшення кількості днів непрацездатності	дні		94
Зменшення кількості днів непрацездатності на одного працівника	дн./роб.		2,6
Приріст продуктивності праці	%		1,13
Зниження собівартості продукції від скорочення витрат за лікарняними	грн.		1763120
Загальний економічний ефект від скорочення витрат за лікарняними	грн.		59675,2
Термін окупності одноразових витрат	років		1,7
Економічна ефективність одноразових витрат	грн./грн.рік		0,59

Листок №  
Лінійна дата  
На зам. №  
№  
№

ІННІ ім. Ю.М. Потебні. ДІ 87-20. 010 ЗВ			
Зм.	Арж.	№ док.	Підп.
Разрад.	Фаміна Н.В.		
Перев.	Рижкав В.Г.		
Т.контр.	Рижкав В.Г.		
Н.контр.	БЕЛЯКОВ К.В.		
Затв.	ЛОЖЕНЯКОВ Г.В.		
Розробка заходів з охорони праці на теплової електростанції /шт. - /Маса - /Масштаб 1:1 Оцінка економічної ефективності			
Арж. 10 Аржувів 10 Міністерство освіти і науки України, ІННІ ім. Ю.М. Потебні, ЗНУ, каф. ПЕОП, гр. 8.26.30 Формат А1			