

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: Магістра

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: «Теплогазопостачання та вентиляція»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету

Приймак О.В.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я**

**ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА  
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Терещенко Павло Вікторович

1. Тема роботи: «Газифікація промислового підприємства.Комплексний проект. Частина 2»  
затверджена наказом ректора КНУБА № 2494/2від 28.11.2024року
2. Керівник роботи Гламаздін П.М. доцент.
3. Строк подання здобувачем роботи до захисту 26.12.2024р.
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
  - Р. 1. Загальні відомості;
  - Р. 2. Газопостачання;
  - Р. 3. Розрахунок газопостачання зовнішнього;
  - Р. 4. Розрахунок і вибір головного грп;
  - Р. 5. Розрахунок газопостачання внутрішнього;
  - Р. 6. Проект організації будівництва;
  - Р. 7. Охорона праці та техніка безпеки.;
  - Р.8. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту.;
  - Р.9. Допоміжне обладнання;
  - Р.10. Список використаної літератури.;
5. Графічна частина:

- Р. 1. Генплан;
- Р. 2. Схема підключення споживачів до котлів;
- Р. 3. Газопроводи;
- Р. 4. Теплогенераторна;
- Р. 5. Газопостачання інфрачервоних трубчастих газових обігрівачів «Adrian-Rad»;
- Р. 6. Технологічна схема газового обладнання;
- Р. 7. Розташування газового обладнання;
- Р. 8. Розташування газових теплогенераторів в цеху;
- Р. 9. Улаштування газового обладнання;
- Р. 10. План;

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1.	07.08.24
Розділ 2.	15.08.24
Розділ 3.	25.08.24
Розділ 4.	18.09.24
Розділ 5.	28.09.24
Розділ 6.	19.10.24
Остаточне оформлення роботи	28.11.24
Направлення роботи для перевірки на плагіат	02.12.24
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	02.12.24
Направлення роботи на рецензування	02.12.24

#### Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Зав. кафедри	_____	<u>Кириченко М.А.</u>
	(підпис)	(прізвище, ініціали)
Керівник	_____	<u>Гламаздін П.М.</u>
	(підпис)	(прізвище, ініціали)
Здобувач	_____	<u>Терещенко П.В.</u>
	(підпис)	(прізвище, ініціали)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології  
Теплотехніки

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

«Газифікація промислового підприємства. Комплексний проект. Частина 2»

Терещенко Павло Вікторович

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

Теплотехніки

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Кириченко М.А.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

«Газифікація промислового підприємства. Комплексний проект. Частина 2»

Виконав Терещенко Павло Вікторович  
192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
«Теплогазопостачання та вентиляція»  
Група зТВм-23  
Керівник Гламаздін П.М. доцент

*Ідентичність підтверджую*

Київ 2024 р.

## **Зміст**

<b>Вступ</b>	<b>6</b>
<b>1.Загальні відомості</b>	<b>7</b>
<b>2.Газопостачання</b>	<b>12</b>
<b>3.Розрахунок газопостачання зовнішнього</b>	<b>21</b>
<b>4.Розрахунок і вибір головного грп</b>	<b>33</b>
<b>5.Розрахунок газопостачання внутрішнього</b>	<b>49</b>
<b>6.Проект організації будівництва</b>	<b>70</b>
<b>7.Охорона праці та техніка безпеки</b>	<b>79</b>
<b>8.Інженерно-технічні заходи цивільного захисту</b>	<b>84</b>
<b>9.Допоміжне обладнання</b>	<b>90</b>
<b>Список використаної літератури</b>	<b>96</b>

## Вступ

Газифікація промислового підприємства є складним і багатогранним процесом, який включає інтеграцію систем газопостачання до інфраструктури виробництва з урахуванням технічних, економічних та екологічних аспектів. Природний газ є універсальним енергоносієм, який використовується для генерації теплової та електричної енергії, як паливо для технологічного обладнання, а також для забезпечення автономної роботи підприємств у різних галузях.

Процес газифікації підприємства включає кілька ключових етапів: Технічно-економічне обґрунтування – аналіз енергетичних потреб підприємства, розрахунок витрат на проект та оцінка рентабельності. Проектування систем газопостачання- розробка проектної документації з урахуванням особливостей виробництва, включаючи вибір газорегуляторних пунктів (ГРП), газопроводів та вузлів обліку газу. Монтаж та введення в експлуатацію- встановлення обладнання, прокладання газопроводів, виконання пусконаладжувальних робіт. Технічне обслуговування – регулярний моніторинг роботи системи, обслуговування обладнання та контроль безпеки.

Технічні аспекти газифікації включають в себе типи газопроводів: Високого тиску до 1,2 МПа використовується для транспортування природного газу від магістральних мереж до підприємства. Середнього тиску 0,005-0,3 МПа для передачі газу від основного вузла обліку до споживачів усередині підприємства. Низького тиску до 0,005 МПа для розподілу газу до кінцевого обладнання.

Газорегуляторні пункти ГРП забезпечують зниження тиску газу до робочих параметрів, його очищення та контроль параметрів подачі. Складові ГРП; регулятор тиску, фільтри для видалення механічних домішок, запобіжно-запірні клапани. Системи обліку газу- використання промислових лічильників із високою точністю вимірювань ( ультразвукові, роторні, турбінні). Теплогенератори та котли – вибір обладнання залежить від потреб підприємства. Для великих виробництв часто використовують котли з ККД 90% і потужністю від 1 до 10 МВт. Сучасні системи газопостачання обладнуються системами автоматичного контролю, які дозволяють регулювати витрату газу, слідкувати за параметрами тиску та запобігати аварійним ситуаціям.

Переваги газифікації з технічної точки зору забезпечують високу енергоефективність природного газу який забезпечує оптимальне співвідношення між споживачами і отриманою енергією, надійність використання резервних систем газопостачання мінімізує ризики перебоїв у роботі підприємства, екологічність зменшення викидів CO<sub>2</sub> та твердих часток порівняно з використанням вугілля чи мазуту, та універсальність можливість

інтеграції в системи когенерації для одночасного виробництва теплової та електричної енергії.

Дослідження спрямоване на розробку ефективних рішень для газифікації промислових підприємств з урахуванням технічних параметрів, економічної діяльності та екологічних стандартів.

## 1. Загальні відомості

Проект розроблений на підставі наступних вихідних документів:

- топогеодезичних вишукувань;
- матеріалів обстеження на місці
- нормативних положень і даних ДБН, ДНАОП і ГОСТ.

Даним проектом передбачено:

- підключення до існуючого підземного газопроводу с/т ( $P < 0,3$  МПа) Ду 200 мм на території підприємства по вул. Резервній, що прокладений до ГРП-1374;

- будівництво надземного сталевого газопроводу с/т  $\varnothing 57 \times 3,0$  мм ДСТУ 8943:2019 прокладеного по опорах, довжиною 47,0 м;

- прокладання підземного газопроводу с/т ( $P < 200$  мбар) PE100 SDR17.6  $\varnothing 63 \times 3,6$  мм ДСТУ Б.В.2.7-73-98, загальною довжиною 53,0 м;

- будівництво надземного сталевого газопроводу с/т  $\varnothing 57 \times 3,0$  мм ДСТУ 8943:2019 прокладеного по фасадам виробничих приміщень та опорах, загальною довжиною 41,0 м;

- встановлення комерційного вузла обліку газу та шафового газового регуляторного пункту;

- встановлення вимикаючих пристроїв.

Газопостачання передбачається одорованим природним газом який відповідає вимогам ГОСТ 5542-87.

Будівельно-монтажні роботи належить виконувати спеціалізованій організації яка має дозвіл Держнаглядохоронпраці на виконання будівельно-монтажних та пусканалагоджувальних робіт систем газопостачання та відповідну ліцензію на провадження господарської діяльності у будівництві. Вказані роботи проводити згідно діючих "Правил безпеки систем газопостачання", ДБН В.2.5-20:2018 "Газопостачання", та інших нормативних документів. Закінчені будівництвом газопроводи приймаються в експлуатацію згідно вимог ДБН А.3.1-3-94.

Герметизацію введів інших інженерних комунікацій передбачити згідно типового альбому №7373-3 "Типовое уплотнение вводов инженерных сетей в гражданские здания".

						Арк.
Змн.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## **Газопроводи середнього тиску**

Газопровід середнього тиску від місця підключення в існуючий газопровід с/т Ду 200 до комерційного вузла обліку газу та шафового газового регуляторного пункту прокладається надземно та підземно із ПЕ труб Дн 63 мм та сталевих прямошовних труб Ø57x3,0 мм за ДСТУ 8943:2019.

Для монтажу поліетиленового газопроводу використовуються трубопроводи і з'єднувальні деталі вітчизняного та іноземного виробництва.

Кожна партія труб і деталей повинна мати паспорт (сертифікат) заводу-виготовлювача (підприємства, фірми).

Труби і з'єднувальні деталі не повинні мати механічних пошкоджень глибиною більш ніж 0,3 мм для труб з товщиною стінки до 3 мм і глибиною більше 0,4 мм при товщині стінки більше 3мм.

Не допускається використовувати для прокладки газопроводів поліетиленові труби з надрізами і подряпинами в осьовому напрямку глибиною більше 0,5 мм і в кільцевому більше 0,7 мм.

Для будівництва надземних газопроводів прийняті сталеві електрозварні труби за ДСТУ 8943:2019.

Діаметри газопроводів підібрані за умови нормального і економічного газопостачання всіх споживачів в години максимального споживання газу, з врахуванням забезпечення стійкої роботи пальників газових приладів.

З'єднання сталевих труб передбачається електрозваркою встик, зварні з'єднання повинні відповідати ГОСТ 16037-80. Різьбові з'єднання передбачені тільки для приєднання газових приладів і кранів в місцях доступних для огляду і ремонту.

Установку вимикаючих пристроїв (кранів) на зовнішніх газопроводах передбачено:

- на виході газопроводу із землі,
- перед комерційним вузлом обліку газу,
- до та після шафового газового регуляторного пункту.

Діаметри і тип кранів вказані в специфікації.

### **Зварювання поліетиленових труб і з'єднувальних деталей**

Зварювальні роботи слід проводити у відповідності до нормативно-технічних документів. Зварювальні роботи необхідно виконувати при температурі зовнішнього середовища не вище +40°C і не нижче -15°C. Зварку при температурі нижче -5°C необхідно виконувати у тепляках.

З'єднання поліетиленових труб між собою виконуються зваркою терморезисторними муфтами.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зварювальні роботи виконуються із застосуванням зварювальних машин які забезпечують дотримання технологічних параметрів зварки і гарантують якість зварювальних робіт.

При будівництві газопроводу виконують наступні технологічні операції :

- розбивка і планування траси;
- земляні роботи (копання траншеї, вирівнювання дна, засипка 10 см піщаним або іншим ґрунтом, що не здіймається та не містить включень більше 2,0 см);
- доставка і розкатка труб;
- зварювання труб

Перед укладкою поліетиленових газопроводів дно траншеї повинно бути очищене від грудок ґрунту і каміння, підсипано піщаним ґрунтом товщиною 10 см, або іншим ґрунтом, що не здіймається.

Радіуси повороту, вигину поліетиленових труб, які виконуються в холодному стані (в траншеї) без застосування відводів, повинні бути не менше 25 діаметрів.

Газопровід в траншеї для компенсації температурних розширень вкладається "змійкою" в горизонтальній площині.

Перед випробуванням на міцність, газопроводи повинні бути присипані піщаним ґрунтом, що не здіймається, на висоту 20 см від верху труби, за виключенням стиків, які засипаються після випробування.

Сигнальна стрічка жовтого кольору завширшки не менше 0,2 м з незмивним написом «Обережно! Газ» укладається на відстані 0,4 м від верху присипаного поліетиленового газопроводу.

Глибина закладання поліетиленових газопроводів повинна бути не менше 1,2 м до верху труби, у місці проколу під залізницею - не менше 1,5 м від підшви рейки до верху футляра.

Траса позначається вказівними знаками.

Компенсація температурних повздожжень надземних газопроводів вирішується за рахунок самокомпенсації: кутів поворотів, підйомів і опусків.

### **Очистка порожнини газопроводу**

Очищення порожнини проводиться до проведення випробувань і виконується шляхом продувки швидкісним потоком повітря.

Продувка вважається закінченою, коли з продувного патрубку виходить струмінь незабрудненого повітря.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## **Випробування газопроводів**

Після монтажу газопроводи і газові прилади необхідно випробувати на міцність і герметичність.

Ці випробування проводить будівельно-монтажна організація згідно з вказівками Кодексу 2:2021 "Газорозподільчі системи".

Випробування:

**надземних газопроводів середнього тиску** на міцність тиском 0,45 МПа, тривалість випробувань - 1 година; на герметичність - тиском 0,3 МПа, тривалість - 0,5 години;

**підземних газопроводів середнього тиску** на міцність тиском 0,6 МПа, тривалість випробувань - 1 година, на герметичність - тиском 0,3 МПа, тривалість - 24 години.

Трубопровід вважається таким, що пройшов випробування на міцність та перевірку на герметичність, якщо за час випробування на міцність труба не зруйнувалася, а при перевірці на герметичність тиск залишається незмінним.

Ці випробування проводить будівельно-монтажна організація згідно з вказівками ДБН В.2.5-20:2018 "Газопостачання".

### **Захист газопроводів від корозії**

Для захисту газопроводу від корозії, надземний газопровід покривається двома шарами емалі яскраво-жовтого кольору ХВ-124 з домішкою алюмінієвої пудри ПАК-3 або ПАК-4 (10-15% по вазі) по двох шарах ґрунтування ХС-010 на розчиннику Р-4.

Матеріали і конструкції ізоляційного покриття повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.5-29/2006.

### **Експлуатація**

Експлуатація газопроводів буде здійснюватися спеціалізованою газовою службою, з якою заключений договір на обслуговування.

### **Вузол обліку газу**

У відповідності до вимог нормативного документу ДБН В.2.5-20:2018 для обліку природного газу, а також вибору місця розташування лічильника газу (згідно п. 9.98 та 9.101) слід використовувати прилади із числа дозволених Держстандартом України, включених в Держреєстр України або таких, що пройшли державну метрологічну атестацію.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вузол обліку витрати газу передбачається для комерційних розрахунків між споживачем та організацією, що надає можливість споживання газу, в особі АТ "Київгаз", за використаний природний газ згідно вимог "Правил обліку природного газу під час його транспортування газорозподільними мережами, постачання та споживання", затверджених наказом Міністерства палива та енергетики України від 27.12.05 за №618 та зареєстрованих в Міністерстві юстиції України від 20.01.06 за №67/11941, ДБН В.2.5-20:2018 «Газопостачання», ДСТУ ГОСТ 8.586.(1-5):2009, технічному опису засобів виміррювальної техніки, ПБСГ НПАОП 0.00-1.76-15 та іншим діючим нормативним документам.

Для обліку спожитого газу запроєктованими газовими приладами передбачається використання вузла обліку газу на базі лічильника газу «Itrop» Delta Contrast G10 DN40 на газопроводі середнього тиску. Вузол обліку газу встановлюється на території споживача. (Див. креслення).

№ п/п	Найменування ГСО	ККД %	Кільк шт.	Потужність кВт	Витрата газу на одиницю обладнання (м <sup>3</sup> /год за с.у)		Витрата газу загальна (м <sup>3</sup> /год за с.у)	Примітка
					Q <sub>min</sub>	Q <sub>max</sub>		
<i>Теплогенераторна №1</i>								
1	Котел газовий Viessmann Vitogas 100	90,57	1	48,0	0,0	5,63	5,63	
<i>Теплогенераторна №2</i>								
2	Котел газовий Viessmann Vitogas 100	90,57	1	48,0	0,0	5,63	5,63	
<i>Теплогенераторна №3</i>								
3	Котел газовий Viessmann Vitogas 100	90,57	1	48,0	0,0	5,63	5,63	
<i>Теплогенераторна №4</i>								
4	Котел газовий Viessmann Vitogas 100	90,57	1	48,0	0,0	5,63	5,63	
Всього (значення для розрахунків)					0,0	-	22,52	

Витрата газу газоспоживаючим обладнанням визначається за формулою:

$$q = \frac{Q_k}{Q_n \cdot \eta};$$

де  $q$  - витрата газу за н.у. м<sup>3</sup>/год;  $Q_k$  - теплопродуктивність котла ккал/год;  
 $Q_n$  - нижча теплота згоряння газу, ккал/м<sup>3</sup>;  $\eta$  - ККД котла друтто.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Потужність котла Viessmann Vitogas 100 –  $N_{\max}=48$  кВт,  $N_{\min} = 0$  кВт.  
 Значення ККД визначаємо як частку від корисної потужності до теплової потужності спалювання газу

$$\eta = N_{\text{кор}} / N_{\text{тепл}} = 48/53 = 0,9057 = 90,57\%$$

Для котла Viessmann Vitogas 100  $N=48$  кВт, витрата становить:

$$Q_{\text{max,розрах.}} = 48 \cdot 859,845 / 8100 \cdot 0,9057 = 5,63 \text{ м}^3/\text{год},$$

$$Q_{\text{min,розрах.}} = 0 \cdot 859,845 / 8100 \cdot 0,9057 = 0 \text{ м}^3/\text{год}$$

Згідно технічного паспорту котла, максимальна витрата газу складає  $Q_{\text{max}}=5,61 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Для розрахунку приймаємо розрахункові значення максимальної та мінімальної витрати газу котлами:

- максимальна витрата –  $q_{\text{max з.о.с.}} = 4 \cdot 5,63 = 22,52 \text{ м}^3/\text{год}$ ,
- мінімальна витрата –  $q_{\text{min з.о.с.}} = 0 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Тиск газу атмосферний, МПа		Тиск газу робочий (надлишковий), МПа		Температура газу, °C		Густина газу (в стандартних умовах), кг/м <sup>3</sup>	Теплота згорання нижча, ккал/м <sup>3</sup>
$P_{\min}$	$P_{\max}$	$P_{\min}$	$P_{\max}$	$T_{\min}$	$T_{\max}$	$Q$	8100
0,098	0,102	0,1	0,3	-25	+40	0,7	

Технічні характеристики лічильника газу "Itron Delta Compact G10 DN40":

- $q_{\text{max}} = 16,0 \text{ м}^3/\text{год}$ ;  $q_{\text{ном}} = 10,0 \text{ м}^3/\text{год}$ ;  $q_{\text{min}} = 0,25 \text{ м}^3/\text{год}$
- $q_{\text{start}} = 1,0 \text{ м}^3/\text{год}$
- $Q_{\text{min}} / Q_{\text{max}} - 1 : 200$
- держреєстр: У 372-13
- діапазон робочих температур -25...+55 °C

Межі допустимої відносної похибки не перевищують в діапазоні витрат:

$$Q_{\text{min}} \leq Q < 0,05Q_{\text{max}} - \pm 2,0\%$$

$$0,05Q_{\text{max}} \leq Q \leq Q_{\text{max}} - \pm 1,0\%$$

$$q_{\text{max з.о.}} = q_{\text{max з.о.с.}} \cdot T_{\text{max}} \cdot 0,101325 \cdot Z / P_{\text{min}} \cdot 293,15 =$$

$$= 22,52 \cdot (273,15 + 40) \cdot 0,101325 \cdot 0,9987 / 0,2 \cdot 293,15 = 12,2 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$q_{\text{min з.о.}} = q_{\text{min з.о.с.}} \cdot T_{\text{min}} \cdot 0,101325 \cdot Z / P_{\text{max}} \cdot 293,15 =$$

$$= 0 \cdot (273,15 - 25) \cdot 0,101325 \cdot 0,9874 / 0,4 \cdot 293,15 = 0 \text{ м}^3/\text{год}$$

Де  $P_{\text{min(max)(абс)}}$  – мінімальний (максимальний) абсолютний тиск газу, МПа;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$T_{min(max)}$  – мінімальна (максимальна) абсолютна температура газу, К;  
 $Z$  – коефіцієнт стислості газу при відповідних  $P_{min/max}$  та  $t_{max/min}$   
відповідно 0,9987/0,9874.

Перевіряємо умову:

$$q_{max} \leq q_{max \text{ л.г.}} = 12,2 \text{ м}^3/\text{год} < 16,0 \text{ м}^3/\text{год}$$
$$q_{min} \geq q_{min \text{ л.г.}} = 0 \text{ м}^3/\text{год}$$

**Висновок:** умова виконується, максимальне і мінімальне споживання газу проектним обладнанням знаходиться в межах відповідних витрат запроєктованого роторного лічильника газу Itron Delta Compact G10 DN40.

### **Охорона праці в газовому господарстві.**

Основним завданням в експлуатації систем газопостачання є безперервна і надійна подача газу споживачам. Відповідальними за виконання вказаного є керівники газових служб.

Для працівників, які зайняті експлуатацією, повинні бути складені та затверджені в установленому порядку інструкції по безпечних методах роботи.

Для працівників, які працюють на пожежонебезпечних ділянках – інструкції по протипожежній безпеці. Розробляють ці інструкції на підставі типових інструкцій з врахуванням особливостей газового господарства та вимог "Положення по розробці інструкцій по охороні праці", затвердженого наказом Держнагляддохоронпраці України 29.01.98р. №9 та "Правил пожежної безпеки в Україні" введених в дію наказом МВС України 19.10.2004р. № 126.

Інструкції повинні знаходитися на робочих місцях, в справах газової служби та у особи, яка відповідає за газове господарство. Крім наведеного, на підприємстві повинні бути розроблені, відповідно з чинним законодавством, плани локалізації та ліквідації можливих аварій в системі газопостачання, організоване систематичне проведення навчально-тренувальних занять з обслуговуючим персоналом за цими планами, згідно затвердженого графіка, з записом у журналі .

Працівники всіх спеціальностей, які зайняті експлуатацією систем газопостачання повинні пройти інструктаж та навчання по техніці охорони у відповідності з вимогами діючих нормативних документів. Відповідальні за виконання інструкцій по охороні праці при виконанні робіт – керівники цих робіт.

До виконання газонебезпечних робіт допускаються працівники, які пройшли навчання та витримали іспит на знання "Правил безпеки систем газопостачання", технології виконання газонебезпечних робіт, вміють користуватися засобами особистого захисту (протигази, рятувальні пояси та інш.), знають способи надання першої до лікарняної допомоги і можуть її надати.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Машини, механізми, обладнання, інвентар, інструменти та пристосування до них повинні відповідати видам робіт, які виконуються і бути у справному стані.

Адміністрація газового господарства зобов'язана забезпечити працівників спецодягом, спецвзуттям і засобами особистого захисту у відповідності з типовими нормами.

Перед допуском до роботи працівникам під розпис, необхідно видати відповідні інструкції про безпечні методи роботи.

### **Охорона навколишнього середовища.**

Під час експлуатації газопроводів відсутні шкідливі викиди в атмосферу. В аварійній ситуації, у випадку розриву труди, з метою локалізації аварії, перекривається вимикаючий кран і це припиняє викиди газу в атмосферу.

Газопровід не є джерелом виробничого шуму, тому заходи по шумопоглинанню не планувалися.

Крім того, в разі використання газу замість твердого палива, відсутня необхідність захарачення території складанням палива та продуктів згорання.

### **Заходи з охорони праці і техніки безпеки**

Під час експлуатації газового господарства необхідно організувати контроль за справним станом газових мереж, газового обладнання та інструментів, пристроїв, а також за наявністю запобіжного обладнання і індивідуальних засобів захисту, які забезпечують безпечні умови праці.

Не допускати експлуатацію систем газопостачання, а також виконання всякого роду ремонтних робіт, якщо подальше проведення робіт зв'язано з небезпекою для життя працюючих.

Робітники робота яких пов'язана з обслуговуванням і ремонтом газового господарства а також виконанням газонебезпечних робіт (перелік таких робіт затверджується керівництвом СПГГ) повинні бути навчені безпечним методам і прийомам виконання робіт у газовому господарстві та технології проведення газонебезпечних робіт.

Робітники повинні забезпечуватись спецодягом, спецвзуттям, індивідуальними засобами захисту згідно діючих норм.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## *Перелік нормативних документів, за вимогами яких велось проектування.*

*ДБН В.2.5-20:2018 "Газопостачання".*

*Кодекс 2:2021 "Газорозподільчі системи"*

*Правила пожежної безпеки в Україні.*

*ПБСГ Правила безпеки систем газопостачання.*

## *Визначення класу наслідків (відповідальності) об'єкту будівництва*

*Назва об'єкту: «Нове будівництво системи газопостачання промислового та комунально-побутового підприємства "Перший трубний завод", розташованого за адресою: м. Київ, Оболонський район, вул. Резервна, 8-А»*

*1. Кількість осіб які постійно перебувають на об'єкті –  $N_1=100$  чол.  
За кількістю осіб, які постійно перебувають на об'єкті, об'єкт відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС2;*

*2. Кількість осіб, які періодично перебувають на об'єкті.  
Кількість робітників для періодичного обслуговування об'єкта –  $N_2=50$  чол;  
За кількістю осіб, які періодично перебувають на об'єкті, об'єкт відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС1.*

*3. Кількість осіб, які знаходяться зовні об'єкта.*

$$N_3=N_1+N_2+50=100+50+300=450 \text{ чол};$$

*За кількістю осіб, які знаходяться ззовні об'єкта, об'єкт відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС2.*

*4. Обсяг можливого економічного збитку.*

*Обчислюємо збитки, що спричинені знищенням або пошкодженням майна виробничого призначення, по формулі:*

$$\Phi = C \times \sum_{i=1}^n P_i \left(1 - \frac{1}{2} \times T_{ce} \times K_{ai}\right), \text{ де:}$$

*$N=1$  – кількість основних засобів;*

*$C=0,45$  – коефіцієнт, що враховує відносну долю основних засобів, які повністю втрачаються під час аварії;*

*$T_{ce}=25$  років – залишковий термін експлуатації об'єкту (орієнтовно);*

*$K_{ai}=0,01$  – коефіцієнт амортизаційних відрахувань;*

*$P_i = 2000000,0$  грн. – кошторисна вартість (орієнтовно);*

<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

$$\Phi=0,45 \times 2000000,0 \times (1-1/2 \times 25 \times 0,01)=787500,0 \text{ грн.}$$

Об'єм можливого економічного збитку складає:  
 $787500,0/6700=117,54$  м.р.з.п., де 6700 – мінімальна заробітна плата.

За обсягом можливого економічного збитку, об'єкт відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС1.

5. Об'єкт не розташований в охоронній зоні об'єктів культурної спадщини і не є об'єктом культурної спадщини, тому відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС1;

6. Припинення функціонування об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, зв'язку, енергетики, інженерних мереж.

Об'єкт відноситься до об'єктового рівня, тому відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС1.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



## РОЗРАХУНОК ГАЗОПОСТАЧАННЯ ЗОВНІШНЬОГО

### Виробничий цех №4

Витрату газу виробничим цехом визначаємо як суму витрат газоспоживаючого обладнання. Розрахунок наводимо в табличній формі.

Таблиця 1

#### Характеристика споживачів газу цеху №4

Поз.	Найменування	К-ть	Витрата (м <sup>3</sup> /год)				Тиск
			одиницею	сумарна	по тиску	загальна	
1	Піч камерна	1	17	17	141	379	н/т
2	Піч камерна	1	9	9			н/т
3	Піч камерна	2	25	50			н/т
4	Піч камерна	4	11	44			н/т
5	Піч камерна	1	21	21			н/т
6	Піч шахтова	1	48	48	238	379	с/т
7	Піч щілинна нагрівальна	3	30	90			с/т
8	Піч термічна з рухомим подом	1	15	15			с/т
9	Піч термічна з кульовим подом	1	10	10			с/т
10	Піч термічна штовхальна	3	25	75			с/т

#### Підприємство загалом

Витрата газу в цілому підприємством визначається як сума витрат газу виробничими цехами та котельнею. Розрахунок наводимо в табличній формі.

Таблиця 2

#### Характеристика споживачів газу підприємства

№ п/п	Назва об'єкта	Витрата газу м <sup>3</sup> /год		
		н/т	с/т	Разом

1	Виробничий цех 1	100	200	300
2	Виробничий цех 2	-	275	275
3	Виробничий цех 3	150	-	150
4	Виробничий цех 4	141	238	379
5	Котельня	250	-	250
6	Разом	583	713	1354

## **ВИБІР ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА**

Згідно завдання, на території підприємства проектується одноступенева система міжцехових газопроводів середнього тиску газу. При такій схемі на вводі газопроводу в цех влаштовується газорегуляторна установка або пункт (в залежності від характеристики споживачів газу – одно або двониткова, шафового типу або стаціонарна).

На вводі відгалуження від вуличного газопроводу на територію ПП проектується головний газорегуляторний пункт стаціонарного типу в окремому будинку. У приміщенні також встановлюється лічильник для обліку природного газу, що споживає підприємство.

На території підприємства приймаємо надземне прокладання газопроводів. Прокладання проводиться по стінам будівель та споруд на кронштейнах, а також на окремих опорах (разом з іншими інженерними мережами) вище рівня землі на 2,5 м. У місцях перетину газопроводом автомобільних шляхів і проїздів висота переходу прийнята 5,5 м.

Система міжцехових газопроводів проектується за тупиковою схемою. В часи обмеження газоспоживання зменшуватиметься потужність технологічного обладнання, а частина його буде переходити на резервне паливо. Система газоспоживання виробничого цеху №4 проектується за двонитковою, а також тупиковою схемою:

1) I ступінь – газопроводи середнього тиску ( $P \leq 300$  кПа);

2) II ступінь – газопроводи низького тиску ( $P \leq 5$  кПа).

На ввіді міжцехового газопроводу середнього тиску в цех влаштовується газорегуляторний пункт. Внутрішньоцехові газопроводи середнього і низького тисків прокладаються надземно на висоті 3,5 м над рівнем підлоги по стінах і перегородках з дотриманням вимог, що викладено в [1]. Підключення газопальникових пристроїв печей, установок, іншого устаткування до розподільчих газопроводів також відбувається надземно.

Продувні газопроводи прокладаються поряд з тими, по яких рухається до обладнання природний газ. Їх проектують окремими для газопальникових пристроїв і кінцевих ділянок внутрішньо цехових мереж низького і середнього тисків газу.

## ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ГАЗОПРОВОДІВ

### Міжцехові газопроводи середнього тиску

Згідно з прийнятою (в графічній частині) структурною схемою газопостачання цеху, система міжцехових газопроводів – одноступенева, середнього тиску газу.

Визначимо тиск газу на виході з ГГРП.

Оскільки  $P_{\text{вих ГГРП}} > 0,4 \text{ МПа}$ , то  $P_{\text{вих ГГРП}}$  приймаємо  $0,4 \text{ МПа}$ .

Визначимо тиск газу після ГРУ цеху.

$$P = \frac{P_{\text{ГГРП}} + P_{\text{ГПП}}}{2} = \frac{0,4 + 0,14}{2} = 0,27 \text{ МПа} = 270 \text{ кПа}$$

$$\Delta P_{\text{ГРУ}} = 10 \dots 20 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{вих ГРУ}} = 270 + 20 = 290 \text{ кПа}$$

В якості головної магістралі системи міжцехових газопроводів вибираємо ділянку 1-2-3-4-5-6. Її сумарна геометрична довжина згідно з планом промислового підприємства становить  $193,3 \text{ м}$ , а наявний перепад тиску  $110 \text{ кПа}$ .

Тоді розрахункова питома втрата тиску в головній магістралі системи міжцехових газопроводів дорівнює

$$\Delta \bar{P}_{\text{дi cд}} = \frac{P_i - P_E}{\sum l_{\text{дi i}}} = \frac{400 - 290}{193,3} = 0,569 \text{ kPa / m}$$

Згідно з отриманим значенням  $\Delta \bar{P}_{\text{розр}}$  тиск газу в кінці ділянки 1-2 буде становити:

$$P = P_i - l_i \cdot R, \text{ кПа/м}$$

$$D_{1-2} = 400 - 0,569 * 35,1 = 380,0 \text{€} \dot{\text{I}} \text{ à}$$

Попереднє визначення діаметра трубопроводу виконуємо за формулою:

$$d = 0,036238 * \sqrt{\frac{V * (273 + t)}{P * W}}$$

де t – температура газу (20°C);

P – середній тиск газу на ділянці (МПа);

W – швидкість руху газу, 15 м/с.

Результати розрахунку заносимо до таблиці 3.

Таблиця 3

Попередній гідравлічний розрахунок газопроводу

Попереднє визначення діаметрів ділянок системи міжцехових газопроводів середнього тиску									
№ ділянки	V, м³/год	L, м	ΔP <sub>розр</sub> , кПа/м	ΔP, кПа	P <sub>п</sub> , кПа	P <sub>к</sub> , кПа	P <sub>ср</sub> , кПа	d, см	DзхS
Головна магістраль 1-2-3-4-5-6									
1.-2.	1354	35,1	0,569	20,0	400,0	380,0	0,3900	9,44	108х4,0
2.-3.	1054	10,8	0,569	6,1	380,0	373,9	0,3770	8,47	89х3,0
3.-4.	779	40,3	0,569	22,9	373,9	350,9	0,3624	7,43	76х3,0
4.-5.	400	72,4	0,569	41,2	350,9	309,8	0,3304	5,57	57х3,0
5.-6.	250	34,7	0,569	19,7	309,8	290,0	0,2999	4,62	57х3,0
Відгалуження									
2.-10.	300	1,4	-	-	380,0	290,0	0,3350	4,79	57х3,0
3.-9.	275	18,9	-	-	373,9	290,0	0,3319	4,61	57х3,0
4.-8.	379	4,5	-	-	350,9	290,0	0,3205	5,51	57х3,0
5.-7.	150	1,4	-	-	309,8	290,0	0,2999	3,58	57х3,0

В залежності від діаметра ділянки, для ділянки 1-2 приймаємо значення коефіцієнтів місцевих опорів.

- 1) Засувка –  $\xi_1=0,5$
- 2) Відвід на  $\alpha=90^\circ$  -  $\xi_2=0,3*3=0,9$
- 3) Трійник на прохід –  $\xi_3=1,0$
- 4) Зміна діаметра –  $\xi_4= 0,35$ ;

$$\Sigma\xi=2,75$$

Еквівалентну довжину ділянки знаходимо за формулою:

$$L_d = \frac{d}{11 * \left( \frac{n}{d} + 1922 * \frac{v * d}{V} \right)^{0,25}}, \text{ де}$$

$n$  – еквівалентна абсолютна шорсткість внутрішньої поверхні стінки труби, для сталі  $n=0,01$ ;

$d$  – внутрішній діаметр газопроводу, см

$v$  – коефіцієнт кінематичної в'язкості природного газу,  $v=14,3 * 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$

$V$  – розрахункова витрата газу,  $\text{м}^3/\text{год}$

$$L_d = \frac{12,5}{11 * \left( \frac{0,01}{12,5} + 1922 * \frac{14,3 * 10^{-6} * 12,5}{1296} \right)^{0,25}} = 6,31 \text{ м}$$

$$L_p = 35,1 + 6,31 * 2,75 = 48,52 \text{ м}$$

За допомогою номограми для визначення різниці квадратів тисків визначаємо  $\Delta P^2$ .

Для ділянки 1-2  $\Delta P^2=750 \text{ кПа}^2$

$$P_2 = \sqrt{300^2 - 750} = 298,75 \text{ кПа}$$

Отримане значення тиску газу в кінці ділянки 1-2 є початковим для розрахунку ділянки 2-3. Результати розрахунку наведено в таблиці 4. На інших ділянках головної магістралі згідно з прийнятою схемою міжцехових газопроводів такі місцеві опори.

- 1) Ділянка 2-3 ,  $d_y = 80 \text{ мм}$ ; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ;  $\Sigma\xi_{2-3} = 1,35$ .
- 2) Ділянка 3-4 ,  $d_y = 70 \text{ мм}$ ; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_2=0,3*5 = 1,5$ ;  $\Sigma\xi_{3-4} = 2,5$ .

- 3) Ділянка 4-5 ,  $d_y = 50$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_2=0,3*9 = 2,7$ ; зміна діаметра –  $\xi_3 = 0,35$ ;  $\Sigma\xi_{4-5} = 4,05$ .
- 4) Ділянка 5-6 ,  $d_y = 50$  мм; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_1=0,3*5 = 1,5$ ; засувка  $\xi_2=0,5$ ;  $\Sigma\xi_{5-6} = 2,0$ .

Після закінчення розрахунку головної магістралі переходимо до розрахунку відгалужень. Значення тисків біля кожного з чотирьох споживачів також прийнято рівним 290 кПа. Довжини відгалужень визначаємо за топопланом підприємства відповідно до прийнятої схеми міжцехових газопроводів.

Оскільки кожне з відгалужень складається лише з однієї ділянки, то визначити питому втрату тиску для відгалуження не має необхідності.

Місцевими опорами на ділянках відгалужень є:

- 1) Ділянка 2-10,  $d_y = 50$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ; засувка  $\xi_3=0,5$ ;  $\Sigma\xi_{2-10} = 2,35$ .
- 2) Ділянка 3-9 ,  $d_y = 50$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_2=0,3*4 = 1,2$ ; зміна діаметра –  $\xi_3 = 0,35$ ; засувка  $\xi_4=0,5$ ;  $\Sigma\xi_{3-9} = 3,55$ .
- 3) Ділянка 4-8 ,  $d_y = 50$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ; засувка  $\xi_3=0,5$ ;  $\Sigma\xi_{4-8} = 2,35$ .
- 4) Ділянка 5-7 ,  $d_y = 70$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; засувка  $\xi_2=0,5$ ;  $\Sigma\xi_{5-7} = 2,0$ .

Аналогічний розрахунок проводимо для інших ділянок. Дані заносимо до таблиці 4.

Таблиця 4

Остаточний гідравлічний розрахунок газопроводу

Гідравлічний розрахунок системи міжцехових газопроводів середнього тиску										
№ ділянки	V, м <sup>3</sup> /год	DзхS	двн, см	Lг, м	Lд, м	$\Sigma\xi$	Lр,м	$\Delta P^2$ , кПа <sup>2</sup>	Рп,кПа	Рк,кПа
1.-2.	1354	108х4,0	10,0	35,1	4,88	5	48,5	240	400,00	396,99
2.-3.	1054	89х3,0	8,3	10,8	3,89	1,3	16,0	130	396,99	395,35

						5	5	0		
3.-4.	779	76x3,0	7,0	40,3	3,15	2,5	48,1 6	400 0	395,35	390,26
4.-5.	400	57x3,0	5,1	72,4	2,11	4,0 5	80,9 6	410 0	390,26	384,97
5.-6.	250	57x3,0	5,1	34,7	2,07	2,0	38,8 4	180 0	384,97	382,62
Відгалуження										
2.-10.	300	57x3,0	5,1	1,4	2,09	2,3 5	6,31	400	396,99	396,48
3.-9.	275	57x3,0	5,1	18,9	2,08	3,5 5	26,2 8	140 0	395,35	393,57
4.-8.	379	57x3,0	5,1	4,5	2,11	2,3 5	9,46	900	390,26	389,10
5.-7.	150	57x3,0	5,1	1,4	2,00	2,0 0	5,40	80	384,97	384,86

### **Внутрішньоцехові газопроводи низького тиску**

Проводимо розрахунок системи газопостачання цеху №4. План цеху з нанесеним газовикористовуючим обладнанням наведено в графічній частині. Обладнання споживає газ як низького (141 м<sup>3</sup>/год) так і середнього (238 м<sup>3</sup>/год) тиску газу. Відповідно запроєктовано двониткову систему внутрішньо цехових газопроводів.

На ввіді міжцехового газопроводу в споруду влаштовується двонитковий ГРП. Внутрішньоцехові газопроводи прокладаються відкрито надземно по стінах, колонах і на окремих опорах на відм. 3,5 м над рівнем підлоги.

На виході з ГРП (нитка низького тиску) підтримується надлишковий тиск 105 кПа, а у споживачів (перед газопальниковими пристроями (ГПП)) 102,5-103 кПа.

Згідно з вимогами ДБН В.2.5-20-2001 швидкість руху газу в мережі низького тиску становить 7 м/с. Температура газу прийнята рівною 20 °С (газопроводи прокладено у приміщенні).

В якості головної магістралі вибрано трасу 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11. У кінцевого споживача – камерної печі (т.11) тиск газу перед ГПП становить  $P_8 = 102$  кПа. Таким чином, питома втрата тиску при сумарній довжині головної магістралі 108,1 м дорівнює:

$$R = (105000 - 102000) / 108,1 = 27,75 \text{ Па/м}$$

Після закінчення розрахунку головної магістралі переходимо до розрахунку відгалужень.

Значення тисків газу перед пальниками найвіддаленіших споживачів, що підключені до них, у відповідності із завданням прийняті рівними відповідно 102 кПа.

Гідравлічний розрахунок відгалужень виконуємо аналогічно розрахунку головної магістралі.

Для попереднього визначення діаметра газопроводу тиск газу необхідно вимірювати в МПа і слід вказувати абсолютне значення.

Таблиця 5

Попереднє визначення діаметрів внутрішньо цехових газопроводів низького тиску

Головна магістраль										
№ ділянки	V, м <sup>3</sup> /год	L, м	R, Па/м	ΔP, Па	Pп, Па	Pк, Па	Pср, Па	Pср, МПа	d, см	DзхS
1.-2.	141	48,5	27,75	1345,88	105000	103654	104327	0,104327	8,62	89х3,0
2.-3.	124	7,0	27,75	194,25	103654	103460	103557	0,103557	8,11	76х3,0
3.-4.	115	6,6	27,75	183,15	103460	103277	103368	0,103368	7,82	76х3,0
4.-5.	90	6,6	27,75	183,15	103277	103094	103185	0,103185	6,92	76х3,0

5.-6.	65	5,0	27,7 5	138,75	103094	10295 5	10302 4	0,1030 24	5,89	57x3,0
6.-7.	54	5,0	27,7 5	138,75	102955	10281 6	10288 5	0,1028 85	5,37	57x3,0
7.-8.	43	5,0	27,7 5	138,75	102816	10267 7	10274 7	0,1027 47	4,80	45x3,0
8.-9.	32	5,0	27,7 5	138,75	102677	10253 9	10260 8	0,1026 08	4,14	38x3,0
9.-10.	21	8,8	27,7 5	244,20	102539	10229 4	10241 6	0,1024 16	3,36	33,5x3 ,2
10.- 11.	21	10,6	27,7 5	294,15	102294	10200 0	10214 7	0,1021 47	3,36	33,5x3 ,2
	$\Sigma=$	108, 1	$\Sigma=$	3000						

Відгалуження

9.-12.	11	8,2	65,68	538,58	10253 9	10200 0	10226 9	0,1022 69	2,43	33,5x3 ,2
8.-13.	11	8,2	82,60	677,33	10267 7	10200 0	10233 9	0,1023 39	2,43	33,5x3 ,2
7.-14.	11	8,2	99,52	816,08	10281 6	10200 0	10240 8	0,1024 08	2,43	33,5x3 ,2
6.-15.	11	8,2	116,4 4	954,83	10295 5	10200 0	10247 7	0,1024 77	2,43	33,5x3 ,2
5.-16.	25	8,2	133,3 6	1093,5 8	10309 4	10200 0	10254 7	0,1025 47	3,66	38x3,0
4.-17.	25	8,2	155,7 0	1276,7 3	10327 7	10200 0	10263 8	0,1026 38	3,66	38x3,0
3.-18.	9	11, 9	122,6 8	1459,8 8	10346 0	10200 0	10273 0	0,1027 30	2,19	33,5x3 ,2
2.-19.	17	11, 9	139,0 0	1654,1 3	10365 4	10200 0	10282 7	0,1028 27	3,01	33,5x3 ,2

Після попереднього визначення діаметрів ділянок переходимо до обчислення сум коефіцієнтів місцевих опорів на ділянках:

1) Ділянка 1-2 ,  $d_y = 80$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ; засувка –  $\xi_3 = 0,5$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_4=0,3*5 = 1,5$   
 $\Sigma\xi_{1-3} = 3,35$ .

2) Ділянка 2-3 ,  $d_y = 70$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ;  
 $\Sigma\xi_{2-3} = 1,35$ .

3) Ділянка 3-4 ,  $d_y = 70$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ;  
 $\Sigma\xi_{3-4} = 1,0$ .

4) Ділянка 4-5,  $d_y = 70$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ;  
 $\Sigma\xi_{4-5} = 1,0$ .

5) Ділянка 5-6 ,  $d_y = 50$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ;  
 $\Sigma\xi_{5-6} = 1,35$ .

6) Ділянка 6-7 ,  $d_y = 50$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ;  
 $\Sigma\xi_{6-7} = 1,0$ .

7) Ділянка 7-8 ,  $d_y = 40$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ;  $\Sigma\xi_{7-8} = 1,35$ .

8) Ділянка 8-9 ,  $d_y = 32$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ;  $\Sigma\xi_{8-9} = 1,35$ .

9) Ділянка 9-10 ,  $d_y = 25$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ;  $\Sigma\xi_{9-10} = 1,35$ .

10) Ділянка 10-11,  $d_y = 25$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ; кран –  $\xi_2 = 2,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_3=0,3*3 = 0,9$ .  
 $\Sigma\xi_{10-11} = 3,9$ .

Відгалуження:

11) Ділянка 9-12 ,  $d_y = 25$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ; кран –  $\xi_3 = 2,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_4=0,3*3 = 0,9$   
 $\Sigma\xi_{9-12} = 4,4$ .

- 12) Ділянка 8-13 ,  $d_y = 25$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ; кран –  $\xi_3 = 2,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_4=0,3*3 = 0,9$   
 $\Sigma\xi_{8-13} = 4,75$ .
- 13) Ділянка 7-14 ,  $d_y = 25$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ; кран –  $\xi_3 = 2,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_4=0,3*3 = 0,9$   
 $\Sigma\xi_{7-14} = 4,75$ .
- 14) Ділянка 6-15 ,  $d_y = 25$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ; кран –  $\xi_3 = 2,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_4=0,3*3 = 0,9$   
 $\Sigma\xi_{6-15} = 4,75$ .
- 15) Ділянка 5-16 ,  $d_y = 32$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ; кран –  $\xi_3 = 2,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_4=0,3*3 = 0,9$   
 $\Sigma\xi_{5-16} = 4,75$ .
- 16) Ділянка 4-17 ,  $d_y = 32$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ; кран –  $\xi_3 = 2,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_4=0,3*3 = 0,9$   
 $\Sigma\xi_{4-17} = 4,75$ .
- 17) Ділянка 3-18 ,  $d_y = 25$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ; кран –  $\xi_3 = 2,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_4=0,3*3 = 0,9$   
 $\Sigma\xi_{3-18} = 4,75$ .
- 18) Ділянка 2-19 ,  $d_y = 25$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ; кран –  $\xi_3 = 2,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_4=0,3*3 = 0,9$   
 $\Sigma\xi_{2-19} = 4,75$ .

Визначаємо режим руху газу в трубопроводі, тобто обчислюємо значення критерію Рейнольдса:

$$Re = \frac{V}{3600 * 0,785 * d_{ai} * \nu} \geq 2300$$

Дані розрахунку критерію Рейнольдса заносимо до таблиці 6. Оскільки знайдені значення  $Re \geq 2300$ , то режим руху турбулентний, а значить еквівалентну довжину ділянки знаходимо за формулою:

$$L_d = \frac{d}{11 * \left( \frac{n}{d} + 1922 * \frac{\nu * d}{V} \right)^{0,25}}, \text{ де}$$

$n$  – еквівалентна абсолютна шорсткість внутрішньої поверхні стінки труби, для сталі  $n=0,01$ ;

d – внутрішній діаметр газопроводу, см

v – коефіцієнт кінематичної в'язкості природного газу,  $v=14,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$

V – розрахункова витрата газу,  $\text{м}^3/\text{год}$

$$L_{d1-2} = \frac{8,3}{11 \cdot \left( \frac{0,01}{8,3} + 1922 \cdot \frac{14,3 \cdot 10^{-6} \cdot 8,3}{141} \right)^{0,25}} = 3,27 \text{ м}$$

$$L_{p1-2} = 48,5 + 3,27 \cdot 3,35 = 59,47 \text{ м}$$

За номограмою визначаємо питому втрату тиску на ділянці 1-2,  $R_{1-2}=8,0$   
Па/м

$$\Delta P = L_p \cdot R = 59,47 \cdot 8,0 = 475,7 \text{ Па}$$

Таблиця 6

Гідралічний розрахунок внутрішньоцехових газопроводів низького тиску

Гідралічний розрахунок системи внутрішньоцехових газопроводів низького тиску												
№ ділянки	V, $\text{м}^3/\text{год}$	DзхS, мм	dv, н, см	Lг, м	Lд, м	$\Sigma \xi$	Lp, м	R, Па/м	$\Delta P$ , Па	Pп, Па	Pк, Па	Re
1.-2.	141	89х3,0	8,3	48,5	3,27	3,35	59,47	8,0	475,7	1050	1045	4203
2.-3.	124	76х3,0	7,0	7,0	2,7	1,35	10,6	14,0	149,5	1045	1043	4383
3.-4.	115	76х3,0	7,0	6,6	2,7	1,0	9,30	12,0	111,6	1043	1042	4065
4.-5.	90	76х3,0	7,0	6,6	2,6	1,0	9,20	8,0	73,6	1042	1041	3181
5.-6.	65	57х3,0	5,1	5,0	1,8	1,35	7,47	14,0	104,6	1041	1040	3153
6.-7.	54	57х3,0	5,1	5,0	1,7	1,0	6,78	10,0	67,8	1040	1040	2620
7.-8.	43	45х3,0	3,9	5,0	1,3	1,35	6,79	25,0	169,9	1040	1038	2728

8.-9.	32	38x3,0	3,2	5,0	1,0 5	1,3 5	6,42	35, 0	224, 7	1038 47	1036 23	2474 5
9.-10.	21	33,5x3 ,2	2,7 1	8,8	0,8 4	1,3 5	9,94	32, 0	318, 1	1036 23	1033 05	1917 5
10.- 11.	21	33,5x3 ,2	2,7 1	10, 6	0,8 4	3,9 0	13,8 9	32, 0	444, 6	1033 05	1028 60	1917 5

Продовження

Відгалуження												
9.-		33,5x3,	2,7		0,7		11,5	10,	115,	10362	10350	1004
12.	11	2	1	8,2	7	4,4	9	0	9	3	7	4
8.-		33,5x3,	2,7		0,7	4,7	11,8	10,	118,	10384	10372	1004
13.	11	2	1	8,2	7	5	6	0	6	7	9	4
7.-		33,5x3,	2,7		0,7	4,7	11,8	10,	118,	10401	10389	1004
14.	11	2	1	8,2	7	5	6	0	6	7	9	4
6.-		33,5x3,	2,7		0,7	4,7	11,8	10,	118,	10408	10396	1004
15.	11	2	1	8,2	7	5	6	0	6	5	6	4
5.-					1,0	4,7	13,0	23,	299,	10419	10389	1933
16.	25	38x3,0	3,2	8,2	2	5	4	0	9	0	0	2
4.-					1,0	4,7	13,0	23,	299,	10426	10396	1933
17.	25	38x3,0	3,2	8,2	2	5	4	0	9	3	3	2
3.-		33,5x3,	2,7	11,	0,7	4,7	15,4		108,	10437	10426	
18.	9	2	1	9	4	5	4	7,0	1	5	7	8218
2.-		33,5x3,	2,7	11,	0,8	4,7	15,8	22,	347,	10452	10417	1552
19.	17	2	1	9	2	5	0	0	7	4	7	3

### Внутрішньоцехові газопроводи середнього тиску

На виході з цехового ГРП (нитка середнього тиску) підтримується абсолютний тиск 290 кПа, а у споживачів перед газопальниковими пристроями - в залежності від характеристики технологічного обладнання - 140 кПа.

Розрахункова схема внутрішньо цехових газопроводів середнього тиску наведена на кресленні 4, їх прокладають аналогічно газопроводам низького тиску поряд з ними на одних кронштейнах, підвісах тощо.

Методика і послідовність розрахунку внутрішньо цехових газопроводів не відрізняється від розрахунку міжцехових.

В якості головної магістралі вибрана магістраль: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11.

Тиск газу перед ГПП печі термічної штовхальної - найвіддаленішого споживача - становить 140 кПа.

Тоді розрахункова питома втрата тиску в головній магістралі системи внутрішньо-цехових газопроводів дорівнює:

$$\Delta P_{\text{дi cл}} = \frac{D_i - D_e}{\Sigma l_{\text{дi cл}}} = \frac{290 - 140}{128,1} = 1,2 \text{ вi } \text{д/л}$$

Температура газу прийнята рівною 20°C. Швидкість руху - 15 м/с. Результати розрахунку попередніх значень діаметрів ділянок внутрішньо цехових газопроводів середнього тиску наведено у табл.7.

Після попереднього обчислення величин діаметрів ділянок мережі переходимо до визначення суми коефіцієнтів місцевих опорів на них. В залежності від діаметра ділянки, приймаємо значення коефіцієнтів місцевих опорів.

Таблиця 7

Попереднє визначення діаметрів внутрішньо цехових газопроводів середнього тиску

Попереднє визначення діаметрів ділянок системи внутрішньоцехових газопроводів середнього тиску									
№ ділянки	V, м <sup>3</sup> /год	L, м	ΔP <sub>розр</sub> , кПа/м	ΔP, кПа	Pп, кПа	Pк, кПа	Pср, МПа	d, см	DxS
Головна магістраль									
1.-2.	238	36,9	1,17	43,21	290,00	246,79	0,27	4,77	57x3,0
2.-3.	213	18,6	1,17	21,76	246,79	225,03	0,24	4,81	57x3,0
3.-4.	188	10,5	1,17	12,29	225,03	212,74	0,22	4,69	57x3,0
4.-5.	158	3,8	1,17	4,45	212,74	208,30	0,21	4,39	38x3,0

5.-6.	128	5,4	1,17	6,32	208,30	201,98	0,21	4,00	38x3,0
6.-7.	80	5,7	1,17	6,67	201,98	195,31	0,20	3,21	33,5x3, 2
7.-8.	50	4,9	1,17	5,73	195,31	189,58	0,19	2,58	33,5x3, 2
8.-9.	25	22,6	1,17	26,44	189,58	163,14	0,18	1,91	33,5x3, 2
9.-10.	15	11,4	1,17	13,34	163,14	149,80	0,16	1,57	33,5x3, 2
10.-11.	15	8,3	1,17	9,71	149,80	140,09	0,14	1,63	33,5x3, 2
	$\Sigma l =$	128, 1	$\Sigma =$	150					
Відгалуження									
9.-12.	25	8,3	2,79	23,14	163,14	140,00	0,15	2,06	33,5x3, 2
8.-13.	30	4,3	11,53	49,58	189,58	140,00	0,16	2,16	33,5x3, 2
7.-14.	30	4,3	12,86	55,31	195,31	140,00	0,17	2,14	33,5x3, 2
6.-15.	48	7,1	8,73	61,98	201,98	140,00	0,17	2,68	33,5x3, 2
5.-16.	30	6,2	11,02	68,30	208,30	140,00	0,17	2,10	33,5x3, 2
4.-17.	25	6,2	11,73	72,74	212,74	140,00	0,18	1,91	33,5x3, 2
3.-18.	10	6,3	13,50	85,03	225,03	140,00	0,18	1,19	33,5x3, 2
2.-19.	15	12,9	8,28	106,7 9	246,79	140,00	0,19	1,41	33,5x3, 2

- 1) Ділянка 1-2 ,  $d_y = 50$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ; засувка –  $\xi_3 = 0,5$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_4=0,3*4 = 1,2$   
 $\Sigma\xi_{1-3} = 3,05$ .
  - 2) Ділянка 2-3 ,  $d_y = 50$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_2=0,3$   
 $\Sigma\xi_{2-3} = 1,3$ .
  - 3) Ділянка 3-4 ,  $d_y = 50$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ;  
 $\Sigma\xi_{3-4} = 1,0$ .
  - 4) Ділянка 4-5,  $d_y = 32$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ;  
 $\Sigma\xi_{4-5} = 1,35$ .
  - 5) Ділянка 5-6 ,  $d_y = 32$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ;  
 $\Sigma\xi_{5-6} = 1,0$ .
  - 6) Ділянка 6-7 ,  $d_y = 25$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ;  
 $\Sigma\xi_{6-7} = 1,35$ .
  - 7) Ділянка 7-8 ,  $d_y = 25$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ;  $\Sigma\xi_{7-8} = 1,00$ .
  - 8) Ділянка 8-9 ,  $d_y = 25$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_2=0,3$   
 $\Sigma\xi_{8-9} = 1,3$ .
  - 9) Ділянка 9-10 ,  $d_y = 25$  мм; трійник на прохід –  $\xi_1 = 1,0$ ;  
 $\Sigma\xi_{9-10} = 1,0$ .
  - 10) Ділянка 10-11,  $d_y = 25$  мм; трійник поворотний –  $\xi_1 = 1,5$ ; кран –  $\xi_2 = 2,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_3=0,3*3 = 0,9$ .  
 $\Sigma\xi_{10-11} = 4,4$ .
- Відгалуження:
- 11) Ділянка 9-12 ,  $d_y = 25$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; кран –  $\xi_2 = 2,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_3=0,3*3 = 0,9$   
 $\Sigma\xi_{9-12} = 4,4$ .
  - 12) Ділянка 8-13 ,  $d_y = 25$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; кран –  $\xi_2 = 2,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_3=0,3*3 = 0,9$   
 $\Sigma\xi_{8-13} = 4,4$ .
  - 13) Ділянка 7-14 ,  $d_y = 25$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; кран –  $\xi_2 = 2,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_3=0,3*3 = 0,9$

$$\Sigma \xi_{7-14} = 4,4.$$

- 14) Ділянка 6-15 ,  $d_y = 25$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ; кран –  $\xi_3 = 2,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_4=0,3*3 = 0,9$

$$\Sigma \xi_{6-15} = 4,75.$$

- 15) Ділянка 5-16 ,  $d_y = 25$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ; кран –  $\xi_3 = 2,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_4=0,3*3 = 0,9$

$$\Sigma \xi_{5-16} = 4,75.$$

- 16) Ділянка 4-17 ,  $d_y = 25$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ; кран –  $\xi_3 = 2,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_4=0,3*3 = 0,9$

$$\Sigma \xi_{4-17} = 4,75.$$

- 17) Ділянка 3-18 ,  $d_y = 25$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ; кран –  $\xi_3 = 2,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_4=0,3*3 = 0,9$

$$\Sigma \xi_{3-18} = 4,75.$$

- 18) Ділянка 2-19 ,  $d_y = 25$  мм; трійник з поворотом –  $\xi_1 = 1,5$ ; зміна діаметра –  $\xi_2 = 0,35$ ; кран –  $\xi_3 = 2,0$ ; відвід на  $\alpha=90^\circ$  –  $\xi_4=0,3*5 = 1,5$

$$\Sigma \xi_{2-19} = 4,75.$$

Еквівалентну довжину ділянки знаходимо за формулою:

$$L_d = \frac{d}{11 * \left( \frac{n}{d} + 1922 * \frac{v * d}{V} \right)^{0,25}}, \text{ де}$$

$n$  – еквівалентна абсолютна шорсткість внутрішньої поверхні стінки труби, для сталі  $n=0,01$ ;

$d$  – внутрішній діаметр газопроводу, см

$v$  – коефіцієнт кінематичної в'язкості природного газу,  $v=14,3 * 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с

$V$  – розрахункова витрата газу, м<sup>3</sup>/год

$$L_{d1-2} = \frac{5,1}{11 * \left( \frac{0,01}{5,1} + 1922 * \frac{14,3 * 10^{-6} * 5,1}{238} \right)^{0,25}} = 2,06 \text{ м}$$

$$L_{p1-2} = 36,9 + 2,06 * 3,05 = 43,19 \text{ м}$$

За допомогою номограми для визначення різниці квадратів тисків визначаємо  $\Delta P^2$ .

Для ділянки 1-2  $\Delta P^2=1800$ кПа<sup>2</sup>

$$P_2 = \sqrt{290^2 - 1800} = 286,88 \text{ кПа}$$

Розрахунок інших ділянок виконуємо аналогічно. Результати заносимо в табл. 8.

Отримані значення тисків в кінці останніх ділянок відгалужень також перевищують попередньо прийняті величини тисків газу перед пальниками газовикористовуючого обладнання.

Таблиця 6

Гідравлічний розрахунок внутрішньоцехових газопроводів середнього тиску

Гідравлічний розрахунок системи внутрішньоцехових газопроводів середнього тиску										
№ ділянки	V, м <sup>3</sup> /год	DxS	двн, см	Lг, м	Lд, м	Σξ	Lp, м	ΔP <sup>2</sup> , кПа <sup>2</sup>	Pп, кПа	Pк, кПа
1.-2.	238	57x3,0	5,1	36,9	2,06	3,05	43,19	1800	290,00	286,88
2.-3.	213	57x3,0	5,1	18,6	2,05	1,3	21,26	800	286,88	285,48
3.-4.	188	57x3,0	5,1	10,5	2,03	1,0	12,53	340	285,48	284,89
4.-5.	158	38x3,0	3,2	3,8	1,18	1,4	5,39	1000	284,89	283,13
5.-6.	128	38x3,0	3,2	5,4	1,17	1,0	6,57	700	283,13	281,89
6.-7.	80	33,5x3,2	2,71	5,7	0,94	1,35	6,98	900	281,89	280,29
7.-8.	50	33,5x3,2	2,71	4,9	0,92	1,0	5,82	300	280,29	279,75
8.-9.	25	33,5x3,2	2,71	22,6	0,86	1,3	23,72	330	279,75	279,16
9.-10.	15	33,5x3,2	2,71	11,4	0,81	1,0	12,21	44	279,16	279,08
10.-11.	15	33,5x3,2	2,71	8,3	0,81	2,6	10,4	38	279,08	279,0

		2					0			1
Відгалуження										
9.-12.	25	33,5x3, 2	2,71	8,3	0,86	4,4	12,0 9	160	279,16	278,8 7
8.-13.	30	33,5x3, 2	2,71	4,3	0,88	4,4	8,17	130	279,75	279,5 2
7.-14.	30	33,5x3, 2	2,71	4,3	0,88	4,4	8,17	130	280,29	280,0 5
6.-15.	48	33,5x3, 2	2,71	7,1	0,92	4,7 5	11,4 5	500	281,89	281,0 0
5.-16.	30	33,5x3, 2	2,71	6,2	0,88	4,7 5	10,3 7	190	283,13	282,7 9
4.-17.	25	33,5x3, 2	2,71	6,2	0,86	4,7 5	10,2 9	120	283,13	282,9 1
3.-18.	10	33,5x3, 2	2,71	6,3	0,76	4,7 5	9,90	19	285,48	285,4 5
2.-19.	15	33,5x3, 2	2,71	12,9	0,81	4,7 5	16,7 4	60	286,88	286,7 8

Надлишок тиску може бути здросельований в арматурі обв'язувальних трубопроводів газопальникових пристроїв при проведенні їх еколого-теплотехнічних випробовувань.

## РОЗРАХУНОК І ВИБІР ГОЛОВНОГО ГРП

В ГРП (ГРУ) передбачається встановлення такого обладнання: фільтра, запобіжно-запорного клапана (ЗЗК), регулятора тиску газу, запобіжно-скидного клапана (ЗСК), запірної арматури, контрольно-вимірювальних приладів (КВП) і (при необхідності) приладів обліку витрати газу.

### Вихідні дані

Підібрати обладнання для головного ГГРП.

1. Тиск газу на вході в ГГРП = 0,55 МПа;
2. Тиск газу на виході з ГГРП = 0,40 МПа;
3. Максимально-годинна витрата газу технологічним обладнанням заводу і котельнею -  $V = 1354 \text{ м}^3/\text{год}$ .

ГГРП слід розмістити в окремій споруді на території заводу відповідно до напрямку вводу відгалуження від міського розподільного газопроводу високого тиску на територію підприємства.

Для обліку природного газу необхідно встановити лічильник.

### Розрахунок і вибір обладнання

#### Регулятор тиску газу для ГГРП (середній тиск)

Користуючись вихідними даними на підставі характеристики про пропускну здатність регуляторів тиску газу (1, додаток 7, табл.2), приймаємо регулятор типу РДБК1-50 з діаметром сідла клапана 35 мм. Його таблична пропускну здатність для викладених вище умов задачі становить  $1792 \text{ м}^3/\text{год}$ , що перевищує максимально годинну витрату газу промисловим підприємством –  $1354 \text{ м}^3/\text{год}$ .

З таблиці 1 додатка 7[1] виписуємо технічні показники регулятори тиску:

- 1) Площа сідла клапана –  $f=8,5 \text{ см}^2$ ;
- 2) Коефіцієнт витрати  $\alpha=0,6$

Співвідношення тисків на вході і виході з ГГРП становить:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{0,4}{0,55} = 0,727$$

Цьому співвідношенню відповідає таке значення числового коефіцієнта  $\varphi=0,4351$  (див. табл.3 додатка 7)[1].

Пропускна здатність регулятора тиску визначається за формулою:

$$Q = 1595 * f * \alpha * P_1 * \varphi * \sqrt{\frac{1}{\rho_0}}, \text{ де}$$

$f$  – площа сідла клапана, см<sup>2</sup>;

$\alpha$  – коефіцієнт витрати;

$P_1$  – абсолютний тиск на вході в регулятор, МПа;

$\rho_0$  – густина газу за нормальних умов,  $\rho_0=0,73$  кг/м<sup>3</sup>.

$$Q = 1595 * 8,5 * 0,6 * 0,55 * 0,4351 * \sqrt{\frac{1}{0,73}} = 2278 \text{ м}^3/\text{год} \Rightarrow \text{Пропускна здатність}$$

,більше максимальної витрати.

$$\beta = \frac{1960 - 1354}{1354} * 100 = 68\%$$

Отримане згідно з розрахунком значення пропускної здатності регулятора на 68% перевищує максимально-годинну витрату газу споживачами заводу, що перебуває в рекомендованих межах. Тобто регулятор підібрано правильно.

### Фільтр

Користуючись даними про технічну характеристику газових фільтрів, що вміщена у табл.4 додатка 7[1], встановлюють фільтр ФВ-100 з діаметрами патрубків для підключення до газопроводів  $D_u = 100$  мм.

Його конструкція розрахована на максимальний тиск газу до 0,6 МПа, що перевищує тиск газу на вході в ГГРП -  $P = 0,55$  МПа, а допустима пропускна здатність становить не менше 1665 м<sup>3</sup>/год., що також більше за максимально-годинну витрату газу всіма споживачами заводу -  $V=1354$  м<sup>3</sup>/год.

### Лічильник газу

У відповідності до вимог нормативних документів для обліку природного газу слід використовувати прилади з класом точності 1, які мають можливість підключення коректорів об'єму. У даному випадку в ГГРП встановлюють лічильник типу ЛВГ-200. Користуючись даними про максимально-годинну витрату газу споживачами підприємства  $V=1354$  м<sup>3</sup>/год. - вибирають типорозмір ЛВГ-200 (див. табл.3 додатка 17) [ 1], з такими характеристиками:

- 1) діапазон витрат газу - 80-1600 м<sup>3</sup>/год;
- 2) діапазон робочого тиску - 0,1 -10,0 МПа ;
- 3) границі допустимої похибки вимірювання  $\pm 1,0$  %.

Принципова схема ГГРП наведена в графічній частині.

### Запобіжно-запірний клапан

Запобіжно-запірний клапан (ЗЗК) при перевищенні значення тиску налаштовують на тиск, що перевищує на 25% робочий тиск у газопроводі за регулятором, тобто  $P_{\max} = 400 \cdot 1,25 = 500$  кПа.

ЗЗК при зниженні тиску, що контролюється настраюють на відключення системи при тиску на 200-300 Па більше того, при якому може припинитись горіння газу у пальниках.

Встановлюємо ЗЗК типу КПЗ-100В, для якого:

Робочий тиск на виході:

нижній - 0,003-0,03 МПа,

верхній - 0,03-0,75 МПа.

Робочий тиск на вході, не більше – 1,2 МПа,

Умовний прохід Ду, - 100 мм,

Довжина - 350 мм;

Висота - 253 мм;

Ширина - 450 мм;

Маса - 36 кг.

### Запобіжно-скидний клапан (ЗСК)

Скидні клапани служать для видалення надлишків газу в атмосферу газу з газопроводу за регулятором тиску, якщо в ньому на короткий строк підвищується тиск при скороченні витрати газу чи миттєво підвищується тиск перед регулятором. Це запобігає спрацюванню ЗЗК.

1. Кількість газу, яку потрібно видалити через ЗСК:

$$V = 0,0005 \cdot Q = 0,0005 \cdot 1960 = 0,98 \text{ м}^3/\text{год}$$

де Q – розрахункова пропускна здатність регулятора.

До установки приймаємо клапан ПСК-50 з діаметром умовного проходу Ду=50 мм.

## Розрахунок газопостачання внутрішнього

### 1. Вихідні дані.

Згідно з завданням на проектування необхідно виконати проект систем газопостачання порцелянового заводу. Джерелом газопостачання є міський розподільчий газопровід середнього тиску. Розрахунковий надлишковий тиск газу в точці підключення становить 0,24 МПа. Характеристики споживачів газу наведені нижче.

Таблиця 1.

№ п/п	Назва об'єкта	Сумарна теплова потужність агрегатів $Q_{\text{сум}}$ , МВт	Коефіцієнт корисної дії агрегатів $\eta$
1	Адміністративний корпус	0,02	0,56
2	Допоміжні служби	0,015	0,56
3	Фарфорове виробництво	6,3	0,7
4	Склад продукції	0,05	0,56
5	Котельня	2,68	0,85
9	Цех порцеляни	0,68	0,8

Розрахунковим об'єктом заводу є цех фарфорового виробництва, розрахунковим газовикористовувальним агрегатом – тунельна піч, довжиною 48 м. Вона використовується для випалювання виробів з фарфору. Теплова потужність печі 3,8 МВт.

## 2. Вибір, обґрунтування та розробка системи газопостачання підприємства.

### 2.1. Система газопостачання.

Зважаючи на характер основного виробництва (безперервний технологічний процес), розташування окремих об'єктів заводу та їх потреби в газі в проекті застосовується двоступенева система газопостачання.

Така схема газопостачання частіше всього застосовується на середніх та великих підприємствах, окремі споживачі яких використовують газ різного тиску і для різних цілей. Задоволення потреб підприємства в тепловій енергії здійснюється від власної котельної. Задоволення потреб в газовому паливі виробничих об'єктів здійснюється за рахунок мережі газопроводів середнього тиску, а невиробничих об'єктів – від мережі газопроводів низького тиску.

В межах території заводу застосовується переважно надземна прокладка газопроводів по стінах будівель. Підземна прокладка передбачається для підвідного газопроводу та міжцехових газопроводів в місцях перетину автошляхів і в районі ГРП. При перетині автодороги газопровід низького тиску прокладається в футлярі.

## **2.2. Витрати газу.**

Витрати газу об'єктами заводу визначаємо за тепловими потужностями агрегатів згідно із завданням на проектування.

3 - Фармацевтичне виробництво,  $Q=6,3$  МВт;  $h=7,5$ ;  $\eta=0,7$

$$V_z = \frac{Q_{ном,i} \times 3,6}{Q_n \times \eta} = \frac{6,3 \times 3600}{34 \times 0,7} = 953 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

5 - Котельня,  $Q=2,68$  МВт;  $h=7,5$ ;  $\eta=0,85$

$$V_z = \frac{Q_{ном,i} \times 3,6}{Q_n \times \eta} = \frac{2,68 \times 3600}{34 \times 0,85} = 333,84 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Сумарна витрата газу по заводу:  $V_{r\Sigma} = 1376,84 \text{ м}^3 / \text{год.}$

### **3. Гідравлічні розрахунки міжцехових газопроводів.**

Гідравлічні розрахунки міжцехових газопроводів середнього і низького тисків виконані з допомогою номограм. Для будівництва газопроводів середнього і низького тисків застосовуються сталеві електрозварні труби згідно ГОСТ 10704 і ГОСТ 10705. Мінімальний діаметр труб, що застосовуються для будівництва міжцехових газопроводів прийнятий  $d_{y.min.} = 25$  мм.

#### **3.1. Газопроводи середнього тиску.**

##### **а) газопровід – підвід.**

Діаметр підвідного газопроводу від місця врізки в вуличний розподільчий до головного газу регуляторного пункту підприємства визначено за максимальною втратою тиску  $\Delta P_p = P_{п} - P_{к.min.} = 340 - 180 = 160$  кПа. Розрахунок газопроводу - підводу виконано за методикою розрахунків зовнішніх газопроводів.

Таблиця 2.

#### **Гідравлічний розрахунок газопроводу - підводу.**

№ п.п	Ділянки	Витрата $V_p, \text{ м}^3/\text{год}$	Розр. довж.	Різниця квадраті	Діаметр $d \times S,$	Різниця квадрат	Абсолютний тиск газу, кПа
----------	---------	--	----------------	---------------------	--------------------------	--------------------	------------------------------

	поч	кін		$l_p, \text{ м}$	в тиску розрах. $\Delta_p^2 = P_{\text{п}}^2$ – $P_{\text{к}}^2 = A \cdot l$	мм	ів тиску дійсна $\Delta_d^2,$ кПа	на поч. $P_{\text{п}}$	в кінці $P_{\text{к}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	2	1376,84	47	83200	76×3	13000	340	320,3

Приймаємо діаметр газопроводу - підводу  $d = 76 \times 3$ .

### **б) міжцехові газопроводи середнього тиску.**

Гідравлічний розрахунок міжцехових газопроводів середнього тиску виконано за методикою розрахунків зовнішніх газопроводів. Значення розрахункової втрати тиску в міжцехових газопроводах прийняте з врахуванням того, що окремі споживачі газу середнього тиску обладнані індивідуальними газорегуляторними установками (ГРУ). При цьому втрати тиску на обладнанні ГРУ прийняті  $\Delta P = 70$  кПа. Надлишковий тиск газу на виході із заводського ГРП прийнятий  $P_{\text{п}} = 230$  кПа. Мінімальний діаметр труб -  $d_{y.min.} = 25$  мм.

Гідравлічний розрахунок проводимо в такій послідовності:

1. Креслимо розрахункову аксонометричну схему мережі газопроводів, нумеруємо ділянки, проставляємо геометричні довжини, випикуємо максимальні витрати газу.
2. Визначаємо головну магістраль, яку розраховуємо в першу чергу, а потім ув'язуємо відгалуження.
3. Визначаємо розрахункові витрати газу на кожній ділянці.
4. Визначаємо питому різницю квадратів тиску за формулою

$$\bar{A} = \frac{P_{\text{поч}}^2 - P_n^2}{\sum_{i=1}^n l_{p,i}}, \text{ кПа}^2/\text{м}.$$

5. Визначаємо розрахункову різницю квадратів тисків за формулою

$$\Delta_{p,i}^2 = \bar{A} \cdot l_{p,i}, \text{ кПа}^2.$$

6. За номограмою на рис. 6.2 [2] орієнтуючись на величину  $\Delta_{p,i}^2$ , в залежності від витрати газу на ділянці та її довжини підбираємо діаметр газопроводу та уточнюємо дійсне значення величини  $\Delta_{\partial,i}^2$ .

7. Визначаємо значення тиску в кінці ділянки за формулою :

$$P_{\text{кін}} = \sqrt{P_{\text{поч}}^2 - \Delta_{\partial}^2}, \text{ кПа}.$$

Результати гідравлічного розрахунку міжцехових газопроводів середнього тиску наведено в табл. 3.

Таблиця 3.

**Гідравлічний розрахунок міжцехових газопроводів середнього тиску.**

№ п.п	Ділянки		Витрата $V_p$ , м <sup>3</sup> /год	Розр. довж. $l_p$ , м	Різниця квадратів в тиску розрах. $\Delta_p^2 = P_{\text{п}}^2 - P_{\text{к}}^2 = A \cdot l$	Діаметр $d \times S$ , мм	Різниця квадратів тиску дійсна $\Delta_{\partial}^2$ , кПа	Абсолютний тиск газу, кПа	
	поч	кін						на поч. $P_{\text{п}}$	в кінці $P_{\text{к}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	2	1376,84	15,4	2764,3	89x3	1200	230	227
2	2	3	1286,84	56,1	10070	89x3	4300	227	218
3	3	4	953	42,35	7602	76x3	4750	218	207

			$\Sigma l=114.2$ м		$A=179,5$				
4	3	6	333,84	25,5	15124	57x3	2500	218	212
5	2	7	90	17	19129	32x3	4300	227	217

### **3.2. Міжцехові газопроводи низького тиску.**

Діаметри міжцехових газопроводів низького тиску визначені за допомогою номограми [1]. Надлишковий тиск газу на виході із ГРП прийнятий  $P_{п} = 3000$  Па. Розрахункова втрата тиску прийнята  $\Delta P_p = 1000$  Па (мається на увазі, що номінальний тиск газу перед пальниками газоспоживальних агрегатів становить  $P_{ном.} = 2000$  Па).

Гідравлічний розрахунок проводимо в такій послідовності:

1. Креслимо розрахункову аксонометричну схему мережі газопроводів, нумеруємо ділянки, проставляємо геометричні довжини, виписуємо максимальні витрати газу.
2. Визначаємо головну магістраль, яку розраховуємо в першу чергу, а потім ув'язуємо відгалуження.
3. Визначаємо розрахункові витрати газу на кожній ділянці.
4. Розрахункову довжину ділянки визначаємо за формулою

$$l_{p,i} = l_{z,i} + l_{екв} \cdot \sum \xi, \text{ м,}$$

де  $l_{екв}$  - приймаємо по рис. 6.6 [2],  $\xi$  - приймаємо за табл. 6.1 [2].

5. Визначаємо попередньо діаметр для кожної ділянки газопроводу за номограмою на рис. 6.4 [2] використовуючи значення витрати газу та величину

$$R = \frac{P_{\text{поч}} - P_n}{\sum_{i=1}^n l_{\xi,i}}, \text{ Па/м.}$$

6. В залежності від діаметру ділянки визначаємо значення  $l_{\text{екв}}$  та  $\xi$ , і визначаємо  $l_{p,i}$ .

7. Визначаємо дійсне значення питомих втрат тиску  $R_0$  за номограмою на рис. 6.4 [2].

8. Визначаємо втрати тиску на ділянці за формулою

$$\Delta P_{\text{дiл}} = R \cdot l_p, \text{ Па.}$$

9. Визначаємо кінцевий тиск на ділянці за формулою

$$P_{\text{кін}} = P_{\text{поч}} - \Delta P_{\text{дiл}}, \text{ Па.}$$

Таблиця 4

**Гідралічний розрахунок газопроводів низького тиску**

№ ділянки	Витрата газу $V$ , м <sup>3</sup> /ГОД	Довжина ділянки $l_r$ , м	Діаметр $d \times S$ , мм	$l_{\text{екв}}$ , м	$\sum \xi$	$\sum \xi \cdot l_{\text{екв}}$	$l_p = l_r + \sum \xi \cdot l_{\text{екв}}$	$\Delta R$ , Па/м	$\Delta P$ , Па	$P_{\text{поч}}$ , Па	$P_{\text{кін}}$ , Па
1-2	16,07	84	48x3,5	1,12	14	15,68	99,68	3,75	373,8	3000	2626,2
2-3	12,29	44	48x3,5	3,8	2,6	2,782	46,78	3,8	177,77	2626,2	2448,4
3-4	9,45	72	38x3,5	3,4	8,8	7,66	79,66	5	398,3	2448,4	2050,1
Відгалуження											
2-5	3,78	5	32x3	0,73	9,5	6,94	11,94	2	23,88	2626,2	2602,32
3-6	2,84	5	32x3	0,8	9,5	7,6	12,6	1,1	13,86	2448,4	2434,54

Коефіцієнти місцевих опорів для розрахунку газопроводів низького тиску

Ділянка 1-2 :

Кран кульовий :  $\zeta=6$

Поворот на  $90^\circ$  :  $\zeta=1,6 \times 5=8$ .

$\Sigma \zeta=14$

Ділянка 2-3 :

Трійник на прохід :  $\zeta=1$

Поворот на  $90^\circ$  :  $\zeta=1,6$

$\Sigma \zeta=2,6$

Ділянка 3-4 :

Кран кульовий :  $\zeta=6$

Трійник на прохід :  $\zeta=1$

Поворот на  $90^\circ$  :  $\zeta=1,8$

$\Sigma \zeta=8,8$

Ділянка 2-5 :

Трійник на відгалуження :  $\zeta=1,5$

Поворот на  $90^\circ$  :  $\zeta=2$

Кран кульовий :  $\zeta=6$

$\Sigma \zeta=9,5$

Ділянка 3-6:

Трійник на відгалуження :  $\zeta=1,5$

Поворот на  $90^\circ$  :  $\zeta=2$

Кран кульовий :  $\zeta=6$

$\Sigma \zeta=9,5$

#### **4. Головний газорегуляторний пункт.**

Головний газо регуляторний пункт призначено для зниження і автоматичного підтримання тиску газу до величин, встановлених цим проектом. Абсолютний

тиск газу перед ГРП за результатами гідравлічного розрахунку газопроводу – підводу –  $P_1 = 320,3$  кВт.

До обладнання ГРП входять:

- регулятори тиску;
- фільтри для очистки газу від механічних домішок;
- запобіжно - запірні клапани (ЗСК);
- запобіжно - скидні клапани (ПСК);
- пристрій для обліку газу;
- контрольно - вимірювальні прилади.

Типорозмір кожного з перелічених пристроїв визначається за прийнятим регулятором тиску. В стаціонарних ГРП до установки, як правило, приймаються регулятори тиску типу РДУК або РДБК.

#### **4.1. Розрахунок регуляторів тиску.**

Регулятори тиску підбираємо в залежності від потрібної продуктивності з запасом 20 % :  $V_{рег.} = 1,2 \cdot V_з$ ,

де  $V_з$  – загальна витрата газу в нитці редукування, м<sup>3</sup>/год.

Типорозмір регуляторів тиску визначаємо за його коефіцієнтом пропускної здатності  $K_v$ . Коефіцієнт пропускної здатності регулятора тиску зв'язаний з його продуктивністю виразом:

$$V_{рег.} = 5260 \cdot K_v \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{\frac{\Delta P \cdot P_1}{\rho_0 \cdot T \cdot Z}},$$

звідки

$$K_v = \frac{V_{рег.}}{5260 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{\frac{\Delta P \cdot P_1}{\rho_0 \cdot T \cdot Z}}},$$

де  $\Delta P$  – перепад тиску на регуляторі;  $P_1$  – абсолютний тиск газу на вході, МПа;  
 $\rho_0$  – густина газу при нормальних умовах, приймаємо  $\rho = 0,73$  кг/м<sup>3</sup>;  $T$  –  
термодинамічна температура газу, приймаємо  $T = 273$  К;  $Z$  – коефіцієнт  
стиснення газу, для газопроводів з тиском до 1,2 МПа  $Z = 0,995$ ;  $\varepsilon$  – поправочний  
коефіцієнт на розширення газу в дросельному органі регулятора:

$$\varepsilon = 1 - 0,46 \cdot \frac{\Delta P}{P_1}$$

**а) нитка редукування середнього тиску.**

- потрібна продуктивність регулятора  $V_{\text{рег.}} = 1,2 \cdot 1376,84 = 1652,21$  м<sup>3</sup>/год;
- тиск (абсолютний) газу на виході – 0,23 МПа;
- розрахунковий перепад тиску  $\Delta P = P_1 - P_2 = 0,320 - 0,23 = 0,0903$  МПа;
- поправочний коефіцієнт на розширення газу:

$$\varepsilon = 1 - 0,46 \cdot \frac{0,0903}{0,3203} = 0,87;$$

- розрахункове значення коефіцієнта пропускної здатності:

$$K_v = \frac{1652,21}{5260 \cdot 0,87 \cdot \sqrt{\frac{0,0903 \cdot 0,3203}{0,73 \cdot 273 \cdot 0,995}}} = 29,89.$$

За даними таблиці 7.1 [1] приймаємо регулятор тиску типу РДУК2 – 100-50 з  
 $K_v = 38$ .

Дійсна пропускна здатність регулятора:

$$V_{\text{рег.}} = 5260 \cdot K_v \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{\frac{\Delta P \cdot P_1}{\rho_0 \cdot T \cdot Z}} = 5260 \cdot 38 \cdot 0,87 \cdot \sqrt{\frac{0,0903 \cdot 0,3203}{0,73 \cdot 273 \cdot 0,995}} = 2100 \text{ м}^3/\text{год.}$$

**а) нитка редукування низького тиску.**

- потрібна пропускна здатність  $V_{\text{рег.}} = 1,2 \cdot 16,07 = 19,28$  м<sup>3</sup>/год;

- тиск (абсолютний) газу на виході – 0,003 МПа;
- розрахунковий перепад тиску  $\Delta P = P_1 - P_2 = 0,3203 - 0,003 = 0,3173$  МПа.
- поправочний коефіцієнт на розширення газу:

$$\varepsilon = 1 - 0,46 \cdot \frac{0,3173}{0,3203} = 0,54;$$

- розрахункове значення коефіцієнта пропускної здатності:

$$K_v = \frac{19,28}{5260 \cdot 0,54 \cdot \sqrt{\frac{0,3173 \cdot 0,3203}{0,73 \cdot 273 \cdot 0,995}}} = 0,3.$$

За даними таблиці 7.1 [1] приймаємо регулятор тиску типу РД – 20-5 з

$$K_v = 0,52$$

Дійсна пропускна здатність регулятора:

$$V_{рег.} = 5260 \cdot K_v \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{\frac{\Delta P \cdot P_1}{\rho_0 \cdot T \cdot Z}} = 5260 \cdot 0,52 \cdot 0,54 \cdot \sqrt{\frac{0,3173 \cdot 0,3203}{0,73 \cdot 273 \cdot 0,995}} = 33,44 \text{ м}^3/\text{год.}$$

## **4.2. Фільтри.**

Кожна нитка редукування ГРП і ШРП обладнується власним фільтром. До установки приймаємо волосяні фільтри „ Мосгазпроекту ” типу ФВ. На лінії редукування середнього тиску ФВ – 100, на лінії редукування низького тиску фільтр сітчастий ФС – 20.

## **4.3. Запобіжно – запірні пристрої.**

Запобіжно – запірні клапани служать для припинення подачі газу до регулятора тиску в випадку його несправності – перевищенні вихідного тиску газу більше ніж на 25 % максимального робочого тиску.

При зниженні тиску, що контролюється, ЗЗК настроюють на відключення системи при тиску на 200 - 300 Па більше того, при якому може припинитися горіння газу у пальниках.

На лінії редукування середнього тиску до установки приймаємо важільно – вантажний ЗЗК з діаметром умовного проходу  $D_y = 100$  мм.

На лінії редукування до установки приймаємо напівавтоматичний мембранно – пружинний пристрій типу ПКК – 40М з діаметром умовного проходу  $D_y = 25$  мм.

#### **4.4. Запобіжно – скидні клапани.**

Скидні клапани призначені для видалення в атмосферу газу з газопроводів ГРП при незначному (до 15 %) перевищенні вихідного тиску газу від робочого. Ці клапани встановлюють за регулятором тиску.

Пропускна здатність запобіжно – скидних клапанів (ЗСК) розраховується за формулою:

$$V_k = 0,0005 \cdot V_p,$$

де  $V_p$  – розрахункова пропускна здатність регуляторів тиску.

Для лінії редукування середнього тиску величина:

$$V_k = 0,0005 \cdot 2100 = 1,05 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Для лінії редукування низького тиску величина:

$$V_k = 0,0005 \cdot 33,44 = 0,0167 \text{ м}^3/\text{год.}$$

До установки приймаємо клапани ПСК – 50 з діаметром умовного перетину

$D_y = 50$  мм.

#### 4.5 Облік газу

Для обліку витрати газу підприємства на головному ГРП передбачається установка витратоміра змінного перепаду тиску. До складу витратоміра входять:

- звужувальний пристрій – камерна діафрагма  $D_{20} = 70$  мм, яка встановлюється на вході в ГРП (газопровід 76×3);
- самозаписуючий сильфонний дифманометр з інтегратором типу ДСС – 712Н, клас точності – 1 %, шкала приладу 0...1600 кгс/м<sup>2</sup>.

Завданням розрахунку є визначення внутрішнього діаметру діафрагми,  $d_{20}$ :

Характеристики газу:

- густина,  $\rho = 0,73$  кг/м<sup>3</sup>;
  - коефіцієнт кінематичної в'язкості,  $\nu = 14,3 \cdot 10^{-6}$ ;
  - показник адіабати,  $K = 1,31$ .
- попереднє значення внутрішнього діаметру діафрагми визначаємо прийнявши значення модуля  $m=0,4$

$$d_{20} = D_{20} \cdot \sqrt{m} = 70 \cdot \sqrt{0,4} = 44,27188 \text{ мм}$$

- визначаємо критерій Рейнольдса в звужувальному пристрої:

$$Re = 36,1 \frac{V}{d_{20} \cdot \nu} = 36,1 \frac{1376,84}{44,27188 \cdot 0,0000143} = 7,85103 \cdot 10^7$$

Критерій Рейнольдса більше 10000, розрахунок продовжуємо:

- визначаємо коефіцієнт витрати газу в звужувальному пристрої:

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{1}{\sqrt{1-m^2}} \left[ 0,5959 + 0,0312 \cdot m^{1,05} - 0,184 \cdot m^4 + 0,0029 \cdot m^{1,25} \left( \frac{10^6}{Re} \right)^{0,75} \right] = \\ &= \frac{1}{\sqrt{1-0,4^2}} \left[ 0,5959 + 0,0312 \cdot 0,4^{1,05} - 0,184 \cdot 0,4^4 + 0,0029 \cdot 0,4^{1,25} \left( \frac{10^6}{8,8157291} \right)^{0,75} \right] = \\ &= 0,65808 \end{aligned}$$

- визначаємо поправку на зміну густини газу:

$$\varepsilon = 1 - (0,41 + 0,35 \cdot m^2) \frac{\Delta P \cdot 10^{-4}}{P_1 k} = 1 - (0,41 + 0,35 \cdot 0,4^2) \frac{0,16 \cdot 10^{-4}}{3,203 \cdot 1,31} = 0,999998223$$

- визначаємо допоміжний коефіцієнт:

$$C = \frac{V}{0,2102 \cdot D_{20}^2} \sqrt{\frac{\rho \cdot T \cdot z}{P_t}} = \frac{1376,84}{0,2102 \cdot 70^2} \sqrt{\frac{0,73 \cdot 273 \cdot 0,983}{3,203}} = 10,41961945$$

- визначаємо нове значення модуля діафрагми:

$$m = \frac{C}{\varepsilon \cdot \sqrt{\Delta P_{np}}} = \frac{10,41961945}{0,999998223 \cdot \sqrt{1600}} = 0,26049$$

Визначаємо різницю між заданим і отриманим значенням модуля:

$$\Delta m = (0,4 - 0,26049) = 0,13951 > 0,0001$$

Як видно, отримане значення модуля діафрагми суттєво відрізняється від попереднього значення, тому визначаємо нове значення модуля, як середнє арифметичне  $m = (0,4 + 0,26049) / 2 = 0,330245$ .

Повторюємо розрахунок при новому значенні модуля.

Остаточо приймаємо:

- внутрішній діаметр діафрагми – 36,0245055
- критерій Рейнольдса –  $9,6484291 \cdot 10^7$
- коефіцієнт витрати – 0,625046329
- модуль діафрагми - 0,26485

## **5. Проектування і розрахунок внутрішньоцехових газопроводів**

Проектуємо одноступеневу тупикову систему газопостачання низького тиску для цеху фарфорового виробництва де встановлено 3 печі та 2 сушарки. На вводі міжцехового газопроводу в приміщення котельної влаштовуємо ГРУ. Газопроводи прокладаємо відкрито вздовж стіни цеху, а також на окремих опорах на відмітці 3,5 м над рівнем підлоги. Витрата газу для печі №1 дорівнює 141,2 м<sup>3</sup>/год ; для печі №2 – 396 м<sup>3</sup>/год ; печі №3 – 83 м<sup>3</sup>/год ; для сушарок №1 та №2 по 166,4 м<sup>3</sup>/год. Тиск газу перед пальником приймаємо 4000 Па.

Гідравлічний розрахунок газопроводів виконуємо за аналогічною послідовністю, як і міжцехові газопроводи низького тиску. Продувальні газопроводи влаштовуємо від колектора D<sub>y</sub>=20 мм, і виводимо на 1 м вище покрівлі.

Результати розрахунків зводимо в **таблицю 5**.

## **6. Вибір газового обладнання**

В тунельних печах застосовуються пальники турбулентного змішування ГНП. Встановлюємо 30 пальників і для кожного пальника визначаємо теплове навантаження :

$$Q_i = \frac{Q_{\Sigma}}{n_{\text{пальн.}}} = \frac{3,8}{30} = 0,13 \text{ мВт}$$

Підбираємо пальник ГНП-2 з такими характеристиками:

- номінальна теплова потужність – 130 кВт
- номінальний тиск газу – 4,0 кПа
- тиск повітря – 1600 Па
- довжина факела – 260 мм
- витрата газу – 13,2 м<sup>3</sup>/год
- коефіцієнт робочого регулювання – 9

***ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ***

## Календарне планування виконання робіт

Під календарним планом розуміють проектно-технологічний документ, яким встановлюються послідовність, інтенсивність та строки виробництва робіт, а також потребу в ресурсах. Кінцевим результатом календарного планування являється складання розкладу (графіка) плануючих робіт для виконавців будівельних організацій, бригад, змін, що визначають календарні строки початку та закінчення їх виконання, також виявлення кількості потрібних в проміжок часу матеріалів (труб, конструкцій та ін.) і технічних (машин, механізмів) ресурсів. Головною задачею календарного планування являється складання такого розкладу робіт (календарного плану), який був би оптимальним по прийнятому критерію його оцінки та одностроково задовольнив би межі, що враховують реальні умови виробництва.

Порядок розробки календарного плану такий: визначають перелік і об'єм робіт, які необхідно виконати для зведення даного об'єкта, методи виконання кожного виду робіт і вибирають необхідні будівельні машини і механізми; розраховують у людино-днях і машино-змінах трудомісткість робіт; встановлюють змінність робіт; виявляють технологічну послідовність і тривалість кожної з робіт, визначають склад бригад (ланок); а потім складають праву частину плану і за необхідності коригують календарний план за термінами чи за ресурсами.

Шифр роботи (гр.1) відповідає шифру цієї ж роботи за сітьовим графіком, тому ця графа заповнюється після побудови та оптимізації сітьової моделі. Перелік робіт (гр.2) складають у технологічній послідовності їхнього виконання. При цьому окремі дрібні суміжні роботи згруповують, а їхню трудомісткість підсумовують і показують у гр.8 чи в гр.9 одним рядком. Не слід поєднувати роботи, що виконують різні виконавці.

Трудомісткість робіт і витрати машинного часу розраховують за нормативними витратами часу на виконання кожної роботи з урахуванням

можливого росту продуктивності праці. Норми часу на виконання окремих будівельно-монтажних робіт наведені у відповідних збірниках ресурсних елементних норм ДБН Д.2.2. (дод. 5, 6). Мінімальний склад бригади чи ланки для виконання окремої роботи можна прийняти за дод. 7 [14], а необхідна кількість робітників (гр. 11) приймається залежно від необхідної тривалості виконання даної роботи.

Норми часу на виконання будівельних і монтажних робіт приймають за збірниками єдиних норм часу та розцінок (ЕНП), які є більш детальними порівняно з ДБН.

Графік робіт (гр.14) являє собою лінійне зображення технологічного процесу монтажу систем. Кожній роботі відповідає лінія, довжина якої відповідає тривалості виконання даного процесу. При роботі в дві зміни показують дві паралельні лінії. Над лініями вказують кількість робітників, залучених до виконання робіт.

#### Побудова сіткового графіка

Елементами комплексу робіт, зображеного сітьовим графіком, є роботи і події. Робота – це трудовий процес, у якому беруть участь люди, машини, механізми (монтаж трубопроводів, повітропроводів, устаткування, випробування й ін.) чи процес очікування, тобто технологічна чи організаційна перерва (твердіння бетонного фундаменту під вентобладнання чи насоси, сушіння пофарбованих поверхонь, час витримки при випробуваннях трубопроводів, переїзд бригад робітників з одного об'єкта на інший). Робота, як трудовий процес, вимагає витрат часу і ресурсів, як очікування – тільки часу. Зображують роботу суцільною лінією зі стрілкою в напрямку послідовності технологічних процесів. Над лінією вказують

найменування роботи, під лінією – тривалість виконання роботи, інші необхідні дані.

Для відображення правильного взаємозв'язку робіт при побудові сітьового графіка вводять поняття фіктивна робота (залежність), що означає залежність

початку однієї роботи від закінчення іншої. Фіктивна робота чи залежність не вимагає затрат часу і ресурсів. Зображують її на графіку пунктирною лінією зі

стрілкою. Лінії, що зображують на графіку роботи, можуть бути як прямими, так і ламаними без масштабу. Роботи на графіку розташовують у напрямку зліва направо у порядку, що характеризує технологічну послідовність виконання робіт у виробничому процесі.

*Подія* – це факт закінчення однієї чи декількох робіт, необхідний і достатній для початку наступних робіт. На сітьових графіках є події, що не мають безпосередньо попередніх чи безпосередньо наступних робіт. Такими подіями є *вихідні* та *завершальні*. Події зображують на графіку кружками, цифра в кружку означає номер події.

*Шифр роботи* визначають двома цифрами, що позначають номер початкової і кінцевої події даної роботи.

Побудова графіків зміни чисельності робітників на об'єкті

1. Опалення;

Коефіцієнт зміни чисельності робітників на об'єкті:

$$K = \frac{n_{\max}}{n_{\text{сер}}} = \frac{n_{\max}}{\frac{n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + n_3 \cdot t_3 + n_4 \cdot t_4 + n_5 \cdot t_5 + n_6 \cdot t_6 + n_7 \cdot t_7}{T}} =$$

$$= \frac{9}{\frac{6 \cdot 1 + 4 \cdot 1 + 9 \cdot 4 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 2}{15}} = 1,3$$

Де,  $n_{\max}$  - максимальне число робітників, чол.

$n_{\text{сер}}$  - середня кількість робітників, чол.

$t$  - час виконання роботи, днів.

## 2. Вентиляція:

Коефіцієнт зміни чисельності робітників на об'єкті:

$$K = \frac{n_{\max}}{n_{\text{сер}}} = \frac{n_{\max}}{\frac{n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2}{T}} = \frac{7}{\frac{2 \cdot 2 + 7 \cdot 4}{6}} = 1,2$$

## ***ОХОРОНА ПРАЦІ***

## **Аналіз потенційних, небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що виникають під час роботи**

Діюча система охорони праці (трудове законодавство, виробнича санітарія і техніка безпеки) забезпечує належні умови праці робітникам - будівельникам-монтажникам, підвищення культури виробництва, безпека робіт і їхнє полегшення, що сприяє підвищенню продуктивності праці. Створення безпечних умов праці в будівництві тісно зв'язано з технологією й організацією виробництва.

Відповідальність за безпеку робіт покладена в законодавчому порядку на технічних керівників будівництва - головних інженерів і інженерів по охороні праці, виконавців робіт і будівельних майстрів.

Керівники будівництва зобов'язані організувати планування заходів щодо охорони праці і протипожежній техніці і забезпечити проведення цих заходів у встановлений термін.

Поліпшення організації виробництва, створення на будівельному майданчику умов праці, що усувають виробничий травматизм, професійні захворювання й забезпечуючи нормальні санітарно - побутові умови - одна з найважливіших задач, від успішного рішення якої залежить подальше підвищення продуктивності праці на будівництвах.

*Таблиця 7.1.1*

	Небезпечні і			
№  3	шкідливі виробничі фактори конструкцій і	Джерела: монтажні, покрівельні, робіт) опоряджувальні	h=32,0м Кількісні вимоги	Нормативні документи ДСТУ А.3.2-2-2009 Розділ 14
	2 Матеріалів з	3 а)зовнішні	4 h=32,0м	5 Розділ 17
1	висоти  Транспортні машини та їх	б)внутрішні. Транспортні роботи:розвант	Швидкість h=2,7м руху на h=32,0м прямих ділянках-10	Розділ 15 ДБН А.3.2-2 2009
	робочі органи  Ураження електричним	підвезення електромонтажні, матеріалів та конструкцій зварювальні, освітлення,	220В, 380В поворотах 6000/380В, 5км/год	Розділ 8 ДСТУ Б.А.3.2- ДБН А.3.1-5-2009 ПУЕ-2017
4	струмом	Монтажні роботи машини й	≤25В h=32,0 м	ДБН А.3.2-2-2009
2	Падіння людини з висоти	Опоряджувальні: а)зовнішні	380В  h=32,0 м	ДБН А.3.2-2-2009 НПАОП 40.1-1.21- 98 Розділ 14
5	Вплив шкідливих речовин	Зварювальні: а)внутрішні ацетилен	ГДК h=2,7 м 300мг/м <sup>3</sup>	розділ 15 НПАОП 0.00-5.23-
		Опоряджувальні:  Ацетон	ГДК  200мг/м <sup>3</sup>	16  ГОСТ 12.1.005-88
6	Виробничий шум	Роботи з інструментом, механізмами, експлуатація машин	< 80дБ А  < 80дБ А  < 80дБ А	ГОСТ 12. 1.003 -83* ДСН 3.3.6-037-99

7	Недостатнє освітлення робочих місць	монтаж конструкцій, монтажні, опоряджувальні: внутрішні, зовнішні,	30лк 30лк 30лк 50лк 30лк	ДСТУ Б.А.3.2-15-2011 ДБН А.3.2-2-2009 ДБН В.2.5-28-2018
8	Незадовільні параметри мікроклімату	Монтаж, експлуатація систем	t=20-22°C f=60-46% v=0,3 м/с	ГОСТ 12.1.005-88 ДСН 3.3.6.042-99
9	Атмосферна електрика	Захист від блискавки	II катег.	ДСТУ Б.В.2.5-38-2008 ДСТУ EN 62305-3:2012
10	Пожежна безпека	Захист від пожежі	II ступ. вогнестійк. категор. пож.безп В	ДБН В.1.1-7-2016 ДБН В.1.2-7-2008 ДСТУ Б.В.1.1.-36:2016

### Заходи профілактики виявлених факторів

#### Загальні вимоги безпеки

Проїзди, проходи та робочі місця необхідно регулярно чистити, не загороджувати, а в зимовий період посипати піском.

Майданчики для вантажних та розвантажувальних робіт повинні бути сплановані та мати уклін не більше 5.

Вхід до будинку, що споруджується, повинно бути захищено зверху суцільним козирком шириною не менше ширини входу з вилітом на відстань не менше 2 м від стіни будинку.

Робочі, інженерно-технічні працівники та службовці повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту. До початку виконання основних будівельно-монтажних робіт повинні бути встановлені санітарно-побутові приміщення, в яких розташовані приміщення під влаштування аптечок з медикаментами та засобами для здійснення першої допомоги потерпілим.

### **Міри профілактики потенційно-небезпечних і шкідливих факторів**

При організації будівельного майданчику проектом передбачено:

- будівельний майданчик обнесено захисно-охоронною огорожею висотою 3 м із захисними козирками для обмеження доступу сторонніх осіб;

- зони постійно і потенційно діючих небезпечних факторів огороженні інвентарною захисною огорожею висотою 1,2 м;

- безпечність роботи в темний період доби забезпечується освітленням проїздів, проходів, складських майданчиків, робочих місць. Виробництво робіт в неосвітлених місцях заборонено.

### **Організація будівельного майданчика**

Експлуатацію будівельних машин (механізмів, засобів малої механізації), включаючи технічне обслуговування, повинно здійснювати згідно вимогам ДБН

А.3.1-5-09 і індустрії заводів-виробників. Технічне обслуговування машин повинно здійснюватись тільки після зупинення двигуна і зняття тиснення в

гідравлічній та пневматичній системах, крім тих випадків, які передбачені інструкцією заводу-виробника.

При виїзді і в'їзді на будівельний майданчик встановлена схема руху автотранспорту. Місце роботи машин виявлено так, щоб було забезпечено простір, достатній для огляду робочої зони і маневрування.

При застосуванні ручних машин належить дотримуватись правил безпечної експлуатації, які передбачені, а також інструкціями заводів-виробників.

### **Падіння людей з висоти**

Організація робочого місця повинна забезпечувати безпеку праці, а також безпечний та зручний доступ до робочого місця. Однією з основних вимог безпечної праці по відношенню до організації безпечних умов праці монтажників сантехнічного обладнання — є застосування захисних пристосувань в місцях виконання робіт.

Безпека працюючих на висоті при прийманні, встановленні та проектному закріпленні конструкції забезпечує, як правило, застосування засобів колективного захисту. При цьому найбільш часто застосовуються приставні сходи з робочими площадками, металеві площадки, підмостки і.т.п.

Поряд з вище перерахованими засобами колективного захисту в даний час застосовуються захисні сітки з синтетичних матеріалів : капронові та лавсанові.

Монтажні площадки, навісні драбини та інші засоби, необхідні для роботи монтажників на висоті, встановлюють і кріплять на монтуючих конструкціях до їх підйому. При монтажі конструкцій, при зварювальних роботах користуються монтажними каркасами. На підмостях є огороження висотою 0.9м. При покрівельних роботах робочі застосовують запобіжні паси

та індивідуальні засоби захисту, необхідно зробити огороження висотою 1,5м.

### **Падіння конструкцій та інших предметів**

Падіння предметів з висоти в процесі монтажу являється одним з найбільш вирішальних факторів профілактики виробничих травматизмів. Вдосконалення монтажу конструкцій ведеться по наступним основним напрямком: зниження маси конструкцій, укрупнення розмірів і зменшення кількості типорозмірів збірних елементів. Аналіз причин травматизму при монтажу показав, що більша частина нещасних випадків виникає з людьми таким чином: падіння монтажних конструкцій; падіння працюючих з висоти; не вдосконалення і помилки при виборі монтажною оснастки, недосконалий або несправний стан механізмів і машин, а також електричного устаткування та іншими факторами ( недостатнє освітлення, незадовільною послідовністю виконаних робочих операцій і т.п.)

Падіння працюючих з висоти відбувається при наводці, установці і закріпленні елементів збірних конструкцій при растроповці, остаточному оформленні вузлів і особливо при переміщенні на нове робоче місце.

Елементи монтованих конструкцій або обладнання під час переміщення утримують від розгойдування і обертання гнучкими відтяжками. Під час перерв у роботі не дозволено залишати підняті елементи конструкцій і обладнання на висоті. Не дозволено знаходження людей під монтажними елементами конструкцій і обладнання до установки їх у проектне положення і закріплення. Розстропування конструкцій встановлених у проектне положення проводять лише після тимчасового або постійного закріплення. для підйому використовувати вантажо-захисні засоби, вибрані у відповідності з проектом.

Розташування зв'язків, які забезпечують стійкість закріплених конструкцій, вирішується в проекті виробництва робіт.

### **Заходи профілактики ураження електричним струмом**

При виконанні електрозварювальних робіт існує небезпека ураження електричним струмом внаслідок несправності зварювального апарату чи мережі заземлення, невірного підключення зварювального обладнання до мережі, несправної електропроводки і невірного ведення зварювальних робіт. Ураження електричним струмом може виникнути при торканні до напружовувальних частин зварювального обладнання.

Всі струмоведучі випадкового дотику металеві частини (зварювальний апарат) заземлені. В місцях монтажних ділянок встановлені розподільчі щити, що дають змогу включати все обладнання. При прокладанні та переміщенні зварюючих проводів прийняти міри проти пошкодження їх ізоляції і доторкання води, масла, металевими канатами. Відстань від зварювальних проводів до гарячих трубопроводів і балонів з киснем не менше 0,5м, а з гарячими газами – не менше 1,0м. Захисне заземлення зварювального трансформатора із L50x50=2500 мм. Лінії електропередачі над дорогою виконати на висоті 6 м., над проходами 3,5м., над робочими місцями 2,5м.

При виконання робіт поблизу струмоведучих частин, які знаходяться під напругою, існує небезпека випадкового до них торкання.

Основні ізолюючі електрозахисні засоби, які можуть довгий час витримувати робоче напруження та їх використання дає можливість торкання до частин електроустановки яка знаходиться під напруженням (до 1000В). До них відносяться діелектричні гумові рукавиці, інструмент з ізольованими рукоятками, струмошукачі, в електроустановках напруженням вище 1000В - ізолюючі штанги, ізолюючі та струмоведучі клещі.

### **Шкідливі речовини**

Основним джерелом виділення шкідливих газів при проведенні монтажу сантехнічних систем є зварювальні роботи, при проведенні яких виділяється значна кількість шкідливих оксидів. Для уникнення впливу газів на організм працюючих при виконанні зварювальних робіт потрібно використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання, а також слідкувати за наявністю природного видалення шкідливостей та асиміляції їх до ГДК.

### **Виробничий шум**

Шумом називається різний небажаний звук. Це сукупність звуків різної частоти та інтенсивності.

До технологічних заходів по боротьбі з шумом відноситься вибір таких технологічних процесів, в котрих використовуються механізми та машини, які збуджують мінімальні динамічні навантаження.

Для захисту працюючих в виробничих приміщеннях з шумним обладнанням, застосовуються: звукоізоляція допоміжних приміщень, суміжних з шумною виробничою ділянкою; кабіни наглядання та дистанційного управління; акустичні екрани та звукоізоляційні кожухи; обробку стін та стелі звукопоглинаючим облицюванням або застосування штучних поглиначів.

В необхідних випадках засоби колективного захисту доповнюються застосуванням засобів індивідуального захисту від шуму у вигляді різних навушників, вкладишів, шлемів.

Для забезпечення нормативного шумового режиму проектом передбачено комплекс шумозахисних заходів, а саме:

- підлога теплового пункту виконується “плаваючою” (по шару піску товщиною 50 мм) та відокремлюється від стін пружними прокладками
- використовуються малошумні насоси й електродвигуни;
- насоси встановлюються на фундаментах.

Для забезпечення нормативного шуму в приміщеннях і на прилеглій території передбачаються наступні заходи:

- на припливних та витяжних повітропроводах систем вентиляції встановлені шумогасники;
- підключення повітропроводів до вентиляторів – за допомогою гнучких вставок;
- циркуляційні насоси застосовуються з еластичним підключенням трубопроводів;
- в підлозі венткамери передбачається влаштування теплозвукоізолюючого шару;
- швидкості повітря в повітропроводах і решітках, а також води в трубопроводах не перевищують нормативні.

### **Освітленість робочих місць**

Освітленість на робочих місцях повинна відповідати характеру зорової роботи. Збільшення освітленості робочих поверхонь підвищує продуктивність праці. Однак існує межа, при якій подальше збільшення освітленості не дає ефекту та є економічно недоцільними.

Достатньо рівномірне розподілення яскравості на робочій поверхні. При нерівномірній яскравості в процесі праці очі вимушені переадаптуватися, що призводить до стомлення зору.

Для ділянок, де проводиться монтаж системи вентиляції та опалення передбачено рівномірне освітлення. При цьому освітленість повинна бути не менше 30 лк.

При недостатньому природному освітленні та для освітлення в той період, коли природного світла недостатньо або воно відсутнє, передбачено штучне електричне освітлення.

### **Атмосферна електрика**

Залежно від імовірності викликаного блискавкою пожежі або вибуху, виходячи з масштабу можливих руйнувань і шкоди дана будівля належить до II категорії. Відповідно до норм, будівлі II категорії підлягають блискавкозахисту в місцевостях з грозовий діяльністю 20 год і більше на рік, а тип зони захисту блискавковідводів залежить від ступеня вогнестійкості будинку. Для даного об'єкта передбачена зона захисту типу А, що володіє ступенем надійності 99.5%. Для блискавкозахисту будівлі від прямих ударів блискавки (первинний вплив), блискавковідводи виконують окремостоячими або встановлюють на будинку (але ізольовано від нього) стержневі блискавковідводи, які виготовляють із смугової, круглої сталі, водогазопровідних труб площею перетину не менше 100мм<sup>2</sup> і довжиною не менше 200мм.

### **Пожежне забезпечення**

Пожежна безпека – це стан об'єкта, при якому з заданою ймовірністю виключається ймовірність пожежі, а при її виникненні забезпечуються умови для виявлення, обмеження поширення, захист людей та матеріальних цінностей.

Джерелом пожежі може бути згоряння електроізоляції кабелів при короткому замиканні або дії обслуговуючого персоналу, що порушують правила пожежної безпеки (використання відкритого вогню, паління в недоступних місцях).

Технічні рішення системи запобігання пожежі:

- застосування електрообладнання, що задовольняє вимогам електростатичної електробезпеки по ГОСТ 12.1.018 – 79;
- застосування захисту від короткого замикання на розподільному щиті

теплового пункту;

- будинок має громовідвід.

Технічні рішення системи протипожежного захисту:

Для всієї будівлі проектні рішення систем опалення, вентиляції та кондиціонування передбачають противибухові та протипожежні заходи у відповідності з вимогами норм та правил.

На виробництві і будівельній площадці повинно бути організовано навчання всіх робочих правил пожежної безпеки і діям на випадок виникнення пожежі. Працівників, які не пройшли інструктаж, не можна допускати на будівельні майданчики. Кожний працюючий на підприємстві повинен обов'язково виконувати вимоги пожежної безпеки, а також приймати міри протипожежних порушень і ліквідацію загорянь і пожеж, що виникають.

### **Незадовільні параметри мікроклімату**

У приміщеннях, де проводяться монтажні роботи необхідно передбачити тимчасове опалення в холодний період року, надходження зовнішнього свіжого повітря та забезпечити нормовану швидкість руху повітря, відкриті прорізи дверей або вікон завісити поліетиленом або щільною тканиною для запобігання протягам.

Для запобігання переохолодження робітників, їм виданий теплий одяг, взуття. Спецодяг повинен бути повітро- та вологопроникним (бавовняним, з

льону, грубововняного сукна), мати зручний крій. Для захисту голови від теплового опромінення застосовують дюралеві, фіброві каски, повстяні капелюхи; очей - окуляри (темні, або з прозорим шаром металу); обличчя - маски з відкидним прозорим екраном. Захист від дії зниженої температури досягається використанням теплового спецодягу, а під час опадів - плащів та гумових чобіт.

Встановлений такий режим роботи, за яким є періодичні перерви для підігріву в спеціальних приміщеннях. Всі роботи на відкритому повітрі при швидкості вітру більше 15 м/с в умовах низьких температур заборонено за ГОСТ 12.1.005-88, ДБН А.3.2-2-2009.

При внутрішніх роботах, для нормалізації мікроклімату також необхідно організувати достатній повітрообмін в приміщенні шляхом провітрювання.

## **Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)**

## **Загальні дані**

Проект організації інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) виконано й на підставі і відповідно до:

- ДБН В.1.2-4:2019 «Система надійності та безпеки у будівництві. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту»;
- ДСТУ 8773:2018 Склад та зміст розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту в складі проектної документації на будівництво об'єктів. Основні положення.

## **Висновки з оцінки можливої обстановки, що може скластися під час загрози та виникнення надзвичайних ситуацій**

Аналіз особливостей функціонування АЗК та подій техногенного і природного походження, що характерні для даної території, дозволяє зробити висновки щодо обстановки в районі розташування підприємства при загрозі та виникненні надзвичайних ситуацій.

Події, що можуть мати місце на території АЗК: припинення подачі електроенергії;

поява джерела зараження сильнодіючими отруйними речовинами;  
катастрофічне затоплення;  
вибух газу.

Події, що можуть мати місце ззовні території АЗК:

– снігові замети, урагани, смерчі.

Хімічне зараження

АЗК не входить в зону зараження сильнодіючими отруйними речовинами в разі аварій на інших підприємствах району.

Пожежі та вибухи з подальшим горінням

Наявність у технології виробничої діяльності та системах небезпечної речовини – газу може призвести до пожежі або вибухів з подальшим горінням. Враховуючи, що ці події можуть призвести до виникнення високого тиску та температури горіння, обмежувальні конструкції будівель та споруд можуть зазнати середніх та сильних руйнувань а працюючий персонал, що знаходився у приміщенні, важких опіків та травм. Тому ці події вимагатимуть негайного проведення РІНР

надання потерпілим першої медичної та лікарської допомоги та госпіталізації у опіковому центрі.

Для ліквідації можливих пожеж залучаються сили та засоби згідно плану ЦО району та об'єктовий персонал.

Аварії в мережах електропостачання.

Такі аварії значно впливають на сталість роботи АЗК та вимагатимуть від адміністрації АЗК, інженерно-технічного персоналу негайного виконання комплексу заходів щодо безаварійної зупинки виробництва.

Ліквідація аварій в енергосистемах здійснюється силами формувань швидкого реагування районних та міських служб. У порядку взаємодії для ліквідації зазначених аварій виділяються персонал та засоби АЗК. Снігові замети, урагани і смерчів. Сильні снігопади і бурі можуть привести до сніжних заметів, внаслідок чого можливе паралізування руху всіх видів транспорту, що приводить до порушення життєдіяльності населення, виробництва.

Ламаються дерева. Обриваються лінії електропередач. Часто обвалюються перекриття будівель, руйнуються будинки та інші споруди.

Урагани і смерчі можуть бути протягом від декількох годин до однієї доби.

Внаслідок дії вітру можливо цілком або частково зруйнуватись будинки, адміністративні і промислові споруди, лінії електропередач, пошкоджуватись інженерні мережі, викорчувуватись і ламатись дерева, що може паралізувати життєдіяльність не тільки АЗК, а й цілого регіону.

Ліквідація наслідків снігових заметів, ураганів та смерчів здійснюється об'єктовими персоналом з залученням сил і засобів відповідних районних та міських служб.

### **Організація виконання заходів цивільної оборони**

При загрозі та виникненні надзвичайних ситуацій

Приведення в готовність та організація роботи органів управління та сил і засобів цивільної оборони.

Про загрозу та виникнення надзвичайної ситуації начальник зміни АЗК негайно доповідає:

– керівнику АЗК;

- оперативному черговому служби райдержадміністрації по телефону;
- цілодобово;
- оперативному черговому Головного управління з питань надзвичайних ситуацій райдержадміністрації по телефону.

За вказівкою керівника АЗК – начальника ЦО, начальник зміни АЗК здійснює оповіщення персоналу АЗК згідно з схемою оповіщення.

Начальник ЦО – керівник АЗК, з отриманням доповіді про загрозу чи виникнення надзвичайної ситуації:

- доповідає про те голові територіальної громади;
- віддає вказівки начальнику зміни АЗК про порядок оповіщення та збору персоналу АЗК;
- в залежності від характеру та масштабів надзвичайної ситуації визначає склад і завдання оперативної групи чи відповідальних осіб, склад об'єктових сил і засобів для виконання аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, які сили та засоби потрібно залучити додатково від районних та міських органів виконавчої влади.

Порядок виконання основних заходів цивільної оборони.

а) у режимі підвищеної готовності (при загрозі виникнення НС):

- здійснюється формування оперативної групи для виявлення причин погіршення обстановки безпосередньо в зоні можливого виникнення надзвичайної ситуації, готуються пропозиції щодо її нормалізації;
- посилюється робота, пов'язана з веденням спостереження та здійсненням контролю за станом довкілля, обстановкою на АЗК і прилеглий території, прогнозуванням можливості виникнення надзвичайної ситуації та її масштабів;
- розробляються комплексні заходи щодо захисту працюючого персоналу, забезпечення стійкого функціонування АЗК;
- приводяться в стан підвищеної готовності персонал АЗК, при необхідності залучаються додаткові сили, уточнюються плани їх дій у разі можливого виникнення надзвичайної ситуації;
- проводяться заходи щодо запобігання виникненню надзвичайної ситуації;
- запроваджується цілодобове чергування членів комісії з питань надзвичайних ситуацій;

– уточнюються тексти повідомлень щодо порядку дій працюючого персоналу та населення при виникненні надзвичайних ситуацій;

– організується систематичне отримання від управління з питань надзвичайних ситуацій району інформації про обстановку і характер можливих надзвичайних ситуацій;

– при необхідності організується і проводиться евакуація персоналу в безпечні райони.

Виходячи з конкретної обстановки, за рішенням начальника ЦО проводяться інші заходи, які спрямовані на захист працюючого персоналу та населення, а також зниження збитків у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

б) у режимі надзвичайної ситуації (в разі виникнення НС):

– начальник зміни АЗК здійснює НЕГАЙНЕ оповіщення керівного складу, працюючого персоналу згідно з схемою оповіщення;

– організується захист працюючого персоналу;

– оперативна група переміщається у зону виникнення надзвичайної ситуації;

– організується робота, яка пов'язана з локалізацією або ліквідацією надзвичайної ситуації, із залученням необхідних сил і засобів;

– визначаються межі території, на якій виникла надзвичайна ситуація;

– організуються роботи, які спрямовані на забезпечення сталого функціонування АЗК та об'єктів першочергового життєзабезпечення постраждалого населення;

– здійснюється постійний контроль за станом довкілля на території, що зазнала впливу наслідків надзвичайної ситуації, обстановкою на АЗК і прилеглий до нього території;

– інформуються вищестоящі органи управління щодо рівня надзвичайної ситуації та вжитих заходів, пов'язаних з реагуванням на цю ситуацію, оповіщення населення та надання йому необхідних рекомендацій щодо поведінки в умовах, які склалися.

в) у режимі надзвичайного стану:

– здійснюються заходи, які передбачені Законом України “Про надзвичайний стан”.

## **Організація захисту працюючого персоналу АЗК**

Організація радіаційного та хімічного захисту

Забезпечення працюючого персоналу, формувань ЦО засобами індивідуального захисту.

На АЗК для забезпечення особового складу формувань, які беруть участь у проведенні аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт в осередках ураження, а також працюючого персоналу накопичені та підтримуються в готовності до використання такі засоби індивідуального захисту:

- фільтруючі протигази ГП-5 - 5 шт.
- респіратори РУ-2 - 5 шт.

Засоби індивідуального захисту зберігаються в операторській. Видача засобів індивідуального захисту проводиться при загрозі виникнення аварій з викидом радіаційних та хімічно небезпечних речовин рішенням керівника АЗК - начальника ЦО. Відповідальний за видачу – начальник зміни.

Організація медичного та біологічного захисту

Найближчі до підприємства лікувальні заклади охорони здоров'я:

Для надання першої медичної допомоги постраждалим, на випадок виникнення надзвичайної ситуації, на АЗК передбачено медична аптечка з необхідними медикаментами.

**Сили, що залучаються для проведення заходів (робіт) в разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій**

В разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій для проведення заходів (робіт) на АЗК планується залучити, як власні сили, так і сили районного та місцевого підпорядкування.

Для проведення заходів (робіт), пов'язаних з рятуванням потерпілих, наданням їм першої медичної допомоги, гасінням пожежі, укріпленням та обрушенням (в разі необхідності) конструкцій; демеркуризацією речовин, які вміщують ртутні сполуки та дегазацією інших хімічно- небезпечних речовин планується залучати формування районного (міського) та центрального (міністерств, відомств) підпорядкування. Наведені вище формування залучаються для проведення заходів

(робіт) в інтересах АЗК на підставі планів взаємодії, що розробляються управліннями з питань НС району (міста) і узгоджуються відповідними органами управління.

### **Організація забезпечення заходів і дій сил, що залучаються до ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій**

Протирадіаційне та протихімічне забезпечення

Засоби індивідуального захисту зберігаються в операторській та видаються на руки працюючому персоналу при загрозі виникнення аварій з викидом радіаційних та хімічно небезпечних речовин рішенням керівника АЗК - начальника ЦО філіалу.

При радіоактивному зараженні захист осіб з числа адміністрації, виробничого персоналу здійснюється дотриманням режимів радіаційного захисту.

Медичне забезпечення

Медичне забезпечення на АЗК здійснюється власними силами та найближчими до підприємства лікувальними закладами охорони здоров'я.

Для надання медичної допомоги створені певні запаси:

медичні аптечки – 2 шт.
медикаменти для надання першої медичної допомоги
перев'язочні пакети – 10 шт.
санітарні сумки – 1 шт.
носилки санітарні – 1 шт.

Медична допомога здійснюється:

- перша медична допомога силами персоналу АЗК
- перша лікарська допомога силами персоналу бригад швидкої медичної допомоги
- спеціалізована лікарська допомога силами персоналу лікувально-профілактичних закладів після госпіталізації потерпілих

Транспортне забезпечення

Під час проведення РІНР:

доставка потерпілих до лікувально-профілактичних закладів	транспортом бригад швидкої медичної допомоги
підвіз матеріально-технічних засобів під час ліквідації наслідків власне події	транспортними засобами районних (міських) організацій згідно з окремим рішенням голови районної комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій (КТЕБ та НС)
під час проведення евакозаходів	власний транспорт працівників АЗК

#### Протипожежне забезпечення

Протипожежне забезпечення на підприємстві здійснюється особами з числа виробничого персоналу. Нагляд за станом пожежної безпеки на об'єкті здійснює керівник АЗК, а також представники державної пожежної інспекції.

**При виникненні пожежі, або вибуху з подальшим горінням, для гасіння вогню та проведення рятувальних робіт залучаються підрозділи воєнізованої пожежної частини, тел.: 101.**

#### Матеріальне забезпечення

Під час проведення РІНР та ліквідації наслідків власне події здійснюється:

- заправка техніки паливно-мастильними матеріалами (ПММ) та підвезення необхідних матеріально-технічних засобів – згідно з окремим рішенням голови комісії з питань ТЕБ та НС району;
- харчування особового складу сил, що залучаються для проведення РІНР – через пересувні пункти харчування безпосередньо в районі проведення робіт.

#### **Організація управління, оповіщення та зв'язку**

Управління заходами та діями сил ЦО в разі загрози виникнення надзвичайних ситуацій здійснюються з операторської АЗК.

отриманням повідомлення про загрозу виникнення надзвичайної ситуації.

До "Ч" + 0.40 (2.00) - приводиться у готовність система управління:

- оповіщається та збирається до АЗК робоча група та особовий склад комісії з питань НС та евакокомісії. Вони отримують робочі документи та займають свої робочі місця;

– перевіряється зв'язок: по гілці управління – з робочими групами районної (міської) комісії з питань ТЕБ та НС, з районним (міським) управлінням з питань НС; по гілці взаємодії – з адміністраціями районних (міських) об'єднань, підприємств, організацій та установ, що відповідають за забезпечення заходів ЦО та мають сили, які за планом взаємодії, залучаються до дій в інтересах підприємства. Організується цілодобове чергування відповідальних осіб з числа адміністрації та чергових змін робочої групи комісії з питань НС.

До "Ч" + 0.40 (2.00) - уточнюється:

- порядок управління та взаємодії при виникненні надзвичайних ситуацій;
- порядок захисту виробничого персоналу, членів їх сімей при виникненні надзвичайної ситуації;
- розрахунки наявності, ступені готовності та оснащення сил, що мають діяти в інтересах АЗК;
- обсяги та порядок забезпечення заходів та дій сил ЦО;
- порядок приведення у готовність евакоорганів та проведення евакуації адміністрації, виробничого персоналу та членів їх сімей.

Управління заходами та діями сил ЦО при виникненні надзвичайної ситуації зовнішнього походження здійснюється з пункту управління, що розгортається у ВПК АЗК.

отриманням повідомлення про виникнення надзвичайної ситуації:

До "Ч" + 0.40 (2.00) оповіщається та збирається до ВПК АЗК зміни робочої групи комісії з питань НС та посадові особи з числа адміністрації, що не були черговими на час виникнення НС.

Посилюється зміна робочої групи, що чергувала на час виникнення НС. Вводиться цілодобове чергування з числа осіб адміністрації. Встановлюється взаємодія з відповідними органами управління. Виконуються заходи по захисту адміністрації, виробничого персоналу та членів їх сімей. Надається інформація про обсяги та час проведення заходів (робіт) відповідним органам управління.

При виникненні надзвичайної ситуації внутрішнього походження (вибуху з подальшим горінням, пожежі) безпосереднє управління проведенням рятувальних та інших невідкладних робіт буде здійснюватися старшим начальником від сил

пожежної охорони, що будуть діяти в разі виникнення надзвичайної ситуації, з власного пересувного пункту управління.

Управління заходами щодо ліквідації наслідків події та відновлення функціонування АЗК буде здійснюватись директором - начальником ЦО з пункту управління підприємства.

зв'язок організується:

по мобільному зв'язку з пунктом управління (ПУ) комісії з питань ТЕБ та НС Вільковецького району та пішою колоною евакуйованих при слідуванні до пункту посадки;

по телефону міської АТС Вільковецького району;

з оперативними черговими служби "05" району та ГУ з питань НС МДА; з об'єднаннями, підприємствами, організаціями та установами, що відповідають за забезпечення заходів та мають сили, які за планом взаємодії повинні діяти в інтересах АЗК.

Оповіщення про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій здійснюється:

– осіб з числа адміністрації підприємства – по телефонах міської АТС та мобільному зв'язку;

– виробничого персоналу підприємства – гучномовною системою зв'язку у робочий час, у неробочий час – включенням електросирен (сигнал - Увага всім) та передаванням відповідних повідомлень по системі радіомовлення (управління електросиренами та передаванням повідомлень здійснює оперативний черговий ГУ з питань НС МДА

### **Забезпечення надійності та безпеки**

Надійність та безпека забезпечуються якістю технологічного обладнання, і технічно правильними рішеннями по устаткуванню та безпосередньо монтажними роботами.

Наземні резервуари встановлюються на залізобетонний фундамент товщиною 20 см. Для заливки плити використовується бетон марки В15.

Рослинний ґрунт при облаштуванні підготовки під плиту знятий.

Основа під плиту складається з утрамбованого ґрунту, шару піску дорожнього товщиною 20 см.

Рельєф прилеглої до АЗК території виключає можливість накопичення парів вуглеводневих газів. Електричні мережі та мережі АТХ від операторної до обладнання прокладаються в землі на глибині не менше 1,0м, в ПЕ трубах 110х6мм.

**Допоміжне обладнання**

## **Система контролю концентрації газу (СККГ)**

Даним розділом проекту передбачено обладнання приміщень розміщених на стилобатному поверсі системою СККГ.

В якості технічних засобів виявлення вибухонебезпечних та шкідливих концентрацій газу в проекті прийняті давачі газу метан (CH<sub>4</sub>) та давачі окису вуглецю (CO).

Проектом передбачено застосування:

- сигналізаторів “Варта 1-03.14” ЗАТ „ТЕМіО” (Україна), у складі:

давачі газу метан ДМ-14, давачі газу окису вуглецю ДУГ-14, блоки керування БУ.

Давачі газу метан ДМ-14 встановлюються біля місць входу зовнішніх комунікацій у просторі приміщень стилобату.

Давачі газу окису вуглецю ДУГ-14 встановлюються в приміщеннях та зонах з місцями для розміщення автомобілів на відстані не нижче ніж 0,5 м від верхнього горизонтального перекриття.

Для оповіщення людей про досягнення у повітрі граничних концентрацій вибухонебезпечних або шкідливих газів в приміщеннях стилобату проектом передбачено встановлення світлозвукових оповіщувачів «Сержант С-07С» та «Піонер-5».

Проектом передбачено вивід сигналу про аварійний витік газу метан та утворення небезпечної концентрації окису вуглецю на пульт контролю в приміщенні пожежного посту на стилобатному поверсі та сигнали на примусове включення припливно-витяжної вентиляції при досягненні об'ємною часткою окису вуглецю в повітрі рівня 0.005 %.

### **Принцип дії системи контролю концентрації газу**

При досягненні вмісту вибухонебезпечного газу в повітрі рівня 0.5 %, що становить 10% НКГР (нижньої концентраційної границі розповсюдження полум'я) - спрацьовує давач газу метану ДМ-14 і блок керування (БУ) переводиться в стан попередження. При цьому вмикається звукова і світлова індикація з вказанням

номеру давача на блоці керування, а також видається сигнал на включення припливно-витяжної вентиляції.

При досягненні вмісту вибухонебезпечного газу в повітрі рівня 1.0%, що становить 20% НКГР (нижньої концентраційної границі розповсюдження полум'я) - спрацьовує давач газу метану ДМ-14 і блок керування (БУ) переводиться в стан тривоги. При цьому вмикається звукова і світлова індикація із зазначенням номеру давача на блоці керування, вмикаються оповіщувачі світлозвукові «Піонер-5» та «Сержант С-07С», на яких виконано надписи «Увага! Всім залишити приміщення! Аварійний витік газу. Викличте службу «104», а також формується сигнал на пульт об'єднаної диспетчерської системи (ОДС).

При досягненні об'ємною часткою окису вуглецю в повітрі рівня 0.005 % спрацьовує давач окису вуглецю ДУГ-14 і блоки керування (БУ) переводяться в стан попередження. При цьому вмикається звукова і світлова індикація з вказанням номеру давача на блоці керування, а також видається сигнал на включення припливно-витяжної вентиляції.

При досягненні об'ємною часткою окису вуглецю в повітрі рівня 0.01 % спрацьовує давач окису вуглецю ДУГ-14 і блок керування переводиться в стан тривоги. При цьому вмикається звукова і світлова індикація з вказанням номеру давача на блоці керування, а також вмикаються оповіщувачі світлозвукові «Сержант С-07С», на яких виконано написи «Залишити приміщення! Концентрація чадних газів вище норми».

Оповіщувачі світлозвукові «Піонер-5», «Сержант С-07С» системи контролю концентрації вибухонебезпечного газу, запроектовані як в приміщеннях стилобату, так і на фасадах будівлі в межах евакуаційних виходів.

### **Енергоефективність та енергозбереження**

Основними споживачами електроенергії в системі є її елементи (приймально-контрольні прилади, блоки живлення, давачі газу) та виконавчі механізми, які виконують роботу у разі спрацювання системи.

У черговому режимі система споживає мінімальну кількість електроенергії, так як не задіяні виконавчі механізми. Основна витрата електроенергії пов'язана зі спрацьовуванням системи та її роботою у режимі виявлення загазованості.

Енергоефективність системи досягається вибором обладнання з оптимальними показниками енергоспоживання та загальним наповненням системи, що враховує необхідну кількість обладнання без надлишкового навантаження.

## **5. Блискавкозахист**

### **Загальні положення**

Система блискавкозахисту відповідає стандартам ДСТУ EN 62305-1:2012, ДСТУ EN 62305-2:2012, ДСТУ EN 62305-3:2012, ДСТУ EN 62305-4:2012.

Все обладнання, передбачене проектом, не підлягає обов'язковій сертифікації або має належні сертифікати.

Розділ розроблено у відповідності з вимогами наступних нормативних документів:

Закон України "Про охорону праці";

ДБН А.2.2-3-2014 "Склад та зміст проектної документації на будівництво";

ДСТУ Б А.2.4-4:2009 "Основні вимоги до проектної та робочої документації";

НАПБ А.01.001-2014 "Правила пожежної безпеки в Україні";

ДСТУ Б В.2.5-82:2016 "Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом";

НПАОП 40.1-1.21-98. "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів", затверджені наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 09.01.98 №4, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 10.02.98 за №93/2533;

НПАОП 40.1-1.32-01 "Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок", затв. наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 21.06.2001 за №272;

ПУЕ 2017 "Правила улаштування електроустановок";

ДСТУ EN 62305-1:2012. Захист від блискавки. Частина 1. Загальні принципи;

ДСТУ EN 62305-2:2012. Захист від блискавки. Частина 2. Керування ризиками;

ДСТУ EN 62305-3:2012. Захист від блискавки. Частина 3. Фізичні руйнування споруд та небезпека для життя людей;

ДСТУ EN 62305-4:2012. Захист від блискавки. Частина 4. Електричні та електронні системи, розташовані в будинках і спорудах;

ДБН А.2.2-1-2003 "Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Основні положення проектування";

НПАОП 0.00-4.12-05 "Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці";

Необхідність прийняття заходів з блискавкозахисту визначається за методикою, що наведена в ДСТУ EN 62305-2:2012. Належить взяти до уваги такі ризики відповідно до типів втрат, зазначених у п. 5.2 ДСТУ EN 62305-1:2012:

$R_1$  - ризик втрат людського життя або тимчасової інвалідності;

$R_2$  - ризик втрати громадських послуг;

$R_3$  - ризик втрати культурного надбання.

В результаті отриманих розрахунків виконаних в розділі БЗ (Том 13) встановлено, що для всіх секцій значення ризику втрати культурного надбання  $R_3$  знаходиться в припустимих межах, значення ризиків втрат людського життя або тимчасової інвалідності  $R_1$  та втрати громадських послуг  $R_2$  перевищують припустимі значення. Необхідно прийняти заходи з блискавкозахисту об'єкту згідно п.5.5 ДСТУ EN 62305-2:2012.

Проектними рішеннями розділу БЗ передбачається застосування заходів з блискавкозахисту, а саме влаштування зовнішньої системи захисту від блискавки III рівня та скоординованої внутрішньої системи захисту від блискавки з використанням пристроїв захисту від перенапруг SPD.

### **Зовнішній блискавкозахист**

Для секцій комплексу від прямих уражень блискавки в якості уловлюючих пристроїв застосовується блискавкоприймальна сітка з круглого оцинкованого проводу діаметром 8 мм, прокладена по краях надбудов, парапету та середині покрівлі з кроком не більше ніж 15x15 м згідно з вимогами п. 5.2.2. ДСТУ EN 62305-3:2012. Для захисту виступаючого над покрівлю обладнання використовуються 3-метрові вертикальні блискавкоприймачі, встановлені на поверхні покрівлі. Уловлюючі пристрої приєднуються до струмовідводів. Системи блискавкозахисту секцій, що межують між собою - поєднуються.

Струмовідводи з круглого сталевого проводу діаметром 10 мм прокладаються всередині колон будівлі з середньою відстанню між ними 15 м згідно з вимогами п. 5.3.3. ДСТУ EN 62305-3:2012. Виходячи з периметрів секцій №1,2,4 прийнято по дванадцять струмовідводів для кожної секції. Виходячи з периметрів секцій №3,5,6 прийнято по десять струмовідводів для кожної секції. Кожен струмовідвід поєднується з фундаментним заземлювачем. Контури заземлення з круглого сталевого проводу діаметром 10 мм (згідно з п. 5.6.2. табл. 7 ДСТУ EN 62305-3:2012) вбудовуються в залізобетонні фундаменти секцій згідно з п. 5.4.2.2. ДСТУ EN 62305-3:2012.

Контури заземлення всіх секцій поєднуються між собою за допомогою круглого сталевого проводу діаметром 10 мм, прокладеного в фундаменті стилобату. Згідно з вимогою п. 1.7.59 ПУЕ 2017, заземлювальні пристрої блискавкозахисту та електроустановок будівлі мають бути спільними. Опір заземлювача електроустановок не повинен перевищувати значення 4 Ом згідно п 1.7.92 ПУЕ 2017. В разі перевищення цього показника, необхідно буде додати штучні вертикальні або горизонтальні заземлювальні пристрої. При монтажі необхідно додатково керуватися документацією виробників виробів та матеріалів.

Після завершення робіт монтажна організація повинна надати в комплекті з виконавчою документацією акти вимірів блискавкозахисного заземлення.

### **Захист від вторинних проявів блискавки**

З метою захисту від вторинних дій блискавки та статичної електрики, металеві та неметалеві електропровідні частини технологічного обладнання, апаратів та трубопроводів необхідно заземлити згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.5-82:2016 та використати пристрої захисту від імпульсних перенапруг (SPD), що встановлюються на кожен незалежний ввід.

### **Захист від дії напруги дотику та крокової перенапруги**

За певних умов близькість доземних провідників системи блискавкозахисту може бути небезпечною для життя, навіть якщо система була спроектована та сконструйована відповідно до вимог діючої нормативної бази.

Згідно ДСТУ EN 62305 - 3:2012, п. 8.1 та п. 8.2, в разі використання принаймні 10 доземних провідників, небезпека знижується до прийняттого рівня. В системах всіх секцій використовуються не менше ніж 10 доземних

провідників, можливості контакту з доземними провідниками не існує, тому в захисних засобах потреби не має.

## **6. Захист від шуму**

Для зниження рівнів повітряного шуму інженерного обладнання, що проникає в приміщення або на прилеглу територію з нормованими рівнями шуму, застосовується комплекс заходів:

- застосування обладнання з найбільш низькими рівнями звукової потужності;
- раціональне розміщення джерел шуму та приміщень із джерелами шуму відносно приміщень, що потребують захисту;
- застосування для приміщень із джерелами шуму огорожувальних конструкцій з необхідною звукоізоляцією, яку визначають розрахунком згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-34:2013 "Настанова з розрахунку та проектування звукоізоляції огорожувальних конструкцій житлових і громадських будинків";
- облицювання внутрішніх поверхонь приміщень з інтенсивними джерелами шуму ефективними звукопоглинальними конструкціями.

Для запобігання виникненню структурного шуму і його поширенню по будівельних конструкціях застосовується комплекс таких заходів:

- обладнання з динамічними навантаженнями встановлюють на окремих віброізованих фундаментах, на віброосновах чи на віброізоляторах (пружинних, гумових, поліуретанових, комбінованих);
- у системах трубопроводів насосних установок систем водопостачання застосовуються гнучкі вставки, які розміщуються якомога ближче до насосного агрегату;

місця проходження трубопроводів через будівельні конструкції мають вібро- і звукоізовані застосуванням пружних прокладок або спеціальних еластичних гільз, які допускають температурні переміщення і деформації без утворення наскрізних щілин, так, щоб виключити жорсткий зв'язок між комунікаціями і огорожею. При цьому місця проходження комунікацій

ретельно загерметизовані нетверднучим герметиком з обох боків огорожувальної конструкції.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Об'єкт – «Будівництво житлових будинків». Коригування.

Розробка розділу виконана у відповідності з чинними державними будівельними нормами:

- ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»;
- ДСТУ Б А.2.2-8:2010 «Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів»
- ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»;
- ДСТУ 9191:2022 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель»;
- ДСТУ Б В.2.6-17-2000 « Блоки віконні та дверні. Методи визначення опору теплопередачі»;
- ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 «Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій»;
- ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013 «Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосасвоєння огорожувальних конструкцій»;
- ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013 «Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій»;
- ДСТУ 9190:2022 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання».
- Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11 липня 2018 року № 169 «Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель», зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 16 липня 2018 р. за № 822/32274;
- Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 27 жовтня 2020 року № 261 «Про затвердження Змін до Методики визначення

енергетичної ефективності будівель», зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 17 грудня 2020 р. за № 1254/35537

- Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 27 жовтня 2020 року № 260 «Про затвердження мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель», зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 18 грудня 2020 р. за № 1257/35540.