

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІСБ  
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

## **РЕСУРСНОЕФЕКТИВНІ ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ**

Пояснювальна записка  
до магістерської кваліфікаційної роботи  
магістранта 192 – Будівництво та цивільна інженерія  
08-12.МКР.005.00.199 ПЗ

Керівник к.т.н., доцент Панкевич О.Д.  
(науковий ступінь, вчене звання, ініціали та прізвище)

\_\_\_\_\_

(підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.  
Розробив студент гр. ТГ-19м  
Лисий Б.В.  
(ініціали та прізвище)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Офіційний рецензент д.т.н., професор Друкований М.Ф.  
(науковий ступінь, вчене звання, ініціали та прізвище)

\_\_\_\_\_

(підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

Вінниця – 2020 рік

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання  
Кафедра інженерних систем у будівництві  
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр  
Галузь знань 19 Архітектура та будівництво  
(шифр і назва)  
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва)  
Освітня програма “Теплогазопостачання і вентиляція”

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри ІСБ**  
**к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.**  
“ ” \_\_\_\_\_ 2020 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Лисого Богдана Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Ресурсноефективні інженерні системи забезпечення мікроклімату приміщень житлових будівель

керівник проекту (роботи) к.т.н., доц. кафедри ІСБ Панкевич О.Д.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “25” 09 2020 року № 214.

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 12 грудня 2020р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Архітектурно-будівельні креслення будівлі. Проектна документація на будівництво, результати обстеження будівлі, технічні характеристики огорожувальних конструкцій будівлі, термічний опір стін не менше  $R_{ст} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ . Відомі конструктивні рішення систем забезпечення мікроклімату, наукові дослідження в напрямку енергоефективних технологій в системах вентиляції та опалення, наукові публікації

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, Аналіз відомих конструктивних рішень систем забезпечення мікроклімату будівель, техніко-економічне обґрунтування, Теоретичне обґрунтування та проектні рішення для прийняття раціонального варіанта інженерних систем, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень та заходи з охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях, Техніко-економічні показники, Загальний висновок, Перелік використаних джерел, Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Плакати з результатами наукової частини роботи – дослідження енергоощадних систем забезпечення мікроклімату будівель. Креслення: Загальний вигляд будівлі при обстеженні. Плани поверхів, план розташування системи опалення, газопостачання та вентиляції на поверхах будівлі. Аксонометричні схеми системи опалення, газопостачання та вентиляції. Календарний план монтажу інженерних систем.

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Іноваційні енергоефективні технології в системах створення мікроклімату	к.т.н., _____ доцент <u>Панкевич О.Д.</u>		
Теоретичне обґрунтування та практичне рішення прийнятих варіантів мікроклімату	к.т.н., _____ доцент <u>Панкевич О.Д.</u>		
Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	<u>Панкевич О.Д.</u> к.т.н., доцент		
	Кобилянська І. М. к.т.н., доцент		
Техніко-економічні показники	Лялюк О. Г. к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 28.09.2020 р. \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Складання завдання та змісту до МКР	30.09.2020	
2	Аналітичний огляд конструктивних рішень енергоефективної системи забезпечення мікроклімату	04.10.2020	
3	Теоретичне обґрунтування та проектне рішення прийнятого варіанта системи будівлі	9.10.2020	
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень та заходи з охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях	28.10.2020	
7	Техніко-економічні показники	23.11.2020	
8	Оформлення графічної частини та пояснювальної записки, розробка презентації	26.11.2020	
9	Попередній захист	24.11.2020	
10	Виправлення зауважень	11.12.2020	
11	Рецензування	14.12.2020	
12	Захист МКР	17.12.2020	

**Магістрант** \_\_\_\_\_ Лисий Б.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

**Керівник проекту (роботи)** \_\_\_\_\_ Панкевич О.Д.

(підпис) (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота містить собі п'ять розділів: аналітичний огляд інженерних систем житлового будинку, теоретичне обґрунтування прийнятих рішень, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень, техніко – економічні показники, а також має графічну частину.

Виконано аналітичний огляд сучасних інженерних систем, Виконано техніко-економічне обґрунтування впровадження систем опалення, вентиляції та газопостачання з використанням конденсаційного типу осушувача.

У другому розділі виконано всі математичної розрахунки та моделювання інженерних систем житлового будинку

З метою забезпечення оптимального мікроклімату виконано підбір систем опалення, газопостачання та вентиляції .

Розроблені організаційно – технологічні рішення з монтажу систем вентиляції та кондиціонування. Розглянуто основні заходи та шляхи підвищення енергозбереження будівлі. Розроблені заходи з охорони праці і безпеки при надзвичайних ситуаціях при монтажі та експлуатації системи.

Розраховано техніко – економічні показники систем створення мікроклімату житлового будинку. Виконані розрахунки кошторисної вартості обраної системи.

Графічна частина містить аксонометричні схеми системи опалення,газо-постачання та вентиляції, плани поверхів з нанесенням обладнання та розгалуженнями трубопроводів, календарний план з графіком руху робітників та графіком руху машин і механізмів.

## АНОТАЦІЯ

Виконано аналітичний огляд сучасних систем опалення, газопостачання та вентиляції. Виконано техніко-економічне обґрунтування впровадження систем опалення, газопостачання та вентиляції та кондиціонування з використанням кон

У другому розділі виконано всі математичної розрахунки та моделювання систем опалення, газопостачання та вентиляції житлового будинку

З метою забезпечення оптимального мікроклімату виконано підбір систем вентиляції та кондиціонування з використанням теплоутилізаторів.

Розроблені організаційно – технологічні рішення з монтажу систем опалення, газопостачання та вентиляції. Розглянуто основні заходи та шляхи підвищення енергозбереження будівлі. Розроблені заходи з охорони праці і безпеки при надзвичайних ситуаціях при монтажі та експлуатації системи.

Розраховано техніко – економічні показники систем створення мікроклімату житлового будинку. Виконані розрахунки кошторисної вартості обраної системи.

## **ANNOTATION**

An analytical inspection of modern heating, gas supply and ventilation systems was performed. Feasibility study for the implementation of heating, gas supply and ventilation systems and air conditioning with the use of con

In the second section, all mathematical calculations and modeling of heating, gas supply and ventilation of a residential building are performed.

In order to ensure the optimal microclimate, the selection of systems was performed ventilation and air conditioning with the use of heat recovery units.

Organizational and technological solutions for the installation of heating, gas supply and ventilation systems have been developed. The main measures and ways to increase the energy saving of the building are considered. Measures for labor protection and safety in case of emergency situations during installation and operation of the system have been developed.

Techniques - economic indicators of systems of creation of a microclimate of a house are calculated. Calculations of the estimated cost of the selected system are performed.

<b>РЕЗЮМЕ</b> до магістерської кваліфікаційної роботи магістранта:		<b>Лисого</b> <b>Володимировича</b>		<b>Богдана</b>
Назва університету	Вінницький національний технічний університет			
Тема	Ресурсноефективні інженерні системи забезпечення мікроклімату приміщень житлових будівель			
Освітній ступінь	Магістр			
Факультет	Будівництва, теплоенергетики та газопостачання			
Кафедра	Інженерних систем у будівництві			
Спеціальність	192 – Будівництво та цивільна інженерія			
Освітня програма	Теплогазопостачання і вентиляція			
Керівник	к.т.н., доцент Панкевич О.Д.			
Обсяг роботи	Пояснювальна записка, стор.	Розділів	Креслень формату А1	
	133	5	8	
Розділ 1	Аналітичний огляд конструктивних рішень енергоефективної системи забезпечення мікроклімату			
Розділ 2	Теоретичне обґрунтування та проектне рішення прийнятого варіанта системи будівлі			
Розділ 3	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації прийнятих рішень системи будівлі			
Розділ 4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			
Розділ 5	Економічна частина			
Висновки по роботі	1. Виконано аналітичний огляд інженерних систем житлових будівель для забезпечення мікроклімату 2. Виконано теоретичне обґрунтування прийнятих рішень. 3. Розроблено організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень. 4. Розроблено заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності. 5. Розроблено локальний кошторис на роботи по монтажу систем опалення, газопостачання.			
Ключові слова: мікроклімат будівлі, системи опалення, газопостачання, вентиляції.				

Магістрант: Лисий Б.В.. \_\_\_\_\_ /ПІБ/

Керівник: Панкевич О.Д. \_\_\_\_\_ /ПІБ/

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2020 р

<b>SUMMARY</b> to undergraduate master's qualification work:		<b>Lysyi Bohdan Volodymyrovych</b>	
University name	Vinnytsia National Technical University		
Theme	<b>RESOURCE EFFICIENT ENGINEERING SYSTEMS FOR PROVIDING THE MICROCLIMATE OF RESIDENTIAL BUILDINGS</b>		
Educational degree	Master		
Faculty	Faculty for Civil Engineering, Thermal Power and Gas Supply		
Department	Engineering systems in construction		
Specialty	192 – Construction and civil engineering		
Educational program	Heat and gas supply and ventilation		
Head	Ph.D., associate professor Pankevych O.D.		
The scope of work	Explanatory note, p.	Sections	Drawings of A1 format
	133	5	8
Section 1	Analytical review of design solutions of energy efficient microclimate system		
Section 2	Theoretical substantiation and design decision of the accepted variant of the building system		
Section 3	Organizational and technological support for the implementation of decisions of the building system		
Section 4	Occupational health and safety in emergencies		
Section 5	Economic part		
Conclusions on work	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. An analytical review of engineering systems of residential buildings to ensure the microclimate</li> <li>2. Theoretical substantiation of the accepted decisions is executed.</li> <li>3. Organizational and technological support for the implementation of project solutions has been developed.</li> <li>4. Measures for labor protection and life safety have been developed.</li> <li>5. The local estimate for works on installation of systems of heating, gas supply is developed.</li> </ol>		
Keywords: microclimate of the building, heating systems, gas supply, ventilation.			

Master student: Lysyi B.V. \_\_\_\_\_ / Surname /

Head: Pankevych O.D. \_\_\_\_\_ / Surname /

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2020



## ВСТУП

В даній роботі розробляється проектний варіант ресурсоефективних інженерних систем забезпечення мікроклімату приміщень будинку.

Актуальність теми. За сучасних умов збільшення дефіциту та зростання цін на паливно-енергетичні ресурси, посиленню норм по забезпечення екологічності різних технологічних процесів і охорони довкілля, збільшенню потреб людини в тепловій енергії для покращення побутових і соціальних умов життя проблема енергозбереження та ресурсоефективності в Україні для житлово-комунального сектору та для економіки в цілому стає дуже актуальною. Станом на сьогодні проблема забезпечення мікроклімату приміщення може бути вирішена як за рахунок забезпечення якісно виконаних інженерних систем .

**Мета і задачі роботи.** За результатами дослідження необхідно обґрунтувати запропоновані проектні рішення по забезпеченню нормативних параметрів мікроклімату в приміщенні.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- провести аналіз існуючих теоретичних даних, а також методів розрахунку систем тепlopостачання, обґрунтувати доцільність застосування джерела теплової енергії;
- виконати проектування енергоефективної системи із забезпеченню мікроклімату в будівлі;
- розглянути організаційно-технологічне рішення із забезпечення реалізації запропонованих проектних пропозицій;
- визначити техніко-економічні показники, а саме величину капіталовкладень та економічного ефекту.

**Об'єкт дослідження** – процес забезпечення необхідних нормованих параметрів мікроклімату приміщень з використанням енергоефективних елементів систем опалення та вентиляції та газопостачання.

**Предмет дослідження** - системи опалення, та газопостачання будівлі.

**Методи дослідження.** В роботі використовувалися емпіричні методи дослідження, а саме, науковий пошук, аналітичний огляд за обраною темою дослідження, аналіз і синтез зібраних даних (перший розділ роботи); моделювання та прогнозування (другий, третій розділ роботи).

**Наукова новизна одержаних результатів:** набуло подальший розвиток методика розробки проектних рішень енергоефективних систем створення мікрорклімату будівлі.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає у реалізації досліджень, а саме, розробці технічно обґрунтованого та економічно доцільного проектного рішення - проекту системи опалення та газопостачання будівлі.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана відповідно до Закону України «Про енергозбереження» 1 № 75/94-ВР від 01.07.94р. та згідно з Національним планом дій енергоефективності на період до 2020 року, затвердженим розпорядженням Кабінету Міністрів України від 25 листопада 2015р. № 1228-р. Тема кваліфікаційної магістерської дипломної роботи відповідає науковому напрямку кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету – «Розробка енергоефективних систем теплогазопостачання, вентиляції і кондиціонування та іншого технологічного устаткування в галузі будівництва та цивільної інженерії»(державна реєстрація №01184000209).

В роботі використовувалися **такі методи дослідження**, як науковий пошук, аналітичний огляд за обраною темою дослідження, аналіз і синтез зібраних даних та моделювання.

**Апробація:** доповідь на XLVIII науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету за участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області.

# **1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ**

## **1.1 Питання мікроклімату**

Мікрокліматом приміщення вважають параметри навколишнього середовища всередині приміщення, які впливають на вологість і теплообмін людини з навколишнім середовищем. Ці умови поєднують температуру, швидкість повітря та відносну вологість, а також температуру навколишніх поверхонь та інтенсивність теплового випромінювання.

Відповідно до [1], в мікрокліматі існують допустимі, оптимальні, обмежено допустимі та підвищені оптимальні умови.

Допустимими умовами мікроклімату є поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому впливі на людину можуть спричинити зміни теплового стану організму, які швидко проходять і нормалізуються і супроводжуються механізмами стресу для терморегуляції у фізіологічній адаптації.

Оптимальними умовами мікроклімату називають поєднання параметрів мікроклімату, що при тривалому впливі на людину забезпечує збереження нормального

Розраховані параметри повітря, а саме температуру, рухливість та відносну вологість, слід приймати відповідно до санітарних вимог до повітря у приміщеннях житлових, громадських та адміністративних будівель [1].

У житлових будинках температура і швидкість повітря повинні відповідати оптимальним умовам в мікрокліматі. Якщо неможливо забезпечити оптимальні умови мікроклімату, температуру та швидкість повітря слід приймати в межах дозволених умов мікроклімату.

## **1.1 Основні нормативні вимоги щодо енергоефективності житлових будинків**

Енергоефективність будівлі - це властивість будівлі, її конструктивні елементи та технічне обладнання забезпечувати побутові потреби людини

протягом очікуваного життєвого циклу людини та оптимальні мікрокліматичні умови для перебування та проживання в приміщеннях такої будівлі, або на нормативно дозволеному (оптимальному) рівні енергетичних ресурсів для опалення, освітлення, вентиляції, кондиціонування, гарячого водопостачання з урахуванням місцевих кліматичних умов згідно з ДБН В.2.6-31: 2016 «Теплоізоляція будівель» [2]. Сучасні житлові будинки повинні відповідати таким енергозберігаючим вимогам:

а) конструктивні рішення для житлових будинків, а також їх технічні системи, повинні забезпечувати оптимальне споживання енергії під час будівництва та експлуатації [2],

б) площі зі світловими отворами не повинні перевищувати значень, визначених чинними нормами; Відношення площі світлових прорізів житлових кімнат і кухонь до площі підлоги цих приміщень повинно бути в межах від 1:5,5 до 1:8.

в) рекомендується проектувати індивідуальні джерела теплопостачання для будівель, що використовують відновлювані джерела енергії (використовувати сонячні колектори, теплові насоси тощо).

## **1.2 Порівняння варіантів влаштування системи опалення**

Для визначення найбільш доцільного варіанту живлення системи опалення порівняємо два варіанти можливого джерела теплопостачання будинку: централізоване опалення та опалення від індивідуального теплового пункту.

До переваг централізованого теплопостачання можна віднести:

- безпечність;
- централізоване розміщення котельних установок;
- порівняно невисока плата споживачів за газ.

До недоліків можна віднести:

- ненадійність;
- значні тепловтрати на шляху від джерела до споживача;

- значні будівельні та експлуатаційні витрати на прокладання і обслуговування теплотраси.

До переваг влаштування індивідуальних котлів відносяться:

- надійне і безперебійне підтримання заданих умов мікроклімату в приміщеннях;
- можливість корегування температури мережевої води в залежності від температури зовнішнього повітря;
- можливість вирівнювання температурних режимів квартир нижнього і верхнього поверхів;
- можливість відключення частини обладнання на ремонт без припинення подачі гарячої води споживачам;
- незалежність споживачів один від одного.

До недоліків влаштування дахової котельні відносять:

- небезпечність ;
- значні затрати на влаштування і утримання які несе кожен споживач окремо.

Техніко-економічне співставлення газових та електричних котлів.

Переваги газових котлів:

- простота в експлуатації: магістральний газ подається постійно (є котли, що можуть працювати від балонного газу, але це дуже дорого);
- високе ККД агрегату;
- може обігріти приміщення великого розміру до 1500 м<sup>2</sup>.

Недоліки газових котлів:

- перед встановленням газового котла необхідно одержати відповідні дозволи та оформити певні документи;
- небезпечність газового котла, можливий витік газу;
- для газового котла необхідні димар і добре провітрюване приміщення з окремим виходом на вулицю. При цьому потрібно, щоб котел не стояв упритул до стіни або між двома стінами. Крім того, потрібно, щоб вільно

відкривалися двері в приміщення: для горіння ґнота і для роботи пальника необхідний приплив кисню;

- газовий котел повинен бути обов'язково оснащений автоматикою, що запобігає витоку газу і перекриває газову трубу, якщо раптом такий витік станеться.

Переваги електричних котлів:

- електрокотел вважається найбезпечнішим: у ньому немає відкритого полум'я;
- простота в монтажі та експлуатації;
- невеликий розмір;
- не вимагають особливого догляду - не треба очищати їх від кіптяви (як газові та рідкопаливні котли);
- працюють безшумно;
- екологічність – немає шкідливих викидів і запахів.

Недоліки електричних котлів:

- необхідна окрема проводка, а якщо потужність котла більше 6 КВт, то потрібна трифазна мережа електропостачання (380 В);
- обмеженість потужності (для обігріву великого будинку доведеться купувати декілька окремих агрегатів, наприклад, окремо для кожного поверху);
- електрокотел має велике електроспоживання;
- велика витрата електроенергії при низькому ККД;
- незручний там, де електрика зникає більше, ніж на добу.

Отже, порівнявши два види котлів можна зробити висновок що газові котли, в даному випадку є доцільнішими ніж електричні.

### **1.3.1 Величина капітальних вкладень на влаштування системи централізованого опалення**

1. Вартість 1 м труби для теплотраси у цінах 2020 року складає 980,43 грн [25].

Довжина теплотраси  $L = 2000$  м, тоді вартість усієї теплотраси:

$$980,43 \cdot 2000 = 1960860 \text{ грн.}$$

2. Вартість проектних робіт приймаємо 15% від вартості влаштування тепло-траси за даними Державного комітету України з будівництва, архітектури та житлової політики[19]:

$$1960860 \cdot 0,15 = 294129 \text{ грн.}$$

3. Вартість монтажу приймаємо 30%:

$$1960860 \cdot 0,30 = 588258 \text{ грн.}$$

4. Вартість пусконаладжувальних робіт приймаємо 5%:

$$1960860 \cdot 0,05 = 98043 \text{ грн.}$$

5. Позабюджетні кошти приймаємо 1,2%:

$$1960860 \cdot 0,012 = 23530 \text{ грн.}$$

6. Податок на додану вартість (ПДВ) приймаємо 20%:

$$1960860 \cdot 0,20 = 392172 \text{ грн.}$$

$$K_1 = 1960860 + 294129 + 588258 + 98043 + 23530 + 392172 = 3356992 \text{ грн.}$$

### **1.3.2 Розрахунок величин капітальних вкладень на встановлення газових котлів.**

Вартість газового котла опалювального із закритою камерою згорання типу Demrad двухконтурный ADONIS B-24 – 420 EUR, банківський курс за 1 EUR. на 24.11.2020р – 33,5 грн [11]. У гривнях їх вартість буде складати:

$$420 \cdot 33,5 = 14070 \text{ (грн)}$$

Кількість газових котлів у будинку складає 30 шт., тому повна вартість газового устаткування становить:

$$14070 \cdot 30 = 422100 \text{ (грн.)}$$

1. Вартість проектних робіт приймаємо 15% від вартості обладнання за даними Державного комітету України з будівництва, архітектури та житлової політики:

$$422100 \cdot 0,15 = 63315 \text{ (грн.)}$$

2. Монтаж газових котлів приймають 30% від вартості установки:

$$422100 \cdot 0,3 = 126630 \text{ (грн.)}$$

3. Вартість пусконаладжувальних робіт і навчання персоналу приймаємо 5% від вартості обладнання :

$$422100 * 0,05 = 21105 \text{ (грн).}$$

4. Позабюджетні фонди (1,2%): 5065,2 грн.

$$K_2 = 422100 + 63315 + 126630 + 21105 + 5065,2 = 638215,2 \text{ (грн.)}$$

### **1.3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат централізованої системи опалення**

1. Бюджет витрат при централізованому опаленні сплачується за тарифами “Вінницяміськтеплоенерго”[19].

Загальна площа, що опалюється водяною системою опалення складає 4238м<sup>2</sup>. Опалювальний період складає 182 доби (6 місяців)[8].

За 1 м<sup>2</sup> приміщення, що опалюється, споживач повинен сплатити 35,24 грн/міс[19].

$$4238 * 35,24 * 6 = 896082,72 \text{ грн.}$$

1. Експлуатаційні витрати (30%) :

$$4238 * 0,3 * 12 = 15256,8 \text{ грн.}$$

2. Амортизаційні витрати (5%):

$$3356992 * 0,05 = 167849,6 \text{ грн.}$$

$$C_1 = 1079189,12 \text{ грн.}$$

### **1.3.4 Розрахунок експлуатаційних витрат на влаштування індивідуальних котлів. (С2)**

1. Витрати при опаленні даховою котельнею розраховуються за витратою газу протягом опалювального періоду. Вартість газу за тарифами ВІННИЦЯ ГАЗБУТ становить 8,9 грн/м<sup>3</sup> [18].

Максимальна витрата газу за опалювальний період - 76052 м<sup>3</sup>. За газ споживач повинен сплатити:

$$76052 * 8,9 = 676862,8 \text{ грн.}$$

2. Експлуатаційні витрати (30%):

$$4238 * 0,3 * 12 = 15256,8 \text{ грн.}$$

3. Амортизаційні витрати (0,05%):



$$638215,2 * 0,05 = 31910,76 \text{ грн.}$$

$$C_2 = 724030,36 \text{ грн.}$$

### 1.3.5 Показники економічної ефективності проекту

Визначаємо приведені витрати на влаштування системи централізованого водяного опалення та автономної системи опалення:

$$K_1 = 3356992 \text{ грн}; \quad C_1 = 1079189,12 \text{ грн};$$

$$K_2 = 638215,2 \text{ грн}; \quad C_2 = 724030,36 \text{ грн.}$$

Порівнюємо варіанти за приведеними витратами відповідно до формули:

$$П = (K+C) * E_n.$$

$$П_1 = (3356992+1079189,12)* 0,17 = 754150,79 \text{ (грн)};$$

$$П_2 = (638215,2 + 724030,36)*0,17 = 231581,75 \text{ (грн)},$$

де:  $K_1$  і  $K_2$  – відповідно капітальні вкладення на влаштування централізованого опалення та автономної системи опалення, грн;

$C_1$  і  $C_2$  – відповідно експлуатаційні витрати на влаштування централізованого опалення та автономної системи опалення, грн;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладен, для будівельної галузі  $E_n = 0,17$ .

Із двох варіантів вибираємо варіант з мінімальними приведеними витратами, в даному випадку – це другий варіант. Економічний ефект, який отримаємо в результаті використання другого варіанту, розраховуємо за формулою

$$E = П_1 - П_2$$

$$E = 754150,79 - 231581,75 = 522569,045 \text{ грн.}$$

Отже, при проектуванні системи опалення, дешевше буде встановлювати індивідуальні котли.

### 1.3.6 Порівняльна характеристика електричної та газової систем опалення

Величина затрат на влаштування систем опалення, що працюють від газових котлів та електричних котлів є однакою, оскільки затрати на матеріали є рівними. Різниця цих систем полягає у витратах на джерело електроенергії за розрахунковий період.

Вихідними даними для порівняльної характеристики є:

- потужність  $P_r = P_e = 24$  кВт;
- витрата природного газу котлом  $V = 2$  м<sup>3</sup>/год;
- розрахунковий період – 1 рік;
- кількість опалювальних днів – 182 днів;
- вартість 1 кВт·год. електроенергії –  $C_e = 0,9$  грн.;
- вартість 1 м<sup>3</sup> газового палива –  $C_g = 8,9$  грн.

Розрахунок витрат коштів на електроенергію розраховується за формулою :

$$S_e = E_p \cdot C_e, \quad (1.1)$$

де  $C$  – тариф за 1кВт·год. електроенергії, грн.;

$E_p$  – витрати електроенергії за рік, кВт·год:

$$E_p = N \cdot n \cdot t \cdot \eta, \quad (1.2)$$

де  $N$  – потужність одного котлоагрегату, кВт;

$n$  – кількість встановлених котлоагрегатів, шт.;

$t$  – кількість годин роботи опалювального агрегату, год;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії котла,  $\eta = 0,9$ .

$$E_p = 24 \cdot 30 \cdot 24 \cdot 182 \cdot 0,9 = 2830464 \text{ (кВт·год.)}$$

$$S_e = 2830464 \cdot 0,9 = 2547417,6 \text{ (грн.)}$$

Розрахунок витрат коштів на природній газ розраховується за формулою :

$$S_g = V_p \cdot C_g, \quad (1.3)$$

де  $C_g$  – тариф за 1м<sup>3</sup> на витрату природного газу, грн.;

$V_p$  – витрати природного газу за рік, м<sup>3</sup>:

$$V_p = N \cdot n \cdot t \cdot \eta, \quad (1.4)$$

де  $N$  – потужність одного котлоагрегату, кВт;

$n$  – кількість встановлених котлоагрегатів, шт.;

$t$  – кількість годин роботи опалювального агрегату, год;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії котла,  $\eta=0,9$ .

$$V_p = 2 \cdot 30 \cdot 24 \cdot 182 \cdot 0,9 = 235872 \text{ (м}^3\text{)}.$$

$$S_r = 235872 \cdot 8,9 = 2099260,8 \text{ (грн.)}.$$

З наведених вище значень видно, що витрати на електроенергію при встановленні електричних котлів є вищими ніж на витрати придбання газового палива, оскільки

$$S_e > S_r$$

$$2547417,6 > 2099260,8$$

Економічний ефект при цьому складає

$$E = S_e - S_r = 2547417,6 - 2099260,8 = 448156,8 \text{ (грн.)}.$$

Отже, при проектуванні системи опалення, джерелом теплової енергії є газові котли, що дозволяє зекономити за рік 448156,8 грн. в порівнянні з електричними котлами.

### **1.3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ**

#### **1.4.1 Вихідні положення. Характеристика об'єкту, технологічні можливості та економічна доцільність**

Об'єкт будівництва – п'ятиповерховий житловий будинок у м. Вінниці.

Природні умови.

Розрахункова температура зовнішнього повітря [2]

- середня найбільш холодної п'ятиденки - мінус 21 градус С;

- середня найбільш холодної доби - мінус 26 градусів С;

• Снігове навантаження – для 4-го снігового району [2].

• Вітрове навантаження – для 3-го вітрового району [2]

• Сейсмічність району - менше 6 балів.

• Нормативна глибина промерзання ґрунту – 0,90 м.

Характеристика об'єкту

1. Характер будівництва – нове будівництво
2. Кількість поверхів – 5.
3. Площа – 4238м<sup>2</sup>
4. Кількість секцій – 2.
5. Кількість квартир – 30.
6. Висота будівлі – 17м.
7. Клас наслідків(відповідальності) — СС2.

Визначення класу наслідків:

Кількість кімнат у квартирі	Площа квартир	Кількість квартир на будинок	Загальна площа квартир на будинок	Коефіцієнт розселення на квартиру	Розселення на будинок, осіб
1	42,5	10	425	1,43	61
2	69	10	690	2	84
3	84	10	840	2,62	120
Всього		30	1955		265

Для теплопостачання обираємо індивідуальні котлоагрегати. В якості джерела енергії для котла доцільним є використання природного газу.

Перевагами газових котлів є: доступність, високий ККД, простота конструкції та екологічність. Вентиляція приміщень змішана: механічна та природня.

#### 1.4.2 Обґрунтування проектної потужності об'єкту

Система опалення повинна компенсувати втрати тепла через огорожуючі конструкції і втрати на інфільтрацію. Визначення теплозахисних властивостей зовнішніх огорожень дозволяє вибрати потрібну опалювальну установку. Дана система теплопостачання доцільна з економічної точки зору, що показують розрахунки, а також із екологічної точки зору, адже захист атмосфери від забруднень є основною з проблем охорони довкілля.

Отже, необхідно знайти шляхи зниження витрат теплоенергії, які будуть ефективними в теплотехнічному відношенні і водночас їх реалізація потребуватиме мінімальних коштів.

Планується влаштування горизонтальної двохтрубної системи опалення з металопластикових трубопроводів. Джерелом опалення є індивідуальні котли, які забезпечують температуру теплоносія 70-90°C.

Трубопроводи системи опалення монтуються із металопластикових труб фірми KISAN. Алюмінієва труба покрита з обох сторін структурним поліетиленом високої щільності PEX.

Клейова адгезія в однаковій мірі утримує і шар матеріалу PEX і алюмінію. Це гарантує відсутність розшарування труби при багатократних температурних перепадах.

Максимальний робочий тиск – 1 МПа.

Максимальна робоча температура - 95°C.

### **1.4.3 Вибір типу системи тепlopостачання**

Вибір джерела тепlopостачання, теплоносія і типу системи тепlopостачання залежить, головним чином, від сумарного теплового навантаження і технологічних споживачів і визначається, виходячи з технічних і економічних міркувань.

Обґрунтування вибору джерела проводиться на основі техніко-економічного розрахунку, головним критерієм якого являється величина і цільність теплового навантаження.[14]

Враховуючи порівняльні характеристики для опалення житлового будинку вибрана індивідуальна система опалення із встановленням в кожній квартирі індивідуального газового котла. Основними факторами при виборі системи опалення є те, що:

- за останні роки експлуатації в Україні устаткування виявило себе надійним в роботі і прийнятним в експлуатації у наших умовах: перепадами напруги в електромережі, перепадами тиску в газовій мережі;
- простота і надійність в обслуговуванні;
- повністю автоматична і у випадку несправності, ремонту або профілактики вимикається опалення лише в одній квартирі. Якщо теплове навантаження району (населеного пункту) включає тільки опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання, то, як правило, використовується двохтрубна водяна система.

#### **1.4.4 Підбір нагрівальних приладів**

Основним елементом даної системи опалення є опалювальні прилади. Нагрівальні прилади краще встановлювати безпосередньо біля зовнішніх огорожень, під вікнами опалювальних приміщень. При такому розміщенні конвекційні потоки нагрітого повітря перешкоджають руху холодних потоків від зовнішніх огорожень. Для обігріву житлових приміщень приймаємо радіатори марки Термія, які належать до сучасного класу опалювальних приладів, призначених для застосування в системах центрального та індивідуального опалення будинків і споруд з примусовою циркуляцією теплоносія. [10]

Технічні характеристики:

- Матеріал - сталь
- Робоча температура теплоносія - до 110 °С
- Надлишковий робочий тиск теплоносія в радіаторах без термодіафрагми - до 1,6 МПа (16 кгс / м<sup>2</sup>)
- Надлишковий робочий тиск теплоносія в радіаторах з термодіафрагмою - до 1,0 МПа (10 кгс / м<sup>2</sup>)
- Надмірний випробувальний тиск - до 2,4 МПа (24 кгс / м<sup>2</sup>)
- Межа міцності - не менше 8,0 МПа

- Підключення - G 1/2 (внутрішнє різьблення)

Після монтажу всі радіатори проходять випробування на герметичність під високим тиском 37,5 бар для виявлення дефектів, які могли виникнути на різних етапах виробництва, що забезпечує стовідсоткову якість продукції.

Дані радіатори мають високу зносостійкість та ударостійкість, здатні витримувати високий тиск .

Після монтажу всі радіатори проходять випробування на герметичність під високим тиском 37,5 бар для виявлення дефектів, які могли виникнути на різних етапах виробництва, що забезпечує стовідсоткову якість продукції.

Дані радіатори мають високу зносостійкість та ударостійкість, здатні витримувати високий тиск.

#### **1.4.5 Розміщення котлоагрегату**

В будинку планується встановлення котлоагрегату. Котли планується влаштовувати в приміщенні кухонь. Це дозволяється при дотриманні всіх будівельних вимог безпеки, відстані між нагрітими поверхнями котла і стінами приміщень повинна бути не меншою 100 см, також на відстані не менше 300 мм від іншого газового обладнання.

Були обрані котли опалювальні газові настінні Demrad ADONIS B-24, із закритою камерою згорання – двоконтурний газовий опалювальний котел.[11]

Загальні дані:

- газовий настінний опалювальний агрегат із вмонтованим бойлером для приготування гарячої води;
- висота – 720 мм;
- ширина – 405 мм;
- глибина – 305 мм;
- маса апарата – 30.5 кг;
- потужність котла регулюється моделюючою горелкою;
- регулювання температури гарячої води;

- автоматичне перемикання в режим приготування гарячої води при її витраті від 1,5 л/хв.;
- примусова вентиляція та викид продуктів згорання через комбінований повітровід (дві коаксиально розташовані труби встановлені у зовнішній стіні опалювального приміщення);
- середній за опалювальний сезон ККД 91.1%.
- функція «гарячий старт» - гаряча вода через 5 с;
- стала температура гарячої води на виході;
- номінальний тиск газу – 1960 МПа;
- робочий тиск води – не більше 0,3 МПа;
- номінальна теплова потужність – 24 кВт;
- вмонтований проточний пластинчатий теплообмінник із нержавіючої сталі для підігріву води, який протидіє утворенню накипу;
- захист від заклинювання насосу і трьох ходового вентиля при їх простоюванні більше 24 годин;
- електронне запалювання і управління всіма функціями;
- контроль стану і пошуку несправностей через систему діагностики DIA;
- датчик тиску води в системі;
- компенсатор об'єму ємністю 7 літрів;
- запобіжний клапан системи опалення відрегульований на тиск 3 бар.

#### **1.4.6 Основні положення по організації будівництва і влаштування санітарно-технічних систем**

Роботи по влаштуванню системи опалення розпочинають після узгодження з органами державного нагляду. Всі роботи з монтажу обладнання і пусконаладжувальні роботи здійснюються спеціалістами підприємства-постачальника. Монтаж здійснює організація, яка має досвід монтажу таких установок. Монтажні роботи повинні виконуватись у відповідності з робочим проектом. Організація монтажних робіт може проводитись послідовним, паралельним та поточним методами.



Організація, що виконує будівельно-монтажні роботи повинна забезпечити: виконання робіт у визначені строки; якість роботи; здачу закінченого об'єкту в експлуатацію.

В якості замовника виступають приватні особи або організація. Вона має наступні права та обов'язки:

- планування будівництва, визначення майданчика будівництва;
- визначення підрядної організації та забезпечення її проектно-кошторисною документацією;
- забезпечення фінансування будівництва;
- здійснення контролю в період виконання робіт;
- приймання закінчених будівництвом об'єктів.

Замовник і підрядник заключають генеральний підрядний договір, який регулює взаємовідношення між ними на весь період будівництва.

Монтаж здійснюється підрядним способом, доставка елементів системи здійснюється підрядником.

При складанні актів приймання робіт та довідки про вартість виконаних робіт визначається базисна вартість виконаних робіт, враховуються ринкові подорожчання обумовлені в контракті або визначені по факту.

Оплата за виконанні монтажні роботи між замовником та підрядником проводиться у формі безготівкового розрахунку.

## 1.5 ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПАСПОРТ БУДИНКУ

Таблиця 1.1 – Загальна інформація

Дата заповнення	20.11.2020
Адреса будинку	м.Вінниця
Рік будівництва	2020

Таблиця 1.2 – Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Одиниця виміру	Величина
Розрахункова температура внутрішнього повітря	$t_B$	°C	22,0
Розрахункова температура зовнішнього повітря	$t_3$	°C	5
Тривалість опалювального періоду	$Z_{op}$	доба	182,0
Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{op-3}$	°C	1,4
Розрахункова кількість градусо-днів опалювального періоду	$D_d$	°C*доба	3385
<b>Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку</b>			
Призначення	Житловий будинок		
Типовий проект, індивідуальний	Типовий проект		
Конструктивне рішення	Цегляна кладка		

Таблиця 1.3 – Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

Показники	Нормативне значення показника	Розрахункове (проектне значення показника)	Фактичне значення показника
Загальна площа огорожувальних конструкцій будинку		1093,7	
В тому числі:			
<i>стін</i>		458	
<i>вікон і балконних дверей</i>		39,6	
<i>вхідних дверей</i>		4,1	

горищних перекриттів (холодного горища)		296	
підлоги по ґрунту		296	
Площа опалювальних приміщень		296	
Опалювальний об'єм		890	
Приведений опір теплопередачі огороджувальних конструкцій			
-Стін	3.3	-	3.77
-Вікон і балконних дверей	0,75	-	0.86
-Горищних перекриттів	4.95	-	5.81
-Перекриттів над неопалюваними підвалом	3.75	-	4.44

Таблиця 1.4

<b>Опалення</b>	
Тип системи	Індивідуальне опалення
Енергоносій джерела	Природний газ
Джерело опалення	Сталеві радіатори
Виробнича система	Відсутня
Розподіл	двотрубна система опалення
<b>Вентиляція</b>	
Вид системи	Витяжна

Рекомендації щодо підвищення рівня енергоефективності:

Здійснити утеплення будівлі:

- утеплити горище, утеплення здійснити з сторони покрівлі мінераловатним утеплювачем, густиною (25-31 кг/м<sup>3</sup>), товщиною не менше ніж 120 мм;
- Облаштування індивідуальної системи опалення задля уникнення втрат тепла та для можливості зеншення витрат.;

- Встановити місцеву системи вентиляції, використовуючи сучасні рекуператори, регенератори чи провітрювані;

### **Висновок 1**

Проаналізовано можливість забезпечення мікроклімату житлового будинку. Охарактеризовано об'єкт будівництва, наведено основні технологічні та будівельні рішення, що будуть використовуватися в проектуванні системи тепlopостачання. Також було визначено найбільш доцільний варіант системи тепlopостачання шляхом розрахунку капітальних вкладень ( $K_1$  та  $K_2$ ) та експлуатаційних витрат ( $C_1$  і  $C_2$ ), відповідно для централізованої та автономної систем тепlopостачання. Розраховано економічний ефект  $E = 522569,045$  грн, за результатом якого можна зробити висновок, що влаштування автономної системи тепlopостачання є економічно вигіднішим, та було порівняно на якому виді палива є більш вигідне використання котлів, а саме це газове чи електричне. Тому при проектуванні системи опалення, джерелом теплової енергії є газові котли, що дозволяє зекономити за рік 448156,8 грн. в порівнянні з електричними котлами. Був складений енергетичний паспорт даного житлового будинку

В результаті застосування ефективного обладнання забезпечується надійна та економічна робота автономного опалення чим забезпечується високий рівень комфорту в будинку.

## 2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА ПРОЕКТНЕ РІШЕННЯ ПРИЙНЯТОГО ВАРІАНТА СИСТЕМ БУДІВЛІ

### 2.1 Вихідні дані

Географічний пункт будівництва: м. Вінниця

Вихідні дані:

- технічна документація на технологічне
- діючі будівельні норми
- розташування об'єкту, кліматологічні дані місцевості
- генеральний план

Місто розташування: м. Вінниця

Таблиця 2.1 - Розрахункові параметри зовнішнього повітря [3]

Найменування величини	Величина
Холодний період	
Температура	-21°C
Теплий період року (системи вентиляції)	
Температура	27

Конструкція зовнішніх стін: кладка з керамічної цегли з утеплювачем – базальтові плити FASROCK, штукатуркою і фарбою.

Тип будівлі: багатоквартирний житловий будинок.

Схема системи опалення: з горизонтальною двотрубною розводкою.

Джерело теплозабезпечення: поквартирне опалення від двохконтурних газових котлів, теплоносій – вода.

Кількість поверхів: 5 поверхів з не опалюваним підвальним приміщенням.

Висота поверхів: 1-5 поверхів – 3 м; цокальний поверх – 2 м.

Так як м. Вінниця знаходиться в I кліматичному районі [4], то для огорожуючих конструкцій (зовнішніх стін, вікон, перекриттів) використовують певні опори теплопередачі  $R_0$ , що наведено в таблиці 2.2

Основними тепловтратами приміщення в холодну пору року є: втрати тепла через зовнішні огороження, витрати на нагрівання холодного повітря, яке

надходить (інфільтрується) через нещільності в огороженнях, крізь прорізи дверей, на нагрівання матеріалів, виробів, які холодними потрапляють у приміщення. Але також з іншого боку є і теплонадходження: від сонячної радіації, людей, джерел штучного освітлення, побутових приладів тощо.

Втрати тепла обчислюються для кожного опалювального приміщення послідовно через окремі огороження та складаються з основних і додаткових[7].

## 2.2 Розрахунок теплових втрат

Місто Вінниця знаходиться в першій кліматичній зоні, тому для огорожуючих конструкцій (зовнішніх стін, вікон, перекриттів, горищ) використовуються опори теплопередач використовуються опори теплопередач, які наведено у табл. 2.1

Таблиця 2.1 – Опори теплопередач захисних конструкцій будинку

Найменування огороження	Значення опору теплопередачі $R, \text{ м}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$
Зовнішні стіни	3,3
Вікна, балконні двері	0,75
Перекриття над неопалювальними підвалом	3,75
Перекриття горища	4,95
Зовнішні двері	0,6

Виходячи з опору теплопередач, підбираємо товщину зовнішніх стін, шар утеплювача перекриття над неопалювальним підвалом, горищного перекриття, тип заповнення світлових прорізів і дверей, що мають дійсний опір теплопередачі, але не менший необхідного .

Несучий шар матеріалу для стін – силікатна цегла, а для перекриття – пустотілі залізобетонні плити з різними теплотехнічними властивостями.

Проводимо облік додаткових тепловтрат огородження. Всі приміщення на плані поверху нумеруємо тризначними цифрами. Розміри тепловіддаючих огорож визначаємо згідно правил обміру. Визначаємо поправочні коефіцієнти до розрахункової різниці температур. Одержані дані розміщують до відповідних граф таблиць.

Розрахунок тепловтрат конструкції виконаний за формулою:

$$Q = \frac{1}{R_0} * F * (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) * n$$

де  $F$  – площа тепловіддаючої поверхні, м<sup>2</sup>;

$R_0$  – загальний термічний опір огорожі, (м<sup>2</sup>°C/Вт);

$t_{\text{в}}$  – розрахункова температура внутрішнього повітря[8], °C;

$t_{\text{з}}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря[8], °C (приймається середня температура найбільш холодної п'ятиденки);

$n$  – коефіцієнт, що враховує додатковий захист огорожувальної конструкції від зовнішніх температур.

### 2.1.2 Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін

Конструкцію зовнішньої стіни наведено на рис. 2.2.

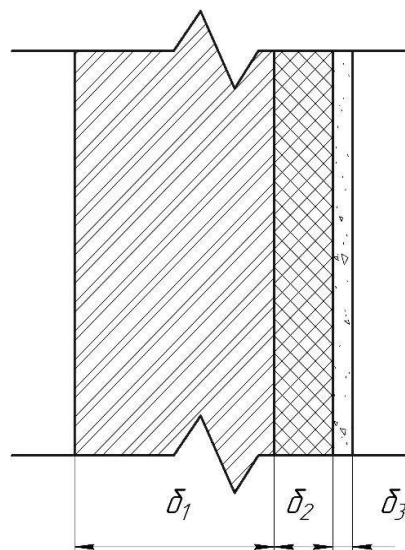


Рис. 2.2- Схема конструкції зовнішньої стіни до теплотехнічного розрахунку (1 – силікатна цегла на цементно-піщаному розчині  $\delta_1 = 0,51$ ; 2 – плити з мінеральної вати; 3– декоративна штукатурка  $\delta_3 = 0,02$ ),  
 Зовнішня стіна виконана із наступних будівельних матеріалів, що мають такі розрахункові теплотехнічні характеристики [9]:

1-й шар – силікатна цегла на цементно-піщаному розчині:

$$\rho_1 = 1800 \text{ кг/м}^3; \gamma_1 = 0,87 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}; \delta_1 = 0,51 \text{ м};$$

2-й шар – плити з мінеральної вати:

$$\rho_2 = 70 \text{ кг/м}^3; \gamma_2 = 0,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}; \delta_2 = x \text{ м};$$

3-й шар – декоративна штукатурка (цементно-піщаний розчин):

$$\rho_3 = 1600 \text{ кг/м}^3; \gamma_3 = 0,81 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}; \delta_3 = 0,02 \text{ м}.$$

Загальний термічний опір стіни ( $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ ):

$$R_0 = R_3 + \frac{\delta_{\text{ц}}}{\gamma_{\text{ц}}} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\gamma_{\text{ут}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\gamma_{\text{шт}}} + R_{\text{в}}, \quad (2.3)$$

де  $R_3$  – опір тепловіддачі зовнішньої поверхні, ( $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ );

$R_{\text{в}}$  – опір тепловому сприйняттю внутрішньої поверхні огороження, ( $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ );

$\delta_{\text{ц}}, \delta_{\text{ут}}, \delta_{\text{шт}}$ , – товщина шару цегли, утеплювача, штукатурки відповідно, м;

$\gamma_{\text{ц}}, \gamma_{\text{ут}}, \gamma_{\text{шт}}$ , – коефіцієнт теплопровідності цегли, утеплювача, штукатурки відповідно, ( $\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ).

Тобто:

$$R_0 = R_{\text{в}} + R_{\text{ц}} + R_{\text{ут}} + R_{\text{шт}} + R_3 \quad (2.4)$$

Щоб визначити товщину шару утеплювача, треба визначити який термічний опір повинен мати цей шар [7]:

$$R_{\text{ут}} = R_0 - (R_{\text{в}} + R_{\text{ц}} + R_{\text{шт}} + R_3) \quad (2.5)$$

Тоді

$$\delta_{\text{ут}} = R_{\text{ут}} * \gamma_{\text{ут}} \quad (2.6)$$

Необхідний термічний опір шару утеплювача:



$$R_{ут} = 3,3 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,87} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{1}{23} \right) = 2,53(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}.$$

Необхідна товщина утеплювача:

$$\gamma_{ут} = 2,53 * 0,04 = 0,1012(\text{м})$$

Виконаємо перевірку:, паорів

$$R_{\phi} = R_{в} + R_{ц} + R_{ут} + R_{шт} + R_{у} = 3,77$$

$$3,77 > 3,3 \gg R_{\phi} > R_0$$

Отже розрахунок і підбір утеплювача виконані вірно.

Коефіцієнт теплопередачі стіни:

$$k = \frac{1}{R_{\phi}} = \frac{1}{3,77} = 0,265 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}} \right)$$

### 2.1.3 Теплотехнічний розрахунок вікон

Для розрахунку приймаємо пластикові вікна REHAU GENEО .

Профільна система REHAU GENEО оснащена трьома контурами ущільнення та 6-ти камерним енергозберігаючим і забезпечує відмінні ізоляційні властивості вікон, а матеріал ущільнення RAU-PREN є високоеластичним, морозостійким і довговічним. що зображені на рис. 2.3

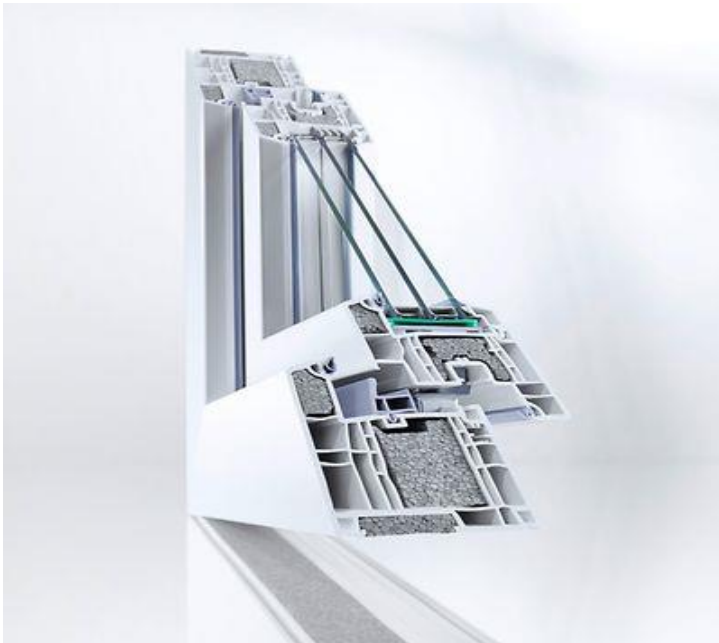


Рис. 2.3

Загальний термічний опір вікна складає:

$R_{BK} = 1,25 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$ , що відповідає вимогам [9].

Коефіцієнт теплопередачі вікна:

$$k = \frac{1}{R_{BK}} = \frac{1}{1.16} = 0.8 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}} \right)$$

#### 2.1.4 Теплотехнічний розрахунок перекриття над неопалювальним підвалом

Конструкцію перекриття над підвалом наведено на рис. 2.4.

Перекриття над підвалом виконане із наступних будівельних матеріалів:

1-й шар – пустотіла залізобетонна плита:

$\lambda_1 = 1,92 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;  $\delta_1 = 0,22 \text{ м}$ ;

2-й шар – пінополістирольні екструзійні плити:

$\rho_2 = 50 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;  $\lambda_2 = 0,037 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;  $\delta_2 = x \text{ м}$ ;

3-й шар – цементно-піщана стяжка:

$\rho_3 = 1600 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;  $\lambda_3 = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;  $\delta_3 = 0,05 \text{ м}$ ;

4-й шар – підлога із керамічної плитки

$\lambda_4 = 1,1 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;  $\delta_4 = 0,01 \text{ м}$ .

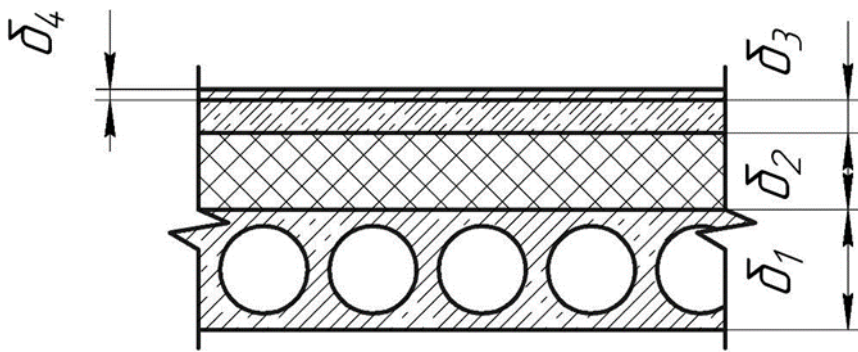


Рис. 2.4 – Схема конструкції перекриття над підвалом до теплотехнічного розрахунку

Загальний термічний опір перекриття над підвалом ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ):

$$R_0 = R_3 + \frac{\delta_{шп}}{\gamma_{шп}} + \frac{\delta_{пл}}{\gamma_{пл}} + \frac{\delta_{ут}}{\gamma_{ут}} + \frac{\delta_{ст}}{\gamma_{ст}} + R_B, \quad (2.7)$$

де  $R_3$  – опір тепловіддачі зовнішньої поверхні, ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ );

$R_B$  – опір тепловому сприйняттю внутрішньої поверхні огороження, ( $m^2 \cdot ^\circ C / W$ )

$\delta_{шп}, \delta_{пл}, \delta_{ут}, \delta_{ст}$  – товщина шару плити перекриття, утеплювача, стяжки, плитки відповідно, м;

$\gamma_{шп}, \gamma_{пл}, \gamma_{ут}, \gamma_{ст}$ , - коефіцієнт теплопровідності плити перекриття, утеплювача, стяжки, плитки відповідно, ( $W / (m \cdot K)$ ).

Тобто:

$$R_0 = R_B + R_{шп} + R_{пл} + R_{ут} + R_{ст} + R_3, \quad (2.8)$$

Щоб визначити товщину шару утеплювача, треба визначити який термічний опір повинен мати цей шар [7]:

$$(2.9) R_{ут} = R_0 - (R_B + R_{шп} + R_{пл} + R_{ст} + R_3)$$

тоді

$$\delta_{ут} = R_{ут} * \gamma_{ут} \quad (2.10)$$

Необхідний термічний опір шару утеплювача:

$$R_{ут} = 3,75 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,05}{0,81} + \frac{0,01}{1,1} + \frac{1}{12} \right) = 3,45 (m^2 \cdot K) / W.$$

Необхідна товщина шару утеплювача:

$$\delta_{ут} = R_{ут} * \gamma_{ут} = 3,45 * 0,037 = 0,127 (m)$$

Приймаєм товщину утеплювача  $\delta_{ут} = 0,15$  м. Виконаємо перевірку: утеплювача виконані вірно.

$$R_{\phi} = R_B + R_{шп} + R_{ут} + R_{ст} + R_{пл} + R_3 = 4,44 > 3,75$$

Отже розрахунок і підбір утеплювача виконаний вірно

Коефіцієнт теплопередачі перекриття:

$$k = \frac{1}{R_{\phi}} = \frac{1}{4,44} = 0,225 \left( \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right)$$

### 2.1.5 Теплотехнічний розрахунок горищного перекриття

Конструкцію горищного перекриття наведено на рис. 2.5.

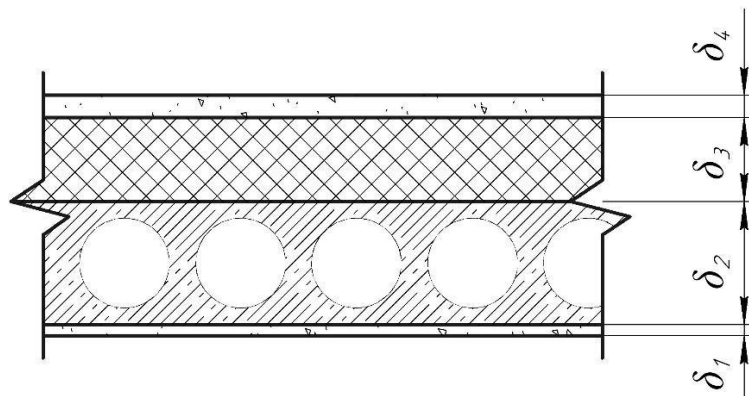


Рис. 2.5. – Схема конструкції горіщного перекриття до теплотехнічного розрахунку (1 – шпаклівка, 2 - пустотіла залізобетонна плита, 3 - пінополістирольні екструзійні плити, 4 - вирівнююча цементно-піщана стяжка)

Горіщне перекриття виконане із наступних будівельних матеріалів:

1- й шар – шпаклівка (гіпсовий розчин):

$$\rho_1 = 1300 \text{ кг/м}^3; \gamma_1 = 0,75 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}; \delta_1 = 0,01 \text{ м};$$

2-й шар – пустотіла залізобетонна плита:

$$\gamma_2 = 1,92 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}; \delta_2 = 0,22 \text{ м};$$

3-й шар – пінополістирольні екструзійні плити:

$$\rho_3 = 50 \text{ кг/м}^3; \gamma_3 = 0,037 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}; \delta_3 = x \text{ м};$$

4-й шар – вирівнююча цементно-піщана стяжка:

$$\rho_4 = 1600 \text{ кг/м}^3; \gamma_4 = 0,81 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}; \delta_4 = 0,07 \text{ м}.$$

Загальний термічний опір горіщного перекриття ( $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ ):

$$R_0 = R_3 + \frac{\delta_{\text{шп}}}{\gamma_{\text{шп}}} + \frac{\delta_{\text{пл}}}{\gamma_{\text{пл}}} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\gamma_{\text{ут}}} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\gamma_{\text{ст}}} + R_{\text{в}}, \quad (2.11)$$

де  $R_3$  – опір тепловіддачі зовнішньої поверхні, ( $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ );

$R_{\text{в}}$  – опір тепловому сприйняттю внутрішньої поверхні огороження, ( $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ );

$\delta_{\text{шп}}$ ,  $\delta_{\text{пл}}$ ,  $\delta_{\text{ут}}$ ,  $\delta_{\text{ст}}$  – товщина шару шпаклівки, плити перекриття, утеплювача, стяжки відповідно, м;

$\gamma_{\text{шп}}$ ,  $\gamma_{\text{пл}}$ ,  $\gamma_{\text{ут}}$ ,  $\gamma_{\text{ст}}$  – коефіцієнт теплопровідності шпаклівки, плити перекриття, утеплювача, стяжки відповідно, ( $\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ).

Тобто:

$$R_0 = R_{\text{в}} + R_{\text{шп}} + R_{\text{пп}} + R_{\text{ут}} + R_{\text{ст}} + R_{\text{з}}, \quad (2.12)$$

Щоб визначити товщину шару утеплювача, треба визначити який термічний опір повинен мати цей шар [7]:

$$R_{\text{ут}} = R_0 - (R_{\text{в}} + R_{\text{шп}} + R_{\text{пп}} + R_{\text{ст}} + R_{\text{з}}) \quad (2.13)$$

Тоді

$$\delta_{\text{ут}} = R_{\text{ут}} * \gamma_{\text{ут}} \quad (2.14)$$

Необхідний термічний опір шару утеплювача:

$$R_{\text{ут}} = 4,95 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,75} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,07}{0,81} + \frac{1}{12} \right) = 4,54 \text{ (м}^2\text{К)/Вт.}$$

Необхідна товщина шару утеплювача:

$$\delta_{\text{ут}} = R_{\text{ут}} * \gamma_{\text{ут}} = 4,54 * 0,037 = 0,167 \text{ (м)}$$

Приймаємо товщину утеплювача  $\delta_{\text{ут}} = 0,20$  м.

Виконаємо перевірку:

$$R_{\text{ф}} = R_{\text{в}} + R_{\text{пп}} + R_{\text{ут}} + R_{\text{ст}} + R_{\text{пл}} + R_{\text{з}} = 5,81 > 4,95$$

отже розрахунок і підбір утеплювача виконані вірно.

Коефіцієнт теплопередачі перекриття:

$$k = \frac{1}{R_{\text{ф}}} = \frac{1}{5,81} = 0,17 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}} \right)$$

Система опалення повинна компенсувати всі тепловтрати будинку – через захисні конструкції та на нагрівання зовнішнього холодного повітря, яке проникає в приміщення через різні нещільності в захисних конструкціях (інфільтрація), такі як щілини притворів, прорізи, нещільності вікон, відчинені двері.

## 2.2 Вибір опалювальних приладів

Опалювальні прилади є основними елементами системи опалення і повинні відповідати певним технологічним, санітарно-гігієнічними, техніко-економічним, архітектурно – будівельним вимогам.

В даному проекті і пропонується встановити сталеві панельні радіатори марки Термія КСК, мають гарантію 5 років з врахуванням експлуатації по призначенню. Було використано радіатори 22 та 11 типів. Радіатори

обладнанні термостатичними клапанами і термостатичними елементами марки Oventrop [15] для регулювання температури опалювального приладу. Для спуску повітря на радіаторах встановленні крани “Маєвського”. В ванних кімнатах були встановлені рушिकосушарки марки PURMO. Габарити радіатора приймаємо задаючись тепловою потужністю радіатора.

Марка радіаторів	Виробник	Од.вим.	Кількість	Потужність
Термія КСК 400*600	Термія	шт.	40	900
Термія КСК 400*800	Термія	шт.	35	1200
Термія КСК 400*1000	Термія	шт.	20	1500
Термія КСК 400*1200	Термія	шт.	5	1800

### **2.3 Моделювання гідравлічного режиму системи опалення**

Метою гідравлічного розрахунку є визначення економічних діаметрів теплопроводів при заданих теплових навантаженнях і розрахунковому циркуляційному тиску, який встановлений для цієї системи.

Розрахунок трубопроводів виконують тоді, коли визначені всі тепловтрати приміщень, вибрані і розміщені опалювальні прилади, складена схема теплопроводів в аксонометрії.

Гідравлічний розрахунок системи опалення складається з трьох етапів[2]:

- 1) Розбивання системи на ділянки і приймання діаметрів трубопроводів на цих ділянках.
- 2) За таблицями визначають швидкість руху теплоносія на даній ділянці, питомі втрати тиску і втрати тиску на місцевих опорах, визначають сумарні втрати тиску в системі.
- 3) Виконуємо перевірку: якщо запас тиску не перевищує 10% то діаметри трубопроводів підбрано правильно, в іншому випадку виконують перерахунок.

Розрахунок починається із самого невідповідного циркуляційного кільця, яке проходить через найбільш віддалений опалювальний прилад.

Для попереднього підбору діаметра труб на ділянках розрахункового циркуляційного кільця необхідно знати витрати води на ділянці  $G$ , кг/год і допустиму питому середню втрату тиску на 1 м за рахунок тертя  $R_d$ , Па/м [1].

$$G = \frac{3,6 \cdot Q}{4,187(t_r - t_o)} \quad (2.20)$$

де:  $Q$  – теплове навантаження ділянки циркуляційного кільця, Вт;

$t_r$  – температура гарячої води, 0С;

$t_o$  – температура охолодженої води, 0С.

Для даної системи приймаємо сталеві труби (для прокладання стояків) та металополімерні труби (для горизонтальної розводки). Орієнтуючись на витрату та швидкість руху води на ділянці ( $G$ , кг/год,  $V$ , м/с), з таблиць визначають діаметр трубопроводу, питомі витрати тиску від тертя на 1 м і динамічний тиск, які заносять до додатку  $\Gamma$ , після цього визначають втрати тиску від тертя на ділянці.

Витрати на місцевих опорах визначаємо за формулою:

$$Z = \xi \rho_d \quad (2.21)$$

де:  $\xi$  – коефіцієнт місцевого опору, визначається з каталогів виробників фасонних частин;

$\rho_d$  – динамічний тиск [1].

Після цього підраховуємо суму втрат тиску від тертя і суму втрат тиску від місцевих опорів. Потім визначають дійсні сумарні втрати тиску в циркуляційному кільці і порівнюють з розрахунковим циркуляційним тиском.

Дані розрахунку наведено в додатку  $\Gamma$ .

## 2.4 Газопостачання

### 2.4.1 Розрахунок витрати газу

Номінальна витрата газу 4-конфорної газової плити:

$$V_{пл} = \frac{3,6 \cdot Q_{пл}}{Q_H \cdot \eta_1} = \frac{3,6 \cdot 5,15}{34 \cdot 0,8} = 0,68 \text{ (м}^3\text{/год)} \quad (2.22)$$

Номінальна витрата газу одним котлом :

$$V_k = \frac{3,6 \cdot Q_k}{Q_n \cdot \eta_1} = \frac{3,6 \cdot 24}{34 \cdot 0,8} = 3,18 (\text{м}^3/\text{год}) \quad (2.23)$$

Номінальна витрата газу однією квартирою:

$$V = V_{\text{пл}} + V_k = 0,68 + 3,18 = 3,86 (\text{м}^3/\text{год}) \quad (2.24)$$

Розрахункова витрата буде дорівнювати :

$$\sum V_p = V \cdot K_{\text{sim}} = 3,86 \cdot 0,250 = 0,965 \quad (2.25)$$

#### 2.4.2 Моделювання гідравлічних режимів газопроводів

Метою моделювання гідравлічного режиму є визначення перепадів тиску на ділянках та вибір необхідних діаметрів труб.

Початковою точкою є підключення газопроводу до ШРП, яка знаходиться на фасаді будинку, кінцевою точкою – газова плита, яка знаходиться в найвіддаленішому газовому стояку Г1-4. Рекомендований перепад тиску згідно [6] становить  $\Delta P_p = 1000$  Па. Газового лічильника –  $\Delta P_2 = 200$  Па., котла  $\Delta P_1 = 100$  Па. Тоді розрахунковий перепад тиску на ділянці ШРП-12:

$$\Delta P_{P_1} = \Delta P_p - \Delta P_1 - \Delta P_2 = 1000 - 200 - 100 = 700 \text{ Па} \quad (2.26)$$

Розрахункова довжина ділянок мережі визначається з урахуванням надбавок на місцеві опори за формулою:

$$L_p = L_i \left( 1 + \frac{\alpha_i}{100} \right) \quad (2.27)$$

Сумарна розрахункова довжина всіх ділянок дорівнює  $\sum L_p = 130,73$  м.

Середня питома втрата тиску на тертя дорівнює :

$$R = 700/130,73 = 5,35 \text{ (Па/м)}$$

По розрахунковим витратам газу  $V_p$  та середній питомій втраті тиску  $R$

Підбираємо діаметри газопроводів  $d_y$ . Діаметри повинні бути не менше  $d_y = 15$  мм-для газової плити, та  $d_y = 20$  мм для котла (згідно з даними виробника) Сумарний гідравлічний опір газопроводу  $\sum \Delta P = 663,85$  Па.

Гідростатичний тиск для вертикальних ділянок (стояка) визначаються по формулі:

$$\Delta P_r = \pm h \cdot g (\rho_{\text{п}} - \rho_r), \quad (2.28)$$

де:  $h$  – різниця геометричних висот початку і кінця газопроводу, м.



$\rho_{\text{п}}, \rho_{\text{г}}$  – густина навколишнього повітря і природного газу,  $\text{кг}/\text{м}^3$

$$\Delta P_{\text{г}} = (22,88 \cdot 9,81)(1,21 - 0,73) = 108,21 \text{ (Па)}.$$

Таким чином загальні втрати тиску внутрішньо-будинкових газопроводів становлять:

$$\Sigma \Delta P = 663,85 + 100 + 200 - 108,21 = 856 \text{ Па} < 1000 \text{ Па}$$

Сумарні втрати тиску не перевищують рекомендованих.

Манометричний тиск газу перед пальниками газових приладів складе:

$$P_{\text{р}} = 3000 - 856 = 2144 > 1200 \text{ Па},$$

що відповідає рекомендованим значенням [6].

Результати гідравлічного розрахунку наведені в додатку Д.

## **2.5 Вентиляція. Розрахунок надходжень шкідливих виділень в приміщення**

### **2.5.1 Теплонадходження через світлові пройми**

Кількість тепла, яке надходить у приміщення завдяки сонячній радіації

$$Q = (F_1 q_1 + F_2 q_2) k_o \beta_o + \frac{(t_3 - t_b)}{R_o} F_o \quad (2.29)$$

де  $F_1$  – площа вікна, на яку діє пряма сонячна радіація,  $\text{м}^2$ ;

$F_2$  – площа вікна, на яку діє непряма сонячна радіація,  $\text{м}^2$ ;

$\beta_o = 0,15$  - коефіцієнт теплопропускання сонцезахисних пристроїв [27];

$k_o$  – коефіцієнт, який залежить від типу застосування,  $k_o = 0,8$  [27];

$R_o$  – опір теплопередачі заповнень світлових пройм,  $\text{м}^2 \times \text{К}/\text{Вт}$  [27];

$t_3$  та  $t_b$  - розрахункова температура відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$F_o = F_1 + F_2$  – площа світлової пройми,  $\text{м}^2$  ;

$q_1, q_2$  – відповідно кількість теплоти, яка надходить через вікно при прямому та непрямому опроміненні сонячним світлом,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ .

$$q_1 = (q_{\text{п}} + q_{\text{в}}) k_1 k_2 \quad (2.30)$$

$$q_2 = q_{\text{в}} k_1 k_2 \quad (2.31)$$

де  $q_{\text{п}}$  – надходження теплоти в через одинарне застосування від прямої радіації;

$k_1$  – коефіцієнт, затемнення вікон [27];

$k_2$  – коефіцієнт, забрудненість вікон [27];

Кількість теплоти, яка надходить в приміщення через світлові пройми наведено в таблиці 2.5.1

### 2.5.2 Визначення кількості тепла, яке отримується від джерел штучного освітлення та людей в приміщенні

Кількість тепла, яка виділяється від людей:

$$\Delta Q_{\text{л}} = \sum_{i=1}^n N_i q_i \quad (2.32)$$

де  $N_i$  – кількість людей в приміщенні;

$q_i$  – питома виділення теплоти однією людиною Вт.

Надходження теплоти від людей приймається за [24].

Кількість тепла, що виділяється при штучному освітленні визначається за формулою, Вт:

$$Q_{\text{осв}} = EF q_{\text{осв}} \eta_{\text{осв}} \quad (2.33)$$

де  $E$  – освітленість, лк;

$F$  – площа приміщення, м<sup>2</sup>;

$q_{\text{осв}}$  – питома виділення теплоти,  $\frac{\text{Вт}}{\text{лк}}$ ;

$\eta_{\text{осв}}$  – частка теплової енергії, яка потрапляє в приміщення.

Питомі тепловиділення визначаються [24]:

$$q_{\text{осв}} = 0,087 \frac{\text{Вт}}{\text{лк}}; \eta_{\text{осв}} = 0,15.$$

## **Висновок 2**

В даному розділі були запроєктовані систему опалення, вентиляції та газопостачання п'ятиповерхового житлового будинку в м. Вінниця.

Виконанні наступні розрахунки:

- розрахунок теплового режиму будівлі;
- моделювання гідравлічного режиму системи опалення, газопостачання;
- характеристик системи газопостачання.

Всі розрахунки виконані відповідно до чинних нормативних актів. Для даної системи опалення встановлюються сталеві панельні радіатори марки Термія, металопластикові трубопроводи фірми KISAN універсального призначення і підібрано необхідні діаметри трубопроводів, терморегулятори та котли опалювальні газові настінні Demrad двухконтурный ADONIS B-24 із закритою камерою згорання та вбудованим насосом UP15-60, призначені для опалення квартири і для забезпечення споживачів гарячою водою. Для газопостачання було розроблено варіант проекту, визначено витрати газоподібного палива, які становлять 367,20 м<sup>3</sup>/год, виконано моделювання гідравлічного режиму системи газопостачання в результаті чого були визначені діаметри газопроводів.

### **3. ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ СИСТЕМ БУДІВЛІ**

#### **3.1 Конструктивні особливості об'єкту**

В даній роботі запроєктовано систему опалення, газопостачання та вентиляції п'ятиповерхового житлового будинку в м. Вінниця.

Система опалення передбачається для забезпечення нормованих метеорологічних умов в приміщеннях квартир.

Система опалення індивідуальна. Джерелом тепlopостачання служить індивідуальний котлоагрегат, який розміщений в приміщеннях кухонь. В результаті гідравлічного розрахунку було підібрано діаметри труб для системи опалення. Було встановлено, що підібраний котлоагрегат повністю задовольняє вимоги системи опалення, тому влаштування додаткових насосів та компенсаторів об'єму не є доцільним [8].

Для всіх приміщень застосована горизонтальна двотрубна система опалення із металопластикових труб фірми Kisan.

В даній системі приймаємо радіатори для опалення "Термія" які були підібрані на основі теплотехнічного розрахунку. Обладнані боковими щитками та верхньою решіткою. Чотири штуцери для приєднання з внутрішньою різьбою G 1/2" для бокового підключення як з лівого, так і з правого боку.

На кожному нагрівальному приладі встановлюється приєднувальний елемент Кран д/рад Valtec 1/2" кут П/ключ для двотрубноі системи опалення для регулювання напору та встановлюємо термостатичний вентиль серії А фірми VALTEC [9].

#### **3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи**

Перед початком монтажних робіт об'єкт приймають по акту під монтаж, що підписується представником генерального підрядника, який виконує будівельні роботи. Об'єкт чи його частину приймають під монтаж при закінченні будівельних робіт: закінчених перекриттів, сходових кліток, внутрішніх стін і перегородок.

До часу приймання об'єкту під монтаж повинні бути виконані роботи і конструктивні елементи, які фіксуються актом:

- 1) Оштукатурені ділянки стін в місцях встановлення опалювальних приладів і прокладання трубопроводів.
- 2) Підготовлені монтажні пройми для переміщення крупногабаритного обладнання, що підлягає монтажу.
- 3) Нанесені на стінах фарбою, що важко змивається, відмітки чистої підлоги;
- 4) Встановленні віконні коробки і підвіконні дошки.
- 5) Підведені електросилові лінії для підключення механізмів та електроінструменту.
- 6) Забезпечена освітленість робочих місць, доступ до них робітників та можливість доставки матеріалів і обладнання, що підлягають монтажу.
- 7) Підготовлене риштування на підмостки для виконання робіт.

Окрім вказаних вимог до готовності об'єкту під монтаж перед початком робіт необхідно виділити місце для складування матеріалів, санітарно технічних заготовок і обладнання. Необхідно також приміщення для зберігання малогабаритних матеріалів, інструментів, інвентарю.

Опалювальні пристрої розташовують у прорізах під вікнами, підвіконня обумовлюються конструкцією приладів.

Монтажні положення трубопроводів:

- 1) вісі трубопроводів повинні бути паралельні площинам будівельних конструкцій;
- 2) підводи до опалювальних приладів виконують з нахилом в напрямку руху теплоносія. Нахил приймають 5-10 мм на всю довжину підводу [13];
- 3) Якщо довжина підводу до 500 мм, то його прокладають без нахилу;
- 4) нагрівальні прилади встановлюють на кронштейнах.

Група підготовки виробництва спільно з керівництвом монтажної організації зобов'язані уважно слідкувати за повним, своєчасним та якісним виконанням всіх будівельних робіт, що пов'язані з монтажем системи опалення.

### **3.3 Визначення складу і об'ємів робіт**

Після прийняття об'єкту під монтаж, доставити такі матеріали і механізми:

- а) монтажні пристосування і механізми;
- б) допоміжні матеріали;
- в) заготовки опалювальних систем в комплекті з прокладочними та закріплюючими деталями;
- г) обладнання системи опалення в комплекті з допоміжним обладнанням;

#### **3.3.1 Склад робіт**

1. Доставляння деталей і обладнання на місце монтажу.
2. Пробивання отворів діаметром до 50 мм в цегляних стінах товщ. до 25 см.
3. Прокладання металопластикових трубопроводів діаметром 16мм.
4. Прокладання металопластикових трубопроводів діаметром 20мм.
5. Ізоляція трубопроводів.
6. Установка вентилів, засувок, клапанів зворотних, кранів на трубопроводах.
7. Встановлення котлоагрегатів.
8. Установлення радіаторів.
9. Установлення фільтрів для очищення води у трубопроводах..
10. Гідравлічне випробування трубопроводів системи.
11. Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу.
12. Вивезення сміття з місця монтажу.

#### **3.3.2 Визначення об'ємів робіт**

1. Доставляння деталей і обладнання на місце монтажу. Вимірник – 1 т. Загальна вага усіх деталей 3692 кг (3,692). Приймаємо об'єм робіт  $V=3,692$ .
2. Пробивання отворів діаметром до 50 мм в цегляних стінах товщ. до 25 см.

Склад робіт: Розмічання місць пробивки. Пробивання гнізд і отворів.  
Одиниці вимірювання - 100 шт. Кількість отворів – 72 шт. Приймаємо  $V=0,72$ .

3. Прокладання трубопроводів  $d=16$  мм. Вимірник – 100 м. Загальна довжина 234 м. Приймаємо об'єм  $V=2,34$

4. Прокладання трубопроводів  $d=20$  мм. Вимірник – 100 м. Загальна довжина 1520 м. Приймаємо об'єм  $V=15,2$

5. Ізоляція трубопроводів зовнішнім діаметром до 25 мм.

Склад робіт: 1. Встановлення ізоляції на трубопровід з підгоном за місцем.

2. Кріплення конструкції.

Одиниці вимірювання – 100 м. Довжина ізоляції складає 1754 м. Отже, приймаємо  $V=17,54$ .

6. Установка вентилів, засувок, клапанів зворотних, кранів на трубопроводах.

Склад робіт: 1. Установлення арматури.

Одиниці вимірювання – шт. Загальна кількість вентилів, кранів радіаторних, кранів кульових, клапанів зворотних складає 1080 шт. Приймаємо  $V=1080$ .

7. Встановлення котлоагрегатів.

Склад робіт: 1. Установлення приладу. 2. Установлення і зароблення кріплень.

3. Приєднання приладу до трубопроводів. 4. Пробивання отвору для димоходу, установлення патрубків. 5. Установлення витяжки до патрубка

Одиниці вимірювання – шт. Кількість котлів – 54 шт. Отже,  $V=54$ .

8. Установлення радіаторів .

Склад робіт: 1. Установлення та зароблення кронштейнів зі свердлінням отворів або пристрілюванням пістолетом, а також кріпленням кронштейнів шурупами. 2. Установка радіаторів і конвекторів з приєднанням їх до трубопроводів. 3. Гідрравліческое випробування сталевих радіаторів.

Одиниці вимірювання в 100 кВт. Кількість радіаторів 180 шт загальною потужністю 224460 Вт. Отже,  $V=2,24460$  кВт.

9. Установлення фільтрів для очищення води у трубопроводах.

Склад робіт: 1. Установка фільтра на готову основу. 2. З'єднання фільтра з трубопроводом.

Одиниці вимірювання – 10шт. Кількість фільтрів - 216 шт. Отже,  $V=21,6$ .

10. Гідравлічне випробування трубопроводів системи.

Склад робіт: 1. Зовнішній огляд трубопроводу. 2. Приєднання водопроводу і гідравлічного преса. 3. Установка заглушок і манометра. 4. Наповнення системи водою до заданого тиску. 5. Огляд трубопроводу та усунення дефектів. 6. Остаточна перевірка і здача системи. 7. Спускання води з системи. 8. Зняття заглушок, манометра і від'єднання преса.

Одиниці вимірювання – 100 метрів. Довжина трубопроводів – 1754 м. Отже,  $V=17,54$ .

11. Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу. Одиниці вимірювання - тонни. Маса сміття 0,2т. Отже  $V=0,2т$ .

12. Вивезення сміття з місця монтажу. Одиниці вимірювання - тонни. Маса сміття 0,2т. Отже  $V=0,2т$ .

### **3.4 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань і конструкцій**

#### **3.4.1 Вимоги до монтажу трубопроводів**

До монтажу трубопроводів висувають наступні вимоги [13]:

- 1) надійне кріплення до будівельних конструкцій споруди, спирання трубопроводів на опалювані прилади не дозволяється;
- 2) внутрішні поверхні повинні бути гладкими;
- 3) роз'ємні з'єднання трубопроводів повинні бути розміщені в доступних місцях;
- 4) вертикальні трубопроводи не повинні відхилятися від прямої лінії більш ніж на 2мм на 1м довжини трубопроводу;
- 5) підводи до опалювальних приладів виконують з нахилом 5-10мм на всю довжину трубопроводу ;
- 6) радіатори слід встановлювати на відстані не меншій за 25мм від поверхні штукатурки, 60мм від підлоги, 50мм від підвіконної дошки ;



7) радіатори доставляють на об'єкт після приймання його під монтаж.

До початку монтажу необхідно :

- 1) на аксонометричній схемі чи монтажному кресленні системи опалення зробити розбивку на вузли у відповідності з місцевими умовами монтажу;
- 2) визначити послідовність монтажу вузлів;

Монтаж прес-з'єднань для металопластикових труб Kisan виконується за допомогою електричного пресу. Запресування з'єднань виконується в наступній послідовності:

1. Тримаючи прес однією рукою за корпус, іншою рукою натиснути на задні кромки тисків так, щоб тиски, що відкрилися, дозволили увійти під їх робочу поверхню втулці з'єднання зі вставленою у неї трубою.
2. Прес необхідно тримати під прямим кутом до повздовжньої осі труби.
3. Послабити тиски, які охоплюють трубу.
4. Взяти за ручку пристрій.
5. Встановити перемикач напрямлення обертання в праве положення.
6. Увімкнути прес
7. Утримувати кнопку вимикача в натиснутому положенні до моменту самостійного вимикання пресу або до спрацювання протиперенавантаженого механізму щеплення.
8. Перемикач напрямлення обертання перевести вліво і увімкнути прес вимикачем.
9. Рукою натиснути позаду на тиски і зняти їх із запресованої втулки.

### **3.4.2 Монтаж радіаторів**

1. Радіатори доставляють на об'єкти в зібраному вигляді.
2. Розмічають місця встановлення кронштейнів за допомогою розмічувального шаблону.
3. Висвердлюють або пробивають отвори.
4. Встановлюють кронштейни і заробляють їх цементним розчином.

5. Навішують на кронштейни радіатори і вивіряють їх за допомогою виска і рівня.

6. Радіатори розміщують на відстанях обумовлених в їх технічній документації.

### **3.4.3 Монтаж розвідних трубопроводів**

В місцях проходів через стіни і перегородки трубопроводи прокладають в пластмасових втулках (із зазором 15...20 мм, який заповнюється еластичним ущільненням), що забезпечує вільне видовження труб під час зміни температурних умов. В даному проекті труби укладаються в підлозі в гофрованій трубці, що дає можливість термічної зміни довжини труби.

Підводи до опалювальних приладів виконують з нахилом в напрямку руху теплоносія. Нахил приймаємо 5...10 мм на всю довжину підводу. Якщо підвід має довжину до 500мм, то його прокладаємо без нахилу. Підводи прикріплюємо до стін, якщо їх довжина перевищує 1,5м .

За індустріальною технологією монтажу нагрівальні прилади встановлюємо одночасно з монтажем підводів.

Радіатори встановлюємо на відстані 30мм від поверхні штукатурки 100мм – від підлоги, 200мм – від підвіконної дошки

Всі панельні опалювальні радіатори зі зворотнього боку мають дві пари захватів. Кожен радіатор в процесі виробництва оснащений заглушкою і пробкою (кран типу Маєвського).

Радіатори монтуємо в такій послідовності: розмічуємо місця встановлення кронштейнів за допомогою розмічувального шаблона, висвердлюють або пробивають отвори, встановлюють кронштейни і заробляють їх цементним розчином. Навішують на кронштейни радіатори і вивіряють їх за допомогою рівня і виска.

### **3.4.4 Вибір типу машин та механізмів**

Труби, деталі, конструкції та обладнання для систем опалення та гарячого водопостачання завозяться централізовано двома автомашинною Mercedes Benz "Vario". Технічні характеристики автомашини Mercedes Benz "Vario" [15]:

Вантажопідйомність – 6000 кг;

Вантажна висота – 2200 мм;

Найбільша швидкість – 140 км/год;

Радіус повороту – 8,5 м;

Витрата палива – 14 л/100 км;

Габаритні розміри:

- довжина – 7800 мм;

- ширина – 2100мм;

- висота – 3000мм;

Маса – 5990 кг.

Отвори для встановлення кронштейнів та пробивання отворів цегляних стінах виконують за допомогою перфоратора DeWalt DC224КА.

Його характеристики:

Напруга – 24 В;

Батарея - NiCd 2.0 Ач;

Потужність – 300 Вт;

Число обертів х.х.: 0-1100 об/хв;

Макс. діаметр свердлення для бетону - 22 мм;

Маса - 4.0 кг;

Довжина - 310 мм;

Висота - 240 мм.

Поршневий компресор високого тиску Fudag FC2/24CM2. Характеристики:

Продуктивність – 230 л/хв.;

Тиск – 8 бар;

Потужність двигуна – 1,5 кВт;

Довжина x Ширина x Висота: 600 x 260 x 580 мм;

Маса – 25кг;

Для прес-з'єднань використовується електричний прес POWER E фірми Rems.

Вага всього - 4,4 кг.

Потужність двигуна - 400 Вт.

Для різання труб використовуються ножиці для металопластику діаметром до 35 мм фірми Rems.

### **3.5 Визначення трудомісткості монтажних робіт та складання графіку виконання робіт, загальної тривалості робіт і складу бригад**

Трудомісткість монтажних робіт визначається за формулою

$$Q = \frac{V \times H_{ч}}{B} \text{ [люд/дні,]}$$

де V – об'єм робіт;

H<sub>ч</sub> – норма часу на одиницю виміру, люд/год;

B – кількість годин в зміні, год.

Тривалість монтажних робіт визначається за формулою

$$T = \frac{Q}{n} \text{ [дні].}$$

де Q – трудомісткість монтажних робіт, люд/дні

n – кількість робітників, люд

1. Доставка деталей і обладнання на місце монтажу.

Об'єм : 3,692

Норма часу : НВ Р = 2,1 люд-год.

Трудомісткість  $Q = 2,1 \times 3,692 / 8 = 0,96$  люд-днів.

Склад ланки : 2 чол. 1 водій категорії С і 1чол.- 3 розряду.

$T = 0,96 / 2 = 0,48$  дня.

Приймаємо  $T = 0,5$  дня.

2. Пробивання отворів діаметром до 50 мм в цегляних стінах товщ. до 25 см.

Норма часу: НЧ =83,87 люд.- год.

Трудомісткість  $Q = 83,87 \times 0,72 / 8 = 7,5483$  (люд.-год.).

Склад ланки: 2 бригади по 2 чол., 4 чол. 4 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 7,5483 / 4 = 1,88$  (днів).

Приймаємо  $T = 2$  днів

3. Прокладання металопластикових трубопроводів діаметром 16 мм.

Об'єм : 2,34

Норма часу: НЧ =48,71 люд.- год..

Трудомісткість  $Q = 2,34 \times 48,71 / 8 = 14,25$  (люд.-год.).

Склад ланки : 3 бригади по 2 чол. 3чол. - 5 розряду; 3чол. - 4 розряду.

$T = 14,25 / 6 = 2,37$  днів.

Приймаємо  $T = 2,5$  днів

4. Прокладання металопластикових трубопроводів діаметром 20 мм.

Об'єм : 15,2

Норма часу: НЧ =48,71 люд.- год..

Трудомісткість  $Q = 15,2 \times 48,71 / 8 = 92,54$  (люд.-год.).

Склад ланки : 4 бригади по 2 чол. 4чол. - 5 розряду; 4чол. - 4 розряду.

$T = 92,54 / 8 = 11,54$  днів.

Приймаємо  $T = 12$  днів

5. Ізоляція трубопроводів.

Об'єм : 17,54.

Норма часу: НЧ =9,12 люд.- год.

Трудомісткість  $Q = 9,12 \times 17,54 / 8 = 19,99$  (люд.-год.).

Склад ланки: 2 бригади по 2 чол. 2чол. - 5 розряду; 2чол. - 4 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 19,99 / 4 = 4,99$  (днів).

Приймаємо  $T = 5$  днів

6. Установка вентилів, засувок, клапанів зворотних, кранів на трубопроводах.

Норма часу: НЧ =1,48 люд.- год.

Трудомісткість  $Q = 1,48 \times 1080 / 8 = 199,8$  (люд.-год.).

Об'єм: 1080.

Склад ланки: 3 бригади по 3 чол.. 3чол. - 5 розряду; 4чол. - 4 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 199,8/9 = 22,2$  (днів).

Приймаємо  $T = 23$  днів

7. Установлення котлоагрегатів.

Об'єм: 54

Норма часу: НЧ = 6,8 люд.- год

Трудовісткість  $Q = (6,8 \times 54) / 8 = 367,2$  (люд.-год.).

Склад ланки: 6 бригади по 3 чол. 6чол. - 5 розряду; 12чол. - 4 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 367,2/18 = 20,4$  (днів).

Приймаємо  $T = 20,5$  днів

8. Установлення радіаторів.

Норма часу: НЧ = 96,92 люд.- год.

Трудовісткість  $Q = 96,92 \times 2,24460 / 8 = 27,19$  (люд.-год.).

Склад ланки: 2 бригади по 3 чол.. 2чол. - 5 розряду; 4чол. - 4 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 27,19/6 = 4,53$  (днів).

Приймаємо  $T = 4,5$  днів

9. Установлення фільтрів для очищення води у трубопроводах.

Норма часу: НЧ = 12,3 люд.- год.

Трудовісткість  $Q = 12,3 \times 21,6 / 8 = 33,21$  (люд.-год.).

Склад ланки: 3 бригади по 3 чол., 3чол. - 5 розряду; 6чол. - 4 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 33,21/9 = 3,69$  (днів).

Приймаємо  $T = 4$  дні

10. Гідравлічне випробування трубопроводів системи.

Норма часу: НЧ = 8,22 люд.- год.

Трудовісткість  $Q = 8,22 \times 17,54 / 8 = 18,02$  (люд.-год.).

Склад ланки: 2 бригади по 3 чол., 2 чол. - 5 розряду; 4 чол. - 4 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 18,02/6 = 3,001$  (днів).

Приймаємо  $T = 3$  днів

11. Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу.

Норма часу: НЧ = 0,41 люд.- год.

Трудомісткість  $Q = 0,41 \times 2,9/8 = 0,14$  (люд.-год.).

Склад ланки: 1 бригада 2 чол. 1 водій категорії С і 1 монтажник 3 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 2,9/2 = 0,25$  (днів).

Приймаємо  $T = 0,25$  дня

12. Вивезення сміття з місця монтажу.

Норма часу:  $НЧ = 2,1$  люд.- год.

Трудомісткість  $Q = 2,1 \times 0,9/8 = 0,23$  (люд.-год.).

Склад ланки: 1 бригада 2 чол. 1 водій категорії С і 1 монтажник 3 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 0,23/2 = 0,12$  (днів).

Приймаємо  $T = 0,25$  дня

### **3.6 Витрата матеріалів та допоміжного обладнання при монтажі системи опалення та гарячого водопостачання**

#### **3.6.1 Витрата матеріалів та механізмів**

Витрати допоміжних матеріалів для системи опалення наведено у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Відомість потреби в допоміжних матеріалах

№ п. п.	Шифр ресурсу	Матеріали, деталі і напівфабрикати	Од. вим.	К-ть
1	2	3	4	5
1	С111-136	Дюбеля з каліброваною головкою ( в обоймах) 2,5x48,5 мм	т	0,01512
2	С111-384	Білило густо терте цинкове МА-011-1	т	0,00324
3	С111-1483	Шурупи з напівкруглою головкою, діаметр стрижня 6 мм, довжиною 40 мм	т	0,09636
4	С111-1668	Оліфа натуральна	кг	3,168
5	С1545-159	Очіс льняний	т	0,00288
6	С142-10-2	Вода	м <sup>3</sup>	96,97
7	С1113-266	Водний розчин нітрата та карбоната натрію	м <sup>3</sup>	1,7
8	С1630-115	Кронштейни Кр1-РС для радіаторів сталевих	к-кт	112

Продовження табл. 3.1				
9	C1546-82	Сурик свинцевий	т	0,0036
10	C113-2005	З'єднання до запресування 3-3, Ду 16x16 мм	шт	100
11	C113-2006	З'єднання до запресування 3-3, Ду 20x20мм	шт	50
13	C113-1999	З'єднання до запресування 3-3, Ду 16x1/2" мм	шт	648
14	C113-2010	Кутник до запресування 3-3, Ду 16x16 мм	шт	576
15	C113-2011	Кутник до запресування 3-3, Ду 20x20мм	шт	360
16	C113-2015	Трійник до запресування 3-3-3, 16x16x16 мм	Ду шт	72
17	C113-2022	Трійник ред. до запресування 3-3-3, 20x16x16 мм	Ду шт	144
18	C113-2023	Трійник ред. до запресування 3-3-3, 20x16x20 мм	Ду шт	72
19	C113-2025	Трійник ред. до запресування 3-3-3, Ду 25x16x20 мм	шт	72
20	C113-2016	Трійник до запресування 3-3-3, 20x20x20мм	Ду шт	72
21	C113-2008	З'єднання ред. до запресування 3-3, 20x16 мм	Ду шт	144
22	C113-2000	З'єднання до запресування 3-3, Ду 20x3/4" мм	шт	216
23	C113-2074	Перехідник ред. В-В, Ду 1/2"x3/4" мм	шт	216
24	C113-2067	Ніпель редуційний В-В, Ду 3/4"x 1" мм	шт	144
25	C1630-142-1	Кран шар. 3/4" Valtec нв	шт	288
26	C1630-142-2	Кран шар. 3/4" Valtec нв н/г амер.	шт	144
27	C1630-103-1	Фільтр 3/4"	шт	144



Продовження табл. 3.1				
28	C1630-1972-1	Клапан зворотній	шт	72
29	C1545-19-1	Втулка	100шт т	3,24

Таблиця 3.2 – Відомість потреби в основних матеріалах

№ п.п.	Матеріали, деталі і напівфабрикати	Одиниці виміру	Кількість	Маса, т
1	2	3	4	5
1	Труба металопластикова, РЕХ-AL-РЕХ, Ду 16х2 мм	м	234	0,047
2	Труба металопластикова, РЕХ-AL-РЕХ, Ду 20х2,25 мм	м	1520	0,380
4	Захисна трубка /гофрована/ 16х2 мм	м	234	0,023
5	Захисна трубка /гофрована/ 20х2,25 мм	м	1520	0,152
7	Котел «Viessmann VITOPEND»	шт	72	1,728
8	Термостат "Uni LH" Oventrop	шт	252	0,05
9	Термостат. вентиль Ду15, R 1/2", співвісний, Oventrop	шт	252	0,126
10	Кран д/рад Valtec 1/2" кут П/ключ н/г	шт	396	0,132
13	Радіатор Термія 900Вт, 50/60	шт	72	0,324
14	Радіатор Термія 1260Вт, 50/80	шт	63	0,353
15	Радіатор Термія 1700Вт, 50/100	шт	36	0,259
16	Радіатор Термія 2120Вт, 50/120	шт	9	0,07

Загальна маса основних матеріалів складає: 3,6434 т.

Витрата інструментів на гідравлічне випробування системи опалення наведена в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Набір інструментів для монтажників системи опалення

Найменування	ГОСТ, марка	Кількість
Ключ гайковий двосторонній		
M12-17-19 мм	ГОСТ2839-80	4
M16-22-21 мм		4
Плоскогубці комбіновані	ГОСТ 5547-75	4
Молоток слюсарний	ГОСТ 2310-77	4
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	ГОСТ 7211-72	4
Стрічка вимірювальна, 20 м		4
Рівень металевий	ГОСТ 7948-80	2
Висок	ГОСТ 7948-80	2
Ящик переносний для інструменту		4
Будівельно-монтажний пістолет ПЦ-52-1		2
Фаскознімач KAN, розмір 15-54 мм		2
Прес електричний 230В-power press E		2
Прес-клещі для преса power		2
Роликовий труборіз		4
Арматурний ключ		1
Набір відкруток		1
Комплект паяльного інструменту		1
Напильник		1

Маса інструментів:

1. Ключ гайковий двохсторонній, маса 1 шт. – 0,0009 т, 4 шт.– 0,0036т.
2. Плоскогубці комбіновані, маса 1шт. – 0,00024 т, 2 шт. – 0,00048 т.
3. Молоток слюсарний, маса 1 шт. – 0,0008 т, 4 шт. – 0,0032 т.
4. Зубило слюсарне довж. 200 мм, 1 шт. – 0,00045 т, 4 шт. – 0,0018 т.
5. Стрічка вимірювальна, 20 м – 0,0008 т, 4 шт. – 0,0032 т.
6. Рівень металевий, маса 2 шт. – 0,0048 т.

7. Висок, 2 шт. – 0,0014 т.
8. Ящик переносний для інструментів, маса 1 шт.–0,004т, 4 шт–0,016т.
9. Будівельно-монтажний пістолет, маса 1 шт. – 0,00450 т, 2 шт. – 0,0033т.
10. Фаскознімач KAN , маса 1 шт. – 0,0005т, 2 шт.- 0,001т.
11. Прес електричний, маса 1 шт. – 0,00335 т, 2 шт.- 0,0067 т.
12. Прес-клещі для преса power, 1шт. – 0,0009 т, 2 шт. – 0,0018 т.
13. Арматурний ключ, 1шт. – 0,00086 т.
14. Набір викруток, 1шт. – 0,001 т.
15. Напильник, 1шт. – 0,00017т.

### 3.6.2 Витрата електроенергії та пального

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою:

$$E = P \times \tau \times k, \quad (3.1)$$

де  $P$  – потужність приладу чи механізму, кВт;

$\tau$  – термін роботи приладу, год;

$k$  – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання[14].

Витрата електроенергії на роботу перфоратора:

$$E = 0,3 \times 228 \times 0,6 = 41,04 \text{ (кВт год)}. \quad (3.2)$$

Витрата електроенергії компресором :

$$E = 1,5 \times 24 \times 0,7 = 25,2 \text{ (кВт год)}. \quad (3.3)$$

Витрата електроенергії електричним пресом :

$$E = 0,4 \times 312 \times 0,7 = 87,36 \text{ (кВт год)}. \quad (3.4)$$

Сумарні витрати електроенергії становлять:

$$41,04 + 25,2 + 87,36 = 153,6 \text{ (кВт год)}. \quad (3.5)$$

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів: відстань 15 км, кількість ходок  $n = 2$ , витрата пального  $Q = 14 \text{ л/100км}$ .

Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою

$$Q=Q*2*n*l=0,14\times 2\times 2\times 15= 8,4 \text{ (л)}. \quad (3.6)$$

### 3.7 Пуск в дію та випробування системи опалення

Після закінчення монтажу системи опалення та іншого обладнання, виконати випробування системи опалення.

На всі виявлені при перевірці дефекти скласти відомість, що передається генпідряднику. Дефекти усунути до початку передпускових випробувань.

Пускові експлуатаційні випробування виконати в наступній послідовності:

- зовнішній огляд системи;
- випробування гідростатичним або манометричним методом;
- гідравлічне випробування та випробування на тепловий ефект;
- випробування на максимальну температуру теплоносія.

В процесі зовнішнього огляду системи визначити відповідність виконаних монтажних робіт проекту та технічним умовам. При цьому особливу увагу звернути на:

- а) правильність прокладання трубопроводів (перевіряють діаметри, нахили та з'єднання);
- б) встановлення потрібної площі нагріву опалювальних приладів;
- в) розміщення водо- та повітропускних пристроїв, відсутність течі в трубних з'єднаннях, арматурі та фасонних частинах;
- г) міцність кріплення трубопроводів та приладів;
- д) правильність встановлення та справність дії запірно-регулюючої арматури, запобіжних пристроїв та контрольно-вимірювальних приладів;
- е) рівномірність прогріву всіх приладів в будівлі.

Наступним етапом є промивання системи опалення, щоб видалити бруд і шлам. Систему наповнити водою з водопроводу, а потім швидко випустити в каналізацію через спеціальний штуцер у нижній частині системи за допомогою шланга .

Під час наповнення системи водою повітря не менше як два рази випустити через повітряні крани до появи в них струменя води. Під час пуску системи опалення основним завдання є запуснути в дію якомога більше приладів і прогріти більше приміщень.

Після зовнішнього огляду до початку малярних робіт або інших облицювальних робіт систему опалення випробувати на міцність і герметичність. Для точнішого виявлення дефектів місць кожну систему випробувати окремими ланками, а потім всю в цілому.

Щоб виявити дефекти, спричинені температурними подовженнями, перед початком випробувань систему заповнити водою, прогріти до розрахункової температури протягом доби, потім охолодити. Після цього відключити систему від трубопроводів й заповнити водопровідною водою через зворотну магістраль системи опалення. Випробувальний тиск в системі створити за рахунок тиску в місцевому водопроводі.

Гідравлічне випробування визначає щільність механічної міцності трубопроводів, арматури та обладнання. Випробувати систему водяного опалення таким чином: відключити джерело теплоносія гідростатичним методом - тиском, що в 1,25 рази перевищує робочий тиск, але не менший за 0,2 МПа в нижній точці системи. Значення випробувального тиску для обладнання індивідуального теплового пункту – 1,2 МПа.

Гідравлічне випробування системи опалення виконати в такій послідовності:

1. систему заповнити повітрям з надлишковим тиском 0,15 МПа;
2. виявити дефекти монтажу на слух і знизити тиск до атмосферного, після цього ліквідувати дефекти;
3. систему заповнити повітрям з надлишковим тиском 0,1 МПа і витримати протягом 5 хв.

Система опалення витримала випробування, якщо протягом 5 хвилин падіння тиску не перевищує 0,02 МПа, а в зварних швах, трубах, корпусах арматури не виявлено течі .

У разі виявлення витікання в процесі випробування системи опалення, систему спорожнити і усунути дефекти, а потім гідравлічне випробування повторити. Після гідравлічних випробувань водопровідну воду, що є в системі опалення, злити в каналізацію.

Ефективність роботи системи опалення визначити після її семигодинної неперервної роботи з теплоносієм в підвідному трубопроводі з температурою, не нижчою за 50 0С і робочим тиском.

Після гідравлічного випробування скласти акт про гідравлічне випробування системи опалення. Останнім етапом приймання системи опалення є її теплове випробування.

Систему опалення запусити в роботу і прогріти протягом 24 годин, після чого провести її теплове обстеження шляхом зовнішнього огляду. В разі потреби використати спеціальні прилади. В результаті огляду виявити і регулювати рівномірність прогріву всіх опалювальних приладів; перевірити розрахункові параметри теплоносія і температури внутрішнього повітря в приміщеннях; проконтролювати безшумність роботи системи й відсутність витікання в з'єднаннях. Здаючи систему опалення в експлуатацію, подати комплект виконавчої документації (робочі креслення з внесеними змінами), всі акти приймання прихованих робіт, паспорти обладнання, акти гідравлічного і теплового випробувань системи.

Схема проведення випробувань зображена на рисунку 3.1.

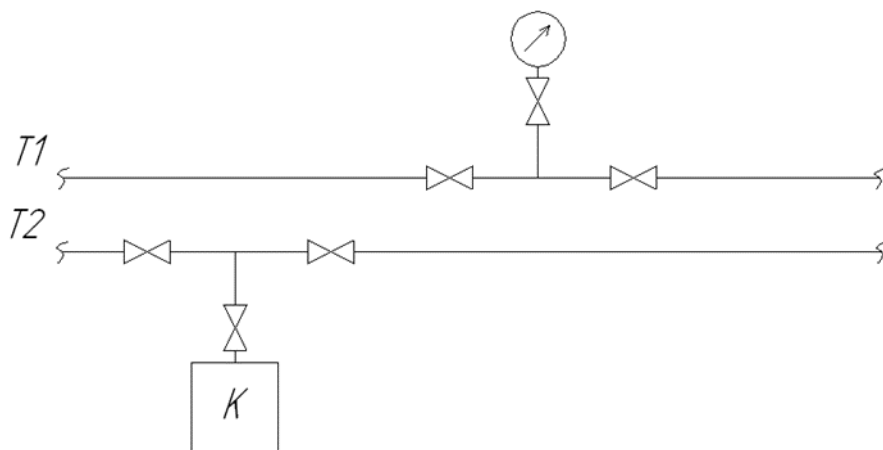


Рисунок 3.1 – Принципова схема випробування системи опалення

### **3.8 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт**

Роботи з монтажу системи опалення повинні виконуватися відповідно до ПВР і бути погоджені з загальнобудівельними та іншими спеціальними роботами. Під час заповнення системи опалення теплоносієм і його випускання, під час випробування і налагоджування, необхідно користуватися переносними освітлювачами напругою не вище 12В.

Для попередження пожежі на місці монтажних робіт або в заготівельній майстерні необхідно обережно поводитись з вогнем та виконувати всі протипожежні заходи. Палити можна лише в спеціально відведених місцях. Вогнебезпечні матеріали слід зберігати в спеціальних приміщеннях. Електромережа повинна бути в справному стані. Обтиральний матеріал треба зберігати в спеціальних металевих ящиках з кришками.

На монтажному майданчику не повинні накопичуватися в великій кількості легкоспалахуючі матеріали. Після закінчення роботи слід виключити електрорубильники, всі електропристрої та освітлювальну мережу, залишивши лише чергове освітлення.

В заготівельних майстернях та на монтажних майданчиках повинні бути необхідні засоби для тушіння пожежі. Слід мати в необхідній кількості вогнегасники та ящики або кульки з піском. Палаючий бензин, гас, нафту, змащувальні матеріали необхідно гасити пінними вогнегасниками та піском.

Заходи з охорони праці і техніки безпеки вирішені комплексно по індивідуальному тепловому пункту.

Зокрема передбачено:

- теплову ізоляцію обладнання та трубопроводів, що мають температуру поверхні більше 45°C;
- заходи із зменшення шуму (оптимальні швидкості руху рідких та газоподібних середовищ та інш.);
- охоронна (влітку), пожежна та технологічна сигналізація;

- занулення обладнання, аварійне освітлення.

Механізація ремонтних робіт і транспортування обладнання і матеріалів на період ремонту передбачається за допомогою переносних засобів. Працюючі повинні забезпечуватися спецодягом, спецвзуттям, індивідуальними засобами захисту та інш., відповідно до діючих норм.

### **3.9 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану**

1. Загальний строк монтажу системи опалення:

$T_{\text{заг.}} = 51$  день.

2. Загальна трудомісткість:

$Q_{\text{заг.}} = 781,08$  люд-дні.

3. Середня чисельність робочих:

$R_{\text{сер.}} = Q_{\text{заг.}} / T_{\text{заг.}} = 781,08 / 50,5 = 15,46$  робітників.

4. Максимальна чисельність робітників:

$R_{\text{мах.}} = 18$  робітника.

5. Надлишкова трудомісткість:

$Q_{\text{надл.}} = 16$  люд-дні.

6. Коефіцієнт, що характеризує використання робітників протягом будівництва:

$\alpha_1 = R_{\text{сер.}} / R_{\text{мах}}$

$\alpha_1 = 0,86$ .

7. Коефіцієнт нерівномірності графіку руху робітників по працевтратам:

$\alpha_2 = Q_{\text{надл.}} / Q_{\text{заг.}}$

$\alpha_2 = 0,019$

9. Коефіцієнт, який характеризує використання часу робочих протягом будівництва:

$\alpha_3 = 0,09$



## **3.10 Система газопостачання**

### **3.10.1 Аналіз об'єкту, який підлягає монтажу**

#### **3.10.1.1 Загальна характеристика об'єкту**

В даній роботі робляється технологія монтажу системи газопостачання житлового 5-ти поверхового будинку в м. Вінниця.

Будинок 5-ти поверховий, з цегляними стінами на 30 квартири.

Система газопостачання будинку приєднується до існуючого газопроводу середнього тиску. Проектована система розпочинається із ШРП УГР-50, яка знаходиться на фасаді будинку. Після ШРП система розподіляється на дві гілки, які розміщуються по фасаді будинку і до яких приєднані стояки. Стояки газопроводу виконані у відповідності до гідравлічного розрахунку для забезпечення нормального постачання газу. В кожній квартирі встановлений лічильник для обліку спожитого газу. Лічильник, котел і газова плита розміщуються на кухні.

Внутрішні газопроводи передбачені із сталевих труб [35]. З'єднання труб виконані на зварюванні. Роз'ємні (різьбові та фланцеві) з'єднання встановлені тільки в місцях установки запірної арматури, газових приладів, регуляторів тиску та іншого обладнання. Установку роз'ємних з'єднань газопроводів передбачені в місцях, доступних для огляду та ремонту. Прокладка газопроводів виконана відкритою. Газопроводи прокладаються в футлярах в місцях проходів через перекриття і стіни. Кінці футлярів виступають над і під перекриттям і стінами на 3 см. Встановлені запірні пристрої на газопроводах: для перекривання стояків, перед лічильниками, перед побутовими плитами.

Внутрішні газопроводи низького тиску монтують з газоводорозбірних труб. Монтують внутрішні газопроводи в такій послідовності: встановлюють гільзи і кріплення стояків, збирають стояки і розвідні трубопроводи.

Монтаж газопроводів починають із газових стояків. Їх збирають за схемою, переважно знизу вгору, витримуючи вертикальність стояків і опусків,

а також задану відстань до стін. Після встановлення стояків монтують розвідні трубопроводи, заробляють гільзи в місцях проходу газопроводів через будівельні конструкції, зварюють стики і після перевірки якості монтажу закріплюють трубопроводи.

Захист газопроводу, що прокладається по фасаду будівлі від атмосферної корозії передбачено захисним покриттям з двох шарів ґрунтовки і двох шарів масляної фарби для зовнішніх робіт. Трубопроводи з'єднуються дуговим електрозварюванням.

На вводі в кожену кухню, а також перед кожним приладом передбачена установка газових кранів.

Для виключення загазованості приміщень передбачена установка електромагнітних клапанів зблокованих з квартирним сигналізатором загазованості «Лелека». Максимальна витрата газу на потреби житлового будинку – 313,20 м<sup>3</sup>/год.

Для розробки системи газопостачання вихідними даними було використано таку документацію:

- кліматичні характеристики району;
- плани поверхів, перерізи.

На основі проведеного аналізу були визначені основні та допоміжні матеріали та вироби для монтажу системи газопостачання.

### **3.10.1.2 Розрахунок та комплектування основних та допоміжних матеріалів та виробів, складання відомостей.**

Для того, щоб забезпечити ефективну роботу робітників потрібно забезпечити їх необхідними матеріалами, які зведені у таблиці 3.4 [36, 37].

Таблиця 3.4 – Відомість потреби в основних матеріалах

№ п. п	Найменування матеріалу	Тип, марка	Одиниці вимірювання	Кількість	Маса одиниць, кг	Маса, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Труби сталеві зварні водогазопровідні з різьбою, чорні легкі неоцинковані, діаметр умовного проходу 25 мм, товщина стінки 2,8 мм	ГОСТ 3262-75*	м	2,8	2,12	5,94
2	Труби сталеві зварні водогазопровідні з різьбою, чорні легкі неоцинковані, діаметр умовного проходу 32 мм, товщина стінки 2,8 мм	ГОСТ 3262-75*	м	0,66	2,73	1,8
3	Труби сталеві зварні водогазопровідні з різьбою, чорні легкі неоцинковані, діаметр умовного проходу 40 мм, товщина стінки 3 мм	ГОСТ 3262-75*	м	2,8	3,33	9,32
4	Труби сталеві зварні водогазопровідні з різьбою, чорні легкі неоцинковані, діаметр умовного проходу 50 мм, товщина стінки 3 мм	ГОСТ 3262-75*	м	7,56	4,22	31,91
5	Труби сталеві зварні водогазопровідні з різьбою, чорні легкі неоцинковані, діаметр умовного проходу 65 мм, товщина стінки 3,2 мм	ГОСТ 3262-75*	м	4,2	5,71	23,98

6	Труби сталеві зварні водогазопровідні з різьбою, чорні легкі неоцинковані, діаметр умовного проходу 80 мм, товщина стінки 3,5мм Продовження таблиці 3.4	ГОСТ 3262- 75*	м	5,3	7,34	38,91
7	Труби сталеві електрозварні прямошовні, зовнішній діаметр 114 мм, товщина стінки 4,0 мм	ГОСТ 10704- 91		0,2	10,8	2,16
8	Газові лічильники	G-4	шт	30	2,8	84
9	Фільтр газовий 3/4"		шт.	30	0,3	9
10	Крани прохідні натяжні муфтові латунні 11Б10бк1 для газу, діаметр 15 мм		шт	30	0,3	9
11	Кран шаровий 3/4" НГ газовий		шт	60	0,4	24
12	Сигналізатори загазованості	Лелека	шт	30	0,4	12
13	Клапан електромагнітний запобіжний газовий EVG NA діам. 20 мм		шт	30	0,3	9
14	Плити газові побутові підлогові чотирипальникові		шт	30	69,1	2070
15	Вузли укрупнені монтажні із сталевих водогазо-провідних труб, діаметр 15 мм		шт	126	1,4	176,40
16	Вузли укрупнені монтажні із сталевих водогазопровідних труб, діаметр 20 мм		шт	283,4	1,8	510,12
17	Вузли укрупнені монтажні із сталевих		шт	11,2	2,3	25,76

	водогазопровідних труб, діаметр 25 мм					
18	Вузли укрупнені монтажні із сталевих водогазопровідних труб, діаметр 32 мм		шт	28	2,8	78,40
19	Вузли укрупнені монтажні із сталевих водогазопровідних труб, діаметром 40мм		шт	22,4	3,9	87,36
20	Вузли укрупнені монтажні із сталевих водогазо-провідних труб, діаметр 50 мм		шт	111,2	5,0	556
21	Вузли укрупнені монтажні із сталевих електрозва-рних труб, діаметр 57х3,5 мм		м	17,4	4,6	80,04
22	Вузли укрупнені монтажні із сталевих електрозварних труб, діаметр 76х3,5 мм		м	29,02	7,0	203,14
23	Вузли укрупнені монтажні із сталевих електрозварних труб, діаметр 89х3,5 мм		м	76,33	7,3	557,21
24	Крани кульові фланцеві КЗК 41 с для води, газу, нафтопродуктів, тиск 2,5 МПа, діаметр 50 мм		шт.	8	2,0	16,0
25	Крани кульові фланцеві КЗК 41 с для води, газу, нафтопродуктів, тиск 2,5 МПа, діаметр 80 мм		шт.	2	2,5	5,0
26	Шафний газорегуляторний пункт	ШГРП- УГР-50 «Альфа»	шт	1	80,0	80,0
Σ=7817,45 кг						

Таблиця 3.5 – Відомість потреби в допоміжних матеріалах

№ п.п	Шифр ресурсу	Матеріали, деталі і напівфабрикати	Од. виміру	Кількість	Маса, кг
1	C111-63	Ацетилен розчинений технічний, марка А	т	0,001395	1,40
2	C111-324	Кисень технічний газоподібний	м3	1,3867	13,9
3	C111-384	Білило густотерте цинкове МА-011-1	т	0,00043	0,43
	C1113-34	Грунтовка	т	0,02755	27,55
	C1113-156	Розчинник		0,03628	36,28
4	C1113-222	Фарба	т	0,05044	50,44
5	C111-623	Мило тверде господарське 72%	шт	5,39	10,78
6	C111-807	Дріт зварювальний легований, діаметр 4 мм	т	0,00501	5,0
7	C111-1504	Електроди, діаметр 2 мм, марка Э42	т	0,00013	0,2
8	C111-1522	Електроди, діаметр 5 мм, марка Э42А	т	0,030644	30,7
9	C111-1608	Дрантя	кг	0,002	0,002
	C1545-59	Очіс льняний	т	0,0004074	4,1
10	C111-1668	Оліфа натуральна	кг	8,00154	8,00
11	C111-1712	Пігмент тертий	кг	0,01	0,01
12	C111-1779	Свердла кільцеві алмазні, діаметр 40 мм	шт	1	0,45
13	C111-1764	Свердла кільцеві алмазні, діаметр 45 мм	шт	1	0,52
	C111-1765	Свердла кільцеві алмазні, діаметр 50 мм	шт	1	0,66
14	C111-1768	Свердла кільцеві алмазні, діаметр 70 мм	шт	1	0,96
15	C111-1769	Свердла кільцеві алмазні, діаметр 80 мм	шт	1	1,13

16	C130-40	Болти з гайками та шайбами, діаметр 16 мм	т	0,01294	12,94
18	C130-1002	Фланці плоскі приварні із сталі ВСтЗсп2, ВСтЗсп3, тиск 2,5 МПа [25 кгс/см <sup>2</sup> ], діаметр 80 мм	шт	4	16,24
19	C142-10-2	Вода	м <sup>3</sup>	10,73	1073,00
20	C1421-10634	Пісок природний, рядовий	м <sup>3</sup>	0,59	944,00
21	C1425-11683	Розчин готовий кладковий важкий цементний, марка М100	м <sup>3</sup>	0,005	11,00
22	C1541-67-1	Прокладки з пароніту, марка ПМБ, товщина 2 мм, діаметр 50 мм	1000шт	0,016	1,6
23	C1541-67-2	Прокладки з пароніту, марка ПМБ, товщина 2 мм, діаметр 100 мм	1000шт	0,004	0,8
24	C1546-66	Пропан-бутан технічний	м <sup>3</sup>	0,007	0,001
25	C1546-82	Сурик свинцевий	т	0,0078	7,80
26	C1630-83	Кронштейни та підставки під устаткування із сортової сталі	кг	1,00	1,00
Σ=2274,26 кг					

Маса основних матеріалів – 7817,45 кг;

Маса допоміжних матеріалів – 2274,26 кг.

Загальна маса матеріалів, які потрібно завести на будівельний майданчик - 10091,71 кг, так як воду будуть брати на будівельному майданчику.

### 3.10.2 Визначення складу і об'ємів робіт

#### 3.10.2.1 Склад робіт

- 1.
2. Доставлення деталей на робочий майданчик.

3. Свердління в перекриттях отворів глибиною 200 мм, діаметром 80 мм.
4. Свердління в перекриттях отворів глибиною 200 мм, діаметром 70 мм.
5. Свердління в перекриттях отворів глибиною 200 мм, діаметром 50 мм.
6. Свердління в перекриттях отворів глибиною 200 мм, діаметром 45 мм.
7. Свердління в перекриттях отворів глибиною 200 мм, діаметром 40 мм.
8. Пробивання круглих отворів діаметром до 80 мм в цегляних стінах товщиною до 51 см.
9. Установлення футлярів діаметром до 70 мм.
10. Встановлення шафного газорегуляторного пункту.
11. Прокладання внутрішнього газопроводів діаметром 50 мм.
12. Прокладання внутрішнього газопроводів діаметром 40 мм.
13. Прокладання внутрішнього газопроводів діаметром 32 мм.
14. Прокладання внутрішнього газопроводів діаметром 25 мм.
15. Прокладання внутрішнього газопроводів діаметром 20 мм.
16. Прокладання зовнішнього газопроводів діаметром 50 мм.
17. Влаштування кранів діаметром до 50 мм.
18. Прокладання зовнішнього газопроводів діаметром 70 мм.
19. Прокладання зовнішнього газопроводів діаметром 80 мм.
20. Влаштування кранів діаметром до 80 мм.
21. Прокладання зовнішнього газопроводів діаметром 100 мм.
22. Прокладання внутрішнього газопроводів діаметром 20 мм.
23. Влаштування кранів діаметром 20 мм.
24. Влаштування фільтрів газових діаметром 20мм.
25. Влаштування електромагнітних клапанів діаметром 20мм.
26. Влаштування газових лічильників.
27. Прокладання внутрішнього газопроводів діаметром 15 мм.
28. Влаштування газових плит.
29. Влаштування сигналізаторів загазованості.
30. Пневматичне випробування системи.



31. Фарбування газопроводів.
32. Повернення монтажного обладнання на склад.
33. Вивезення сміття.

### 3.10.2.2 Визначення об'ємів робіт

1. Доставляння деталей на робочий майданчик. Одиниці вимірювання в тонах.

- маса інструментів – 11,5кг;
- маса основних машин і механізмів –397кг;
- маса допоміжних та основних матеріалів – 10091,71 кг;

Загальна вага усіх деталей 10500,21 кг.

Приймаємо об'єм  $V= 10,5$ .

2. Свердління в перекриттях отворів глибиною 200 мм, діаметром 80 мм. Склад робіт: розмічання місць свердління отворів, свердління отворів. Одиниці вимірювання 100 шт. Кількість отворів – 15 шт. Приймаємо  $V=0,15$ .

3. Свердління в перекриттях отворів глибиною 200 мм, діаметром 70 мм. Склад робіт: розмічання місць свердління отворів, свердління отворів. Одиниці вимірювання 100 шт. Кількість отворів – 27 шт. Приймаємо  $V=0,27$ .

4. Свердління в перекриттях отворів глибиною 200 мм, діаметром до 50 мм. Склад робіт: розмічання місць свердління отворів, свердління отворів. Одиниці вимірювання 100 шт. Кількість отворів – 10 шт. Приймаємо  $V=0,1$ .

5. Свердління в перекриттях отворів глибиною 200 мм, діаметром до 45 мм. Склад робіт: розмічання місць свердління отворів, свердління отворів. Одиниці вимірювання 100 шт. Кількість отворів – 2 шт. Приймаємо  $V=0,02$ .

6. Свердління в перекриттях отворів глибиною 200 мм, діаметром до 40 мм. Склад робіт: розмічання місць свердління отворів, свердління отворів. Одиниці вимірювання 100 шт. Кількість отворів – 10 шт. Приймаємо  $V=0,10$ .

7. Пробивання круглих отворів діаметром до 80 мм в цегляних стінах. Склад робіт: розмічання місць пробивки, пробивання гнізд і отворів. Одиниці вимірювання 100 шт. Кількість отворів – 8 шт. Приймаємо  $V=0,08$ .

8. Установлення футлярів діаметром до 70 мм. Склад робіт: установка футлярів. Одиниці вимірювання 100 м. Сумарна довжина футлярів – 23,32 м. Приймаємо  $V=0,2332$ .

9. Встановлення шафного газорегуляторного пункту. Склад робіт: вирівнювання поверхні землі, копання ями під газовий ввід із засипанням піском, установлення відводу, прокладання газопроводу в футлярі, зварювання відводу з газопроводом, установлення і зароблення кріплень, навішування шафи з установкою редукування тиску газу. Кількість пунктів 1. Одиниці вимірювання 1 шт. Приймаємо  $V=1$ .

10. Прокладання внутрішніх газопроводів діаметром 50 мм. Склад робіт: прокладання трубопроводу з готових вузлів, установка і зароблення кріплень. Довжина труб з діаметром 50 мм складає  $L= 111,2$  м. Одиниці вимірювання 100м.  $V=1,112$ .

11. Прокладання внутрішніх газопроводів діаметром 40 мм. Склад робіт: прокладання трубопроводу з готових вузлів, установка і зароблення кріплень. Довжина труб з діаметром 40 мм складає  $L= 22,4$  м. Одиниці вимірювання 100м.  $V=0,224$ .

12. Прокладання внутрішніх газопроводів діаметром 32 мм. Склад робіт: прокладання трубопроводу з готових вузлів, установка і зароблення кріплень. Довжина труб з діаметром 32 мм складає  $L= 28$  м. Одиниці вимірювання 100м.  $V=0,28$ .

13. Прокладання внутрішніх газопроводів діаметром 25 мм. Склад робіт: прокладання трубопроводу з готових вузлів, установка і зароблення кріплень. Довжина труб з діаметром 25 мм складає  $L= 11,2$  м. Одиниці вимірювання 100м.  $V=0,112$ .

14. Прокладання внутрішніх газопроводів діаметром 20 мм. Склад робіт: прокладання трубопроводу з готових вузлів, установка і зароблення кріплень.

Довжина труб з діаметром 20 мм складає  $L= 261$  м. Одиниці вимірювання 100м.  $V=2,61$ .

15. Прокладання зовнішніх газопроводів діаметром 50 мм. Склад робіт: прокладання трубопроводу зі зварюванням готових вузлів і з сталевих труб з установкою відводів, установка і зароблення кріплень, промивка трубопроводу водою. Довжина труб з діаметром 50 мм складає  $L= 17,4$  м. Одиниці вимірювання 100м.  $V=0,174$ .

16. Влаштування кранів діаметром 50 мм. Склад робіт: насаджування і приварювання фланців на кінці труб, установлення арматури. Одиниці вимірювання – шт. Загальна кількість кранів складає 8 шт. Приймаємо  $V= 8$ .

17. Прокладання зовнішніх газопроводів діаметром 70 мм. Склад робіт: прокладання трубопроводу зі зварюванням готових вузлів і з сталевих труб з установкою відводів, установка і зароблення кріплень, промивка трубопроводу водою. Довжина труб з діаметром 70 мм складає  $L= 29,02$  м. Одиниці вимірювання 100м.  $V=0,2902$ .

18. Прокладання зовнішніх газопроводів діаметром 80 мм. Склад робіт: прокладання трубопроводу зі зварюванням готових вузлів і з сталевих труб з установкою відводів, установка і зароблення кріплень, промивка трубопроводу водою. Довжина труб з діаметром 80 мм складає  $L= 76,33$  м. Одиниці вимірювання 100м.  $V=0,7633$ .

19. Влаштування кранів діаметром 80 мм. Склад робіт: насаджування і приварювання фланців на кінці труб, установлення арматури. Одиниці вимірювання – шт. Загальна кількість кранів складає 2 шт. Приймаємо  $V= 2$ .

20. Прокладання зовнішніх газопроводів діаметром 100 мм. Склад робіт: прокладання трубопроводу зі зварюванням готових вузлів і з сталевих труб з установкою відводів, установка і зароблення кріплень, промивка трубопроводу водою. Довжина труб з діаметром 100 мм складає  $L= 0,2$  м. Одиниці вимірювання 100м.  $V=0,002$ .

21. Прокладання внутрішніх газопроводів діаметром 20 мм. Склад робіт: прокладання трубопроводу з готових вузлів, установка і зароблення кріплень.

Довжина труб з діаметром 20 мм складає  $L= 22,4$  м. Одиниці вимірювання 100м.  $V=0,224$ .

22. Влаштування кранів діаметром 20 мм. Склад робіт: установлення арматури. Одиниці вимірювання – шт. Загальна кількість кранів складає 60 шт. Приймаємо  $V= 60$ .

23. Влаштування фільтрів газових діаметром 20 мм. Склад робіт: установлення фільтрів. Одиниці вимірювання – шт. Кількість фільтрів 30 шт.  $V=30$ .

24. Влаштування електромагнітних клапанів діаметром 20 мм. Склад робіт: установлення клапана. Одиниці вимірювання – шт. Кількість електромагнітних клапанів 30 шт.  $V=30$ .

25. Влаштування газових лічильників. Склад робіт: установлення лічильника. Одиниці вимірювання – шт. Кількість лічильників – 30 шт.  $V=30$ .

26. Прокладання внутрішніх газопроводів діаметром 15 мм. Склад робіт: прокладання трубопроводу з готових вузлів, установка і зароблення кріплень. Довжина труб з діаметром 15 мм складає  $L= 126$  м. Одиниці вимірювання 100м.  $V=1,26$ .

27. Влаштування газових плит. Склад робіт: установлення плити з приєднанням до газопроводу, пробивання отвору під димохід, установлення димоходу. Кількість плит - 30 шт. Одиниці вимірювання - 1шт.  $V=30$ .

28. Влаштування сигналізаторів загазованості. Склад робіт: установлення газосигналізатора з приєднанням до електромагнітного клапана. Кількість клапанів 30 шт. Одиниці вимірювання 1шт.  $V=30$ .

29. Пневматичне випробування системи. Склад робіт: приєднання ручного насоса з манометром з від'єднанням їх після випробування, випробування системи повітрям, огляд газопроводу з обмиванням стиків, усунення дефектів. Довжина трубопроводів  $L=706$  м. Одиниці вимірювання 100м.  $V=7,06$ .

30. Грунтування газопроводів. Склад робіт: приготування суміші, грунтування поверхонь. Загальна площаповерхні газопроводів складає 1,94 м<sup>2</sup>. Одиниці вимірювання 100 м<sup>2</sup>. V=1,94.

31. Фарбування газопроводів. Склад робіт: приготування суміші, фарбування поверхонь. Загальна площаповерхні газопроводів складає 1,94 м<sup>2</sup>. Одиниці вимірювання 100 м<sup>2</sup>. V=1,94.

32. Повернення монтажного обладнання на склад. Маса обладнання 0,462т. Одиниці вимірювання в т. V=0,33.

33. Вивезення сміття з місця монтажу. Одиниці вимірювання - тонни. Маса сміття 0,1 т. Отже V=0,1

### **3.10.3 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань, розрахунок енергоресурсів**

Труби, деталі, конструкції та обладнання для системи газопостачання завозимо поступово по мірі їх використання, автомобілем Mercedes Bens "Vario" [38], технічні характеристики якого наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики автомобіля Mercedes Bens "Vario"

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Вантажепід'ємність	кг	6000
Вантажна висота	мм	2200
Габарити	мм	7800Ч2100Ч3000
Витрата палива	л/100км	14
Маса	кг	5990

Для піднімання необхідного обладнання використовуємо кран на автомобільному ході КС – 6471, технічні характеристики наведені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Технічні характеристики крану на автомобільному [38].

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Вантажепідємність	т	10
Довжина стріли	м	27
Виліт стріли	м	22
Швидкість піднімання вантажу	м/хв	6
Витрата палива	л/100км	14
Висота підйому	м	25,5

Для зварювання сталевих труб використовуємо зварювальний апарат СТЕ – 24У [39], технічні характеристики якого наведені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Технічні характеристики зварювального апарату СТЕ–4У

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Витрата електроенегії	кВт	3,4 – 4
Сила струму	А	22,5
Маса	кг	46

Для випробування газопроводів на міцність використовуємо компресорну станцію СО–2 (0–16Б) [40], технічні характеристики якого наведені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Технічні характеристики компресорної станції СО – 2(0 – 16Б)

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Продуктивність	м <sup>3</sup> /год	30
Робочий тиск	кг с/см <sup>2</sup> (МПа)	4 (0,4)
Розміри	мм	1230Ч454Ч770
Маса	кг	154
Витрата електроенегії	кВт	4,2

Для фарбування сталевих трубопроводів використовуємо фарборозпилювач КР-20 [40], технічні характеристики якого наведені у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Технічні характеристики фарборозпилювача КР-20

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Видатність	м <sup>2</sup> /год	160-218
Витрата фарби	г/хв.	18-23
Витрата повітря	м <sup>3</sup> /год	13,6-18
Маса	кг	0,5

Отвори для встановлення кронштейнів та пробивання отворів цегляних стінах виконують за допомогою перфоратора Bosch GBH-7-46DE [13], технічні характеристики якого наведені у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Технічні характеристики перфоратора Bosch GBH-7-46DE

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Напруга	В	24
Потужність	Вт	300
Енергія удару	уд/хв	0-4200
Довжина	мм	310
Висота	мм	240
Маса	кг	4

#### Розрахунок енергоресурсів

Витрати електроенергії на роботу електроприладів визначаються за формулою [13]:

$$E = P \times \tau \times k, \quad (3.5)$$

де  $P$  – потужність приладу чи механізму, кВт;

$\tau$  – термін роботи приладу, год;

$k$  – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання[14].

Витрата електроенергії зварювальним апаратом СТЕ – 24У

$$E = 4 \cdot 120,71 \cdot 0,6 = 289,7 (\text{кВт} \cdot \text{год}).$$

Витрата електроенергії компресорною станцією СО – 2(0 – 16Б)

$$E=4,2 \cdot 15,61 \cdot 0,6=39,34(\text{кВт} \cdot \text{год}).$$

Витрата електроенергії перфоратора Bosch GBH-7-46DE

$$E=0,3 \cdot 29,8 \cdot 0,6=5,4(\text{кВт} \cdot \text{год}).$$

Сумарні витрати електроенергії становлять

$$E = 289,7+39,34+5,4 = 334,44 \text{ (кВт год)}. \quad (3.6)$$

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів: відстань 30 км, кількість ходок  $n = 2$ , витрата пального  $Q = 14$  л/100км. Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою[13]

$$Q=Q_2nl=0,14 \times 2 \times 2 \times 30=16,8(\text{л}). \quad (3.7)$$

### 3.10.4 Визначення трудомісткості монтажних робіт

Трудомісткість робіт визначається за формулою [13]

$$Q = \frac{H_{\text{ч}} \cdot V}{8 \cdot n \cdot k} \text{ [люд - дні] }, \quad (3.8)$$

де  $H_{\text{ч}}$  – норма часу [36, 37];

$k$  – поправочний коефіцієнт;

$n$  – кількість змін.

Тривалість виконання робіт визначається за формулою [13]

$$T = \frac{Q}{N} \text{ [дні]}, \quad (3.9)$$

де  $N$  – кількість робітників в бригаді.

1. Доставка деталей до місця монтажу.

Норма часу:  $H_{\text{ч}}=2,1$  люд.- год.

Трудомісткість  $Q = (2,1 \times 10,5) / 1,15 = 19,17$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,2.

Склад ланки: 1 водій категорії С і 1 монтажник 4 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 19,17 / (8 \times 2) = 1,25$  (днів).

2. Свердління в перекриттях отворів глибиною 200 мм, діаметром 80 мм.

Норма часу:  $H_{\text{ч}}=84,32$  люд.- год. [E46-25-10].



Трудомісткість  $Q = (84,32 \times 0,15) / 1,15 = 11,0$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,4.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 11,0 / (8 \times 2 \times 1) = 0,75$  (днів).

3. Свердління в перекриттях отворів глибиною 200 мм, діаметром 70 мм.

Норма часу:  $N_{ч} = 84,32$  люд.- год. [E46-25-9].

Трудомісткість  $Q = (84,32 \times 0,27) / 1,15 = 19,8$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,4.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 19,8 / (8 \times 2 \times 1) = 1,25$  (днів).

4. Свердління в перекриттях отворів глибиною 200 мм, діаметром до 50 мм.

Норма часу:  $N_{ч} = 65,67$  люд.- год. [E46-25-6].

Трудомісткість  $Q = (65,67 \times 0,1) / 1,15 = 5,71$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,4.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 5,71 / (8 \times 2 \times 1) = 0,5$  (днів).

5. Свердління в перекриттях отворів глибиною 200 мм, діаметром до 45 мм.

Норма часу:  $N_{ч} = 65,67$  люд.- год. [E46-25-5].

Трудомісткість  $Q = (65,67 \times 0,02) / 1,15 = 1,14$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,4.

Склад ланки: 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 1,14 / (8 \times 1 \times 1) = 0,25$  (днів).

6. Свердління в перекриттях отворів глибиною 200 мм, діаметром до 40 мм.

Норма часу:  $N_{ч} = 65,67$  люд.- год. [E46-25-4].

Трудомісткість  $Q = (65,67 \times 0,1) / 1,15 = 5,71$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,4.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 5,71 / (8 \times 2 \times 1) = 0,5$  (днів).

7. Пробивання круглих отворів діаметром до 80 мм в цегляних стінах товщиною до 51 см.

Норма часу:  $N_{ч} = 160,26$  люд.- год. [E46-29-8].

Трудовісткість  $Q = (160,26 \times 0,08) / 1,15 = 11,15$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,6.

Склад ланки: 1 монтажник 3 розряду, 1 монтажник 4 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 11,15 / (8 \times 2 \times 1) = 0,75$  (день).

8. Установлення футлярів діаметром до 70 мм. Склад робіт: установка футлярів.

Норма часу:  $N_{ч} = 118,9$  люд.- год. [E16-9-3].

Трудовісткість  $Q = (118,9 \times 0,2332) / 1,15 = 24,11$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,1.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 24,11 / (8 \times 2 \times 2) = 0,5$  (день).

9. Встановлення шафного газорегуляторного пункту.

Норма часу:  $N_{ч} = 18,48$  люд.- год. [E19-4-1].

Трудовісткість  $Q = (18,48 \times 1) / 1,15 = 16,07$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,7.

Склад ланки: 2 монтажник 4 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 16,07 / (8 \times 2 \times 1) = 1$  (день).

10. Прокладання внутрішніх газопроводів діаметром 50 мм.

Норма часу:  $N_{ч} = 58,38$  люд.- год. [E16-8-6].

Трудовісткість  $Q = (58,38 \times 1,112) / 1,15 = 56,45$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,2.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 56,45 / (8 \times 2 \times 4) = 1,00$  (днів).

11. Прокладання внутрішніх газопроводів діаметром 40 мм.

Норма часу:  $N_{ч} = 46,08$  люд.- год. [E16-8-5].

Трудовісткість  $Q = (46,08 \times 0,224) / 1,15 = 8,98$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,2.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 8,98 / (8 \times 2 \times 2) = 0,5$  (днів).

12. Прокладання внутрішніх газопроводів діаметром 32 мм.

Норма часу:  $N_{ч} = 46,08$  люд.- год. [E16-8-4].

Трудомісткість  $Q = (46,08 \times 0,28) / 1,15 = 11,22$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,2.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 11,22 / (8 \times 2 \times 2) = 0,5$  (днів).

13. Прокладання внутрішніх газопроводів діаметром 25 мм

Норма часу:  $N_{ч} = 46,08$  люд.- год. [E16-8-3].

Трудомісткість  $Q = (46,08 \times 0,112) / 1,15 = 4,49$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,2.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 4,49 / (8 \times 2 \times 1) = 0,5$  (днів).

14. Прокладання внутрішніх газопроводів діаметром 20 мм.

Норма часу:  $N_{ч} = 46,08$  люд.- год. [E16-8-2].

Трудомісткість  $Q = (46,08 \times 2,61) / 1,15 = 104,58$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,2.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 104,58 / (8 \times 2 \times 4) = 1,75$  (днів).

15. Прокладання зовнішніх газопроводів діаметром 50 мм.

Норма часу:  $N_{ч} = 90,69$  люд.- год. [E16-9-1].

Трудомісткість  $Q = (90,69 \times 0,174) / 1,15 = 13,72$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,1.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 13,72 / (8 \times 2 \times 1) = 1,00$  (день).

16. Влаштування кранів діаметром до 50 мм.

Норма часу:  $N_{ч} = 2,41$  люд.- год. [E16-15-2].

Трудомісткість  $Q = (2,41 \times 8) / 1,15 = 16,77$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,8.

Склад ланки: 2 монтажник 4 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 16,77 / (8 \times 2 \times 1) = 1,25$  (дні).

17. Прокладання зовнішніх газопроводів діаметром 70 мм.

Норма часу:  $N_{ч} = 107,42$  люд.- год. [E16-9-2].

Трудомісткість  $Q = (107,42 \times 0,2902) / 1,15 = 27,11$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,1.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 27,11 / (8 \times 2 \times 1) = 1,75$  (днів).

18. Прокладання зовнішніх газопроводів діаметром 80 мм.

Норма часу:  $N_{ч} = 118,9$  люд.- год. [E16-9-3].

Трудомісткість  $Q = (118,9 \times 0,7633) / 1,15 = 78,92$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,1.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 78,92 / (8 \times 2 \times 3) = 1,75$  (днів).

19. Влаштування кранів діаметром до 80 мм.

Норма часу:  $N_{ч} = 4,26$  люд.- год. [E16-15-3].

Трудомісткість  $Q = (4,26 \times 2) / 1,15 = 7,21$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,7.

Склад ланки: 3 монтажник 4 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 7,21 / (8 \times 3 \times 1) = 0,5$  (днів).

20. Прокладання зовнішніх газопроводів діаметром 100 мм

Норма часу:  $N_{ч} = 118,9$  люд.- год. [E16-9-4].

Трудомісткість  $Q = (118,9 \times 0,002) / 1,15 = 0,21$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,1.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 0,21 / (8 \times 1 \times 1) = 0,25$  (днів).

21. Прокладання внутрішніх газопроводів діаметром 20 мм.

Норма часу:  $N_{ч} = 46,08$  люд.- год. [E16-8-2].

Трудомісткість  $Q = (46,08 \times 0,224) / 1,15 = 8,98$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,2.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 8,98 / (8 \times 2 \times 2) = 0,25$  (днів).

22. Влаштування кранів діаметром 20 мм.

Норма часу:  $N_{ч} = 2,41$  люд.- год. [E16-15-1].

Трудовісткість  $Q = (2,41 \times 144) / 1,15 = 301,78$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,8.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 3 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 301,78 / (8 \times 2 \times 4) = 4,75$  (днів).

23. Влаштування фільтрів газових діаметром 20 мм.

Норма часу:  $N_{ч} = 6,06$  люд.- год. [E19-9-1].

Трудовісткість  $Q = (6,06 \times 72) / 1,15 = 379,41$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,3.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 379,41 / (8 \times 2 \times 4) = 6$  (днів).

24. Влаштування електромагнітних клапанів діаметром 20 мм.

Норма часу:  $N_{ч} = 3,58$  люд.- год. [E19-6-1].

Трудовісткість  $Q = (3,58 \times 72) / 1,15 = 224,14$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,0.

Склад ланки: 2 монтажник 4 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 224,14 / (8 \times 2 \times 4) = 3,75$  (днів).

25. Влаштування газових лічильників.

Норма часу:  $N_{ч} = 6,76$  люд.- год. [E19-5-1].

Трудовісткість  $Q = (6,76 \times 72) / 1,15 = 423,24$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,1.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 423,24 / (8 \times 2 \times 5) = 5,5$  (днів).

26. Прокладання внутрішніх газопроводів діаметром 15 мм.

Норма часу:  $N_{ч} = 46,08$  люд.- год. [E16-8-1].

Трудовісткість  $Q = (46,08 \times 1,26) / 1,15 = 50,49$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,2.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 50,49 / (8 \times 2 \times 4) = 1$  (день).

27. Влаштування газових плит.

Норма часу:  $N_{ч} = 1,90$  люд.- год. [E19-1-2].

Трудовісткість  $Q = (1,90 \times 72) / 1,15 = 118,96$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,5.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 3 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 118,96 / (8 \times 2 \times 4) = 2$  (дні).

28. Влаштування сигналізаторів загазованості.

Норма часу:  $N_{ч} = 6,76$  люд.- год. [E19-5-1].

Трудовісткість  $Q = (6,76 \times 72) / 1,15 = 423,24$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,1.

Склад ланки: 1 монтажник 4 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 423,24 / (8 \times 2 \times 4) = 6,75$  (днів).

29. Пневматичне випробування системи.

Норма часу:  $N_{ч} = 54,94$  люд.- год. [E19-15-1].

Трудовісткість  $Q = (54,94 \times 7,06) / 1,15 = 337,28$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 5,1.

Склад ланки: 1 монтажник 6 розряду, 1 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 337,28 / (8 \times 2 \times 4) = 5,5$  (днів).

30. Грунтування газопроводів.

Норма часу:  $N_{ч} = 3,53$  люд.- год. [E13-16-1].

Трудовісткість  $Q = (3,53 \times 1,94) / 1,15 = 5,96$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,9.

Склад ланки: 2 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 5,96 / (8 \times 1 \times 2) = 0,5$  (днів).

31. Фарбування газопроводів.

Норма часу:  $N_{ч} = 2,35$  люд.- год. [E13-29-2].

Трудовісткість  $Q = (2,3 \times 1,94) / 1,15 = 4,56$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 4,8.

Склад ланки: 2 монтажник 5 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 4,56 / (8 \times 1 \times 2) = 0,5$  (днів).

### 32. Повернення монтажного обладнання на склад.

Норма часу:  $N_{ч}=2,1$  люд.- год.

Трудовісткість  $Q = (2,1 \times 0,46) / 1,15 = 0,84$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,2.

Склад ланки: 1 водій категорії С і 1 монтажник 4 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 0,84 / (8 \times 2 \times 1) = 0,25$  (днів).

### 33. Вивезення сміття з місця монтажу.

Норма часу:  $N_{ч}=2,1$  люд.- год.

Трудовісткість  $Q = (2,1 \times 0,1) / 1,15 = 0,2$  (люд.-год.).

Середній розряд робіт: 3,2.

Склад ланки: 1 водій категорії С і 1 монтажник 4 розряду.

Тривалість роб. днів:  $T = 0,2 / (8 \times 2 \times 1) = 0,25$  (днів).

### 3.10.5 Підбір монтажних інструментів

В зв'язку з тим, що ми маємо отримати фасонні частини в готовому вигляді, виникає потреба в монтажних інструментах. Набір інструментів для бригади монтажників системи газопостачання наведений в таблиці 3.12 [13].

Таблиця 3.12 – Набір інструментів для монтажників

№	Найменування	ГОСТ, марка	Кількість	Маса
1	Ключ гайковий двухсторонній М12-17-19 мм М16-22-21 мм	ГОСТ 2839-80	3	0,88
			3	1,2
2	Плоскогубці комбіновані	ГОСТ 5547-75	6	0,7
3	Молоток слюсарний	ГОСТ 2310-77	6	1,6
4	Зубило слюсарне довж 250 мм	ГОСТ 7211-72	6	0,7
5	Стрічка вимірювальна, 20 м		6	0,2
6	Рівень металевий	ГОСТ 7948-80	6	1,6
7	Висок	ГОСТ 7948-80	6	0,2
8	Ящик переносний для інструменту		6	4,8

Сумарна маса інструментів для монтажу системи дорівнює 65,04 кг

### 3.10.6 Організація робочих місць та побутових приміщень

\Побутовими приміщеннями називають надземні підсобно-допоміжні та обслуговуючі об'єкти, які необхідні для забезпечення виконання будівельно-монтажних робіт.

Побутові приміщення (споруди) та інженерні мережі розміщувати на вільних ділянках майданчика і в таких місцях, які дозволяють здійснювати їхню експлуатацію протягом всього періоду будівництва без розбирання та перенесення з місця на місце.

Тимчасові об'єкти розміщувати компактно на обмеженій території з метою скорочення довжини тимчасових мереж і полегшення умов керування будівництвом. Розміщувати тимчасові будівлі і споруди відносно об'єктів, що будуються, сторін світу та пануючих вітрів здійснювати таким чином, щоб забезпечити умови для найсприятливішого природного освітлення та провітрювання приміщень.

Виробничі приміщення розміщувати таким чином, щоб виключити несприятливу дію (в санітарному відношенні) одного об'єкта на інший. Всі санітарно-побутові приміщення обладнані водопроводами, каналізацією, опаленням, вентиляцією та до них підведено електроенергію, холодну та гарячу воду. Максимальна відстань від робочих місць до санітарно-побутових приміщень не перевищує 200 м (гардеробні – не більше 100 м, туалети – не більше 50 м).

Для монтажу системи газопостачання запроектовано універсальні, базові склади для зберігання різних видів матеріалів та виробів, розподіл яких регулюється в межах всього будівництва. Склади закриті, тому що атмосферні умови можуть вплинути на якість матеріалів, інвентаря, устаткування. Ширина складів визначалася з урахуванням того, щоб всі елементи піднімалися зі складу без додаткового пересування; на складах виконано проходи 1 м та проїзди 4 м. Склади знаходяться на відстані 0,5 м від краю дороги [41].

### **3.10.7 Монтажене регулювання і здача системи в експлуатацію**



Будівельно-монтажні організації випробовують газопроводи на міцність і щільність, причому на щільність-обов'язково в присутності представників замовника і експлуатаційної газової служби з відповідним записом про це в будівельному паспорті об'єкта.

Перед випробуванням газопровід оглянути і продути його для очищення від окалини і сміття та просушування. Для випробувань використати прилади, що забезпечують точність вимірювань. Тиск в газопроводах створюють компресором.

Внутрішні газопроводи низького тиску випробувати на міцність тиском 0,1 МПа на ділянці від пристрою для відключення, на вводі в будинок до кранів, на підводах до газових приладів; при цьому газові прилади відключити, а лічильники зняти і замінити тимчасовими перемикачами.

Послідовність випробувань на міцність така [25]: від'єднати систему внутрішнього газопостачання від вводу; закрити крани біля приладів; приєднати до системи компресор і манометер і нагнітати в газопроводи повітря за допомогою тиску; приготувати мильний розчин і контролювати покази манометра; якщо тиск падає, виявити місця витікання повітря, обходячи газопроводи і обмилюючи можливі місця витікання зварюванням або перебиранням різьових з'єднань ліквідувати дефекти зафарбовуванням (зачеканюванням) або замащуванням не допускається; ліквідувавши дефект газопровід випробувати повторно.

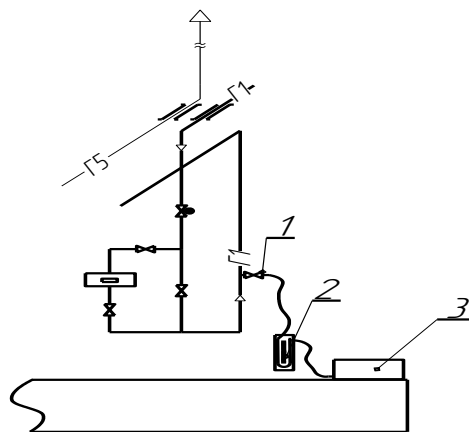


Рисунок 3.2 – Схема випробування внутрішнього газопроводу на щільність: 1 –кран кульковий; 2 – дифманометр; 3 – компресор.

На рисунку 3.2 зображено схему випробування внутрішнього газопроводу на щільність.

В таблиці 3.13 наведено основне обладнання необхідне для проведення випробування та його характеристики.

Таблиця 3.13 – Основне обладнання для випробування внутрішнього газопроводу на щільність та його характеристики [25]

Позиція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка	Одиниці вимірювання	Кількість
1	Кран кульковий	11кч24п2	шт	1
2	Дифманометр	ДТ – 50	шт	1
3	Компресор	СО – 2 (0 – 16Б)	шт	1
4	Мильний розчин		л	0,5
5	Пензлик малярський		шт	1

Після випробування на міцність і щільність змонтовану систему здають в експлуатацію приймальній комісії, яка на основі перевірки її відповідності проекту і актам випробувань оформляє акт приймання газового обладнання будинку. Цей акт є дозволом на введення об'єкта в експлуатацію.

Випробувати газопроводи на щільність необхідно після випробування на міцність, підключивши газові прилади і лічильники.

Результати випробування на міцність вважаються позитивними, якщо в період випробування тиск в газопроводах не змінюється (немає очевидного падіння тиску за манометром).

Результати випробувань на герметичність вважаються позитивними, якщо в період випробувань фактичне падіння тиску в газопроводах не перевищує допустимого тиску і при огляді доступних до перевірки місць не виявлені витіки.

Дефекти, виявлені в процесі випробовувань газопроводів на міцність та герметичність, повинні бути усунені лише після зниження тиску в газопроводі до атмосферного. При цьому дефекти, виявлені в процесі випробовувань газопроводів на міцність, повинні бути усунуті до початку їх випробовувань на герметичність.

Після усунення дефектів, виявлених у результаті випробовувань газопроводів на герметичність, необхідно повторно провести ці випробовування [26].

Вводи газопроводів потрібно випробувати окремо від внутрішньої, пневматичних випробувань тиском 4 кПа, ввід з'єднати з внутрішніми газопроводами і продути ці газопроводи газом (для витіснення повітря і газоповітряної суміші), відкриваючи крани на опусках до газових приладів найвищого поверху.

Заповнення мережі газом і відсутність в трубопроводах повітря перевірити газоаналізатором; за його відсутності в мильний розчин опустити кінець гнучкого рукава, а друг його кінець приєднати до підводу газової плити або газового нагрівача найвищого поверху. Якщо мильні бульбашки не запалюються від полум'я сірника, то витікає чисте повітря. Займання мильних бульбашок, що супроводжується потріскуванням, означає наявність вибухонебезпечної газової суміші. Якщо надходить чистий газ, мильні бульбашки загоряються спокійно без потріскування. Потім гнучкий рукав від'єднати, приєднати газовий прилад і запалити його пальники.

Приміщення в яке випускається газоповітряна суміш і газ під час продування системи, повинно провітрюватися.

Продувши прилади газом, запалити пальники і регуляторами витрат первинного повітря встановити повне спалювання газу (полум'я повинне бути рівним, без кіптяви і не відриватися від пальника). Після випробування скласти відповідні документи: Будівельний паспорт внутрішньо будинкового газообладнання і АКТ Приймання газообладнання для проведення комплексного випробування (пуско-налагоджувальних робіт) [26].

### **3.10.8 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт**

Місця збирання і монтажу системи газопостачання, а також робоча зона повинні бути звільнені від сторонніх предметів, очищені від будівельного сміття та мати хороші підходи і освітлення. Не можна допускати до місця виконання робіт сторонніх осіб.

У місцях монтажу трубні заготовки вкладають горизонтально. Вони не повинні заважати проходу робітникам.

Електрозварювальні апарати повинні бути заземлені або занулені, а в неробочий час знеструмлені. Під час електрозварювальних робіт необхідно слідкувати за заземленням зварювального апарата. Зварювання в підвішаному стані не допускається. Робоче місце зварювальника повинно мати добру вентиляцію, бути захищене від атмосферних опадів і сильного вітру.

Користуючись трубним і гайковим ключами, не можна одягати обрізки труб на ручки ключів і використовувати металеві підкладки під губки ключів.

Всі хто працює на будівельному майданчику, де можливе падіння предметів, повинні мати захисні шоломи. Для переміщення вантажів, маса яких більша за 50 кг, а також для підняття вантажів на висоту, більшу ніж на 3 м, обов'язковим є механізоване виконання навантажувально – розвантажувальних робіт.

Випробовуючи систему, тиск підвищують плавно, постійно контролюючи показники манометрів.

Запалюючи пальники побутових газових приладів, спочатку до них підносять запалений сірник, а потім відкривають кран.

Налагоджують системи газопостачання, забезпечивши трьохкратний повітрообмін в приміщенні, де можливе витікання газу.

Під час експлуатації газового господарства організовано контроль за справним станом газових мереж та газового обладнання і інструменту, пристосувань, а також за наявністю запобіжних пристроїв та індивідуальних засобів захисту, що забезпечують безпеку праці.

### 3.10.9 Розрахунок техніко – економічних показників календарного плану

1. Загальний строк будівництва:

$$T_{\text{заг.}} = 29,75 \text{ дні.}$$

2. Загальна трудомісткість:

$$Q_{\text{заг.}} = 358,5 \text{ люд-дні.}$$

3. Середня чисельність робочих:

$$R_{\text{сер.}} = Q_{\text{заг.}} / T_{\text{заг.}} = 12 \text{ робітників.}$$

4. Максимальна чисельність робітників:

$$R_{\text{мах.}} = 18 \text{ робітників.}$$

5. Надлишкова трудомісткість:

$$Q_{\text{надл.}} = 72,25 \text{ люд-дні.}$$

6. Встановлений термін будівництва:

$$T_{\text{вст.}} = 15,5 \text{ днів.}$$

7. Коефіцієнт, що характеризує використання робітників протягом будівництва:

$$\alpha_1 = 0,67.$$

8. Коефіцієнт нерівномірності графіку руху робітників по працевтратам:

$$\alpha_2 = 0,21.$$

9. Коефіцієнт, який характеризує використання часу робочих протягом будівництва:

$$\alpha_3 = 0,52.$$

## В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У магістерській кваліфікаційній роботі досліджується ресурсноєфективні інженерні системи забезпечення мікроклімату приміщень житлових будинків.

Будівництво як трудова діяльність характеризується підвищеною небезпекою виконуваних робіт. Це обумовлено багатьма причинами. В процесі будівництва працівникам доводиться зіштовхуватися з великою кількістю небезпечних і несприятливих факторів. Підвищена небезпека будівельних робіт веде до того, що будь-яке, навіть незначне, порушення норм безпеки може стати причиною важких травм і загибелі людей, а також значного матеріального збитку. Кінцевим результатом будівництва є об'єкт, призначений для подальшої експлуатації іншими людьми протягом, як правило, тривалого періоду часу, що обчислюється десятиліттями.

На працівників будівельно-монтажної організації під час виконання опоряджувальних робіт впливають такі небезпечні та шкідливі фактори, у відповідності з прийнятою класифікацією за ГОСТ 12.0003.-74.

Фізичні:

- рухомі машини і механізми;
- рухомі частини виробничого обладнання;
- вироби, заготовки, матеріали, що пересуваються;
- підвищена та понижена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
- підвищена та понижена вологість повітря;
- підвищена та понижена рухливість повітря;
- підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
- недостатнє освітлення робочої зони;
- недостатність природного освітлення;
- небезпечний рівень напруги електричного кола, замикання якої може відбутися через тіло людини;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;

- гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання;

- розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (підлоги);

Психофізіологічні:

- фізичні перевантаження (динамічні);
- нервово – психічні перевантаження (монотонність праці, емоційні перевантаження, перенапруга аналізаторів).

#### **4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта**

##### **4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць під час виконання опоряджувальних робіт**

Під час виконання опоряджувальних робіт необхідно дотримувати вимоги цих Норм, зокрема розділів 7, 8; під час виконання фарбувальних робіт – вимоги ДСТУ Б А.3. 2-7, НАПБ А.01.001, СП 991, ГОСТ 9980.3, ГОСТ 9980.5; під час улаштування фасадних систем – вимоги ДБН В.2.6-33, ДСТУ Б В.2.6-34, ДСТУ Б В.2.6-35, ДСТУ Б В.2.6-36. Фасадні системи за конструктивним рішенням і класифікацією повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.6-34.

Суміші та мастики під час виконання опоряджувальних робіт необхідно готувати, як правило, централізовано. Приготування їх, а також розчинової суміші за ДСТУ Б В.2.6-36 на будівельному майданчику необхідно здійснювати у приміщеннях, обладнаних припливно-витяжною вентиляцією для запобігання перевищенню граничнодопустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Виконавці робіт повинні бути забезпечені нешкідливими миючими засобами і теплою водою.

Не дозволяється застосовувати лакофарбові матеріали та розчинники невідомого складу, а також речовини й матеріали, на яких нема показників пожежної і токсичної небезпеки.

## Організація робочих місць

Робочі місця для виконання опоряджувальних робіт, улаштування фасадних систем на висоті повинні бути обладнані засобами підмоцнування і сходами-драбинами для піднімання на них. Засоби підмоцнування, що застосовуються під час штукатурних, малярних робіт, улаштування фасадних систем у місцях, під якими виконуються інші роботи чи є прохід, повинні бути з настилами без зазорів.

Внутрішні штукатурні роботи, а також монтаж збірних карнизів і ліпних елементів внутрішніх приміщень необхідно виконувати тільки з помостів або пересувних столиків, встановлених на підлогу, або на суцільні настили. Зовнішні штукатурні роботи необхідно виконувати з інвентарних вертикальних або підвісних риштовань. Під час виконання робіт на внутрішніх сходових клітках необхідно застосовувати спеціальні помости (столики) з різною довжиною опорних підпорок, які встановлюються на сходинок. Робочий настил повинен бути горизонтальним та мати парапетні огорожі.

Під час роботи зі шкідливими та пожежо- вибухонебезпечними матеріалами, що утворюють вибухонебезпечну пару, приміщення необхідно постійно провітрювати, а також протягом 1 год після закінчення роботи, застосовуючи природну або штучну вентиляцію. Електропроводка й електроустаткування повинні бути у вибухобезпечному виконанні. Робота з використанням вогню в цих приміщеннях заборонена.

Місця, над якими виконуються скляні чи облицювальні роботи, повинні бути огорожені. Заборонено скління або облицювальні роботи на кількох ярусах по одній вертикалі одночасно.

У разі застосування повітрянагрівачів (електричних або таких, що працюють на рідкому паливі) для просушування приміщень будинків і споруд необхідно дотримуватися вимог ДБН В.1.1-7. Заборонено обігрівати та сушити приміщення жаровнями та іншими пристроями, що виділяють у приміщення продукти згоряння палива.



Під час виконання робіт із розчинами, що містять хімічні добавки, необхідно використовувати засоби індивідуального захисту (гумові рукавички, захисні мазі, окуляри) відповідно до інструкції заводу-виробника, зважаючи на склад речовин, що використовуються.

Під час сухого очищення поверхонь та інших роботах, пов'язаних із виділенням пилю і газів, а також під час механізованого шпаклювання і фарбування необхідно користуватися респіраторами із захисними окулярами.

#### Порядок виконання робіт

Перед початком кожної зміни повинна бути перевірена справність розчинонасосів, шлангів, дозаторів та іншого обладнання, що застосовується під час штукатурних робіт. Манометри повинні бути випробувані та опломбовані (пройти державну перевірку). Якщо тиск на манометрах розчинонасосів перевищує допустимі значення, зазначені у паспорті, працювати на розчинонасосі не дозволяється.

Переносні струмоприймальники (інструмент, машини, світильники тощо), що використовуються для виконання штукатурних робіт, повинні бути розраховані на напругу не більше ніж 25 В.

Під час виконання робіт із приготування і нанесення фарбувальних сумішей, включаючи імпортні, необхідно дотримувати вимоги інструкцій підприємств-виробників з безпеки праці.

На усі вихідні компоненти, що надходять, і готові фарбувальні суміші повинні бути гігієнічні сертифікати із зазначенням пожежо-вибухонебезпечності, строків і умов зберігання, наявності в них шкідливих речовин, рекомендацій щодо методу нанесення, необхідності застосування засобів колективного та індивідуального захисту.

Не допускається застосовувати розчинники на основі бензолу, хлорованих вуглеводнів, метанолу.

Під час виконання фарбувальних робіт із застосуванням пневматичних агрегатів необхідно:

- до початку роботи перевірити справність устаткування тиском, що зазначений у паспорті, сигналізації, наявність захисного заземлення;

- під час виконання робіт не допускати перегинання шлангів і їх дотику до сталевих канатів, що рухаються;

- відключати подачу повітря та перекривати повітряний вентиль під час перерви в роботі або у разі виявлення несправностей механізму агрегата.

Відігрівати замерзлі шланги необхідно у теплому приміщенні. Не допускається відігрівати шланги відкритим вогнем чи парою.

Тару з вибухонебезпечними матеріалами (лаками, емалями, нітрофарбами тощо) під час перерви у роботі необхідно закривати пробками або кришками, а відкривати інструментом, що не спричиняє іскроутворення.

Під час малярних робіт у приміщеннях із застосуванням пневматичних апаратів, а також швидкосохнучих лакофарбових матеріалів, що містять у собі шкідливі леткі розчинники, робітники повинні бути забезпечені роботодавцем респіраторами відповідного типу і захисними окулярами. Виконувати такі роботи необхідно за відкритих вікон або за наявності штучної вентиляції. Разом з цим кількість газів, пари та пилу в робочій зоні не повинна перевищувати граничнодопустимої концентрації шкідливих речовин, визначеної ГОСТ 12.1.005. Для вентиляторів необхідно застосовувати електродвигуни у вибухобезпечному виконанні, а вимикачі виносити в безпечне місце.

Вогневі роботи (зварювальні тощо) необхідно проводити на відстані не ближче ніж 15 м від відчинених отворів приміщень, в яких виконуються роботи із застосуванням лакофарбових матеріалів, що містять у собі леткі органічні розчинники.

Фарборозпилювачі та шланги в кінці робочої зміни повинні бути очищені й промиті від залишків лакофарбових матеріалів. На робочому місці, де використовується фарборозпилювач, що знаходиться під високим тиском лакофарбового матеріалу, повинні бути попереджувальні написи «Вогнебезпечно», «Високий тиск!». Сітчасті фільтри установок

безповітряного розпилення необхідно вилучати та промивати не рідше одного разу на тиждень.

Електроінструмент, переносні лампи, знижувальні трансформатори і перетворювачі частоти струму необхідно перевіряти один раз на місяць на відсутність замикання на корпус, цілісність заземлювального контуру, цілісність ізоляції живильних проводів та відсутність оголених струмопровідних частин. Переносні трансформатори необхідно перевіряти також на відсутність замикання між обмотками високої і низької напруги.

Піднімання і перенесення скла до місця його встановлення необхідно виконувати механізованим способом у спеціальній тарі. Зона піднімання повинна бути огорожена. Розкroєння скла необхідно здійснювати в окремих опалюваних приміщеннях у горизонтальному положенні на спеціальних столах.

Місця, над якими проводиться скління, необхідно огородити та захистити від падіння скла козирками або суцільними настилами.

Під час улаштування теплоізолювальних фасадних систем параметри технологічного процесу і обладнання для його реалізації повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.3.002, СП 1042, НПАОП 40.1.-1.32.

Технологічне обладнання повинно бути заземлене відповідно до ГОСТ 12.1.030, комунікації заземлити від статичної електрики згідно з вимогами ГОСТ 12.4.124.

Технічна експлуатація електроустаткування під час монтажу фасадних систем повинна здійснюватись відповідно до ГОСТ 12.1.018, ДСТУ 7237 і Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів, затверджених наказом Мінпаливенерго України від 25.07.06 № 258, зареєстрованих у Мін'юсті України від 25.10.06 № 1143/13017. Під час улаштування фасадних систем виробничі дільниці повинні бути забезпечені знаками безпеки згідно з ДСТУ ISO 6309 та ГОСТ 12.4.026, робочі місця – огорожами і освітленням, робітники – засобами індивідуального захисту відповідно до норм.

#### 4.1.2 Електробезпека

У приміщеннях будівельної ділянки для живлення обладнання та системи освітлення використовується трифазна чотирьохпровідна мережа із заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Відповідно з ГОСТ 12.1.013-78 умови праці за ступенем небезпеки ураження працівників електричним струмом є умовами з підвищеною небезпекою, тому що підлога у приміщеннях є струмопровідною.

Згідно із ГОСТ 12.1.030-81, в якості захисту від ураження людей електричним струмом застосовується заземлення. Крім того безпека експлуатації при нормальному режимі роботи забезпечується застосуванням ізолювальних пристроїв, огороженням струмоведучих частин, використанням малих напруг. Особи, що обслуговують електроустановки повинні користуватися ЗІЗ - спецвзуття, рукавиці. Засоби захисту необхідно періодично випробувати, їх слід захищати від механічних пошкоджень, впливу факторів, що погіршують їх діелектричні властивості.

Загальні вимоги безпеки до виробничого обладнання встановлені згідно з ГОСТ 12.2.003-74, в якому визначені вимоги до основних елементів конструкції, органів управління і засобів захисту, які входять в конструкцію виробничого обладнання любого виду і призначення.

З точки зору охорони праці основними вимогами до устаткування є безпечність для здоров'я і життя людей, надійність і зручність під час експлуатації. При проектуванні машин і механізмів обов'язково повинні враховуватися ергономічні вимоги: розміщення механізмів керування на робочому місці, зусилля для приведення в дію механізмів керування тощо.

При конструюванні устаткування частини, що обертаються, рухаються, комунікації (трубопроводи, кабелі тощо) необхідно розміщувати у корпусі машини, щоб вилучити можливість доступу до них працюючих. Устаткування має відповідати вимогам електробезпеки і гарантувати захист працюючих від ураження електричним струмом.

У конструкції устаткування повинні передбачатися вбудовані (місцеві) відсмоктувачі, необхідні для видалення пожежо-і вибухонебезпечних сумішей, небезпечних і шкідливих хімічних речовин, пилу тощо безпосередньо з місця їх виникнення. Щоб уникнути шуму та вібрації або знизити їх до регламентованих рівнів, необхідно застосовувати звукопоглинаючі матеріали, кожухи тощо.

Механізми керування технологічним обладнанням повинні мати безпечні та зручні форми і поверхню, встановлюватися у безпечному для працюючих місці, приводитись у дію зусиллями, що встановлені відповідними нормами, мати напис про призначення, інструкцію з експлуатації тощо.

При монтажі всі стаціонарні машини, верстати, апарати тощо мають бути встановлені й закріплені таким чином, щоб вилучити можливість їхнього зсуву під час роботи.

Під час експлуатації все технологічне устаткування має утримуватися у справному стані й використовуватися лише за призначенням. Крім того, необхідно усунути можливість випадкового дотику працюючих до устаткування, що має температуру понад 45°C. Якщо цього зробити неможливо, поверхня устаткування повинна мати теплоізоляцію або огороження.

Технологічне устаткування, обслуговування якого пов'язане з переміщеннями працюючого на висоті, повинне мати безпечні й зручні за конструкцією і розмірами робочі майданчики, переходи та драбини. Майданчики та драбини заввишки понад 1,3 м від підлоги обладнуються поручнями.

Устаткування має підлягати періодичному профілактичному оглядові, ремонтам за графіками.

Щойно встановлене устаткування приймається комісією за участю представників органів державного нагляду за охороною праці.

Заходи, що забезпечують безпечність робіт в електроустановках, поділяються на організаційні та технічні.

До організаційних заходів належать:

- дотримання вимог охорони праці жінок та осіб віком до 18 років;
- проведення попередніх та періодичних медичних оглядів осіб, які працюють у шкідливих умовах;
- забезпечення працюючих у шкідливих умовах лікувально-профілактичним обслуговуванням тощо.

Технічні заходи передбачають:

- систематичне підтримання чистоти у приміщеннях і на робочих місцях;
- розробку та конструювання обладнання, що вилучає виділення пилу, газів та пари, інших шкідливих речовин у виробничих приміщеннях;
- забезпечення санітарно-гігієнічних вимог до повітря виробничого середовища;
- улаштування систем вентиляції та кондиціонування робочих місць зі шкідливими умовами праці;
- забезпечення захисту працюючих від шуму, ультра- та інфразвуку, вібрації, різних видів випромінювання
- установка заземлювачів в електроустановках підстанцій та в розподільчих пристроях;
- заземлення повітряної лінії електропередач;
- зберігання та врахування заземлень.

## **4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії**

### **4.2.1 Мікроклімат**

Основними нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99 [16].

Мікроклімат підстанцій характеризується наступними чинниками: температурою повітря, відносною вологістю повітря, швидкістю руху повітря, інтенсивністю теплового випромінювання.

Роботи по обслуговуванню технологічного обладнання відносяться до категорії Іб по важкості праці.

Енерговитрати за цією категорією становлять - до 140-174Вт.

Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1- Допустимі норми параметрів повітря

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість	Швидкість руху, X
		Допустима	Допустима		
		Верхня межа	Нижня межа	Допустима	Допустима
Холодний	Іб	20-24	17-25	75	не більше 0,2
Теплий		21-28	19-30	55 при 27 °С	0,1-0,3

#### 4.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується граничнодопустимими концентраціями (ГДК) в мг/м<sup>3</sup>.

На будівельних об'єктах виділяється пил нетоксичний. При роботі системи вентиляції, провітрюванні у приміщенні може попадати пил та інші шкідливі речовини, які виділяються при технологічних процесах в цеху і знаходяться повітрі навколишнього середовища. Їх ГДК відповідно до [18] наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин для повітря атмосфери, в робочій зоні верстатника

Назва речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони відповідно до ГОСТу 12.1.004-91. ССБТ проектом передбачені наступні рішення [15]:

- застосування пиловідсмоктуючих агрегатів з рукавними фільтрами , які встановлені безпосередньо на дільницях біля обладнання із яких очищене повітря поступає у виробниче приміщення;

- необхідно проводити контроль за ГДК шкідливих речовин у приміщенні;

- застосовувати природну вентиляцію: організовану і неорганізовану.

-

### **4.2.3 Виробниче освітлення**

Раціональне освітлення – один з основних факторів створення сприятливих робочих умов праці. Недостатнє освітлення викликає передчасне стомлення працюючих, знижує продуктивність праці, може стати причиною нещасного випадку.

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормують мінімальну освітленість на найбільш темній ділянці робочої поверхні.

При періодичному нагляді за ходом виробничого процесу на станції освітленість повинна складати не менше 50 лк. Оскільки в приміщенні знаходяться вимірювальні прилади та система управління, то освітленість повинна складати 300 лк. Рівень аварійного освітлення складає 15% освітленості основної роботи.

Приміщення, де розташоване робоче місце забезпечене природним освітленням в денний проміжок часу але вечері постає проблема в штучному освітленні. Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормуємо освітлення на робочому місці. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи VI. Наведено норми при штучному та комбінованому освітленні в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств



Характеристики зорової роботи	Найменшій або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення		Природне освітлення	Сумісне освітлення
						всього	у т. ч. від загального		
Груба (дуже малої точності)	Більше ніж 5	VI	V	Незалежно від характеристики фону і контрасту об'єкта з фоном		-	200	3	1,8

В приміщенні, особливо в зимовий період, коли світлий день досить короткий, природнього освітлення може бути недостатньо, тому використовується місцеве штучне освітлення (таблиця 4.4). Штучне освітлення здійснюється світлодіодними лампами, що живляться від трансформатора власних потреб (12В).

Таблиця 4.4 – Вибір освітлюваного пристрою

Тип світильника	Світлодіодна лампа
Світло розподілення	Несиметричне
Потужність ламп, Вт	До 20

Для забезпечення нормативного значення сумісного освітлення передбачено:

- використання додаткового штучного освітлення, а саме світлодіодних ламп;
- необхідна кількість природного світла (великі вікна);
- для підтримки постійної освітленості повинно бути організовано систематичне, не рідше двох разів на місяць, очищення арматури світильників і ламп від пилу та бруду, а в приміщеннях із значним виділенням пилу, диму та кіптяви - не рідше чотирьох разів на місяць згідно з графіком.

#### 4.2.4 Виробничий шум

На будівництві джерелом шуму є обладнання, машини, механізми – механічний шум. Шум – це хаотична сукупність різних за силою і частотою звуків, що заважають сприйняттю корисних сигналів і негативно впливають на людину.

Постійна дія сильного шуму може не лише негативно вплинути на слух, але й викликати інші шкідливі наслідки - дзвін у вухах, запаморочення, головний біль, підвищення втоми, зниження працездатності.

Шум має кумулятивний ефект, тобто акустичні подразнення, накопичуючись в організмі людини, все сильніше пригнічують нервову систему. Тому перед втратою слуху від впливу шумів виникає функціональний розлад центральної нервової системи. Особливо шкідливий вплив шуму позначається на нервово-психічній діяльності людини. Процес нервово-психічних захворювань вищий серед осіб, що працюють у гомінких умовах, ніж у людей, що працюють у нормальних звукових умовах.

Відповідно до [11] рівень звука вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

$$L = 10\lg(I/I_0) = 10\lg(p/p_0) = 10\lg(U/U_0) \quad (4.1)$$

де  $L$  - рівень шуму, дБ;

$p$  - звуковий тиск, Па;

$U_0$  - коливальна швидкість, 5-10 м/с;

$P_0$  - нульове значення звукового тиску, умовно прийняте рівним  $2 \cdot 10^5$  Па.

При санітарно-гігієнічному нормуванні шуму використовують два методи:

- нормування за гранично допустимим спектром шуму;
- нормування рівня звуку за шкалою А шумоміра.

За характером спектру шум - широкосмуговий з безперервний спектром шириною більше октави; за тональною характеристикою постійний; за походженням - гідродинамічний.

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приймаються за вимогами СН 32.23-85 і наведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Допустимі рівні звукового тиску

Робоче місце	Рівні звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звукового тиску, ДБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
На постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Для зменшення рівня шуму до допустимого в цеху двигуни виконуються в металевому кожусі, а також виконують змащення, застосовують пластмасові деталі, використовують протишумні навушники, які закривають вушну раковину.

#### 4.2.5 Виробничі вібрації

Вібрацією називають механічні коливання пружних тіл або систем, коли відбувається переміщення центра їх ваги в просторі відносно статичного стану. Загальна вібрація передається на тіло через опорні поверхні людини, що стоїть чи сидить (підшви ніг або сідниці).

Допустимі рівні вібрації на постійних місцях наведені в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 - Допустимі рівні вібрації на постійних місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація:	<u>1,3</u>	<u>0,45</u>	<u>0,22</u>	<u>0,2</u>	<u>0,2</u>	<u>0,2</u>	-	-	-	-
На постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	108	99	93	92	92	92				

В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації, м/с  $10^{-2}$ , знаменнику - логарифмічні рівні вібрації, дБ.

Джерелами вібрації в умовах влаштування фундаменту є: екскаватор, трактори, бульдозери, крани, автомобілі бортові, котки, вібратори (бетонні роботи), пневматичні відбійні молотки тощо.

За джерелами вібрації можна встановити, що робочі піддаються впливу загальної вібрації 2-ї категорії (транспортно-технологічна) та локальної вібрації [29].

При дії постійної локальної та загальної вібрації параметром, що нормується є середньоквадратичне значення віброшвидкості (V) та віброприскорення (a) або їх логарифмічні рівні у дБ в діапазоні октавних смуг із середньо геометричними частотами.

Комплект машин, що працює при виконанні циклу нульових робіт працює в діапазоні октавних смуг із середньо геометричними частотами: бульдозери, крани, екскаватори, котки - 31,5...125Гц; вібратори, пневматичні відбійні молотки – 31,5...50Гц.

Основними методами колективного віброзахисту є зниження вібрації шляхом дії на джерело виникнення: відстрочка від режиму резонансу; динамічне гасіння коливань, заміна конструктивних елементів уставок і будівельних конструкцій. Засоби індивідуального захисту діляться на засоби для ніг, рук та тіла працюючого.

## 4.2.6 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори вибираються відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженої Наказом Міністерства охорони здоров'я № 528 від 27 грудня 2001 року.

а) Класи умов праці за показниками важкості праці:

Загальні енергозатрати організму (кґ/м):

Зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кґ/(Вт);

При регіональному навантаженні(для чоловіків) - 12 000(40);

При загальному навантаженні ( за участю м'язів рук, тулуба, ніг) - 40 000(80);

Маса вантажу. Що постійно підіймається – до 25.

Стереотипні робочі рухи:

При локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук)- до 60 000;

При регіональному навантаженні(участь рук та плечового суглоба) – до30 000;

Статичне навантаження (кґ/с):

Двома руками (чоловіки) – до 70 000;

За участю м'язів тулуба та ніг – до 200 000.

Робоча поза:

Періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) до 25% часу зміни

Нахил тулуба:

Вимушені нахили протягом зміни – 150 разів;

Переміщення у просторі(переходи задля технологічного процесу) – більше 12

б) Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження:

Зміст роботи - рішення складних завдань з вибором за алгоритмом;

Сприймання інформації та їх оцінка - сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій;

Розподіл функцій за ступенем складності завдання - обробка, контроль, перевірка завдання.

Сенсорні навантаження:

Зосередження (%за зміну) - до 50;

Щільність сигналів (звукові за 1 год) - до 150;

Навантаження на слуховий аналізатор (%) – розбірливість слів та сигналів від 50 до 80;

Навантаження на голосовий апарат ( протягом тижня) – від 20 до 25.

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності - є відповідальним за функціональну якість основної роботи; Ступінь ризику для власного життя – вірогідний;

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших.

Режим праці:

Тривалість робочого дня - більше 8 год;

Змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

### **4.3 Оцінка можливих наслідків вибуху природного газу в разі виходу з ладу котла**

#### **4.3.1 Розрахунок надмірного тиску вибуху газоповітряної суміші**

Густина газу при розрахунковій температурі (за завданням  $t_p = 22^\circ \text{C}$ ) визначається за формулою:

$$\rho_{z,n} = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + 0,00367t_p)} = \frac{16}{22,413(1 + 0,0036 \cdot 22)} = 0,66 \text{ (кг} \times \text{м}^{-3}\text{)},$$

де  $M$  – молярна маса речовини ( $M(C_xO_yH_z) = x \cdot M_C + y \cdot M_O + z \cdot M_H$ ),  $\text{кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$  (для  $\text{CH}_4$  –  $M(\text{CH}_4) = 12 + 4 \cdot 1 = 16$ );  $V_0$  – мольний об'єм, що дорівнює  $22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$ .

Стехіометрична концентрація ГГ або парів ЛЗР та ГР, % (об.), що визначається за формулою:

$$C_{ст} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 2} = 9,36,$$

де  $\beta = n_c + \frac{n_n - n_x}{4} - \frac{n_o}{2} = 1 + \frac{4}{4} = 2$  – стехіометричний коефіцієнт кисню в реакції згоряння (при розрахунку  $\beta$  атоми азоту не враховуються);  $n_c = 1$ ,  $n_n = 4$ ,  $n_o = 0$ ,  $n_x = 0$  – число атомів С, Н, О та галогенів у молекулі ГГ або парів ГР (робоче паливо – газ метан).

Об'єм газу, що вийшов з апарата

$$V_a = \frac{P_1}{P_0} \cdot V = 0,01 \cdot P_1 \cdot V = 0,01 \cdot 110,6 \cdot 0,04 = 0,044 \text{ (м}^3\text{)},$$

де  $P_1$  – тиск в апараті, кПа (згідно техпаспорта котла  $P_1 = 110,6$  кПа);  $V$  – об'єм апарата,  $\text{м}^3$  (згідно техпаспорта котла  $V = 0,04 \text{ м}^3$ );  $P_0$  – атмосферний тиск, що дорівнює  $101,3$  кПа.

Об'єм газу, що вийшов з трубопроводів

$$V_T = V_{1T} + V_{2T} = 0,086 + 0,53 = 0,616 \text{ (м}^3\text{)},$$

де  $V_{1T}$  – об'єм газу, що вийшов з трубопроводу до його перекривання,  $\text{м}^3$ ;  $V_{2T}$  – об'єм газу, що вийшов з трубопроводу після його перекривання,  $\text{м}^3$ .

$$V_{1T} = q \cdot \tau = 0,00071 \cdot 120 = 0,086 \text{ (м}^3\text{)},$$

де  $q$  – витрата газу,  $\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$  (згідно техпаспорта котла  $q = 0,00071 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ ), яку визначають згідно з технологічним регламентом залежно від тиску у трубопроводі, його діаметру, температури газового середовища тощо;  $\tau = 120$  с – час перекривання у автоматичному режимі

$$V_{2T} = 0,01\pi \cdot P_2(r_1^2 L_1 + r_2^2 L_2 + \dots + r_n^2 L_n) =$$

$$= 0,01 \cdot 3,14 \cdot 104,3 \cdot (0,032 \cdot 3,5 + 0,025 \cdot 2) = 0,53 \text{ (м}^3\text{)},$$

де  $P_2$  – максимальний тиск у трубопроводі за технологічним регламентом, кПа (за завданням  $P_2 = 104,3$  кПа);  $r_1, r_2$  – внутрішні радіуси трубопроводів, м (за завданням  $r_1 = 0,032$  м,  $r_2 = 0,025$  м);  $L_1, L_2$  – загальна довжина трубопроводів від аварійного апарата до засувок, м (за завданням  $L_1 = 3,5$  м,  $L_2 = 2$  м).

Масу газу, що потрапив до приміщення під час розрахункової аварії, визначаємо за формулою:

$$m = (V_a + V_T) \cdot \rho_G = (0,044 + 0,616) \cdot 0,66 = 0,429 \text{ (кг)},$$

Надлишковий тиск вибуху  $\Delta P$  для індивідуальних горючих речовин, які складаються з атомів С, Н, О, N, Cl, Br, I, F визначається за формулою:

$$\Delta P = (P_{max} - P_o) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_{вільн} \cdot \rho_{г,н}} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{K_H} =$$

$$= (900 - 101) \cdot \frac{0,429 \cdot 0,5 \cdot 100}{60 \cdot 0,66 \cdot 9,36 \cdot 3} = 15,4 \text{ (кПа)},$$

де  $P_{max}$  – максимальний тиск вибуху стехіометричної газоповітряної або пароповітряної суміші у замкнутому об'ємі (приймається 900 кПа);  $P_o$  – початковий тиск, кПа (приймається 101 кПа);  $Z = 0,5$  – коефіцієнт участі ГГ або парів у вибуху, який може бути розрахований на підставі характеру розподілення газів і парів в об'ємі приміщення;  $V$  – вільний об'єм приміщення, м<sup>3</sup> (за завданням  $V_{вільн} = 60$  м<sup>3</sup>);  $K_H$  – коефіцієнт, що враховує негерметичність приміщення й неадіабатичність процесу горіння (приймається  $K_H = 3$ ).

#### 4.3.2 Визначення розмірів зони поширення полум'я

Горизонтальні розміри зони, м, які обмежують область концентрацій, що перевищують нижню концентраційну межу поширення полум'я ( $C_{нкмп}$ ), обчислюють за формулами:

для горючих газів (ГГ):



$$R_{\text{НКМП}} = 14,5632 \cdot \left( \frac{m}{\rho_{\text{Г,П}} \cdot C_{\text{НКМП}}} \right)^{0,333} = 14,5632 \cdot \left( \frac{0,429}{0,66 \cdot 14} \right)^{0,333} = 5,24 \text{ (м)},$$

де  $m$  - маса ГГ, що надійшли до відкритого простору під час аварійної ситуації, кг;  $\rho_{\text{Г}}$  - густина ГГ при розрахунковій температурі й атмосферному тиску,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$ ;  $C_{\text{НКМП}}$  - нижня концентраційна межа поширення полум'я ГГ 14 % (об.).

За початок відліку горизонтального розміру зони приймають зовнішні габаритні розміри апаратів, установок, трубопроводів тощо. У всіх випадках значення  $R_{\text{НКМП}}$  повинно бути не менше 0,3 м для ГГ і ЛЗР.

### 4.3.3 Розрахунок інтенсивності теплового випромінювання внаслідок вибуху

Інтенсивність теплового випромінювання розраховуємо для пожежі «вогненна куля».

Ефективний діаметр «вогняної кулі»  $D_s$ , м, визначаємо за формулою:

$$D_s = 5,33m^{0,327} = 5,33 \cdot 0,429^{0,327} = 4 \text{ (м)}.$$

Висоту центра «вогняної кулі» визначаємо

$$H = D_s/2 = 4/2 = 2 \text{ (м)}.$$

Час існування «вогняної кулі»  $t_s$ , с, визначаємо за формулою

$$t_s = 0,92m^{0,303} = 0,92 \cdot 0,429^{0,303} = 0,71 \text{ (с)}.$$

Відстань від зовнішніх меж кулі до точки на поверхні землі безпосередньо під центром «вогняної кулі»

$$r = \sqrt{D_s^2 + H^2} = \sqrt{4^2 + 2^2} = 4,24 \text{ (м)}$$

Коефіцієнт пропускання теплового випромінювання крізь атмосферу  $\psi$  розраховуємо за формулою:

$$\begin{aligned} \psi &= \exp \left[ -7 \cdot 10^{-4} \cdot (\sqrt{r^2 + H^2} - D_s/2) \right] = \\ &= \exp \left[ -7 \cdot 10^{-4} \cdot \left( \sqrt{(4,24^2 + 2^2)} - 2/2 \right) \right] = 0,98 \end{aligned}$$

Кутовий коефіцієнт опромінення

$$F_q = \frac{H / D_s + 0,5}{4 \cdot \left[ (H / D_s + 0,5)^2 + (r / D_s)^2 \right]^{1,5}} =$$

$$= \frac{2 / 4 + 0,5}{4 \cdot \left[ (2 / 4 + 0,5)^2 + (4,24 / 4)^2 \right]^{1,5}} = 0,075,$$

Інтенсивність теплового випромінювання обчислюємо за формулою:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \psi = 450 \cdot 0,075 \cdot 0,98 = 33 \text{ (кВт}\cdot\text{м}^{-2}\text{)},$$

де  $E_f$  – середньоповерхнева густина теплового потоку випромінювання полум'я, кВт·м<sup>-2</sup>, величину  $E_f$  приймаємо рівною 450 кВт·м<sup>-2</sup>.

#### **Висновок 4**

Внаслідок прогнозованого вибуху газоповітряної суміші у випадку аварії надмірний тиск ударної хвилі буде достатнім для сильного руйнування легких конструкцій, вікон та дверей.

Для запобігання виникнення аварійних ситуацій пов'язаних із використання побутових газових приладів необхідно:

- забезпечити дотримання норм та інструкцій під час монтажу та експлуатації газового обладнання;
- встановити додаткові системи контролю тиску та запобігання витоку газу з трубопроводів;
- розмістити в приміщеннях де використовується газове обладнання пристрої для виявлення загазованості повітря.

## **5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ**

Кошторисну документацію до магістерської кваліфікаційної роботи складено у відповідності до ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 “Правила визначення вартості будівництва”.

В локальному кошторисі визначено кошторисну вартість робіт, яка містить в собі прямі та загальновиробничі витрати. Загальновиробничі витрати розраховані відповідно ДСТУ Б Д.1.1-1:2013.

Вартість матеріальних ресурсів і машино-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації, згідно прайс-листів та усередненими даними Держбуду України.

Локальні кошторис у Додатку В.

### **Висновок**

В даному розділі проведено розрахунок локального кошторису на влаштування системи вентиляції та системи опалення торгово-офісного центру, наведено техніко-економічні показники.

В результаті розрахунку отримано наступні значення: всього витрати по кошторису – 1439852 грн, кошторисна трудомісткість – 9590 люд-год, кошторисна заробітна плата –132871 грн.

## ВИСНОВОК

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В. 2.5-67:2013. - [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2014. – 113с. – (Державні будівельні норми).
2. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016 - [Чинний від 2016-04-01]. - К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2016 р. – 72 с.– (Державні будівельні норми).
3. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 – [Чинний від 2011-11-01].-К.: Мінрегіонбуд України, 2011 р. – 127 с.– (Державні стандарти України).
4. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення ДБН В.2.5-28-2006. – [ Чинний від 2006 – 05 -15]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2006. .– (Державні будівельні норми).
5. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель: ДСТУ Б В. 2.6-189:2013 – [ Чинний від з 2014-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2014.– (Державні будівельні норми).
6. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою: ДСТУ Б В. 2.6 - 36:2008 – [ Чинний від з 2009-01-06]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2009.– (Державні будівельні норми).
7. Будинки та споруди навчальних закладів: ДБН В.2.2-3-97– [Чинний від з 1998-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 1998.

8. Дошкільні заклади. Будинки і споруди дитячих дошкільних закладів. ДБН В.2.2-4-1997 К. : [Чинний від 2008-07-01]. Мінрегіонбуд України, - Київ, 2008. – (Державні будівельні норми).
9. Громадські будинки та споруда: ДБН В.2.2-9-2009– [Чинний від з 2010-10-01] – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2009.
10. Стальний радіатор Термія Електроний ресурс <http://termia-shop.com.ua/i4898510-stalnoy-konvektor-termiya-ksk-4060-kp.html>11.
- Газовий котел Demrad Adonis В 24 Електроний ресурс <https://demrad.ua/kotly-demrad/dymohodnye-kotly/gazovij-navesnoj-kombinirovannij-kotel-demrad-adonis-v-24.html>
12. Посібник для проектування теплоізоляційної оболонки будівель згідно вимог ДСТУ Б.В.2.6-189:2013. «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель» Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій». Київ 2014. – 107 с.
13. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.: ДБН В.1.1-7:2016. – [Чинний від з 2017-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2016.
14. Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1 – 5 – 2009 – [Чинний від з 2010-01-01]. – Держкомітет України у справах містобудування і архітектури., Київ, 2010.- 61 с.
15. Регулятори температури Електроний ресурс <https://www.oventrop.com/ru-UA/продукция/техническиеданные>
16. Панкевич О. Д. Діагностування тріщин будівельних конструкцій за допомогою нечітких баз знань: монографія / Панкевич О. Д., Штовба С. Д. Вінниця: УНІВЕРСУМ . - Вінниця, 2005 –108 с.
17. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» [Електроний ресурс]: станом на 2 червня 2017р. / Верховна Рада України. – Офіц. Вид.-к.: Відомості Верховної Ради, 2017 – 204 с.

18. ВінницяГазЗбут Вартість природного газу Електроний ресурс  
<https://vngaszbut.104.ua/ua/gas-supply/gas-cost/id/vartist-prirodnogo-gazu-34083>
19. Тарифи на електроенергію мвсто Вінниця Електроний ресурс  
[http://vmte.vn.ua/price\\_population.html](http://vmte.vn.ua/price_population.html)
20. Універсальна теплоізоляція Електроний ресурс <http://www.k-flex.ua/index.php?hl=ru&idd=product&product=teplmaterial>
21. Вказівки щодо застосування ресурсних елементних кошторисних норм на монтаж устаткування ДСТУ-Н Б Д.2.3-40:2012. [Чинний від з 2012-01-01]. – Держкомітет України у справах містобудування і архітектури., Київ, 2012.
22. Внутрішні сантехнічні роботи: ДБН Д.2.4-15-2000 – [Чинний від 2000-10-01].- К. : Государственный комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, 2000 г. – 106 с.– (Державні будівельні норми).
23. Кінаш Р.І. Технологія заготівельних та спеціальних монтажних робіт / Р.І. Кінаш, С.С. Жуковський – Львів: Видавництво науково-технічної літератури, 1999 р. – 448 с.
24. Оздоблювальні роботи: ДБН Д.2.2-15-99 - [Чинний від 2000-01-01]. – К.: Государственный комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, 2000г. – 58с.– (Державні будівельні норми).
25. Труба для теплотраси ОРТИРЕХ DUO Електроний ресурс  
<https://www.svittepla.com.ua/ua/shop/product/truba-dlia-teplotrassy-optipex-duo-pn6-91-32-29>
26. Опалення – внутрішні пристрої: ДБН Д.2.2-18-99 –[Чинний від 2000-01-01]. - К. : Государственный комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, 2000 г. – 28с.– (Державні будівельні норми).

27. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: ДСН 3.3.6.042-99 – [Чинний від 1999-12-01]. – К.: Міністерство охорони здоров'я України, 1999 р. – 12 с. – (Державні санітарні норми).
28. Інструкція з пожежної безпеки під час виконання будівельно-монтажних робіт [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://trudova-ohrana.ru/primery-dokumentov/zrazki-nstrukcj-z-pozhezhno-bezpeki/4850-nstrukcja-z-pozhezhno-bezpeki-pd-chas-vikonannja-budvelno-montazhnih-robt.html>
29. Охорона праці і промислова безпека в будівництві ДБН А.3.2-2-2009 - [Чинний від 2011-05-25]. – К.: Київ Міністерство регіонального розвитку та будівництва України 2012 г. – 94 с. – (Державні будівельні норми).