

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри

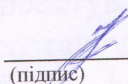
« 8 » 06 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему: Розробка системи теплопостачання станції технічного обслуговування автомобілів загальною площею 3360 м² з розробкою калорифера системи вентиляції.

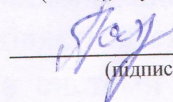
Виконав: студент групи 47-ТЕ-22

 **Кухта Т.А.**
(підпис)

Керівник роботи:

доцент кафедри ТТСПУ МННІ НУК

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

 **Пащуківський П.А.**
(підпис)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Первомайський навчально-науковий інститут

Кафедра «Енергетичного інжинірингу та робототехнічних систем»

Спеціальність 144 – «Теплоенергетика»

Освітня програма «Теплоенергетика»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

«13»

(підпис)

2026 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»**

Студенту *Кухта Тимур Андрійович*

(Прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка системи тепlopостачання станції технічного обслуговування автомобілів загальною площею 3360 м² з розробкою калорифера системи вентиляції.

Керівник роботи к.т.н., доцент кафедри ТТСПУ МННІ НУК Пацурковський П.А.

Затверджено розпорядженням ПННІ НУК № 8 від «12» 01. 2026 року

2. Термін подання студентом роботи до розгляду на кафедрі: 29.06.2026

3. Вихідні дані по роботі: Об'єктом проектування є приміщення станції технічного обслуговування автомобілів яке розташоване в місті Винниця. План станції технічного обслуговування автомобілів. Будівля має два поверхи висотою по 3 метри. Висота всієї будівлі 8 метрів. Під всією будівлею є підвал. Фасад будівлі орієнтований на захід. Рельєф ділянки забудови - спокійний.

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів).

- 1. Характеристика об'єкта, для якого розробляється система тепlopостачання.**
- 2. Розробка системи опалення.**
- 3. Розробка системи вентиляції.**
- 4. Розробка калорифера системи вентиляції.**
- 5. Розробка заходів з охорони праці**

5. Перелік презентаційних матеріалів

1. План будівлі. 2. Аксонометрична схема опалення 3. Аксонометрична схема вентиляції. 4. Креслення калорифера.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання «12» січня 2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

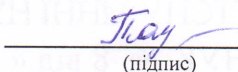
Номер	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика об'єкта, для якого розробляється система теплопостачання	04.03.26	
2	Розробка системи опалення	18.03.26	
3	Розробка системи вентиляції	15.04.26	
4	Розробка калорифера системи вентиляції.	29.04.26	
5	Розробка заходів з охорони праці	06.05.26	
6	Графічна частина	27.05.26	

Студент


(підпис)

Кухта Т.А.

Керівник роботи


(підпис)

Пацурковський П.А.

Анотація

В роботі розроблено систему теплопостачання станції технічного обслуговування автомобілів. Спроектована двотрубна горизонтальна система водяного опалення з металопластикових труб. Спроектована загально обмінна припливно-витяжна система вентиляції з механічним спонуканням. Розраховано та підібрано водяний калорифер для системи вентиляції. Розроблені заходи з охорони праці.

Ключові слова: опалення, вентиляція, калорифер, опалювальні прилади, тепловтрати, трубопроводи, циркуляційний насос, газовий котел, вентиляційна камера, вентиляційні решітки.

Abstract

The work developed a heat supply system for a car service station. The double-tube horizontal water heating system which is made of metal-plastic tubes has been designed. The general exchange supply and exhaust ventilation system with mechanical draft has been designed. The hot-water calorifier for the ventilation system has been calculated and selected. Occupational safety and health measures have been developed.

Keywords: heating, ventilation, calorifier, heating apparatus, heat loss, pipelines, circulating pump, gas boiler, ventilation chamber, ventilation grilles.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА, ДЛЯ ЯКОГО РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	9
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.....	11
2.1 Теплотехнічний розрахунок огорожень.....	11
2.1.1 Розрахунок зовнішньої стіни.....	11
2.1.2 Розрахунок перекриття над підвалом.....	13
2.1.3 Розрахунок горищного перекриття.....	14
2.2 Розрахунок тепловтрат приміщень.....	15
2.3 Проектування систем водяного опалення у виробничому приміщенні.....	22
2.4 Гідравлічний розрахунок системи опалення.....	23
2.5 Розрахунок площі опалювальних приладів.....	30
2.6 Підбір обладнання системи опалення.....	32
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	33
3.1 Вихідні дані до проектування.....	33
3.2 Розрахункові параметри зовнішнього повітря.....	35
3.3 Розрахункові параметри внутрішнього повітря.....	36
3.4 Місцеві відсмоктувачі від технологічного обладнання.....	38
3.5 Розрахунок повітрообміну.....	39
3.6 Принципові і конструктивні рішення по організації повітряно-теплого режиму будівлі.....	42
3.7 Підбір вентиляційних решіток для допоміжних приміщень.....	45
3.8 Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції.....	47
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА КАЛОРИФЕРА СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ.....	50
4.1 Опис калорифера.....	50
4.2 Розрахунок калорифера.....	50
4.3 Підбір калориферів для системи вентиляції.....	51
4.4 Підбір вентиляторного устаткування.....	51
4.5 Обладнання та матеріали системи вентиляції.....	53

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	57
5.1 Виробнича санітарія.....	57
5.2 Техніка безпеки при монтажі систем опалення.....	62
5.3 Вимоги безпеки під час монтажу систем вентиляції.....	63
5.4 Основні вимоги до виробничого освітлення.....	65
5.5 Розрахунок захисного заземлення.....	69
ВИСНОВОК.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	71
ГРАФІЧНА ЧАСТИНА.....	73

ВСТУП

В останні десятиліття спостерігається стійка тенденція до зростання споживання енергоресурсів, особливо в сфері опалення житлових і виробничих об'єктів. Значну частину видобутого палива — понад третину — витрачають саме на забезпечення теплового режиму будівель. У той же час видобуток енергоносіїв ускладнюється через необхідність освоєння глибоких і важкодоступних родовищ, що призводить до подорожчання палива. З огляду на це, енергоощадність стає ключовою умовою подальшого розвитку економіки.

Одним із базових напрямів енергетичної стратегії є перехід до централізованих систем теплопостачання, де тепло і електроенергія виробляються одночасно, як наприклад, на ТЕЦ. У великих містах також розглядається можливість використання атомних джерел тепла. Попри це, в багатьох населених пунктах ще продовжують працювати автономні джерела теплозабезпечення — печі, місцеві котельні, які часто є неефективними та забруднюють довкілля. З метою підвищення енергоефективності країна поступово відмовляється від таких джерел, впроваджуючи потужніші й сучасніші теплоелектростанції, що дозволяє скорочувати витрати палива.

Найбільші витрати теплової енергії в будівлях припадають на опалення. Це пов'язано з тривалим холодним періодом року, коли внутрішнє тепло недостатнє для компенсації втрат через огорожувальні конструкції. Тому забезпечення стабільного теплового режиму приміщень можливе лише завдяки функціонуванню опалювальних систем.

Під опаленням розуміють організацію штучного обігріву внутрішнього простору з метою компенсації тепловтрат і підтримання стабільної температури, що відповідає санітарним нормам і технологічним вимогам. Це досягається завдяки використанню інженерних систем, які проектуються та монтуються одночасно з основними будівельними конструкціями. Таким чином, опалення є не лише частиною інженерного обладнання, а й важливим елементом архітектурного рішення.

Системи опалення функціонують сезонно, а їх теплова потужність змінюється в залежності від погодних умов. Зниження температури повітря або поява сильного вітру вимагають збільшення тепловіддачі, тоді як у відносно теплі дні чи за дії сонячного опромінення — навпаки, її зменшення. Усе це обумовлює необхідність гнучкого регулювання роботи обладнання, особливо з урахуванням змін у внутрішніх теплопритоках.

Для створення належного мікроклімату необхідні й адаптивні системи опалення. У районах із суворими зимами вони повинні бути потужнішими, а також мати можливість оперативно реагувати на зміни умов експлуатації. На виготовлення й монтаж опалювальних систем щороку витрачається значна кількість матеріалів — сталеві та чавунні труби, арматура, регулювальні пристрої. Цей сектор залишається найбільшим споживачем теплової енергії в країні, охоплюючи до 70% усього її виробництва.

У цій роботі розглядаються найбільш ефективні варіанти водяного опалення та вентиляції, інтегровані в централізовані тепломережі. Зменшення кількості котелень, що використовують тверде паливо, позитивно впливає як на екологію, так і на економіку — знижується кількість обслуговуючого персоналу, оптимізується використання паливних ресурсів і зменшуються експлуатаційні витрати.

Опалення необхідне не тільки для забезпечення комфортного перебування людей, а й для збереження цілісності будівельних конструкцій і нормального функціонування обладнання в холодний період року. Температурний режим визначається не лише температурою повітря, а й температурою внутрішніх поверхонь. Разом з показниками вологості та швидкості повітряного потоку ці фактори впливають на тепловий стан людини та ефективність тепловіддачі.

При проектуванні опалювальних і вентиляційних систем необхідно враховувати всі чинники, що формують мікроклімат. Їхня мінливість потребує впровадження автоматизованих технологій, здатних оперативно адаптуватися до змін зовнішніх і внутрішніх умов. У регіонах із тривалим опалювальним сезоном витрати палива на теплопостачання є суттєвими — понад чверть загального

обсягу, причому значна частка спрямовується на забезпечення тепла в промислових будівлях.

Мета роботи – розробка ефективної системи теплопостачання станції технічного обслуговування автомобілів.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- Визначення теплових втрат будівлі.
- Розрахунок та розробка системи опалення.
- Розрахунок та розробка системи вентиляції.
- Розробка калорифера системи вентиляції.

Об'єкт розробки: система теплопостачання станції технічного обслуговування автомобілів загальною площею 3360 м².

Предмет розробки: система опалення, тепловий пункт та джерело теплопостачання.

Методи розробки: аналітичні методи розрахунку теплових навантажень та розрахункові методи вибору системи теплопостачання.

Одержані результати – визначено опалювальні навантаження приміщень, основну увагу надано найпрогресивнішим і економічним системам водяного опалювання та вентиляції, що підключаються до теплових мереж.

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА, ДЛЯ ЯКОГО РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Теплопостачання будівлі буде здійснюватися від котельні, що буде знаходиться на горищі та матиме чотири модулі на опалення окремих частин виробничої будівлі.

Станція технічного обслуговування автомобілів, в якій потрібно запроєктувати систему опалення та вентиляції, знаходиться в місті Вінниця. Місто являє собою адміністративно-господарський центр. З іншими областями та містами місто зв'язане дорогами із твердим асфальтовим покриттям і залізницею, що свідчить про вигідне розташування міста в перспективі для майбутнього розвитку .

Клімат Вінниці помірно-континентальний з м'якою зимою та теплим літом.

Місто розташоване в лісостеповій зоні Правобережної України, на Подільській та Придніпровській височинах.

Зима у Вінниці м'яка, з середньою температурою січня близько -5°C . Літо тепле, середня температура липня становить $+20^{\circ}\text{C}$.

Річна кількість опадів коливається від 520 до 590 мм, причому більшість випадає у вигляді дощів з квітня по жовтень.

Вінниця знаходиться в зоні помірного клімату, з переважно з західними вітрами, що приносять вологу. Характерні тумани, особливо в холодний період, а також грози з градом.

Місто розташоване в лісостеповій зоні, на височині. Рельєф області хвилястий, з поступовим зниженням з північного заходу на південний схід. Найвища точка області - 370 метрів над рівнем моря, найнижча - 131 метр.

Вінницька область має добре розвинену гідрологічну мережу, з річками, водосховищами та ставками. Річки області належать до басейнів Південного Бугу, Дністра та Дніпра.

Опалення

В будівлі буде запроектована двотрубна горизонтальна система опалення. Теплопостачання здійснюється від дахової котельні. Теплоносій – вода з параметрами 90-70 °С. Тепловий потік радіаторів регулюється клапанами-термостатами.

Трубопроводи в конструкції підлоги монтуються із металопластикових труб та прокладаються в захисних гофрованих трубах. Розвідні трубопроводи монтуються із сталевих електрозварних труб по [3] та прокладаються в ізоляційних трубах. Монтаж системи опалення здійснювати згідно [3].

Вентиляція.

В будівлі буде запроектована загальнообмінна припливно-витяжна система вентиляції з природнім та механічним спонуканням. Видалення повітря передбачається через вентиляційні канали в капітальних стінах, сталеві спіральні-навивні повітропроводи.

Приплив повітря передбачається припливно-витяжними установками та частково неорганізований через вікна та двері. Для зменшення та вібрації припливні та витяжні системи обладнуються шумоглушниками.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

2.1 Теплотехнічний розрахунок огорожень.

2.1.1 Розрахунок зовнішньої стіни.

"Теплотехнічний розрахунок виконується з метою підбору конструкції огорожувальних конструкцій, що гарантує достатній опір теплопередачі відповідно до нормативних вимог [2]

$$R_0^{\phi} \geq R_0^H.$$

Фактичний опір теплопередачі визначається [4]:

$$R_0^{\phi} = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_s}; \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Wm}$$

де α_e - коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря до внутрішньої стінки огороження (для стін, гладких стель – 8,7 Вт/(м² °C));

$\delta_1 \dots \delta_n$ - товщини шарів огороження;

$\lambda_1 \dots \lambda_n$ - коефіцієнт теплопровідності матеріалів приймаємо в залежності від умов експлуатації огорожень. Умови експлуатації огорожувальних конструкцій визначаються з урахуванням вологісного режиму та вологості зони, у якій розташоване приміщення. Для розглянутого випадку встановлено, що вологісний режим є нормальним, як і зона вологості. Відповідно, експлуатаційні умови огорожень відповідають категорії А..

α_s - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожень зовнішньому повітрю визначаємо (для стін - $\alpha_s = 23$ Вт/(м² °C); для горищного перекриття $\alpha_s = 12$ Вт/(м² °C); для підвального перекриття $\alpha_s = 6$ Вт/(м² °C)).

Схематичний розріз стіни показано на рис 2.1.

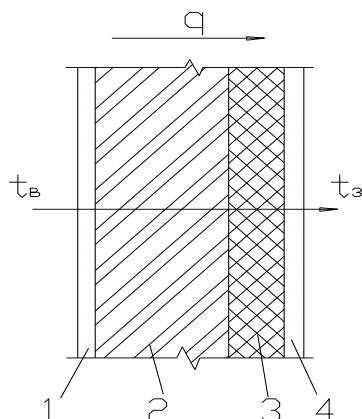


Рис 2.1 Поперечний розріз стіни.

Для визначення необхідної товщини теплоізоляції необхідно в формулу підставити нормативний опір теплопередачі. Нормативний опір теплопередачі визначаємо за додатком 16 [1]. Для даного варіанту нормативний опір становить: $R_0^H = 1,9 \text{ (м}^2 \text{ } ^\circ\text{C)/Вт}$. Отже товщина утеплювача становить:

$$\delta_y = \left[R_0^H - \left(\frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right] \cdot \lambda_3 = \left[2,1 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,51}{0,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} \right) \right] \cdot 0,06 = 0,058 \text{ м.}$$

Результати розрахунку зводимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1

Теплофізичні показники зовнішньої стіни.

№ з/п	Назва матеріалу	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\delta, \text{м}$	Коефіцієнти.	
				$\lambda, \text{Вт/(м}^2 \cdot \text{C)}$	$S, \text{Вт/(м}^2 \cdot \text{C)}$
1	2	3	4	5	6
1	Цементно-піщаний розчин.	1800	0,02	0,76	9,6
2	Цегла глиняна на цементно-піщаному розчині.	1800	0,51	0,7	9,2
3	Плити пінопластикові.	125	0,058	0,06	0,86
4	Цементно-піщаний розчин.	1800	0,02	0,76	9,6
-			0,608	-	

Визначимо фактичний опір теплопередачі зовнішньої стіни:

$$R_0^{\phi} = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\lambda_5} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,51}{0,7} + \frac{0,058}{0,06} + \frac{0,02}{0,46} + \frac{1}{23} = 2,1 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$$

Визначимо коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни:

$$K = \frac{1}{R_0^{\phi}} = \frac{1}{2,1} = 0,475 \text{ Bm}/(m^2 \cdot ^\circ C)$$

Визначимо теплову інерцію зовнішньої стіни:

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \cdot S_i = \frac{0,02}{0,76} \cdot 9,6 + \frac{0,51}{0,7} \cdot 9,2 + \frac{0,058}{0,06} \cdot 0,86 + \frac{0,02}{0,76} \cdot 9,6 = 8,05$$

Будемо рахувати, що стіна багатоінерційна огорожувальна конструкція, оскільки $D > 7$.

2.1.2 Розрахунок перекриття над підвалом.

Даний розрахунок проводимо аналогічно попередньому.

Нормативний опір теплопередачі для перекриття над підвалом становить: $R_0^H = 2,2 (m^2 \cdot ^\circ C)/Bt$. Товщина утеплювача дорівнює:

$$\begin{aligned} \delta_x &= \left[R_0^H - \left(\frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_s} \right) \right] \cdot \lambda_3 = \\ &= \left[2,2 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,01}{0,27} + \frac{0,02}{0,35} + \frac{1}{6} \right) \right] \cdot 0,14 = 0,22, \text{ м.} \end{aligned}$$

Результати розрахунку наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Показники перекриття над підвалом.

№ з/п	Назва матеріалу	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\delta, \text{м}$	Коефіцієнти.	
				$\lambda, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C})$	$S, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C})$
1	2	3	4	5	6
1	Плита залізобетонна.	2500	0,22	1,92	17,98
2	Щебінь.	400	0,21	0,14	1,94
3	Цементно-піщана стяжка.	1800	0,01	0,76	9,6
4	Бітум.	1400	0,01	0,27	6,8
5	Дубовий паркет.	700	0,02	0,35	6,9
-			0,47	-	

Визначимо фактичний опір теплопередачі:

$$R_0^{\phi} = \frac{1}{\alpha_g} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\lambda_6} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,21}{0,14} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,01}{0,27} + \frac{0,02}{0,35} + \frac{1}{6} = 2,2; \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$$

Визначимо коефіцієнт теплопередачі перекриття над підвалом:

$$K = \frac{1}{R_0^{\phi}} = \frac{1}{2,2} = 0,45 Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$$

Визначимо теплову інерцію перекриття над підвалом:

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \cdot S_i = \frac{0,22}{1,92} \cdot 17,98 + \frac{0,21}{0,14} \cdot 1,94 + \frac{0,01}{0,76} \cdot 9,6 + \frac{0,01}{0,27} \cdot 6,8 + \frac{0,02}{0,35} \cdot 6,9 = 5,74$$

Оскільки $4 < D < 7$, то перекриття над підвалом є огорожувальна конструкція з середньою інерційністю.

2.1.3. Розрахунок горищного перекриття.

Даний розрахунок проводимо аналогічно попереднім двом.

Нормативний опір теплопередачі для горищного перекриття становить:

$$R_0^H = 2,5 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm.$$

Товщина утеплювача дорівнює:

$$\delta_x = \left[R_0^H - \left(\frac{1}{\alpha_g} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right] \cdot \lambda_3 = \left[2,5 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{1}{12} \right) \right] \cdot 0,14 = 0,292, m.$$

Результати розрахунку наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Теплофізичні показники горищного перекриття.

№ з/п	Назва матеріалу	, кг/м ³	δ, м	Коефіцієнти.	
				λ, Вт/(м ² ·°C)	S, Вт/(м ² ·°C)
1	2	3	4	5	6
1	Плита залізобетонна.	2500	0,22	1,92	17,98
2	Щебінь.	400	0,292	0,14	1,94
			0,512		

Визначимо фактичний опір теплопередачі:

$$R_0^\phi = \frac{1}{\alpha_g} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\lambda_3} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,292}{0,14} + \frac{1}{12} = 2,5 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$$

Визначимо коефіцієнт теплопередачі горищного перекриття:

$$K = \frac{1}{R_0^\phi} = \frac{1}{2,5} = 0,4 Bm / (m^2 \cdot ^\circ C)$$

Визначимо теплову інерцію горищного перекриття:

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \cdot S_i = \frac{0,22}{1,92} \cdot 17,98 + \frac{0,292}{0,14} \cdot 1,94 = 6,11$$

Оскільки $4 < D < 7$, то горищне перекриття є огорожувальна конструкція з середньою інерційністю.

2.2 Розрахунок тепловтрат приміщень.

Розрахунок тепловтрат через огороження в приміщеннях виконують за формулою:

$$Q_{oz} = K \cdot F \cdot (t_g - t_z) \cdot n \cdot (1 + \beta), Bm.$$

де K – коефіцієнт теплопередачі огороження приміщення, вибираємо з теплотехнічного розрахунку;

F – площа огороження, m^2 , вимірюємо за планом;

t_g – температура повітря в середині приміщення, $^\circ C$, приймається в залежності від призначення приміщення: житлові кімнати - $18^\circ C$; кутові кімнати - $20^\circ C$; сходові клітки - $16^\circ C$; виробничі цехи - $14^\circ C$;

t_z – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^\circ C$;

n – поправочний коефіцієнт розрахунку різниці температур, (для стіни і горищного перекриття $n=1$, для перекриття над підвалом $n=0,4$);

β - коефіцієнт, який враховує додаткові втрати тепла, приймається в долях від основних тепловтрат, визначається в залежності від швидкості вітру (якщо $V < 5 m/s$ то $\beta=0,05$; якщо $V \geq 5 m/s$ то $\beta=0,1$). Швидкість вітру $6,3 m/s$.

Розрахунок виконуємо для всіх приміщень і сходової клітки. Результати розрахунок зводимо в таблицю 2.4

Таблиця 2.4

Розрахунок тепловтрат приміщеннями.

№ з/п.	Назва приміщення і t_b	Зовнішні огороження.					Різниця температура $(t_b - t_3)$	Коефіцієнт α	Коефіцієнт теплопередачі $K, \text{Вт}/(\text{м}^2 \text{С})$	Тепловтрати огороженнями $Q_{ог}, \text{Вт.}$	Коефіцієнт β .	Тепловтрати огороженнями $Q_{ог}, \text{Вт.}$	Загальні тепловтрати $Q, \text{Вт.}$
		Назва	Орієнтація.	Розміри.		Площа $F, \text{м}^2$.							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15
201	АП 18 С	ЗС1	Зх	5,85	3	17,55	38	1	0,476	317,44	0,2	380,93	
		В	Пд	6	3	18,00	38	1	2,38	1627,92	0,2	1953,50	
		ЗС2	Сх	2,9	3	8,70	38	1	0,476	157,37	0,2	188,84	
		Ст	-	5,85	6	35,10	38	1	0,4	533,52	0	533,52	
										2636,25	-	3056,80	3056,80
203	роб.прим. 16 С	ЗС1	Пд	6	3	14,40	36	1	0,476	246,76	0,2	296,11	
		В	Пн	2	1,8	3,60	36	1	2,38	308,45	0,2	370,14	
		Ст	-	7,7	6	46,20	36	1	0,4	665,28	0	665,28	
										1220,49	-	1331,53	1331,53
204	АП 18 С	ЗС1	Пн	24	3	61,20	38	1	0,476	1106,99	0,2	1328,38	
		В	Пн	6	1,8	10,80	38	1	2,38	976,75	0,2	1172,10	
		Ст	-	24	5,91	141,60	38	1	0,4	2152,32	0	2152,32	
										4236,06	-	4652,81	4652,81
205	АП 18 С	ЗС1	Пн	6	3	14,40	38	1	0,476	260,47	0,2	312,56	
		В	Пн	2	1,8	3,60	38	1	2,38	325,58	0,2	390,70	
		ЗС2	Сх	6	3	14,40	38	1	0,476	260,47	0,2	312,56	
		В	Пн	2	1,8	3,60	38	1	2,38	325,58	0,2	390,70	
		Ст	-	6	6	36,00	38	1	0,4	547,20	0	547,20	
										1719,30	-	1953,72	1953,72
207	АП 18 С	ЗС1	Зх	5,6	3	16,80	38	1	0,476	303,88	0,2	364,65	
		ЗС2	Пн	2,6	3	6,00	38	1	0,476	108,53	0,2	130,23	
		В	Зх	1	1,8	1,80	38	1	2,38	162,79	0,2	195,35	
		Ст	-	5,6	2,6	14,56	38	1	0,4	221,31	0	221,31	
										796,51	-	911,55	911,55

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15
208	ЖК 18 С	ЗС	Пн	6	3	14,40	38	1	0,476	260,47	0,2	312,56	
		В	Пн	2	1,8	3,60	38	1	2,38	325,58	0,2	390,70	
		Ст	-	5,6	6	33,60	38	1	0,4	510,72	0	510,72	
										1096,77	-	1213,98	1213,98
213	санв 18С												
		Ст	-	6	4,6	27,60	38	1	0,4	419,52	0	419,52	
										419,52	-	419,5	419,52
201	ЖК 18 С	ЗС1	Зх	2,6	3	6,00	38	1	0,476	108,53	0,2	130,23	
		В	Пд	1	1,8	1,80	38	1	2,38	162,79	0,2	195,35	
		Ст	-	2,6	6	15,60	38	1	0,4	237,12	0	237,12	
										508,44	-	562,70	562,70
202	коридор 16 С	Ст	-	6	2,8	16,80	36	1	0,4	241,92	0	241,92	
										241,92	-	241,92	241,92
203	поб.кім 18 С	Ст	-	6	3	18,00	38	1	0,4	273,60	0	273,60	
										273,60	-	273,60	273,60
204	АП 18 С	ЗС1	Пн	6	3	10,80	38	1	0,476	195,35	0,2	234,43	
		В	Пн	4	1,81	7,20	38	1	2,38	651,17	0,2	781,41	
		Бд	Пн	0,7	2,2	1,54	38	1	2,38	139,28	0,2	167,14	
		Ст	-	6	4	24,00	38	1	0,4	364,80	0	364,81	
										1350,60	-	1547,77	1547,78
209	Венткам 14 С	ЗС1	Пн	6	3	13,87	34	1	0,475	224,32	0,2	269,18	
		В	Пн	2,4	1,7	4,15	34	1	2,37	335,03	0,2	402,02	
		Ст	-	6	4,4	27,01	38	1	0,5	410,41	0	410,41	
										969,74	-	1081,57	1081,56

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
101	шоу-рум	ЗС1	Пн	13	6	78,01	36	1	1,2	3369,62	0,2	4043,53	
	16 С	ЗС2	Пд	13	6	78,01	36	1	1,2	3369,62	0,2	4043,53	
		ЗС2	Зх	18	6	108,01	36	1	1,2	4665,61	0,2	5598,71	
		Ст	-	13	18	234,01	36	1	0,4	3369,63	0	3369,62	
		Вд		2	2,5	15,01	36	1	2,38	1285,21	0,2	1542,23	
		Пл	-	13	18	234,01	36	0,45	0,4	1516,33	0	1516,34	
										17575,95	-	20113,93	20113,8
102	роб.прим.	ЗС1	Пн	30	3	65,61	30	1	0,477	936,78	0,2	1124,13	
	10 С	В	Пн	8	1,81	14,42	30	1	2,37	1028,17	0,2	1233,77	
		Вд	Пн	4	2,51	10,03	30	1	2,37	714,02	0,2	856,85	
		ЗС2	Пд	30	6,1	155,61	30	1	0,478	2221,96	0,2	2666,34	
		В	Пд	8	1,9	14,43	30	1	2,37	1028,17	0,2	1233,77	
		Вд	Пн	4	2,4	10,02	30	1	2,37	714,05	0,2	856,82	
		ЗС3	Сх	24	6	126,41	30	1	0,475	1804,96	0,2	2165,98	
		В	Сх	7	1,7	12,61	30	1	2,37	899,67	0,2	1079,54	
		Вд	Пн	2	2,6	5,01	30	1	2,37	357,05	0,2	428,41	
		Пл	-	30	24	720,03	30	0,4	0,48	3888,06	0	3888,06	
		Ст	-	30	24	720,03	30	1	0,41	8640,02	0	8640,04	
										22232,67	-	24173,66	24173,64
103	Склад	ЗС1	Пд	6	3	11,21	32	1	0,477	170,61	0,2	204,73	
	12 С	В	Пд	1	1,8	1,81	32	1	2,36	137,08	0,2	164,52	
		Вд	Пд	2	2,5	5,02	32	1	2,36	380,85	0,2	456,99	
		Пл	-	16	6	96,01	32	0,4	0,47	552,94	0	552,97	
		В	Пн	6	1,8	10,81	32	1	2,37	822,55	0,2	987,06	
										2063,92	-	2366,28	2366,28
104	ЖК 18 С	ЗС1	Пн	6	3	14,43	38	1	0,474	260,45	0,2	312,57	
		В	Пн	2	1,81	3,66	38	1	2,37	325,56	0,2	390,73	
		Пл	-	6	6	36,02	38	0,41	0,46	246,23	0	246,28	
										832,8	-	949,55	949,55

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
105	ЖК 18 С	ЗС1	Пн	2,51	3	7,54	38	1	0,474	135,67	0,2	162,49	
		ЗС2	Зх	6	3	13,05	38	1	0,474	235,19	0,2	282,16	
		Бд	Зх	2	2,51	5,01	38	1	2,35	452,21	0,2	542,68	
		Пл	-	2,51	6	15,03	38	0,42	0,46	102,61	0	102,62	
										925,64	-	1090,24	1090,23
106	АП 18 С	ЗС	Пд	3	3	9,02	38	1	2,36	813,98	0,2	976,78	
		Пл	-	3	6	18,02	38	0,4	0,44	123,14	0	123,17	
										937,11	-	1099,81	1099,81
108	Сх. К 16 С	Пл	-	2,5	5,5	13,76	36	0,4	0,46	89,11	0	89,11	
		Ст	-	2,5	5,5	13,76	36	1	0,4	198,00	0	198,06	
										287,10	-	287,17	287,17
105	компрес	ЗС1	Пн	5,5	3	7,51	34	1	0,473	121,35	0,21	145,67	
	14С	В	Пн	5	1,8	9,01	34	1	2,34	728,25	0,21	873,96	
		Пл	-	4	5,5	22,01	34	0,4	0,46	134,67	0	134,69	
		Ст	-	4	5,5	22,01	34	1	0,42	299,4	0	299,29	
										1283,548	-	1453,48	1453,46
106	Мийка	ЗС1	Пн	11,6	3	20,13	32	1	0,476	306,16	0,2	367,40	
	12 С	В	Пн	8	1,7	14,46	32	1	2,38	1096,70	0,2	1316,04	
		ЗС2	Зх	11,6	3	22,86	32	1	0,476	347,29	0,2	416,75	
		В	Зх	6,5	1,7	11,79	32	1	2,38	891,07	0,2	1069,29	
		Д	Пд	8	2,7	20,00	32	1	2,38	1523,20	0,2	1827,84	
		Пл	-	11,6	11,6	132,25	32	0,4	0,45	761,76	0	761,76	
		Ст	-	11,6	11,6	132,25	32	1	0,4	1692,80	0	1692,80	
										6618,99		7451,87	7451,87
107	роб.прим	ЗС1	Пн	8,5	3	18,30	32	1	0,476	278,75	0,2	334,49	
	12 С	В	Пн	4	1,8	7,20	32	1	2,38	548,35	0,2	658,02	
		ЗС2	Пд	8,5	3	22,80	32	1	0,476	347,29	0,2	416,75	
		В	Пд	1,5	1,8	2,70	32	1	2,38	205,63	0,2	246,76	
		Д	Пд	3,5	2,5	8,75	32	1	2,38	666,40	0,2	799,68	

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Пл	-	8,5	17	144,51	32	0,4	0,45	832,33	0	832,33	
		Ст	-	8,5	17	144,51	32	1	0,4	1849,61	0	1849,61	
										4728,36	-	5137,64	5137,64
108	цех	3С1	Пн	8,5	3	19,23	32	1	0,477	292,47	0,2	350,97	
	12 С	В	Пн	3,5	1,8	6,32	32	1	2,36	479,83	0,2	575,73	
		3С2	Пд	8,5	3	22,85	32	1	0,475	347,24	0,2	416,73	
		В	Пд	1,5	1,8	2,71	32	1	2,37	205,65	0,2	246,78	
		Д	Пд	3,5	2,5	8,76	32	1	2,37	666,41	0,2	799,66	
		3С3	Сх	17	3	38,42	32	1	0,474	584,93	0,2	701,87	
		В	Сх	7	1,8	12,63	32	1	2,36	959,66	0,2	1151,56	
		Пл	-	8,5	17	144,51	32	0,4	0,47	832,36	0	832,35	
		Ст	-	8,5	17	144,51	38	1	0,4	2196,41	0	2196,43	
										6564,88	-	7272,09	7272,09

Σ 88743

Розрахуємо теплову потужність системи опалення. Її визначають за наступною формулою

$$Q = (Q_{\text{гуд}} - Q_3) + Q_2, \text{ Вт},$$

де $Q_{\text{гуд}}$ - інтегральні тепловтрати приміщень будівлі в результаті теплообміну з навколишнім середовищем;

Q_3 - у цьому проекті побутові теплові надходження не враховуються (приймаються рівними нулю), оскільки їхня величина не має істотного впливу на тепловий баланс через малу кількість внутрішніх джерел тепла.

Q_2 - для визначення теплових втрат трубопроводів у неопалюваних приміщеннях використовується така формула::

$$Q_2 = \sum L \cdot q \cdot 10^{-3}, \text{ кВт},$$

де $\sum L$ - сума довжин ділянок труб. Оскільки ми ще не маємо розведення трубопроводів, то довжини ділянок труб визначаємо приблизно,

$$\sum L_{\text{под.}} = 333,67 \text{ м}; \quad \sum L = 574,66 \text{ м}; \quad \sum L = 908,4 \text{ м}.$$

q - тепловіддача 1м труби, яка визначається в залежності від подаючого чи зворотного трубопроводу і діаметра. Умовно приймаємо найбільший діаметр трубопроводів $d=65$ мм. Отже тепловіддача буде мати наступні значення: для подаючого трубопроводу $q=27$ Вт/м², для зворотного трубопроводу $q=17$ Вт/м².

Отже підставимо у формулу:

$$Q_{\text{под}} = 333,65 \cdot 27 \cdot 10^{-3} = 9,01, \text{ кВт},$$

$$Q_2^{\text{зв}} = 574,65 \cdot 17 \cdot 10^{-3} = 9,77, \text{ кВт},$$

Загальні тепловтрати трубопроводів, які прокладені в неопалювальних приміщеннях будуть рівні:

$$Q_2 = Q_{\text{под}} + Q_2^{\text{зв}} = 9,01 + 9,77 = 18,78 \text{ кВт}$$

Підставимо всі дані у формулу:

$$Q = 88642 + 18,78 = 88660,78 \text{ кВт},$$

Розрахункове річне теплоспоживання системою опалення для житлового будинку визначається:

$$Q_{p\dot{u}} = \frac{0,0864 \cdot Q \cdot s}{t_g - t_3}, \text{ ГДж}$$

де s – кількість градусодіб для даного району, $s=2904$ г-д.

$$t_g = 18^{\circ}\text{C};$$

t_3 - температура найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92,

$$t_3 = -20^{\circ}\text{C}.$$

Отже підставимо у формулу:

$$Q_{p\dot{u}} = \frac{0,0864 \cdot 88661 \cdot 2904}{18 + 20} = 585,4 \text{ ГДж}$$

2.3 Проектування систем водяного опалення у виробничому приміщені.

У межах даного дипломного проекту передбачено влаштування двотрубно́ї системи водяного опалення з горизонтальним розведенням трубопроводів до опалювальних приладів. Безпосередньо перед приладами встановлюються радіаторні термостатичні клапани (РТК) для регулювання тепловіддачі. Вертикальні ділянки трубопроводів прокладаються в спеціальних нішах, а горизонтальні — приховано, у конструкціях підлоги, з обов'язковим утепленням для зменшення теплових втрат.

Згідно з прийнятим технічним рішенням, система водяного опалення є автономною, з джерелом теплопостачання у вигляді дахової котельні. Як опалювальні прилади обрано плоскі сталеві радіатори марки VONOVA, що забезпечують необхідну теплову потужність та відповідають вимогам до енергоефективності.

Трубопроводи системи опалення запроектовані зі сталевих водогазопровідних труб діаметром від 15 до 100 мм. З'єднання труб виконуються на різьбі із застосуванням відповідних фасонних елементів — муфт, трійників, хрестовин тощо.

2.4 Гідравлічний розрахунок системи опалення.

Для виконання гідравлічного розрахунку трубопроводів системи водяного опалення необхідно на аксонометричній схемі обрати розрахунковий напрямок, а саме — найдовший та найбільш навантажений контур (кільце) системи. Обране розрахункове кільце поділяється на окремі розрахункові ділянки.

Аксонометрична схема системи наведена на окремому аркуші формату А1. На цій схемі біля кожної ділянки зазначено:

- теплове навантаження (Вт), яке транспортується теплоносієм по трубопроводах, що подаються, тобто кількість тепла, що буде передана в опалювальні прилади;
- теплове навантаження, яке вже було передано приладами, у зворотному трубопроводі;
- довжина кожної ділянки трубопроводу (м).

Ці дані є вихідними для подальшого розрахунку витрат теплоносія, діаметрів трубопроводів та гідравлічного опору кожної ділянки, що у сукупності дозволяє забезпечити ефективну та збалансовану роботу системи опалення.

Для визначення необхідних діаметрів трубопроводів у системах опалення використовуються загальні принципи гідравліки. Рух теплоносія в трубопроводах забезпечується різницею тисків між початковою та кінцевою точками розрахункової ділянки. Ця різниця витрачається на подолання гідравлічних втрат, зумовлених тертям теплоносія об внутрішні стінки труб, а також місцевими опорами, що виникають на ділянках з елементами арматури, поворотами, розгалуженнями тощо.

Якщо позначити тиск на початку ділянки трубопроводу p_1 , а в кінці ділянки p_2 , то різниця тисків $\Delta p = p_1 - p_2$ (Па), при цьому $p_1 > p_2$.

Різниця тисків Δp витрачається на подолання тертя - Δp_m і місцеві опори - $\Delta p_{\text{м}}$:

$$\Delta p = \Delta p_m + \Delta p_{\text{м}}$$

Втрати тиску на тертя розрахункової ділянки обчислюються за формулою:

$$\Delta p_m = Rl,$$

де R – питома втрата тиску на тертя (втрати на 1 м), Па/м;

$$R = \frac{\lambda v^2 \rho}{2d},$$

де λ – коефіцієнт тертя; v – швидкість руху теплоносія, м/с; ρ – густина теплоносія, кг/м³; d – внутрішній діаметр трубопроводу, м.

Значення коефіцієнта тертя λ залежить від режиму руху теплоносія, стану стінок трубопроводу та інших факторів.

У більшості випадків у трубопроводах систем опалення спостерігається турбулентний режим руху теплоносія. Ламінарний режим зустрічається рідко і характерний переважно для умов із низькими витратами теплоносія та малими внутрішніми діаметрами трубопроводів.

Гідравлічний опір у трубопроводах систем опалення при турбулентному русі теплоносія істотно залежить від стану внутрішньої поверхні труб. Коефіцієнт гідравлічного опору λ визначається за емпіричними або напівемпіричними залежностями, які враховують як шорсткість стінок трубопроводу (гладка чи шорстка труба), так і значення числа Рейнольдса Re , що характеризує режим руху рідини.

Під час проектування трубопроводів опалювальних систем розрахункова задача, як правило, полягає у визначенні діаметра трубопроводу за заданими витратою теплоносія R та швидкістю його руху v . Такий підхід дозволяє забезпечити оптимальне співвідношення між гідравлічними втратами, матеріалоємністю та ефективністю роботи системи. Скориставшись залежністю швидкості теплоносія від масової витрати G , кг/с:

$$v = \frac{G}{\rho \frac{\pi d^2}{4}},$$

можна отримати рівняння

$$R = 0,8125\lambda \frac{G^2}{d^5 \rho}.$$

За даною формулою складені розрахункові номограми і таблиці; для полегшення розрахунків робота по визначенню діаметрів проводиться за ними при заданих R і G .

Втрати тиску в місцевих опорах визначають за формулою:

$$\Delta p_m = \sum \xi \frac{v^2 \rho}{2},$$

де $\sum \xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів.

Для того, щоб теплоносій рухався розрахунковою ділянкою, потрібно, щоб різниця тисків Δp перевищувала втрати тиску або дорівнювала їм:

$$\Delta p \geq \Delta p_m + \Delta p_{\text{тр}}.$$

Запас тиску може становити 5-10%.

Для розрахунку діаметрів потрібно від витрат тепла перейти до витрат води, кг/с:

$$G = \frac{3,6Q}{c(t_g - t_o)},$$

де Q – теплове навантаження ділянки, Вт; c – питома теплоємність води, 4,187 кДж/(кг·°С); t_g – температура гарячої води, °С; t_o – температура охолодженої води, °С.

В залежності від G і v за таблицею додатка 12 [3] знаходяться діаметри трубопроводів на ділянці, швидкість руху води і фактичні питомі втрати тиску на тертя $R_{\text{ф}}$ уточнюють у відповідності з прийнятим діаметром шляхом інтерполяції. За формулою :

$$\Delta p_m = Rl,$$

обчислюємо втрати тиску на тертя.

Далі визначається кількість коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці (додаток 13 [3]) і за таблицею додатка 14 [3] знаходяться втрати тиску в місцевих

опорах. Потім обчислюються загальні гідравлічні втрати в кільці і підбирається відповідний циркуляційний насос.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.6.

По даним розрахунку сумарні втрати тиску по головній магістралі розрахункової розподільчої гребінки становлять $\Delta p_p = 3996,93$ Па

Втрати тиску по малому циркуляційному кільцю складають $\Delta p_m = 1421$ Па

Порівнюємо сумарні втрати по головній магістралі з втратами по малому кільцю:

$$\delta = \frac{3996,93 - 1421}{3996,93} \cdot 100 = 64\%$$

що не допустимо.

Тому необхідно на початку відгалуження встановити місцевий опір-діафрагму $d = 16,3$

Подальший розрахунок зводимо в таблицю 2.5

Таблиця 2.5

Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення.

№ з/п діл.	Тепло втрати Q, Вт.	Довжина ділянки l, м.	Масова витрата води G, кг/м ³	Діаметр трубопроводу d, мм.	Швидкість руху води V, м/с.	Питомі втрати тиску R, Па/м.	Втрати тиску в трубопроводах Р _т , Па.	Схема місцевих опорів.	Сума опорів	Втрати тиску в місцевих опорах Р _т , Па.	Загальні втрати тиску Р _{втр} , Па.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Велике циркуляційне кільце.											
1-2	2502 5	34	1075,7 9	50	0,15	5,7	204	з, =0,4; тр, =1,6; п, =0,6	2,4	23,55	226,55
2-3	1633 6	8,6	702,39	40	0,17	9,6	79,7	тр, =1,3;	1,3	16,25	96,14
3-4	1262 8	7,5	542,93	40	0,12	5,6	41,14	в, =8; к, =0,5; тр, =1,5; п, =0,5	10,8	61,12	102,15
4-5	8908	2,2	382,84	25	0,188	26	59,3	тр, =1,6;	1,6	24,19	83,91
5-6	8177	3	351,64	25	0,16	26	78	тр, =1,5.	1,6	20,89	98,89
6-7	7453	3	320,37	25	0,159	19,6	58,8	тр, =1,4; п, =0,4	2	24,08	82,55
7-8	6216	2,6	266,95	20	0,203	40	100	в, =10; 3 к, =0,5; тр, =1,5.	12	244,97	344,96
8-9	4968	3,6	213,54	20	0,166	26,2	91,18	тр, =1,5.	1,4	20,18	111,27

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9-10	3727	2,6	160,17	20	0,123	12,14	15,5	2к, =0,6; тр, =1,5;п, =0,5.	3	22,98	38,84
10-11	2484	7	106,75	15	0,158	36	253	тр, =1,6.	1,6	17,58	269,59
11-12	1242	6,4	53,38	15	0,077	7,7	49,17	6к, =0,5; тр, =1,5;в, =16	311,6	935,06	984,13
12-13	2484	6,6	106,75	15	0,158	36	244,6	2к, =0,5;тр, =3; п, =0,5;в, =10	14,7	170,77	415,57
13-14	3724	2,7	160,16	20	0,128	12,18	30,6	тр, =3.	3	23,07	53,47
14-15	4966	3,6	213,56	20	0,165	26,6	91,14	тр, =3.	3	40,47	131,63
15-16	6208	2,6	266,95	20	0,208	40	100	тр, =3;п, =0,5	3,5	71,87	171,87
16-17	7454	3	320,38	25	0,156	19,3	58,7	з, =0,5;к, =0,5; тр, =3;п, =0,5	4,7	54,35	112,89
17-18	8177	3	351,64	25	0,13	26	78	к, =0,5;тр, =3; з, =0,5;п, =0,5.	4,9	62,98	140,98
18-19	8906	2,3	382,87	25	0,183	26	59,8	тр, =3 ;з, =0,5.	3,5	56,73	116,53
19-20	1262 7	7,3	542,96	40	0,13	5,6	41,16	в, =8;к, =0,5; тр, =1,5;п, =0,5	10,7	61,13	102,27
20-21	1633 8	8,7	702,39	40	0,19	9,6	79,7	к, =0,5;з, =0,5;	1	10,85	90,77
21-22	2502 4	35	1075,7 5	50	0,16	5,6	203	к, =0,5;з, =0,5;	2	18,99	221,95
	Сум а:	154,5					2015,2				3996,95

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Мале циркуляційне кільце.											
2-24	6320	6,3	271,71	20	0,218	42	264,8	2к, =0,5; тр, =1,5; в, =10;π=0,5.	13	291,70	556,34
24-25	1336	5	57,54	15	0,086	9,4	46	2к, =0,5;тр, =3; п, =0,5;в, =10	14,1	46,87	92,87
25-21	6322	6,7	271,71	20	0,218	42,01	264,8	тр, =3 ;з, =0,5.	3,3	78,58	343,18
-	Сум а:	17,6	-	-	-	-	575,6	-	-	-	992,37

2.5. Розрахунок площі опалювальних приладів.

Підбір типу та кількості опалювальних приладів здійснюємо на основі теплотехнічного розрахунку.

По даним таблиць з технічними характеристиками для прийнятого типу опалювальних приладів VONOVA фірми „Герц” визначаємо кількість приладів виходячи з умови :

$$n \cdot Q_{np}^1 \geq Q_{np}$$

де Q_{np}^1 , Вт теплотехнічна характеристика опалювального приладу

Якщо вибраний прилад задовольняє вимогу то виписуємо тип приладу його розміри і площу.

Результати розрахунку виконані в табличній формі і наведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Розрахунок опалювальних приладів.

№ з/п.	Тепловтрати приміщення Вт.	Тип приладу.	Тепловтрати приладу, Q_{np} , Вт.	Розміри	Перепад температур в приладі, С	К-сть приладів, шт	Загальні тепловтрати приладами, Q_{np} , Вт.
1	2	3	4	5	6	7	8
201 АП 18 С	3056,8	VONOVA	1575	600·1000	20	2	3150
203 роб.прим. 16 С	1331,53	VONOVA	724	300·1000	20	2	1448
204 АП 18 С	4652,81	VONOVA	811	300·1400	20	6	4866
205 АП 18 С	1953,72	VONOVA	579	300·1000	20	4	2316
207 АП 18 С	911,55	VONOVA	1093	600·600	20	1	1093
208 ЖК 18 С	1213,98	VONOVA	666	300·1200	20	2	1332
213 санв 18С	419,52	VONOVA	290	300·400	20	2	580
201 ЖК 18 С	562,7	VONOVA	579	300·800	20	1	579
202 коридор 16 С	241,92	VONOVA	290	300·400	20	1	290

1	2	3	4	5	6	7	8
203 поб.кім	273,6	VONOVA	290	300·400	20	1	290
204 18С	1547,76	VONOVA	1642	600·1400	20	1	1642
209 Венткам 14 С	1081,58	VONOVA	1145	600·920	20	1	1145
101 шоу-рум 16 С	20113,9	VONOVA	2986	600·2400	20	7	20902
102 роб.прим. 10 С	24173,6	VONOVA	995	600·600	20	25	24875
103 Склад 12 С	2366,18	VONOVA	1244	600·800	20	2	2488
104 ЖК 18 С	949,5	VONOVA	561	500·600	20	2	1122
105 ЖК 18 С	1090,2	VONOVA	1145	600·1000	20	1	1145
106 АП 18 С	1099,87	VONOVA	1145	600·1000	20	1	1145
108 Сх. К 16 С	287,1	VONOVA	290	300·400	20	1	290
105 компрес 14С	1453,43	VONOVA	747	600·600	20	2	1494
106 Мийка 12 С	7451,87	VONOVA	1991	600·1400	20	4	7964
107 роб.прим 12 С	5137,62	VONOVA	1493	600·1200	20	4	5972
108 цех 12 С	7272,05	VONOVA	1244	600·1000	20	6	7464

2.6. Підбір обладнання системи опалення.

В даному проекті прийнята залежна схема приєднання сервісного автомобільного центру. Циркуляційні насоси влаштовуємо на зворотній магістралі.

Насос підбираємо за витратою та тиском. Витрату води та розрахунковий тиск визначаємо за формулами:

$$Q = \frac{G_{c.o.}^{1-2}}{\rho} = \frac{1075.79}{961,92} = 1.2 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

$$H = \frac{\Delta P_p}{\rho \cdot g} = \frac{3996.93}{1000 \cdot 10} = 0,4 \text{ м}$$

За даними параметрами вибираємо насос фірми Grundfos типу UPS 32-25 з наступними характеристиками:

- потужність двигуна 45Вт;
- споживна сила струму 0,19А;
- габаритні розміри L=302мм, В=142.

Джерелом необхідної теплової енергії служить модульний газовий котел, який розміщений на горищі та має наступні параметри:

- тип	PROTHERM 120
- запалювання	електричною іскрою
- вид палива	природний газ
- теплова потужність (кВт)	105
- витрата палива (м ³ /год)	12
- викид продуктів згоряння	в димохід
- діаметр димоходу (мм)	250
- максимальна робоча температура (°C)	90
- максимальний робочий тиск (бар)	3
- розміри агрегату (мм)	1650x690x720
- електрична споживна потужність (Вт)	280
- вага без води (кг)	86
- рівень звукового тиску (дБ(А))	до 50

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

3.1. Вихідні дані до проектування.

Промислові будівлі обладнуються системами вентиляції, що мають специфічні особливості конструкції та розміщення обладнання [14]. Тип системи вентиляції, а також кількість вентиляційних установок визначається з урахуванням характеру виробничого процесу, потужності підприємства та його економічної важливості [15].

Вентиляційне обладнання на промислових об'єктах може розміщуватися як безпосередньо у виробничих приміщеннях, так і зовні будівлі — на зовнішніх стінах або покрівлі. У будь-якому випадку необхідно забезпечити зручність обслуговування обладнання та його захист від утворення конденсату. При проектуванні вентиляційних систем доцільно мінімізувати довжину повітропроводів, виходячи з допустимого радіуса їх дії. Витяжні системи, призначені для видалення вибухо- та пожежонебезпечних сумішей, мають виконуватися у вибухозахищеному варіанті.

Особливу роль у забезпеченні нормативних параметрів повітряного середовища відіграє організація місцевої витяжної вентиляції. Найбільш ефективним заходом боротьби з викидами парів, газів шкідливих речовин та пилу є локалізація цих виділень безпосередньо у місцях їх утворення. З цією метою передбачаються місцеві витяжні пристрої, які дозволяють оперативно видаляти забруднене повітря з високими концентраціями шкідливих речовин, що недосяжно при застосуванні лише загальнообмінної вентиляції. Влаштування кожуха над обладнанням, яке є джерелом шкідливих викидів, значно підвищує ефективність таких систем. Згідно з нормами, місцеві витяжні системи вважаються одними з найефективніших та економічно обґрунтованих засобів забезпечення повітрообміну.

Промислове підприємство розміщене у двоповерховій каркасній будівлі з безгорищним перекриттям. Відмітка підлоги становить 0.000 м. Система

припливно-витяжної вентиляції проєктом передбачена для таких приміщень: фарбувальний цех, зварювальна та рихтувальна дільниці, відділення мийки автомобілів, шиноремонтна дільниця. Освітлення здійснюється люмінесцентними світильниками, головний вхід будівлі орієнтований на південь.

У виробничих приміщеннях відбувається виділення тепла, пилу та вологи. На верстатах, де використовуються мінеральні оливи або емульсії, утворюються аерозолі технологічних рідин. Джерелами тепловиділень виступають також персонал, штучне освітлення та сонячна радіація.

У зварювальному відділенні виконуються роботи з електродугового та точкового зварювання, а також різання металу. У процесі цих операцій утворюються значні обсяги шкідливих газів і пилу. Для їх видалення передбачена система місцевої витяжної вентиляції безпосередньо від зварювальних постів. Забруднене повітря, що накопичується у верхній зоні приміщення, видаляється загальнообмінною вентиляцією.

У відділенні мийки автомобілів основним забруднювальним чинником є волога, яка виникає в процесі миття. Її видалення також здійснюється засобами загальнообмінної вентиляції.

Проектування систем вентиляції здійснюється відповідно до чинних санітарних норм, будівельних вимог та галузевих стандартів. Зовнішні ворота цехів обладнані автоматизованими тепловими завісами, які вмикаються і вимикаються за допомогою автоматичних систем управління.

Подача припливного повітря передбачена у верхню зону струменем, що не прилягає до стелі, в усіх приміщеннях, окрім шиноремонтної дільниці, де подача здійснюється безпосередньо в робочу зону. Температура припливного повітря для загальнообмінної вентиляції зварювального цеху, відділення мийки автомобілів та фарбувального цеху прийнята на рівні +15 °C.

Видалення повітря з приміщень виконується з верхньої зони. У зварювальній дільниці передбачене застосування місцевих відсмоктувачів із механічним спонуканням повітря.

3.2. Розрахункові параметри зовнішнього повітря.

Таблиця 3.1.

Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Період року	Параметри	$t_n, ^\circ\text{C}$	$I, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$v, \frac{\text{м}}{\text{с}}$	К
ХП	Б	-24	-23,7	5,2	0.92
ПП		8	22.5	4	0.92
ТП	А	23,6	50,5	4	0.92

У залежності від кліматичної зони розташування будівлі, розрахункові параметри зовнішнього повітря для теплого та холодного періодів року встановлюються згідно з положеннями [15, п.2.14]. Зокрема, для холодного періоду (далі — ХП) обрано параметри типу **Б**, що характеризуються середньою температурою найхолоднішої п'ятиденки з коефіцієнтом забезпеченості 98 %. У цьому випадку допускається відхилення фактичних параметрів від розрахункових протягом 50 годин.

Для теплого періоду (ТП) прийнято параметри типу **А**, які відповідають середній температурі найтеплішого місяця при забезпеченості 70 %. Тривалість допустимих відхилень від таких параметрів становить до 400 годин.

У перехідний період (ПП) параметри прийнято відповідно до [15, п.2.17] як середньодобову температуру зовнішнього повітря $t_{\text{ср}} = 8 ^\circ\text{C}$ та ентальпію $I = 22,5 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{с.п.})$. Такі значення відповідають періоду відключення системи опалення у громадських будівлях та переведення теплопостачання на літній режим.

Вміст вологи у повітрі, тобто кількість водяної пари (в грамах), що припадає на 1 кг сухого повітря, визначається за формулою:

$$I = C_{\text{с.п.}} \cdot t_{\text{з}} + \frac{rd}{1000} + \frac{C_{\text{в.з.}} \cdot t_{\text{з}} \cdot d}{1000}, \text{ кДж} / \text{кг.с.п.}$$

де $C_{с.п}$ - теплоємність сухого повітря (кількість теплоти необхідної для нагрівання 1кг речовини на 1градус)=1,005 кДж/(кг°С).

$C_{в.п}$ - теплоємність водяної пари=1,8кДж/(кг°С).

r - питома теплота пароутворення води =2500 кДж/кг.

I - питома ентальпія вологого повітря (кількість теплоти необхідної для переведення абсолютно сухого повітря, яке знаходиться при 0°С в інший стан з температурою t_3 і волого вмістом d ; відображає витрати теплоти на нагрів сухої частини повітря до температури робочої зони, випаровування вологи, нагрів водяної пари до температури робочої зони).

Звідси вологовміст повітря дорівнює:

$$d = 1000 \cdot (I - c_{сп} t_3) / (r + c_{вп} t_3), \text{ г/кг с.п.}$$

Відносну вологість повітря φ , % (відношення парціального тиску пари у повітрі до тиску насиченої водяної пари), визначають за формулою:

$$\varphi = 100 \cdot d / d_{\text{MAX}}, \%$$

де d_{MAX} – максимальний вологовміст повітря при атмосферному тиску і температурі t_3

Для ТП: $d_{\text{max}}=10,53$ г/кг с.п.

ПП: $d_{\text{max}}=5.75$ г/кг с.п.

ХП: $d_{\text{max}}=0,17$ г/кг с.п.

3.3. Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Розрахункові параметри внутрішнього повітря наведені у табл.3.2.

При розрахунку системи вентиляції користуються допустимими значеннями параметрів внутрішнього повітря. Вони приймаються залежно від [15, п.2.1] призначення приміщення і розрахункового періоду року.

Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Назва приміщення	Період року	Допустимі параметри			Т-ра припливного повітря $t_{п}, ^\circ\text{C}$
		температура $t_o, ^\circ\text{C}$	відносна вологість $\phi_o, \%$	рухомість $V_o, \text{л/с}$	
1	2	3	4	5	6
Зварювальна та рихтувальна дільниці, фарбувальний цех, відділення мийки автомобілів, шиноремонтна дільниця	ХП	15	≤ 75	0,4	10
	ПП	15	≤ 75	0,4	10
	ТП	29	≤ 75	0,4	24

У теплий період року температура повітря у зоні обслуговування $t_{p3}^{\text{ТП}}$ приймається на 3°C вище розрахункової температури зовнішнього повітря $t_3^{\text{ТП}}$ (параметр А), а температура припливного повітря для систем вентиляції з механічним спонуканням – на 0.5°C вище розрахункової температури зовнішнього повітря (підігрів у вентиляторі та повітропроводах)

$$t_{п}^{\text{ТП}} = t_3^{\text{ТП}} + 0.5 ^\circ\text{C}.$$

В холодний і перехідний періоди з метою економії теплоти за розрахункову температуру $t_{p3}^{\text{ХП}}$ у зоні обслуговування приміщень. Температура припливного повітря при наявності теплових надлишків у приміщенні обчислюється за формулою:

$$t_{п}^{\text{ХП}} = t_{p3}^{\text{ХП}} - \Delta t, ^\circ\text{C}$$

де Δt – перепад температур внутрішнього і припливного повітря, який приймається при подачі повітря через стельові плафони ежекційного типу рівна 8°C .

Температура повітря, що видаляється з верхньої зони приміщення, визначається за формулою:

$$t_B = t_{p3} + \text{grad } t (H - h_{p3}), ^\circ\text{C}$$

де $\text{grad } t$ - градієнт температури - зміна температури на 1 м висоти приміщення вище робочої зони, $^\circ\text{C}/\text{м}$;

$H=6$ м - висота приміщення від підлоги до стелі;

h_{p3} - висота робочої зони від підлоги, 1,5 м;

Градієнт температури для громадських та промислових будівель $\text{grad } t$ визначають залежно від теплонапруженості приміщень [4, табл.VII.2] (питомих надлишків явного тепла).

Концентрація вуглекислого газу вважається постійною по всьому приміщенню, тому концентрація CO_2 у повітрі, що видаляється, приймається рівною концентрації у робочій зоні, тобто гранично допустимій у приміщенні: $C_{\text{CO}_2}=1.25$ л/м³.

3.4. Місцеві відсмоктувачі від технологічного обладнання

У якості прикладу наведено розрахунок для однієї припливної системи П2 та однієї витяжної системи В7 механічної вентиляції.

Система П2 обслуговує наступні приміщення, повітрообміни яких наведено в таблиці 3.1: мийне відділення, зварювальну та рихтувальну дільниці, фарбувальний цех, а також шиноремонтну дільницю.

У шиноремонтній дільниці передбачено місцеву витяжку з механічним спонуканням для видалення пилових виділень, що утворюються під час обслуговування шин автомобілів. Об'єм повітря, що видаляється, приймається рівним 500 м³/год.

У зварювальній дільниці на робочих постах встановлюються спеціалізовані столи для зварювальних робіт з верхнім відсмоктуванням через витяжні зонти. Основними виробничими шкідливостями, які виникають під час ручного зварювання, є газові аерозолі.

Кількість аерозолі, що утворюється під час зварювального процесу, визначається за формулою:

$$M_r = q \times N,$$

де q – питомі виділення пари парів аерозолі, кг/кВт;

N – потужність верстата, кВт.

$$M_z = 0.165 \times 2.5 = 0.413 \text{ кг / час}$$

Витрата повітря, необхідний для розбавлення газових вредностей до ПДК визначається по формулі:

$$G = \frac{M_z \times 1000}{ГДК_{p.з.}} \times \frac{353}{273 + t_g}$$

де M_r – кількість розбавляючих шкідливостей, кг/год;

t_b – температура повітря в робочій зоні, 15°C ;

ГДК_{р.з.} – гранично допустима концентрація в робочій зоні.

$$G = \frac{0.413 \times 1000}{200} \times \frac{353}{273 + 15} = 1565 \text{ кг / год}$$

3.5. Розрахунок повітрообмінів.

Розрахунок необхідного повітрообміну для загальнообмінної припливно-витяжної вентиляції у розрахункових приміщеннях виконується на основі нормативної кратності, з урахуванням об'єму повітря, що подається для компенсації видаленого місцевими відсмоктувачами.

Повітрообмін за нормативною кратністю на одиницю об'єму приміщення визначається за формулою:

$$L_n = K_p \cdot V_p, \text{ м}^3/\text{год}$$

де V_p - розрахунковий об'єм приміщення; м³

K_p - розрахункова кратність приміщення (год⁻¹).

Зведена таблиця повітряного балансу будівлі.

№ з/п	Найменування приміщення	Об'єм, V, м ³	Кратність повітрообміну K _p , год		Повітрообмін, L. м ³ /год	
			приток	витяжка	приток	витяжка
1	2	3	4	5	6	7
Перший поверх						
1	Шоу-рум	1944	1,8	2	3499	3888
2	Дільниця діагностики, ТО і ТР	3780	2,5	2,5	9450	9450
3	Склад	216	-	1,5	-	324
4	Кімната відпочинку	99	2	2	198	198
5	Приміщення охорони	15	-	2	-	30
6	Рецепція	45	2	2	90	90
7	Санвузол відвідувачів	1 ун.	-	100	-	100
8	Санвузол персоналу	1 ун.	-	100	-	100
9	Кімната МОП	7,5	-	2	-	15
10	Комора	12	-	1,5	-	18
11	Очищування води	49,5	2	2	99	99
12	Компресорна	66	-	2	-	132
13	Мийка автомобілів	352,5	4	5	1410	1762,5
14	Зварювальна та рихтувальна дільниці	486	5,5	6	2766	2916
15	Фарбувальний цех	444	3,5	4,5	1544	1998
16	Санвузол	1 ун.	-	100	-	100
17	Інвентарна	11	-	1,5	-	16,5
18	Побутова кімната охорони	30	-	2	-	60
19	Шиноремонтна дільниця	1 зонт	500	600	500	500

1	2	3	4	5	6	7
20	Кабіна охорони	33	-	2	-	66
Сумарний повітрообмін по першому поверсі					18964	21864
Дисбаланс по притоку компенсуємо природнім шляхом					2900	
Другий поверх						
1	Директор	99	2	2	198	198
2	Приймальня	50	3	3	150	150
3	Кімната майстрів	108	-	2	-	216
4	Канторське приміщення	324	2	2	648	648
5	Адміністративне приміщення	110	2	2	220	220
6	Менеджери	225	2	21	450	450
7	Службове приміщення	54	-	2	-	108
8	Кімната прийому їжі	108	4	5	432	540
9	Душова	1 сітка	-	100	-	100
10	Санвузол	1 ун.	-	100	-	100
11	Кімната відпочинку	609	-	1,5	-	90
12	Побутові кімнати	36	-	1,5	-	54
13	Адмінприміщення	66	-	2	-	132
14	Комора прибирального інвентарю	7	-	2	-	14
15	Санвузол	1 ун.	-	100	-	100
Сумарний повітрообмін по першому поверсі					2098	31204
Дисбаланс по притоку компенсуємо природнім шляхом					1022	

Подача необхідного об'єму свіжого повітря до приміщень забезпечується за допомогою двох припливних вентиляційних установок. Установка П1 обслуговує такі приміщення: шоу-рум, дільницю діагностики, зону технічного обслуговування і ремонту, кімнату відпочинку, рецепцію, приміщення для

очищення води, кабінет директора, приймальню, конторське та адміністративне приміщення, кабінети менеджерів і кімнату прийому їжі.

Сумарний об'єм припливного повітря, що подається установкою П1, становить 14 460 м³/год

3.6. Принципові і конструктивні рішення по організації повітряно-теплогового режиму будівлі.

Принципові системи.

У будівлі передбачено дві розгалужені системи припливної механічної вентиляції. Обладнання припливних систем розміщено в окремому технічному приміщенні — вентиляційній камері, яка розташована на горищному поверсі будівлі.

До складу кожної припливної системи входять:

повітрозабірний пристрій;

приймальна камера;

калориферна установка;

а також додаткове вентиляційне обладнання, необхідне для обробки та транспортування повітря.

Витяжні системи.

У будівлі передбачено застосування як механічних, так і природних місцевих витяжних систем. Для санвузлів і душової kabіни проєктом передбачено окрему витяжну систему з механічним спонуканням.

Природна витяжна вентиляція реалізована для побутових, господарсько-виробничих та окремих адміністративних приміщень. Відведення повітря здійснюється через вентиляційні канали, інтегровані в конструкції стін будівлі.

Вентиляційні канали і повітропроводи.

У будівлі запроектовані повітропроводи круглого і прямокутного перерізів. Трасування повітропроводів здійснюємо з урахуванням їх найменшої протяжності.

Пристрої роздачі та видалення повітря.

Розрахунок повітророзподілення в розрахунковому приміщенні.

За розрахункове приймаємо зварювальну та рихтувальну дільницю.

Розподільник повітря приймається жалюзійна решітка, затягнена сіткою.
Спосіб випуску повітря – у верхній зоні горизонтальними струменями, що не настеляються на стелю.

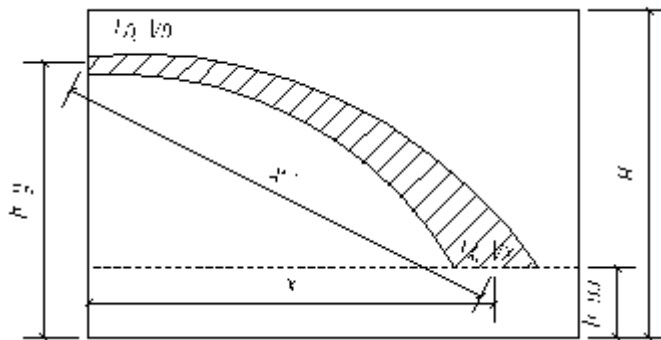


Рис 3.1. Схема роздачі повітря в приміщенні

Допустима швидкість повітря приточування при вході в робочу зону визначається по формулі, м/с:

$$V_{\text{дон}} = k \times V_{\text{р.з.}},$$

де $V_{\text{р.з.}}$ – швидкість в робочій зоні приміщення, м/с;

k – коефіцієнт переходу від нормованої до максимальної швидкості в струмені, рівний 1,8.

$$V_{\text{дон}} = 1.8 \times 0.3 = 0.54 \text{ м/с.}$$

Повітря поступає п'ятьма розподільниками з регульованим напрямом потоку під кутом у напрямі робочої зони. Кількість повітря, що подається, кожним розподільником повітря $L_{\text{п}} = 2766/5 = 553 \text{ м}^3/\text{год.}$

Швидкість виходу з решітки приймаємо $V_0 = 5 \text{ м/с.}$

Знаходимо площу приточної решітки формулі, м^2 :

$$F_0 = L_{\text{п}} / 3600 \cdot V_0,$$

$$F_0 = 553 / 3600 \cdot 5 = 0.03 \text{ м}^2$$

Діаметр решітки визначається по формулі, м:

$$d_o = \sqrt{\frac{F_o \cdot 4}{3.14}},$$

$$d_o = \sqrt{\frac{0.09 \cdot 4}{3.14}} = 0.33 м$$

Відстань до місця надходження струменя в робочу зону визначається по формулі, м:

$$x' = \frac{V_o m \sqrt{F_o} k_b}{V_x},$$

де $V_x = V_{\text{доп}}$ – допустима швидкість повітря в робочій зоні, м/с;

k_b – коефіцієнт взаємодії струменів.

$$x' = \frac{5 \cdot 1.9 \sqrt{0.09} \cdot 1}{0.54} = 5.2 м$$

Мінімальна висота установки розподільника повітря визначається по формулі, м:

$$h_y = h_{p.z.} + 0.12x',$$

де $h_{p.z.}$ – висота робочої зони приміщення, м.

$$h_y = 2 + 0.12 \cdot 5.2 = 2.6 м$$

Горизонтальна відстань від розподільника повітря до місця упродовження струменя визначається по формулі, м:

$$x = \sqrt{x'^2 - (h_y - h_{p.z.})^2},$$

$$x = \sqrt{5.2^2 - (2.6 - 2)^2} = 5.2 м$$

Кут нахилу розподільника повітря до горизонту визначається по формулі,

$$\beta = \arcsin \frac{h_y - h_{p.z.}}{x'}$$

Температурний перепад між повітрям приточування і повітрям приміщення визначається по формулі, °С:

$$\Delta t_x = \frac{\Delta t_o n \sqrt{F_o}}{x'}$$

$$\Delta t_x^{n.n.} = \frac{1 \cdot 1.7 \sqrt{0.09}}{5.2} = 0.1^\circ C$$

Температура повітря струменя на вході в робочу зону визначається по формулі, °C:

$$t_x = t_g - \Delta t_x$$

$$t_x = 18 - 0,1 = 17,9^\circ C$$

3.7. Підбір вентиляційних решіток для допоміжних приміщень.

Для допоміжних приміщень, для яких здійснювали розрахунок повітрообмінів за кратністю, детальний розрахунок розподілу повітря не виконують, натомість здійснюють підбір кількості та розмірів решіток за рекомендованими значеннями швидкості в решітках

$$F_0 = L_0 / (3600 v_0), \text{ м}^2$$

де L_0 – витрата повітря $\text{м}^3/\text{год}$;

v_0 - швидкість руху повітря м/с . Для систем з механічним спонуканням – 3м/с , з природнім – 1м/с .

Після підбору типорозміру решіток та їх кількості визначають фактичну швидкість виходу повітря з решіток за формулою

$$v_{0\Phi} = L_0 / (3600 N F_{0\Phi}), \text{ м}^2;$$

Підбір вентиляційних решіток для допоміжних приміщень виконаний у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Підбір повітророзподільників для допоміжних приміщень.

№ з/п	Найменування приміщення	V_0 , м^2	L_0 , $\text{м}^3/\text{год}$	F_0 , м^2	Розміри решітки	$F_{0\Phi}$, м^2	N, шт	$V_{0\Phi}$, м^2
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Перший поверх								
3	Склад	1	324	0,03	150x200	0,03	2	1,1
4	Кімната відпочинку	1	198	0,03	150x150	0,02	2	1,2
5	Приміщення охорони	1	30	0,008	110x110	0,012	1	0,7
6	Рецепція	1	90	0,025	150x150	0,023	1	1,1
7	Санвузол відвідувачів	3	100	0,028	150x150	0,023	1	3,1

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Санвузол персоналу	3	100	0,028	150x150	0,023	1	3,1
9	Кімната МОП	1	15	0,004	110x110	0,012	1	0,4
10	Комора	1	18	0,004	110x110	0,012	1	0,42
11	Очищування води	1	99	0,028	150x150	0,023	1	1,15
12	Компресорна	1	132	0,037	150x200	0,031	1	1,2
16	Санвузол	3	100	0,028	150x150	0,023	1	3,1
17	Інвентарна	1	17	0,004	110x110	0,012	1	0,42
18	Побутова кімната охорони	1	60	0,017	150x150	0,023	1	0,7
20	Кабіна охорони	1	66	0,017	150x150	0,023	1	0,7
Другий поверх								
3	Кімната майстрів	1	100	0,028	150x150	0,023	1	1,1
4	Конторське приміщення	1	324	0,03	150x200	0,03	2	1,1
5	Адміністративне приміщення	1	110	0,028	150x150	0,023	1	1,2
7	Службове приміщення	1	54	0,017	150x150	0,023	1	0,7
8	Кімната прийому їжі	1	108	0,028	150x150	0,023	1	1,2
9	Душова	3	1007	0,028	150x150	0,023	1	3,1
10	Санвузол	3	1007	0,028	150x150	0,023	1	3,1
11	Кімната відпочинку	1	607	0,017	150x150	0,023	1	0,7
12	Побутові кімнати	1	307	0,008	110x110	0,012	1	0,7
13	Адмінприміщення	1	667	0,017	150x150	0,023	1	0,7
14	Комора прибирального інвентарю	1	77	0,001	110x100	0,012	1	0,1
15	Санвузол	3	1007	0,028	150x150	0,023	1	3,1

3.8. Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції.

Аеродинамічний розрахунок проводиться з метою визначення оптимальних розмірів поперечного перерізу окремих ділянок вентиляційної мережі, а також для оцінки втрат тиску в повітропроводах і вентиляційному обладнанні. У межах даного проєкту здійснюється розрахунок припливної системи П2. Для цього наведено розрахункові схеми, а також табличні дані з обчисленням місцевих опорів і втрат тиску на окремих ділянках мережі.

Таблиця 3.5

Розрахунок місцевих опорів системи П2

Номер ділянки	Найменування опору	Кіл-ть	Умови вибору	КМС	Сумма КМС
1	2	3	4	5	6
0 – 1	Трійник на поворот	1	$\alpha=90^\circ$ $V_o/V_c=0,96$	1,74	1,74
1 – 2	Трійник на прохід	1	$\alpha=0^\circ$ $V_n/V_c=0,72$	-0,1	-0,1
2 – 3	Трійник на прохід	1	$\alpha=0^\circ$ $V_n/V_c=0,87$	-0,07	-0,07
3 – 4	Трійник на прохід	1	$\alpha=0^\circ$ $V_n/V_c=0,97$	-0,02	-0,02
4 – 5	Трійник на поворот	1	$\alpha=90^\circ$ $V_o/V_c=0,92$	1,88	1,88
5 – 6	Коліно Трійник на поворот	1 1	$\alpha=90^\circ$ $\alpha=90^\circ$ $V_o/V_c=0,76$	0,24 2,68	2,92
6-7	Трійник на поворот	1	$\alpha=0^\circ$ $V_o/V_c=0,93$	1,85	1,85
7-8	Трійник на поворот	1	$\alpha=90^\circ$ $V_o/V_c=0,70$	3,25	3,25
8-9	Трійник на поворот	1	$\alpha=90^\circ$ $V_o/V_c=0,60$	4,2	4,2
9-10	Трійник на поворот	1	$\alpha=90^\circ$ $V_o/V_c=0,58$	4,6	4,6
1-11	Трійник на прохід Коліно	1 1	$\alpha=0^\circ$ $V_n/V_c=0,52$ $\alpha=90^\circ$	-0,02 0,24	0,22
11-12	Трійник на прохід коліно	1 1	$\alpha=0^\circ$ $V_n/V_c=0,63$ $\alpha=90^\circ$	-0,1 0,24	0,14

Таблиця 3.6

Аеродинамічний розрахунок приточної системи П2

№ діл	L, м ³ /Г	Дов. l, м	D, мм	V, м/с	R, Па/м	R*l, Па	R _{дин} , Па	Σζ	Z, Па	P, Па	ΣPділ, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Головна магістраль											
0-1	6220	5,6	600x600	4,42	0,600	0,180	11,93	1,74	20,77	20,95	34,07
1-2	4324	15	500x500	3,48	0,886	2,658	18,35	-0,10	-1,84	0,82	34,90
2-3	3776	2	450x400	6,34	0,873	2,618	24,53	-0,07	-1,72	0,90	35,80
3-4	3228	2	450x400	4,31	0,983	2,948	32,61	-0,02	-0,65	2,30	38,09
4-5	2688	1,5	300x400	5,56	0,902	3,336	34,87	1,88	65,55	28,89	16,98
5-6	2140	2	300x400	4,24	0,655	4,432	41,40	2,92	120,88	15,31	32,29
6-7	1600	1,8	300x250	5,85	0,511	3,021	71,80	0,00	0,00	3,02	35,31
7-8	1200	1,5	300x250	4,25	0,826	0,81	11,00	1,10	12,10	12,10	12,10
8-9	800	1,5	300x200	3,25	0,726	0,398	11,00	1,85	20,35	20,75	32,84
9-10	400	1,5	200x200	2,42	0,600	0,78	11,93	1,10	13,13	13,13	13,13
Разом по головній магістралі											282
Відгалуження											
1-11	1880	6,7	300x300	5,4	1,0	6,7	53,8	1,10	59,3	66	125,4
11-12	500	7,2	160	6	1,20	8,6	62	0,82	50,8	59,4	59,4

Нев'язка втрат тиску становить :

$$E = (282 - 125,4) / 282 \cdot 100\% = 55\%$$

Отже для врівноваження потоків необхідно у відгалуження додати місцевий опір (шайбу або дросель-клапан).

Втрати напору на ділянці повітропроводу визначають за формулою:

$$\Delta P = g (R \cdot n \cdot m \cdot l + z), \text{ Па}$$

де R – питомі втрати тиску на 1 м круглого повітропроводу, що виконаний з матеріалів, які мають абсолютну шорсткість 0.1 мм (метал, фанера, скло тощо), кгс/(м²·м);

n – поправний коефіцієнт, що враховує фактичну шорсткість стінок повітропроводу залежно від абсолютної еквівалентної шорсткості матеріалів, які застосовуються для виготовлення повітропроводів, K_Е [4, табл.12.13; 1, с.101-102];

m – поправний коефіцієнт, що визначається залежно від розмірів сторін [16, лист VII.11, рис.1] прямокутного каналу А і В;

g – прискорення сили тяжіння, 9.81 м/с^2 ;

z – втрати тиску на місцеві опори, що визначаються за формулою

$$z = \sum \zeta P_d, \text{ кгс/м}^2$$

$$v_\Phi = L / (3600 F_\Phi), \text{ м/с}$$

Для повітропроводів прямокутного перерізу визначають еквівалентний діаметр за формулою

$$d_E = 2 AB / (A + B), \text{ мм}$$

де A і B – розміри сторін прямокутного повітропроводу, мм.

Загальні втрати тиску в системі дорівнюють сумі втрат тиску у повітропроводах по магістралі та у вентиляційному обладнанні

$$\Delta P = \sum g (R n m l + z)_{\text{МАГ}} + \Delta P_{\text{ОБ}}, \text{ Па}$$

Методика розрахунку відгалужень аналогічна. Після їх розрахунку виконують їх ув'язування з умови, що неузгодженість втрат тиску у відгалуженнях та у відповідних ділянках основної магістралі не повинна перевищувати 15 %.

$$100 (\Delta P_{\text{ДМ}} - \Delta P_{\text{В}}) / \Delta P_{\text{ДМ}} \leq \pm 15 \, \%.$$

Якщо умова не дотримується, то необхідно або вибрати інші розміри перерізу повітропроводу, або передбачити встановлення діафрагми, переріз якої підбирають залежно від коефіцієнта місцевого опору діафрагми, необхідного для погашення тиску

$$\zeta_d = (\Delta P_{\text{ДМ}} - \Delta P_{\text{В}}) / P_d$$

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА КАЛОРИФЕРА СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ

4.1 Опис калорифера

Вентиляція станції технічного обслуговування автомобілів здійснюється за рахунок припливного повітря, яке попередньо підігрівається в калориферах. Для визначення необхідної кількості припливного повітря та теплової потужності калориферного обладнання слід попередньо виконати розрахунок теплових втрат будівлі.

Калорифери застосовуються з метою нагрівання повітря в системах механічної вентиляції та повітряного опалення. Згідно з вимогами стандарту ДСТУ EN 13842:2019, калорифери виготовляються у двох типорозмірах: середньої продуктивності — марки КФС, КМС, КФСО, та високої продуктивності — марки КФБ, КМБ, КФБО і КВБ. Калорифери типів КФСО і КФБО мають оребрену конструкцію, інші моделі — пластинчасту. За конструкцією теплообмінника та напрямком руху теплоносія, калорифери поділяються на одноходові та багатходові.

4.2 Розрахунок калорифера

Виконуємо розрахунок повітряонагрівальної (калориферної) установки для припливної вентиляційної системи, що обслуговує розрахункове приміщення.

Розрахунок калориферної установки виконують у такій послідовності.

Визначають потрібну теплову потужність калориферної установки за формулою

$$Q_K = G c_{сп} (t_{ПК} - t_{ПП}) / 3.6 \text{ Вт},$$

де G — витрата повітря, що проходить через установку, кг/год;

$c_{сп}$ — теплоємність повітря, 1.005 кДж/(кг·°C);

$t_{ПП}$ і $t_{ПК}$ — початкова і кінцева температури повітря, °C.

При схемі з рециркуляцією до калорифера початкова температура дорівнює температурі зовнішнього повітря. Кінцева температура дорівнює температурі повітря після калорифера .

$$Q_3 = \frac{G \cdot c_{cn} (t_{nk} - t_{nn})}{3.6} = \frac{6220 \cdot 1.005(15 + 20)}{3.6} = 60472 \text{ Вт}$$

Визначають потрібну площу перерізу калорифера для проходу повітря

$$f_{пп} = \frac{G}{3600(\rho_{п} \nu_{п}) p_{ек}} = \frac{6220}{3600 \cdot 8} = 0,763 \text{ м}^2$$

4.3 Підбір калориферів для системи вентиляції

Поверхня нагріву калориферної установки F , м^2 , визначається за формулою:

$$F = \frac{Q_3}{k(t_{ср\tau} - t_{срв})} = \frac{60472}{24,7 \cdot (65 - 17,5)} = 51,54 \text{ м}^2,$$

де $t_{ср\tau}, t_{срв}$ – середньоарифметичне значення температур теплоносія та повітря, $^{\circ}\text{C}$;

k – коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$, визначається за формулою:

$$k = 20,8 \cdot \omega\rho^{0,381} \cdot \omega_t^{0,178} = 20,8 \cdot 3^{0,381} \cdot 0,25^{0,178} = 24,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K}),$$

де $\omega\rho$ – масова швидкість повітря, приймається для пластинчатих калориферів рівною $7 \dots 12 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ і $3 \dots 5 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ для поребрих;

$\omega_t = 0,25 \text{ м/с}$ – швидкість води в трубках калорифера.

Для підігріву повітря системи вентиляції використовуємо калорифер з наступними характеристиками:

Таблиця 4.1

Характеристики калорифера

Площа поверхні нагріву, м^2	Площа живого перерізу, м^2		Габарити, мм		Діаметр штуцера, мм	Маса, кг
	По повітрю	По теплоносію	Довжина	Ширина		
КФБО						
26,88	0,182	0,0135	7501	640	501	99,8

Якщо технічна характеристика калорифера відома, масова швидкість повітря в калорифері $\omega\rho$, кг/(м²·с) визначається із виразу:

$$\omega\rho = \frac{G_3}{f},$$

де G_3 – витрати повітря через систему, кг/с;

f – переріз калорифера для проходу повітря, м².

$$\omega\rho = \frac{5,52}{0,182 \cdot 10} = 3,03 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{с)},$$

де 10 – кількість секцій калорифера, шт.

Опір руху повітря в калорифері:

$$H_k = 3,28 \cdot \omega\rho^{2,01} = 3,28 \cdot 3,03^{2,01} = 30,5 \text{ [Па]}$$

4.4. Підбір вентиляторної установки

За результатами розрахунку системи підбираємо необхідний припливний вентилятор[5, 12].

Подача, необхідна для системи вентилятора $Q = 8049 \text{ м}^3/\text{год}$.

Напір вентилятора $H = 30,5 \text{ Па}$.

За каталогом підбираємо вентилятор ВР86-77-4:

Подача вентилятора	1200 м ³ /год.
Напір на всмоктуванні	75 Па.
Потужність двигуна вентилятора	0,18 кВт.
Типорозмір двигуна вентилятора	АИР63А6.
Маса вентилятора	46,2 кг.

4.5 Обладнання та матеріали системи вентиляції

Таблиця 4.2.

Обладнання та матеріали

№п/п	Позначення	Назва	Кількість	Маса	Примітка
1	2	3	4	5	6
Припливна вентиляція П1					
1	ВО-02-6	Припливна установка	1	-	шт
2	ШКП 1600x1000	шумоглушник	1	-	шт
3	SRF-AF-CC	Вогнезатримуючий клапан			
		700x500	1	-	шт
		1000x500	1	-	шт
		600x300	1	-	шт
4	ДК	Дросель клапан			
		1000x500	1	-	шт
		400x250	1	-	шт
		700x500	1	-	шт
		500x300	1	-	шт
5	РГН 1200x1000	Решітка фасадна	1	-	шт
6	РЖ	Жалюзійна решітка притоку повітря			
		200x300	12	-	шт
		110x440	7	-	шт
		110x220	9	-	шт
		110x110	2	-	шт
7		Повітропровід із оцинкованої сталі			
		1200x600	2	-	М
		1000x500	13	-	М
		1000x400	7,5	-	М
		700x500	8,5	-	М
		700x400	8,5	-	М
		600x300	15	-	М
		500x300	13	-	М
		300x400	8	-	М
		250x300	12	-	М
		200x200	15	-	М
		150x150	7	-	М
Припливна вентиляція П2					
8	ВО-01-3	Припливна установка	1	-	шт
9	ШКП 600x800	Шумоглушник	1	-	шт

1	2	3	4	5	6
10	SRF-AF-CC	Вогнезатримуючий клапан			
		600x600	1	-	шт
		350x250	1	-	шт
		d200	1	-	шт
11	ДК	Дросель клапан			
		300x300	1	-	шт
		200x200	1	-	шт
12	РГН 800x500	Решітка фасадна	1	-	шт
13	РЖ	Жалюзійна решітка притоку повітря			
		220x440	9	-	шт
		110x330	6	-	шт
		110x440	1	-	шт
14		Повітропровід із оцинкованої сталі			
		600x600	6,5	-	шт
		500x500	13,5	-	шт
		450x400	3	-	шт
		300x400	3	-	шт
		300x200	5	-	шт
		200x200	7	-	шт
		150x150	4	-	шт
Витяжна вентиляція В-1					
15	НСТТ/4-400-В	Даховий вентилятор	1	-	шт
16	РЖ 220x550	Жалюзійна решітка	12	-	шт
17		Повітропровід із оцинкованої сталі			
		Ø 400	1	-	М
		Ø 315	12,5	-	М
		Ø 200	13	-	М
Витяжна вентиляція В-2					
18	НСТВ/4-630-В	Даховий вентилятор	1	-	шт
19	РЖ 200x500	Жалюзійна решітка	30	-	шт
20		Повітропровід із оцинкованої сталі			
		Ø 315	10	-	М
		Ø 160	80	-	М
		Ø 400	2	-	М
		Ø 500	3	-	М
		Ø 630	2	-	М
		Ø 400	8,5	-	М
Витяжна вентиляція В-3					
21	НСТТ/4-355-В	Даховий вентилятор	1	-	шт

1	2	3	4	5	6
22	РЖ 110х220	Жалюзійна решітка	6	-	шт
23		Повітропровід із оцинкованої сталі			
		300х300	5,5	-	М
		200х200	6,5	-	М
		150х150	7	-	М
Витяжна вентиляція В-4					
24	TD-500/160	Вентилятор каналний	1	-	шт
25	РЖ 110х330	Жалюзійна решітка	3	-	шт
26	РЖ 110х220	Жалюзійна решітка	1	-	шт
27		Повітропровід із оцинкованої сталі			
		Ø 160	8	-	М
Витяжна вентиляція В-5					
28	VENT-200L	Вентилятор каналний	1	-	шт
29		Зонт витяжний 1000х1500	1	-	шт
30	РГН 250х300	Решітка фасадна	1	-	шт
31		Повітропровід із оцинкованої сталі			
		200х200	6	-	М
Витяжна вентиляція В-6					
32	VENT-315L	Вентилятор каналний	1	-	шт
33	РЖ	Жалюзійна решітка притоку повітря			
		220х440	9	-	шт
		110х330	6	-	шт
		110х440	1	-	шт
34		Повітропровід із оцинкованої сталі			
		300х400	3	-	М
		300х200	5	-	М
		200х200	7	-	М
		150х150	4	-	М
Витяжна вентиляція В-7					
35	VENT-315L	Вентилятор каналний	1	-	шт
36	РЖ 220х440	Жалюзійна решітка	4	-	шт
37		Повітропровід із оцинкованої сталі			
		300х400	7	-	М
		200х300	4	-	М
Витяжна вентиляція В-8					
38	VENT-200L	Вентилятор каналний	1	-	шт
39	PER-250	Решітка інерційна	1	-	шт

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6
40	РЖ 220х440	Жалюзійна решітка	4	-	шт
41		Повітропровід із оцинкованої сталі			
		300х300	10	-	М
		200х200	3	-	М
Витяжна вентиляція В-9					
42	VENT-200L	Вентилятор каналний	1	-	шт
43		Зонт витяжний 1200х1500	1	-	шт
44	ДК 200х200	Дросель клапан	1	-	шт
Витяжна вентиляція В-10,В-11					
45	ДК 160	Дросель клапан	4	-	шт
1	2	3	4	5	6
46	КЗ-290-180-200	Дефлектор	2	-	шт
47		Повітропровід із оцинкованої сталі			
		Ø 200	33,5	-	М
		Ø 160	35,5	-	М

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1 Виробнича санітарія.

У проєкті передбачена реконструкція систем опалення і вентиляції цеху по ремонту та обслуговуванню автомобілів.

У цеху знаходяться наступні відділення: зварювальне відділення, вулканізація, гальванічне відділення, відділення розведення емульсій і ділянки ремонту.

Роботи на ділянках ремонту проводяться за допомогою токарних, фрезерних, сверильних, заточних і ін. типів верстатів. Робота устаткування супроводжується виділенням теплоти, вологи і пилу. Для асиміляції шкідливостей в цеху влаштована механічна вентиляція, окремо розташовані верстати і ванни обладнані індивідуальними знепилюючими агрегатами і місцевими відсмоктувачами.

У зварювальному відділенні проводиться точкова зварка електродугою і різанням. При цьому виділяється значна кількість пилу і шкідливих газів. Для видалення цих шкідливостей застосована місцева витяжка від зварювальних постів. Гази і аерозолі утворюються при роботах на нефіксованих робочих місцях накопичуються у верхній зоні приміщення, звідки віддаляються загальнообмінною вентиляцією.

Устаткування ковальського відділення: сурма, печі, кувальний молот, ванни для загартування деталей. Тут здійснюється обробка деталей, різання і плавка металу, також, загартування деталей для додання їм різних механічних і металографічних властивостей.

Основні шкідливості – конвективна і промениста теплота виділяється від гарячих поверхонь печей і металу, окисел вуглецю, сірчистий газ. У процесі кування і штампування в повітря приміщення поступає пил окалини.

Для локалізації шкідливостей використовуються місцеві відсмоктування – зонти, зонти-козирки, бортові відсмоктування і укриття. Гартівні ванни поміщені

в укриття з робочими отворами, масляні ванни обладнані бортовими відсмоктуваннями.

Для асиміляції надмірної теплоти використовується аерація.

Технологічний процес в гальванічному відділенні пов'язаний з нанесенням на поверхню виробів антикорозійних і декоративних покриттів електролітичним способом. У гальванічному відділенні виділяються всі відомі шкідливості – теплота, волога, пари, газы, аерозолі і пил. Для локалізації шкідливостей використовуються бортові відсмоктувачі від ванн. Шкідливості приміщення, що накопичуються у верхній зоні, видаляються загальнообмінною витяжкою.

Основним джерелом виникнення шуму і вібрації є вентиляційні установки, верстати і кувальний молот. Причиною виникнення аеродинамічного шуму є пульсація швидкості і коливання тиску повітря у вентиляторі і повітропроводах.

Відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.1.1-32 максимально допустимих рівнів звуку складає 80 Дба. Рівень шуму створюваний системою приточної вентиляції рівний 92 Дба. Для зниження рівня звукового тиску на робочих місцях запропоновані наступні заходи: установка найдосконаліших по акустичних характеристиках вентиляторів, підбір оптимальних режимів роботи, застосування звукопоглинальних матеріалів.

При роботі вентилятора і верстатів коливання передаються фундаменту, стінам і покриттям будівлі породжувати структурний шум.

Для зниження структурного шуму на установках вентиляторів встановлені пружинні амортизації, для хорошої віброізоляції усунені всі жорсткі зв'язки між агрегатом і будівельними конструкціями за рахунок приєднання за рахунок приєднання через гнучкі вставки.

При виробництві будівельно-монтажних робіт необхідно враховувати параметри мікроклімату. Монтаж системи вентиляції повинен проводитись після монтажу система опалення. Температура повітря в приміщенні, при монтажі системи вентиляції, необхідно підтримувати близько 15 °С.

Освітлення робочих місць прийняте суміщене. Оцінка освітлення дана в п.

Самопочуття і працездатність людини залежить від метеорологічних умов виробництва робіт. Діючим нормативним документом, що регламентує метеорологічні умови виробничого середовища, є ГОСТ12.1005 – 88 «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги в повітря робочої зони». Документом встановлені оптимальні і допустимі величини температури, відносної вологості і швидкості руху повітря.

У разі переохолодження повітряного середовища кровоносні судини звужуються, приток крові до них і знижується. У людини з'являється прагнення до інтенсивних рухів, які збільшують обмін речовин в організмі з утворенням тепла. Надмірне охолодження організму може привести до простудних захворювання.

У разі підвищення температури повітря людина починає потіти, його втрата тепла збільшується за рахунок випаровування поту. При перегріві організму збільшується приток крові до периферійних кровоносних судин. Унаслідок розширення судин кількість протікаючої по них крові і тепловіддача збільшуються.

Для даного проекту: з категорією виконуваних робіт - середньої тяжкості 26, в холодний період 15-19 °С, в теплий період 20-22 °С.

Вологість повітря значною мірою впливає на самопочуття людини і його працездатність. При дуже низькій вологості (менше 20%) організм людини розслабляється, результатом чого є зниження працездатності.

Дуже висока вологість (більш 80%) порушується процес терморегуляції. Піт, що виділяється, не випаровується, лише стікає по поверхні тіла. Особливо несприятливе поєднання високої вологості з високою температурою при виконанні людиною важкої роботи.

Тривала дія вологи в поєднанні з низькими температурами може привести до такого захворювання, як туберкульоз легенів. При значному вмісті вологи і високій температурі повітря виникає запаморочення, нудота, теплові удари з втратою свідомості.

Теплове самопочуття людини значною мірою пов'язане з таким метеорологічним параметром, як швидкість руху повітря, оскільки вона впливає на теплообмін організму з навколишнім середовищем. При високій температурі повітря збільшення його рухливості сприятливо позначається на самопочутті людини, при низькій – викликає неприємні відчуття. Внаслідок цього стандартом встановлена рухливість повітря, різна для літнього і зимового періодів. У теплий період року швидкість руху повітря в робочій зоні складає від 0,2 до 1,0 м/с, в холодний і перехідний періоди – від 0,2 до 0,5 м/с.

Низька швидкість повітря (менше 0.2 м/с) несприятливо впливає на самопочуття людини, в цьому випадку швидко стомлюється і помітно втрачає працездатність.

Задача забезпечення якнайкращих умов праці, сприяючих його високій продуктивності, повинна вирішуватись комплексно.

При багатьох технологічних процесах на будівельних майданчиках в повітряне середовище виділяється пил. Пил – це найдрібніші тверді частинки, здатні якийсь час знаходитися в повітрі в зваженому стані. Пил утворюється при монтажі будівель обробці будівельних конструкцій, обробних роботах, очищенні і забарвленні поверхонь виробів і т.п. Пил характеризується хімічним складом, розмірами і формою частинок, їх густиною, електричними, магнітними і іншими властивостями. Пил є гігієнічною шкідливістю, оскільки вона негативно впливає на організм людини. Під впливом пилу можуть виникнути такі захворювання, як пневмоконіози, екзема і інші захворювання дихальних шляхів. Чим дрібніший пил, тим він шкідливіший для людини. Найбільш небезпечної для людини вважаються частинки розміром від 0.2 до 7 мкм, які, потрапляючи в легені при диханні, затримуються в них і, накопичуючись, можуть стати причиною захворювання. Існує три шляхи проникнення пилу в організм людини: через органи дихання, шлунково-кишковий тракт і шкіру. Крім цього пил погіршує видимість на будівельних об'єктах, знижує світловидатність освітлювальних пристроїв. У результаті цих причин знижується продуктивність і якість праці.

Санітарними нормами (ДСН 3.3.6.042-99) встановлені гранично допустимі концентрації пилу в повітрі робочої зони.

У виробничих приміщеннях необхідна ретельна і систематичне прибирання приміщень за допомогою вакуумних установок, очищення від пилу вентиляційного повітря при його подачі в приміщення і викиді в атмосферу, застосування як індивідуальні засоби захисту від пилу респіраторів, окулярів і протипильовий спец одягу.

Велика частина нещасних випадків з людьми викликана: обваленням змонтованих конструкцій, падінням робітників з висоти, недосконалістю і помилками при роботах такелажів, недостатньою освітленістю, незадовільною послідовністю виконання робочих операцій і т.д.

Падіння монтажників-верхолазів з висоти відбувається при наведенні, установці і закріпленні елементів збірних конструкцій, остаточному оформленні вузлів і особливо при переміщенні на нове робоче місце. Для виявлення монтажних операцій, що мають найбільшу небезпеку для працюючих, доцільно проводити детальне вивчення вказаних робочих процесів у виробничих умовах монтажного майданчика.

Для зменшення виробничого травматизму необхідно, щоб монтажне оснащення задовольняло вимогам ДСТУ Б В.2.8-40:2011 і технічним умовам на конкретні монтажні пристосування.

Конструкція монтажних пристосувань повинна забезпечувати: швидке і вільне виконання операцій, пов'язаних з їх установкою або зняттям і вивірянням елементів конструкцій будівлі і споруди, стійкість елементів конструкцій будівель і споруд до їх закріплення відповідно до проекту, ремонтну придатність і взаємозамінність вузлів деталей.

Важлива правильна організація робочих місць, система заходів щодо оснащення робочого місця необхідними технічними засобами: підмостками, люльками, монтажними столиками, також засобами індивідуального і колективного захисту.

5.2 Техніка безпеки при монтажі систем опалення

При монтажі систем центрального опалення випадки травматизму можуть виникнути при виконанні таких найбільш трудомістких операцій, як свердління отворів під радіаторні кронштейни, рознесення нагрівальних приладів до місць монтажу та навішування їх на радіаторні кронштейни. Свердління отворів під радіаторні кронштейни необхідно виконувати спеціально навченому слюсарю, який має посвідчення на право роботи з електрифікованим інструментом; слюсаря необхідно забезпечити індивідуальними засобами захисту від ураження електричним струмом; при рознесенні нагрівальних приладів та іншого обладнання до місць монтажу та безпосереднього монтування - не допускати їх випадкового падіння; для виконання різьбових з'єднань стояків слюсар повинен мати трубні ключі, відповідні діаметру труб що монтуються.

Після закінчення монтажу змонтована система опалення піддається випробуванню. Випробування необхідно проводити в присутності виконавця робіт (майстра). Останнім часом широко застосовується попереднє випробування змонтованих систем стисненим повітрям; забезпечити обслуговування компресора мотористом, які мають право на виконання цієї роботи; підтримувати тиск повітря в випробуваній системі не більше 0,07 МПа (0,7 кгс / см²).

Для підтримання тиску не вище 0,07 МПа (0,7 кгс / см²) встановлюється запломбований запобіжний клапан, на якому мають бути клейма, що вказують інвентарний номер, робочий тиск, дату випробування та найменування заводу-виготовлювача. Однак незалежно від того, що клапан випробовувався на заводі-виробнику, в кожному окремому випадку перед початком випробування клапан повинен бути перевірений на "спрацьовування" при тиску 0,07 МПа (0,7 кгс / см²). Щоб уникнути засмічення клапана під час скидання надлишкового тиску місце підключення шланга від компресора повинно бути поряд з клапанами.

При попередньому випробуванні манометр повинен бути перевірений, промаркований і мати всі необхідні написи зі шкалою 0,25 МПа (2,5 кгс / см²); правильність показання манометра необхідно регулярно перевіряти контрольним

манометром. При перевірці місць витоку повітря і при усуненні дефектів монтажу необхідно працювати в захисних окулярах із прозорим склом.

Проводити газозварювальні і електрозварювальні роботи дозволяється тільки після випуску повітря з системи.

Після усунення дефектів монтажу, виявлених у процесі попереднього пневматичного випробування, приступають до гідравлічного випробування системи, до початку якого необхідно :

- ознайомити всіх робітників, що беруть участь у випробуванні, з розміщенням арматури і заглушок, а також зі способами видалення повітря з системи, порядком підвищення і пониження тиску під час випробування;
- перевірити всю встановлену арматуру, кріплення фланців, сгонов і надійність тимчасових заглушок; перевірити справність обпресувальні агрегату і манометра;
- встановити чергових на поверхах і проінструктувати їх.

Випробовувати систему потрібно в присутності майстра.

Випробувальний тиск для систем водяного опалення при гідравлічному випробуванні встановлено рівним 1,25 робочого тиску, але не менше 0,2 МПа (2 кгс / см²) в найнижчій точці системи; для систем парового опалення з робочим тиском до 0,07 МПа (0,7 кгс / см²) - 0,25 МПа (2,5 кгс / см²).

Підвищувати і знижувати тиск на випробувальному ділянці системи потрібно поступово, не допускаючи ударів і поштовхів.

5.3 Вимоги безпеки під час монтажу систем вентиляції

Вимоги до електрообладнання

Улаштування та розташування електрообладнання, пускорегулювальної та захисної апаратури обладнання, повинно відповідати вимогам НПАОП 40.1-1.32-01. Під час експлуатації обладнання повинні виконуватися вимоги НПАОП 40.1.

Електрична схема обладнання повинна виключати можливість його самочинного вмикання і вимикання. Обладнання повинно мати затискач заземлювальний та знак заземлення, що відповідають вимогам ДСТУ 62305-3-

2012. Значення опору між заземлювальним затискачем та кожною доступною дотиканню металевою неструмовідною частиною обладнання, яка може бути під напругою в разі пошкодження ізоляції, не повинно перевищувати 0,1 Ом. Під час випробування електродвигуна необхідно слідкувати за початком обертання ротора і подальшим процесом досягнення електродвигуном нормальної кількості обертів. У разі повільного обертання ротора, відсутності обертання, гудінні електродвигун повинен бути негайно вимкнений для виявлення причин неполадок.

У разі виявлення несправності пускового пристрою (рубильник, перемикач, магнітний пускач та інші) електродвигун не вмикати до усунення дефектів пускового пристрою.

Працюючий електродвигун необхідно негайно вимикати у випадках:

- у разі появи диму або вогню із електродвигуна або його пускорегулювальної апаратури;
- при нещасних випадках;
- у разі великої вібрації електродвигуна;
- у разі виявлення несправності вентилятора;
- у випадку надмірного нагрівання підшипників або корпусу електродвигуна.

У разі необхідності застосування пасових передач вони та всі частини установок повинні виготовлятися з матеріалів, що мають питомий об'ємний електричний опір не більше ніж 105 Ом·м, зокрема, антиелектростатичні клинові ремні, а вся установка (огорожа та інші металеві предмети поблизу паса) повинна заземлятися. (Визначення питомого опору згідно з Додатком Г).

У випадку використання пасів, виготовлених з матеріалів з питомим об'ємним електричним опором більше за 105 Ом·м потрібно застосовувати один із засобів запобігання небезпечній електризації:

- збільшення відносної вологості повітря в місцях розташування пасової передачі не менше до 70 % ;
- електропровідні покриття (мастила) пасів;
- в особливих умовах - іонізація повітря за допомогою нейтралізаторів, установлених з внутрішньої сторони паса, якомога ближче до точки його сходу зі шківу.

Забороняється змащування пасів каніфоллю, воском та іншими речовинами, які збільшують поверхневий опір у вибухонебезпечних приміщеннях всіх класів.

Ремонт електрообладнання вентустановок повинен виконуватись у відповідності з "Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів".

5.4 Основні вимоги до виробничого освітлення

Для створення сприятливих умов зорової роботи, без швидкої втомлюваності очей, виникнення професійних захворювань, нещасних випадків і сприятливих для підвищення продуктивності праці та якості продукції, виробниче освітлення має відповідати таким вимогам:

Таблиця 5.1

Параметри освітлення робочої зони

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розпізнання	Розряд зорової роботи	Штучне освітлення		Природне освітлення		Суміщене освітлення			
			Освітленість, лк		КПО, %					
			При комбінованому	При загальному	При верхньому чи комбінованому	При боковому	При верхньому чи комбінованому	При боковому		
Високої точності	0,3-0,5	III	2000-400	500-200	5	2	3	1.2		
Середньої точності	0,5-1,0	IV	750-300	300-150	4	1.5	2.4	0.9		
Малої точності	1-5	V	300-200	200-100	3	1	1.8	0.6		
Загальні спостереження	-	VII	-	75-30	1	0.3	0.7	0.2		

Освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру зорової роботи, тобто не нижче встановлених норм.

$$E_{\phi} = (0,9 - 1,2) E_n.$$

Збільшення освітленості (до визначеної межі) збільшує продуктивність праці (оптимальна освітленість підвищує продуктивність праці на 15%). Подальше збільшення освітленості приводить до збільшення відбитої блискучості, що неприємно людському оку.

Необхідно забезпечити рівномірний розподіл відблиску на робочій поверхні, а також у межах оточуючого простору. Враховує коефіцієнт нерівномірності освітлення

$$Z = E_{\max} / E_{\min}.$$

Нерівномірність освітлення у зоні розміщення робочих місць має бути 1,5 для робіт I - III розряду зорових робіт при люмінесцентних лампах, 2- при інших джерелах та 1,8 та 3 для робіт IV - VII та VIII розрядів відповідно.

Для обмеження осліплюючої дії світильників загального освітлення їх розташовують на визначеній висоті над рівнем підлоги, або використовують освітлювальну арматуру з відповідним захисним кутом, або арматуру: що розсіює світло. Щоб обмежити відблиск, наприклад, при освітленні блискучих поверхносителей (глянцевий папір, екран дисплею та ін.) треба встановлювати світильники з регульованим направленням світлового потоку чи з розсіювачами світла.

Величина освітленості має бути постійною у часі. Для цього стабілізують напругу живлення, жорстко кріплять світильники, застосовують спеціальні вклучення світильників.

Для створення правильної кольоропередачі необхідно обирати джерела світла з спектром близьким до природнього.

Всі елементи освітлюючих установок не повинні створювати небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Слід виключити або зводити до мінімуму шум, теплові виділення, небезпеку поразки струмом, пожежо- та вибухонебезпечність світильників.

З метою кращих для зору умов роботи кількість та якість освітлення слід пов'язати з кольоровим оточенням. Світле фарбування інтер'єру, завдяки збільшенню кількості відображеного світла, дозволяє збільшити рівень освітленості при тій же потужності світла. Окрім того, зменшуються різкі тіні, знижуються яскравісні контрасти між світильниками та поверхнями, на яких вони розміщені.

Освітні установки мають бути надійні, зручні, прості у експлуатації, економічні та естетичні.

Заходи та засоби захисту від шуму

Заходи та засоби захисту від шуму поділяються на колективні та індивідуальні, причому останні застосовуються лише тоді, коли заходами та засобами колективного захисту не вдається знизити рівні шуму на робочих місцях до допустимих значень. Призначення засобів індивідуального захисту від шуму - перекрити найбільш чутливі канали проникнення звуку в організм - вуха. Тим самим різко послаблюються рівні звуків, що діють на барабанну перетинку, а відтак і коливання чутливих елементів внутрішнього вуха. Такі засоби дозволяють одночасно попередити розлад і всієї нервової системи від дії інтенсивного подразника, яким є шум.

До індивідуальних засобів захисту від шуму належать:

- навушники;
- протишумові вкладки;
- шумозаглушуючі шоломи .

До колективного захисту від шуму та вібрації можна віднести :

- зменшення шуму в самому джерелі;
- зменшення шуму на шляху його поширення;
- організаційно-технічні заходи;
- лікувально-профілактичні заходи.

Зменшення шуму в самому джерелі - найбільш радикальний засіб боротьби з шумом, що створюється устаткуванням. Досвід показує, що ефективність заходів щодо зниження шуму устаткування, що вже працює, досить невисока, тому необхідно

прагнути до максимального зниження шуму в джерелі ще на стадії проектування устаткування. Це досягається за допомогою наступних заходів та засобів: удосконалення кінематичних схем та конструкцій устаткування; проведення статичного та динамічного зрівноважування і балансування; виготовлення деталей, що співударяються, та корпусних деталей з неметалевих матеріалів (пластмас, текстоліту, гуми); чергування металевих та неметалевих деталей; підвищення точності виготовлення деталей та якості складання вузлів і устаткування; зменшення зазорів у з'єднаннях шляхом зменшення припусків; застосування мащення деталей, що труться, т. ін. Організаційно-технічні засоби захисту від шуму передбачають: застосування малощумних технологічних процесів та устаткування, оснащення шумного устаткування засобами дистанційного керування, дотримання правил технічної експлуатації, проведення планово-попереджувальних оглядів та ремонтів. До заходів лікувально-профілактичного характеру належать попередній та періодичні медогляди, використання раціональних режимів праці та відпочинку для працівників шумних дільниць та цехів, допуск до шумних робіт з 18 років тощо.

Таблиця 5.2

Характеристика приміщень за рівнями звуку

Робоче місце	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах частот із середньо геометричними частотами, Гц								Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Приміщення КБ, програмістів ЕОМ, лабораторій теоретичних робіт тощо.	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Приміщення керування (робочі кімнати)	79	70	63	58	55	52	50	49	60
Кабіни спостережень і дистанційного керування з мовним зв'язком по телефону	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Приміщення і дільниці точного збирання, приміщення для експериментів	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Постійні робочі місця у виробничих приміщеннях і на території підприємств	94	87	82	78	75	73	71	70	80

Розрахунок витрат на зовнішнє пожежогасіння

Витрату води на зовнішнє пожежогасіння приймають згідно табл.4 ДБН В.2.5-74-2013 “Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування”

Таблиця 5.3

Витрата води на пожежогасіння

Призначення будівель	Витрата води на одну пожежу, л/с, на зовнішнє пожежогасіння житлових і громадських будівель незалежно від їх ступенів вогнестійкості при об'ємах будівель, тис. м ³				
	до 1 включ.	від 1 до 5 включ.	від 5 до 25 включ.	від 25 до 50 включ.	від 50 до 150 включ.
Житлові будинки одnoseкційні та багатосекційні при кількості поверхів:					
до 2 включ.	10	10	-	-	-
від 3 до 12 включ.	10	15	15	15	20
те саме 13 « 16 включ	-	-	20	25	-
« 17 « 25 включ.	-	-	-	25	30

Кількість води на пожежогасіння становить 162 м³, оскільки час на гасіння пожежі становить 3 год. Кількість струменів буде рівна двом.

5.5 Розрахунок захисного заземлення.

Захисне заземлення – навмисне з'єднання із землею частин устаткування, що не знаходяться під напругою в нормальних умовах експлуатації, але які можуть виявитися під напругою в результаті порушення ізоляції електроустановки.

Метою розрахунку є визначення числа одиночних вертикальних електродів і довжини горизонтальної сполучної смуги проектного заземлювача, забезпечуючих сумарний опір заземлювання, що відповідає вимогам ПУЕ-87.

Згідно «Правилам пристрою електроустановок» опір захисного заземлення у будь-який період року не повинен перевищувати: 10 Ом при потужності трансформатора (генератора) $N_{тр} < 100 \text{ кВ}\cdot\text{А}$; 0.5 Ом – в установках напругою вище 1000 В з великими струмами замикання на землю (більше 500).

Початкові дані:

- розміри стрижневого електроду для розрахунку питомого опору ґрунту

- $l = 2,5 \text{ м}; d = 0,05 \text{ м};$

- устаткування, що заземлюється: апарат електрозварювання $P = 200 \text{ кВА}$, напруга 380 В;

- тип електроду: стрижень;

- відстань між електродами: $= 5 \text{ м};$

- товщина шару ґрунту над електродом: $t_0 = 0,6 \text{ м};$

Відповідно до початкових даних і згідно вимогам ДСТУ 62305-3-2012 допустимий опір розтікання струму рівний $R_{з.мп} = 4 \text{ Ом}$.

Відповідно розрахунковий питомий опір ґрунту

$$\rho_{в.рас} = 150 \text{ Ом}\cdot\text{м}.$$

Розрахунковий опір одиночного заземлювача заданого профілю R_e , Ом визначається як:

$$R_e = 0,366 \cdot \frac{\rho_{в.рас}}{l} \cdot \lg \frac{4l}{d}$$

$$R_e = 0,366 \cdot \frac{150}{2,5} \cdot \lg \frac{4 \cdot 2,5}{0,05} = 50,5 \text{ Ом}$$

Методом послідовних наближень визначається число вертикальних електродів n_v по формулі:

$$n_v = R_e / \eta_y R_{з.мп},$$

де η_y - коефіцієнт використання вертикальних електродів.

Кількість вертикальних електродів n'_e при $\eta_{y'} = 1$, без урахування явища екранування визначається по формулі:

$$n'_e = R_e / R_{з.гр}$$

$$n'_e = 50,5 / 4 = 13 \text{ шт.}$$

$$n'_e = 13 \text{ відповідає } \eta_{y'} = 0,67$$

Уточнене число електродів визначається по формулі :

$$n''_e = 50,5 / 0,67 \cdot 4 = 19 \text{ шт.}$$

$$n'_e = 19 \text{ відповідає } \eta_{y'} = 0,64$$

Остаточне число електродів визначається по формулі 6.4:

$$n''_e = 50,5 / 0,64 \cdot 4 = 20 \text{ шт.}$$

$$n'_e = 20 \text{ відповідає } \eta_{y'} = 0,63$$

Довжина горизонтальної сполучної смуги l_z , м визначається як:

$$l_z = 1,05 \cdot a \cdot (n_e - 1)$$

$$l_z = 1,05 \cdot 5 \cdot (20 - 1) = 99,8 \text{ м}$$

Розрахунковий питомий опір ґрунту для горизонтальної сполучної смуги,

$\rho_{з.рас}$, Ом*м визначається по формулі:

$$\rho_{з.рас} = K_c \cdot \rho_{изм}$$

де $K_c = 4,1$ – коефіцієнт сезонності для однорідної землі при використуванні горизонтальних заземлювачів;

$\rho_{вим=100}$ – питомий опір ґрунту, Ом*м

$$\rho_{з.рас} = 4,1 \cdot 100 = 410 \text{ Ом*м}$$

Опір розтікання струму горизонтальної смуги без урахування коефіцієнта використання визначається по формулі:

$$Rr = 0,366 \cdot \frac{\rho_{з.рас}}{l_z} \cdot \lg \frac{2l_z^2}{b_1 \cdot t_z},$$

де $b_1 = 0,04$ – ширина смуги, м;

t_z – глибина заставляння смуги, м

$$t_z = t_0 + b_1 / 2$$

$$t_z = 0,6 + 0,04 / 2 = 0,62 \text{ м}$$

$$R_r = 0,366 \cdot \frac{150}{99,8} \cdot \lg \frac{2 \cdot 99,8^2}{0,04 \cdot 0,62} = 0,435 \text{ Ом}$$

По таблицям коефіцієнт використання горизонтальної смуги рівний

$$\eta_z = 0,32$$

Сумарний опір заземлення з вертикальних електродів визначається по формулі:

$$R_{св} = R_e / n_e \cdot \eta_y$$

$$R_{св} = 50,5 / 20 \cdot 0,63 = 4,01$$

Загальний опір смуги:

$$R_{св} = R_z / \eta_z$$

$$R_{сз} = 0,435 / 0,32 = 1,36 \text{ Ом}$$

Загальний опір групового заземлювача:

$$R_{з.гп} = R_{св} \cdot R_{сз} / R_{св} + R_{сз}$$

$$R_{з.гп} = 4,01 \cdot 1,36 / 4,01 + 1,36 = 1,02 \text{ Ом}$$

опір групового заземлювача той, що менше вимагається $R_{з.гп} < R_{з.тп}$ $1,02 < 4$, отже вимоги ПУЕ-87 виконані.

ВИСНОВОК

У результаті виконання кваліфікаційної роботи розроблено проєкт системи теплопостачання сервісного автомобільного центру.

Запроєктовано двотрубну горизонтальну систему водяного опалення з використанням металопластикових труб. Для можливості відключення окремих гілок системи та спуску теплоносія передбачено встановлення вентилів і трійників із пробками на магістралях. Випуск повітря з системи здійснюється за допомогою повітряних кранів, установлених на опалювальних приладах. На підводах до приладів передбачено встановлення триходових кранів. Як опалювальні прилади обрано радіатори «VONOVA» виробництва компанії «HERZ». Магістральні трубопроводи системи опалення та горизонтальні гілки теплопостачання калориферів прокладаються з ухилом 0,003.

Спроєктовано загальнообмінну припливно-витяжну систему вентиляції з механічним спонуканням. Повітропроводи систем вентиляції виготовляються з оцинкованої сталі товщиною 0,5–0,7 мм та прокладаються відкрито або в зоні підшивної стелі. Забезпечено подачу свіжого повітря до всіх приміщень шляхом встановлення двох припливних установок. Механічна витяжна вентиляція передбачає використання дахових вентиляторів і окремих витяжних систем для локалізації та видалення шкідливих речовин у місцях їх утворення. Проведено гідравлічний розрахунок та виконано підбір водяного калорифера для припливної системи вентиляції.

Прийняті технічні рішення, закладені в робочих кресленнях, відповідають чинним на території України екологічним, санітарно-гігієнічним, протипожежним та іншим нормативним вимогам і забезпечують безпечну експлуатацію об'єкта для життя та здоров'я людей.

У роботі також розроблено комплекс заходів з охорони праці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 7525:2014 «Вода питна».
2. ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація».
3. СНиП 3.05.01-85* «Внутрішні санітарно-технічні системи».
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».
5. Chorna, M., Bezghinova, L., Dorokhov, O., Zhuvahina, I., & Volosov, A. (2021). Efficiency of Retail Enterprises in Context of Achievement of Competitive Advantages: Ukrainian Realities. *TEM Journal*, 10(3), 1072.
6. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».
7. ДБН В.2.2-15-2005 «Будинки і споруди. Житлові будинки».
8. Iryna, Z. STRATEGIC TRANSFORMATION OF THE UKRAINIAN PEAT INDUSTRY: FROM STATE-OWNED STAGNATION TO PRIVATE-SECTOR MODERNIZATION. *технологій та дизайну*, 2026.
9. ДСТУ Б В.2.7-80-98 «Цегла та камені силікатні».
10. ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 «Єдина система конструкторської документації. Основні написи».
11. Жувагіна, І. О. (2021). Тенденції інноваційного розвитку соціально-орієнтованої економіки країни.
12. ДСТУ Б А.2.4-41:2009 «Система проектної документації для будівництва. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Робочі креслення».
13. «Курсове і дипломне проектування з вентиляції громадських і промислових будівель» В. П. Титов, Е. В. Сазонов, Ю. С. Краснов, В. І. Новожилов. Київ, 2022 р.
14. Довідник проектувальника. Внутрішні санітарно-технічні пристрої. Частина І. «Опалення» В. М. Богословський, Б. А. Крупнов, А. М. Сканаві, під редакцією І. Г. Староверова та Ю. І. Шиллера. Київ, 2000 р.
15. Каталог алюмінієвих радіаторів GLOBAL.
16. Довідник з теплопостачання і вентиляції. Підручник 1-й. Р. В. Щокін, С. М. Кореневський, Г. Е. Беєм. Київ, 2022 р.
17. Каталог фірми RENAУ «Трубопровідна система RAUTITAN для водопровідної і радіаторного розведення».
18. Каталог балансувальних клапанів Danfoss.
19. Каталог фірми Danfoss «Радіаторні терморегулятори RTD».

20. Каталог фірми Арктос «Пристрої для подачі і видалення повітря».
21. Каталог фірми Арктика «Повітроводи і фасонні вироби».
22. Каталог фірми Арктика «Обладнання для систем вентиляції».
23. Програма підбіру вентиляторів фірми Sistemair.
24. Каталог фірми Remak «Блоки для кондиціонування повітря AeroMassterNT».
25. Каталог фірми Remak «Водяні обігрівачі з регулюючою арматурою»
26. ДСТУ Б А.2.4-16:2008. «Автоматизація технологічних процесів».
27. ДСН 3.3.6.042-99. «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».
28. ГН 2.2.5.552-96 «Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони».
29. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне та штучне освітлення».
30. ДСН 3.3.6.037-99 Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
31. Chorna, M., Bezghinova, L., Dorokhov, O., Zhuvahina, I., & Volosov, A. (2021). Efficiency of Retail Enterprises in Context of Achievement of Competitive Advantages: Ukrainian Realities. *TEM Journal*, 10(3), 1072.
32. Жувагіна, І. О., & Замарайкіна, Т. С. (2022). Потенціал торговельного підприємства: загальнонаукові підходи до формування та реалізації.
33. Жувагіна, І. О. (2021). Тенденції інноваційного розвитку соціально-орієнтованої економіки країни.
34. Chorna, M., Buhrimenko, R., Smirnova, P., Shynkar, S., & Zhuvakina, I. (2019). USE OF CONSOLIDATION STRATEGIES IN ORDER TO IMPROVE THE CORPORATE SECURITY: METHODOLOGICAL ASPECT. *Journal of Security & Sustainability Issues*, 8(4), 783.
35. Zhuvahina, I. (2026, April). Strategic transformation of the Ukrainian peat industry: from state-owned stagnation to private-sector modernization. In *Імперативи економічного зростання в контексті реалізації Глобальних цілей сталого розвитку*. Київський національний університет технологій та дизайну.