

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Первомайський навчально-науковий інститут

Кафедра «Енергетичного інжинірингу та робототехнічних систем»

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри

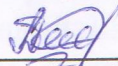
« 8 » 06 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему: Розробка системи теплопостачання побутової будівлі санаторію «Морщинський» загальною площею 1020 м² з розробкою автоматизованої системи керування опаленням, вентиляцією та ГВП.

Виконав: студент групи 47-ТЕ-22

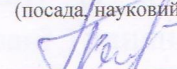

(підпис)

Паламарчук Д.Д.

Керівник роботи:

К.Т.Н., доцент кафедри ТТСПУ МННІ НУК

(посада, науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Пацурковський П.А.

Первомайськ - 2026 р.

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

«18» 02 2026 р.

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

Студенту Паламарчук Денис Дмитрович

(Прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка системи теплопостачання побутової будівлі санаторію «Морщинський» загальною площею 1020 м² з розробкою автоматизованої системи керування опаленням, вентиляцією та ГВП

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: 05.06.2026

3. Вихідні дані по роботі: Об'єктом проектування є двоповерхова побутова будівля санаторію "Морщинський", розташований Львівська обл., м. Моршин, вул. Джерельна, 5. Будівля має горище і підвал, в якому розташовані службові приміщення.

Зовнішні стіни виконані з глиняної звичайної цегли на цементно-піщаному розчині $\delta = 510$ мм, обшиті із зовнішнього боку листами пінополістиролу $\delta = 150$ мм та облицьовані глиняною звичайною цеглою на цементно-піщаному розчині $\delta = 125$ мм, з внутрішнього боку обшиті гіпсовими листами $\delta = 10$ мм.

Орієнтація головного фасаду будівлі – північ.

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

1. Характеристика об'єкта, для якого розробляється система теплопостачання. 2. Розробка системи водяного опалення. 3. Розробка системи вентиляції. 4. Автоматизація системи опалення, вентиляції та ГВП. 5. Розробка заходів з охорони праці

5. Перелік презентаційних матеріалів

1. План будівлі. 2. Аксонометрична схема опалення 3. Аксонометрична схема вентиляції. 4. Схема автоматизації.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання «17» лютого 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 водяного опалення	18.03.26	
3	Розробка системи вентиляції.	15.04.26	
4	Автоматизація систем опалення, вентиляції та ГВП.	29.04.26	
5	Розробка заходів з охорони праці	06.05.26	
6	Графічна частина	27.05.26	

Студент

(підпис)

Паламарчук Д.Д.

Керівник роботи

(підпис)

Пацурковський П.А.

Анотація

У кваліфікаційній роботі розроблено систему теплопостачання господарського корпусу санаторію «Морщинський». Проєкт виконано відповідно до чинних нормативних документів та правил.

Метою роботи є проєктування систем опалення та припливно-витяжної вентиляції для побутової будівлі санаторію «Морщинський» у місті Моршин. У рамках роботи проведено розрахунок теплового та повітряного режимів приміщень, гідравлічний розрахунок системи опалення, а також аеродинамічний розрахунок систем вентиляції. Виконано підбір опалювального та вентиляційного обладнання, засобів автоматизації для регулювання роботи інженерних систем. Розроблено схеми автоматизації систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання.

Також у роботі представлено заходи з охорони праці та охорони навколишнього природного середовища.

Ключові слова: опалення, вентиляція, припливна установка, розподільник повітря, вентиляційна решітка, повітронагрівач, термостатичний клапан, опалювальний прилад, балансувальний клапан, металополімерні труби, мідні труби.

Abstract

The qualification thesis presents the development of a heat supply system for the utility building of the "Morshynskiy" sanatorium. The project has been carried out in accordance with current standards and regulations.

The aim of the project is to design the heating and supply-exhaust ventilation systems for the utility building of the "Morshynskiy" sanatorium in the city of Morshyn. The work includes calculations of the thermal and air regimes of the premises, hydraulic calculation of the heating system, and aerodynamic calculation of the ventilation systems. Heating and ventilation equipment, as well as automation tools for controlling the heating and ventilation systems, have been selected. Automation schemes for the heating, ventilation, and domestic hot water supply systems have been developed.

The thesis also outlines measures for occupational safety and environmental protection.

Keywords: heating, ventilation, supply unit, air distributor, ventilation grille, air heater, thermostatic valve, heater, balancing valve, metal-polymer pipes, copper pipes.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА, ДЛЯ ЯКОГО РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ ПРОЕКТ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	8
1.1. Опис об'єкту проектування.....	8
1.2. Кліматична характеристика.....	9
1.3. Розрахункові параметри внутрішнього повітря.....	9
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ДЛЯ ГОСПОДАРЧОГО КОРПУСУ САНАТОРІЮ.....	13
2.1. Теплові втрати приміщень.....	13
2.1.1. Теплотехнічний розрахунок зовнішнього огороження.....	13
2.1.2. Теплові втрати через зовнішні огорожі та на нагрівання інфільтруючого зовнішнього повітря.....	16
2.2. Теплові надходження до приміщень.....	18
2.2.1. Теплонадходження від електроустаткування.....	18
2.2.2. Теплонадходження від сонячної радіації.....	20
2.2.3. Теплонадходження від джерел штучного освітлення.....	20
2.2.4. Тепло та вологовиділення від людей.....	21
2.2.5. Тепло і вологовиділення від остигаючої їжі.....	21
2.3. Тепловий баланс розрахункових приміщень	22
2.4. Конструктивні особливості системи опалення.....	23
2.5. Тепловий розрахунок опалювальних приладів системи опалення.	24
2.6. Гідравлічний розрахунок системи опалення.....	26
2.7. Розрахунок температурного подовження трубопроводів системи опалення.....	26
2.8. Підбір балансувальних клапанів.....	28
2.9. Підбір регулюючих клапанів RTD-N.....	29
2.10. Підбір циркуляційного насосу.....	31
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ДЛЯ ГОСПОДАРЧОГО КОРПУСУ САНАТОРІЮ.....	32
3.1. Місцеві відсмоктувачі від технологічного обладнання.....	32
3.2. Необхідні повітрообміни розрахункових приміщень.....	33
3.2.1. Потрібні повітрообміни в обідньому залі в теплий період року...	33
3.2.2. Необхідні повітрообміни в обідній залі в холодну пору року.....	35
3.2.3. Потрібні повітрообміни в гарячому цеху в теплий період року....	36
3.2.4. Потрібні повітрообміни в гарячому цеху в холодну пору року....	38
3.3. Повітряний баланс для розрахункових приміщень.....	39

3.4.	Повітрообміни нерозрахункових приміщень.....	40
3.5.	Принципові та конструктивні особливості вентиляції приміщень	42
3.5.1.	Організація повітрообміну в приміщеннях громадського харчування.....	43
3.5.2.	Організація повітрообміну у спортивно-оздоровчих приміщеннях.....	44
3.5.3.	Організація повітрообміну у приміщеннях відпочинку відвідувачів.....	45
3.5.4.	Організація повітрообміну в приміщенні пральні.....	46
3.5.5.	Організація повітрообміну в побутових.....	46
3.6.	Пристрої роздачі та видалення повітря.....	47
3.7.	Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції.....	50
РОЗДІЛ 4. АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ І ГВП.....		51
4.1.	Вихідні дані для проектування.....	51
4.1.1.	Опис технологічного процесу.....	51
4.1.2.	Обґрунтування розробки.....	51
4.1.3.	Опис умов експлуатації системи автоматики.....	52
4.2.	Опис функціональної схеми.....	52
4.3.	Прилади та засоби автоматизації.....	58
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....		61
5.1.	Техніка безпеки.....	61
5.2.	Виробнича санітарія.....	63
5.3.	Пожежна безпека.....	66
ВИСНОВКИ.....		69
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		72
ДОДАТКИ.....		75
Додаток 1.....		75
Додаток 2.....		83
Додаток 3.....		85

ВСТУП

Санаторій «Моршинський»: гармонія відпочинку, лікування та природи

У затишному куточку Карпат розташувався санаторій «Моршинський» — сучасний оздоровчий комплекс, що поєднує лікувальні можливості, комфортне проживання та природну красу. Щороку сюди приїжджають гості з різних регіонів України, шукаючи якісне лікування та спокійний відпочинок.

Медичний персонал санаторію має високу кваліфікацію та досвід у лікуванні захворювань шлунково-кишкового тракту. Установа спеціалізується на лікуванні дискінезії жовчовивідних шляхів, гастритів, холециститів, холангітів, післяопераційних станів шлунка, панкреатиту, синдрому подразненого кишечника, цукрового діабету тощо. До послуг пацієнтів — кабінети масажу, стоматології та голкорексфлексотерапії.

Санаторій розташований поруч із лісопарком, де ростуть сосни, ялини та берези. Тут створені умови для прогулянок на свіжому повітрі, відпочинку в дерев'яних альтанках і насолоди мальовничими карпатськими краєвидами.

Гостям пропонуються зручні номери різних категорій — від економ до люкс. Однокімнатні, двокімнатні та трикімнатні апартаменти обладнані всім необхідним відповідно до сучасних стандартів комфорту. Обслуговування організоване на високому рівні, щоб задовольнити потреби навіть найвибагливіших клієнтів.

Харчування відбувається у трьох великих залах. Гостям пропонується індивідуальне меню з дієтичних страв, доповнене фруктами, овочами, натуральними напоями та мінеральною водою.

На території працює клубний корпус, де проходять культурні заходи, перегляди фільмів, концерти, дискотеки. У бібліотеці організовуються літературні вечори та зустрічі з письменниками.

Для догляду за собою гості можуть відвідати перукарню та косметичний салон. Любителям активного способу життя запропоновані спортивні майданчики, тренажерний зал, зали для ЛФК, сауна. Проводяться індивідуальні й

групові заняття, консультації з фахівцями. Для дозвілля — великі шахи просто неба.

Санаторій «Моршинський» — це ідеальне місце для тих, хто прагне поєднати лікування, комфорт і відпочинок на природі. На всій території доступний безкоштовний Wi-Fi.

Мета роботи

Метою даної кваліфікаційної роботи є проєктування сучасної, ефективної та енергозберігаючої системи теплопостачання і припливно-витяжної вентиляції господарського корпусу санаторного комплексу «Моршинський» у м. Моршин з урахуванням санітарно-гігієнічних, експлуатаційних та екологічних вимог.

Завдання роботи

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити наступні завдання:

1. Провести аналіз призначення, планувальних рішень і конструктивних особливостей будівлі господарського корпусу.
2. Виконати теплотехнічні розрахунки огорожувальних конструкцій і визначити теплові навантаження приміщень.
3. Розробити систему опалення, здійснити гідравлічний розрахунок теплової мережі та підібрати опалювальні прилади.
4. Спроектувати систему припливно-витяжної вентиляції, провести аеродинамічний розрахунок та обрати вентиляційне обладнання.
5. Розробити схеми автоматизації систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання.
6. Визначити заходи з енергозбереження та охорони навколишнього середовища.
7. Обґрунтувати рішення з охорони праці при експлуатації та монтажі систем.
8. Сформулювати висновки щодо ефективності запропонованих інженерних рішень.

Об'єкт дослідження

Господарський корпус санаторного комплексу «Моршинський» у м. Моршин.

Предмет дослідження

Система теплопостачання та припливно-витяжної вентиляції будівлі, методи її розрахунку, проектування, автоматизації та заходи з енергозбереження й безпеки.

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

1.1. Опис об'єкту проектування

Об'єктом проектування є двоповерхова побутова будівля санаторію «Моршинський», розташованого у Львівській області, місті Моршин, на вулиці Джерельна, 5.

Будівля має горище та підвальне приміщення, в якому розміщені службові зони. Характер використовуваних приміщень — адміністративно-побутовий. Головний фасад орієнтований на північ.

Зовнішні стіни виконані з глиняної звичайної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 510 мм. Ззовні вони утеплені пінополістирольними плитами товщиною 150 мм та облицьовані цеглою на цементно-піщаному розчині (125 мм). З внутрішнього боку стіни обшиті гіпсовими листами товщиною 10 мм.

Горищне перекриття виконане з залізобетонних плит товщиною 220 мм, які покриті одним шаром руберойду (1,5 мм), утеплені пінополістиролом (200 мм), зверху — ще один шар руберойду (1,5 мм) та цементно-піщана стяжка товщиною 40 мм.

Підлоги у підвалі — бетонні, влаштовані по ґрунту. Міжповерхові перекриття — із залізобетонних плит товщиною 220 мм.

Внутрішні несучі стіни виконані з глиняної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 385 мм, з обшивкою гіпсовими листами по 10 мм з обох боків.

Внутрішні перегородки — цегляні, товщиною 125 мм, обшиті з двох боків гіпсовими листами по 10 мм. У деяких приміщеннях перегородки оштукатурені цементно-піщаним розчином з обох боків по 20 мм.

Заповнення світлових отворів — металопластикові віконні блоки з двокамерними склопакетами із звичайного скла. Зовнішні двері — сталеві, утеплені пінополістиролом товщиною 50 мм і обшиті дерев'яними панелями товщиною 20 мм. Орієнтація головного фасаду будівлі — північ.

1.2. Кліматична характеристика

Місто Моршин розташоване у Львівській області та входить до II температурної зони відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель». Клімат району будівництва — помірно континентальний, з м'якою зимою та відносно теплим літом. Для проєктування систем опалення, вентиляції та теплового захисту будівель використовуються такі основні розрахункові кліматичні параметри:

Середня температура найхолоднішої п'ятиденки: $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$;

Розрахункова температура зовнішнього повітря для опалення: $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$;

Середня температура зовнішнього повітря в опалювальний період: $-1,8\ldots-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$;

Тривалість опалювального періоду: 185–200 діб;

Середня температура найтеплішого місяця (липень): $+17,5\ldots+18,5\text{ }^{\circ}\text{C}$;

Абсолютна мінімальна температура: $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$;

Середня річна температура повітря: $+7,5\ldots+8,5\text{ }^{\circ}\text{C}$;

Річна сума опадів: 800–850 мм;

Переважаючі вітри: північно-західні та західні;

Швидкість вітру (середня): 2,8–3,5 м/с.

Рівень вологості протягом року досить високий, що зумовлено близькістю гірських масивів та лісових територій. Для мікроклімату регіону характерні часті атмосферні опади та висока вологість повітря, що враховується під час проєктування огорожувальних конструкцій та систем вентиляції.

1.3. Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Розрахункові параметри внутрішнього повітря обраніта представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1

Розрахункові параметри внутрішнього мікроклімату

№ з/п	Найменування приміщення	Температура в холодний та перехідний період року, °С	Температура у теплий період року, °С
1	2	3	4
Підвал			
1	Коридор	16	24,6
2	Пральна	15	24,6
3	Сушильна та прасувальна	15	24,6
4	Білизняна	15	24,6
5	Кладова миючих засобів	15	24,6
6	Приміщення персоналу	18	24,6
7	Тамбур	16	24,6
8	Душева	25	24,6
9	Сан вузел	16	24,6
10	Тамбур	18	24,6
11	Тепловий та водомірний вузол	5	24,6
12	Технічне приміщення	5	24,6
13	Технічне приміщення	5	24,6
14	Технічне приміщення	5	24,6
15	Технічне приміщення	5	24,6
16	Технічне приміщення	5	24,6
17	Технічне приміщення	5	24,6
18	Технічне приміщення	5	24,6
1-ий поверх			
101	Тамбур	16	24,6
102	Тамбур	16	24,6
103	Завантажувальна	12	24,6
104	Сходова клітка	16	24,6
105	Сходова клітка	16	24,6
106	Хол ліфтовий	12	24,6
107	Машинне приміщення камери, що охолоджується	16	24,6
108	Тамбур камери, що охолоджується	16	24,6
109	Охолоджувана камера	0	0
110	Венткамера	5	24,6
111	Комора чистої білизни	16	24,6
113	Кладова	16	24,6
114	Кладова сухих продуктів	12	24,6

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
115	Кладова овочів	5	24,6
116	Кладова соління та квашення	5	24,6
117	Гардероб для відвідувачів	16	24,6
118	Коридор	16	24,6
119	Хол	16	24,6
120	Санвузол для відвідувачів	16	24,6
121	Комора прибирального інвентарю	12	24,6
122	Кладова та мийна тари	20	24,6
123	Душева	25	24,6
124	Санвузол службовий	16	24,6
125	Комора прибирального інвентарю	12	24,6
126	Електрощитова	5	24,6

1	2	3	4
127	Кімната відпочинку	18	24,6
128	Коридор	16	24,6
129	Кабінет масажу	22	24,6
130	Фізкультурний зал (тренажерний)	18	24,6
131	Спальна кімната на 3 місця	20	24,6
132	Вбиральня сауни	25	24,6
133	Душева	25	24,6
134	Парильна	22	24,6
135	Кімната відпочинку	22	24,6
136	Тамбур	22	24,6
137	Комора прибирального інвентарю	12	24,6
2-ий поверх			
201	Комора прибирального інвентарю	12	24,6
202	Вестибюль	16	24,6
203	Обідня зала	16	24,6
204	Буфет	16	24,6
205	Мийна столового посуду	20	24,6
206	Мийна кухонного посуду	20	24,6
207	Гарячий цех	5	24,6
208	Холодний цех	16	24,6
209	Овочевий цех	16	24,6
210	М'ясо-рибний цех	16	24,6
211	Хол ліфтовий	12	24,6
212	Комора добового запасу	12	24,6
213	Комора прибирального інвентарю	12	24,6
214	Душова	25	24,6
215	Санвузол	16	24,6
216	Кімната для персоналу	18	24,6
217	Кабінет директора	18	24,6
218	Кабінет психологічного розвантаження	18	24,6
219	Спальня на 3 місця	20	24,6
220	Спальня на 2 місця	20	24,6
221	Приміщення вузла керування	18	24,6
222	Хол для очікування	16	24,6
223	Коридор	16	24,6
224	Приміщення мийки та стерилізації термосів	20	24,6
225	Борошняний цех	16	24,6

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ДЛЯ ПОБУТОВОЇ БУДІВЛІ САНАТОРІЮ

2.1. Теплові втрати приміщень

2.1.1. Теплотехнічний розрахунок зовнішнього огородження

Характеристика конструкцій, що захищають, представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристика огорджувальних конструкцій

Вид огорожі	Характеристика шарів							
	№ шару	Матеріал	Товщина шару δ , мм	Густина γ , кг/м ³	Питома теплоємність c_0 , кДж/(кг·°C)	Розрахункові коефіцієнти		
						Теплопровідності λ , Вт/(м·°C)	Теплозасвоєння S , Вт/(м ² ·°C)	Паропроникності μ , мг/(м·г·Па)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Зовнішня стіна	1	Цегляна кладка із суцільної глиняної звичайної цегли на цементно-піщаному розчині	125	1800	0,88	0,81	10,12	0,11
	2	Пінополістирол	150	40	1,34	0,05	0,49	0,05
	3	Цегляна кладка із суцільної глиняної звичайної цегли на цементно-піщаному розчині	510	1800	0,88	0,81	10,12	0,11
	4	Листи гіпсові облицувальні	10	800	0,84	0,21	3,34	0,075
Горище перекриття	1	Цементно-піщана стяжка	40	1800	0,84	0,93	11,09	0,09
	2	Один шар руберойду	1,5	600	1,68	0,17	3,53	1,1
	3	Пінополістирол	200	100	1,34	0,052	0,82	0,05
	4	Один шар руберойду	1,5	600	1,68	0,17	3,53	1,1
	5	Залізобетонні плити	220	2500	0,84	2,04	18,95	0,03
Підлоги на ґрунті	1	Бетон на щебені	200	2400	0,84	1,86	17,88	0,03

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Міжповерхове перекриття	1	Цементно-піщана стяжка	40	1800	0,84	0,93	11,09	0,09
	2	Залізобетонні плити	220	2500	0,84	2,04	18,95	0,03
Внутрішні стіни	1	Цегляна кладка із суцільної глиняної звичайної цегли на цементно-піщаному розчині	385	1800	0,88	0,81	10,12	0,11
	2	Листи гіпсові обшивочні з 2-х сторін	20	800	0,84	0,21	3,34	0,075
Внутрішні перегородки	1	Цегляна кладка із суцільної глиняної звичайної цегли на цементно-піщаному розчині	125	1800	0,88	0,81	10,12	0,11
	2	Листи гіпсові обшивочні з 2-х сторін	20	800	0,84	0,21	3,34	0,075
Зовнішні двері	1	Лист сталі	3	7850	0,482	58	126,5	0
	2	Пінополістирол	50	100	1,34	0,052	0,82	0,05
	3	Дерев'яна накладка (сосна)	20	500	2,3	0,18	4,54	0,06
Заповнення віконного отвору	1	Двошарові склопакети в пластмасових палітурках зі звичайного скла	-	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Перегородка камери, що охолоджується	1	Листи гіпсові обшивочні з 2-х сторін	20	800	0,84	0,21	3,34	0,075
	2	Цегляна кладка із суцільної глиняної звичайної цегли на цементно-піщаному розчині	125	1800	0,88	0,81	10,12	0,11
	3	Пінополістирол	50	40	1,34	0,05	0,49	0,05
Внутрішня стіна охолоджуваної камери	1	Листи гіпсові обшивочні з 2-х сторін	20	800	0,84	0,21	3,34	0,075
	2	Цегляна кладка із суцільної глиняної звичайної цегли на цементно-піщаному розчині	385	1800	0,88	0,81	10,12	0,11
	3	Пінополістирол	50	40	1,34	0,05	0,49	0,05
Міжповерхове перекриття камери, що охолоджується.	1	Цементно-піщана стяжка	40	1800	0,84	0,93	11,09	0,09
	2	Пінополістирол	50	100	1,34	0,052	0,82	0,05
	3	Залізобетонні плити	220	2500	0,84	2,04	18,95	0,03

Наведений опір теплопередачі R_o , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, огорожувальних конструкцій, а також вікон слід набувати не менше нормованих значень R_{req} , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, визначаються по [7] залежно від градусо-добы району будівництва D_d , $^\circ\text{C} \cdot \text{доб}$.

Градусо-доба опалювального періоду для всіх видів огорожі D_d , $^\circ\text{C} \cdot \text{доб}$, визначається за формулою

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) z_{\text{ht}}, \quad (2.1)$$

де t_{int} - розрахункова середня температура внутрішнього повітря будівлі, $^\circ\text{C}$;

t_{ht} , z_{ht} - середня температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$, і тривалість діб опалювального періоду, прийняті по [2] для періоду із середньою добовою температурою зовнішнього повітря трохи більше 8°C .

$$D_d = (18 - (-11,5)) 227 = 6696,5 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{доб.}$$

Опір теплопередачі огорожувальних конструкцій визначено за методикою [6, 7] і представлений у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Результати теплотехнічного розрахунку зовнішніх огорож

Вид зовнішнього огорожі	Нормоване значення опору теплопередачі $R_{\text{req}}, \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$	Товщина шару утеплювача $\delta_{\text{т.и.}}, \text{ м}$	Товщина Огорожі $\delta, \text{ м}$	Справжній опір теплопередачі $R_o, \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$
1	2	3	4	5
Зовнішня стіна	3,21	0,15	0,805	3,97
Горищне перекриття	3,64	0,15	0,463	4,17
Підлоги по ґрунту:				
І-я зона				2,10
ІІ-я зона	-	-	0,2	4,30
ІІІ-я зона				8,60
ІV-я зона				14,20
Міжповерхове перекриття	-	-	0,26	0,38
Внутрішні стіни	-	-	0,405	0,80
Внутрішні перегородки	-	-	0,145	0,48
Заповнення віконного отвору	0,53	-	-	0,52
Зовнішні двері	0,83	0,05	0,073	1,27
Перегородка охолоджуваної камери	-	0,05	0,195	1,48
Внутрішня стіна охолоджуваної камери	-	0,05	0,455	1,80
Міжповерхове перекриття камери, що охолоджується.	-	0,05	0,31	1,34

2.1.2. Теплові втрати через зовнішні огорожі та на нагрівання інфільтруючого зовнішнього повітря

Теплові втрати через зовнішні огорожі та на нагрівання інфільтруючого зовнішнього повітря визначені за методикою [1] та представлені в таблиці 2.3.

Теплові втрати через зовнішні огорожі та на нагрівання інфільтруючого зовнішнього повітря огорожі

№ з/п	Найменування приміщення	Теплові втрати через зовнішні огорожі Q , Вт	Теплові втрати на нагрівання інфільтруючого зовнішнього повітря Q_i , Вт	Загальні теплові втрати ΣQ , Вт
1	2	3	4	
Підвал				
1	Коридор	198	-	198
2	Пральна	1213	154	1367
3	Сушильна та прасувальна	1107	154	1261
4	Білизняна	367	58	426
5	Кладова миючих засобів	448	-	448
6	Приміщення персоналу	591	-	591
8	Душова	574	-	574
9	Санвузол	190	-	190
11	Тепловий та водомірний вузол	584	-	584
12	Технічне приміщення	964	61	1025
13	Технічне приміщення	692	-	692
14	Технічне приміщення	290	-	290
15	Технічне приміщення	829	-	829
16	Технічне приміщення	890	-	890
17	Технічне приміщення	955	44	999
18	Технічне приміщення	575	-	575
1-ий поверх				
103	Завантажувальна	661	68	729
104	Сходові клітки	1595	143	1738
105	Сходові клітки	1188	69	1257
106	Хол ліфтовий	93	-	93
107	Машинне приміщення камери, що охолоджується	465	-	465
108	Тамбур камери, що охолоджується	202	-	202
109	Охолоджувана камера	338	-	338
110	Венткамера	688	248	936
111	Комора чистої білизни	466	-	466
112	Кладова	260	-	260
113	Кладова сухих продуктів	208	-	208
114	Кладова овочів	321	124	445
115	Кладова соління та квашення	325	124	449
116	Гардероб для відвідувачів	899	92	991
117	Коридор	2530	163	2693
118	Хол	2667	74	2741
119	Санвузол для відвідувачів	151	-	151
120	Комора прибирального інвентарю	46	-	46
121	Кладова та мийна тари	240	-	240
122	Душова	208	-	208
123	Санвузол службовий	97	-	97
124	Комора прибирального інвентарю	55	-	55
125	Електрощитова	186	70	256

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5
126	Кімната відпочинку	871	304	1175
127	Коридор	749	145	894
128	Кабінет масажу	444	165	609
129	Фізкультурний зал (тренажерний)	529	193	722
130	Спальна кімната на 3 місця	788	158	946
131	Вбиральня сауни	388	-	423
132	Душова	686	-	686
133	Парильна	570	-	570
134	Кімната відпочинку	675	59	734
136	Комора прибирального інвентарю	321	-	321
137	Комора прибирального інвентарю	327	-	327
2-ий поверх				
201	Вестибюль	815	105	920
202	Обідня зала	1395	209	1604
203	Буфет	559	66	625
204	Мийна столового посуду	162	-	162
205	Мийна кухонного посуду	124	-	124
206	Гарячий цех	1055	188	1243
207	Холодний цех	514	117	631
208	Овочевий цех	508	117	625
209	М'ясо-рибний цех	597	117	714
210	Хол ліфтовий	58	-	58
211	Комора добового запасу	36	-	36
212	Коридор	406	66	472
213	Комора прибирального інвентарю	28	-	28
214	Душова	53	-	53
215	Санвузол	38	-	38
216	Кімната для персоналу	617	122	739
217	Кабінет директора	522	122	644
218	Кабінет психологічного розванта-	1240	206	1446
219	Кабінет на 3 місця	1008	112	1120
220	Спальна на 2 місця	624	112	736
221	Приміщення вузла керування	569	-	569
222	Хол для очікування	307	-	307
223	Коридор	826	105	931
224	Приміщення миття та стерилізації	88	-	88
225	Борошняний цех	1032	117	1149
	Разом по всіх приміщеннях:	43884	4552	48436

2.2. Теплові надходження до приміщень

2.2.1. Теплонадходження від електроустаткування

Теплонадходження від електричного теплового обладнання визначаються за формулою

$$Q_{об} = K_1(\sum N_m K_2(1 - K_3) + \sum N_n K_2(1 - K_3) + \sum N_p K_2), \quad (2.2)$$

де $\sum N_m$ - паспортна потужність модульованого електричного обладнання, кВт;

$\sum N_n$ - паспортна потужність немодульованого електричного обладнання, кВт;

ΣN_p - паспортна потужність електричного обладнання, що розташовується в роздавальному отворі, кВт;

K_1 – коефіцієнт одночасності;

K_2 – коефіцієнт завантаження гарячої поверхні;

K_3 – коефіцієнт ефективності роботи місцевих вентиляційних відсмоктувачів;

$K_{3'}$ – коефіцієнт ефективності роботи комбінованих припливно-витяжних відсмоктувачів.

Теплонадходження від технологічного обладнання з електродвигунами визначаються за формулою

$$Q_{\text{ел. дв.}} = N_y K_{\text{загр}} K_{\text{од}} (1 - \eta_1) / \eta_1, \quad (2.3)$$

де N_y – установча потужність електродвигуна, кВт;

$K_{\text{загр}}$ – коефіцієнт завантаження електродвигуна;

$K_{\text{од}}$ – коефіцієнт одночасності роботи електродвигунів;

η_1 – ККД електродвигуна при даному завантаженні.

Розрахунок зроблено за методикою [5, 12 та представлений у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Теплонадходження від електрообладнання

№ з/п	Найменування приміщення	Найменування обладнання	Тип, марка	Настановна потужність N_y , кВт	Кількість, шт.	Теплопоступлення від електроустаткування Q , кВт
1	2	3	4	5	6	7
Підвал						
2	Пральна	Машина прально-віджимна	КП-128	22	2	7,04
3	Сушильна та прасувальна	Машина сушильна	КП-313	10,5	2	7,35
		Прасувальна машина побутова	МГТ-850	1,3	2	0,91
		Праска	У-4А	1	1	0,35
				Разом:		8,61
9	Санвузол	Електросушарка	Веялис-5	1,05	1	0,37
1-ий поверх						
119	Санвузол для відвідувачів	Електросушарка	Веялис-5	1,05	2	0,74
123	Санвузол службовий	Електросушарка	Веялис-5	1,05	1	0,37
133	Парильна	Електрокам'янка	М80	8	1	5,76

2-ий поверх						
202	Обідня зала	Холодний стіл	-	1	1	0,24
		Марміт перших страв	-	2	1	0,80
		Марміт других страв	-	5	1	2,00
				Разом:		3,04
203	Буфет	Холодильник побутовий	ЗИЛ-64	0,7	1	0,21
204	Мийна столо- вого посуду	Машинка посудомийна	МПУ-700	16,3	1	4,89
206	Гарячий цех	Плита електрична	ПЭ-4Ш	17,04	2	4,43
		Сковорода електрична	СЭ4-0,25	6	1	0,60
		Пристрій варильний елек- тричний з пересувним котлом ємністю 60 л.	УЭВ-60М	9,45	2	1,13
		Апарат пароварочний	АПЭ-01	7,5	1	0,45
		Електрошафа жарково пекарна	ЭШП	15,6	1	1,56
		Кип'ятильник електричний	КНЭ-50-2М	6	1	1,44
		Машина протирочна	МПП-350М	0,75	1	0,12
		Машина кухонна універсальна	УКМ-06	1,5	1	0,24
				Разом:		9,97
207	Холодний цех	Машина овочерізальна	МПРМ-02	0,37	1	0,11
		Холодильник побутовий	ЗИЛ-64	0,7	1	0,21
				Разом:		0,32
208	Овочевий цех	Машина очищення корене- плодів	МОК-125	0,37	1	0,11
209	М'ясо-рибний цех	М'ясорубка	М-3	1,5	1	0,45
		Шафа холодильна середньо- температурна	ШХ-0,71	0,27	2	0,16
				Разом:		0,72
211	Кладова	Холодильник побутовий	ЗИЛ-64	0,7	1	0,21
	215 Санвузол	Електросушка	Веяліс-5	1,05	2	0,74
225	Борошняний цех	Машина взбивально- месильна	МВ-35УМ	0,85	1	0,26
		Просіювач борошна	ПЕ-350	0,09	1	0,03
				Разом:		0,28

2.2.2. Теплонадходження від сонячної радіації

Теплопоступлення від сонячної радіації зроблено за методикою [13], лише для розрахункових приміщень та зведені до таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Теплонадходження від сонячної радіації

№ р/п	Найменування приміщення	Теплонадходження від сонячної радіації Q, Вт
1	2	3
202	Обідня зала	558
206	Гарячий цех	435

2.2.3. Теплонадходження від джерел штучного освітлення

Розрахунок теплонадходжень від джерел штучного освітлення вироблений за методикою [14], тільки для холодного періоду року і зведений в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6

Теплонадходження від джерел штучного освітлення

№ з/п	Найменування приміщення	Теплонадходження від джерел штучного освітлення Q, Вт
1	2	3
202	Обідня зала	917
206	Гарячий цех	582

2.2.4. Тепло та вологовиділення від людей

Тепло і влагоннадходження від людей вироблено за методикою [13], лише для розрахункових приміщень і представлені у таблиці 2.6.

Таблиця 2.7

Тепло та вологовиділення від людей

№ з/п	Найменування приміщення	Період року	Кіл-ть людей n, люд	Тепловиділення Q, Вт	Вологовиділення G, кг/люд
1	2	3	4	5	6
202	Обідня зала	ХП	36	4680	2,7
		ПП		4680	2,7
		ТП		4500	4,14
206	Гарячий цех	ХП	5	875	0,7
		ПП		875	0,7
		ТП		850	0,925

2.2.5. Тепло і вологовиділення від остигаючої їжі

Повна кількість тепла, що виділяється остигаючою їжею, підраховується за формулою

$$Q_{\text{с.н.}} = \frac{g c_{\text{ср}} (t_{\text{н}} - t_{\text{к}}) n_1}{\tau}, \quad (2.4)$$

де g – середня вага страв, що припадає на одного обідаючого;

$c_{\text{ср}}$ – середня теплоємність страв, що входять до складу обіду;

$t_{\text{н}}$ – середня температура страв, що надходять до обідньої зали;

t_k – середня температура страв у момент споживання;

n_1 – кількість посадочних місць;

τ – тривалість прийому їжі одним відвідувачем.

Виділення вологи при охолодженні їжі визначається за формулою

$$G = k \frac{g c_{cp} (t_n - t_k) n_1}{\tau (597,3 + 0,5 t_{cp})}, \quad (2.5)$$

де k – коефіцієнт, що враховує нерівномірність споживання їжі, а також наявність жирової плівки, що утруднює випаровування вологи;

g , c_{cp} , t_n і t_k – мають ті ж значення, що і у формулі (2.4);

694,6 – прихована теплота випаровування при 0 С°;

0,5 – теплоємність водяної пари;

t_{cp} – середня температура випаровування, що приймається рівною $\frac{t_n + t_k}{2}$.

Кількість тепла, що виділяється остигаючою їжею в обідньому залі

$$Q_{2,n.} = \frac{0,85 \cdot 0,93 (70 - 40) 36}{0,3} = 2846 \text{ Вт}$$

Кількість вологи, що виділяється остигаючою їжею в обідньому залі

$$G = 0,34 \frac{0,85 \cdot 0,93 (70 - 40) 36}{0,3 (694,6 + 0,5 \cdot 55)} = 1,34 \text{ кг/люд}$$

Розрахунок проведено за методикою [12].

2.3. Тепловий баланс розрахункових приміщень

Тепловий баланс розрахункових приміщень зведений в таблицю 2.8.

Тепловий баланс розрахункових приміщень

№ з/п	Найменування приміщення	Період року	$t_{в}, ^\circ\text{C}$	Теплові втрати			Теплові надходження					
				через зовнішні огороження $Q, \text{Вт}$	на нагрівання інфільтруючого зовнішнього повітря $Q_i, \text{Вт}$	загальні теплові втрати $\Sigma Q, \text{Вт}$	від електроустаткування $Q, \text{Вт}$	від сонячної радіації $Q, \text{Вт}$	от остиваючої пиши $Q, \text{Вт}$	від людей $Q, \text{Вт}$	від джерел штучного освітлення $Q, \text{Вт}$	загальні теплові надходження $Q, \text{Вт}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
202	Обідня зала	ХП	16	1083	209	1292	3040	-	2846	4680	917	11483
		ХП	19-16	-	-	70*	3040	-	2846	4680	917	11483
		ПП	16	167	32	199	3040	-	2846	4680	-	10566
		ТП	24,6	-	-	-	3040	558	2846	4500	-	10944
206	Гарячий цех	ХП	5	1055	188	1243	9970	-	-	875	582	11427
		ХП	20-5	-	-	333**	-	-	-	875	582	11427
		ПП	5	-	-	-	9970	-	-	875	-	10845
		ТП	24,6	-	-	-	9970	435	-	850	-	11255

2.4. Конструктивні особливості системи опалення

У роботі передбачено горизонтальну двотрубну систему опалення з попутним рухом теплоносія. Схема приєднання до теплофікаційної мережі — незалежна, з насосним спонуканням. Як теплоносієм використовується гаряча вода з температурними параметрами 70/50 $^\circ\text{C}$.

Система опалення розділена на три індивідуальні циркуляційні кільця, кожне з яких забезпечує теплопостачання окремого поверху будівлі. У тепловому пункті циркуляційні кільця підключені до розподільного колектора, що забезпечує централізований розподіл теплоносія.

Для забезпечення рівномірного гідравлічного режиму та стабільного поточкорозподілу в кожному контурі встановлено автоматичні балансувальні клапани Danfoss ASV-PV у комплекті з клапанами ASV-M.

Теплові мережі виконано з металополімерних труб RAUTITAN stabil (виробник — компанія REHAU). Прокладка трубопроводів здійснюється по нижній зоні вздовж зовнішніх стін з кріпленням за допомогою монтажних скоб REHAU.

У всіх основних приміщеннях (крім технічних зон підвалу) встановлено алюмінієві секційні радіатори GLOBAL VOX 500 висотою 590 мм. У технічних

приміщеннях підвалу як опалювальні прилади застосовуються регістри з гладких сталевих труб діаметром 100 мм, встановлені в один ряд.

Кожен радіатор комплектується:

- автоматичним повітровипускним клапаном;
- регулювальним клапаном RTD-N 10 (Danfoss);
- термостатичним елементом RTD 3100 (Danfoss);
- двома кульовими кранами BUGATTI.

Приєднання опалювальних приладів — одностороннє. Підводи до приладів виконані з труб діаметром 16,2 × 2,6 мм.

Рух теплоносія в системі здійснюється за схемою зверху вниз.

2.5. Тепловий розрахунок опалювальних приладів системи опалення

Тепловий розрахунок опалювальних приладів проведено за методикою /15, 16, 17/ та наведено у таблицях 2.9 та 2.10.

Таблиця 2.9

Тепловий розрахунок алюмінієвих радіаторів GLOBAL VOX

№ з/п	Найменування приміщення	t _в , °C	ΔT, °C	Q _п , Вт	Q _{тр} , Вт	Q _{пр} , Вт	Q _{н.у.} , Вт	п, секцій	Загальний тепловий потік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Підвал									
2	Пральна	15	55	1367	150	1217	144	10	1438
3	Сушильна та прасувальна	15	55	1261	132	1129	144	10	1438
4	Білизняна	15	55	426	42	384	144	4	575
5	Кладова миючих засобів	15	55	448	94	354	144	4	575
6	Приміщення персоналу	18	52	789	117	672	134	6	802
8	Душова	25	45	764	10	754	111	8	885
1-ий поверх									
103	Завантажувальна	12	58	822	73	749	154	6	925
104	Сходові клітки	16	54	2065	37	2028	140	16	2247
105	Сходові клітки	16	54	1578	49	1529	140	12	1685
106	Хол ліфтовий	12	58	93					
107	Машинне приміщення камери, що охолоджується	16	54	465	61	404	140	4	562
110	Венткамера	5	65	936	184	752	179	6	1073
111	Комора чистої білизни	16	54	934	34	900	140	8	1123
114	Кладова овочів	5	65	445	103	342	179	4	715
115	Кладова солінь і квашення	5	65	449	100	349	179	4	715
116	Гардероб для відвідувачів	16	54	991	137	854	140	8	1123
117	Коридор	16	54	2693	66	2627	140	20	2808

118	Хол	16	54	3538	61	3477	140	26	3651
126	Кімната відпочинку	18	52	1175	135	1040	134	10	1337
127	Коридор	16	54	894	61	833	140	6	843
128	Кабінет масажу	22	48	609	88	521	120	6	722
129	Фізкультурний зал (тренажерний)	18	52	722	125	597	134	8	1069
130	Спальна кімната на 3 місця	20	50	946	196	750	127	8	1016
131	Вбиральня сауни	25	45	423					
132	Душева	25	45	1109	71	1038	111	10	1107
134	Кімната відпочинку	22	48	1304	64	1240	120	12	1445
2-ий поверх									
201	Вестибюль	16	54	1170	58	1112	140	8	1123
202	Обідня зала	16	54	1604	105	1499	140	12	1685
203	Буфет	16	54	625	107	518	140	4	562
206	Гарячий цех	5	65	1243	171	1072	179	8	1431
207	Холодний цех	16	54	667	81	586	140	6	843
208	Овочевий цех	16	54	683	73	610	140	6	843
209	М'ясо-рибний цех	16	54	714	71	643	140	6	843
212	Коридор	16	54	715	32	683	140	6	843
216	Кімната для персоналу	18	52	739	98	641	134	6	802
217	Кабінет директора	18	52	644	71	573	134	6	802
218	Кабінет психологічного розвантаження	18	52	1446	125	1321	134	12	1604
219	Спальна на 3 місця	20	50	1120	153	967	127	10	1270
220	Спальна на 2 місця	20	50	736	67	669	127	6	762
221	Приміщення вузла управління	18	52	569	125	444	134	6	802
223	Коридор	16	54	931	48	883	140	8	1123
225	Борошняний цех	16	54	1149	198	951	140	8	1123

Таблиця 2.10

Тепловий розрахунок реєстрів з гладких труб

№ з/п	Найменування приміщення	Поверхнева щільність теплового потоку $q_{\text{пр}}$ Вт/м ²	Сумарна тепловіддача труб стояка та підводок $Q_{\text{тр}}$ Вт	Теплопотреба приміщення $Q_{\text{п}}$ Вт	Необхідна тепловіддача ОП $Q_{\text{пр}}$ Вт	Розрахункова площа нагрівальної поверхні ОП $A_{\text{р}}$, м ²	Довжина труби, що гріє l , м
12	Технічне приміщення	715	228	1025	820	1,15	3,7
13	Технічне приміщення	715	119	692	585	0,82	2,6
14	Технічне приміщення	715	65	290	231	0,32	1,0
15	Технічне приміщення	715	122	829	720	1,01	3,2
16	Технічне приміщення	715	226	890	687	0,96	3,1
17	Технічне приміщення	715	187	999	831	1,16	3,0
18	Технічне приміщення	715	167	575	425	0,59	1,9

2.6. Гідравлічний розрахунок системи опалення

Система опалення складається з трьох циркуляційних кілець. Основне циркуляційне кільце прокладено по першому поверху будівлі, а два додаткових — по другому поверху та в підвальному приміщенні.

Гідравлічний розрахунок системи опалення виконано відповідно до методик, наведених у джерелах [15, 16, 18, 19], результати розрахунку подано в додатку 2.

2.7 Розрахунок температурного подовження трубопроводів системи опалення

Система опалення виконана з металополімерних труб RAUTITAN stabil, які піддаються температурним деформаціям: подовженню при нагріванні та скороченню при охолодженні. Зміна довжини трубопроводів обумовлена впливом робочої температури теплоносія, а також температури навколишнього середовища.

При проектуванні та монтажі системи необхідно враховувати ці деформації, щоб уникнути пошкоджень труб і кріплень. Температурні подовження компенсуються завдяки використанню наявних поворотів трубопроводів у межах будівельних конструкцій, а також за допомогою П-подібних компенсаторів.

Довжина плеча компенсатора, необхідного для сприйняття температурних подовжень, а також розміщення точок фіксації трубопроводів визначені згідно з методикою [19] та наведені в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11

Розрахунок компенсації температурного подовження труб

№ діл	Довжина l, м	Різниця температур ΔT , °C	Температурне подовження Δl , мм	Температурне подовження $\Sigma \Delta l$, мм	Діаметр Ду, мм	Довжина плеча компенсатора L_{BC} , мм	Компенсуючий пристрій
1	2	3	4	5	6	7	8
2-ий поверх							
31	2,3	54	3,20	3,20	32	303	Кут повороту
32	1,8	54	2,53	8,03	32	481	П – обр. компенсатор
33	1,7	45	1,99				
34	3,0	45	3,51				
35	3,2	45	3,74	3,74	32	328	Кут повороту
36	1,3	52	1,76	1,76	32	225	
37	2,2	52	2,97	9,05	25	451	П – обр. компенсатор
38	2,0	52	2,70				
39	2,5	52	3,80				

Продовження таблиці 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8
37	2,0 0,9	52 52	2,70 1,20	2,70 1,20	25 25	246 164	Кут повороту
38	1,3 5,0 3,0	52 54 50	1,76 7,02 3,90	12,68	25	534	П – обр. компенсатор
38	1,5	50	1,95	1,95	25	209	Кут повороту
39	2,0	50	2,60	17,5	25	627	П – обр. компенсатор
	1,1	54	1,54				
40	1,7	54	2,39				
	0,5	50	0,65				
41	4,4	50	2,60				
42	2,6	54	3,65				
43	2,9	54	4,07				
44	4,7 2,0	54 54	6,60 2,80	6,60 2,80	25 25	385 251	Кут повороту
44	7,2	54	10,1	10,1	25	477	П – обр. компенсатор
45	3,3	54	4,63	10,44	25	485	П – обр. компенсатор
	1,0	52	1,35				
46	3,3	52	4,46				
47	3,4	52	4,60	10,63	16	391	П – обр. компенсатор
	1,0	54	1,40				
48	3,3	54	4,63				
49	4,3 2,2	54 54	6,03 3,09	6,03 3,09	16 16	295 211	Кут повороту
50	2,7	54	3,80	9,69	16	373	Кут повороту
51	2,0	54	2,80				
51	2,6	34	2,30	2,30	32	257	Кут повороту
1-ий поверх							
4	2,8	54	3,93	15,76	32	674	П – обр. компенсатор
5	7,0	65	11,83				
6	2,0	52	2,70	2,70	32	279	Кут повороту
7	2,2	52	3,00	4,76	32	370	Кут повороту
8	1,3	52	1,76				
9	1,4 0,8	45 45	1,63 0,94	1,63 0,94	32 32	216 165	Кут повороту
10	1,7 5,0	45 50	2,00 6,50	8,50	32	495	П – обр. компенсатор
11	2,2	50	2,86	12,55	32	601	П – обр. компенсатор
	1,0	54	1,40				
12	2,0	54	2,80				
13	4,4	48	5,49				
14	2,6	52	3,52	10,96	32	562	П – обр. компенсатор
15	2,7	54	3,79				
16	2,6	54	3,65				

Продовження таблиці 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8
17	2,0	54	2,80	2,80	32	284	Кут повороту
18	4,5	54	6,30	6,30	25	376	
19	3,0	54	4,20	19,6	25	664	П – обр. компенсатор
20	2,5	54	3,51				
21	3,3	54	4,63				
	1,0	65	1,69				
22	3,3	65	5,57				
23	3,5	65	5,90	5,90	25	364	Кут повороту
	2,8	58	4,20	4,20	25	307	
23	2,9	54	4,10	4,10	25	304	Кут повороту
24	2,0	54	2,80	2,80	25	251	
25пр.	2,1	58	3,17	3,20	16	214	Кут повороту
25обр	2,1	38	2,10	2,10	32	246	
26пр.	2,7	58	4,10	4,10	16	243	Кут повороту
26обр	2,7	38	2,70	2,70	32	279	
27пр.	3,0	54	4,20	4,20	16	246	Кут повороту
27обр	3,0	34	2,60	2,60	32	274	
Приміщення підвалу							
52	1,3	65	2,20	2,2	25	222	Кут повороту
	2,1	65	3,50	3,5	25	280	
53	6,8	65	11,5	11,5	25	509	П – обр. компенсатор
54	2,5	55	3,58	13,88	25	559	П – обр. компенсатор
55	7,2	55	10,3				
56	2,8	45	3,90	9,3	25	457	П – обр. компенсатор
57	4,0	52	5,40				
60	2,2	55	3,20	10,87	25	495	П – обр. компенсатор
61	3,0	55	4,29				
61	2,0	65	3,38				
62	7,4	65	12,5	12,5	25	530	П – обр. компенсатор
63пр.	7,0	65	11,83	11,83	16	413	П – обр. компенсатор
63обр	7,0	45	8,19	8,19	25	429	
64пр.	9,2	65	15,55	15,6	16	474	П – обр. компенсатор
64обр	9,2	45	10,76	10,8	25	493	
65пр	8,3	65	14,03	14,03	16	449	П – обр. компенсатор
65обр	8,3	45	9,71	9,71	25	467	
66пр.	5,5	65	9,30	9,3	16	366	Кут повороту
66обр	5,5	45	6,40	6,4	25	379	
67пр.	3,0	45	3,50	3,51	25	281	Кут повороту
67обр	0,8	45	0,94	0,94	25		

2.8. Підбір балансувальних клапанів

Для забезпечення стабільного гідравлічного режиму в циркуляційних кільцях другого поверху та підвалу передбачено встановлення автоматичних балансувальних клапанів типу ASV-PV і ASV-M.

Клапан ASV-PV встановлюється на зворотному трубопроводі і призначений для підтримання постійного перепаду тиску, незалежно від змін у системі. Водночас клапан ASV-M монтується на подаючому трубопроводі та виконує функцію регулювання витрати теплоносія відповідно до розрахункових параметрів.

Підбір типорозмірів і параметрів балансувальних клапанів виконано відповідно до методики, викладеної у джерелі [20], результати якого подано в таблиці 2.12..

Таблиця 2.12

Підбір балансувальних клапанів

Поверх	G, кг/г	$\Delta P_{ст}$, кПа	ΔP_o , кПа	ΔP_m , кПа	ΔP_{pv} , кПа	D _y , мм	Число обертів
1	2	3	4	5	6	7	8
Другий поверх	722	34,514	48,263	1,3	12,449	32	13
Підвал	483	33,012	48,263	1,4	13,851	25	11

2.9 Підбір регулюючих клапанів RTD-N

На всі алюмінієві радіатори GLOBAL VOX встановлюються регулюючі клапани RTD-N 10 і термостатичні елементи RTD 3100 фірми Danfos.

Регулюючі клапани RTD-N 10 підбираються за наступних умов: - перепад температури теплоносія $\Delta t = 20$ °C; - перепад тиску на клапані $\Delta P = 10$ кПа.

Підбір регулюючих клапанів RTD-N 10 проведено за методикою [21] і наведено в таблиці 2.13.

Таблиця 2.13

Підбір регулюючих клапанів RTD-N 10

№ з/п	Найменування приміщення	Теплова потужність опалювального приладу, Q, Вт	Робоча витрата теплоносія G, кг/г	K _v , м ³ /г	N
1	2	3	4	5	6
Підвал					
2	Пральна	863	38	0,12	3
		575	25	0,08	2

Продовження таблиці 2.13

1	2	3	4	5	6
3	Сушильна та прасувальна	863	38	0,12	3
		575	25	0,08	2
4	Білизняна	575	25	0,08	2
5	Кладова миючих засобів	575	25	0,08	2
6	Приміщення персоналу	802	35	0,11	3
8	Душова	885	39	0,12	3
1-ий поверх					
103	Завантажувальна	925	41	0,13	4
104	Сходова клітка	1124	49	0,16	4
		1123	49	0,16	4
105	Сходова клітка	1123	49	0,16	4
		562	25	0,08	2
107	Машинне приміщення охолоджуваної камери	562	25	0,08	2
110	Венткамера	1073	47	0,15	4
111	Комора чистої білизни	1123	49	0,16	4
114	Кладова овочів	715	31	0,10	3
115	Кладова солінь та квашень	715	31	0,10	3
116	Гардероб для відвідувачів	562	25	0,08	2
		561	25	0,08	2
117	Коридор	1966	86	0,27	6
		842	37	0,12	3
118	Хол	2247	99	0,31	7
		1404	62	0,19	5
126	Кімната відпочинку	802	35	0,11	3
		535	23	0,07	2
127	Коридор	843	37	0,12	3
128	Кабінет масажу	722	32	0,10	3
129	Фізкультурний зал (тренажерний)	535	23	0,07	2
		534	23	0,07	2
130	Спальна кімната на 3 місця	1016	45	0,14	4
132	Душова	1107	49	0,15	4
134	Кімната відпочинку	1445	63	0,20	5
2-ий поверх					
201	Вестибюль	1123	49	0,16	4
202	Обідня зала	843	37	0,12	3
		842	37	0,12	3

Продовження таблиці 2.13

1	2	3	4	5	6
203	Буфет	562	25	0,08	2
206	Гарячий цех	716	31	0,10	3
		715	31	0,10	3
207	Холодний цех	843	37	0,12	3
208	Овочевий цех	843	37	0,12	3
209	М'ясо-рибний цех	843	37	0,12	3
212	Коридор	843	37	0,12	3
216	Кімната для персоналу	802	35	0,11	3
217	Кабінет директора	802	35	0,11	3
218	Кабінет психологічного розвантаження	535	23	0,07	2
		535	23	0,07	2
		534	23	0,07	2
219	Спальна на 3 місця	1270	56	0,18	4
220	Спальна на 2 місця	762	33	0,11	3
221	Приміщення вузла управління	802	35	0,11	3
223	Коридор	1123	49	0,16	4
225	Борошняний цех	1123	49	0,16	4

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ДЛЯ ПОБУТОВОЇ БУДІВЛІ САНАТОРІЮ

3.1. Місцеві відсмоктувачі від технологічного обладнання

Таблиця 3.1

Місцеві відсмокткування від технологічного обладнання

№ з/п	Найменування приміщення	Технологічне обладнання			Об'єм припливу, м ³ /Г		Об'єм витяжки, м ³ /Г		Позначення місцевих відсмоктувачів
		Поз.	Найменування обладнання	Кіл-ть, шт.	На од. обладнання	Усього	На од. обладнання	Усього	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Підвал									
2	Пральна	1	Машина пральна віджимна КП-128	2	-	-	105	210	вбудований
3	Сушильна та прасувальна	2	Машина сушильна КП-313	2	-	-	245	490	вбудований
2-ий поверх									
204	Мийна столового посуду	3	Машина посудомийна МПУ-700	1	-	-	120	120	вбудований
		4	Ванна мийна	5	-	-	36	182	зонт
205	Мийна кухонна посудина	5	Ванна мийна	2	-	-	69	138	зонт
206	Гарячий цех	6	Плита електрична ПЕ-4Ш	2	260	520	390	780	МВО-1,6МС
		7	Сковорода електрична СЭ4-0,25	1	200	200	225	225	МВО-1,2МС
		8	Пристрій варильний електричний з пересувним котлом ємністю 60 л. УЕВ-60М	2	120	240	195	390	МВО-1,6МС
		9	Апарат пароварочний АПЕ-01	1	120	120	195	195	МВО-1,2МС
		10	Електрошафа жарково-пекарна ЕПП	1	-	-	700	700	МВО-1,6МСВ-02х1,2

3.2. Необхідні повітрообміни розрахункових приміщень

3.2.1. Потрібні повітрообміни в обідньому залі в теплий період року

Температура повітря в обідній залі визначається за формулою

$$t_{p.з.}^{\text{л}} = t_{н.в.}^{\text{л}} + 3, \quad (3.1)$$

де $t_{з. в.л}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря на теплий період року, °C.

$$t_{p.з.}^{\text{л}} = 24,6 + 3 = 27,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Тепловологісне відношення (промінь процесу)

$$\varepsilon^{\text{л}} = Q_{o.з.} \cdot 3600 / G_{в.л.}, \quad (3.2)$$

де $Q_{o.з.}$ – загальні теплові надходження до обідньої зали, Вт/г;

$G_{в.л.}$ – загальні надходження вологи, кг/г.

$$\varepsilon^{\text{л}} = 10,944 \cdot 3600 / 5,48 = 7189 \text{ кДж/кг}$$

Температура повітря з обідньої зали

$$t_{в}^{o.з.} = t_{p.з.}^{\text{л}} + \Delta t(h - 2), \quad (3.3)$$

де Δt – зростання температури повітря по вертикалі на кожен метр висоти понад 2 м;

h – висота приміщення, м.

$$t_{в}^{o.з.} = 27,6 + 1(3 - 2) = 28,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

З точки Б (креслення), що характеризує параметри припливного повітря для обідньої зали (ділянка від точки А до точки Б зображує процес підігріву повітря у вентиляторі – 1 °C), проводиться промінь процесу $\varepsilon^{\text{л}} = 7189$ кДж/кг до перетину з лінією температури $t_{в}^{o.з.} = 28,6$ °C (точка Г, в якій тепловміст повітря $I_{в}^{o.з.} = 66$ кДж/кг).

Кількість припливного повітря $G_{пр}$, механічною системою вентиляції, що подається в обідню залу, складається з двох складових: кількості повітря, що йде через роздавальний отвір з обіднього залу в гарячий цех $G_{р}^{o.з.}$, та кількості припливного повітря, необхідного для асиміляції тепло надлишків в обідньому залі $G_{т. н.}^{o.з.}$.

$$G_{р}^{o.з.} = L_{р}^{o.з.} \gamma_{o.з.}, \quad (3.4)$$

$$G_{т.н.}^{o.з.} = L_{т. н.}^{o.з.} \gamma_{пр}, \quad (3.5)$$

де $\gamma_{o.з.}$ – питома вага повітря при температурі в обідньому залі, кг/м³;

$\gamma_{\text{пр}}$ – питома вага повітря при температурі припливного повітря, подається в обідню залу, кг/м^3 .

Тоді

$$G_{\text{пр.}}^{0.3.} = L_p^{0.3.} \gamma_{0.3.} + L_{\text{т.н.}}^{0.3.} \gamma_{\text{пр}}, \quad (3.6)$$

Об'єм повітря, яке видаляється через роздавальний отвір, підраховується за формулою

$$L_p^{0.3.} = F_{\text{от.}} \cdot v_{\text{от.}} \cdot 3600, \quad (3.7)$$

де $F_{\text{от.}}$ – площа роздавального отвору, м^2 ;

$v_{\text{от.}}$ – швидкість повітря в перерізі отвору, м/с .

Кількість припливного повітря, необхідного для асиміляції теплонадбутків в обідньому залі, обчислюється за формулою

$$G_{\text{т. н.}}^{0.3.} = Q_{\text{над}} / (I_{\text{в}}^{0.3.} - I_{\text{пр}}^{0.3.}) \quad (3.8)$$

$Q_{\text{над}}$ визначається як різниця кількості тепла, що виділяється в обідній залі Q , та кількості тепла, яке забирає з торговельного залу повітря через роздавальний отвір; $Q_{\text{над}}$ підраховується за формулою

$$Q_{\text{над}} = Q - Q_p = Q - L_p^{0.3.} \gamma_{0.3.} (I_p^{0.3.} - I_{\text{пр}}^{0.3.}), \quad (3.9)$$

де $I_p^{0.3.}$ – теплоутримання повітря, що надходить у гарячий цех з обідньої зали (приймається рівним теплоутриманню повітря в робочій зоні обідньої зали), кДж/кг ;

$I_{\text{пр}}^{0.3.}$ – теплоутримання припливного повітря з урахуванням нагрівання зовнішнього повітря у вентиляторі, кДж/кг .

Кількість припливного повітря, що подається в обідню залу для компенсації повітря, що видаляється через роздавальний отвір, і асиміляції теплонадлишків може бути виражено наступною загальною залежністю

$$G_{\text{пр.}}^{0.3.} = G_p^{0.3.} + \frac{Q - G_p^{0.3.} (I_p^{0.3.} - I_{\text{пр}}^{0.3.})}{I_{\text{від}}^{0.3.} - I_{\text{пр}}^{0.3.}}, \quad (3.10)$$

де $I_{\text{від}}^{0.3.}$ – теплоутримання видаляемого повітря з торгового залу (при температурі видаляемого повітря), кДж/кг .

$$L_p^{0.3.} = 6,21 \cdot 0,2 \cdot 3600 = 4471 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_p^{0.3.} = 4471 \cdot 1,1746 = 5252 \text{ кг/год}$$

$$G_{\text{пр.}}^{0.3.} = 5252 + \frac{10,944 \cdot 3600 - 5252(63,5 - 60)}{66 - 60} = 8756 \text{ кг/год}$$

$$L_{\text{пр}}^{0.3} = 8756/1,1834 = 7399 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Кратність повітрообміну $n = 7399/193 = 38$

Параметри:

Точки А $t_{\text{н.в.}}^{\text{л}} = 24,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\phi_{\text{н.в.}}^{\text{л}} = 59 \%$; $I_{\text{н. в.}}^{\text{л}} = 58,5 \text{ кДж/кг}$.

Точки Б $t_{\text{пр}}^{0.3} = 25,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\phi_{\text{пр}}^{0.3} = 65 \%$; $I_{\text{пр}}^{0.3} = 60,0 \text{ кДж/кг}$.

Точки В $t_{\text{р.з.}}^{0.3} = 27,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\phi_{\text{р.з.}}^{\text{л}} = 61 \%$; $I_{\text{р.з.}}^{\text{л}} = 63,5 \text{ кДж/кг}$.

Точки Г $t_{\text{вид}}^{0.3} = 28,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\phi_{\text{вид}}^{0.3} = 58 \%$; $I_{\text{вид}}^{0.3} = 66,0 \text{ кДж/кг}$.

3.2.2. Необхідні повітрообміни в обідній залі в холодну пору року

Тепловологісне відношення

$$\epsilon^3 = 11,413 \cdot 3600/4,04 = 10170 \text{ кДж/кг}$$

Температуру припливного повітря $t_{\text{пр}}^{0.3}$ приймаю рівною $16 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Точка Б на креслені), тоді інші параметри припливного повітря складуть $\phi_{\text{пр}}^{0.3} = 2 \%$; $I_{\text{пр}}^{0.3} = 16,2 \text{ кДж/кг}$ при параметрах зовнішнього повітря

$t_{\text{з.п.}}^3 = -36 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\phi_{\text{з.п.}}^3 = 70 \%$; $I_{\text{з.п.}}^3 = -35,9 \text{ кДж/кг}$.

Температура видаляемого повітря з обідньої зали

$$t_{\text{вид}}^{0.3} = t_{\text{р.з.}}^3 + \Delta t(h - 2) = 19 + 1(3 - 2) = 20 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

інші параметри знаходяться по I-d діаграмі (рис. 2) у точці Г; $I_{\text{вид}}^{0.3} = 22 \text{ кДж/кг}$, і в точці В $t_{\text{р.з.}}^3 = 19 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $I_{\text{р.з.}}^3 = 21 \text{ кДж/кг}$.

Кількість припливного повітря визначається за формулою (3.10)

$$G_{\text{пр}}^{0.3} = 4471 \cdot 1,209 + \frac{11,413 \cdot 3600 - 4471 \cdot 1,209(21 - 16,2)}{22 - 16,2} = 8016 \text{ кг/год}$$

чи

$$L_{\text{пр}}^{0.3} = 8016/1,222 = 6560 \text{ м}^3/\text{год}$$

Кратність повітрообміну $n = 6560/193 = 34$

Параметри:

Точки А $t_{\text{н.в.}}^3 = -36 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\phi_{\text{н.в.}}^3 = 70 \%$; $I_{\text{н.в.}}^3 = -35,9 \text{ кДж/кг}$.

Точки Б $t_{\text{пр}}^{0.3} = 16 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\phi_{\text{пр}}^{0.3} = 2 \%$; $I_{\text{пр}}^{0.3} = 16,2 \text{ кДж/кг}$.

Точки В $t_{\text{р.з.}}^{0.3} = 19 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\phi_{\text{р.з.}}^3 = 5 \%$; $I_{\text{р.з.}}^3 = 21 \text{ кДж/кг}$.

Точки Г $t_{\text{вид}}^{0.3} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\varphi_{\text{вид}}^{0.3} = 6\%$; $I_{\text{вид}}^{0.3} = 22\text{ кДж/кг}$.

Перевірка повітрообміну на видалення вуглекислоти

Кількість вуглекислоти, що виділяється людьми, визначається за формулою

$$U = n_1 U_1, \quad (3.11)$$

де n_1 – кількість відвідувачів, що знаходяться у вентильованому приміщенні;

U_1 – виділення вуглекислоти одним відвідувачем, л/год.

$$U = 36 \cdot 23 = 828\text{ л/год}$$

Кількість припливного повітря для видалення CO_2 підраховується за формулою

$$L_{\text{CO}_2} = U / (P_{\text{прим}} - P_{\text{пр}}), \quad (3.12)$$

де $P_{\text{прим}}$ – гранично допустимий вміст шкідливих газів або пар у повітрі приміщення, л/м³;

$P_{\text{пр}}$ – вміст шкідливих газів або пар у припливному повітрі, л/м³.

$$L_{\text{CO}_2} = 828 / (1,25 - 0,5) = 1104\text{ м}^3/\text{год}$$

Повітрообмін для видалення вуглекислоти виявився меншим за повітрообмін, який потрібний для видалення тепло та вологовиділень.

3.2.3. Потрібні повітрообміни в гарячому цеху в теплий період року

Кількість повітря, що видаляється з верхньої зони цеху, приймається в об'ємі дворазового обміну

$$L_{\text{вид}}^{\text{об}} = 2 \cdot V = 2 \cdot 116 = 232\text{ м}^3/\text{год}$$

Загальна кількість повітря, що видаляється з гарячого цеху

$$G_{\text{вид}}^{\text{г.ц.}} = \Sigma(L_{\text{вид}}^{\text{м.о.}} + L_{\text{вид}}^{\text{об}}) = (2290 + 232) \cdot 1,2 = 3026\text{ кг/год}$$

Кількість повітря, що подається в гарячий цех механічною системою вентиляції, має становити не менше 60% кількості повітря, що видаляється, тобто.

$$(L_{\text{пр}}^{\text{м.о.}} + L_{\text{пр}}^{\text{доп}})\gamma \geq 0,6 G_{\text{вид}}^{\text{г.ц.}},$$

тоді додатковий обсяг припливного повітря, що подається системою вентиляції в гарячий цех, становитиме

$$L_{\text{пр}}^{\text{доп}} = (0,6 G_{\text{вид}}^{\text{г.ц.}} - L_{\text{пр}}^{\text{м.о.}} \gamma_{\text{пр}}) / \gamma_{\text{пр}} = (0,6 \cdot 3026 - 1080 \cdot 1,1834) / 1,1834 = 454\text{ м}^3/\text{год}$$

Через роздавальний отвір у гарячий цех надходить $L_p^{0.3} = 4471 \text{ м}^3/\text{год}$ повітря.

Тепловміст суміші припливного повітря $I_{п.с.}$, що надходить у гарячий цех визначається за формулою

$$I_{п.с.} = \frac{I_{np}^{м.о.} (L_{np}^{м.о.} + L_{np}^{доп}) \gamma_{np} + I_p^{0.3} \cdot L_p^{0.3} \cdot L_p^{0.3} \gamma_{0.3}}{(L_{np}^{м.о.} + L_{np}^{доп}) \gamma_{np} + L_p^{0.3} \gamma_{0.3}}, \quad (3.13)$$

де $I_{np}^{м.о.}$ – теплоутримання припливного повітря, що подається в гарячий цех припливною системою, кДж/кг;

$L_{np}^{м.о.} + L_{np}^{доп}$ – загальний об'єм припливного повітря, $\text{м}^3/\text{год}$;

$I_p^{0.3}$ – теплоутримання повітря, що надходить через роздавальний отвір, рівне теплоутримання повітря в робочій зоні обідньої зали, кДж/кг.

$$I_{п.с.} = \frac{60(1080 + 454)1,1834 + 63,5 \cdot 4471 \cdot 1,1746}{(1080 + 454)1,1834 + 4471 \cdot 1,1746} = 62,6 \text{ кДж/кг}$$

Температура суміші припливного повітря, що надходить у гарячий цех знаходиться на перетині лінії теплоутримання суміші припливного повітря $I_{п.с.}$ з лінією, що сполучає параметри повітря в робочій зоні обідньої зали з параметрами зовнішнього припливного повітря $I_{пр}^{г.ц.}$; $t_{пр}^{г.ц.}$ з урахуванням підігріву у вентиляторі.

Тепловміст повітря в робочій зоні гарячого цеху визначається за формулою

$$I_{п.з.}^{г.ц.} = 1,31 \left(\frac{Q_{г.ц.}}{G_{г.ц.}} + 1 \right)^{0,3} \cdot I_{п.с.}^{0,83}, \quad (3.14)$$

де $Q_{г.ц.}$ – загальні тепловиділення у гарячому цеху, Вт;

Визначаємо теплоутримання повітря у робочій зоні:

$$I_{п.з.}^{г.ц.} = 1,31 \left(\frac{11255}{3026} + 1 \right)^{0,3} \cdot 62,6^{0,83} = 64,6 \text{ кДж/кг}$$

Температура та відносна вологість повітря у робочій зоні визначається за допомогою I-d діаграми. Через точку суміші Д проводиться промінь процесу $\varepsilon^{г.ц.} = 11258 \text{ кДж/кг}$ до перетину з розрахунковим тепломістком повітря у робочій зоні $I_p^{г.ц.}$

= 64,6 кДж/кг (точка Е). Тоді параметри повітря відповідно будуть рівними $t_{p.з.}^{г.ц.} = 28,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\phi_{p.з.}^{л} = 58 \text{ \%}$.

Отримані значення температури та відносної вологості відповідають допустимим параметрам повітря в робочій зоні для гарячих цехів

$$t_{p.з.}^{г.ц.} = t_{н.в.} + 5 = 24,6 + 5 = 29,6 \text{ }^{\circ}\text{C}; \phi_{p.з.}^{г.ц.} = 40 - 60 \text{ \%}$$

Параметри:

Точки А $t_{н.в.}^{л} = 24,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\phi_{н.в.}^{л} = 59 \text{ \%}$; $I_{н.в.}^{л} = 58,5 \text{ кДж/кг}$.

Точки Б $t_{пр}^{г.ц.} = 25,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\phi_{пр}^{г.ц.} = 65 \text{ \%}$; $I_{пр}^{г.ц.} = 60,0 \text{ кДж/кг}$.

Точки Д $t_{п.с.}^{г.ц.} = 27 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\phi_{п.с.}^{л} = 62 \text{ \%}$; $I_{п.с.}^{л} = 62,6 \text{ кДж/кг}$.

Точки Е $t_{p.з.}^{г.ц.} = 28,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\phi_{p.з.}^{л} = 58 \text{ \%}$; $I_{p.з.}^{л} = 64,6 \text{ кДж/кг}$.

3.2.4. Потрібні повітрообміни в гарячому цеху в холодну пору року

Кількість повітря, що видаляється з верхньої зони цеху приймається в об'ємі дворазового обміну

$$L_{\text{вид}}^{\text{об}} = 2 \cdot V = 2 \cdot 116 = 232 \text{ м}^3/\text{год}$$

Загальна кількість повітря, що видаляється з гарячого цеху

$$G_{\text{вид}}^{г.ц.} = (2290 + 232) \cdot 1,2 = 3026 \text{ кг/год}$$

Додатковий об'єм припливного повітря, що подається системою вентиляції в гарячий цех, становитиме

$$L_{\text{пр}}^{\text{дол}} = (0,6 \cdot 3026 - 1080 \cdot 1,222)/1,222 = 406 \text{ м}^3/\text{год}$$

Через роздавальний отвір у гарячий цех надходить $L_p^{\text{о.з.}} = 4471 \text{ м}^3/\text{год}$ повітря.

Тепловміст суміші припливного повітря $I_{п.с.}$, що надходить до гарячого цеху

$$I_{п.с.} = \frac{16,2(1080 + 406)1,222 + 21 \cdot 4471 \cdot 1,209}{(1080 + 406)1,222 + 4471 \cdot 1,209} = 19,8 \text{ кДж/кг}$$

Температура суміші припливного повітря, що надходить у гарячий цех, знаходиться на перетині лінії теплоутримання суміші припливного повітря $I_{п.с.}$ з лінією, що сполучає параметри повітря в робочій зоні обідньої зали з параметрами зовнішнього припливного повітря $I_{пр}^{г.ц.}$; $t_{пр}^{г.ц.}$ з урахуванням підігріву у вентиляторі.

Визначаємо теплоутримання повітря у робочій зоні

$$I_{p.з.}^{г.ц.} = 1,31 \left(\frac{11094}{3026} + 1 \right)^{0,3} \cdot 19,8^{0,83} = 24,8 \text{ кДж/кг}$$

Температура та відносна вологість повітря у робочій зоні визначається за допомогою I-d діаграми. Через точку суміші Д проводиться промінь процесу $\varepsilon^{г.ц.} = 11097 \text{ кДж/кг}$ до перетину з розрахунковим тепломістком повітря у робочій зоні I_p . $\varepsilon^{г.ц.} = 24,8 \text{ кДж/кг}$. Тоді параметри повітря відповідно будуть рівними $t_{p.з.}^{г.ц.} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$; $\varphi_{p.з.}^{г.ц.} = 7 \text{ \%}$.

Параметри:

Точки А $t_{н.в.}^{г.ц.} = -36 \text{ }^\circ\text{C}$; $\varphi_{н.в.}^{г.ц.} = 70 \text{ \%}$; $I_{н.в.}^{г.ц.} = -35,9 \text{ кДж/кг}$.

Точки Б $t_{пр}^{г.ц.} = 16 \text{ }^\circ\text{C}$; $\varphi_{пр}^{г.ц.} = 2 \text{ \%}$; $I_{пр}^{г.ц.} = 16,2 \text{ кДж/кг}$.

Точки Д $t_{п.с.}^{г.ц.} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$; $\varphi_{п.с.}^{г.ц.} = 4 \text{ \%}$; $I_{п.с.}^{г.ц.} = 19,8 \text{ кДж/кг}$.

Точки Е $t_{p.з.}^{г.ц.} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$; $\varphi_{p.з.}^{г.ц.} = 7 \text{ \%}$; $I_{p.з.}^{г.ц.} = 24,8 \text{ кДж/кг}$.

Розрахунок проведений за методикою [12].

3.3. Повітряний баланс для розрахункових приміщень

Повітрообміни за розрахунковими приміщеннями зведено до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Повітряний баланс розрахункових приміщень

№ з/п	Найменування приміщення	V, м ³	Період року	t _{р.з.} , °C	Розрахункові повітрообміни по тепло і волого надлишку, кг/год/м ³ /год	Кратність повітрообміну, 1/год	Припливна механічна вентиляція				всього, ∑L _{пр} , м ³ /год
							загальнообмінна		місцева		
							G, кг/год L, м ³ /год	t, °C ρ, кг/м ³	G, кг/год L, м ³ /год	t, °C ρ, кг/м ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
202	Обідня зала	193	ХП	19	9042	38	9042	16	-	-	7399
					7399		7399	1,222	-	-	
			ПП	19	9042	38	9042	16	-	-	7399
					7399		7399	1,222	-	-	
			ТП	27,6	8756	38	8756	25,6	-	-	7399
					7399		7399	1,1834	-	-	
206	Гарячий цех	116	ХП	22	7280	42	5960	16	1320	16	6005
					6005		4925	1,222	1080	1,222	
			ПП	22	7280	42	5960	16	1320	16	6005
					6005		4925	1,222	1080	1,222	
			ТП	28,8	7067	42	5789	25,6	1278	25,6	6005
					6005		4925	1,1834	1080	1,1834	

3.4. Повітрообміни нерозрахункових приміщень

Повітрообмін у нерозрахункових приміщеннях визначений за кратністю відповідно до [3, 8, 10, 11] і представлений у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Розрахунок повітрообміну за кратністю

№ з/п	Найменування приміщення	Об'єм приміщення $V, \text{м}^3$	Кратність повітрообміну в 1 годину		Повітрообмін, $\text{м}^3/\text{год}$	
			приплив	витяжка	приплив	витяжка
1	2	3	4	5	6	7
Подвал						
1	Коридор	21	-	-	-	-
2	Пральна	116	4	7	464	812
3	Сушильна та прасувальна	96	2	3	191	287
4	Білизняна	14	1	1	14	14
5	Кладова миючих засобів	16	1	1	16	16
6	Приміщення персоналу	24	-	1	-	24
8	Душова	11	-	75 $\text{м}^3/\text{г}$ на 1 душову сетку	-	75
9	Санвузол	8	-	1	-	8
11	Тепловий та водомірний вузол	33	-	1	-	33
				Разом	685	1269
Різниця між припливом та витяжкою подається в коридор:					584	-
1-ий поверх						
103	Завантажувальна	26	-	1	-	26
104	Сходова клітка	61	-	-	-	-
105	Сходова клітка	61	-	-	-	-
106	Хол ліфтовий	12	-	-	-	-
107	Машинне приміщення камери, що охолоджується	22	3	4	65	87
108	Тамбур камери, що охолоджується	18	-	-	-	-
109	Охолоджувана камера	51	-	-	-	-
110	Венткамера	89	-	-	-	-
111	Комора чистої білизни	34	-	1	-	34
112	Кладова	16	-	1	-	16
113	Кладова сухих продуктів	30	-	1	-	30

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7
114	Кладова овочів	28	-	2	-	55
115	Кладова соління та квашення	27	-	2	-	55
116	Гардероб для відвідувачів	42	-	1	-	42
117	Коридор	122	-	-	-	-
118	Хол	110	2	-	220	-
119	Санвузол для відвідувачів	12	-	1	-	12
120	Комора прибирального інвентарю	6	-	1	-	6
121	Кладова та мийна тари	15	4	6	62	92
122	Душова	10	-	75 м ³ /Г на 1 душову сетку	-	75
123	Санвузол службовий	8	-	1	-	8
124	Комора прибирального інвентарю	6	-	1	-	6
125	Електрощитова	12	-	1	-	12
126	Кімната відпочинку	64	1	1	64	64
127	Коридор	114	-	-	-	-
128	Кабінет масажу	41	2	3	81	122
129	Фізкультурний зал (тренажерний)	84	80 м ³ /ч на 1 човека	80 м ³ /Г на 1 човека	400	400
130	Спальна кімната на 3 місця	50	40 м ³ /ч	-	40	-
131	Вбиральня сауни	13	2,5	2	31	25
132	Душова	23	10	11	232	256
133	Парильна	23	-	5 (періодичної дії за відсутності людей)	-	115
134	Кімната відпочинку	19	3	3	57	57
136	Комора прибирального інвентарю	13	-	1	-	13
137	Комора прибирального інвентарю	13	-	1	-	13
				Разом:	1252	1621
Різниця між припливом та витяжкою подається в коридор:					369	-
2-ий поверх						
201	Вестибюль	95	2	-	190	-

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7
202	Обідня зала	193	за розрахунком		-	-
203	Буфет	37	3	2	111	74
204	Мийна столового посуду	30	4	6	122	182
205	Мийна кухонного посуду	23	4	6	92	138
206	Гарячий цех	116	за розрахунком		-	-
207	Холодний цех	24	3	4	71	94
208	Овочевий цех	26	3	4	79	106
209	М'ясо-рибний цех	49	3	4	147	196
210	Хол ліфтовий	12	-	-	-	-
211	Комора добового запасу	7	-	1	-	7
212	Коридор	58	-	-	-	-
213	Комора прибирального інвентарю	6	-	1	-	6
214	Душова	10	-	75 м ³ /Г на 1 ду- шову сетку	-	75
215	Санвузол	8	-	1	-	8
216	Кімната для персоналу	34	1	1	34	34
217	Кабінет директора	25	1	1	25	25
218	Кабінет психологічного розвантаження	107	40 м ³ /Г	-	40	-
219	Спальня на 3 місця	50	40 м ³ /Г	-	40	-
220	Спальня на 2 місця	41	40 м ³ /Г	-	40	-
221	Приміщення вузла управління	30	-	1	-	30
222	Хол для очікування	34	-	1	-	34
223	Коридор	85	-	-	-	-
224	Приміщення мийки та стерилізації термосів	16	4	6	65	97
225	Борошняний цех	43	1	2	43	85
				Разом:	1099	1191
Різниця між припливом та витяжкою подається в коридор:					92	-

3.5. Принципові та конструктивні особливості вентиляції приміщень

Приміщення побутової будівлі санаторію "Морщинський" складається з декількох функціональних груп:

- приміщення громадського харчування;

- спортивно-оздоровчі приміщення;
- побутові приміщення для обслуговуючого та експлуатаційного персоналу;
- приміщення відпочинку відвідувачів;
- приміщення пральні.

Режим роботи цих функціональних груп різний, для кожної із них влаштовується самостійні припливно-витяжні системи.

3.5.1. Організація повітрообміну в приміщеннях громадського харчування

Приміщення обіднього залу та гарячого цеху визначено як розрахункові з огляду на інтенсивне виділення тепла та вологи, що утворюються під час приготування, охолодження їжі, а також від роботи технологічного обладнання. У цих приміщеннях повітрообмін визначається за тепловими та вологісними надлишками, у той час як у всіх інших — за кратністю повітрообміну.

Системи припливної вентиляції:

Проектом передбачено дві окремі припливні системи:

- для обідньої зали;
- для гарячого цеху, мийних відділень, буфету, кімнати для персоналу та інших допоміжних приміщень.

Системи витяжної вентиляції:

Запроектовані незалежні витяжні системи для:

- обідньої зали;
- гарячого цеху;
- мийних відділень кухонного та їдального посуду;
- буфету та допоміжних виробничих приміщень.

У обідню залу та гарячий цех припливне повітря подається безпосередньо у робочу зону через пристінні повітророзподільники LGD та LGV виробництва Sistemair.

Організація витяжки:

У обідній залі видалення повітря відбувається частково з верхньої зони через витяжні решітки АМР фірми Арктос, а також через витяжний отвір, пов'язаний з витяжною системою гарячого цеху.

У гарячому цеху повітря видаляється двома способами: частково з верхньої зони — через решітки АМР, розміщені над технологічним обладнанням, і частково — місцевими витяжними пристроями, змонтованими на висоті 2 м над тепловим устаткуванням.

Місцеві відсмоктування:

У зоні технологічного обладнання використовуються комбіновані місцеві витяжні пристрої типу МВО, які поєднують функції витяжки і припливу. Вони подають припливне повітря безпосередньо в зону перебування персоналу, створюючи ефект локального повітряного душу та підвищуючи комфорт праці поблизу нагрівальних приладів.

Параметри припливного повітря:

У холодний та перехідний періоди року — температура припливного повітря становить 16 °С;

У теплий період — повітря подається з температурою зовнішнього середовища 24,6 °С.

Інші приміщення:

У мийних відділеннях приплив здійснюється у верхню зону через регульовані решітки АДР (Арктос), а витяжка — через витяжні парасолі, розташовані над мийними ваннами.

У всіх інших допоміжних приміщеннях подача повітря виконується у верхню зону також через решітки АДР, а видалення — через витяжні решітки АМР, змонтовані у верхній частині приміщень.

3.5.2. Організація повітрообміну у спортивно-оздоровчих приміщеннях

Розрахунок повітрообміну у групі приміщень спеціального призначення здійснюється за кратністю, відповідно до нормативних вимог.

Припливне повітря подається у верхню зону через регульовані повітророзподільні ґрати типу АДР. Подача повітря здійснюється прямокутними повітропроводами, прокладеними під стелею.

Температурні параметри припливного повітря:

- у холодний та перехідний періоди року — 20 °С;
- у теплий період — температура зовнішнього повітря, 24,6 °С.

Видалення повітря проводиться з верхньої зони через регульовані витяжні ґрати АМР, встановлені у вентиляційних каналах, інтегрованих у будівельні конструкції будівлі.

Для парильного приміщення передбачено окрему витяжну систему. Повітря видаляється самостійною витяжною системою з використанням каналного вентилятора.

З огляду на відмінність режиму роботи цієї групи приміщень від інших функціональних зон, передбачено встановлення компактної припливної установки з електричним нагрівачем типу SAU виробництва ÖSTBERG. Установка монтується під стелею коридору, поблизу зовнішньої стіни будівлі.

3.5.3. Організація повітрообміну у приміщеннях відпочинку відвідувачів

Розрахунок повітрообміну у даних приміщеннях проведено за кратністю, відповідно до санітарних та технічних вимог.

Приплив повітря здійснюється у верхню зону через регульовані повітророзподільні ґрати типу АДР. Подача повітря організована прямокутними повітропроводами, прокладеними під стелею.

Температура припливного повітря становить:

- у холодний та перехідний періоди року — 20 °С;
- у теплий період — відповідає температурі зовнішнього повітря (24,6 °С).

Припливне повітря подається за допомогою компактної припливної установки типу ТА виробництва Ругох, оснащеної електронагрівачем. Установка монтується під стелею коридору поблизу зовнішньої стіни будівлі.

3.5.4. Організація повітрообміну в приміщення пральні

Розрахунок повітрообміну у всіх приміщеннях пральні виконано за кратністю відповідно до нормативних вимог.

Приплив повітря здійснюється у верхню зону за допомогою регульованих повіторозподільних ґрат типу АДР. З огляду на специфіку роботи прального комплексу, передбачено окрему припливну установку, розміщену у венткамері.

Температура припливного повітря становить:

- у холодний та перехідний періоди — 16 °С;
- у теплий період — відповідає температурі зовнішнього повітря (24,6 °С).

Витяжка повітря здійснюється з верхньої зони через регульовані ґрати типу АМР. Компенсація видаленого повітря забезпечується подачею припливного повітря у коридор за допомогою стельового плафона АПН.

Прально-віджимні та сушильні машини оснащуються місцевими відсмоктувачами для ефективного видалення вологи та тепла.

Подача та видалення повітря організовані прямокутними повітропроводами, прокладеними під стелею приміщень.

3.5.5 Організація повітрообміну в побутових приміщеннях

Розрахунок повітрообміну у всіх побутових приміщеннях виконано за кратністю, відповідно до санітарно-гігієнічних норм.

Витяжка повітря здійснюється з верхньої зони через регульовані ґрати типу АМР та вентиляційні канали, розміщені в будівельних конструкціях будівлі.

Компенсація повітря, що видаляється, забезпечується подачею припливного повітря у коридор за допомогою регульованих ґрат типу АДР.

Витяжка з санвузлів та душових передбачена за допомогою побутових вентиляторів Comраст виробництва O.ERRE, які забезпечують ефективне видалення надлишкової вологи та запахів.

3.6. Пристрої роздачі та видалення повітря

Розподіл повітря у розрахункових приміщеннях

У розрахункових приміщеннях (гарячому цеху та обідньому залі) як повітря-розподільники встановлюються секторні припливні повітророзподільники LGD і LGV фірми Sistemair. Вони встановлюються біля стіни на підлозі і під'єднуються до припливної системи вентиляції за допомогою декоративного кожуха повітря.

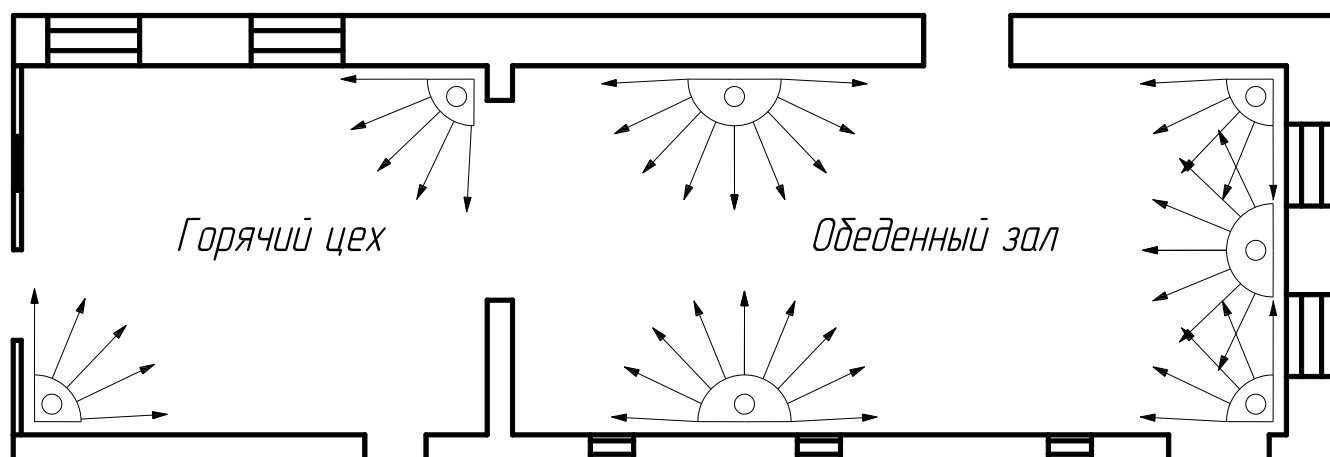


Рис 3.1 Схема розташування розподільників повітря

Підбір повітророзподільників LGD і LGV проведено за методикою [23] та наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Підбір повітророзподільників LGD та LGV

№ з/п	Найменування приміщення	L, м³/г	Тип	Кількість повітро-розподільників	Висота, мм	Повний тиск P _t , Па	Швидкість на поверхні, м/с
1	2	3	5	4	6	7	8
202	Обідня зала	7399	LGD 315, 1/2 круга	3	1200	35	0,4
			LGV 315, 1/4 сектора	2	1200	33	0,4
206	Гарячий цех	454	LGV 125, 1/4 сектора	2	600	34	0,23

Підбір ґрат

Для подачі та видалення повітря встановлюються монорядні ґрати АМР та дворядні АДР із регуляторами витрати повітря РРВ фірми Арктос.

У приміщення 1 (коридор підвалу) встановлюється алюмінієвий плафон стель АПН фірми Арктос.

Підбір ґрат АМР і АДР з регуляторами витрати повітря РРВ проведено за методикою [24] та наведено у таблицях 3.5 та 3.6.

Таблиця 3.5

Підбір припливних ґрат АДР та регуляторів витрати повітря РРВ

№ з/п	Найменування приміщення	L_0 , $\text{м}^3/\text{Г}$	$F_{ж.с.}$, м^2	$A \times B$, мм	$l_{0,2}$, м	ΔP_c ґрати, Па	ΔP_c регулятора, Па	$\Sigma \Delta P_c$, Па	Кіл-ть шт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Підвал									
1	Коридор	584	0,041	450x450	5,0	10	0,9	10	1
2	Пральна	464	0,062	500x200	7,0	4,0	1,0	5,0	2
3	Сушильна та прасувальна	191	0,028	300x150	4,5	3,0	0,8	3,8	2
4	Білизняна	14	0,009	150x100	0,6	0,4	0,1	0,5	1
5	Кладова миючих засобів	16	0,009	150x100	0,7	0,5	0,1	0,6	1
1-ий поверх									
107	Машинне приміщення камери, що охолоджується	65	0,014	150x150	4,0	4,0	0,3	4,3	1
117	Коридор	185	0,043	450x150	6,0	3,0	2,0	5,0	1
118	Хол	220	0,043	450x150	4,0	1,2	0,3	1,5	2
121	Кладова та мийна тари	62	0,014	150x150	4,0	4,0	3,0	7,0	1
126	Кімната відпочинку	64	0,014	150x150	4,0	4,0	3,0	7,0	1
127	Коридор	184	0,043	450x150	6,0	3,0	2,0	5,0	1
128	Кабінет масажу	81	0,014	150x150	5,0	6,0	0,6	6,6	1
129	Фізкультурний зал (тренажерний)	400	0,024	250x150	5,0	4,0	1,0	5,0	4
130	Спальна кімната на 3 місяці	40	0,009	150x100	3,0	3,0	0,4	3,4	1
131	Вбиральня сауни	31	0,009	150x100	2,0	1,0	0,2	1,2	1
132	Душова	232	0,03	250x150	5,0	3,0	1,0	4,0	2
134	Кімната відпочинку	57	0,009	150x100	4,0	6,0	0,4	6,4	1
2-ий поверх									
201	Вестибюль	190	0,048	500x150	3,5	1,0	0,2	1,2	2
203	Буфет	111	0,014	150x150	6,0	8,0	2,0	10	1
204	Мийна столового посуду	122	0,03	350x150	5,0	3,0	0,7	3,7	1
205	Мийна кухонного посуду	92	0,019	200x150	5,0	5,0	1,0	6,0	1
207	Холодний цех	71	0,015	250x100	4,0	4,0	0,4	4,4	1
208	Овочевий цех	79	0,014	150x150	5,0	7,0	0,5	7,5	1
209	М'ясо-рибний цех	147	0,048	500x150	5,0	2,0	0,4	2,4	1

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
216	Кімната для персоналу	34	0,009	150x100	3,0	2,0	0,2	2,2	1
217	Кабінет директора	25	0,009	150x100	2,5	1,3	0,1	1,4	1
218	Кабінет психологічного розвантаження	40	0,009	150x100	3,0	3,0	0,3	3,3	1
219	Спальня на 3 місця	40	0,009	150x100	3,0	3,0	0,3	3,3	1
220	Спальня на 2 місця	40	0,009	150x100	3,0	3,0	0,3	3,3	1
223	Коридор	92	0,019	200x150	5,0	5,0	1,0	6,0	1
224	Приміщення мийки та стерилізації термосів	65	0,014	150x150	4,0	5,0	0,4	5,4	1
225	Борошняний цех	43	0,009	150x100	3,0	3,0	0,3	3,3	1

Таблиця 3.6

Підбір витяжних ґрат AMP та регуляторів витрати повітря PPV

№ з/п	Найменування приміщення	L_0 , м ³ /Г	$F_{ж.с.}$, м ²	АхВ, мм	ΔP_c ґрат, Па	ΔP_c регулятора, Па	$\Sigma \Delta P_c$, Па	Кіл-ть, шт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Підвал								
2	Пральня	812	0,049	400x200	3,0	1,00	4,00	4
3	Сушильна та прасувальна	287	0,033	350x150	5,0	1,00	6,00	2
4	Білизняна	14	0,009	150x100	0,5	0,03	0,53	1
5	Кладова миючих засобів	16	0,009	150x100	0,5	0,03	0,53	1
6	Приміщення персоналу	24	0,009	150x100	1,5	0,10	1,60	1
8	Душова	75	0,033	350x150	1,5	0,10	1,60	1
9	Санвузол	8	0,009	150x100	0,2	0,02	0,22	1
11	Тепловий та водомірний вузол	33	0,009	150x100	2,0	0,20	2,20	1
1-ий поверх								
103	Завантажувальна	26	0,009	150x100	1,1	0,20	1,30	1
107	Машинне приміщення камери, що охолоджується	87	0,014	150x150	6,0	0,50	6,50	1
111	Комора чистої білизни	34	0,009	150x100	2,0	0,20	2,20	1
112	Кладова	16	0,009	150x100	0,5	0,40	0,90	1
113	Кладова сухих продуктів	30	0,009	150x100	2,0	0,20	2,20	1
114	Кладова овочів	55	0,024	150x150	4,0	0,30	4,30	1
115	Кладова солінь і квашений	55	0,024	150x150	4,0	0,30	4,30	1
116	Гардероб для відвідувачів	42	0,014	150x150	2,0	0,20	2,20	1
119	Санвузол для відвідувачів	12	0,009	150x100	2,0	0,02	2,02	1
120	Комора прибирального інвентарю	6	0,009	150x100	0,1	0,01	0,11	1
121	Кладова та мийна тари	92	0,014	150x150	10,5	3,00	13,5	1
122	Душова	75	0,014	150x150	7,0	0,50	7,50	1
123	Санвузол службовий	8	0,009	150x100	0,2	0,02	0,22	1

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
124	Комора прибирального інвентаря	6	0,009	150x100	0,1	0,01	0,11	1
125	Електрощитова	12	0,009	150x100	2,0	0,02	2,02	1
126	Кімната відпочинку	64	0,014	150x150	6,0	0,40	6,40	1
128	Кабінет масажу	122	0,024	250x150	4,0	1,00	5,00	1
129	Фізкультурний зал (тренажерний)	400	0,039	250x250	11	5,00	16,0	1
131	Вбиральня сауни	25	0,009	150x100	1,5	0,10	1,60	1
132	Душова	256	0,048	500x150	1,5	0,30	1,80	2
133	Парильна	115	0,014	150x150	11,0	3,00	14,0	1
134	Кімната відпочинку	57	0,014	150x150	4,0	0,30	4,30	1
136	Комора прибирального інвентаря	13	0,009	150x100	2,0	0,02	2,02	1
137	Комора прибирального інвентаря	13	0,009	150x100	2,0	0,02	2,02	1
2-ий поверх								
202	Обідня зала	2928	0,048	500x150	10	2,00	12,0	8
203	Буфет	74	0,014	150x150	7,0	0,50	7,50	1
206	Гарячий цех	3715	0,062	500x200	10,5	3,00	13,5	8
207	Холодний цех	94	0,033	350x150	2,5	0,50	3,00	1
208	Овочевий цех	106	0,033	350x150	2,5	0,50	3,00	1
209	М'ясо-рибний цех	196	0,048	500x150	4,0	1,00	5,00	1
211	Комора добового запасу	7	0,009	150x100	0,1	0,01	0,11	1
213	Комора прибирального інвентарю	6	0,009	150x100	0,1	0,01	0,11	1
214	Душова	75	0,014	150x150	7,0	0,50	7,50	1
215	Санвузол	8	0,009	150x100	0,2	0,02	0,22	1
216	Кімната для персоналу	34	0,009	150x100	2,0	0,20	2,20	1
217	Кабінет директора	25	0,009	150x100	1,5	0,10	1,60	1
221	Приміщення вузла керування	30	0,009	150x100	2,0	0,20	2,20	1
222	Хол для очікування	34	0,009	150x100	1,5	0,10	1,60	1
224	Приміщення мийки та стерилізації термосів	97	0,033	350x150	2,5	0,50	3,00	1
225	Борошняний цех	85	0,024	250x150	3,0	0,20	3,20	1

3.7. Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції

Ув'язування втрат тиску в магістральних повітроводах виконується за допомогою повітряних балансувальних клапанів АВК виробництва Арктос. Регулювання витрати повітря в відгалуженнях здійснюється регуляторами витрати типу РРВ, які встановлюються безпосередньо разом із повітророзподільчими ґратами.

Розрахунок проведено за методикою [5, 18, 25, 26] і наведено в додатку 3.

РОЗДІЛ 4. АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ І ГВП

4.1. Вихідні дані для проектування

4.1.1. Опис технологічного процесу

У даному розділі розроблено систему автоматичного керування для припливної вентиляції, опалення та гарячого водопостачання побутової будівлі санаторію «Морщинський».

Джерелом тепlopостачання виступає централізована теплова мережа з параметрами теплоносія 95/70 °С. Підключення систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання здійснюється за незалежною схемою через теплообмінники.

Система опалення — горизонтальна, двотрубна, з попутним рухом теплоносія. Схема приєднання до тепломережі — незалежна, з циркуляційними насосами. Теплоносій — гаряча вода з параметрами 70/50 °С.

Система гарячого водопостачання — закритого типу, з підмішуванням холодної води.

Припливна вентиляційна установка передбачає регулювання температури припливного повітря шляхом зміни витрати теплоносія через повітронагрівач.

4.1.2. Обґрунтування розробки

Рівень автоматизації систем обрано відповідно до вимог [1], з урахуванням технологічних потреб та економічної доцільності.

Контроль основних параметрів теплоносія та повітря здійснюється у таких точках:

а) Система внутрішнього тепlopостачання – контроль температури та тиску теплоносія у загальних подавальному та зворотному трубопроводах у приміщенні припливної вентиляційної установки, а також температури і тиску на виході з теплообмінників.

б) Система опалення з місцевими опалювальними приладами – контроль температури повітря у контрольних (репрезентативних) приміщеннях.

в) Система вентиляції – контроль тиску та перепаду тиску повітря в мережі.

У складі систем передбачено засоби дистанційного контролю, що забезпечують вимірювання основних параметрів, робочу та аварійну сигналізацію про стан роботи вентиляторів та циркуляційних насосів.

Відповідно до [1], у системах опалення та припливної вентиляції передбачено автоматичне регулювання технологічних параметрів.

Автоматичні блокування виконуються у таких випадках:

- при вмиканні/вимиканні вентиляторів – автоматичне відкривання/закривання клапанів подачі зовнішнього повітря;
- при вмиканні/вимиканні повітрянагрівачів – автоматичне включення/відключення подачі теплоносія.

Проект системи автоматизації виконано згідно з вимогами [1, 30].

4.1.3. Опис умов експлуатації системи автоматики

Прилади та засоби автоматизації розміщені у вибухобезпечних приміщеннях, мікроклімат яких відповідає нормативним вимогам: температура повітря перебуває в межах від 5 до 25 °С, відносна вологість — не перевищує 75 %. Температурні регулятори встановлені на щитах управління, розміщених у тепловому пункті та вентиляційній камері. Засоби дистанційного контролю та сигналізації виведені до приміщення диспетчерської служби.

4.2. Опис функціональної схеми

Для забезпечення автоматичного регулювання температури теплоносія в системах опалення та гарячого водопостачання у тепловому пункті передбачено встановлення мікропроцесорного контролера типу ECL Comfort 300, який функціонує разом із модулем С66.

У приміщенні венткамери монтується керуючий пристрій VentoControl VCX, що виконує функції управління припливними вентиляційними установками.

Вимірювання та облік теплової енергії, об'єму, маси й основних параметрів теплоносія здійснюються за допомогою приладу обліку КМ-5-5, встановленого на ввіді до теплового вузла.

Вузол обліку тепла

Для забезпечення вимірювання, реєстрації та комерційного обліку теплоспоживання будівлі у вузлі введення теплової енергії до теплового пункту встановлюється обліковий комплекс, побудований на основі теплолічильника КМ-5-5. Цей вузол дозволяє точно визначати кількість переданої теплоти, обсяг, масу та основні параметри теплоносія.

До складу приладу входять:

електронний модуль КМ;

первинний витратомір РМ-5-Т;

комплект термоперетворювачів КПТСП-Р;

блок живлення БП-4В.

Система обліку зберігає такі параметри:

теплота, виміряна по основному та додатковому каналах (Q , Q_2 , [Гкал]);

маса та об'єм теплоносія через модуль КМ (M_1 , V_1) і модуль ППС (M_2 , V_2), [Т], [м³];

температури теплоносія в подаючому та зворотному трубопроводах (t_1 , t_2 , [°C]);

тиск у подаючому та зворотному трубопроводах (P_1 , P_2 , [кгс/см² / атм]);

тривалість роботи приладу (T_r , [год]).

На дисплеї відображаються:

поточні значення теплоти (Q , [Гкал], [МВт·год]);

об'єм (V , [м³]) і маса (M , [Т]) теплоносія;

миттєва витрата об'ємна (G_v , [м³/год]) та масова (G_m , [Т/год]);

теплова потужність (W , [Гкал/год], [МВт]);

температурні показники (t_1 , t_2) та їх різниця (Δt);

тиск в мережі ([кгс/см²], [МПа]);

дата, час, інформація про модифікацію, параметри налаштування та стан пристрою.

Архівування показників здійснюється у енергонезалежній пам'яті (EEPROM), з можливістю збереження:

погодинної, добової, помісячної та річної теплоти і часу роботи;
усереднених температур і тисків за аналогічні періоди;
обсягів та мас теплоносія з наростаючим підсумком;
журналу помилок і подій експлуатації.

Глибина архівації становить:

до 42 діб для погодинних значень;
до 12 місяців для добових;
до 5 років для помісячних;
до 32 років для річних;
до 4096 подій у журналі помилок.

Циклічний принцип запису гарантує збереження найактуальнішої інформації: нові записи автоматично перезаписують найстаріші після заповнення повного об'єму пам'яті. Усі дані залишаються доступними навіть після тривалого вимкнення живлення — збереження інформації в пам'яті приладу гарантується протягом щонайменше 10 років.

Функціонування теплолічильника ґрунтується на аналізі імпульсів від витратомірів із заданою кількістю імпульсів на одиницю об'єму. Програмне забезпечення обробляє ці дані, розраховуючи витрати теплоносія за кожен вимірювальний інтервал..

Алгоритм обчислення кількості теплоти:

$$Q=M_1(h_1-h_x)-M_2(h_2-h_x)$$

Електронний регулятор температури

Для автоматичного регулювання температури теплоносія в системах водяного опалення та гарячого водопостачання у тепловому пункті встановлюється мік-

ропроцесорний контролер ECL Comfort 300, оснащений функціональною картою C66.

Цей пристрій забезпечує підтримання температури води в опалювальній системі відповідно до температури зовнішнього повітря за заздалегідь встановленим температурним графіком, а також стабілізує температуру гарячої води в контурі ГВП.

Контролер, налаштований для роботи з картою C66, крім основної функції терморегулювання, виконує низку додаткових завдань:

- керує температурою подачі з урахуванням температури внутрішнього повітря в приміщеннях;

- запобігає перевищенню допустимих температур у зворотному трубопроводі системи опалення та в контурі гарячого водопостачання;

- дозволяє програмувати режим зниження температури теплоносія та гарячої води залежно від добового або тижневого графіка;

- активує режим форсованого підігріву після періодів пониженого теплоспоживання;

- автоматично вимикає опалення в літній період, коли зовнішня температура перевищує встановлений поріг;

- періодично вмикає електроприводи насосів і клапанів для запобігання «залипанню» елементів регулювання в неактивний сезон;

- здійснює захист системи опалення від замерзання у холодний період.

Алгоритм роботи системи опалення передбачає, що на основі показів температурних датчиків (поз. 2.1–2.4) контролер ECL Comfort 300 формує сигнал управління на електропривід двоходового регулюючого клапана (поз. 2.6). Вхідні дані включають температуру зовнішнього та внутрішнього повітря, а також фактичну температуру зворотного теплоносія. На основі аналізу цих даних і заданого температурного графіка визначається оптимальна температура подачі в систему.

Регулювання температури гарячої води у системі ГВП виконується шляхом підтримки постійної температури в замкненому контурі. Контролер ECL Comfort 300 обробляє сигнали від датчиків температури (поз. 2.5, 2.8), розміщених у подаючій та зворотній гілках ГВП, і формує керуючий сигнал на виконавчий механізм двоходового клапана (поз. 2.7), щоб забезпечити задану температуру води.

Керуючі блоки VentoControl VCX

Система автоматичного керування припливною вентиляцією реалізована на базі керуючого модуля VentoControl VCX, який у поєднанні з датчиками здійснює контроль основних параметрів та забезпечує функції захисту, зокрема: запобігання замерзанню, контроль стану вентиляторів, забруднення фільтрів, а також загальної працездатності обладнання. При виході значень параметрів за допустимі межі система подає сигнал тривоги й автоматично активує відповідні захисні алгоритми. Після усунення несправностей роботу блоку VCX можна відновити.

Керуючий блок VCX виконує такі основні функції:

регулювання температури припливного повітря;

каскадне керування температурою;

зимова температурна компенсація;

реалізація захисту від замерзання.

а) Регулювання температури припливного повітря

Температура припливного повітря задається під час програмування пристрою. Повітря нагрівається теплоносієм, який циркулює через калорифер.

Керуючий блок VCX (3), орієнтуючись на задане значення температури, подає сигнали на:

запірну заслінку (24);

вентилятор припливного повітря (21);

триходовий регулюючий клапан (3.6), який дозує подачу теплоносія до калорифера.

Регулювання клапана відбувається імпульсним методом згідно з ПІ-законом, що дозволяє досягти високої точності підтримання температури.

б) Каскадне регулювання температури

Цей режим активується автоматично при підключенні внутрішнього датчика температури (3.3). Завдяки каскадному регулюванню система адаптує температуру припливного повітря до фактичного теплового навантаження у приміщенні. Основним регульованим параметром виступає температура в середині приміщення.

Результатом цього є зміщення температури припливного повітря залежно від відхилення температури в приміщенні від заданої. Розрахунок коригування виконується автоматично на основі каскадного коефіцієнта КЕ. Якщо температура припливного повітря досягає граничних значень (min або max), спрацьовує функція обмеження, яка блокує подальше зниження або підвищення температури.

в) Зимова компенсація

При низьких зовнішніх температурах блок VCX активує функцію зимової компенсації — автоматичне коригування температури припливного повітря для покращення теплового комфорту в приміщеннях.

г) Захист від замерзання

VCX реалізує так звану "водну концепцію" захисту калорифера від замерзання. Система аналізує температуру теплоносія після нагрівача і, в разі загрози замерзання, виконує:

- поступове відкривання клапана змішувального вузла та запуск насоса;
- зупинку вентиляторів та закриття повітряних заслінок;
- підтримання циркуляції води для прогріву теплообмінника при вимкненому вентиляторі;
- активацію сигналізації про ризик замерзання;
- автоматичний запуск насоса за температури зовнішнього повітря нижче +5 °C.

Постійний контроль температури зворотного теплоносія дозволяє вчасно реагувати на критичне зниження. При досягненні температурного порогу ПП-регулятор керує насосом і клапаном (3.7) змішувального вузла SUMX. У разі неуспішної стабілізації температури система аварійно вимикає подачу повітря, блокує роботу вентиляторів і фіксує інцидент у журналі подій.

Цей стан зберігається до моменту перевірки персоналом технічного стану системи, усунення причини та підтвердження готовності до перезапуску. У разі зміни налаштувань пріоритету система може бути запрограмована на автоматичний запуск з метою підвищення температури в зворотному трубопроводі.

4.3. Прилади та засоби автоматизації

Специфікація на прилади та засоби автоматики із зазначенням їх вартості представлена у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Специфікація на прилади та засоби автоматики

Номер позиції	Найменування приладу	Кіл-ть, шт.	Вартість за од-цю, EURO
1	2	3	4
1	Теплолічильник КМ-5-5 у комплекті:	1	1232
	1.1 Первинний перетворювач витрати РМ-5-Т	2	693
	1.2 Комплект перетворювачів температури КТСП-Р	2	31

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4
	1.3 Датчик тиску ІТ	2	53
2	Регулятор температури ECL Comfort 300 з картою С66 для системи опалення та ГВП у комплекті:	1	521
	2.1 Датчик температури внутрішнього повітря ЕСМ-10	1	47
	2.2 Датчик температури зовнішнього повітря ЕСМ-10	1	47
	2.3 Занурювальний датчик температури теплоносія на трубопроводі, що подає системи опалення ЕСМУ	1	78
	2.4 Занурювальний датчик температури теплоносія на зворотному трубопроводі системи опалення ЕСМУ	1	78
	2.5 Занурювальний датчик температури теплоносія в контурі системи ГВП ЕСМУ	1	78
	2.6 Двоходовий регулюючий клапан VM2 з електроприводом AMV 10 на зворотному трубопроводі системи опалення	1	524
	2.7 Двоходовий регулюючий клапан VM2 з електроприводом AMV 10 на трубопроводі системи ГВП	1	524
3	Керуючий блок VentoControl VCX для систем вентиляції у комплекті:	1	1540
	3.1 Датчик температури зовнішнього повітря NS 120	1	60
	3.2 Датчик температури повітря NS 120	1	60
	3.3 Датчик температури внутрішнього повітря NS 100	1	48
	3.4 Датчик температури припливного повітря за повітронагрівачем NS 120	1	60
	3.5 Датчик температури теплоносія у зворотному трубопроводі NS 130 R	1	82
	3.6 Датчик диференціального тиску P33AB	1	70
	3.7 Триходовий регулюючий вентиль ESBE з електроприводом	1	-

Таблиця 4.2

Специфікація обладнання

Номер позиції	Найменування приладу	Кіл-ть, шт.	Вартість за од-цю, EURO
1	2	3	4
4	Термометр, що показує до 200 °С «Дункан сервис»	15	3,2
5	Манометр показує МП-3У «Дункан-сервис»	24	5,2
6	Грязьовик	2	130
7	Шаровий кран NAVAL	32	40,7
8	Штуцер під манометр	14	8,7
9	Спускник	10	47,7
10	Запобіжний клапан	2	91,7
11	Сітчатий фільтр	6	43,2
12	Зворотній клапан Danfoss	5	23,2
13	Теплообмінник «Альфа-Лаваль»	3	2700
14	Циркуляционный насос системы отопления Grundfoss	2	832,5
15	Насос системы ГВС Grundfoss	1	358,7
16	Циркуляційний насос системи теплопостачання калорифера Grundfoss	1	312
17	Водомір «Дункан сервис»	3	43,2
18	Балансувальний кран «МНПП Аксис»	2	266,6
19	Автоматичний балансувальний клапан системи опалення Danfoss ASV-PV та запірно-вимірювальний клапан ASV-M	1	193,7
20	Регулятор тиску системи ГБП Samson	1	1026
21	Вентилятор Remak	1	-
22	Повітронагрівач Remak	1	397
23	Повітряний фільтр Remak	1	98
24	Запірна заслінка із сервоприводом Remak	1	193
25	Алюмінієвий радіатор GLOBAL VOX	1	14,9
26	Термостатичний елемент RTD 3100 (Danfos)	1	11,5
27	Регулюючий клапан RTD-N 10 (Danfos)	1	8,9

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1. Техніка безпеки

До монтажних робіт допускаються особи, які добре знають конструкцію обладнання, прийоми робіт при експлуатації, технічне обслуговування та ремонт обладнання.

Відповідно /31/ робочі місця повинні бути обладнані необхідними лісами, підмостками, огорожами, захисними та запобіжними пристроями та пристроями. Замінювати підмостки випадковими опорами не дозволяється.

Доступ стороннім особам до робочих місць заборонено. Місця, де встановлюють приставні сходи, повинні огорожуватися або охоронятися.

Механізми, верстати та інструменти повинні відповідати характеру виконуваних робіт і бути у справному стані. Площа навколо механізмів загромождають сторонніми предметами на відстані ближче ніж 1,5 м від їх виступаючих частин забороняється.

Монтажні отвори в стінах і перекриттях залишені для вентиляційного обладнання, після їх використання необхідно закрити суцільними настилами або оснастити огорожами висотою не менше 1 м по всьому периметру. По закінченні монтажних робіт отвори мають бути закладені.

До монтажних робіт із встановлення конструкцій на висоті допускаються робітники не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, навчені техніці безпеки та мають посвідчення відповідного зразка та запис у журналі інструктажу з техніки безпеки за підписом інструктуючого та інструктованого. Медичний огляд має повторюватися щороку.

Робітники - монтажники, газорізальники, електрозварювальники та інші, що призначаються на виконання робіт на висоті більше 1,5 м, якщо неможливе влаштування настилів з огороженнями робочих місць, забезпечуються перевіреними та випробуваними монтажними поясами, без застосування яких виконувати роботи забороняється.

Працювати несправним і невідповідним виконуваної роботі інструментом і електроапаратурою забороняється. Справність механізованих інструментів, що видаються робітникам, повинна бути перевірена. Електричний інструмент повинен мати надійну ізоляцію, справність якої слід перевіряти періодично і при видачі на руки.

Підйомні механізми повинні мати паспорт і перед введенням в експлуатацію піддаються обов'язковому огляду та випробуванню у відповідності з вимогами служби з технічного нагляду.

Використання вантажних підйомників та кранів для переміщення людей забороняється.

Залишати вантаж у підвішеному стані під час перерви в роботі, а також перебувати під вантажем забороняється. Зони підйому обладнання повинні бути огорожені та мати попереджувальні знаки.

Перебувати під встановленим обладнанням та підвішеними повітроводами до остаточного їх закріплення забороняється.

Монтувати обладнання поблизу електричних приладів можна лише після вимкнення їх від електричної мережі.

Монтувати повітроводи та обладнання з лісів, підмостків і колисок можна тільки після огляду їх інженерно-технічним персоналом і отримання відповідного дозволу від майстра (виробника робіт).

Роботи з підйому витяжних шахт повинні виконуватись у присутності відповідальної особи. Підйом обладнання має проводитися без перерви до закріплення його у проектному положенні.

Місце монтажу має бути добре освітлене, а освітлювальна мережа повинна розташовуватися не нижче 2,5 м від настилів лісів, щоб уникнути дотику людей до дротів або освітлювальних приладів.

Випробування має проводитися відповідно до проекту, технічних умов на виробництво і приймання будівельних і монтажних робіт.

Робітники, що брали участь у випробуваннях та пробному пуску систем, мають бути попередньо проінструктовані.

5.2. Виробнича санітарія

У поняття «метеорологічні умови середовища» входять температура, відносна вологість, швидкість руху, атмосферний тиск повітря, а також теплове випромінювання та електромагнітні поля надвисокої частоти (НВЧ).

Створення в робочій зоні належних метеорологічних умов сприятливо впливає на організм людини, сприяє доброму самопочуттю, підвищує безпеку роботи, забезпечує високу працездатність. Температура, вологість і швидкість руху повітря при певних відхиленнях від оптимальних значень негативно впливають на процес теплообміну з навколишнім середовищем і терморегуляції організму людини, що призводить до швидкого втоми, перегрівання або переохолодження та інших несприятливих наслідків.

Значення нормативних властивостей умов праці [31] представлені у таблиці 5.1

Таблиця 5.1

Значення нормативних параметрів мікроклімату

Приміщення	Пора року	Категорія тяжкості робіт	Характер робочих місць	Температура, °C			Відносна вологість повітря, %			Швидкість руху повітря, м/с		
				Факт	Довідковий посібник ДБН		Факт	ДБН		Факт	ДБН	
					опт.	дод.		опт.	дод.		опт.	дод.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Гарячий цех	теплий	Середній тяжкості II а	постійно.	-	20-23	Не більше ніж на 5°C вище ніж t_n , але не більше 28 °C	-	40-60	75	-	0,3	0,7
	холодний	Середній тяжкості II а	постійно.	-	16-18	17-22	-	40-60	75	-	0,3	0,5
Обідня зала	теплий	Легка I а	не постійно.	-	22-25	Не більше ніж на 3°C вище ніж t_n , але не більше ніж 28°C	-	40-60	55-75	-	0,3	0,5
	холодний	Легка I а	не пост.	-	18-21	17-22	-	40-60	75	-	0,2	0,3

Оптимальні параметри внутрішнього мікроклімату будівлі та чистота повітря підтримується системами вентиляції. Згідно [32] шкідливі речовини, пил знаходяться в межах допустимих значень.

Комфортні умови праці багато в чому залежить від освітлення приміщень. Рациональне висвітлення підвищує безпеку робіт та продуктивність праці. Невідповідність нормативним показникам освітлення або неправильна установка джерел світла можуть бути причиною швидкої стомлюваності працюючих, а також нещасного випадку.

Для створення нормальних умов праці освітлення має задовольняти такі вимоги:

- Забезпечувати рівномірність освітлення;
- не викликати сліпучої дії, блискучості та змін яскравості в полі зору працюючого;
- не утворювати різких тіней на робочій поверхні;
- бути економічним.

У приміщеннях застосовують два види освітлень – природне (за наявності променепрозорих прорізів) та штучне.

Природне світло має високу біологічну та гігієнічну цінність, т.к. має сприятливий для зору людини спектральний склад і надає позитивний вплив на психологічний стан людини. У цьому будинку переважає природне бічне освітлення.

Основними джерелами штучного висвітлення є газорозрядні (люмінесцентні) лампи.

Параметри освітленості приміщень [33] представлені у таблиці 5.2

Вплив випромінювань на організм людини визначається їх типом та інтенсивністю, а також часом впливу на людину.

Основними джерелами випромінювань у громадському будинку є: холодильники, телевізори, радіоприймачі, комп'ютери, мікрохвильові печі та ін.

Відповідно до вимог [34] випромінювання від побутових приладів що у приміщеннях будинку відпочинку перебувають у межах допустимих норм.

Основним джерелом виникнення шуму і вібрації є вентиляційні установки. Причиною виникнення аеродинамічного шуму є пульсація швидкості та коливання тиску повітря у вентиляторі та повітроводах.

Таблиця 5.2

Параметри освітлення

Приміщення, робоче місце	Розряд, під-розряд зорової роботи	Природне освітлення			Штучне освітлення				
		Вид освітлення	КЕО факт, %	КЕО норм (ДБН)	Вид освітлення	Вид джерела світла	Тип світильника	Освітленість факт. Е _ф , лк	Освітленість норм. (ДБН) Е _н , лк
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Гарячий цех	V6	Комбіноване	-	3	Комбіноване	ЛБ-40	закритий	-	200
Обідня зала	V6	Комбіноване	-	3	Комбіноване	ЛБ-40	закритий	-	200

Параметри шуму та вібрації [35] представлені у таблиці 5.3. Відсутність фактичних значень шуму та вібрації від вентиляційної установки пояснюється неможливістю проведення вимірів даних шкідливих факторів через відсутність проекрованої установки.

Таблиця 5.3

Параметри шуму та вібрації

Приміщення, робоче місце	Шум					Вибрація				
	Джерело шуму	Рівень звуку дБА				Джерело вібрації	Уровень виброскорости, дБ			
		Факт.		ПДУ			факт		ПДУ	
		в вир. прим	на території житлової забудови	у вироб. приміщенні (ДСТУ)	на території житлової забудови		в вир. прим	на території житлової забудови	на території житлової забудови	на території житлової забудови
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Вентиляційна камера	вентилятор	-	-	85	75	вентилятор	-	-	84	-

Відповідно [35] допустимий рівень звукового тиску у виробничому приміщенні не повинен перевищувати 85 дБА. Рівень шуму створюваний системою при-

пливно-витяжної вентиляції в (вентиляційній камері) дорівнює 93 дБА, в приміщенні, що обслуговується, 46 дБА.

Для зниження рівня звукового тиску в системах вентиляції були здійснені наступні заходи:

- встановлення вентиляторів, досконаліших за акустичними характеристиками;
- Вибір оптимальних режимів роботи вентилятора;
- зниження швидкості руху повітря у місцевих опорах.

Шум від транзитних повітроводів, що проходять через приміщення, зменшується шляхом збільшення масивності самих повітроводів і накладання на них шару звукоізолюючих матеріалів, також застосовуються шумоглушники для зменшення звукового тиску.

Зменшення шуму в приміщеннях суміжних до вентиляційної камери, досягається вибором відповідного матеріалу стінок камери та звукоізоляції їх.

Як віброізолюючі пристрої, що перешкоджають поширенню коливань по матеріалу, застосовують пружинні амортизатори або пружні прокладки. Для запобігання передачі вібрації від вентилятора до повітроводів, останні приєднують до вентилятора через гнучкі вставки з пружних матеріалів.

5.3. Пожежна безпека

Організацію пожежної охорони та керівництво нею в країні здійснює Державна служба пожежної охорони (ДСПО) Міністерства внутрішніх справ України.

За ступенем пожежної небезпеки підприємства поділяються на шість категорій. Будівля, що розглядається у цьому дипломному проекті належить до категорії Д.

За правилами влаштування електроустановок також класифікуються і приміщення, в яких зберігаються або утворюються в результаті технологічного процесу пожежі та вибухонебезпечні рідини, тверді та газоподібні речовини та матеріали в яких від електричних джерел запалення можуть виникнути загоряння, пожежі та вибухи.

Для забезпечення вибухобезпеки проектованої будівлі приміщення класифікують по вибухонебезпечності відповідно до вимог правил пристрою електроустановок.

У проектованій будівлі переважають зони класу В-Па.

Пожежонебезпечними приміщеннями називають приміщення, в яких застосовують або зберігають горючі речовини. Пожежонебезпечні приміщення згідно з ПУЕ поділяють на 4 класи. Приміщення будинку відпочинку локомотивних бригад відносяться до класу П-Па.

Для зменшення небезпеки виникнення і поширення пожеж важливе значення має раціональний пристрій приміщень з точки зору необхідності забезпечення міцності і стійкості будівель і споруд, як в нормальних умовах, так і в умовах пожежі.

Основною характеристикою, що визначає здатність будівель та споруд протистояти виникненню та поширенню пожежі, є ступінь їх вогнестійкості, що залежить від межі вогнестійкості основних будівельних конструкцій та межі поширення вогню за ними. Згідно [36] матеріали, що застосовуються в даній будівлі для обробки приміщень відносяться до горючих матеріалів.

Здатність конструкцій в умовах пожежі зберігати свої експлуатаційні функції називається вогнестійкістю. Вогнестійкість конструкцій характеризується межею вогнестійкості. Залежно від ступеня вогнестійкості основних будівельних конструкцій всі будівлі та споруди поділяються на п'ять ступенів вогнестійкості. Використані матеріали відносяться до II ступеня вогнестійкості.

Усередині будівлі небезпека розповсюдження вогню при пожежі обмежується пристроєм протипожежних перешкод, до яких відносяться протипожежні стіни, перегородки, перекриття, виконані з вогнетривких матеріалів. Протипожежні стіни мають межу вогнестійкості не менше 2,5 год і проектується з урахуванням вимог: спиратися на фундаменти, зводитись на всю висоту будівлі або споруди.

Автоматичне гасіння пожежі не передбачено.

Для гасіння місцевого джерела пожежі застосовують вогнегасники типу: ОУ-3 вуглекислотний (CO_2), ОУ-3(3)-13В-У2 вуглекислотний (CO_2).

Серед інших протипожежних заходів для попередження пожеж застосовується і пожежний зв'язок та сигналізація, що сприяє своєчасному виявленню та виклику пожежних підрозділів до місця виникнення пожежі, а також забезпечують управління та оперативне керівництво працюючими на пожежі.

Важливе значення при проектуванні та будівництві будівель та споруд надається забезпеченню умов для безпечної евакуації людей у разі виникнення пожежі. Це досягається пристроєм евакуаційних виходів, число яких відповідно до [36] визначається відстанню від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу, регламентованим залежно від ступеня вогнестійкості будівлі, обсягу приміщення і вибухонебезпечності розміщеного в ньому виробництва. Кількість евакуаційних виходів із будівель, приміщень та з кожного поверху приймається за розрахунками, але не менше двох.

У всіх випадках ширина ділянок шляхів евакуації встановлюється не менше 1 м. Ширина дверей на колах евакуації повинні бути не менше 0,8 м, ширина зовнішніх дверей сходових кліток – не менше ширини маршу сходів, а висота проходу на шляхах евакуації – не менше 2 м. Схема розташування евакуаційних виходів представлена на рис 5.1.

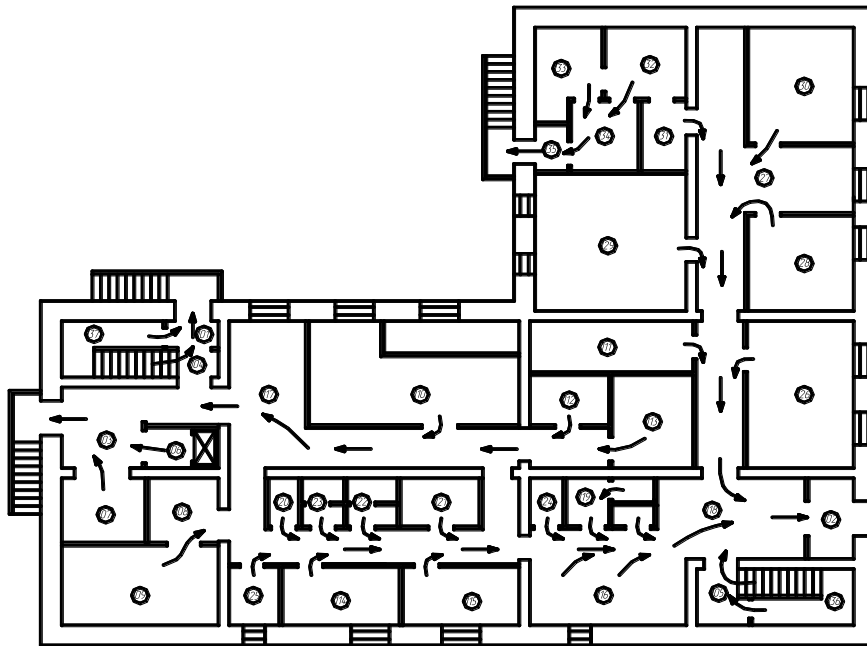


Рис 5.1 Схема розташування евакуаційних виходів

ВИСНОВКИ

У межах кваліфікаційної роботи спроектовано систему теплопостачання побутової будівлі санаторію «Морщинський».

Джерелом теплоти служить центральна котельня, яка подає теплоносії — гарячу воду — з температурними параметрами 90 °C на подачі та 70 °C на звороті.

Система опалення побудована за схемою горизонтального двотрубного розведення з попутним напрямком руху теплоносія. Підключення до централізованої теплової мережі здійснюється за незалежною схемою з насосним спонуканням. Робочі параметри води — 70/50 °C.

Опалювальна система розділена на три окремі циркуляційні контури, кожен з яких обслуговує один поверх будівлі. У тепловому пункті контури підключені до розподільного колектора.

Для забезпечення необхідного гідравлічного балансу в контурах встановлюються автоматичні балансувальні клапани Danfoss ASV-PV і ASV-M.

У якості трубопроводів використано металополімерні труби RAUTITAN stabil виробництва RENAУ, які прокладаються вздовж зовнішніх стін на нижньому рівні з фіксацією кріпильними скобами тієї ж марки.

Основними нагрівальними елементами у приміщеннях (окрім технічного підвалу) є алюмінієві радіатори GLOBAL VOX 500 висотою 590 мм. У технічному підвалі встановлено опалювальні реєстри з гладких труб Ø100 мм, змонтованих в один ряд.

Кожен радіатор обладнано автоматичним повітровідвідником, терморегулювальним клапаном RTD-N 10, термостатичною головкою RTD 3100 (обидва — Danfoss), а також парою кульових кранів марки BUGATTI.

Приміщення побутової будівлі умовно розділено на п'ять функціональних груп:

- зони громадського харчування;
- спортивно-оздоровчі простори;
- побутові приміщення персоналу;

- кімнати для відпочинку відвідувачів;
- пральні.

Через відмінності у режимах експлуатації для кожної групи передбачено окрему припливно-витяжну систему вентиляції.

Розрахунок повітрообміну в гарячому цеху й обідній залі здійснювався за надлишками тепла й вологи, а в інших приміщеннях — за кратністю.

У проєкті передбачено дві окремі припливні системи:

- П-2 — для обідньої зали;
- П-3 — для гарячого цеху, мийних, буфету, персональних приміщень.

Подача повітря до обідньої зали та гарячого цеху здійснюється через на-стінні повітророзподільники LGD та LGV (Sistemair), встановлені по кутах або бі-ля стін.

Часткове видалення повітря з обіднього залу організоване з верхньої зони через ґрати АМР (Арктос) та через витяжний отвір, пов'язаний із системою гаря-чого цеху.

У гарячому цеху витяжка також реалізована через ґрати АМР, змонтовані над обладнанням, а решта надлишкового повітря забирається місцевими відсмок-тувачами типу МВО, розташованими на висоті 2 м.

МВО поєднують функції припливу та витяжки: вони створюють локальний приплив повітря безпосередньо до робочого місця, забезпечуючи охолодження працівників поблизу нагрітого устаткування.

Температурні параметри припливного повітря:

- у холодний та перехідний період — 16 °С;
- у теплий період — температура зовнішнього повітря (близько 24,6 °С).

У мийних кухонного та обіднього посуду повітря подається у верхню зону через регульовані ґрати АДР (Арктос), а витяжка здійснюється витяжними пара-солями, розташованими над ваннами.

Спортивно-оздоровча зона вентилюється за допомогою припливної установки П-4 з електронагрівачем SAU (ÖSTBERG), що монтується під стелею в коридорі біля зовнішньої стіни.

У кімнатах відпочинку повітря подається припливною установкою ТА (Ругох) з електронагрівом, яка також встановлюється під стелею.

Оскільки пральня має власний режим експлуатації, для неї передбачено окрему припливну установку П-1, розміщену у венткамері. Видалення повітря проводиться через верхню зону за допомогою ґрат АМР. Компенсація витяжки реалізується подачею повітря в коридор через плафон АПН.

Подача повітря організована прямокутними повітропроводами, прокладеними під стелею, з розподілом через ґрати АДР, витяжка — через ґрати АМР.

У санітарних вузлах і душових кабінах вентиляція здійснюється побутовими вентиляторами Compaсt виробництва O.ERRE.

Проектом також передбачено автоматизацію систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання.

Розроблено відповідні заходи 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. Беем. 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.

