

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри ІСБ  
к.т.н., проф. Г.С. Ратушняк  
(науковий ступінь, вчене звання, ініціали та прізвище)

\_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.  
(підпис)

## **Енергоефективна спеціалізована система забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні**

Пояснювальна записка  
до магістерської кваліфікаційної роботи  
магістра за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»  
(Освітня програма – «Теплогазопостачання і вентиляція»)  
08-12.МКР.021.00.136 ПЗ

Керівник к.т.н., проф. Г.С. Ратушняк  
(науковий ступінь, вчене звання, ініціали та прізвище)  
\_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.  
(підпис)

Розробив магістрант, група ТГ-19мі  
З.Ю. Сухорук  
(підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент д.т.н., проф., кафедра МБГА  
(науковий ступінь, вчене звання, кафедра)  
М.Ф. Друкований  
(підпис, ініціали та прізвище)  
\_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет Будівництва, теплоенергетики та газопостачання

Кафедра Інженерних систем у будівництві

Освітній рівень Магістр з будівництва та цивільної інженерії

Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво

(шифр і назва)

Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

Освітня програма «Теплогазопостачання і вентиляція»

**« ЗАТВЕРДЖУЮ »**  
**Завідувач кафедри ІСБ**  
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

(підпис)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

## **ЗАВДАННЯ** **НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА**

Сухорука Захара Юрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема магістерської кваліфікаційної роботи Енергоефективна спеціалізована система забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні

Керівник роботи Ратушняк Г.С., к.т.н., професор

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

затверджена наказом закладу вищої освіти № 214 від «25» вересня 2020 р.

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 24 грудня 2020 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) плани поверхів лікарні, технологічні креслення, конструкція стіни (штукатурка, силікатна цегла, мінераловатний утеплювач) термічний опір  $3,3 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2/\text{К}$ , вікна, перекриття, місто будівництва – м. Вінниця.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): аналіз стану систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні, техніко-економічне обґрунтування та моделювання режимів систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень, економічне обґрунтування проектних рішень систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) схеми системи опалення та вентиляції на планах поверхів, аксонометричні схеми систем опалення та вентиляції, календарний графік виконання робіт,

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналіз стану систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні	Ратушняк Г.С., професор		
Техніко-економічне обґрунтування та моделювання режимів систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні	Ратушняк Г.С., професор		
Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень	Ратушняк Г.С., професор		
Техніка безпеки та охорона праці	Кобилянська І.М., доцент		
Економічне обґрунтування проектних рішень систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні	Лялюк О.Г., доцент		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 26 вересня 2020 р. \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів (роботи)	Примітка
1	Аналіз стану систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні	15.10.2020	вик.
2	Техніко-економічне обґрунтування та моделювання режимів систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні	27.10.2020	вик.
3	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень	02.11.2020	вик.
4	Техніка безпеки та охорона праці	07.11.2020	вик.
5	Економічне обґрунтування проектних рішень систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні	15.11.2020	вик.
6	Попередній захист	24.11.2020	вик.
7	Відгук опонента (рецензента)	10.12.2020	Вик.
8	Захист МКР	16.12.2020	

Магістрант \_\_\_\_\_ Сухорук З.Ю.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Ратушняк Г.С.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Магістерська кваліфікаційна робота на тему: «Енергоефективна спеціалізована система забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні» містить аналітичний розділ, техніко-економічне обґрунтування із моделюванням режимів опалення та вентиляції приміщень лікарні та організаційний розділ. На основі економічного і технічного порівняння варіантів теплопостачання приміщень лікарні встановлено раціональне джерело теплоти.

Встановлено доцільність влаштування системи вентиляції і центрального кондиціонування зі змінною витратою повітря в приміщеннях лікарні. Проведено попередні та основні розрахунки системи опалення та вентиляції, здійснено моделювання теплоізоляційної оболонки будівлі з метою визначення її оптимальних параметрів, виконано вибір і розрахунок обладнання для систем опалення та вентиляції приміщень лікарні.

## SUMMARY

Work on the topic: "Energy-efficient system of microclimate in the hospital" contains an analytical section and feasibility study for modeling m modes of heating and ventilation of the hospital. Based on the economic and technical comparison of heat supply options for the hospital premises, a rational heat source has been established.

The expediency of installing a ventilation and central air conditioning system with variable air flow in the hospital has been established. Preliminary and basic calculations of the heating and ventilation system were performed, the thermal insulation shell of the building was modeled in order to determine its optimal parameters, the selection and calculation of equipment for heating and ventilation systems of the hospital premises was performed.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ СТАНУ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ ЛІКАРНІ.....	10
1.1 Доцільність влаштування енергозберігаючих систем забезпечення мікро- клімату.....	10
1.2 Енергозбережні технології для ефективної роботи систем забезпечення мікроклімату приміщень лікарні.....	12.
1.3 Обґрунтування раціонального джерела системи опалення приміщень лі- карні.....	14
1.4 Модернізація системи вентиляції в приміщеннях лікарні.....	17
1.5 Доцільність застосування змінної витрати системи вентиляції.....	19
1.6 Висновок до першого розділу.....	26
2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ РЕ- ЖИМІВ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ ЛІКАРНІ.....	28
2.1 Обґрунтування основних будівельних рішень по влаштуванню систем забезпечення мікроклімату в лікар- ні.....	28
2.2 Моделювання теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій.....	34
2.3 Моделювання гідравлічного режиму системи опалення та підбір обладнання.....	39
2.4 Моделювання аеродинамічного режиму системи вентиляції лікарні та підбір обладнання.....	45

2.5 Висновок до другого розділу.....	62
<b>3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ.....</b>	<b>63</b>
3.1 Аналіз конструктивних особливостей системи прийнятої до монтажу...63	
3.2 Визначення кількісних показників основних матеріалів, виробів, будівельних машин та енергетичних ресурсів.....	66
3.3 Розрахунок трудомісткості виконуваних робіт, підбір робітників, розроблення календарного плану та графіків будівельно-монтажних робіт.....	81
3.4 Техніка безпеки та охорона праці.....	86
3.5 Висновки до третього розділу.....	100
<b>4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМ ЗА- БЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ ЛІКАРНІ.....</b>	<b>101</b>
4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту проектного рішення джерела тепlopостачання.....	101
4.2 Локальний кошторис систем опалення та вентиляції .....	104
4.3 Основні положення по організації будівництва і влаштування систем за- безпечення мікроклімату в лікарні.....	104
4.4 Оцінка впливу на навколишнє середовище.....	106
4.5 Висновки до четвертого розділу.....	107
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....</b>	<b>108</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>109</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>114</b>

<b>РЕЗЮМЕ</b>		<b>Сухорука Захара Юрійовича</b>	
до магістерської кваліфікаційної роботи магістранта:			
Назва університету	Вінницький національний технічний університет		
Тема	Енергоефективна спеціалізована система забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні		
Освітній ступінь	Магістр		
Факультет	Будівництва, теплоенергетики та газопостачання		
Кафедра	Інженерних систем у будівництві		
Спеціальність	192 – Будівництво та цивільна інженерія		
Освітня програма	Теплогазопостачання і вентиляція		
Керівник	к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.		
Обсяг роботи	Пояснювальна записка, стор.	Розділів	Креслень формату А3
	167	4	12
Розділ 1	Аналіз стану систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні		
Розділ 2	Техніко-економічне обґрунтування та моделювання режимів систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні		
Розділ 3	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень		
Розділ 4	Економічне обґрунтування проектних рішень систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні		



RESUME			
to the master's qualification work of the master:		Sukhoruk Z.	
Name of the university	Vinnytsia National Technical University		
Topic	Energy efficient specialized system for providing microclimate in the hospital		
Educational degree	Master		
Faculty	Construction, heat and gas supply		
Chair	Engineering systems in construction		
Specialty	192 – Construction and civil engineering		
Educational program	Heat and gas supply and ventilation		
Head	Ph.D., prof. Ratushnyak G.		
The amount of work	Explanatory note, p.	Section	Format drawings A3
	167	4	12
Section 1	Analysis of the state of microclimate systems in the hospital premises		
Section 2	Feasibility study and modeling of modes of microclimate systems in the hospital		
Section 3	Organizational and technological support for the implementation of project solutions		
Section 4	Economic substantiation of design decisions of microclimate systems in hospital premises		

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Забезпечення теплового розвитку України не можливе без зменшення споживання енергоресурсів в системах забезпечення мікроклімату будівель. На формування мікроклімату будівель витрачається понад 30% загального енергоспоживання України. Розвиток мережі лікарень та медичної допомоги потребує влаштування сучасних, енергоефективних будівель із ефективними системами опалення та вентиляції. Крім того до приміщень лікарень пред'являються підвищені вимоги до температури середовища та параметрів якості повітряного середовища. Системи вентиляції повинні забезпечити непоширення в приміщеннях лікарні інфекцій, особливо в умовах наявності COVID-19/ Інженерні мережі є основними споживачами теплової та електричної енергії і від рівня їх енергоефективності буде залежати загальне споживання енергоносіїв будинком. Нормативні документи накладають ряд обмежень на влаштування систем вентиляції, опалення і кондиціювання, зокрема і с позиції енергозбереження. Тому техніко-економічне порівняння можливих варіантів влаштування внутрішніх інженерних мереж в приміщеннях лікарні та розроблення їх проектних рішень є актуальною задачею.

**Метою магістерської кваліфікаційної роботи** є теоретичне обґрунтування та розробка варіанту проектного рішення внутрішніх інженерних мереж приміщень лікарні.

**Завданням даної роботи є:**

- аналіз енергоефективних та модернізованих систем опалення та вентиляції для приміщень лікарні;
- техніко-економічне порівняння варіантів проективних рішень та вибір оптимального варіанту;
- моделювання теплотехнічних та гідравлічних режимів системи опалення;
- визначення повітрообмінів у приміщеннях амбулаторії, складання повітряно-теплових балансів;
- підбір необхідного теплотехнічного та вентиляційного обладнання;

- підбір та визначення необхідних матеріалів, механізмів для монтажу системи та визначення тривалості монтажу системи опалення та вентиляції;
- визначення техніко-економічних показників запропонованих проєктних рішень.

**Об'єктом дослідження** – енергоефективні технології створення системи опалення та вентиляції приміщень лікарні.

**Предметом дослідження** є тепломасообмінні та гідроаеродинамічні процеси в системах формування мікроклімату приміщень лікарні.

**Методи досліджень.** Для досягнення поставленої в роботі мети використовувались теоретико-аналітичні методи дослідження. При аналітичному розв'язанні задач рішення отримувались на основі розгляду енергетичних балансів, термодинамічних показників ефективності, рівнянь тепломасообміну, метеорологічних дані з сонячної радіації, температури довкілля та інша інформація.

**Наукова новизна:**

- обґрунтовано та вдосконалено наближену фізичну модель теплоізоляційної оболонки будівлі лікарні;
- визначено закономірності теплотехнічних та гідравлічних режимів системи опалення.

**Практичне значення.** Запропоновані проєктні рішення можуть бути використані як варіанти інженерних мереж лікарні для забезпечення нормативних мікрокліматичних параметрів в приміщеннях будівлі.

**Апробація роботи.** Основні положення даної роботи були предметом доповідей та обговорення на Міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві» (2020 р.) та щорічних науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів ВНТУ (2019, 2020 рр.). За матеріалами магістрської роботи опубліковано 3 тези доповідей.

# **1 АНАЛІЗ СТАНУ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ ЛІКАРНІ**

## **1.1 Доцільність влаштування енергозберігаючих систем забезпечення мікроклімату**

Основні нормативні вимоги до створення систем внутрішнього мікроклімату медичних закладів містяться в ДБН В 2.2-10:2001 «Будинки і споруди. Заклади охорони здоров'я», ДБН В2.25-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціювання повітря [1-5].

В Україні основний потенціал сфери енергозбереження не застосовується в повному обсязі. Особливо це стосується енергозберіжних проектів в медичній сфері, зокрема лікарнях. Основна частина затрат, які витрачаються на зменшення енергоємності будівель медичної галузі надають міжнародні організації або місцевий бюджет. Інші інвестори практично не зацікавлені у вкладенні коштів в проекти енергозбереження лікарень, оскільки існує ризик їх неповертання, непростий механізм одержання дозволів на впровадження таких проектів, відсутність гарантійних обов'язків реалізації проектів, значний термін окупності [6-7].

Тарифи за споживані енергоресурси щорічно зростають, що в свою чергу вимагає застосування ефективних енергозберіжних проектів закладів охорони здоров'я. Як вже наведено інвесторами проектів енергоощадності в основному є державні та місцеві бюджети. В Україні на реалізацію енергозберіжних заходів кошти з бюджету почали виділятися лише з 2001 р. в суммі 25 млн грн, але дійсно було використано лише 30 щодо зменшення витрачання паливно-енергетичних ресурсів. В подальшому в бюджеті на 2002 рік заплановано лише 17 млн грн, в 2003 впровадження затвердженої економічної програми з енергозбереження на 6 років держава виділила 800 млн грн. У бюджеті на 2011 рік для програми виділено 600 млн грн. Для запланованого

зменшення споживання ресурсів потрібно інвестувати близько 40 мільярдів грн протягом 6 років [7-10].

Крім фінансування проектів енергоощадності лікарень з державних та місцевих бюджетів іншими заходами є залучення грошей з міжнародних фінансових компаній та приватних інвесторів. На сьогоднішній день українським урядом підписано угопогодженоду з Пн екологічною фінансовою компанією (НЕФКО), яка фінансує енергозбережні проекти стосовно модернізації та термореновації існуючих об'єктів, які поліпшують екологічну ситуацію в державі.

При впровадженні механізму реалізації сукупної інвестиційної політики стосовно реалізації проектів енергоощадливості лікарень варто прагнути рівноваги та гармонії між економічною практичністю, соціальною продуктивністю та екологічними обмеженнями, які висунуто до проектів енергоощадності, забезпечуючи сукупність впровадженості проекту, й мати суттєву науково-методичну та технічну основу. Необхідне збалансування заходів всіх рівнів органів місцевої влади, місцевого самоврядування в рамках впровадження організаційного механізму заохочення інвестицій в проекти енергоефективності повинне забезпечити стрімке підвищення економічної, паливно-енергетичної, соціальної та екологічної результативності впровадження проектів енергоефективності [7-10]. Створення організаційно-економічного комплексу реалізації застосування інвестицій в проекти енергоефективності медичних закладів на державному та місцевому рівні передбачає оцінку сучасних засобів, методів та інструментів управління, які використовуються в області енергоефективності, їх оптимізацію з метою покращення результативності роботи, оскільки з їх допомогою провадиться керівний вплив на об'єкт управління задля досягнення задуманих результатів в медичних закладах.

## **1.2. Енергозбережні технології для ефективної роботи систем забезпечення мікроклімату приміщень лікарні**

До 80 % інвестицій комунальних послуг стосується вартості ресурсів, які надходять в будівлі лікарні через мережні газові господарства, електроенергії, води та теплової енергії [6-11]. При цьому перевитрата - 40 % усіх втрат ресурсів через погіршення технічного стану, через повний знос та аварійність мереж лікарень. Втрати енергоресурсів на виробництво 1 Гкал теплоти в комунальній енергетиці України складає близько 170 кг умовного палива, у розвинених країнах — 145...150 кг енергоресурсів. Питомі витрати на подання питної води електричної енергії населенню та мешканцям у 1,8...2,4 рази перевищують показники європейських країн. Неефективне та нераціональне витрачання паливно-енергетичних ресурсів в медичних закладах є однією з важливих проблем галузі. Тому, першочергово, для економії енергетичних ресурсів в лікарнях варто під час проектування і при термомодернізації дійсних лікарень вживати такі заходи: покращення експлуатаційних характеристик будівель лікарень, забезпечення їх теплової санації, термомодернізація інженерного обладнання та приладів, для кожної будівлі лікарні розробляти окремі програми енергозбереження [7-13].

Проектуючи енергоощадну будівлю лікарні, слід використовувати енергозбережні засоби з урахуванням комплексності змісту підпрограм та методів енергоощадності з визначенням їх питомої ваги, а саме:

1. Зменшення в інженерних мережах лікарень тепловитрат шляхом плавного переходу на ізольовані трубопроводи систем. Реконструкція із застосуванням тепломеханічного ефективного обладнання теплових пунктів.

2. Індивідуальне джерело тепlopостачання лікарні (індивідуальна котельня із застосуванням котлів на газовому паливі ККД 90 % або джерело когенерації енергії) зменшує втрати теплоти приміщень лікарні завдяки відокремленню від зовнішніх теплових мереж, зменшує до 15 % втрати теплоти за

рахунок кращої відповідності між режимами вироблення теплоти та його використанням лікарнею.

3. Теплові помпи для лікарні, що застосовують теплоту землі, теплоту стічних вод та теплоту витяжного вентиляційного повітря.

4. Сонячні колектори в системі охолодження приміщень лікарні та в системі гарячого водопостачання. На поверхню території України за рік надходить така кількість сонячної енергії Сонця, яка перевищує нинішній рівень її використання більше чим в 500 разів. Тобто, достатньо застосовувати лише 0,5 % сонячної енергії, яка досягає поверхні території України, щоб задовольнити потреби в енергії заклади медичної сфери.

5. Утилізація теплоти сонячного випромінювання за рахунок вірно підібраних огорожувальних світлопроникних конструкцій приміщень лікарні [9].

6. Пристрої, що отримують та поглинають розсіяну сонячну радіацію для покращення освітленості приміщень лікарні і зменшення енергозатрат на освітленість.

7. Сонцезахисні засоби в приміщеннях лікарень оптимальної конструкції із врахуванням посезонного опромінення фасадів лікарні та орієнтації за сторонами світу [10].

8. Система витяжної механічної вентиляції лікарні з індивідуальним особливим регулюванням температурного режиму і утилізації теплоти витяжного повітря. Завдяки застосуванню системи кондиціонування з енергоутилізацією досягається енергоощадність до 75 % теплової енергії.

9. Економія електричної енергії лікарні (влаштування фоторелейних пристроїв), що затрачається на потреби всієї будівлі, методом автоматизації освітлення, часткове або повне вимкнення освітлення в нічний час, застосування енергоощадних освітлювальних приладів [11].

10. Заміна балконного та віконного скла приміщень лікарні на менш теплопровідне (крізь балконні двері та вікна тепловтрати становлять 17 %). Зменшення витрат теплоти через вікна лікарні може бути виконано через потрійне застосування.

11. Покращення теплозахисних властивостей захисних конструкцій лікарні — збільшення їх термічного опору до нормованих значень. Це досягається методом утеплення стін лікарні ізоляційними матеріалами (1 м<sup>3</sup> теплоізоляції забезпечує економність 1,4...1,6 т умовного палива) [12].

Основними задачами підприємств будівельної напряму для забезпечення енергоощадності лікарень повинні стати: влаштування додаткових потужностей із виробництва значної номенклатури вітчизняних місцевих високоефективних теплоізоляційних матеріалів із впровадженням нових ресурсо- та енергоощадних технологій; вдосконалення управління житловим фондом; матеріальне забезпечення реалізації енергоощадних заходів; відбір та використання сучасних енергоощадних технологій та матеріалів. Найдоцільніший варіант енергоощадних заходів варто вибирати з врахуванням кількості мінімальних зведених капітальних затрат та щорічних експлуатаційних витрат [11-17].

### **1.3 Обґрунтування раціонального джерела системи опалення приміщень лікарні**

Раціональне застосування паливно-енергетичних ресурсів для потреб лікарень – одна з світових глобальних проблем, якісне та ефективне вирішення якої матиме вирішальне значення не лише задля подальшого розвивання світової спільноти, але і для забезпечення місця його існування. Одним із перспективних методів вирішення даної проблеми є застосування нових енергоощадних технологій в лікарнях, що можуть знизити витрати первинних енергетичних ресурсів. На даний час мало уваги приділяють системам вентиляції та опалення лікарень, що працюють з застосуванням зонного обліку електричної енергії [18]. Впровадження даних систем дозволить провести вирівнювання графіків добового споживання електричної енергії у великих масштабах.



Будівля лікарні має загальну площу 8322 м<sup>2</sup>. Розрахункова потужність опалення становить 366 кВт, середня 188 кВт. Орієнтовна потужність системи гарячого водопостачання становить 30 кВт [18]. Для обґрунтованого і раціонального вибору ефективного джерела тепlopостачання лікарні розглянемо найбільш доцільні варіанти.

1. Газова котельня для лікарні має безумовні переваги: простота експлуатації, технологічне енергетичне паливо і високий ККД його спалювання, незначні шкідливі викиди. Основними недоліками цього джерела є стрімке збільшення ціни на природний газ, високі вимоги до розміщення котельні, висоти димової труби та до окремого приміщення, де встановлене технологічне обладнання [18-20].

2. Твердопаливна котельня для лікарні може працювати на вугіллі, дровах, рослинних відходах, паливних брикетах, торфі, пелетах. Основною перевагою джерела енергії біомаси є її екологічність, а недоліком – складність її спалювання, необхідність завантаження та транспортування такого палива [19].

3. Котельня з електрокотлами для лікарні найдешевша у організації, надійна та проста в обслуговуванні, під час роботи не виділяє шкідливих речовин, відповідно не потрібне монтування димової труби, немає специфічних вимог до приміщення котельні. Основні недоліки – значна встановлена електрична потужність, значна ціна електроенергії. Електрокотельня може обладнуватись баками-акумуляторами, що дозволяє застосовувати електроенергію найнижчої вартості - нічний тариф тризонного лічильника, який становить 40% від звичайного тарифу, але влаштування акумуляторів і автоматики підвищує інвестиції капіталу і значно збільшує розміри котельні [20].

Теплонасосні технології забезпечення теплоти для лікарні не отримали поки що великого розповсюдження через великі капіталовкладення [19, 20].

З застосуванням створеної математичної моделі [18] обрахування техніко-економічних показників окремих джерел тепlopостачання лікарні виконані числові дослідження для виявлення границь економічної доцільності ви-

бору одного чи іншого варіанту. Результати вишукувань впливу підвищення ціни електричної енергії на собівартість виробленої теплової енергії для різних джерел тепlopостачання лікарні показані на рис. 1.1.

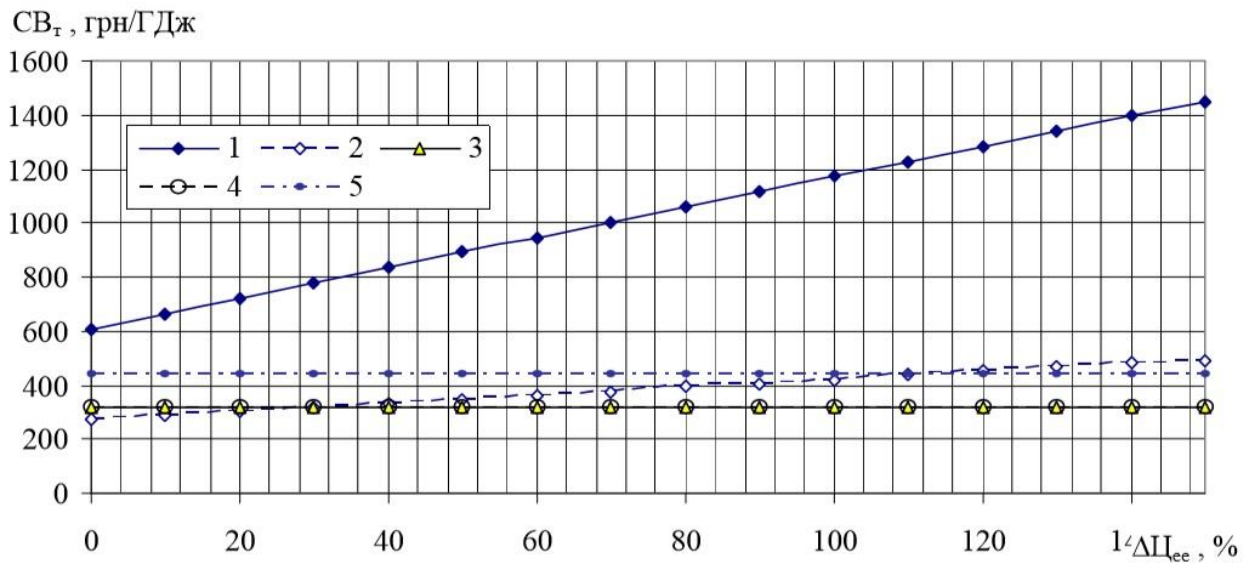


Рисунок 1.1 – Залежність собівартості теплової енергії від підвищення вартості на електроенергію для різних типів джерел тепlopостачання лікарні: 1 – електрокотельня; 2 – електрокотельня з баками-акумуляторами; 3 – котельня на пелетах з біомаси; 4 – котельня на торфовому паливі; 5 – котельня на природному газі [18]

З графіка на рис. 1 ясно, що коли ціна на електроенергію підвищиться на 20%, то вартість теплової енергії, генерованої в тепlopункті з електрокотлами та баками-акумуляторами виявиться такою ж, як собівартість енергії, генерованої твердопаливною котельнею. Коли ціна на електроенергію підвищиться на 120 %, то вартість теплоти, генерованої на природному газі, і в схемі з електричними котлами та баками-акумуляторами зрівняються. На рис. 1.2 зображена залежність впливу зростання ціни на природний газ на вартість теплової енергії від різних джерел.

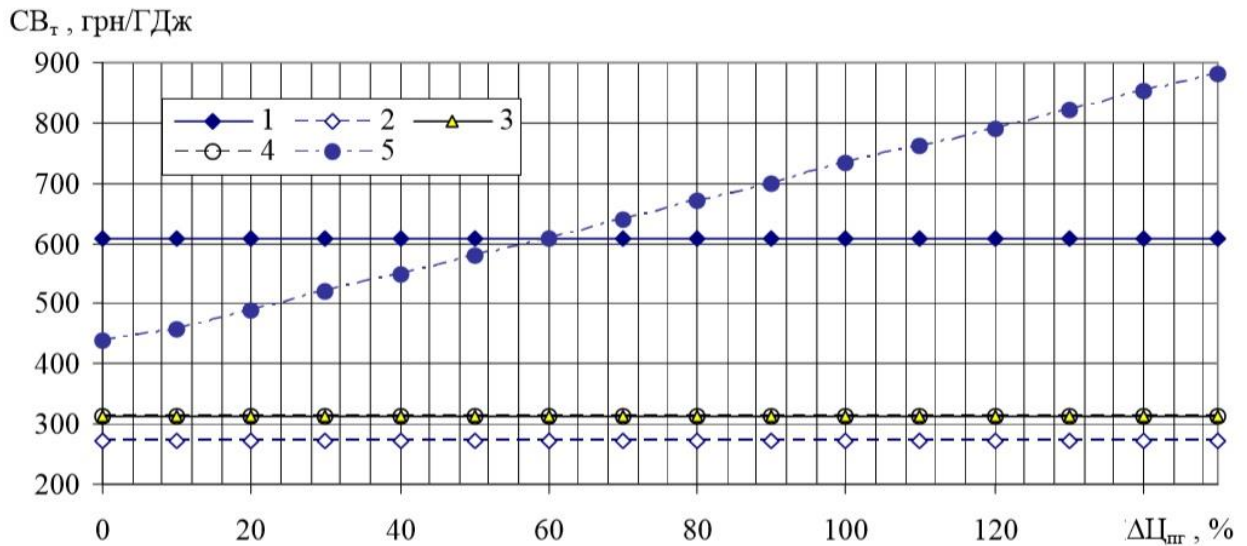


Рисунок 1.2 – Залежність вартості теплової енергії від зростання ціни на природний газ для кількох варіантів джерел тепlopостачання лікарні: 1 – електрокотельня; 2 – електрокотельня з баками-акумуляторами; 3 – котельня на пелетах з біомаси; 4 – котельня на торфовому паливі; 5 – котельня на природному газі [18]

Проведені аналітичні дослідження вказують, що економічно раціональним варіантом для лікарні є котельня з електрокотлами, баками-акумуляторами та зонним обліком електроенергії. Але у зв'язку із неможливістю різкого переведення лікарні на електричне тепlopостачання, розглянемо варіант тепlopостачання із використанням міських теплових мереж.

#### 1.4 Модернізація системи вентиляції в приміщеннях лікарні

Збільшення енергоощадності вентиляційних систем в приміщеннях лікарні є одним з найбільш важливих напрямків енергоефективності. Вентиляція є одним із найпотужніших споживачів теплової та електричної енергії лікарні, і визначення її енергоощадності варто проводити ще на етапі проектування будівлі лікарні, а також на час енергетичних аудитів та на час процесу стосовно визначення енергоефективності споживання енергії вентиляційними системами лікарень. Ставиться задача у встановленні оптимального крите-

рію та методів підвищення енергоощадності вентиляційних систем лікарень [21].

Питома вентиляційна потужність (SFP) – це сумарна електрична потужність, яку використовують усі вентилятори системи повітрообміну лікарні, поділена на сумарну витрату повітря, що передається у будівлі лікарні в межах розрахункового навантаження. Типове число питомої вентиляційної потужності SFP лікарні для систем кондиціонування і вентиляції має знаходитись в межах від 2 до 4, що дорівнює значенням 500...2000 Вт/(м<sup>3</sup>/с). Зазначений показник дозволяє повністю оцінити енерговитрати на створення повітрообміну у приміщенні лікарні без зазначення витрат енергії за складовими системами [21-29].

Корисну потужність можна розрахувати, використовуючи втрати тиску в системі підготовки повітря та швидкість повітря, що надходить з усіх розподільчих пристроїв системи вентиляції лікарні. Розглянемо зміну наведених показників залежно від конструктивних змін в вентиляції лікарні. Результати обчислень зведено у таблицю 1[21].

Таблиця 1.1 – Характеристики витяжної системи вентиляції лікарні до і після модернізації

Параметр	L, м <sup>3</sup> /с	P <sub>сб</sub> (N <sub>v</sub> ), Вт	$\rho \cdot V_{вих}^2 / 2$ , Па	SFP, Вт/(м <sup>3</sup> /с)	$\eta_{витяж}$
До модернізації	2,05	1600	160	780	0,077
Після модернізації	2,05	1300	15	634	0,1

У таблиці приведені характеристики витяжної вентиляції лікарні до і після модернізації. Система вентиляції лікарні змонтована радіальним витяжним вентилятором без попередньої підготовки повітря (рекуперації, фільтрації та іншого). Задля підвищення енергоощадності системи вентиляції лікарні на викидному патрубку вентилятора влаштовано дифузор, що дало змогу зменшити динамічний напір вихідного потоку повітря та зменшити його швидкість з 16,4 м/с до 5 м/с при «нормованій» швидкості 10 м/с. При цьому систему налаштовано частотним перетворювачем так, що після удосконалення витрата повітря залишилася попередньою - 2,05 м<sup>3</sup>/с [21-23].

Виходячи з цього можна навести головні напрямки збільшення енергоощадності систем вентиляції в лікарні. Головною метою є зниження загальної споживаної потужності системи і зниження числа «не корисних» втрат потужності в системі вентиляції. Зниження потужності, що споживається, можна досягти методом ретельного підбору складових системи вентиляції лікарні – вентиляторів з найбільшим ККД у робочій точці; застосуванням фасонних частин, повітроводів, розподільчих пристроїв з низьким аеродинамічним опором. Задля витяжних систем в лікарні також важливим є монтаж дифузорів на викидному патрубку та зниження температури витяжного повітря, яке надходить до вентилятора методом утилізації теплоти [22-25]. Оптимальне прокладання мереж з дотриманням нормативного діапазону швидкостей і елементах припливних і витяжних агрегатів в повітроводах також дозволяє знизити втрати тиску і акустичне навантаження на зовнішнє середовище. Окрім заощадження електроенергії лікарні значну увагу варто приділити економії теплової енергії лікарні. В даному випадку ефективними є традиційні заходи – використання рециркуляції повітря для приміщень лікарні, рекуперація теплоти, де це не заборонено нормативною базою, використання для підігрівання повітря альтернативних джерел енергії, накопичення теплоти з застосуванням тризонних тарифів на енергоносії.

### **1.5 Доцільність застосування змінної витрати системи вентиляції лікарні**

Системи з витратою повітря, яка змінюється, почали використовувати відносно недавно. Їхній розвиток та поширення пов'язані зі жорсткими вимогами до зручності мікроклімату приміщень лікарень та появою сучасних технічних засобів для точної та ефективної регуляції витрати повітряного середовища в системах центрального кондиціонування, а саме, в лікарнях. Дані системи мають можливість регульовано розподіляти потоки повітря в приміщення лікарні, де є необхідність і зменшувати витрату повітря в «не заванта-

жених» приміщеннях лікарні, що є суттєвим для різних маніпуляційних, операційних та палатах лікарень [26, 27].

Сучасні будівлі лікарень потребують забезпечення високоефективними системами кондиціонування для створення комфортних мікрокліматичних умов відповідно до вимог нормативних документів [22, 25]. Теплонадлишки у приміщеннях лікарні є непостійними протягом тижня і дня та залежать від кількості медичного персоналу та пацієнтів, орієнтації приміщення лікарні відповідно до сторін горизонту, роботи медичного обладнання та інших факторів. За застосування традиційних систем мультизонального кондиціонування лікарні, окрім системи вентиляції, виникає потреба у влаштуванні окремих точкових пристроїв для охолодження: фанкойлів, холодних балок, внутрішніх блоків кондиціонерів, та інших. Все це в сукупності призводить до вагомого зростання вартості системи забезпечення мікроклімату лікарні, тому що монтуються не одна, а дві системи: вентиляції і кондиціонування [27, 28]. Застосування центрального кондиціонування об'єднаного з вентиляцією як правило призводить до збільшення споживання, оскільки дані системи призначено для максимальних теплонадходжень у приміщеннях і при загальній підготовці повітря врахувати специфіку експлуатації кожного приміщення лікарні немає змоги. Таким чином збільшується споживання енергії, і система не має необхідної гнучкості у керуванні при значній кількості приміщень лікарні, що обслуговуються. Енергоощадність є одним з головних чинників зростання прибутків сьогоденних українських промислових підприємств [27-29]. Поява на ринку вентиляції та кондиціонування регуляторів витрати повітря, які керуються центральним контролером і мають змогу змінювати витрату повітря у повітроводі значно дозволило перелаштуватись до проектування та застосування систем зі змінною витратою повітря (VAV). Відповідно до досліджень [27-29] зменшення енергетичних витрат в системах VAV може бути більше 25% відносно системам з постійною витратою повітря. Зменшення енергоємності перш за все пов'язане із специфікою розрахунку системи VAV: чисельна кількість припливного повітря встановлюється згідно макси-

мальних погодинних сумарних теплових навантажень для кожного приміщення лікарні. Загалом, завдяки різниці теплонадходжень об'єм вентиляційного повітря лікарень складе на 25–35 % менше, ніж у системи з постійною витратою повітря. Головним недоліком таких систем є неможливість і нецільність застосування звичайних повітророзподільних засобів та малих перерізів повітроводів в лікарні, а також важливість постійного реагування на зміну витрати у системі кондиціонування і регулюванні вентиляторів. Надзвичайно ефективно відповідно до [26, 27] зарекомендували себе щілинні, вихрові і пристрої для витяжної вентиляції. Такі пристрої найбільш суттєво реагують на зміну ККД системи і мають найменшу похибку розподілу повітряних потоків у приміщенні лікарні. Великого розміру повітроводи хоча і сприяють певному здорожчанню системи, але дане збільшення ціни значно нижче, ніж ціна окремої системи кондиціонування для даної будівлі лікарні. Основною перешкодою в аспекті переміщення повітря в лікарні є обмеженість простору для монтування повітроводів і виконання отворів в огорожуючих конструкціях. Налаштування продуктивності вентиляторів центрального кондиціонера лікарні як правило здійснюють традиційним методом – за допомогою частотного перетворювача, який через блок управління реагує на датчики тиску, що приєднані до системи вентиляції. Із використанням центрального кондиціонування у приміщенні лікарні надходить підготовлене зовнішнє повітря, рециркуляція не суттєва. Нагальним є застосування енергоутилізації [28]. В осінній та весняний періоди року, вранці, в нічний час та ввечері є необхідним надходження зовнішнього повітря без додаткового охолодження, яке також збільшує енергоекономічність системи вентиляції лікарні зі змінною витратою повітря. Взимку для енергоефективності в приміщеннях лікарні без теплонадлишків кількість повітря може оцінюватись лише санітарними нормами. Більшість пошукачів даних систем, зокрема [3-5] пропонують для вирівнювання тисків та гнучкості управління використовувати кільцеві системи кондиціонування. Головним регулюючим органом в системах вентиляції є залежні і незалежні від тиску термінали VAV. Найбільшого розпо-

всюдження набули термінали, незалежні від тиску в системі (рис. 1.3). Температурний датчик відслідковує температуру всередині приміщення і направляє сигнал до VAV регулятора, який, потім, подає сигнал на кроковий двигун, що керує регулюючим клапаном. Регулюючий клапан відповідає за необхідну продуктивність припливного повітря задля поглинання тепло- вологонадлишків з приміщень лікарні.

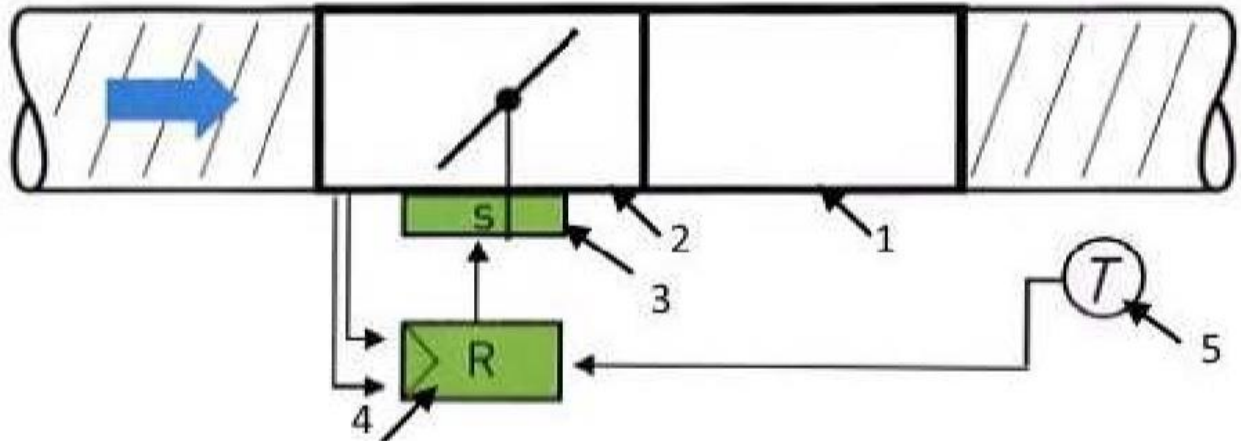


Рисунок 1.3 Незалежний від тиску термінал VAV [3]: 1 – повітропровід; 2 – регулюючий клапан; 3 – сервопривід; 4 – VAV регулятор; 5 – сенсор температури

Аналіз літератури [27, 29] дав змогу сформуванню наступний список головних вимог до проектування систем вентиляції лікарні зі змінною витратою повітря в лікарні:

1. Система повинна створити у кожному приміщенні лікарні мінімальну санітарну норму зовнішнього чистого повітря на розбавлення шкідливих компонентів і забезпечення дихання персоналу в приміщенні відповідно до вимог додатку X ДБН В. 2.5-67.

2. Витрата повітря повинна створити поглинання тепло- волого надлишків та CO<sub>2</sub>, які присутні у приміщенні медичного закладу у даний момент.

3. Кількість повітря, що надходить у повітроводах і виходить через розподільчі пристрої не повинна бути більшою, за необхідну відповідно до п.п. 1 і 2.



4. Робота системи вентиляції лікарні в будь-якому діапазоні значень не повинна перевищувати нормативні рівні звукового тиску у всіх октавних полосах.

5. Система вентиляції лікарні має бути «гнучкою» тобто мати змогу до адаптації відповідно до нових конструктивних специфік приміщень лікарні або зміни навантажень.

6. Рекомендований діапазон налаштувань системи вентиляції лікарні повинен розміщуватись в межах 60%–100% від максимальної продуктивності системи лікарні.

7. В системі автоматизації вентиляції лікарні потрібно врахувати монтаж датчиків тиску та частотних перетворювачів для налаштування вентиляторів центрального кондиціонера. В процесі налаштування і експлуатації системи значну увагу варто звернути на влаштування регулюючих пристроїв: важливим є дотримання рекомендацій підприємств-виробників та забезпечення прямих ділянок до і після регулятора не менше 3 діаметрів повітроводу. В склад сервісних робіт неодмінно повинні входити роботи з технічного обслуговування крокових двигунів, сенсорів, приводів і клапанів, засоби з очищення повітроводів, фільтрів і вентиляторів. У випадку влаштування після регуляторів нагрівачів догріву – роботи з очищення нагрівальної поверхні [27].

Розглянемо два однакових суміжних приміщення лікарні (маніпуляційну та палату) розташованих на середньому поверсі будівлі лікарні у м. Вінниця. Приймавши орієнтацію і конструкцію стін, тип, графік роботи персоналу і кількість працюючих, тип світлопрозорих конструкцій та вікон і вид світлозахисних пристроїв на них однаковим, для двох приміщень розрахуємо і побудуємо графік щогодинних теплонадходжень у дані приміщення лікарні (рис. 1.4 і 1.5).

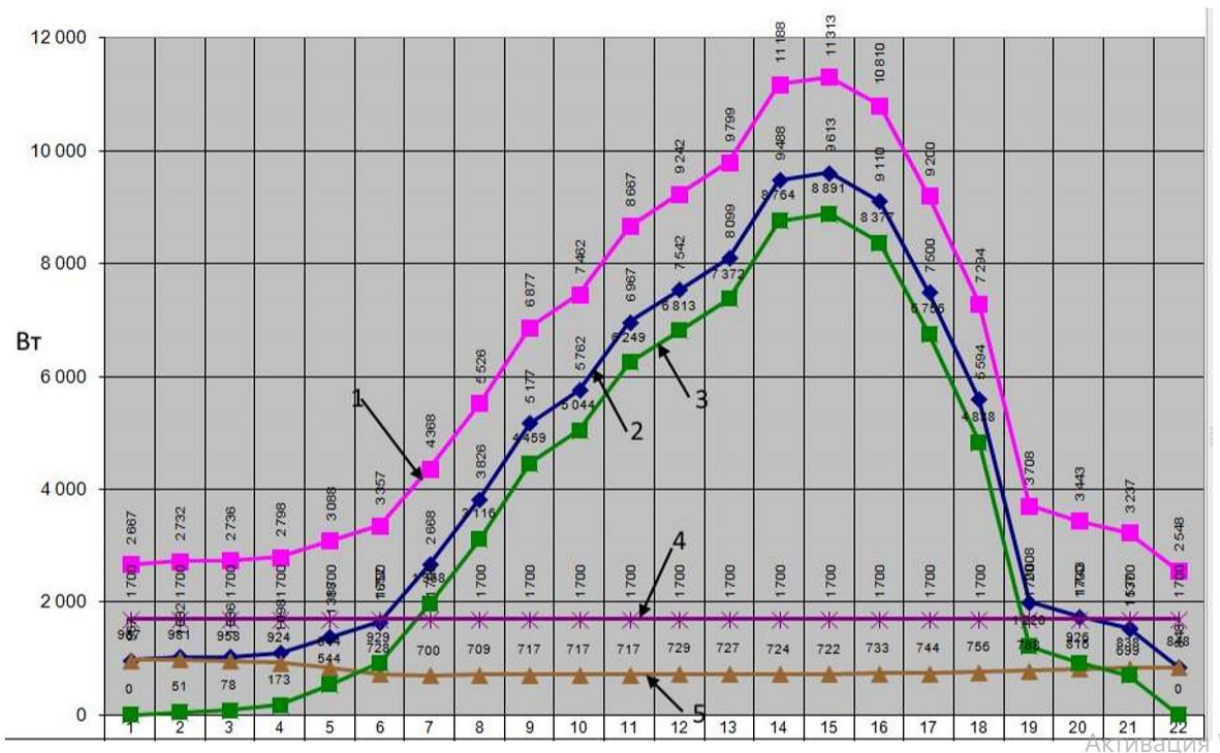


Рисунок 1.4 – Щогодинні теплонадходження у приміщення лікарні орієнтованого на захід та південь: 1 – загальний щогодинний тепловий потік, Вт; 2 – загальний щогодинний тепловий потік через огороджуючі конструкції, Вт; 3 - загальний щогодинний тепловий потік через світлопрозорі конструкції, Вт; 4 – теплонадходження від людей, Вт; 5 – теплонадходження через масивні конструкції [27]

Аналіз літератури [27, 29] дав змогу сформулювати наступний список головних вимог до проектування систем вентиляції лікарні зі змінною витратою повітря в лікарні.

Система повинна створити у кожному приміщенні лікарні мінімальну санітарну норму зовнішнього чистого повітря на розбавлення шкідливих компонентів і забезпечення дихання персоналу в приміщенні відповідно до вимог додатку Х ДБН В. 2.5-67.

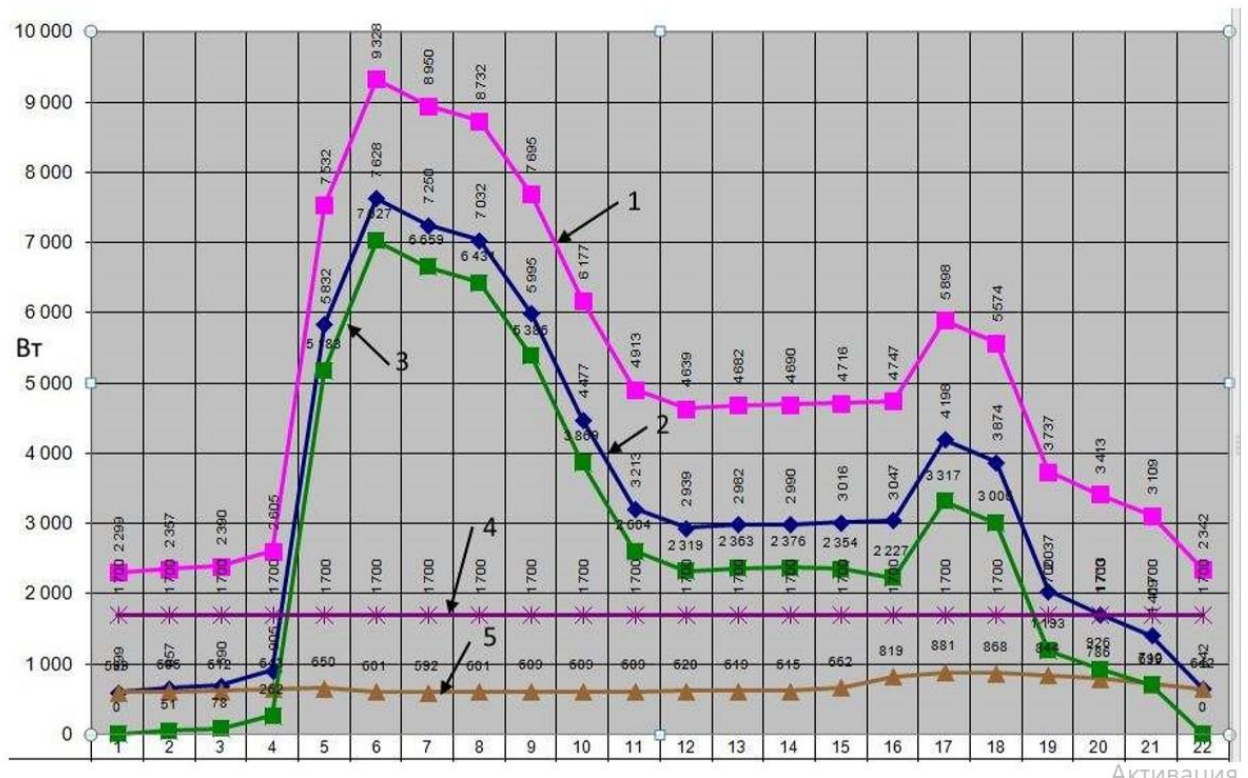


Рисунок 1.5 - Щогодинні теплонадходження у приміщення лікарні орієнтованого на схід та північ: 1 – загальний щогодинний тепловий потік, Вт; 2 – загальний щогодинний тепловий потік через огорожуючі конструкції, Вт; 3 – загальний щогодинний тепловий потік через світлопрозорі конструкції, Вт; 4 – теплонадходження від людей, Вт; 5 – теплонадходження через масивні конструкції [27]

Сумарні максимальні теплонадходження для двох приміщень лікарні (маніпуляційна та палата) складуть: о 6 годині ранку 12,7 кВт, о 15 годині – 16 кВт. Таким чином витрату повітря для вентиляційної системи лікарні зі змінною витратою повітря варто обраховувати для даних приміщень виходячи з максимальних теплонадходжень у 16 кВт, в той час як система з постійною витратою повітря моделювалась для поглинання теплонадходжень 20,6 кВт (рис. 1.6). Найменша витрата системи VAV задовольняє вимогам додатку Х ДБН В. 2.5-67. До того ж запропонованої витрати вистачає для асиміляції вологонадлишків у приміщенні лікарні. Витрата повітря даних систем вентиляції у ранішній і вечірній час має різницю в 5 разів на системи VAV [27-29].

### Щогодинна витрата повітря системами вентиляції VAV і CAV для двох приміщень

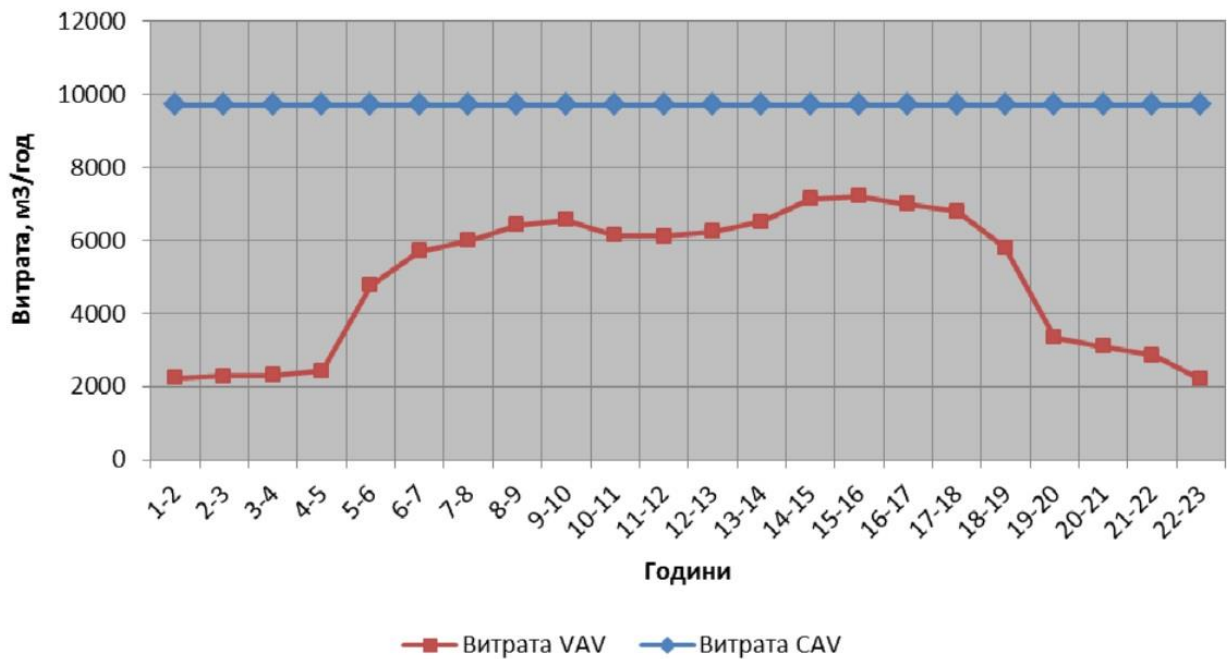


Рисунок 1.6 - Щогодинна витрата повітря для асиміляції теплонадлишків у приміщеннях лікарні (маніпуляційна та палата) з температурою припливу на 8 °С нижче розрахункової внутрішньої температури [27]

Найменша різниця між максимальними витратами повітря системи даних систем вентиляції лікарні складає 2500 м³/год, що дозволить знизити споживану потужність вентиляторів системи лікарні у системі VAV мінімум на 0,4 кВт.

Отже, в приміщеннях лікарні можливо встановити систему вентиляції зі змінною витрати, що дасть змогу зекономити на витратах в системі забезпечення мікроклімату.

#### 1.6 Висновок до першого розділу

Скорочення витрат енергоресурсів шляхом залучення інвестицій в ефективні енергозберігаючі проекти, зокрема систем опалення та вентиляції лікарні, є важливою проблемою економіки. Для залучення коштів в проекти енергозбереження лікарні необхідно побудувати організаційно-економічний ме-

ханізм вкладання інвестицій в проекти енергозбереження медичних закладів та створити цільові місцеві фонди енергозбереження, які будуть займатися залученням інвестицій і їх розподілом в проекти енергозбереження.

Для теплопостачання приміщень лікарні запропоноване раціональне джерело теплоти на основі комбінації електрокотельні з баками-акумуляторами і зонним обліком електроенергії. Проте за неможливості такого підключення, в роботі застосовується міська мережа теплопостачання.

Сучасні системи вентиляції і центрального кондиціонування зі змінною витратою повітря відмінно зарекомендували себе як енергозберігаючі та гнучкі системи. Кількісна регуляція витрати повітря відповідно до потреб у приміщенні дозволяє зменшити загальну витрату повітря, капітальні витрати та енергоспоживання (приблизно на 25%) у порівнянні з традиційними системами кондиціонування. Їх доцільно застосовувати в приміщеннях лікарні як елемент енергозбереження.

## **2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ ЛІКАРНІ**

### **2.1 Обґрунтування основних будівельних рішень по влаштуванню систем забезпечення мікроклімату в лікарні**

В будівлі проектується розмістити топкову установку потужністю 40 кВт, яка складається з твердопаливного котлу Viessmann, одного бойлерів електричних – для гарячого водопостачання, та пристрою пом'якшення води для підживлення і для експлуатації котельні.

Топкова розміщується в спеціальному закритому приміщенні. Це дозволяється при дотриманні будівельних норм і вимог безпеки. Приміщення має розміри 7х6х3м і розраховане на влаштування котельної установки отужністю 40 кВт.

Установка призначена для опалення будинку, підігріву теплоносія для системи опалення і виробництва гарячої води для споживання. Твердопаливна топкова опалює всю площу будинку і нагріває воду для радіаторів з врахуванням зовнішніх мікрокліматичних умов.

Система опалення будівлі вертикальна двотрубна з нижньою розводкою магістралей поліпропіленовими трубами композит фірми Firat. Як опалювальні пристрої прийнято сталеві радіатори з гладкою поверхнею у гігієнічному виконанні Korado. Для генерації теплової енергії використовується котел (рис.2.2), який разом з іншим теплотехнічним обладнанням розташований у приміщенні топкової амбулаторії в спеціальному приміщенні.



Рисунок 2.2 - Загальний вигляд котла Viessmann vitoligno

Основні хатектеристики котла дозволяють його експлуатувати в широкому діапазоні, використовувати різноманітну деревину лдля спалювання та мінімально забруднювати навколишнє середовище.

Основними факторами при виборі котельних агрегатів Viessmann vitoligno, явилось те, що:

- в Україні устаткування виявило себе надійним в роботі і прийнятним в експлуатації у наших умовах: перепадами напруги в електромережі, перепадами тиску в мережі водопостачання;
- простота і надійність в обслуговуванні;
- каскад котлів не потребує багато місця, відносно дешевий;
- виробляє тільки таку теплову потужність, яка потрібна на даний момент;
- сенсор температури зовнішнього повітря постійно слідкує за зміною погоди і подає сигнал на автоматику, яка здійснює погодозалежне регулювання.

Чисельність персоналу, який задіяний у влаштуванні і гідравлічному випробуванні котлоагрегату, визначається розрахунками в залежності від трудомісткості робіт і дорівнює 7 людей, в тому числі:

- на влаштування котлоагрегату – 3 людини
- на гідравлічне випробування – 3 людини,

Оскільки топкова з відповідним обладнанням є повністю автоматизованою, то в ній не передбачене постійне перебування обслуговуючого персоналу. Контроль за роботою топкової здійснюють самі лікарі амбулаторії, на пульт котла пункт виведені наступні параметри: загазованість приміщення, сигнали аварійної зупинки, температура теплоносія, відкривання-закривання дверей.

Для обслуговування котла необхідно 2 працівника амбулаторії з розряду допоміжного персоналу, які працюють періодично і позмінно через 12 год і суміщають нагляд за топковою з іншими роботами на об'єкті. Поточний огляд та ремонт топкової здійснюється бригадою з 2-х слюсарів-ремонтників, які працюють за графіком.

Система опалення передбачається двотрубна і має ряд переваг над однотрубною системою. Найголовніше з усіх переваг полягає в тому, що на кожен окремо взятий радіатор опалення надходить теплоносій однакової температури. На відміну від неї, система однотрубного опалення не дозволяє забезпечувати всі батареї теплоносієм однакової температури – як правило, останні прилади такої системи прогріваються погано.

Незалежність кожного окремо взятого опалювального приладу. Якщо в цьому відношенні порівнювати двотрубну систему розводки опалення з однотрубним її аналогом, то, на відміну від другої, перша не передбачає зупинку всього опалення при виході з ладу хоча б одного опалювального приладу.

Можливість регулювання температури в кожному окремо взятому приміщенні. Досягається це просто – на кожен опалювальний прилад встановлюються відсікаючі крани на зворотну магістраль та автоматичні термостатичні клапани з терморегульовальні головками. Кожен клапан має попереднє налаштування, що дозволяє здійснити гідравлічне балансування системи (кожного циркуляційного кільця) і підтримувати точний потокорозподіл теп-



лоносія у системі відповідно до проекту. У будь-якому випадку, відкриваючи або закриваючи крани регулятори, або встановлюючи температуру на терморегулювальних головках, можна контролювати комфортну температуру в приміщенні, не впливаючи на роботу всіх інших приладів в будинку.

Монтаж двотрубної системи опалення може проводитися в будь-яких будинках і будинках, незалежно від їх площі та кількості поверхів.

Застосування двотрубної вертикальної системи опалення передбачає паралельне з'єднання радіаторів, які тепло надходить від котла. Роботи по влаштуванню системи опалення і будівництву приміщення для обладнання котельні розпочинають після узгодження з органами державного нагляду. Всі роботи з монтажу обладнання і пуско-налагоджувальні роботи здійснюються спеціалістами підприємства-постачальника. Монтаж здійснює організація, яка має досвід монтажу та ліцензію на виконання такого виду робіт. Монтажні роботи повинні виконуватись у відповідності з робочим проектом. Організація монтажних робіт може проводитись послідовним, паралельним та поточним методами.

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

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

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

Замовник і підрядник заключають підрядний договір, який регулює взаємовідношення між ними на весь період будівництва. Монтаж здійснюється підрядним способом, доставка елементів системи здійснюється підрядни-

ком. При складанні актів приймання робіт та довідки про вартість виконаних робіт визначається базисна вартість виконаних робіт, враховуються ринкові подорожчання обумовлені в контракті або визначені по факту. Оплата за виконанні монтажні роботи між замовником та підрядником проводиться у формі безготівкового розрахунку.

Топкова, яка запропонована, працює на твердому паливі, який в порівнянні з іншими видами палива є доступним і дешевим. Котли при роботі викидають мало шкідливих речовин в порівнянні з котельнями, які працюють на вугіллі чи рідкому паливі. Розташування топкової також сприяє розсіюванню шкідливих речовин на більшу площу, оскільки амбулаторія розташована на відкритому просторі.

В атмосферному повітрі населених пунктів, у повітрі робочої зони і у воді водоймищ санітарно-побутового водокористування встановлюються гранично допустимі концентрації шкідливих речовин (ГДК), які затверджуються Міністерством охорони здоров'я України.

Концентрації основних забруднювачів атмосферного повітря не повинні перевищувати ГДК. Найбільш ефективним засобом зменшення викидів є впровадження енергозберігаючих заходів в секторі теплозабезпечення та газозабезпечення, сюди відносять заміну трубопроводів теплових мереж, ізоляцію поверхні труб з використанням сучасних матеріалів, виключення частих пусків та зупинок котла. Особливу увагу слід приділяти справній роботі усієї системи відведення газу, для цього необхідно:

- відразу ж усувати протікання димових газів, які можуть бути причиною виникнення аварійних ситуацій, що в результаті призведе до забруднення навколишнього середовища;
- проводити ревізію вузлів з'єднань;
- діагностувати стан системи димовидалення;
- вести облік споживання палива;
- проводити планово-запобіжні огляди та ремонти;

- відслідковувати відповідності палива вимогам виробника котельного обладнання.

Також заходами з охорони атмосфери передбачається зменшення концентрації шкідливих речовин в приземному шарі шляхом розсіювання димових газів за допомогою димової труби.

Опалювальні прилади призначені для передачі тепла від теплоносія безпосередньо у приміщення, в якому вони встановлені. Радіатори повинні бути зручними та безпечними при використанні, повинні мати найменшу площу осідання пилу і вільний доступ для його видалення, мінімальну температуру на поверхні, що запобігатиме пригоранню пилу та зниженню швидкості руху повітря з пилом. Осідання пилу на поверхні нагрівального приладу погіршує процес теплообміну на 15%.

Технологічні рішення диктуються такими умовами: набором імпортного обладнання, вимогами нормативно-технічних документів з пожежної безпеки, охорони праці.

Передбачається також використання вітчизняного допоміжного обладнання і організаційного оснащення: манометри, засувки, вентилі, газові лічильники, сталеві труби для топкової.

Розмір площі топкової повинен відповідати обладнанню, що розміщується в топковій. Стіни мають задовольняти загальним вимогам. Їх несуча здатність має витримувати вагу обладнання та бути здатними до невеликого динамічного навантаження:

- настил підлоги має бути тришаровим та витримувати водний шар товщиною 10 см;
- висота порогу не менше 10см;
- необхідно забезпечити відведення води з підлоги за допомогою трапу
- електричні вимикачі виведені назовні;
- наявність вікна.

Ступінь вогнестійкості приміщення котельної визначається межами вогнестійкості основних будівельних конструкцій і розповсюдження вогню по цих конструкціях прийнята згідно з [3]. Приміщення топкової відноситься до класу „Д” вогнебезпеки, тому необхідно виконувати іскробезпечне покриття.

З метою забезпечення вибухопожежної безпеки проектором передбачені такі заходи:

- розташування котлів в окремому приміщенні на даху будинку;
- мінімальна витрата повітря в приміщенні повинна складати три крати зміни повітря;
- максимальна допустима швидкість потоку повітря у приміщенні на рівні всмоктування повітря в котлоагрегат 0.3 м/с;
- мінімальна внутрішня висота приміщення 2.3 м [8].

## **2.2 Моделювання теплотехнічного розрахунку огорожуючих конструкцій**

Система опалення повинна компенсувати теплові втрати через огороження будівлі, втрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря, яке поступає через відчинені двері, прорізи, щілини притворів і на відчинені зимою двері .

Втрати тепла через огороження, що відділяють опалювані приміщення від зовнішнього повітря або від неопалюваних приміщень знаходять тільки при різниці розрахункової температури повітря більше 5°C.

Загальні тепловтрати  $Q_3$  складаються з основних  $Q_r$  і додаткових втрат тепла [33]:

$$Q_3 = Q_r + Q_d . \quad (2.1)$$

Розрахунок теплових втрат виконуємо з точністю до 5 Вт по окремих приміщеннях.

Детальний підрахунок теплових втрат виконуємо для типових приміщень першого, середнього і верхнього поверхів, а також сходово-ліфтового блоку. (див. додаток А).

Кінцевою метою теплотехнічного розрахунку є визначення коефіцієнту теплопередачі окремих огорожуючих конструкцій будинку (зовнішні стіни, стеля верхнього поверху, перекриття над підвалом, вікна).

Виходячи із  $R_0^n$  підбирають конструкцію (товщину шарів матеріалів) кожного огороження окремо [34].

Будова зовнішніх стін:

1 шар: утеплювач (мінеральна вата):

$$\lambda_{\text{шт}} = 0,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C});$$

2 шар: силікатна цегла:

$$\lambda_{\text{цк}} = 0,75 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C});$$

$$\delta_{\text{цк}} = 0,51 \text{ м};$$

3 шар: штукатурка (контактний фасад):

$$\lambda_{\text{шт}} = 0,75 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C});$$

$$\delta_{\text{шт}} = 0,02 \text{ м};$$

Термічний опір підбраної конструкції огороження  $R_0^\phi$  повинен бути не менше від  $R_0^n$ , тобто  $R_0^\phi \geq R_0^n$ . Для цього необхідно розрахувати товщину шарів матеріалу, з яких складається огороження.

Термічний опір шару цегли підраховується за формулою:

$$R_{ц} = \frac{\delta_{ц}}{\lambda_{ц}}, \quad (2.2)$$

де  $\delta_{ц}$  - товщина шару, м;

$\lambda_{ц}$  - коефіцієнт теплопровідності цегли, Вт/м °С.

Термічний опір шару утеплювача і шару штукатурки підраховується таким же чином.

Повний фактичний термічний опір огороження (стінки) підраховується з виразу [34]:

$$R_0^{\phi} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_{ц}}{\lambda_{ц}} + \frac{\delta_y}{\lambda_y} + \frac{1}{\alpha_з} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}}, \quad (2.3)$$

де  $1/\alpha_в$  – термічний опір теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни,  $R_в$ ;

$\alpha_в$  – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни;

$\delta_{ц}/\lambda_{ц}$  – термічний опір шару цегли,  $R_{ц}$ ;

$\delta_y/\lambda_y$  - термічний опір шару утеплювача,  $R_y$ ;

$1/\alpha_з$  - термічний опір тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни,  $R_з$ ;

$\delta_{шт}/\lambda_{шт}$  - термічний опір шару штукатурки,  $R_{шт}$ ;

тобто,  $R_0^{\phi} = R_в + R_{ц} + R_y + R_{шт} + R_з$ .

Щоб визначити товщину шару утеплювача, треба визначити який термічний опір повинен мати цей шар.

$$R_y = R_0^{\phi} - (R_в + R_{ц} + R_{шт} + R_з), \quad (2.4)$$

тоді  $\delta_y = R_y \cdot \lambda_y$

$$R_{\text{шк}} = \frac{0,51}{0,75} = 0,67 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

$$R_{\text{ш}} = \frac{0,02}{0,75} = 0,027 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

$$R_{\text{в}} = 0,113 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

$$R_3 = 0,05 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

$$R_{\text{в}} = 3,3 - (0,113 + 0,67 + 0,027 + 0,05) = 2,44 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

$$\delta_{\text{пн}} = 2,44 \cdot 0,04 = 0,09 \text{ м.}$$

Приймаємо  $\delta_{\text{пн}} = 10 \text{ см.}$

Виконуємо перерахунок термічного опору огорожуючої конструкції:

$$R_0 = R_g + R_1 + R_2 + R_{\text{ym}} + R_3 + R_{\text{св}} = 0,113 + 0,67 + 0,027 + 2,5 + 0,5 = 3,81$$

$$R_{\text{ф}} > R_{\text{в}}. \quad (2.5)$$

*Розрахунок вікон*

Спочатку знаходимо різницю температур:

$$\Delta t = t_g - t_s = 20 + 21 = 41 (^{\circ}\text{C}), \text{ отже потрібний термічний опір теплопередачі}$$

вікна  $R_0^{\text{п}} = 0,75 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$ . Цьому значенню буде задовільняти вікно з потрібним

заскленням з  $R_0 = 0,75 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$ .

Коефіцієнт теплопередачі вікна [6, 13]

$$k = 1/R_0 = 1/0,75 = 1,33 \left( \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C} \right). \quad (2.6)$$

*Розрахунок перекриття над підвалом*

Розрахунок підлоги 1-го поверху ведемо аналогічно розрахунку горіщного перекриття. Спочатку вибираємо нормативний опір теплопередачі для захисної конструкції нового будівництва  $R_0^п = 4,75 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$  [13].

Тоді з  $R_0^ф = 1/\alpha_в + R_п + R_{ст} + \delta_к/\lambda_к + R_п + 1/\alpha_з$  визначаємо необхідний термічний опір утеплювача:

$$\begin{aligned} R_{ym} &= R_n - \left[ \frac{1}{\alpha_в} + R_{cm} + R_l + R_n + \frac{1}{\alpha_з} \right] = 4,75 - (0,133 + 0,38 + 0,071 + 0,331 + 0,05) = \\ &= 3,67 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}. \end{aligned}$$

Тоді необхідна товщина утеплювача становитиме:

$$\delta_y = R_y \cdot \lambda_y = 3,67 \cdot 0,04 = 0,15 \text{ (м)}. \quad (2.7)$$

Приймаємо мінераловатні мати товщиною 150 мм, тоді

$$R_{ym}^ф = \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} = \frac{0,15}{0,04} = 3,67 \left( \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right). \quad (2.8)$$

Перерахуємо необхідний термічний опір для перекриття із шаром утеплювачу товщиною 0,15 м:

$$R_0^ф = 0,133 + 0,331 + 3,67 + 0,38 + 0,071 + 0,05 = 4,75 \left( \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right).$$



Коефіцієнт теплопередачі для горіщного перекриття становитиме:

$$K = 1 / 4,95 = 0,2 \text{ (Вт/м}^2\text{°C)}.$$

### *Вибір обігрівальних приладів*

Для опалення будинку застосовують двотрубну систему опалення із нижньою розводкою, яка підключається до індивідуального котла. Марка обігрівальних приладів мідно-алюмінієві «Термія» з боковим підключенням.

Поверхня нагрівання приладів  $F_{\text{пр}}$  визначається за формулою:

$$F_{\text{пр}} = Q_n / q_n, \quad (2.9)$$

де  $Q_n$ - розрахункове теплове навантаження приладу [35];

$q_n$ - поверхнева густина теплового потоку приладу.

Для розрахунків теплотехнічні характеристики приймаємо відповідно до каталогу виробника.

### *Гідравлічний розрахунок системи опалення*

Гідравлічний розрахунок системи опалення складається наступних етапів:

- розбивання системи на ділянки і приймання діаметрів трубопроводів на цих ділянках.

- по таблицям визначають швидкість руху теплоносія на даній ділянці, питомі втрати тиску і втрати тиску на місцевих опорах, визначають сумарні втрати тиску в системі.

- виконуємо перевірку: якщо запас тиску не перевищує 10% то діаметри трубопроводів підбрано правильно, в іншому випадку виконують перерахунок [36].

Перший етап проводиться у такій послідовності:

- розбиваємо систему на окремі ділянки і визначають витрату теплоносія по кожній ділянці. Значення витрат теплоносія кожної ділянки наносять на аксонометричну схему.

Розрахунковий циркуляційний тиск в загальному вигляді визначають за формулою:

$$P_p = P_{ш} + P_{пр}, \quad (\text{Н/м}^2) \quad (2.10)$$

де  $P_{ш}$  – штучний тиск, викликаний збурювачем.

$$P_{ш} = (80 \div 100) \Sigma l, \quad (\text{Н/м}^2) \quad (2.11)$$

де  $\Sigma l$ -довжини циркуляційного кільця, м.

$P_{пр}$ - природній тиск, який є в циркуляційному кільці за рахунок охолодження води в елементах системи:

$P_{н.п.}$  – природній тиск, який виникає в циркуляційному кільці від охолодження води в обігрівальних приладах:

$$P_{\text{нп}} = \beta \cdot g \cdot h \cdot (t_{\text{г}} - t_{\text{ох}}), \quad (\text{Н/м}^2) \quad (2.12)$$

де  $h$ - відстань за висотою між горизонтальними осями обігрівального приладу і виходу котла, м;

$t_{\text{г}}$  – температура гарячої води,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{\text{ох}}$  – температура охолодженої води,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\beta$  – коефіцієнт, що приймається рівним 0,6 [37].

$\Delta P$ - природній тиск, який виникає в циркуляційному кільці від охолодження води в трубопроводі.

Розрахунок починаємо із самого найвіддаленішого циркуляційного кільця.

Витрати води визначаються за виразом:

$$G = 0.86 \cdot \frac{Q}{t_2 - t_{\text{ох}}}, \quad (2.13)$$

$R_{\text{д}}$ - визначають за виразом:

$$R_{\text{д}} = \frac{0,5 \cdot P}{\sum L} \quad (2.14)$$

Другий етап виконується так:

Орієнтуючись на витрату води визначаємо діаметр трубопроводів, питомі витрати тиску на тертя на 1 м і швидкість руху водив трубопроводі, які заносять до таблиці (див. додаток В).

Втрати на місцевих опорах визначаємо за формулою [36]:

$$Z = \sum \xi \cdot h. \quad (2.15)$$

Третій етап виконується так:

Просумувавши втрати тиску в системі порівнюємо його з розрахунковим. При розрахунках величиною природного тиску нехтуємо, тоді  $P_p = P_{ш} = (80 \div 100) \Sigma l$  [36].

Результати гідравлічного розрахунку системи опалення приведені в додатку А.  $\Delta_{зап}$  визначається за виразом:

$$\Delta_{зап} = (P_p - \Sigma(R \cdot l + Z)) / P_p \cdot 100\% \quad (2.16)$$

При гідравлічному розрахунку визначили швидкості течії і діаметри труб, запас тиску склав 5,9 %. Оскільки, запас циркуляційного тиску  $\Delta_{зап}$  знаходиться в межах 5-10%, то розрахунок на цьому закінчується.

### *Підбір обладнання системи опалення*

Основний модуль нагріву складається котла проточного типу потужністю Viessmann 40 кВт, ККД котла - вище 70%. Температура опалювальної води що встановлюється до 85 С. Залежно від необхідної теплової потужно-

сті автоматично включається, вимикається будь-яка комбінація з трьох пальників, тому ККД обладнання не падає при зменшеній потужності.

Відповідно до результатів гідравлічного моделювання системи опалення  $G=0,17$  л/с, втрата тиску  $P=11$  кПа підбрано циркуляційний насос Wilo Yonos Махо 25/05-10. Робоча точка отримана при перетині характеристики мережі і характеристики насоса. Графічна загальний вигляд насоса на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд циркуляційного насосу Yonos Махо

Необхідні дані для визначення об'єму:

- кількість води для наповнення котлоагрегату загальною потужністю 40 кВт та баку акумулятора:  $V_1 = 680$  л;

- кількість води необхідна для наповнення трубопроводів системи теплопостачання калориферів, опалення з насосною циркуляцією:  $V_2 = 70$  л;

- кількість води для наповнення радіаторів висотою 500 мм [13]:  $V_3=130$  л.

- кількість води в системі теплопостачання:  $V_c=680+70+130=880$  (л);

- максимальна температура нагріву води  $t_b=85$  °С;

- максимальний робочий тиск 2 бари;

- розширення води в системі при нагріванні її до 85 °С складає 4% [36];

Об'єм води, яка розширюється:

$$V=0.04*880=35,2 \text{ л}, \quad (2.17)$$

Необхідний об'єм компенсатора:

$$J = 1.3 \cdot V_p \cdot \frac{P_{\max}}{P_{\max} - P_{ст}}, \quad (2.18)$$

де 1,3 – коефіцієнт запасу;

$P_{ст}$  – статичний тиск в системі

$$P_{ст}=h \times g \times (\rho_0 - \rho_r) + \Delta P_{тр}, \quad (2.19)$$

де  $h$ - відстань за висотою між горизонтальними осями опалювального приладу і котла;

$\rho_0$  – питома вага води після опалювального приладу,  $\rho_0=983,24$  кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_r$  - питома вага води до обігрівального приладу,  $\rho_{85}=968,57$  кг/м<sup>3</sup>;

$\Delta P_{тр}$  – природній тиск, який виникає від охолодження води в трубопроводі,

$\Delta P_{тр}=100$  Па [35];

$P_{ст}=17,6 \times 9,8 \times (983,24 - 968,57) + 100 = 2629$  Па = 2,63 (кПа)

За результатами розрахунку підберемо закритий компенсатор об'єму Reflex N об'ємом 100 л, який фірма за попереднім замовленням доставляє разом з котельною установкою. Характеристики закритого компенсаційного об'єму: максимальний статичний тиск: 150 кПа; максимальний робочий тиск: 400 кПа; максимальна температура води: 110 °С.

## **2.4 Моделювання гідравлічного режиму системи вентиляції лікарні та підбір обладнання**

### *Організація та розрахунок повітрообміну вбудованих приміщень*

Схему організації повітрообміну обираємо “зверху вверху”. Подача припливного повітря в приміщення передбачається, через отвори повітророзподільників, розташованих вище зони, що обслуговується з врахуванням вимог СНиП II-33-75. Для забезпечення допустимих умов у офісних приміщенні використовуємо традиційну систему, яка складаються з приточно-витяжної машини і розподільчих повітропроводів, підведених до обслуговуваного приміщення. Швидкість повітря в вертикальних каналах – до 5 (м/с), а втрати тиску в системі - до 200 (Па). Така система є низько швидкісною. Система, яка проектується є постійною за об'ємом припливного повітря і змінною по її температурі. Таким чином, ми отримуємо переваги у монтажу і експлуатації, а також низькі капітальні витрати. Все механічне обладнання розміщується поза зоною обслуговуваного приміщення, що сприяє зменшенню розповсюдження шуму та вібрації. Регулювання температур виконуємо зміною глибини другого підігріву.

### *Розрахунок повітрообміну приміщень*

Видаляємо повітря тільки з верхньої зони, то розрахункові формули будуть наступні:

- по надлишках теплоти [35] :

$$L_1 = \frac{3,6Q_{\text{я}}}{1,2k_t(t_{o.з} - t_n)}, \quad (2.20)$$

$$L_1 = \frac{3,6 \cdot 3300}{1,2 \cdot 7,18 \cdot (22 - 19)} = 459,57 \text{ (м}^3 \text{ /ГОД)},$$

- по надлишках вологи:

$$L_2 = \frac{W \cdot 10^3}{1,2k_d(d_{o.з} - d_n)}, \quad (2.21)$$

$$L_2 = \frac{2,25 \cdot 10^3}{1,2 \cdot 8,17 \cdot (11,5 - 10)} = 540 \text{ (м}^3 \text{ /ГОД)},$$

- по надходженню шкідливих речовин:

$$L_4 = \frac{z}{k_z(z_{o.з} - z_n)}. \quad (2.22)$$

Мінімальна кількість повітря, що подається припливними установками в холодний період року, визначається по розрахунковим умовам перехідного періоду.

Коефіцієнт повітрообміну зв'язаний з параметрами повітря в приміщенні наступним чином [36]:

$$k_t = \Delta t_{yx} / \Delta t_{\text{п}}, \quad (2.23)$$

$$k_t = 21,55 / 3 = 7,18;$$

$$k_d = \Delta d_{yx} / \Delta d_{\text{п}}, \quad (2.24)$$

$$k_d = 12,25 / 1,5 = 8,17$$



$$k_z = \Delta z_{yx} / \Delta z_{\pi}, \quad (2.25)$$

де  $\Delta t_{yx} = |t_{yx} - t_{\pi}|$  - надлишкова температура повітря, що видаляється з приміщення, ( $^{\circ}\text{C}$ );

$\Delta t_{\pi} = |t_{\pi} - t_{0.3}|$  - надлишкова температура припливного повітря, ( $^{\circ}\text{C}$ );

$\Delta z_{yx} = z_{yx} - z_{\pi}$  - надлишкова концентрація шкідливих речовин в повітрі, що покидає приміщення, ( $\text{мг}/\text{м}^3$ );

$\Delta z_{\pi} = z_{0.3} - z_{\pi}$  - надлишкова концентрація шкідливих речовин в повітрі ОЗ, ( $\text{мг}/\text{м}^3$ );

$d_{yx} = |d_{yx} - d_{\pi}|$  - надлишковий вологовміст повітря, що видаляється з приміщення ( $\text{г}/\text{кг}$ );

$\Delta d_{\pi} = |d_{0.3} - d_{\pi}|$  - надлишковий вологовміст повітря ОЗ, ( $\text{г}/\text{кг}$ ).

Коефіцієнти повітрообміну  $k_t$ ,  $k_d$  повинні прийматися за нормативними документами або знаходитись розрахунковим шляхом.

### *Визначення повітрообміну по I-D діаграмі*

#### **Теплий період року**

1. Параметри зовнішнього повітря:

Приймаємо відповідно [34] для теплого періоду.

2. Параметри внутрішнього повітря:

Приймаємо відповідно [34] для теплого періоду.

3. Визначаємо надходження шкідливостей [4]:

$$\Sigma Q_T = Q_{\text{я}} + Q_{\text{пр}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{ін}}, \quad (2.26)$$

$$\Sigma Q_T = 3900 \text{ (Вт)},$$

де  $Q_{я}$  - явні теплонадходження, (Вт);

$Q_{пр}$  - приховані теплонадходження, (Вт);

$Q_{осв}$  - теплонадходження від освітлення, (Вт);

$Q_{ін}$  - теплонадходження від інсоляції, (Вт).

4. Визначаємо схему повітрообміну: “зверху вверху”.

5. Визначаємо перепад температур:  $\Delta t_p = 5$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) [36].

6. Визначаємо необхідну продуктивність по повітрю [36]:

$$G = \frac{\Sigma Q_{я}}{c \cdot \Delta t_p}, \quad (2.27)$$

$$G = \frac{3300}{1,005 \cdot 5} = 656,7 \text{ (м}^3 \text{ /год),}$$

де  $\Sigma Q_{я}$ -явні теплонадходження (сумарні) [38]:

$$\Sigma Q_{я} = Q_{ял} + Q_{ін} + Q_{осв}, \text{ [Вт]} \quad (2.28)$$

$c$  - теплоємність повітря, (кДж/кгК).

7. Наносимо параметри зовнішнього і внутрішнього повітря на I-D діаграму .

8. Вологонадходження :

$$W = q \times n, \quad (2.29)$$

$$W = 2250 \text{ (г/год).}$$

де  $q$  - питомі тепловиділення, (г/люд);

$n$  - розрахункова кількість людей;

9. Тепловологісний коефіцієнт [10]:

$$\varepsilon = \Sigma Q_{пр} / W \varepsilon = 17,3. \quad (2.30)$$

10. Проводимо пряму через точку В відповідно коефіцієнту  $\varepsilon$ .

11. Приймаємо припливне повітря на  $5^0$  менше за внутрішнє .

12. На I-D діаграмі опускаємо перпендикуляр до  $\varphi=95\%$  при  $d=\text{const}$  і отримуємо точку К, піднімаємось на  $1,5^0$  вище і отримуємо точку К, яка характеризує реальні параметри повітря.

13. Визначаємо кількість рециркуляційного повітря:

$$L_p = \frac{G}{L_n} \quad (2.31)$$

$$L_p = 656,7 - 60 \cdot 5 = 356,7 \text{ (м}^3 \text{ /год)},$$

де  $L_n = 60 \cdot n$  - кількість припливного повітря, (м<sup>3</sup> /год).

14. Визначаємо на діаграмі параметри рециркуляційного повітря – точка С.

15. Визначаємо параметри приточно-витяжної машини:

$$\text{- продуктивність } L_k = 1,1 \times G = 1,1 \times 656,7 = 722 \text{ (м}^3 \text{ /год)}, \quad (2.32)$$

$$\text{- необхідний тиск } P = 1,1 \times \Delta P = 1,1 \times 120 = 132 \text{ (Па)}, \quad (2.33)$$

$$\text{- холодопродуктивність } Q_x = L_k (i_c - i_k) = 722 \times (53 - 48,5) = 3,2 \text{ (кВт)} \quad (2.34)$$

$$\text{- теплопродуктивність } Q_x = L_k (i_{k1} - i_n) = 722 \times (49 - 48,7) = 217 \text{ (Вт)} \quad (2.35)$$

### Холодний період року

1. Параметри зовнішнього повітря:

Приймаємо відповідно для холодного періоду.

2. Параметри внутрішнього повітря:

3. Визначаємо надходження шкідливостей [36]:

$$\Sigma Q_x = Q_y + Q_{пр} + Q_{осв}, \quad (2.36)$$

$$\Sigma Q_x = 3,5 \text{ (кВт)},$$

де  $Q_y$  - явні теплонадходження, (Вт);

$Q_{пр}$  - приховані теплонадходження, (Вт);

$Q_{осв}$  - теплонадходження від освітлення, (Вт).

4. Визначаємо схему повітрообміну: “зверху вверху”.

5. Визначаємо перепад температур:  $\Delta t_p = 5 \text{ (}^\circ\text{C)}$ .

6. Визначаємо необхідну продуктивність по повітрю:

$$G = \frac{\Sigma Q_y}{c \cdot \Delta t_p}, \quad (2.37)$$

$$G = \frac{3000}{1,005 \cdot 5} = 597 \text{ (м}^3 \text{ /год)},$$

де  $\Sigma Q_y$  - явні теплонадходження (сумарні):

$$\Sigma Q_y = Q_{ял} + Q_{осв}, \text{ [Вт]} \quad (2.38)$$

$c$  - теплоємність повітря, (кДж/кгК).

7. Наносимо параметри зовнішнього і внутрішнього повітря на I-D діаграму.

8. Вологонадходження :

$$W = 2250 \text{ (г/год)}.$$

9. Тепловологісний коефіцієнт :

$$\varepsilon = 14,4.$$

10. Проводимо пряму через точку В відповідно коефіцієнту  $\varepsilon$ .

11. Приймаємо припливне повітря на  $5^0$  менше [34] за внутрішнє, на прямій процесу відкладаємо точку П.

13. Визначаємо кількість рециркуляційного повітря :

$$L_p = 597 - 60 \times 5 = 297 \text{ (м}^3 \text{ /год),}$$

14. На I-D діаграмі отримали точку С. Виконуємо підігрів при  $d = \text{const}$ .

15. З точки П опускаємо перпендикуляр до перетину з лінією  $\phi = 95\%$  при  $d = \text{const}$  і отримуємо точку К, піднімаємось на  $1,5^0$  вище і отримуємо точку  $K_1$

16. З точки  $K_1$  піднімаємось по прямій ( $d = \text{const}$ ) до точки П, проводимо пряму по  $I = \text{const}$  до точки С.

17. В зрошувальній камері повітря осушується за умовою:

$$t_w < t_p ,$$

де  $t_w$  - температура води в зрошувальній камері, ( $^0\text{C}$ ).

18. Отже, процеси, які ми побудували на діаграмі:

ПВ - процес в приміщенні;

СТ - перший підігрів;

$KK_1$  – підігрів у вентиляторі;

$K_1П$  - другий підігрів;

19. Визначаємо параметри приточно-витяжної машини:

- продуктивність  $L_k = 1.1 \times 597 = 657 \text{ (м}^3 \text{ /год),}$

- необхідний тиск  $P = 1,1 \times 120 = 132 \text{ (Па),}$

- перший підігрів  $Q_1 = L_k \times (i_T - i_C) = 657 \times (38 - 11) = 17,7 \text{ (кВт),} \quad (2.39)$

$$\text{- другий підігрів } Q_{II} = L_k \times (i_{K1} - i_{II}) = 657 \times (39 - 34,8) \times 0,333 = 2,8 (\text{кВт}) \quad (2.40)$$

*Розрахунок припливної струмини і повітророзподільчих пристроїв*

Розрахунок припливних струмин виконуємо на основі вимог до швидкості руху повітря і температури в робочій зоні. Для визначення забезпечення цих вимог виконують перевірку:

1. На покриття струминою робочої зони.
2. Відповідність розрахункової швидкості повітря нормованій.
3. Наявність допустимого температурного перепаду.

1. Площа покриття струминою робочої зони [38]:

$$S = \frac{L}{v \cdot 3600}, \quad (2.41)$$

де  $L$ - витрата повітря (таблиця 2.8), ( $\text{м}^3 / \text{год}$ );

$v$ - швидкість повітря в робочій зоні, ( $\text{м}/\text{с}$ );

Кількість розподільчих пристроїв:

$$n = \frac{S_1}{S_2}, \quad (2.42)$$

$$n = \frac{216}{19,9} = 10$$

де  $S_1$ -загальна площа приміщення,  $S_1 = 216 (\text{м}^2)$ ;

$S_2$ - площа покриття (струмина конічна), ( $\text{м}^2$ ):

$$S_2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (2.43)$$

$$S_2 = \frac{3,14 \cdot 5,03^2}{4} = 19,9 (\text{м}^2),$$

де  $d$ - діаметр покриття струминою робочої зони, (м):

$$d = 2 \cdot h \cdot \operatorname{tg} 40^{\circ}, \quad (2.44)$$

$$d = 2 \cdot 3 \cdot \operatorname{tg} 40^{\circ} = 5,03 \text{ (м)},$$

де  $h$ - відстань від розподільчого пристрою (анемостата) до робочої зони, (м);

$\operatorname{tg} 40^{\circ}$  - кут розкриття (дії) струмини в просторі, приймається від  $30^{\circ}$ —  $40^{\circ}$ .

2. Розрахункова швидкість витоку повітря [35-38]:

$$V_0 = V_{\max} \frac{X_n}{m_2 \cdot K_B \sqrt{F_0}}, \quad (2.45)$$

$$V_0 = 0,5 \cdot \frac{3}{5,1 \cdot 1,1 \sqrt{0,03}} = 1,54 \text{ (м/с)},$$

де  $V_{\max}$  – максимальна швидкість в робочій зоні, (м/с):

$V_{\max} = V_p$ - при безпосередній дії на людину;

$X_n$ - відстань від решітки до робочої зони, (м);

$m_2$ - коефіцієнт, який враховує ступінь затухання,  $m_2 = 5,1$  [37];

$K_B$ - коефіцієнт, який враховує вплив параметрів направлених струмин,  $K_B = 1,2$ .

3. Розрахунок по допустимому температурному перепаду [38]:

$$\Delta t_0 = \frac{n_2 \cdot K_B \cdot \sqrt{F_0}}{X_n} < 1, \quad (2.46)$$

$$\Delta t_0 = \frac{1,3 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{0,03}}{3} = 0,09 < 1,$$

де  $X_n$ - відстань від решітки до робочої зони, (м);

$n_2$ - коефіцієнт, який враховує темп затухання, температури по довжині струмини,  $n_2=1,3$ ;

$K_B$ - враховує вплив параметрів направлених струмин,  $K_B=1,2$  [37].

Підбір і типорозмір повітророзподільчих пристроїв наведений в специфікації обладнання для кондиціювання.

### *Аеродинамічний розрахунок повітропроводів*

Розрахунок повітропроводу виконуємо в два етапи:

1. Розрахунок ділянок основного (магістрального) напрямку вентиляційної системи, який характеризується найбільшою довжиною;

2. Ув'язка відгалужень.

Перший етап:

А. Розбиваємо систему на окремі ділянки і визначаємо витрату повітря по кожній ділянці. Значення витрат повітря та довжини кожної ділянки наносять на аксонометричну схему.

Б. Визначаємо площу поперечного перерізу ділянок повітропроводу:

$$F_p = L_p / V, \text{ [m}^2\text{]} \quad (2.47)$$

де  $L_p$  - розрахункова витрата повітря на ділянці, (м<sup>3</sup>/с);

$V$  - рекомендована швидкість руху повітря на ділянках, (м/с);

За отриманими значеннями  $F_p$  підбираємо стандартні розміри повітропроводів [8].

В. Визначаємо фактичну швидкість руху повітря на ділянках



$$V_i = \frac{L_p^i}{F_i}. \quad (2.48)$$

Г. Визначаємо втрати тиску на тертя на ділянках:

$$P_{TP} = \lambda_{TP} \frac{1}{d} \rho \frac{V^2}{2}, \quad (2.49)$$

де  $\lambda_{TP}$  - коефіцієнт опору тертя:

$$\lambda_{TP} = 0,11 \left( \frac{68}{Re} + \frac{k}{d} \right)^{0,25}, \quad (2.50)$$

де Re- число Рейнольдса:

$$Re = V d / \nu, \quad (2.51)$$

де d - діаметр повітропроводу;

k - абсолютна шорсткість повітропроводів:

для сталених  $k = 1 \cdot 10^{-4}$  (м);

$\nu$  - коефіцієнт кінетичної в'язкості повітря:  $\nu = 1,5 \cdot 10^{-5}$  (м<sup>2</sup>/с).

Д. Визначаємо втрати тиску на місцевих опорах:

$$P_{стис} = \sum_{i=1}^n P_i + \sum_{j=1}^m P_{об}^j; \quad (2.52)$$

де  $\sum \xi$  - сума коефіцієнтів місцевих опорів;

$P_d$  - динамічний тиск.

Е. Визначаємо загальні втрати тиску на ділянках та у вентиляційній системі:

Втрати тиску на ділянках:

$$P_i = P_{\text{три}} + P_{\text{омі}}, \quad (2.53)$$

де  $n$  - кількість ділянок;

$P_{\text{об}}$  - втрати тиску на обладнанні (фільтр, калорифер, клапан та ін.);

$m$  - кількість обладнання.

Є. За значеннями тиску та продуктивності підбираємо вентилятор і двигун по каталогам .

Другий етап:

Втрати тиску від точки розгалуження до кінця розгалуження повинні дорівнювати втратам тиску від цієї ж точки до кінця магістрального напрямку. Підбираємо площу поперечного перерізу повітропроводу відгалуження, а при необхідності встановлюють діафрагму . Нев'язка не повинна перевищувати 15%.

*Підбір обладнання для вентиляції*

Підбір вентиляторів

Продуктивність вентилятора ( $\text{м}^3/\text{год}$ ) приймаємо по розрахунковій витраті повітря для системи:

$$L_{\text{вент}} = k_{\text{підс}} L_{\text{сист}}, \quad (2.54)$$

де  $k_{\text{підс}}$  - коефіцієнт, який враховує підсос та витікання повітря із системи:

для металевих, пластмасових і азбоцементних повітропроводів

при  $l_{\text{маг}} \leq 50$  (м),  $k_{\text{підс}} = 1.1$ ; при  $l_{\text{маг}} = 50$  (м),  $k_{\text{підс}} = 1.15$ .

Довжину повітропроводу визначаємо по довжині магістральних ділянок.

Тиск, який створює вентилятор, визначаємо:

$$P_{\text{вент}} = 1.1 \Delta P_{\text{п}}, \quad (2.55)$$

де 1.1 - коефіцієнт, що враховує 10% запас тиску на невраховані втрати;

$\Delta P_{\text{п}}$  - загальні втрати тиску (повного) в системі, (Па).

Робочий режим вентиляторів вибираємо так, щоб коефіцієнт корисної дії відрізнявся не більш ніж на 10% від максимального.

Потужність, що споживається на валу електродвигуна, визначаємо:

$$N_{\text{э}} = L_{\text{вент}} P_{\text{вент.ф.}} / 3600 \eta_{\text{в}} \eta_{\text{п}}, \quad (2.56)$$

де  $P_{\text{вент.ф.}}$  - фактичний тиск, розвинутий вентилятором (по характеристиці вибраного вентилятора);

$\eta_{\text{в}}$  і  $\eta_{\text{п}}$  - ККД відповідно вентилятора і передачі. ККД передачі дорівнює:

1-при безпосередньому приєднанні колеса вентилятора до осі електро-двигуна і 0.95 - при клинопасовій передачі [39].

Установочна потужність електродвигуна з врахуванням необхідного запасу приймаємо:

$$N_{\text{уст}} = k N_{\text{э}}, \quad (2.57)$$

$k$  - коефіцієнт запасу.

Результати підбору вентиляційного обладнання заносимо в зведену таблицю основного вентиляційного обладнання будівлі.

Продуктивність вентилятора приймаємо по розрахунковій витраті повітря для системи.

Припливна система (П-1):

$$L_{\text{вен}} = 720 \text{ (м}^3\text{/год);}$$

Витяжна система (В-1):

$$L_{\text{вен}} = 700 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

Довжину повітропроводу визначаємо по довжині магістральних ділянок, прокладених в приміщеннях.

Тиск, що створює вентилятор:

Припливна система (П-1):

$$P_{\text{вен}} = 1.1 \times 130 = 143 \text{ (Па);}$$

Витяжна система (В-1):

$$P_{\text{вен}} = 1.1 \times 130 = 143 \text{ (Па)}.$$

Потужність, що споживається на валу електродвигуна, визначаємо по формулі:

$$N_e = 720 \times 0,4/3600 \times 0,745 \times 1 = 0,08 \text{ (кВт);}$$

$$N_e = 700 \times 0,4/3600 \times 0,745 \times 1 = 0,08 \text{ (кВт)}.$$

Встановлена потужність електродвигуна з врахуванням необхідного запасу:

припливна система (П-1):

$$N_{\text{вст}} = 1.5 \times 0,08 = 0.12 \text{ (кВт);}$$

витяжна система (В-1):

$$N_{\text{вст}} = 1.5 \times 0.08 = 0.12 \text{ (кВт)}.$$

Обираємо два (на подачу і видалення) радіальних вентилятора „Plug Fan” агрегат CVA-0,5 з такими характеристиками:

$$h_v = 0,8 \text{ кПа, } L=750 \text{ (м}^3\text{/год) } \eta = 0,74 \text{ , } m = 2 \text{ (кг)}.$$

Електродвигун має такі характеристики :

$$4A F4 \text{ , } N_y = 0,5 \text{ (кВт) , } \eta_e = 1500 \text{ (об / хв)}.$$

Підбір водяного нагрівача (I-й підігрів)

Витрата повітря  $L_{\text{пр}} = 720$  (м<sup>3</sup>/год);

Початкова температура повітря  $t_{\text{н}} = 2$  (°C);

Кінцева температура повітря  $t_{\text{к}} = 28,5$  (°C);

Теплоносії вода  $t_{\text{г}} = 90$ (°C),  $t_0 = 60$  (°C);

Густина повітря  $\rho_{22} = 1.2$  (кг/м<sup>3</sup>);

Теплова потужність водяного нагрівача (по воді) , (кВт):

$$Q = M_w \times C_{pw} \times (t_{w1} - t_{w2}), \quad (2.58)$$

де  $M_w$ - витрата води, (кг/с);

$C_{pw}$  – гранична теплоємність води, (кДж/кгК);

$t_{w1}, t_{w2}$ -температура води відповідно на вході та виході, (°C);

$$Q = 0,094 \times 4,19 \times (90 - 60) = 7,8 \text{ (кВт)}.$$

Теплова потужність водяного нагрівача (по повітрю), (кВт):

$$Q = V/3600 \times \rho \times C_p \times (t_{\text{к}} - t_{\text{н}}), \quad (2.59)$$

де  $C_p$  – гранична теплоємність сухого повітря, (кДж/кгК);

$V$ —витрата повітря, (м<sup>3</sup>/год);

$$Q = 720/3600 \times 1,2 \times (28,5 - 2) = 6,79 \text{ (кВт)}.$$

Підбираємо нагрівач типу НВ – 1 з наступними конструктивними характеристиками:

- 1) мідні труби з розташованими на них блоками алюмінієвих ребер (Cu/Al);
- 2) відстань між ребрами: 2.0-2.5 (мм), товщина ребер 0,1 (мм) (Al);
- 3) діаметр трубок: 4мм - 8мм, товщина стінок труби:0,4 (мм);
- 4) число рядів нагрівача:3;
- 5) на вхідних колекторах колекторах-патрубках є пробка зливу води і повітряник.

Параметри роботи нагрівача типу НВ – 1:

- 1) максимальна температура води до 150 (°C);

- 2) робочий тиск води 1,6 (МПа);
- 3) максимально допустима швидкість повітря  $v=4,6$  (м/с);
- 4) теплова потужність  $Q=12$  (кВт);

Підбір водяного нагрівача (II-й підігрів)

Витрата повітря  $L_{пр} = 700$  (м<sup>3</sup>/год);

Початкова температура повітря  $t_n = 13$  (°C);

Кінцева температура повітря  $t_k = 17$  (°C);

Теплоносії вода  $t_r = 60$ (°C),  $t_0 = 40$  (°C);

Густина повітря  $\rho_{22} = 1.2$  (кг/м<sup>3</sup>);

Теплова потужність водяного нагрівача (по воді),:

$$Q = 0,167 \times 4,19 \times (60 - 40) = 0,8 \text{ (кВт)}.$$

Теплова потужність водяного нагрівача (по повітрю):

$$Q = 700/3600 \times 1,2 \times (17-13) = 1,16 \text{ (кВт)}.$$

Підбираємо нагрівач типу HW – 1 з наступними конструктивними характеристиками:

- мідні труби з розташованими на них блоками алюмінієвих ребер (Cu/Al);

- відстань між ребрами: 2.0-2.5 (мм), товщина ребер 0,1 (мм) (Al);

- діаметр трубок: 4мм - 8мм, товщина стінок труби:0,4 (мм);

-число рядів нагрівача - 2;

-на вхідних колекторах є пробка зливу води і повітряник.

Параметри роботи нагрівача типу HW – 1:

- максимальна температура води до 150 (°C);

- робочий тиск води 1,6 (МПа);

- максимально допустима швидкість повітря  $v=4,8$  (м/с);

- теплова потужність  $Q=10$  (кВт);

Система теплопостачання калорифера наведена на аркуші 3.

Підбір водяного охолоджувача

Витрата повітря  $L_{пр} = 720$  (м<sup>3</sup>/год).

Початкова температура повітря  $t_n = +24,5$  (°C).

Кінцева температура повітря  $t_k = +18,5$  (°C).

Теплоносії вода  $t_n = +8$ (°C),  $t_0 = +15$  (°C).

Густина повітря  $\rho_{22} = 1.2$  (кг/м<sup>3</sup>).

Розрахунок виконуємо на I-D діаграмі.

Процес СП на I-D діаграмі:

Теплова потужність охолоджувача, кількість сконденсованої вологи :

$$Q = V/3600 \times \rho_p \times (i_1 - i_2), \quad (2.60)$$

де Q- потужність охолоджувача, (кВт);

V- витрата повітря, (м<sup>3</sup>/год);

$\rho_p$ - густина повітря, (кг/м<sup>3</sup>);

$i_1$ - ентальпія повітря перед охолоджувачем, (кДж/кг).

$$Q = 720/3600 \times 1,2 \times (53 - 49) = 9,6 \text{ (кВт)}.$$

Кількість зконденсованої вологи , (кг/с);

$$W = V/3600 \times \rho_p \times (x_1 - x_2), \quad (2.61)$$

де W- кількість з конденсованої вологи, (кг/с);

$x_1$ - вологовміст повітря перед охолоджувачем, (кг/кг);

$x_3$ - вологовміст повітря після охолоджувача, (кг/кг);

$$W = 720/3600 \times 1,2 \times (0,0115 - 0,0108) = 0,000168 \text{ (кг/с)}.$$

Процес ПК<sub>1</sub> на I-D діаграмі:

Розраховуємо за формулою , враховуючи  $x_1 = x_2$  ,  $w=0$ :

$$Q = V/3600 \times \rho_p \times (i_{\Pi} - i_{k1}), \quad (2.62)$$

де  $i_2, i_3$ - ентальпія повітря після охолоджувача, (кДж/кг),

$$Q = 720/3600 \times 1,2 \times (49 - 48,5) = 0,36 \text{ (кВт)}.$$

Отже,  $Q_{\text{сум}} = 9,6 + 0,36 = 12,26 = 9,96$  (кВт).

Приймаємо водяний охолоджувач типу CW-1 з наступними конструктивними характеристиками :

- 1) мідні труби з розташованими на них блоками алюмінієвих ребер (Cu/Al);
- 2) відстань між ребрами: 2.0-2.5 (мм), товщина ребер 0,1 (мм) (Al);

3) діаметр трубок: 3/8” (9,5мм)- 1/2” (12,5мм), товщина стінок труби: 0,4 (мм);

4) каплевловлювач виконаний з пластику;

Параметри роботи охолоджувача типу CW – 1:

1) мінімальна температура холодної води +2 (°C);

2) робочий тиск води 1,6 (МПа);

3) максимально допустима швидкість повітря  $v=4,1$  (м/с);

4) холодильна потужність  $Q=10$  (кВт);

## **2.5 Висновок до другого розділу**

Розроблено заходи по створенню комфортних мікрокліматичних умов для працівників та осіб, що перебувають в лікарні. Під час проектування систем опалення здійснено моделювання гідравлічних режимів, в результаті чого підібрано обладнання для енергоефективної системи опалення в приміщеннях лікарні. Виконано розрахунки системи вентиляції приміщень лікарні, зокрема: організація та розрахунок повітрообміну, розрахунок припливної струмини і повітророзподільчих пристроїв, розрахунок аеродинамічний режиму. Виконаний раціональний підбір обладнання, з використанням сучасних елементів систем вентиляції.



### **3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТНИХ ПРОПОЗИЦІЙ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ**

#### **3.1 Аналіз конструктивних особливостей об'єкту**

Відповідно до технічного завдання на проектування для підтримування в приміщеннях амбулаторії нормованих параметрів мікроклімату, що відповідають вимогам санітарних норм, ДБН і забезпечують нормальні умови праці, у проекті передбачена припливно-витяжна вентиляція, опалення та кондиціонування. В розрахунках систем вентиляції та опалення враховані вимоги ДБН В.2,5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря», ДБН В.2.2-10-2001 «Заклади охорони здоров'я»(зі змінами), ДБН В. 2.2-15-2005 Житлові будинки.

Повітрообмін приміщень амбулаторії розрахований на асиміляцію тепловологісних виділень та по нормативним кратностям згідно до Додатку Д ДБН В.2.2-10-2001 з дотриманням санітарно-гігієнічних норм, технологічних вимог, норм вибухопожежної безпеки та повітряно-теплових балансів. У побутовій частині амбулаторії повітрообміни прийнято згідно вимог ДБН В. 2.2-15-2005. Для підготовки повітря та подачі його у приміщення запроектовано припливну установку і витяжні системи. Всі вентустановки установки розміщено на горищному поверсі. Припливна установка П1, обладнана фільтрами G4+F5, калорифером водяним та гліколевим рекуператором. Витяжні установки каналного типу розміщені на горищі.

У проекті передбачено автоматику припливних установок, в результаті роботи якої підтримується автоматичне регулювання температури, захист калорифера від заморожування, регулювання продуктивності вентиляторів, контроль забрудненості фільтрів, діагностика роботи гліколевого рекуператора.

У системі припливно-витяжної вентиляції для повітророзподілення застосовані регульовані анемостати припливно-витяжні регульовані фірми ВЕНТС та повітропроводи зі сталі оцинкованої  $\delta = 0,55 \dots 0,7$  мм, теплоізовані на горищі мінеральною ватою  $\delta = 30$  мм. У місцях перетину перекриття та стін встановлено вогнезатримні клапани з ручним та автоматичним керуванням.

Опалення будівлі та теплопостачання калориферу установки П1 здійснено від твердопаливного котла Viessmann. Контур теплопостачання калорифера, що розміщений на горищі гідравлічно відокремлено від загальної системи теплопостачання за допомогою пластинчатого теплообмінника та заповнено розчином пропіленгліколю 40%.

У складі викидів від витяжної системи вентиляції є асимільоване надлишкове тепло, волога, незначні концентрації вуглекислого газу, запахи. Кондиціонування запроектовано для кабінетів лікарів та спалень за допомогою мультизональної системи GREE FREE MATCH

Заходами зменшення розповсюдження шуму від вентиляційного обладнання є:

- 1) застосування малошумного імпортного обладнання;
- 2) вибір оптимальних швидкостей руху повітря та ізоляція повітроводів;
- 3) застосування віброізоляторів, гнучких вставок, шумоглушників.

Заходами енергозбереження є:

- 1) застосування автоматики припливної установки;
- 2) вибір оптимальної потужності вентиляторів;
- 3) теплоізоляція повітроводів і обладнання.

Основні технічні дані та конструктивні рішення по системам вентиляції показані на кресленнях.

#### Протипожежні заходи

Протипожежні заходи в системах вентиляції виконані згідно вимог ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва", ДБН В.2.5-56:2014

"Системи протипожежного захисту", ДБН В.2,5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря» і містять заходи по:

- організації повітрообміну в приміщеннях;
- розділенню систем;
- встановленню вогнезатримних клапанів;
- виконанню вентиляційного обладнання, схем прокладання повітроводів.

Блокування електроприймачів систем вентиляції з системою сигналізації для їхнього відключення при виникненні пожежі в приміщенні.

Система опалення вертикальна двотрубна з нижньою розводкою магістралей із пластиковими трубами (поліпропілен композит) Firat. Розвідні трубопроводи прокладені в межах поверху. Трубопроводи в місцях перетину перекриттів, внутрішніх стін та перегородок прокладаються в футлярах з негорючих матеріалів. Футляри на 20-30 мм виступають над позначкою чистої підлоги.

Як генератор тепла використовується котел Viessmann, який розташований у спеціальному приміщенні. Це дозволяється при дотриманні будівельних норм і вимог безпеки. Приміщення має розміри 7х6х3м і розраховане на влаштування топкової установки потужністю до 180 кВт.

Топкова потужністю 40 кВт, складається з нагрівального модуля, регулятора погодозалежної автоматики гідровирівнювача.

Система опалення складається з:

- 1) нагрівальних приладів: сталеві радіатори Корrado Радик 500.
- 2) мережі трубопроводів поліпропіленові труби;
- 3) регулювальної арматура та системи обліку.

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

### 3.2 Визначення кількісних показників основних матеріалів, виробів, будівельних машин та енергетичних ресурсів

В результаті виконаного гідравлічного розрахунку систем опалення, вентиляції та кондиціонування було підібрано умовні діаметри труб для монтажу систем, які становлять для системи опалення від 40 до 20 мм. На підставі проведеного аналізу принципової системи опалення, що прийнята до монтажу складено перелік основних матеріалів, які наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Відомість потреби в основних матеріалах системи опалення та вентиляції

№ п.п	Найменування матеріалу	Одиниці вимірювання	Кількість	Вага одиниці, кг	Маса, кг
1	Котел Viessmann	шт	1	350	350
2	Закритий компенсатор об'єму Reflex	шт	1	23	23
3	Труби поліпропіленові	м	180	1,28	230,4
	Ø 20				
	Ø 25	м	20	1,66	33,2
	Ø 32	м	8	2,39	19,12
	Ø 40	м	15	3,09	46,35
4	Радіатори Корrado	шт	18	5,3	95,4
5	Кронштейни	шт	18	0,5	9
6	Клапан терморегулюючий DANFOSS	шт	18	0,45	8,1
7	Клапан запірний Ø 15мм	шт.	10	0,35	3,5

8	Кран Маєвського	шт	18	0,16	2,88
9	Бак -акумулятор гарячої води	шт	1	250	250

### Продовження таблиці 3.1

№ п.п	Найменування матеріалу	Одиниці вимірювання	Кількість	Вага одиниці, кг	Маса, кг
1	Припливний агрегат П1	шт	1	225	225
2	Система автоматики	шт	1	58	58
3	Витяжний вентилятор В1	шт	1	12	12
4	Витяжний вентилятор В2	шт	1	8	8
5	Витяжний вентилятор В3	шт	1	9	9
6	Витяжний вентилятор В4	шт	1	11	11
7	Решітки	шт	25	1,5	37,5
8	Повітроводи	кв м	150	4,3	645
9	Дросельні клапани	шт	15	5	75
10	Рекуператор	шт	1	150	150

### Отримання об'єкту під монтажні роботи

Перед початком монтажних робіт об'єкт приймають згідно акту під монтаж. Об'єкт чи його частину приймають під монтаж при закінченні будівельних робіт: закінчених перекриттів, сходових клітинок, внутрішніх стін і перегородок, на яких монтуються трубопроводи .

До часу приймання об'єкту під монтаж повинні бути виконані роботи і конструктивні елементи, які фіксуються актом [8]:

- 1) отвори в стінах, перегородках, перекриттях для прокладання трубопроводів, штраби і ніши, встановлення стояків та радіаторів. Основи під ко-

тельне обладнання та теплобмінники і баки. Причому об'єкт повинен відповідати проекту по габаритам; прив'язкам до основних конструктивних елементів споруди, а залишені отвори під анкерні болти повинні бути розміщені відповідно робочому кресленню;

- 2) отвори з закладними деталями для встановлення кріплень, клапанів, герметичних дверей;
- 3) штукатурка проектної товщини стін і стелі в місцях прокладання трубопроводів;
- 4) закладні елементи, які використовуються як основа при закріпленні трубопроводів;
- 5) майданчики під монтаж системи опалення.

До моменту монтажу системи опалення повинні бути забезпечені [8]:

- достатнє освітлення приміщення та опалення приміщень (не нижче +5);
- приміщення для майстра, побутові приміщення для робітників, склади для інструментів;
- приміщення для комплектувальної майстерні, складів, майданчики для зберігання заготовок, типових деталей, матеріалів і обладнання в зоні дії транспортних засобів;
- забезпечення електроенергією, водою, парою, каналізацією при необхідності для виробничих і побутових потреб;
- пожежно-сторожова охорона;
- забезпечити очищення місць виконання робіт від будівельного сміття.

Акт про готовність об'єкту підписує представник генпідрядника (замовника) і монтажної організації (гол. інженер). На об'єктах будівництва, що не прийняті під монтаж, не дозволяється виконувати монтажні роботи.

Визначення складу і об'ємів робіт

Склад робіт для системи опалення:

1. Доставка деталей та обладнання до місця монтажу
2. Розмічування місць прокладання трубопроводів
3. Встановлення кронштейнів
4. Прокладання трубопроводів  $d$  20
5. Прокладання трубопроводів  $d$  25
6. Прокладання трубопроводів  $d$  32
7. Прокладання трубопроводів  $d$  40
8. Прокладання трубопроводів обв язки котлу  $d$  40
9. Встановлення кранів та вентилів
10. Збирання різьбових з'єднань
11. Монтаж радіаторів
12. Встановлення манометрів
13. Монтаж котлів до 0,21 МВт
14. Монтаж розширювального баку
15. Встановлення насосів до 0,1 т
16. Встановлення кранів повітряних
17. Гідравлічне випробування

Склад робіт для системи вентиляції:

1. Доставка деталей та обладнання до місця монтажу
2. Розмічування місць прокладання повітроводів
3. Встановлення кронштейнів
4. Прокладання повітроводів
5. Встановлення дресельних клапанів
6. Монтаж повітрозподільників
7. Монтаж припливних і витяжних агрегатів
8. Встановлення систем автоматики
9. Гідравлічне випробування

Визначення об'ємів робіт зведено в таблицю 3.2

Таблиця 3.2 – Визначення об'ємів робіт

<b>Найменування робіт</b>	<b>Одиниця вимірювання</b>	<b>Об'єм</b>
Доставка деталей та обладнання до місця монтажу	т	2,302
Розмічування місць прокладання трубопроводів	1 опора	200
Встановлення кронштейнів	100 шт	4
Прокладання трубопроводів d 20	100 м	1,7
Прокладання трубопроводів d 25	100 м	1,08
Прокладання трубопроводів d 32	100 м	0,083
Прокладання трубопроводів d 40	100 м	0,029
Прокладання трубопроводів обв'язки котлів d 100	100 м	0,15
Встановлення кранів та вентилів	100 шт	0,25
Збирання різьбових з'єднань	100 з'єдн	0,58
Монтаж радіаторів	100 кВт	0,23
Встановлення манометрів	1 компл	1
Монтаж котлів до 0,21 МВт	1 котел	1
Монтаж розширювального баку	1 бак	1
Встановлення насосів до 0,1 т	1 шт	3
Встановлення кранів повітряних	1 компл	10
Гідравлічне випробування	100 м	4
Розмічування місць прокладання повітроводів	1 опора	150
Встановлення кронштейнів	100 шт	150
Прокладання повітроводів	100 м.п	0,8
Встановлення дресельних клапанів	1 шт	15
Монтаж повітрозподільників	1 шт	25
Монтаж припливних і витяжних агрегатів	1 шт	5



Встановлення систем автоматики	1 шт	1
Гідравлічне випробування	1 система	5

Вибір і обґрунтування методів та послідовність виконання робіт

Монтаж опалювальних приладів

Опалювальні прилади можна встановлювати тільки при наявності оштукатурених ніш або інших місць установки приладів, а також при наявності чистої підлоги або її відмітки. Висота підвіконної ніші для опалювального приладу повинна бути більше висоти приладу на 0,15 м, а в глухій стіні – на 0,25м. Ширина ніші повинна бути більше ширини опалювального приладу на 0,4 м при підводці труб по прямій лінії. Глибина ніші для цегляних стін 0,13м [21].

Опалювальні прилади встановлюють на відстані не менше 100 мм від підлоги, 100 мм від нижньої поверхні підвіконної дошки і 20 мм від поверхні штукатурки стіни [21].

Послідовність монтажу радіаторів:

1. Розмітка місць установки поверхо-стояків.
2. Розмітка місць установки кронштейнів.
3. Установка кронштейнів.
4. Установка радіаторів.
5. Установка поверхових стояків.
6. Зварювання (пайка) стиків.

Основною умовою, що забезпечує правильну установку опалювальних приладів, а звідси і якісний монтаж всієї системи опалення є правильна установка кронштейнів під радіатори та правильність підведення труб. В закладах охорони здоров'я труби повинні підводитися приховано.

В свою чергу, установка кронштейнів залежить від якості розмітки отворів, яку рекомендується виконувати за допомогою спеціальних шаблонів. Існує декілька конструкцій шаблонів, що дозволяють точно розмітити

отвори під кронштейни. Найпростішим пристосуванням є шаблон з просвердленими в ньому отворами. Такий шаблон прикладається верхнім ребром до низу підвіконної дошки, після чого і виконується відповідна розмітка.

Монтаж магістральних трубопроводів. Монтаж стояків і підводок

В проекті підвідні трубопроводи розташовуються в штробах зовнішніх стінах будинку. При прокладанні магістральних трубопроводів необхідно дотримуватися прямолінійності та заданих уклонів. Для водяних систем опалення мінімальний уклон приймається рівним 0,002 в сторону спускних пристроїв [16]. На прямолінійних ділянках не повинно бути ніяких зламів, загибів або кривизни, що не передбачені проектами.

Магістральні пластикові трубопроводи діаметром монтуються за допомогою пайки або пайки з переходом до різьбового з'єднання. На горищах та в підвалах трубопроводи укладають на опори, які допускають вільне переміщення труб при дії температурних видовжень. Зварні стики необхідно розташовувати на відстані не меншій 500 мм від опор [17].

На підвідних магістралях, що розташовані на горищі та у топковій, повороти необхідно виконувати відводами. Магістральні трубопроводи повинні щільно без зазорів лежати на опорах.

Для зручності виконання зварювальних і теплоізоляційних робіт трубопроводи прокладають на доступній відстані від будівельних конструкцій і між собою. Роз'ємні різьбові з'єднання обов'язково застосовують у місцях під'єднання радіаторів до магістралі.

Під головний стояк системи опалення внизу встановлюють нерухому опору. На відгалуженнях від магістралі до стояка після пробкових кранів встановлюють згони із патрубками і з пробками для випуску повітря та зливу води із стояків. Магістральні трубопроводи у випадку проходження через будівельні конструкції повинні розташовуватись в гільзах для можливості вільного переміщення труб при зміні температури води. З'єднання труб у товщі стін і будівельних конструкцій не допускається.

Монтаж магістральних трубопроводів рекомендується виконувати в такій технологічній послідовності:

1. Розмітка осей магістралей та установка підвісок і кронштейнів.
2. Розкладка труб, вузлів і заготовок по наміченим осям.
3. Збірка магістралей і приєднання до них монтажних вузлів, повітрозбірників.
4. Вивірка та установка заданих уклонів.
5. Закріплення магістралей на опорах та підвісках.

Привезені із постачальних підприємств трубопроводи та вузли санітарно – технічних пристроїв бувають забрудненими, особливо часто відмічається засмічення всередині труб. А тому прями труби опалення і вентиляції перед початком монтажу необхідно проглядати на просвіт. Кінці змонтованих труб та вузлів доцільно до закінчення монтажу закривати гумовими інвентарними пробками. Застосовувати з цією метою ганчірки і войлок не допускається. Головний стояк або окремі стояки необхідно прокладати строго вертикально і по можливості без будь – яких згинів, закріплюючи його знизу на надійні опори. Стояк рекомендується монтувати засвердлюванням кронштейнів до будівельних конструкцій. Для цього на горищі роблять тимчасову підставку із цегли під хрестовину, що нагвинчується на стояк для того щоб забезпечувати надійну опору та провертання стояка під час свердління. До стіни за допомогою хомутів та кронштейнів , що розташовані через 3-4 м один від одного, кріплять стояки, при цьому хомути та кронштейни не повинні перешкоджати температурним лінійним видовженням стояка при температурних розширеннях. Прокладка стояків проводиться після установки опалювальних приладів. Так як по стоякам і підводкам транспортується теплоносій з температурою вище 80°C, то вони в місцях перетинання з внутрішніми стінками та перегородками повинні прокладатися в гільзах, що забезпечує вільне переміщення труб при їх лінійному видовженні та повинні влаштовуватися компенсатори у вигляді згинів труб і горизонтальній чи вертикальній площині. Як звичайно гільзи виготовляють із відрізків сталевих труб, покрівельної ли-

стової сталі або азбестового картону. Підвідний стояк завжди прокладають справа від зворотного. Вентиляційні агрегати на горищі монтуються першими і від них прокладаються повітроводи по приміщенням. У місцях перетину вогнезатримних перекриттів встановлюються вогнезатримні клапани з дистанційним та автоматичним відкриванням.

На кожному відгалуженні від магістрального трубопроводу обов'язково передбачають відсікаючий кран, яке розташовується після крана на підвідній лінії по ходу теплоносія. Підводки до опалювальних приладів повинні мати однаковий уклон від стояків до приладів. Цей уклон приймається рівним 10 мм на всю довжину підводки. При довжині підводки 500 мм уклон може бути зменшений до 5 мм [17].

Зборку і монтаж стояків та підводок до приладів на різьбі можна поділити на такі технологічні операції:

1. Доставка заготовок поверхо-стояків.
2. Навіска та вивірка радіаторів.
3. Підготовка робочого місця.
4. Вкручування згонів в радіатори.
5. Установка та вивірка вузла підводок з приєднаними до них згонами.
6. З'єднання підводок з використанням герметезуючих матеріалів.
7. Вивірення та закріплення стояків за допомогою хомутиків.

#### Монтаж котельної установки

Замовник перед початком монтажу узгоджує з представником розробника котла методику та послідовність виконання робіт.

Узгодженню та перевірці комісією підлягають:

1. Місце встановлення котла.
2. Якість підготовки монтажного майданчика для безпечної роботи котла.
3. Додержання правил зберігання котла до його монтажу.
4. Наявність та комплектність всіх основних та допоміжних вузлів.
5. Готовність приміщення, в якому буде монтуватись котел.

6. Підведення вхідних та вихідних патрубків опалювальної теплової системи для приєднання їх до відповідних патрубків котла.
7. Наявність підйомно – транспортного обладнання та пристосувань для переміщення котла та його вузлів вантажепідйомністю 2 т.

Результати обстеження комісія оформлює актом з висновками про готовність котла до монтажу. Котел доставляється до місця монтажу.

Монтажники під керівництвом представників розробника ознайомлюються з схемою монтажу, схемами та відповідними вимогами до його виконання.

Устаткування топкової поставляється в випробуваному і налагодженому стані на місце монтажу, де потрібно тільки з'єднати з потрібними патрубками перерахованих комунікацій і після заповнення водою системи готове до експлуатації, а надзвичайно трудомістка збірка котельні установки виконується на заводі-виробнику, де проводяться також і її випробування. Підйом модулів здійснюється вручну і великою мірою полегшується тим, що топкова знаходиться на першому поверсі. При самостійному відвід продуктів згоряння від кожного модуля нагріву і при перетині димаря, рівному перетину патрубка устаткування, достатня над дахом котельні димохід з довжиною 4 м, який виводиться вище зони вітрового підпору. Якщо висота димової труби не перевищує 4м, на неї не потрібно проекту. Всі підведення електро, водо, та тепло комунікації до топкової виконуються на місці. Котел та акумулюючу установку можна розмістити в приміщенні з мінімальною внутрішньою висотою 2,65 м. Відстань від стіни до котлоагрегату не менше 1 м.

Котли транспортують до місця встановлення в заводській упаковці, яка запобігає механічним ушкодженням.

Опис послідовності технологічних операцій при монтажі котлоагрегату.

Нагрівальні модулі та інше обладнання монтується через монтажні проєми токової, де встановлюється на спеціальний фундамент.

Для установки модулів використовують ланку слюсарів в складі трьох чоловік, нагляд за встановленням повинен вести майстер чи бригадир. Влаштувати освітлення робочого місця при установці модулів. При монтажі модулів виконувати правила техніки безпеки. Після монтажу модулів виконується обв'язка газопроводів котельної, підключення до модулів, також виконують підключення системи опалення.

#### Вибір типів машин, механізмів, пристосувань

Чітка організація доставки труб та матеріалів до робочих місць здійснює безпосередній вплив на якість монтажу санітарно – технічних систем. Доставлені на будівельний майданчик будівельні прилади групують згідно заявочних специфікацій.

Для доставлення матеріалів, обладнання призначених для монтажу системи опалення та вентиляції потрібно застосовувати автомобіль "Газель" модифікації 3302, яка повністю задовольняє всі вимоги по габаритним розмірам та вантажопід'ємності. Технічні характеристики автомобіля "Газель" моделі наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики автомобіля "Газель" моделі 3302

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Вантажопід'ємність	кг	1500
Колісна формула:		
- всього	шт	4
- ведучих	шт	2
Маса без вантажа	кг	1840
Габаритні розміри:		
- довжина	мм	5480
- ширина	мм	2066
- висота	мм	2120
Об'єм паливного баку	л	100

Витрата пального	л/100 км	10,5
Маса спорядженого автомобіля	кг	2375

Переміщення доцільно виконувати за допомогою електролебідки Л-2,5.

Технічні характеристики електролебідки Л-2,5 [24]:

- тягове зусилля, кг·с – 2500;
- діаметр тягового канату, мм – 17,5;
- швидкість навивки канатів, м/хв – 10;
- потужність електродвигуна, кВт – 7;

До монтажного майданчику модулі доставляють за допомогою лебідки. Строповку вантажу повинні здійснити робітники, які спеціально навчені і входять до складу монтажною бригади. Підвішувати вантаж до гака потрібно так, щоб строп не розв'язався при натягуванні і його можливо було легко вивільнити після знаття монтажу. Для лебідки використовують сталеві канати подвійної завивки з пеньковим сердечником. Обираємо канат, який відповідає даним вимогам – це канат типу ТК6×37 ГОСТ 3071-74.

Необхідно застосовувати безпечні гаки, які обладнані запобіжними планками, які виключають можливість сковзання стропа при підйомі вантажу.

Перед початком підйому вантаж необхідно при піднятті на 100 мм і перевірити правильність строповки і рівномірність натягу гілок стропа. Перед подачею сигналу про підйом вантажу робітник, який виконував строповку, повинен переконатися, що на вантажі немає незакріплених деталей.

Для пайки поліпропіленових труб використовуємо паяльник Дніпро-М ПТ-185/5, технічні характеристики якого наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики паяльного апарату ПТ-185/5

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Потужність	кВт	1,5
Сила струму	А	15
Маса	кг	4,5

Для влаштування кріплень трубопроводів та повітроводів використовують електричний перфоратор Bosh GBH 2-25 DFR. Пробивку отворів під стояки виконується за допомогою перфоратора GBH 2-25 DFR, його технічні характеристики:

- енергія удару, Н·м – 1,6;
- частота ударів, Гц – 35;
- потужність, Вт – 600;
- глибина отвору, мм – до 250.
- маса: 9 кг.

Для випробування трубопроводів на міцність та щільність використовуємо гідравлічний прес фірми „Rems” [39]. Його технічні характеристики наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5– Технічні характеристики гідравлічного пресу „Rems”

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Максимальний тиск	бар	50
Об'єм	л	15
Розміри	мм	500×190×140
Маса	кг	7

Для нарізання різьб використовується пристрій різьбонарізний REMS [39]. Його технічна характеристика:

- мінімальний діаметр – ½ ";
- максимальний діаметр - 2";



маса, кг – 6,5;

потужність електродвигуна, кВт – 1,5.

Потреби в інструментах наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Загальний набір інструментів для бригади монтажників системи опалення з чотирьох чоловік

Найменування	ГОСТ, марка	Кількість	Маса, кг
Ключ гайковий двухсторонній М12-17-19 мм М16-22-21 мм	ГОСТ2839-80	2	0,8
		2	1,2
Плоскогубці комбіновані	ГОСТ 5547-75	2	0,7
Молоток слюсарний	ГОСТ 2310-77	1	0,8
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	ГОСТ 7211-72	1	0,6
Стрічка вимірювальна, 20 м		2	0,2
Рівень металевий	ГОСТ 7948-80	1	1,6
Висок	ГОСТ 7948-80	1	0,2
Ящик переносний для інструменту		2	4,8

Сумарна маса інструментів для монтажу системи дорівнює 10,3 кг

Таблиця 3.7 – Набір інструментів та пристосувань для монтажу трубопроводів

Найменування	ГОСТ, Марка	Од.вим	Кіль- кість	Маса, кг
Паяльник для пластикових труб	Дніпро-М ПТ-185/6	шт	1	5
Вуглова шліфмашина	DWT	шт	1	2,5

	WS08-125			
Перфоратор Bosh	GBH 2-26 DFR	шт	1	8
Гідравлічний прес REMS	M50	шт	1	7,8
Продовження таблиці 3.7				
Плоскогубці комбіновані	ГОСТ 5547-75	шт	2	0,7
Ключ гайковий розвідний		шт	1	0,88
Молоток слюсарний, 800 г	ГОСТ 2310-77	шт	2	0,8
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	ГОСТ 7211-72	шт	2	0,6
Рашпіль круглий	ГОСТ 1465-80	шт	2	0,5
Щітка сталева		шт	2	0,25
Електротримач пружинний	ЕД – 2 (500 А)	шт	1	0,4
Щиток для електрозварника		шт	1	0,5
Дріт для електродугової зварки, переріз 50 мм <sup>2</sup>	ГОСТ 6731-77	м	50	13
Ящик переносний для інструменту		шт	1	4

Маса інструментів для паяльно -зварювальних робіт

68 кг

#### Розрахунок енергоресурсів

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою

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

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

$\tau$  – термін роботи приладу, год;

$\kappa$  – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання [12,13]

1. Витрати електроенергії на роботу перфоратора.

Приймаємо:  $\kappa=0,3$ , термін роботи:  $\tau=55$  год, потужність:  $p=0,5$  кВт.

$$E_1 = 0,5 \cdot 55 \cdot 0,3 = 8,25 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}$$

2. Витрати електроенергії на роботу електролебідки Л-2,5.

$\kappa = 0,1$ ;  $\tau = 7$  год,  $p = 7$  кВт.

$$E_2 = 7 \cdot 7 \cdot 0,1 = 4,9 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}$$

3. Витрати електроенергії на роботу паяльного апарата ПТ-185/6:

$\kappa = 0,5$ ;  $\tau = 150$  год,  $p = 1,5$  кВт.

$$E_3 = 1,5 \cdot 150 \cdot 0,5 = 11,25 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

4. Витрата електроенергії вугловою шліфмашиною DWT WS08-125  $\kappa = 0,5$ ;  $\tau = 45$  год,  $p = 1,5$  кВт.

$$E_4 = 0,5 \cdot 45 \cdot 1,5 = 33,75 \text{ (кВт год)},$$

5. Витрата електроенергії гідравлічного пресу фірми «Rems»

$\kappa = 0,7$ ;  $\tau = 48$  год,  $p = 0,85$  кВт.

$$E_5 = 0,7 \cdot 40 \cdot 0,85 = 23,8 \text{ (кВт год)}.$$

Сумарні витрати електроенергії становлять 81,95 (кВт год).

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів: відстань 60 км, кількість ходок  $n = 3$ , витрата пального  $Q = 10,5$  л/100км.

Необхідна кількість пального для доставки обладнання визначається за формулою

$$Q_{\text{заг}} = Q \times 2 \times n \times l = 0,105 \times 3 \times 60 = 37,8 \text{ (л)}$$

### 3.3 Розрахунок трудомісткості виконуваних робіт, підбір робітників, розроблення календарного плану та графіків будівельно-монтажних робіт

Розрахунок виконується згідно РЕКН [19-20].

Монтаж системи проходить в одну зміну, тобто час  $\tau = 8$  годин.

Тривалість роботи знаходиться за формулою:

$$t = \frac{V \cdot H_{\text{сп}}}{B \cdot n \cdot K},$$

де  $H_{\text{сп}}$  – норма часу на одиницю виміру, люд-год;

$V$  – об'єм робіт;

$B$  – кількість годин в зміні

$n$  – кількість людей

$k$  – коефіцієнт перевиконання

Результати розрахунку трудомісткості виконуваних робіт занесемо у таблицю 3.8.

Таблиця 3.8 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт системи опалення

Найменування робіт	Одиниця вимірювання	Об'єм м	Витрати труда, люд-дні	Кількість бригад	Кількість людей	Початок	Тривалість робіт
Доставка деталей та обладнання до місця монтажу	т	2,3	0,71	1	2	1	0,10
Розмічування місць прокладання трубопроводів	1 опора	200	0,17	1	3	1	1,42
Встановлення кронштейнів	100 шт	4	1,3	1	2	2	0,33
Прокладання трубопроводів d 20	100 м	1,7	56,59	1	2	2	6,0

Прокладання тру- бопроводів d 25	100 м	1,08	59,06	1	3	3	2,7
Прокладання тру- бопроводів d 32	100 м	0,08 3	65,16	1	3	5	0,23
Прокладання тру- бопроводів d 40	100 м	0,02 9	69,39	1	3	6	0,08

Продовження таблиці 3,8

Прокладання по- вітроводів	100 м	0,8	70,93	1	3	7	2,36
Розмічування мість прокладан- ня повітроводів	100 м	0,8	15,7	1	2	8	0,79
Прокладання тру- бопроводів обв язки котлів d 100	100 м	0,15	141,07	1	3	9	0,88
Встановлення кранів та вентилів	100 шт	0,25	3,51	1	2	10	0,05
Збирання різьбо- вих з'єднань	100 з'єдн	0,58	6	1	2	9	0,22
Монтаж радіаторів	100 кВт	0,23	111,46	1	3	10	1,07
Встановлення припливних агре- гатів	1 установ- ка	5	23,5	1	2	11	7,34
Монтаж котлів до 0,21 МВт	1 котел	1	70,73	1	3	11	2,95
Монтаж розши- рювального баку	1 бак	1	16,35	1	2	19	1,02
Встановлення насосів до 0,1 т	1 шт	5	24,52	1	2	13	7,66
Встановлення дросельних кла- панів	1 шт	15	0,12	1	2	14	0,11
Монтаж системи автоматики	1 компл	1	0,4	1	3	15	0,02

Встановлення повітророзподільчих пристроїв	1 шт	10	0,23	1	2	18	0,14
Гідравлічне випробування	100 м	4	11,18	1	2	20	2,80

### Монтажне регулювання і здача систем в експлуатацію

Здача в експлуатацію систем опалення та вентиляції виконують в три етапи: зовнішній огляд, випробування гідростатичним або манометричними методами, випробування на тепловий ефект. Системи вентиляції перевіряють індивідуальним випробуванням обладнання і комплексним методом.

Під час зовнішнього огляду перевірити відповідність виконаних монтажних робіт затвердженому проекту, правильність збирання і міцність закріплення труб та повітроводів, нагрівальних пристроїв, калориферів, встановлення контрольно-вимірювальних приладів, запірної та регулювальної арматури, дросельних клапанів, розташування спускних і повітряних кранів, дотримання нахилів, звертають увагу на відносну безшумність роботи насосів та вентиляторів і системи в цілому, відсутність протікання в різьбових з'єднаннях, секціях радіаторів, кранах, засувках тощо, відсутність підсмоктування повітря через стики систем.

Після зовнішнього огляду до початку малярних або інших лицевальних робіт систему опалення випробувати на міцність і герметичність. Для точнішого виявлення дефектних місць кожна система випробується окремими ланками, а потім вся в цілому [13, 14].

Випробувати систему водяного опалення відключивши джерело теплоносія (водонагрівач, котел) гідростатичним методом тиском, що в 1,5 рази перевищує робочий тиск, але не менший за 0,2 МПа в найнижчій точці си-

стеми. Водяні системи витримали випробування гідростатичним методом, якщо протягом 5 хв падіння тиску не перевищує 0,02 МПа і якщо немає протікання води в місцях трубних з'єднань, в арматурі, нагрівальних приладах і обладнанні. При випробовуванні необхідно відімкнути від системи розширювальний бак.

Пневматичні випробування систем опалення виконуються так: систему заповнюють повітрям з надлишковим тиском 0,15 МПа; виявивши дефекти монтажу на слух, знижують тиск до атмосферного і ліквідують їх; потім систему заповнюють повітрям з надлишковим тиском 0,1 МПа і витримують протягом 5 хв. Система витримала випробування, якщо падіння тиску не перевищує 0,01 МПа. Для безпеки виконання пріоритетним є гідростатичне випробування системи.

Запускаючи систему опалення і вентиляції в роботу в зимових умовах, необхідно передбачати можливість швидкого спорожнювання від води, а також увімкнення і вимкнення частинами. При запуску систем вентиляції необхідно спочатку перевірити, чи надходить теплоносій в систему теплопостачання калориферів.

Ефективність роботи системи опалення визначається після її семигодинної неперервної роботи з теплоносієм в подавальному трубопроводі з температурою, не нижчою за 50 °С і робочим тиском.

Здаючи систему опалення в експлуатацію, подають комплект виконавчої документації (робочі креслення з внесеними змінами), всі акти приймання прихованих робіт, паспорти обладнання, акти гідравлічного і теплового випробувань системи [13].

Гідравлічне випробовування трубопроводів системи.

Після проведення монтажних робіт необхідно провести випробування системи на герметичність під тиском, що перевищує робочий у 1,5 рази, але не більше максимального тиску окремих елементів системи. Беручи до уваги тепловий режим і деформацію, що викликає тиск, під час випробування на

герметичність, може виникнути падіння тиску. Випробування потрібно проводити у двох фазах: попереднє та основне.

В процесі попередніх випробувань необхідно за три рази з інтервалом в 10 хвилин створити випробувальний тиск. Після останнього збільшення тиску до випробувального значення, в межах наступних 30 хвилин, тиск не повинен понизитись більше, ніж на 0,06 МПа.

Основні випробування проводяться одразу ж за попередніми і тривають 2 години. За цей час подальше падіння тиску (від тиску, що досягнутий після попереднього випробування) не повинно перевищувати 0,02 МПа. Ця вимога

продуктована можливістю механічного пошкодження труб в процесі виконання будівельних робіт. Під час випробування можна легко знайти і швидко знешкодити пошкодження.

Під час випробування на герметичність необхідно також візуально контролювати герметичність з'єднань, у випадку протікань їх необхідно позначити і після випробувань виправити.

### **3.4 Техніка безпеки та охорона праці**

У випусковій кваліфікаційній роботі досліджується енергоефективна спеціалізована система забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні.

На будівельно-монтажний персонал, який здійснює будівництво та монтаж обладнання енергоефективної спеціалізованої системи забезпечення мікроклімату, впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори за ГОСТ 12.0.003-74:

фізичні:

- рухомі машини і механізми, незахищені рухомі елементи виробничого обладнання;



- підвищена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
  - підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
  - недостатнє освітлення робочої зони;
  - недостатність природного освітлення;
  - небезпечний рівень напруги електричного кола, замикання якої може відбутися через тіло людини;
  - підвищений рівень шуму на робочому місці;
  - підвищений рівень вібрації;
  - підвищена та понижена вологість повітря;
  - підвищена та понижена рухливість повітря;
  - гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання;
  - розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (підлоги);
- психофізіологічні:
- фізичні перевантаження (динамічні);
  - нервово - психічні перевантаження (монотонність праці, перенапруга аналізаторів).

#### *Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту*

Технічні рішення з безпечної організації робочих місць при виконанні будівельних і монтажних робіт

Під час виконання покрівельних робіт необхідно вживати заходів із запобігання впливу на працівників таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- розташування робочого місця поблизу перепаду по висоті 1,3 м і більше;
- підвищена загазованість повітря робочої зони;

- підвищена чи знижена температура поверхонь устаткування, матеріалів, повітря робочої зони;

- гострі краї, шорстка поверхня устаткування, матеріалів;

- підвищена напруга в електричному колі, замикання якого може відбутися через тіло людини.

За наявності небезпечних і шкідливих виробничих факторів, зазначених у вступі, безпека покрівельних робіт повинна бути забезпечена відповідно до вимог безпеки, зазначених у проектно-технологічній документації (ПОБ, ПВР тощо), і зокрема:

- організацією безпечних робочих місць на висоті, улаштуванням безпечних шляхів проходу робітників на робочі місця, вжиттям особливих заходів безпеки під час робіт на покрівлях з ухилом;

- вжиттям заходів безпеки під час приготування і транспортування гарячих мастик і матеріалів;

- визначенням методів і засобів для піднімання на покрівлю матеріалів та інструменту, порядку їх складування, послідовності виконання робіт.

Виконання покрівельних робіт газополуменевим способом необхідно здійснювати за нарядом-допуском, у якому передбачено заходи безпеки, та згідно з ДСТУ Б А.3.2-11. Застосування у конструкції покрівлі горючих і важкогорючих утеплювачів, наклеювання бітумних рулонних матеріалів газополуменевим способом дозволяється тільки по улаштованій цементно-піщаній або асфальтовій стяжці.

Під час організації робочих місць і забезпечення безпеки праці необхідно виконувати такі вимоги. Місця виконання покрівельних робіт газополуменевим способом повинні бути забезпечені не менше ніж двома евакуаційними виходами (сходами), а також первинними засобами пожежогасіння відповідно до ДБН В.1.1.7. Підніматися на покрівлю і спускатися з неї необхідно тільки по сходових маршах і обладнаних для піднімання на дах драбинах. Використовувати для цього пожежні сходи забороняється.

Під час виконання робіт на плоских дахах, що не мають постійної огорожі (парапета), робочі місця повинні бути огорожені відповідно до вимог ГОСТ 23407. Для проходу робітників, які виконують роботи на дахах з уклоном понад  $20^\circ$ , а також на дахах з покриттям, що не розраховано на навантаження від ваги працюючих, повинні бути застосовані трапи шириною не менше ніж 0,3 м з поперечними планками для упору ніг. Трапи на час роботи необхідно закріпити.

Під час виконання робіт на даху з уклоном більше ніж  $20^\circ$  робітники повинні використовувати запобіжні пояси.

Крани малої вантажопідймальності, що застосовуються для подавання матеріалів під час улаштування покрівель, необхідно встановлювати й експлуатувати відповідно до інструкцій заводів-виробників. Підіймання вантажу необхідно здійснювати в контейнері або тарі. Поблизу будівель у місцях підіймання вантажів та виконання покрівельних робіт повинні бути визначені та позначені небезпечні зони, межі яких визначаються згідно з додатком Е цих Норм.

Розміщувати на даху матеріали можна тільки в місцях, передбачених ПВР, та вживати заходів, що запобігають їх падінню, зокрема під дією вітру. Запас матеріалів не повинен перевищувати змінної потреби. Під час перерв у роботі інструмент, технологічні пристрої, матеріали повинні бути закріплені або прибрані з покрівлі.

#### Порядок виконання робіт

Порядок виконання робіт із застосуванням гарячих мастик повинен бути визначений в ПВР з урахуванням таких вимог.

Елементи і деталі покрівель, зокрема компенсатори у швах, захисні фарти, ланки водозливних труб, ринви, зливи, звиси тощо перед подаванням на робочі місця повинні бути підготовлені до монтажу. Заготовлення зазна-

чених елементів і деталей безпосередньо на даху не допускається. Встановлення (підвішування) готових водостоків, жолобів, ринв, а також ковпаків і парасолей на димові і вентиляційні труби, покриття парапетів, оброблених піддаш необхідно здійснювати із застосуванням риштовань, засобів підмоцнення відповідно до ГОСТ 24258. Використовувати для зазначених робіт приставні драбини забороняється.

Під час виконання покрівельних робіт газополуменевим способом необхідно дотримуватись таких вимог безпеки:

- балони повинні бути встановлені вертикально та закріплені в спеціальних стояках;

- візки-стояки з газовими балонами дозволяється встановлювати на поверхнях даху, що мають ухил до 20°. Під час виконання робіт на дахах із великими уклонами для стояків з балонами повинні бути влаштовані спеціальні площадки;

- під час роботи відстань по горизонталі від пальників до груп балонів з газом повинна бути не менше ніж 10 м, до газопроводів і гумотканинних рукавів – 3 м, до окремих балонів – 5 м.

Забороняється тримати в безпосередній близькості від місця виконання робіт із застосуванням пальників легкозаймисті та вогненебезпечні матеріали.

### *Електробезпека*

У приміщеннях будівельної ділянки для живлення обладнання та системи освітлення використовується трифазна чотирьохпровідна мережа із заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Відповідно з ГОСТ 12.1.013-78 умови праці за ступенем небезпеки ураження працівників електричним струмом є умовами з підвищеною небезпекою, тому що підлога у приміщеннях є струмопровідною.

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмовідними елементами електроустаткування, необхідно:

- розміщувати неізольовані струмовідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах;
- використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки;
- підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вищов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В):

ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізолюваними ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

### *Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії*

#### *Мікроклімат*

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні для технологічного персоналу встановлюють допустиму температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря у певних діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт і допустиму інтенсивність опромінення.

Таблиця 3.9 – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт IIa.

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	Середньої важкості IIa	17-29	65 при 26°C	0,2-0,4
Холодний		15-24	До 75%	не більше 0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено:

1. Температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої

зони і зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні оптимальних параметрів мікроклімату не повинні бути більше ніж на 2°C за діапазон норм.

2. Якщо температура поверхонь вище або нижче оптимальної температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше їм.

3. Для забезпечення нормованих значень руху кисню проектом передбачається витяжна та припливна вентиляційні системи.

#### *Склад повітря робочої зони*

Робочою зоною вважається простір, який обмежений огорожуючими конструкціями виробничих приміщень, що мають висоту 2 м над рівнем підлоги або площини, на яких знаходяться місця постійного або непостійного перебування працюючих. Склад повітря робочої зони залежить від складу атмосферного повітря і впливу на нього ряду шкідливих виробничих факторів, утворених в процесі трудової діяльності людини. Склад повітря залишається постійним. Забруднення повітря робочої зони регламентується граничнодопустимими концентраціями (ГДК) в мг/м<sup>3</sup>.

Таблиця 3.10 – Можливі забруднювачі повітря можуть і їх ГДК

Найменування речовини	ГДК, мг/куб.м		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньодобова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для нормалізації складу повітря робочої зони потрібно здійснювати щоденне прибирання робочого місця. Нагромадження пилу вказує на необхідність у вживанні заходів по очищенню від нього. Тому необхідно здійснювати наступні заходи:

- очищувати пил якнайчастіше.
- щодня протирати гарячі поверхні.

Планувати прибирання так щоб вони приходилось на час, коли устаткування виключене, як, наприклад, у другу половину дня п'ятниці або на вихідні.

### *Виробниче освітлення*

#### Природне освітлення

В залежності від джерела світла промислове освітлення поділяється на: природне освітлення – освітленість приміщень світлом неба (прямого або відображеного), яке попадає у приміщення через світлові пройми в зовнішніх огорожуючих конструкціях, і штучне. По своєму спектральному складу природне є найбільш сприятливим. Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості КПО ( $\epsilon$ ). КПО – відношення природного освітлення, яке створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба, до значення зовнішньої горизонтальної освітленості.

Основною величиною для розрахунку і нормування природного освітлення є коефіцієнт природної освітленості (КПО). Прийняте роздільне нормування КЕО для бічного і верхнього освітлення. Ті місця, що освітлюється тільки бічним світлом, нормується мінімальне значення КЕО в межах робочої зони, що повинно бути забезпечене в точках, найбільше віддалених від вікна.

#### Штучне освітлення.

Штучне освітлення буває двох систем: загальне або комбіноване. Загальне освітлення – освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно або пристосувальне до розташування обладнання Комбіноване освітлення – додаткове освітлення, при якому до загального освітлення додається ще й місцеве. Місьцеве освітлення – освітлення, яке



створюється світильниками, концентруючими світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Характеристика зорових робіт - середньої точності.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи IV, підрозряд «В».

Таблиця 3.11 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Хар-ка зорової роботи	Най-менший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне комбіноване освітлення		Природне освітлення	Сумісне освітлення
						сума	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	в	малий середній великий	світлий середній темний	400	200	4	2,4

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 4,5 метра.

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

Виробничий шум

Рівень звука вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

$$L = 20 \cdot \lg \left( \frac{P}{P_0} \right) = 20 \cdot \lg \left( \frac{U}{U_0} \right), \quad (5.2)$$

де L - рівень шуму, дБ;

P - звуковий тиск, Па;

U<sub>0</sub> - коливальна швидкість, 5·10<sup>-8</sup> м/с;

P<sub>0</sub> - нульове значення звукового тиску на нижньому порозі чутності в октавній смузі зі середньгеометричною частотою 1000 Гц, умовно прийняте рівним 2·10<sup>-5</sup> Па.

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки».

Таблиця 3.12 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових	107	95	87	82	78	75	73	71	69



бочих місцях в виробничих при- міщеннях	$\frac{1,3^*}{108}$	$\frac{0,45}{99}$	$\frac{0,22}{93}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	-	-	-	-
Локальна вібрація	-	-	$\frac{2,8}{115}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$

\* В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації, м/с•10<sup>-2</sup>, в знаменнику – логарифмічні рівні вібрації, дБ.

На електростанції присутня вібрація типу – За. Тобто технологічна вібрація, яка діє на персонал електроцеху, або яка передається на робочі місця, не маючи джерел випромінювання.

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено:

- динамічне погашення вібрації - приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи;

- зміна конструктивних елементів машин;  
- застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

### Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори вибираються відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженої Наказом Міністерства охорони здоров'я № 528 від 27 грудня 2001 року.

Умови праці технологічного персоналу, який здійснює дослідження стану багатопверхового будинку, по важкості праці відносяться до категорії Па.

При регіональному навантаженні (з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба) для чоловіків клас умов праці допустимий (середньої важкості) до 45 Вт.

Маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну для чоловіків складає до 15 кг, що є оптимальними умовами праці.

Статичне навантаження, величина статичного навантаження за зміну при утриманні вантажу, докладанні зусиль складає 36000 кг/с для чоловіків що є оптимальним.

Робоча поза є оптимальна: вільна зручна поза, можливість зміни пози («сидячи – стоячи») за бажанням працівника; перебування в позі «стоячи» до 40% часу зміни.

Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом, протягом зміни) складає до 4 км по горизонталі та до 2 км по вертикалі.

Умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією. Сприймання сигналів з наступною корекцією дій та операцій. Характер виконуваної роботи є за індивідуальним планом.

Також на працівника впливають сенсорні навантаження, такі як :

- Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни) до 50%.
- Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів). Розбірливість слів та сигналів від 100% до 90%.

Всі ці фактори є оптимальними (напруженість праці легкого ступеня).

Монотонність навантажень. Монотонність виробничої обстановки, час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни складає < 75% що є оптимальним.

### **3.5 Висновки до третього розділу**

У ході виконання магістерської кваліфікаційної роботи було розроблено пропозиції до проект технології монтажу систем опалення та вентиляції приміщень лікарні. Визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу системи опалення, потребу в допоміжних матеріалах, підібрані машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт, складений календарний план виконання робіт, в якому визначено склад ланок та розряд робітників .

Виконаний розрахунок техніко-економічних показників, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт, що склала 606,86 люд-дні та тривалість виконання монтажних робіт 20 днів.

## **4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ СИ- СТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ ЛІКАРНІ**

### **4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту проектного рішення**

1. Вартість проектних робіт приймаємо 15% від вартості встановленого обладнання за даними Державного комітету України з будівництва, архітектури та житлової політики: 45000 грн.

Монтаж котельної установки приймають 30% від вартості установки: 90000 грн.

Вартість пускаконаладжувальних робіт і навчання персоналу приймають 5% від вартості установки: 15000 грн.

Вартість будівництва приміщення для топкової приймаємо за даними проекту-аналогу на будівництво твердопаливної топкової – 35500 грн.

Прибуток (5%): 15000 грн.

Всього:  $K_1 = 500500$  грн.

2. Величина капітальних вкладень на будівництво теплотраси від системи тепlopостачання міста до будівлі лікарні

Вартість 1 км теплотраси в цінах 2018 р. складає 580 тис. грн [30, 31].

Довжина теплотраси від ЦТП до будівлі дорівнює  $L=850$ м, тому вартість всієї теплотраси дорівнює:  $580\ 000 \cdot 0,850 = 493000$  (грн).

2. Вартість проектних робіт приймаємо 15% від вартості влаштування теплотраси: 73950 грн.

3. Монтаж приймають 30% від вартості: 147900 грн.

4. Вартість пускаконаладжувальних робіт і навчання персоналу приймають 5% від вартості : 24650 грн.

5. Прибуток (5%): 24650 грн.

Всього: ТП 764150 грн

Вартість індивідуального теплового пункту в цінах 2020 р. складає 250 тис. грн [32].

2. Вартість проектних робіт приймаємо 15% від вартості влаштування ІТП: 37500 грн.

3. Вартість пусконаладжувальних робіт і навчання персоналу приймають 5% від вартості : 12500 грн.

Всього ІТП 300 000 грн.

Всього:  $K_2 = 1064150$  грн.

Економічний ефект від впровадження системи автономного теплозабезпечення

Здійснимо порівняння проекту з використанням топкової і проекту будинку, який буде мати централізовану систему опалення.

За календарний рік для цього будинку, який би опалювався даховою топковою потужністю 40 кВт, витрата ресурсів склала б:

- електроенергії 4320 кВт·год;

- газу на теплопостачання 11880 м<sup>3</sup>;

Бюджет витрат на опалення, за рік, при використанні топкової:

1. Вартість газу [5]:  $11880 \times 10,893 = 129408$  (грн).

2. Вартість електроенергії [4]:  $4320 \times 2,5 = 10800$  (грн).

3. Амортизаційні витрати: на повне відновлення та капітальний ремонт приймаємо 5% : 25025 грн.

4. Заробітна плата не враховується так як в топковій посада оператора котельні не передбачається

Всього:  $E_1 = 585860$  (грн).

Бюджет витрат при централізованому теплопостачанні при тарифах Київенерго [4] з 05 січня 2018 року - 1825,45 грн/ Гкал склав би:

1. На теплопостачання:  $334,31 \text{ Гкал} \times 1825,45 \text{ грн/ Гкал} = 610266$  (грн).

3. Амортизаційні витрати на повне відновлення та капітальний ремонт 5% : 30513 грн.

Всього:  $E_2 = 640779$  грн.



Із проведених розрахунків видно, що експлуатаційні і капітальні витрати на влаштування теплопостачання від ЦТП більші за експлуатаційні витрати і капітальні вкладення на влаштування топкової :

$$K_2 > K_1 ; E_2 > E_1 ;$$

де:  $K_2, K_1$  - відповідно капітальні вкладення на влаштування теплотраси і дахової топкової, грн.;

$E_1, E_2$  – відповідно експлуатаційні витрати для теплотраси і дахової котельні, грн.

Отже абсолютний ефект на капітальні вкладення, грн.:

$$K_{\text{еф}} = K_2 - K_1 = 1064150 - 500500 = 563650 \text{ грн.}$$

Абсолютний ефект на експлуатаційних витратах, грн./рік:

$$E_{\text{еф}} = E_2 - E_1 = 640779 - 585860 = 54919 \text{ грн.}$$

Після проведених розрахунків можна зробити висновок, що краще влаштувати твердопаливну топкову.

Техніко-економічні показники заносимо до таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - Техніко-економічні показники

Показник	Од. вим.	Значення
Витрата річна дров для топкової	м <sup>3</sup>	47520
Витрата річна електроенергії для котельної	кВт×год	17280
Бюджет витрат на опалення, за рік, при використанні топкової котельної	грн	35500
Річна економія коштів у порівнянні з центральним теплопостачанням	грн./рік	54919

## **4.2 Локальний кошторис**

Кошторисна документація складена в цінах 2020 року.

В локальному кошторисі визначено кошторисну вартість робіт, яка містить в собі прями та загальновиробничі витрати.

Прямі витрати враховують заробітну плату робітників, вартість експлуатації будівельних машин і механізмів, вартість матеріалів, виробів і конструкцій. Загальновиробничі витрати будівельно-монтажної організації входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт.

Локальний кошторис складено на влаштування системи тепlopостачання та неведено в додатку В. Склад, об'єми робіт та необхідну кількість витратних матеріалів наведено у третьому розділі роботи. Основою для розробки кошторису є креслення та технічні розрахунки (розділ 2).

Локальний кошторис на монтаж системи тепlopостачання складений за допомогою програмного комплексу АВК 5 v3.0.0.

## **4.3 Основні положення по організації будівництва і влаштування систем забезпечення мікроклімату в лікарні**

Роботи по влаштуванню систем і будівництво приміщення для обладнання котельні розпочинають після узгодження з органами державного нагляду. Всі роботи з монтажу обладнання і пуско-налагоджувальні роботи здійснюються спеціалістами підприємства-постачальника. Монтаж здійснює організація, яка має досвід монтажу таких установок. Монтажні роботи повинні виконуватись у відповідності з робочим проектом.

Організація монтажних робіт в даному проекті проводиться послідовним та паралельним методами.

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

Монтаж здійснюється підрядним способом, доставка елементів системи здійснюється підрядником.

Всі роботи з монтажу обладнання і пуско-налагоджувальні роботи здійснюються спеціалістами підприємства-постачальника. Монтаж здійснює організація, яка має досвід монтажу та ліцензію на виконання такого виду робіт. Монтажні роботи повинні виконуватись у відповідності з робочим проектом. Організація монтажних робіт може проводитись послідовним, паралельним та поточним методами.

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

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

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

Замовник і підрядник заключають підрядний договір, який регулює взаємовідношення між ними на весь період будівництва. Монтаж здійснюється підрядним способом, доставка елементів системи здійснюється підрядником. При складанні актів приймання робіт та довідки про вартість виконаних робіт визначається базисна вартість виконаних робіт, враховуються ринкові подорожчання обумовлені в контракті або визначені по факту. Оплата за виконанні монтажні роботи між замовником та підрядником проводиться у формі безготівкового розрахунку.

Топкова, яка запропонована, працює на твердому паливі, який в порівнянні з іншими видами палива є доступним і дешевим. Котли при роботі викидають мало шкідливих речовин в порівнянні з котельнями, які працюють

на вугіллі чи рідкому паливі. Розташування топкової також сприяє розсіюванню шкідливих речовин на більшу площу, оскільки амбулаторія розташована на відкритому просторі.

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

#### **4.4 Оцінка впливу на навколишнє середовище**

Захист навколишнього середовища є актуальним питанням, адже збільшення комплексу будівельних робіт і внутрішнього монтажу спричиняють значні забруднення викидами в водне, повітряне і ґрунтове середовище, що призводить до катастрофічних наслідків широких масштабів.

З цією метою створюється низка документів і законів, які захищають природне середовище. В цих документах основну увагу приділяють упорядкуванню водопостачання, що неможливе без правильної організації і достатньої надійної системи.

Методи визначення якості та обсягів забруднення. Для з'ясування ступеня забруднення довкілля та впливу того чи іншого забруднювача на біоту й здоров'я людини, оцінки шкідливості забруднювачів і міри їхньої небезпечності, проведення екологічних експертиз довкілля в межах районів, регіонів чи окремих об'єктів сьогодні всьому світі і використовують такі поняття, як граничнодопустимі концентрації шкідливих речовин, гранично - допустимі викиди, і скиди гранично - допустимі екологічні навантаження.

Котельня установка для забезпечення теплотою приміщення лікарні, працює на природному газі, який в порівнянні з іншими видами палив є екологічно чистим. Котельня при роботі викидає гранично допустиму кількість шкідливих речовин в порівнянні з котельнями, які працюють на твердому чи рідкому паливі. Розташування котельні також сприяє розсіюванню шкідливих речовин на більшу площу, оскільки вона розташована на даху будинку. Отже, котельня даного типу вигідна з економічної і екологічної точки зору.

#### **4.5 Висновки до четвертого розділу**

В даному розділі роботи було проведено обґрунтування проектної потужності об'єкту та впровадження системи опалення та вентиляції, основні положення по організації будівництва і влаштування санітарно-технічних систем та основні технологічні та будівельні рішення для повноцінної розробки складання локального кошторисна на проведення монтажу системи опалення та вентиляції приміщень лікарні та визначено основні величини орієнтовних техніко-економічних показників.

Загальна кошторисна вартість проведення робіт, враховуючи вартість матеріалів, становить 5992,73281грн., в тому числі кошторисна заробітна плата складає 512,60118грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Магітсерська кваліфікаційна робота виконана відповідно до технічного завдання із дотриманням діючих норм, правил та стандартів.

В першому розділі на основі економічного і технічного порівняння варіантів теплопостачання приміщень лікарні запропоноване раціональне джерело теплоти на основі комбінації електрокотельні з баками-акумуляторами і зонним обліком електроенергії. Проте за неможливості такого підключення, в роботі застосовується міська мережа теплопостачання.

Встановлено доцільність влаштування системи вентиляції і центрального кондиціонування зі змінною витратою повітря в приміщеннях лікарні.

У другому розділі було проведено попередні та основні розрахунки системи опалення та вентиляції, здійснено моделювання теплоізоляційної оболонки будівлі з метою визначення її оптимальних параметрів, виконано вибір і розрахунок обладнання для систем опалення. Підібрані радіатори – сталеві фірми Корrado, висотою 500 мм. Під час проектування систем опалення та вентиляції були проведено моделювання гідравлічного режиму роботи систем. В результаті виконаного гідравлічного розрахунку систем опалення, вентиляції було підібрано умовні діаметри труб для монтажу систем. Для забезпечення нормативного мікроклімату приміщень амбулаторії планується влаштування системи вентиляції, повітрообмін якої розраховано згідно з вимогами діючих нормативних документів.

В третьому розділі У третьому розділі визначено склад і об'єми робіт, на основі яких підібрано машини і механізми, за допомогою яких здійснюється монтаж системи опалення і газопостачання будинку. Визначено норми часу та виробітку і побудовано календарний план виконання будівельно-монтажних робіт. Загальна тривалість монтажу системи опалення 20 днів.

Визначені заходи з техніки безпеки при монтажі системи та пожежної безпеки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Будинки і споруди: заклади охорони здоров'я ДБН В. 2.2-10-2001. – К.: Держбуд України. – 2001. – 166 с.
2. Будівельна кліматологія: ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010. – К.: Мінрегіонбуд України. – 2011. – 123 с.
3. Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів по енергозбереженню: ДСТУ 2155-93 – К. : Держстандарт України. – 1993. – 13 с.
4. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016. – Мінрегіонбуд України. – К.: 2017. – 31 с.
5. ДБН В.2.5-67:2013: Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря. Київ. : К. Мінрегіонбуд, 2013. - 141 с.
6. Ратушняк Г. С. Підвищення енергоощадності багатоповерхових будинків шляхом удосконалення вузла примикання цоколя технічного підпілля [Текст] / Г. С. Ратушняк, О. Ю. Горюн // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – Київ : КНУБА, 2018. – Вип. 25. – С. 44-49.
7. Лялюк О.Г. Проекти енергозбереження – один із напрямків залучення інвестицій / Лялюк О.Г., Ратушняк Г.С. // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 1. - С. 125-128.
8. Ратушняк Г. С. Термомодернізація теплопровідних включень вузлів примикання при встановленні енергоощадних вікон [Текст] / Г. С. Ратушняк, А. М.Очеретний, О. Ю. Материнська // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – 2018. – № 24 – С. 52-58.
9. Ніколаєв В. П. Енергоефективність будівництва в умовах України: проблеми та шляхи вирішення // Науковий вісник Національного університету ДПС України (економіка, право). – 2010. – № 1(48). – С. 57-63.
10. Кулибаба С. В. Фінансові стимули успішної реалізації політики енергозбереження // Економічний форум. – 2011. – № 2.

11. Ратушняк Г. С. Енергоаудит багатопверхових житлових будинків з використанням тепловізійних зйомок [Текст] / Г. С. Ратушняк, А. М. Очеретний // Будівельні конструкції. – 2017. – № 1. – С. 84-93.
12. Соколов І. А. Сучасні напрямки енергозбереження при комплексній реконструкції застарілого житлового фонду / І. А. Соколов, Р. Я. Лінник, Д. С. Харченко // «Вісник» ПДАБА, № 6 – 7 червень – липень 2009. – С. 63-68.
13. Міністерство палива та енергетики України // Режим доступу: <http://mpe.kmu.gov.ua>.
14. Лялюк О. Г. Енергозбережні технології в будівництві/ Лялюк О.Г.// Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2010. - № 4. - с. 20-23.
15. Кубе П. Энергосбережение в жилищном фонде — насущные задачи для его осуществления // Реконструкция жилья. - К., 2005. - Вып. 6 - С. 339-343.
16. Ратушняк Г.С. Управління проектами енергозбереження шляхом термореновації будівель. Навчальний посібник/ Ратушняк Г.С., Ратушняк О.Г. — Вінниця: ВНТУ, 2006. — 106 с.
17. Табунщиков Ю., Ковальов І., Гегуєва О. Принципи економічної оцінки енергоефективного будинку // Ринок інсталяцій. - 2005. - № 11. - С. 10-13.
18. Степанов Д.В. Обґрунтування раціонального джерела теплопостачання навчального корпусу внту / Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова, А. О. Буянов // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2016. - № 1. - С. 123-127.
19. Степанов Д. В. Акумуляування теплоти в схемі ефективної системи теплохолодопостачання житлової будівлі / Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова, О. А. Гайдейчук // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2015. – №2
20. Степанова Н. Д. Економічний та екологічний аспекти теплопостачання на базі геліоустановок / Н. Д. Степанова, Т. І. Пилипенко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2013. – №5. – С. 65-68.



21. Джеджула В.В. Енергоефективність систем вентиляції: критерії оцінювання та фактори впливу / В. В. Джеджула // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2016. - № 1. - С. 110-113.
22. Павленко В. А. Показатель потребления электроэнергии SFP для оценки затрат на работу системы вентиляции и климатизации / В. А. Павленко // Вестник МГСУ. – 2009. – № 3. – С. 150-155.
23. Караджи В. Г. Оценка аэродинамической эффективности вентиляционных систем / В. Г. Караджи, Ю. Г. Московко // Авок. – 2008. - № 7. – С. 46-48.
24. Системи вентиляційні. Загальні вимоги: ДСТУ Б А. 3.2 – 12: 2009 – К. : Мінрегіонбуд України. – 2010. – 8 с
25. Наукові засади реформування і розвитку житлово-комунального господарства: Монографія. / Поважний О. С., Попов О. П., Запатріна І. В., Волков В. П. та ін. Черкаси : Брама-Україна, ЧДТУ, 2011. – 436 с.
26. Ратушняк Г. С. Дослідження впливу регулюючого пристрою з зручнообтічними виконавчими елементами на втрати тиску в коліні вентиляційної системи [Текст] / Г. С. Ратушняк, Р. В. Степанковський // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: "Будівництво". - № 10(18). - 2014. - С. 274-279.
27. Джеджула В.В. Системи вентиляції зі змінною витратою повітря: особливості проектування та експлуатації / В. В. Джеджула // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2017. - № 1. - С. 106-111.
28. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2 / Б. В. Баркалов, Н. Н. Павлов, С. С. Амирджанов и др.; Под ред. Н. Н. Павлова и Ю. И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.
29. Краснов Ю. С. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию для производственных и общественных зданий / Ю. С. Краснов. – М.: Техносфера. – 2006. – 288 с.
30. Теплова ізоляція: 2008: [каталог]. – [Київ: ЄвроТерм]. - 15 с.: ил.

31. Сухорук З.Ю. Особливості влаштування системи вентиляції в приміщеннях лікарні / НТК ВСС ВНТУ. – 2020.
32. Сухорук З.Ю. Енергоефективна система забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні / НТК «Інноваційні технології в будівництві» ВНТУ. – 2020.
33. Анохіна К.В., Сухорук З.Ю., Сумира О.В. Енергоефективні технічні рішення в галузі опалення та теплопостачання в лікарнях" / НТК ВСС ВНТУ. - 2019.
34. Богословский В.Н. Справочник проектировщика. Ч.1 / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканави. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с. – ISBN 5-274-00523-3.
35. Жуковський С.С. Технологія заготівельних та спеціальних монтажних робіт: [підруч. для студ. вищ. навч. закл.] / С.С. Жуковський, Р.І. Кінаш. – Львів: Видавництво науково-технічної літератури, 1999. – 448 с. ISBN 966-7148-63-1
36. Внутрішній водопровід і каналізація: ДБН В.2.5-64:2012 Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво – К.:Мінрегіон України та житлово-комунального господарства, 2013.– 104 с. – (Державні будівельні норми)
37. Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва: ДСТУ-Н.Б.В.1.2–16:2013. – [Чинний від 2013–05–14]. –К.: Мінрегіон України, 2013. – 37с. – (Державні стандарти України).
38. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5-2009. – [Чинний від 2012-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України,2011. – 60 с. – (Державні будівельні норми).
39. Внутренние сантехнические работы: ДБН Д.2.4-15-2000. - [действующий от 2000-10-01]. – К.: Госстрой Украины, 2000. – 103 с. – (Национальные стандарты Украины).
40. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1.7–2002. - введ. 2003-05-01. – К.:УкрНДІПБ МВС України, 2003. – 87 с.

41. Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5-28-2006 - [діючий від 30.03.2006]. – К.: Мінбуду України, 2000. – 63 с. – (Національні стандарти України).

42. Організація будівельного виробництва: ДБН А 3.1 -5- 2009. – [чинний від 2012-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 74 с. – (Національні стандарти України).

## **ДОДАТКИ**

**ДОДАТОК А**  
Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

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

---

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**  
на виконання магістерської кваліфікаційної роботи  
**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СПЕЦІАЛІЗОВАНА СИСТЕМА ЗАБЕЗ-  
ПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ ЛІКАРНІ**

Науковий керівник  
к.т.н, проф. \_\_\_\_\_ Ратушняк Г.С. \_\_\_\_\_

Розробив  
ст. гр. ТГ-19м \_\_\_\_\_ Сухорук З.Ю. \_\_\_\_\_

Вінниця 2020

### 1. Призначення розробки та галузі її застосування:

Система опалення та вентиляції призначена для забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов у лікарні з можливістю регулювання температури у приміщенні та створення необхідного повітрообміну.

### 2. Основа для виконання робіт:

Основою для виконання робіт є завдання на дипломне проектування, затверджене наказом ректора «25» вересня 2020 року №214.

### 3. Мета та призначення розробки:

Метою проектування даних систем є теоретичне обґрунтування та розробка варіанту проектного рішення внутрішніх інженерних мереж приміщень лікарні.

### 4. Джерела розробки:

В основу проекту покладено типові та сучасні конструктивні рішення в даних галузях.

### 5. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до системи опалення викладені в наступній літературі:

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;

ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель»;

### 6. Вимоги по стандартизації та уніфікації.

При розробці системи опалення потрібно застосовувати максимально можливу кількість стандартних виробів, які б забезпечували можливість швидкого монтажу систем та можливість їх ремонту чи заміни.

### 7. Вимоги з надійності.

вимоги по надійності викладені в ГОСТ 27.002. Обов'язковим є показники:

7.1 Середній термін напрацювання обладнання на відмову, який складає не менше 10 років.

7.2 Середній повний строк служби не менше 25 років.

7.3 Оцінку відповідності показників надійності – середній термін напруження обладнання на відмову провести на етапі приймальних випробувань експериментальним шляхом у відповідності зі СНиП 3.05.01-85.

7.4 На виробі повинні бути встановлені строки експлуатації.

8. Ергономічні вимоги:

8.1 Розташування органів управління основного та допоміжного обладнання повинні забезпечувати роботу персоналу нагляду на протязі денної та нічної частини доби.

8.2 Номенклатура і величини антропометричних параметрів для пультів управління повинні відповідати вимогам ГОСТ 211114.

8.3 Виконання вимог ергономіки перевіряється при попередніх випробуваннях і уточняється на стадії приймальних випробувань.

9. Експлуатаційні та ремонтні вимоги.

Для виробів в період експлуатації повинні бути встановлені наступні види технічного обслуговування: сезонне ТО, регламентоване ТО, строки ТО і ДО повинні по можливості співпадати з строками обслуговування базового обладнання.

10. Порядок розробки випробування, приймання опалення:

10.1 Стадія розробки встановлюють відповідно з ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Обов'язковими етапами дослідно-конструкторської роботи є:

розроблення та затвердження замовником функціональних та принципових схем, конструктивних компоновок та робочих креслень;

розробка та узгодження програми та методики випробувань;

узагальнення результатів виконаних робіт, вироблення рекомендацій та інструкцій.

10.2 Ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника.

10.3 порядок приймання розробки у відповідності із вимогами Держстандарту. Оцінка виконаної розробки і прийняття рішення по виконаній розробці виконує приймальна комісія, яку формує розробник.

До складу комісії входять: представник замовника, розробника і виробника. Головою комісії призначається представник замовника.

10.4 Місце і строки випробувань визначають заздалегідь і попередньо узгоджують.

10.5 Перелік документів, що представляється на випробування, визначаються у програмі випробувань.

10.6 Перелік матеріалів і документів, що передаються замовнику: комплект технічної і експлуатаційної документації, креслення та інструкції з експлуатації розроблених систем.

10.7 Дане технічне завдання може узгоджуватись та доповнюватись в процесі проектування.

11. Етапи проектування та строки виконання магістерської кваліфікаційної роботи (таблиця 1).

Таблиця 1 - Етапи проектування та строки виконання МКР.

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів (роботи)	Примітка
1	Аналіз стану систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні	15.10.2020	вик.
2	Техніко-економічне обґрунтування та моделювання режимів систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні	27.10.2020	вик.
3	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень	02.11.2020	вик.
4	Техніка безпеки та охорона праці	07.11.2020	вик.
5	Економічне обґрунтування проектних рішень систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні	15.11.2020	вик.
6	Попередній захист	24.11.2020	вик.
7	Відгук опонента (рецензента)	10.12.2020	Вик.
8	Захист МКР	16.12.2020	



№ стрічки	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	№ екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			Вперше розроблено			
1	A3	08-12.МКР.021.01.000 ОВ	С-ма опалення на плані цркольного поверху	1		
2	A3	08-12.МКР.021.02.000 ОВ	С-ма опалення на плані першого поверху	1		
3	A3	08-12.МКР.021.03.000 ОВ	С-ма опалення на плані другого поверху	1		
4	A3	08-12.МКР.021.04.000 ОВ	Аксометрична схема системи опалення	1		
5	A3	08-12.МКР.021.05.000 ОВ	С-ма вентиляції на плані цокольного поверху	1		
6	A3	08-12.МКР.021.06.000 ОВ	С-ма вентиляції на плані першого поверху	1		
7	A3	08-12.МКР.021.07.000 ОВ	С-ма вентиляції на плані другого поверху	1		
8	A3	08-12.МКР.021.08.000 ОВ	Аксометрична схема системи вентиляції	1		
9	A3	08-12.МКР.021.09.000 ОВ	Аксометрична схема системи вентиляції	1		
10	A3	08-12.МКР.021.09.000 ОВ	Аксометрична схема системи вентиляції	1		
11	A3	08-12.МКР.021.09.000 ОВ	Схема обв'язки котельні	1		
12	A3	08-12.МКР.021.09.000 ОВ	Календарний план монтажу	1		плакат
13						
14	A4	08-12.МКР.021.00.000 ПЗ	Пояснювальна записка.	137		
15						
16						
17						

					08-12.МКР.021.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сухорук З.			Енергоефективна спеціалізована система забезпечення мікроклімату в приміщеннях лікарні	Літ.	Арк.	Архувів
Керівник		Ратушняк Г.С.						
Рецензент						<b>ВНТУ</b>		
Н. Контроль		.Панкевич О.Д.						
Затвердив		Ратушняк Г.С.						