

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут

Кафедра експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетика

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри ЕСЕУ та ТЕ

Личко Б.М.

«___» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему: Розробка системи теплопостачання гуртожитку з даховою котельною об'ємом забудови 108 тис.м³ м. Миколаєві

Виконав: студент групи 4241

Фабрика В.С.

(підпис)

Керівник роботи:

канд.техн.наук, доцент кафедри ЕСЕУ та ТЕ

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Шановалов Ю.О.

(підпис)

м. Миколаїв – 2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Машинобудівний навчально-науковий інститут

Кафедра експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетика

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

Освітня програма «Теплоенергетика»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

Ю.А. Шаповалов Ю.О.
(підпис)

«__» _____ 2025 р.

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

Студента **Фабрики Владислава Сергійовича**

(Прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка системи теплопостачання гуртожитку з даховою котельною об'ємом забудови 108 тис.м³ м. Миколаєві

Керівник роботи Шаповалов Юрій Олександрович, канд.техн.наук, доцент кафедри ЕСЕУ та ТЕ

Затверджено розпорядженням МННІ НУК № __ від «__» _____ 2025 року

2. Термін подання студентом роботи до розгляду на кафедрі _____

3. Вихідні дані до роботи Джерело теплопостачання - дахова котельня. Теплоносій системи опалення - вода з параметрами 95-70°C

Креслення і характеристика будівлі

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

1. Характеристика об'єкта, для якого розробляється система теплопостачання. Вибір та обґрунтування розрахункових параметрів. Вимоги ДБНУ до систем
2. Розробка системи водяного опалення. Розрахунок теплової схеми дахової котельної.
3. Розробка систем вентиляції. Підбір вентиляційного устаткування. Аеродинамічний розрахунок повітроводів.
4. Розробка калорифера.
5. Розробка питань з охорони праці.

5. Перелік презентаційних матеріалів

1. План систем Т1, Т2, Т3, Т4, В1, К1

2. Система опалення поверху.

3. Система припливно-витяжної вентиляції

4. Теплова схема водогрійної котельні

5. Калорифер марки КВСБ-П

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання «__» _____ 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика об'єкта, для якого розробляється система теплопостачання		
2	Розробка системи водяного опалення		
3	Розробка системи вентиляції		
4	Розробка калорифера		
6	Розробка заходів з охорони праці		
7	Графічна частина		

Студент

_____ (підпис)

Фабрика В.С.

Керівник роботи

_____ (підпис)

Шаповалов Ю.О.

Анотація

У кваліфікаційній роботі здійснено проєктування систем теплопостачання для багатоповерхової будівлі гуртожитку з урахуванням архітектурних особливостей будівлі, функціонального зонування та вимог нормативних документів.

Запропонована теплова схема дахової котельні на базі трьох модулів ВПМ «Колві»-192 забезпечує стабільне опалення і гаряче водопостачання при різних температурних режимах. Розроблена система вентиляції з підібраним обладнанням (KE 40-20-4 та DHS 311EV), включаючи розрахунок повітроводів.

Приведена розробка конструкції повітряного калорифера.

Також в роботі розглянуті питання з охорони праці.

Ключові слова: Теплопостачання, дахова котельня, ВПМ Колві, система вентиляції, калорифер, гідравлічний розрахунок, система ГВП.

Abstract

This qualification project presents the design of a heat supply system for a 4000 m² hotel and office center, considering the building's architecture, zoning, and regulatory requirements. The proposed rooftop boiler system is based on three Kolvi-192 heating modules, ensuring stable space heating and domestic hot water under various thermal conditions. A complete ventilation system is designed, including air duct calculations and equipment selection (KE 40-20-4 supply fan and DHS 311EV exhaust fan).

The design of an air heater is developed.

The work also considers issues of labor protection.

Keywords: Heat supply, rooftop boiler, Kolvi module, ventilation system, air heater, hydraulic calculation, hot water supply.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА, ДЛЯ ЯКОГО РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ. ВИБІР ТА ОБІРУНТУВАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ПАРАМЕТРІВ. ВИМОГИ ДБН УКРАЇНИ ДО СИСТЕМ.....	
1.1. Характеристика об'єкта, для якого розробляється система теплопостачання.....	
1.2. Опис систем життєзабезпечення.....	
1.3. Перелік головного теплоенергетичного обладнання і систем об'єкта, параметри та технічні показники енергоносіїв. Вимоги ДБНУ до систем..	
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ.....	
2.1. Розрахунок теплового балансу типового номеру гуртожитку	
2.1.1. Характеристика огорожувальних конструкцій	
2.1.2. Розрахунок теплового балансу.....	
2.2. Розрахунок теплової схеми дахової котельної.....	
2.2.1. Підбір опалювального обладнання.....	
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ	
3.1. Аеродинамічний розрахунок повітроводів.....	
3.2. Підбір припливного вентилятора.....	
3.3. Опис прямокутного каналного вентилятора КЕ 40-20-4.....	
3.4. Підбір витяжного вентилятора.....	
3.5. Опис витяжного вентилятора DHS 311EV.....	
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА КАЛОРИФЕРА	
4.1. Опис калориферів марки КВСБ-П.....	
4.2. Розрахунок калорифера.....	

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....
5.1. Небезпечні і шкідливі фактори.....
5.2. Розробка заходів з охорони праці при монтажі систем вентиляції.....
5.3. Розробка заходів з охорони праці при зварювальних роботах монтажу систем опалення та вентиляції.....
5.4. Основні протипожежні заходи.....
ВИСНОВКИ.....
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.00	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ВСТУП

Перед сучасною економікою країни дуже гостро стає проблема економії паливно-енергетичних ресурсів шляхом проєктування і впровадження та грамотної експлуатації різних енергозберігаючих систем, конструкцій і технологій. У структурі споживання теплової енергії будь-якого міста значну частину складають витрати на побутові потреби, пов'язані з опаленням та гарячим водопостачанням житлового фонду, і саме тут скриті великі резерви для його економії. Тому знання основ раціонального проєктування систем опалення, теплопостачання, прийняття ефективних проєктних рішень, вміння економічної експлуатації цих систем являються дуже важливими для технічних спеціалістів.

Одними з важливих систем життєзабезпечення є системи опалення і вентиляції. Тому для створення і підтримки комфортних умов у приміщеннях необхідна установка сучасних і високоефективних систем опалення і вентиляції, які підтримують нормативні параметри внутрішнього повітря і забезпечують нормальну працездатність і самопочуття людей.

Для задоволення теплових потреб передбачуються відповідні інженерні пристрої, що забезпечуються теплом від теплових мереж: системи опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, гарячого водозабезпечення, а також теплотехнічне обладнання для технологічних цілей.

Основне призначення систем опалення – підтримання внутрішньої температури повітря у приміщеннях відповідно до норми.

У холодну пору року будинки вихолоджуються, втрачають тепло через зовнішні стіни, вікна, двері, перекриття верхніх поверхів і підлоги нижніх поверхів. Тепло від нагрітого повітря з приміщення переходить до більш холодного зовнішнього. Для підтримки в приміщенні необхідної температури і відшкодування втраченого тепла використовують опалення. Тепло, необхідне для обігріву, утворюється при спаленні палива. Паливо спалюють у котлах або опалювальних печах, від яких тепло передається в приміщення.

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.00	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Системи опалення залежно від джерела вироблення теплової енергії поділяються на місцеві й центральні.

Місцевим опаленням називають таку систему, при якій паливо спалюється в печі, розташованій в опалюваному помешканні, а тепло, одержане від спалюваного палива, передається в приміщення від поверхні нагрітої печі. Така піч може обслуговувати одну або декілька кімнат.

Централізованою системою опалення називають такий пристрій, при якому тепло виробляється в якомусь центрі, наприклад, в центральній котельній, а теплоносії по трубопроводах передає тепло нагрівальним приладам, встановленим в окремих помешканнях.

Системи ГВП забезпечують споживачів гарячою водою, яку в житлових, громадських, комунальних будівлях, на промислових підприємствах використовують для ванн, душових, прання, миття посуду, технологічних потреб.

Системи ГВП, як і опалення, бувають місцеві й централізовані. У місцевих системах гарячого водопостачання гаряча вода готується на місці її використання. У централізованих системах гарячого водопостачання гаряча вода готується в одному місці, з якого вона транспортується до споживачів по трубопроводах.

Забезпечення надійної та економічної роботи всієї системи теплопостачання і високої якості надання послуг споживачам можливе тільки при узгодженій та чіткій роботі всіх ланок системи. У всій системі теплопостачання повинні діяти єдині загальні правила, обов'язкові як для ТЕЦ (або котельної), так і для теплосеті, і споживачів. Вибір тієї чи іншої системи теплопостачання населеного пункту визначається його розміром, категоріями споживачів, місцевими умовами, обсягом споживання теплової енергії та ін.

Мета роботи: розробка системи теплопостачання гуртожитку з даховою котельною об'ємом забудови 108 тис.м³ м. Миколаєві.

Завдання: Розробити енергоефективні, безпечні та технічно обґрунтовані системи життєзабезпечення з урахуванням вимог чинних нормативних документів

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.00	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

для багатоповислової будівлі гуртожитку, а саме: дахову котельню, системи опалення, гарячого водопостачання (ГВП), вентиляції.

Розробити системи теплопостачання, які сприяють збереженню енергоресурсів за рахунок: використання обладнання, яке є більш економічним і дозволяє досягти досить високого коефіцієнту завантаження котлів на різних режимах роботи; економії тепла та коштів завдяки використанню дахової автономної котельної.

Об'єкт розробки: дев'ятиповерхова будівля гуртожитку, де розміщені житлові, адміністративні, офісно-розважальні приміщення та дахова котельня. Об'єм забудови 108 тис.м³, розташована у м. Миколаєві.

Предмет розробки: дахова котельня з газовими водогрійними модулями ВПМ «Колві»-192, системи водяного опалення, вентиляції, ГВП.

Методи розробки: У ході виконання кваліфікаційної роботи застосовано комплекс методів інженерного аналізу, розрахунків і проєктування, що відповідають сучасним нормативним документам у галузі будівництва, теплопостачання та вентиляції:

1. Теплотехнічні розрахунки – проведено відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 та ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 для визначення теплових втрат через огорожувальні конструкції будівлі (стіни, підлога, перекриття, вікна та двері). Визначено опір теплопередачі багат шарових конструкцій, теплові потоки через кожен елемент та сумарне теплове навантаження.

2. Гідравлічні розрахунки – здійснено для визначення діаметрів трубопроводів, витрат теплоносія, гідравлічного опору мережі та параметрів роботи циркуляційних насосів. Розрахунки враховували місцеві втрати та втрати на тертя, згідно з методикою ДБН В.2.5-67:2013.

3. Енергетичне моделювання системи теплопостачання – включало побудову теплової схеми котельної з урахуванням п'яти режимів експлуатації. Проведено балансування теплових навантажень за кожным споживачем (опалення, ГВП),

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.00	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

вибрано оптимальні параметри мережевої води (t_1/t_2) та виконано аналіз теплової ефективності обладнання.

4. Аеродинамічні розрахунки вентиляції – проведені для визначення витрат повітря, перерізів повітроводів, динамічного тиску, втрат на фільтрах і калориферах. Застосовано номограми і діаграми відповідно до ДБН В.2.5-67:2013. Підібрано каналні вентилятори за діаграмами продуктивності.

5. Розрахунок теплового балансу приміщень – охоплював надходження і втрати теплоти, теплопритоки від побутових приладів, людей, електрообладнання. Враховано інфільтраційні тепловтрати відповідно до ДБН та нормативів з енергозбереження.

6. Проектно-конструктивне моделювання – виконано компонування обладнання дахової котельної, системи вентиляції та водопостачання з урахуванням технічних характеристик, просторових обмежень, експлуатаційної доступності та безпеки.

7. Підбір обладнання – проведено з використанням технічних каталогів виробників: теплогенератори ВПМ «Колві»-192, калорифери КВСБ-П, вентиляційне обладнання Systemair. Вибрані пристрої забезпечують необхідні параметри тепла, повітрообміну, рівень ККД та шумозахисту.

8. Нормативно-аналітичний підхід – усі розрахунки й рішення узгоджено з вимогами ДБН В.2.5-64:2012, ДБН В.2.5-67:2013, ДБН В.2.5-77:2014, ДСН 3.3.6.042-99, НПАОП 0.00-1.60-66 та іншими чинними регламентами у сфері тепlopостачання та безпеки експлуатації.

Одержані результати:

Розроблено теплову схему дахової котельні для 5 температурних режимів.

Визначено максимальні теплові навантаження: 0,254 МВт – опалення; 0,0625 МВт – ГВП.

Обґрунтовано використання трьох модулів ВПМ «Колві»-192.

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.00	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Запроєктовано систему водяного опалення закритого типу з автоматичним регулюванням.

Розраховано систему вентиляції з підбором припливного вентилятора KE 40-20-4 та витяжного DHS 311EV.

Розроблено схему установки калорифера КВСБ-П.

Практичне значення роботи

Практичне значення роботи полягає в тому, що розроблена теплова схема дахової котельні з використанням модулів ВПМ «Колві»-192 може бути впроваджена в умовах реального функціонування об'єкту, забезпечуючи надійне теплопостачання й гаряче водопостачання. Запропонована система дозволяє ефективно реагувати на змінні теплові навантаження за рахунок каскадної роботи модулів. Результати роботи можуть бути використані при проєктуванні аналогічних багатофункціональних громадських об'єктів, зокрема при реконструкції чи модернізації котельнь. Система вентиляції, розрахована з урахуванням теплового комфорту та санітарно-гігієнічних норм, забезпечує оптимальні умови перебування людей у приміщеннях із різними функціональними режимами.

Новизна одержаних результатів

Новизна роботи полягає у впровадженні адаптивної теплової схеми з п'ятьма температурними режимами для забезпечення різних зон будівлі із змінним навантаженням. Уперше для заданої конфігурації об'єкта обґрунтовано доцільність використання трьох газових водогрійних модулів ВПМ «Колві»-192 у каскадному режимі. Новизну також становить комплексне поєднання систем водяного опалення, гарячого водопостачання, вентиляції та повітряного підігріву, що дає змогу знизити експлуатаційні витрати і забезпечити високий рівень комфортності. У роботі детально опрацьовано аспекти безпечної експлуатації та монтажу вентиляційного обладнання відповідно до вимог чинних нормативів.

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.00	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.01		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
					Характеристика об'єкта, для якого розробляється система теплопостачання	Літ.	Арк.
Студент		Фабрика В.С.					Аркушів
Керівник		Шаповалов Ю.О					
Консульт.						НУК	

**РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА, ДЛЯ ЯКОГО
РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ. ВИБІР ТА
ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ПАРАМЕТРІВ.
ВИМОГИ ДБН УКРАЇНИ ДО СИСТЕМ**

1.1. Характеристика об'єкта, для якого розробляється система теплопостачання

Об'єктом для розробки системи теплопостачання є гуртожиток з даховою котельною у м. Миколаєві. Будівля гуртожитку складається з дев'яти поверхів і підвалу. Перший поверх і підвал забудовані під розважально-офісні приміщення, інші вісім поверхів - житлові номери. На кожному поверсі десять номерів - п'ять двомісних та п'ять одномісних номерів. Кожний номер обладнаний санвузлом, який складається з унітазу, раковини та душової kabіни. На п'ятому та шостому поверхах розміщені номери - люкс, де в кожному санвузлі передбачена ванна. Загальна висота об'єкта 27 м, площа всіх поверхів 4 тис. м², об'єм забудови 108 тис. м³. Максимальна кількість людей при максимальному заселенні номерів гуртожитку, розважально-офісних приміщень, а також з урахуванням робочого персоналу складає 200 осіб. Фасадна та тильна сторони будівлі виконані з скла, бокові сторони виконані з залізобетонних плит ізольовані 50 мм прошарком пінопластової ізоляції.

1.2. Опис систем життєзабезпечення

В роботі розглядаються наступні системи життєзабезпечення: дахова котельна, системи водопостачання, опалення, вентиляції, каналізації.

Теплова схема дахової котельні розрахована на п'ять режимів, а також включає в себе приготуванням гарячої води для споживача. Перший режим - максимальний зимовий із температурою мінус 20°C, другий режим – із середньою

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.01	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

температурою зовнішнього повітря найбільш холодного місяця мінус 10°C, третій режим – із середньою температурою зовнішнього повітря за опалювальний період мінус 7°C, четвертий режим – із температурою зовнішнього повітря в точці зламу температурного графіка мереженої води мінус 4°C, п'ятий режим – літній. За результатами розрахунків передбачена опалювальна установка, яка при кожному температурному режимі забезпечить температуру в приміщеннях + 20°C, та подачу гарячої води на споживача із температурою 60°C.

Система опалення запроєктована лежачо-стоячого типу. За результатами розрахунків тепловитрат приміщень підібрані сталеві панельні радіатори ELBA. На кожному з них передбачений повітровідвідний кран та термостатична голівка, за допомогою якої можна регулювати температуру в приміщенні.

Система водопостачання запроєктована відповідно ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація», ДБН В.2.2.-9-2009 «Громадські будівлі та споруди. Основні положення». Водопостачання будівлі передбачене від міської мережі водопроводу. Облік витрати води здійснюється водомірним вузлом з імпульсним виходом, встановленим на введенні. У будівлі розроблений об'єднаний господарсько-протипожежний водопровід. Витрата води складає 2,52 л/с. Для підвищення тиску в системі об'єднаного водопроводу проектується установка підвищення тиску.

Гаряче водопостачання передбачене з котельної. Система гарячого водопостачання запроєктована з верхньою розводкою і циркуляційним трубопроводом. На стояках гарячого водопостачання встановлюються рушникові сушарки у ванних кімнатах. Трубопроводи холодної і гарячої води запроєктовані із сталевих водогазопровідних оцинкованих труб по ДСТУ 8936:2019.

Побутові і виробничі стічні води роздільними випусками відводяться в зовнішню мережу каналізації. Внутрішня каналізація запроєктована з пластмасових каналізаційних труб по ДСТУ Б EN 12666-1:2011. Введення водопроводу і випуск каналізації виконуються у водонепроникних каналах з ухилом у бік контрольного колодязя, оскільки ґрунти 2 типу просадочності. Магістральні трубопроводи хо-

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.01	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

лодної і гарячої води, прокладені нижче відмітки 0,000 і стояки ізолюються поліетиленовою ізоляцією. Виробництво робіт вести відповідно до ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація та ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009 . Приєднання миття до каналізаційної мережі передбачається з розривом струменя не менше 20мм від верху приймальної воронки. Перетин пластмасового трубопроводу з фундаментом будівлі передбачається в пластмасовому футлярі.

1.3. Перелік головного теплоенергетичного обладнання і систем об'єкта, параметри та технічні показники енергоносіїв. Вимоги ДБНУ до систем

Кваліфікаційна робота виконана на підставі завдання кафедри і відповідно до ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні», НПАОП 0.00-1.60-66 «Правила будови і безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів». Котельня призначена для теплопостачання і гарячого водопостачання гуртожитку.

Система опалення будівлі - закрита, двотрубна.

Теплоносій системи опалення - вода з параметрами 95-70°C.

Паливо - природний газ з нижньою теплотою згорання 8030 ккал/м³.

В якості джерела тепла передбачена опалювальна установка на базі дахових модулів ВПМ «Колві 192».

В склад устаткування котельні входять:

- ВПМ «Колві - 192» - 3 шт.;
- підігрівач сирої води Колві В31-60 1шт;
- бак акумулятор ВС - 200 Т 1шт;
- вакуумний деаератор 400 л 1шт;
- бак з деаерованою водою 300 л 1шт;
- фільтр сирої води 1шт;
- циркуляційний насос системи опалювання «WILO» IL 40/140-2,2/2,- 2шт;
- циркуляційний насос ГВП «WILO» TOPS 50/4 – 2шт;
- рециркуляційний насос ГВП «WILO» TOPZ 25/6 - 1шт.

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.01	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Забір повітря на горіння здійснюється безпосередньо з котельної зали. Котли забезпечені пристроєм регулювання температури теплоносія в нічний час. Видалення димових газів здійснюється за рахунок природної тяги через теплоізововані димарі з товстої листової сталі 0,7мм перетином 685х110.

Примусова циркуляція теплоносія в системі опалення здійснюється за рахунок ІЛ 40/140-2,2/2 (два паралельно розташованих насоса, один є робочий, другий - резервний). При виході з ладу першого насоса автоматично включається другий. Насоси працюють по черзі для забезпечення однакового часу напруження. У опалювальній установці передбачене автоматичне регулювання температури теплоносія в системі опалення в залежності від температури зовнішнього повітря.

Система опалення прийнята замкнута. У системі опалення підтримується постійний тиск 2,0-2,5 бар. Незначні коливання тиску, а також теплові розширення компенсуються за допомогою бака з деаерованою водою ємністю 300л, який підключений до зворотного трубопроводу системи опалювання. Надлишок тиску в системі опалення скидається в каналізацію з допомогою пружинних запобіжних клапанів, що входять до складу модулів. У разі падіння тиску в системі опалення нижче 2,0 бар, система опалення підживлюється підготовленою водою автоматично, за допомогою насоса HDWJ 201 EM, який включається при падінні тиску в системі опалення нижче 2,0 бар. Параметри настройки насоса: тиск включення - 2,0 бар, тиск виключення - 2,5 бар.

Для гарячого водопостачання передбачений пластинчастий теплообмінник продуктивністю 5900 л/год. Для демпфування температурних нерівностей гарячої води і для її акумуляції передбачений ємкісний теплообмінник ємністю 200л. Максимальна температура гарячої води + 60°C. Температура гарячої води задається термостатом, вбудованим в ємкісний теплообмінник.

Модульна котельня працює під спостереженням постійного обслуговуючого персоналу.

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.01	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Дахова котельня повинна бути запроектована на газі із приготуванням гарячої води в середині котельні. Температура теплоносія системи опалення повинна бути ($T_1 = 95^{\circ}\text{C}$), ($T_2 = 70^{\circ}\text{C}$), забезпечити в максимально заселений період гуртожитку (200 чоловік) гарячою водою температурою ($T_3 = 60^{\circ}\text{C}$).

Система опалення повинна бути розрахована на температуру в номерах гуртожитку, холах та сходових маршах $+ 20^{\circ}\text{C}$, в складових, роздягальнях, технічних підпіллях $+ 18^{\circ}\text{C}$.

Системи водопостачання та каналізації запроектувати згідно ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація, ДБН В.2.2-9-2009 Громадські будинки та споруди. Основні положення. Водопостачання будівлі передбачити від міської мережі водопроводу. Побутові і виробничі стічні води роздільними випусками відводити в зовнішню мережу каналізації. Внутрішня каналізація запроектувати відповідно ДСТУ Б В.2.5-32:2007.

Виробництво робіт вести відповідно до ДБН В.2.5-64:2012 та ДСТУ-Н В.2.5-35:2007 Теплові мережі та мережі гарячого водопостачання з використанням попередньо теплоізованих трубопроводів. Настанова з проектування, монтажу, приймання та експлуатації.

Креслення на вентиляцію виконати відповідно до діючих норм і правил на проектування: ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. Розрахункові параметри внутрішнього повітря в приміщеннях прийняти відповідно до ДБН В.2.5-67:2013. Вентиляційне устаткування всіх систем прийняти звичайного виконання з оцинкованої сталі по ДСТУ 8971:2019 завтовшки 1,0мм. Повітроводи прийняти класу "Н" з оцинкованої сталі по ДСТУ 2834-94 завтовшки згідно ДБН В.2.5-67:2013. Повітроводи П1 і П2 систем вентиляції ізолювати листовим термоізолятором типу K-Flex завтовшки 13мм.

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.01	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.02			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Розробка системи водяного опалення	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Фабрика В.С.						
Керівник		Шаповалов Ю.О				НУК		
Консульт.								

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ

2.1. Розрахунок теплового балансу типового номеру гуртожитку

2.1.1. Характеристики огорожувальних конструкцій

Стіна:

Шар	Товщина шару, δ , м	Коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/(м·°C)
Шлакопінобетон	0,25	0,47
Розчин цементно-піщаний	0,01	0,93
Штукатурка	0,02	1,20

Вікно: подвійне в дерев'яних спарених переплетіннях $R_o = 0,34(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$

Підлога:

Шар	δ , м	λ , Вт/(м·°C)
Бетон	0,10	1,86
Картон	0,01	0,18
Лінолеум на тканинній основі	0,005	0,35

Стеля:

Шар	δ , м	λ , Вт/(м·°C)
Дерево (дуб)	0,02	0,23
Керамзит	0,20	0,47
Шифер	0,05	0,81

Двері:

Шар	δ , м	λ , Вт/(м·°C)
Дерево (дуб)	0,05	0,23

Коефіцієнти теплопровідності (λ) взяті з ДБН В.2.6-31:2006

2.1.2. Розрахунок теплового балансу

Розрахункові параметри:

Температура навколишнього середовища $t_n^{\circ} = -20^{\circ}\text{C}$

Швидкість вітру $v = 10 \text{ м/с}$

(Параметри взяті з ДБН В 2.5-67:2013, ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010)

Середня температура повітря всередині приміщення $t_b = 20^{\circ}\text{C}$

Швидкість руху повітря в приміщення $v = 0,15 \text{ м/с}$

Температура над стелею $t_{\text{стел}} = -20^{\circ}\text{C}$

Температура під підлогою $t_{\text{підл}} = 2^{\circ}\text{C}$

Огороджувальні конструкції

Розрахункові параметри, м:

Кімната №1

- стіна 3x8м

- вікно 5,1x3м

- підлога 5,1x8м

Для визначення необхідної потужності системи опалення проводиться розрахунок теплового балансу:

$$Q_{\text{co}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{инф}} - Q_{\text{поб}} - Q_{\text{люд}} - Q_{\text{ел}}, \text{ Вт},$$

де Q_{co} – необхідна потужність системи опалення для обігріву приміщень гуртожитку, Вт;

$Q_{\text{огр}}$ – витрати теплоти через конструкції, що огороджують, (стіни, стеля, підлога), Вт;

$Q_{\text{инф}}$ – витрати теплоти на нагрівання поступаючого у приміщення повітря через нещільності віконних прорізів, двері і т. п., а також повітря спрямованого системою вентиляції без попереднього прогріву Вт.

$Q_{\text{поб}}$ – надходження теплоти в приміщення від побутових тепловиділень, Вт.

$Q_{\text{люд}}$ – надходження теплоти в приміщення від людей, Вт.

$Q_{\text{ел}}$ – надходження теплоти в приміщення від штучного освітлення та електричного обладнання, Вт.

Основні тепловитрати приміщень складаються з витрат теплоти через зовнішні огорожувальні конструкції, визначаються за формулою:

$$Q_{\text{огр}} = \frac{F_i}{R_0} (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\circ}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n; \text{ Вт},$$

де F_i – розрахункова площа конструкцій приміщення, що огорожують (стіни, стеля, підлога, двері, вікна), м²;

R_0 – опір теплопередачі огорожувальної конструкції, (м²·°C)/Вт;

$t_{\text{в}}$ – розрахункова температура повітря приміщення, °C;

$t_{\text{н}}^{\circ}$ – розрахункова температура навколишнього середовища для холодного періоду року;

β – додаткові втрати теплоти в долях від основних втрат;

n – коефіцієнт, що враховує положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції по відношенню до зовнішнього повітря. $n = 1,0$.

Термічний опір багат шарового огороження:

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}},$$

де $\alpha_{\text{н}}$ – коефіцієнт теплопередачі для зимових умов зовнішньої огорожувальної поверхні: $\alpha_{\text{н}} = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ (ДБН В.2.6-31:2006),

$\alpha_{\text{в}}$ – коефіцієнт теплопередачі внутрішньої огорожувальної поверхні: $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ (ДБН В.2.6-31:2006).

$$\text{Для стін: } R_{\text{ст}} = \frac{1}{23} + \frac{0,25}{0,47} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,02}{1,2} + \frac{1}{8,7} = 0,7178, (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$$

$$\text{Для вікон: } R_{\text{вікн}} = 0,34 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}.$$

$$\text{Для підлоги: } R_{\text{підл}} = \frac{1}{23} + \frac{0,1}{1,86} + \frac{0,01}{0,18} + \frac{0,005}{0,35} + \frac{1}{8,7} = 0,282 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$$

$$\text{Для стелі: } R_{\text{стелі}} = \frac{1}{23} + \frac{0,02}{0,23} + \frac{0,2}{0,47} + \frac{0,005}{0,81} + \frac{1}{8,7} = 0,677 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$$

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Для дверей: $R_{\text{двер}} = \frac{1}{23} + \frac{0,05}{0,23} + \frac{1}{8,7} = 0,3758 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$

Кімната №1:

Тепловтрати через стіну, вікна, підлогу:

Для стіни: $Q_{\text{огр}} = \frac{24}{0,7178} (20 - (-20)) \cdot (1 + 0) \cdot 1 = 1350 \text{ Вт}$

Для вікна: $Q_{\text{огр}} = \frac{15,3}{0,34} (20 - (-20)) \cdot (1 + 0) \cdot 1 = 1800 \text{ Вт}$

Для підлоги: $Q_{\text{огр}} = \frac{21,07}{0,282} (20 - 2) \cdot (1 + 0) \cdot 1 = 2600 \text{ Вт}$

Для стелі: $Q_{\text{огр}} = \frac{21,07}{0,677} (20 - (-20)) \cdot (1 + 0) \cdot 1 = 1250 \text{ Вт}$

Тепловитрати на нагрівання інфільтраційного повітря:

$$Q_{\text{інф}} = 0,04 \cdot \sum Q_{\text{огр}} = 0,04 \cdot 2317,476 = 92,69902 \text{ Вт}$$

Теплопритоки від побутових тепловиділень:

$$Q_{\text{поб}} = 21 \cdot F_{\text{підлоги}} = 21 \cdot 21,07 = 442,47 \text{ Вт}$$

де $F_{\text{підлоги}} = 21,07 \text{ м}^2$ – площа підлоги кімнати А.

Теплопритоки від людей:

$$Q_{\text{люд}} = \beta_u \cdot \beta_{\text{од}} (2,5 + 10,3 \sqrt{v_{\text{в}}}) \cdot (35 - t_{\text{в}}) = 1,07 \cdot 0,66 \cdot (2,5 + 10,3 \sqrt{0,15}) \cdot (35 - 20) = 68,74 \text{ Вт}$$

де β_u – коефіцієнт, що враховує інтенсивність роботи, що виконує людина:

$$\beta_u = 1,07;$$

$\beta_{\text{од}}$ – коефіцієнт, що враховує теплозахисні властивості одягу: $\beta_{\text{од}} = 0,66;$

$v_{\text{в}}$ – рухомість повітря в приміщенні, $v_{\text{в}} = 0,15 \text{ м/с};$

$t_{\text{в}}$ – температура внутрішнього повітря, $t_{\text{в}} = 20 \text{ °C}.$

$$Q'_{\text{люд}} = Q_{\text{люд}} \cdot n = 68,74 \cdot 3 = 206,22 \text{ Вт}$$

де n – кількість людей, що знаходяться у кімнаті А, $n = 3$

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Теплопритоки від штучного освітлення та електричного обладнання

$$Q_{\text{ел}} = k \cdot N_{\text{ел}} = 0,5 \cdot 100 = 50 \text{ Вт},$$

де k – коефіцієнт, що враховує фактичну затрачену потужність, роботи електрообладнання, $k = 0,5$;

$N_{\text{ел}}$ – потужність освітлювальних приладів, Вт, $N_{\text{ел}} = 100 \text{ Вт}$.

Сумарні тепловтрати через стіну, вікна, підлогу для кімнати №1 1-го поверху: $\sum Q_{\text{огр}} = 4400 \text{ Вт}$.

Сумарні тепловтрати через стіну та вікна, для кімнати №1 типового поверху: $\sum Q_{\text{огр}} = 3400 \text{ Вт}$.

Сумарні тепловтрати через стіну, вікна, та стелю для кімнати №1 9-го поверху: $\sum Q_{\text{огр}} = 5750 \text{ Вт}$.

Таблиця 2.1

Тепловий баланс будівлі гуртожитку

Номер поверху	К 1 кВт	К 2 кВт	К 3 кВт	К 4 кВт	К 5 кВт	К 6 кВт	К 7 кВт	К 8 кВт	К 9 кВт	К 10 кВт	Сх. 1 кВт	Сх.2 кВт	Сума, кВт
1	4,4	2,3	2,3	2,3	4,4	3,2	2,7	1,8	1,8	1,8	2,3	2,5	31,80
2	3,4	1,8	1,8	1,8	3,4	2,5	2	1,5	1,5	1,5	1,8	2,3	25,30
3	3,4	1,8	1,8	1,8	3,4	2,5	2	1,5	1,5	1,5	1,8	2,3	25,30
4	3,4	1,8	1,8	1,8	3,4	2,5	2	1,5	1,5	1,5	1,8	2,3	25,30
5	3,4	1,8	1,8	1,8	3,4	2,5	2	1,5	1,5	1,5	1,8	2,3	25,30
6	3,4	1,8	1,8	1,8	3,4	2,5	2	1,5	1,5	1,5	1,8	2,3	25,30
7	3,4	1,8	1,8	1,8	3,4	2,5	2	1,5	1,5	1,5	1,8	2,3	25,30
8	3,4	1,8	1,8	1,8	3,4	2,5	2	1,5	1,5	1,5	1,8	2,3	25,30
9	5,75	3,5	3,5	3,5	5,75	4,6	3,4	2,9	2,9	2,9	3,5	3,15	45,35
													254,25

2.2. Розрахунок теплової схеми дахової котельної

Таблиця 2.2

Максимальні витрати теплоти, МВт

Навантаження	Позначення	Значення
Опалення житлових та громадських будівель	$Q_{o.b}^{ж+гр}$	0,254
ГВП житлових та громадських будівель	$Q_{г.в.сер}^{ж+гр}$	0,06
Літній період	$Q_{г.в.сер}^{(ж+гр)л}$	0,04
Технологічне навантаження	Q_T	
Сумарне навантаження споживачів	ΣQ	0,31

Таблиця 2.3

Режими роботи котельної

I режим	максимальний зимовий	$t_{p.o.}$	-20°C
II режим	із середньою температурою найбільш холодного місяця	$t_{сер.х.м}$	-10°C
III режим	із середньою температурою зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{сер.o.}$	-7°C
IV режим	з температурою зовнішнього повітря в точці зламу температурного графіка мережевої води	$t_{в.зл.}$	-4°C
V режим	літній		

Температура повітря всередині опалювальної будівлі $t_{\text{вн}}=22^{\circ}\text{C}$

Температура зовнішнього повітря $t_{\text{зовн.}}, ^{\circ}\text{C}$:

I режим $t_{\text{зовн.}}=t_{\text{р.о.}}=-20^{\circ}\text{C}$

II режим $t_{\text{зовн.}}=t_{\text{сер.х.м.}}=-10^{\circ}\text{C}$

III режим $t_{\text{зовн.}}=t_{\text{сер.о.}}=-7^{\circ}\text{C}$

IV режим $t_{\text{зовн.}}=t_{\text{в.зл.}}=-4^{\circ}\text{C}$

Максимальний (розрахунковий) відпуск теплоти на опалення будівлі
(I режим):

$$Q_{\text{о.в}}^{\text{ж+гр.}}=0,254 \text{ МВт}$$

Середній та максимальний відпуск теплоти на ГВП

$$Q_{\text{Г.в.сер}}^{\text{ж+гр.}}=0,0625 \text{ МВт (I режим)}$$

$$Q_{\text{Г.в.сер}}^{(\text{ж+гр.})\text{л}}=0,04 \text{ МВт}$$

Максимальна температура прямої мережевої води (I режим)

$$t_{1\text{max}}=95^{\circ}\text{C}$$

Мінімальна температура прямої мережевої води в точці зламу її графіка
(IV режим)

$$t_{1\text{зл}}=70^{\circ}\text{C}$$

Максимальна температура поворотної мережевої води (I режим)

$$t_{2\text{max}}=70^{\circ}\text{C}$$

Температура сирі води на вході в котельні $T_1, ^{\circ}\text{C}$

режими I-IV $T_{1\text{з}}=5^{\circ}\text{C}$

режими V $T_{1\text{л}}=15^{\circ}\text{C}$

Температура сирі води перед хімічною очисткою

$$T_3=25^{\circ}\text{C}$$

Питомий об'єм води в системі теплопостачання відносно сумарного від-
пуску на опалення та ГВП

$$g_{\text{сис}}=560000 \text{ кг/МВт}$$

Коефіцієнт зниження витікання води в системі теплопостачання

$$K_{\text{вит}}=1 \text{ (режими I-IV)}, K_{\text{вит}}=0,5 \text{ (режими V)}$$

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Коефіцієнт власних потреб хімічного водоочищення

$$K_{x,b}^{B.П}=1,2$$

Розрахункова температура гарячої води в системі місцевого теплопостачання

із закритою системою теплопостачання $t_{г.в}=60^{\circ}\text{C}$

із відкритою системою теплопостачання $t_{г.в}=70^{\circ}\text{C}$

Температура води для підживлення після атмосферного деаератора води для підживлення її охолодження та після вакуумного деаератора $T'=70^{\circ}\text{C}$:

Вид палива - газ

Температура поворотної мережевої води від підігрівачів гарячої води в літній період (V режим)

$$t_{м.П}^{г.в}=35^{\circ}\text{C}$$

Коефіцієнт підвищення середньодобової води на ГВП за відкритою системою теплопостачання $a=5$

Температура мережевої води

на виході з котла під час спалювання газу $t_{в.х1}=150^{\circ}\text{C}$

на вході в котел під час спалювання газу $t_{в.х2}=70^{\circ}\text{C}$

Температура хімічно очищеної води перед вакуумним деаератором

$$T_4=60^{\circ}\text{C}$$

Температура поворотної мережевої води після підігрівача сирій води

$$t_3=30^{\circ}\text{C}$$

Температура поворотної мережевої води після підігрівача хімічно очищеної води

$$t_4=40^{\circ}\text{C}$$

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Підсумкова таблиця розрахунків теплової схеми

Найменування величини	Розрахункові режими				
	I	II	III	IV	V
1. Коефіцієнт зниження витрати теплоти на опалення	1	0,76	0,69	0,62	
2. Сумарний відпуск теплоти на опалення, МВт	0,25	0,19	0,17	0,15	
3. Сумарний відпуск теплоти на ГВП зимовий період, МВт	0,06	0,05	0,04	0,04	
літній період					0,04
4. Температура мережевої води на виході з котельні за температурним графіком 90/75°C	95	79	75	70	
5. Температура поворотної мережевої води після опалення за температурним графіком 90/75°C	70	60	57	54	
6. Розрахункова витрата мережевої води на опалення, кг/с	2,4	2,4	2,4	2,4	0,6
7. Витрата води на ГВП для споживачів, кг/с	0,27	0,21	0,19	0,17	0,21
8. Розрахункова витрата мережевої води на виході з котельної, кг/с	2,4	2,4	2,4	2,4	0,6
9. Витрати води для підживлення на заповнення витоків у тепловій мережі: для режимів I-IV	0,36	0,28	0,25	0,23	
літній період					0,23

Найменування величини	Розрахункові режими				
	I	II	III	IV	V
10. Витрата поворотної мережевої води на вході в котельню, кг/с	2,02	2,10	2,13	2,16	0,38
11. Витрата теплоти на підігрів води у вакуумному деаераторі, кг/с	26676	20325	18419	16514	18689
12. Витрата сирієї води, що надходить на хімічну очистку, кг/с	0,11	0,09	0,08	0,07	0,026
13. Витрати теплоти на підігрів сирієї води МВт.	9477	7221	6544	5867	2187
14. Витрати теплоти на підігрів хімічно очищеної води, що надходить у деаератор води для підживлення, МВт	93366	71136	64467	57798	65411
15. Сумарний відпуск теплоти водогрійними котлами, МВт	0,44	0,34	0,31	0,27	
літній період					0,13
16. Потрібна кількість працюючих водогрійних котлів	3	2	2	2	1
17. Завантаження водогрійних котлів, %	77	88	79	59	66
18. Витрати води, що пропускається крізь всі водогрійні котли, кг/с	4,3	2,8	2,8	2,8	1,8
19. Кількість відключених водогрійних котлів	0	1	1	1	2
20. Температура мережевої води на вході у водогрійні котли, °C	70	66	69	72	78

Найменування величини	Розрахункові режими				
	I	II	III	IV	V
21.Температура мережевої води на виході з водогрійних котлів, °C	95	95	95	95	95
22.Витрати нагрівальної води на вакуумний деаератор, кг/с	0,07	0,05	0,05	0,04	0,05
23. Випар з вакуумного деаератора, кг/с	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
24.Вирата води на виході з вакуумного деаератора (продуктивність деаератора), кг/с	0,70	0,53	0,48	0,43	0,49
25. Витрата деаерованої води на підживлення теплової мережі, кг/с	0,43	0,33	0,30	0,27	0,28
29.Витрата деаерованої води в баки-акумулятори, кг/с	0,27	0,21	0,19	0,17	0,21
30.Вирата води на ГВП, яка повертається в котельню (циркуляційний трубопровід), кг/с	0,07	0,05	0,05	0,04	0,05
26.Витрата нагрівальної води на підігрівач хімічно очищеної та сирій води, кг/с	0,26	0,20	0,18	0,16	0,17
27.Витрата від водогрійних котлів у теплову мережу, кг/с	3,96	2,56	2,57	2,58	1,58
28.Сумарна витрата води перед насосами мережевої води, кг/с	2,71	2,63	2,61	2,58	0,83
29.Температура води перед насосами мережевої води, °C	66,19	59,30	56,91	54,35	29,70

Найменування величини	Розрахункові режими				
	I	II	III	IV	V
30.Температура нагрівальної води після підігрівача хімічно очищеної води, кг/с	8,75	8,75	8,75	8,75	3,07
31.Витрата води на рециркуляцію, кг/с (I режим)	1,58				
Витрата води на рециркуляцію, кг/с (II-V режими)		0,56	0,88	1,17	1,34
32.Витрата води крізь регульований перепуск, кг/с	0	1,04	1,28	1,48	0,24
33.Дійсна витрата води на виході з котельної, кг/с	2,38	3,04	2,96	2,88	0,48
34.Непогодженість балансу, %	0	1,25	2,43	2,13	1,8

2.2.1. Підбір опалювального обладнання

За результатами розрахунків передбачена опалювальна установка на базі дахових модулів ВПМ «Колві»-192 загальною тепловою потужністю 576 кВт.

Газові водонагрівачі проточні модульні ВПМ «Колві» -192 призначені для використання в якості теплогенеруючих пристроїв в складі опалювальних установок і котельних (в тому числі дахових, вбудованих і прибудованих), приєднаних до закритих систем водяного опалення будівель і споруд промислового, адміністративного та комунально-побутового призначення. ВПМ «Колві» використовуються також і для нагріву води питної якості систем гарячого водопостачання з застосуванням проміжних теплообмінників. ВПМ «Колві» розрахований для роботи в каскаді декількох водонагрівачів, хоча можлива і відособлена робота одиничного водонагрівача. Як правило, до складу опалювальних установок входять кілька водонагрівачів, з'єднаних послідовно в каскад. При комплектації каскаду ВПМ «Колві» виносним теплообмінником для забезпечення гарячого водопоста-

чання можливе отримати потужність ГВП до 1920 кВт. Від аналогічного опалювального модульного обладнання, розрахованого для роботи в каскаді, ВПМ «Колві» має наступні переваги:

- в кожен ВПМ «Колві» вбудована комплектна мікропроцесорна система управління, яка дозволяє автоматично управляти роботою каскаду, контуру ГВП та здійснювати погодне регулювання;

- збільшення вдвічі одиничної теплової потужності ВПМ «Колві» значно зменшує вагу, габарити і площа для монтажу багатомодульною каскадною опалювальної установки, спрощує її монтаж і зменшує капітальні витрати на будівництво;

- застосування сучасних технологій при розробці конструкції ВПМ «Колві» і використання кращих комплектуючих від провідних світових виробників дозволяє реалізувати автоматичне регулювання теплової потужності водонагрівача в широкому діапазоні значень (каскадна установка з десяти водонаповнених нагрівачів має діапазон автоматичного регулювання потужності від 10 до 1920 кВт), що забезпечує точну відповідність виробництва і споживання тепла;

- застосування в конструкції ВПМ «Колві» водоохолоджуючих пальників забезпечує низьку емісію шкідливих викидів при горінні газу.

З огляду на малу вагу, простоту монтажу, мінімальні вимоги до площі розміщення, автоматичний режим роботи і високо-економічні експлуатаційні показники, ВПМ «Колві» найбільш повно проявляють свої переваги при роботі в багатомодульних каскадах опалювальних установках дахових котельнь.

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



Рис. 2.1 Газовий даховий модуль ВПМ «Колві»-192

Основні характеристики ВПМ «Колві»-192

Виробник	Колві
Країна виробник	Україна
Максимальний загальний витрата продуктів згоряння	180 від двох секцій
Габаритні розміри	2275/950/700
Концентрація шкідливих речовин у викидах	20/20 мг / м ³
Номінальна теплова потужність, кВт	192
Номінальний тиск природного газу Па	1960
Максимальні витрати природного газу н.м ³ /год	21,9
Мінімальна витрата природного газу н.м ³ /год	5,0
ККД, не менше %	92
Робочий тиск теплоносія, в діапазоні МПа	0,03 ... 0,3
Максимальна температура теплоносія °С	85
Діапазон регулювання теплопродуктивності в системі кВт	45 ... 192
Максимальна споживана електрична потужність, Вт	500

Напруга споживаного змінного струму, В	220
Частота споживаного змінного струму, Гц	50
Ступінь електричного захисту	IP 40
Температура димових газів, не менше °С	110
Маса, не більше, кг	250

Висновки:

В розділі складений тепловий баланс будівлі. Запропоновано використання нових модульних котлів з невеликими масо-габаритними показниками та хорошими техніко-економічними характеристиками у порівнянні з конкурентоспроможними установками (опалювальна установка на базі дахових модулів - ВПМ «Колві»-192, загальною тепловою потужністю 576кВт). Котли працюють на потреби системи водяного опалення, гарячого водопостачання та вентиляції. На систему опалення та ГВП прийнято по два насоси (робочий та резервний).

Виконані розрахунки потреб теплоти на опалення, вентиляцію та ГВП, визначена потужність автономної дахової котельної на 576 кВт. Розроблена теплова схема котельної, підібраний склад обладнання. Визначено, що теплової потужності достатньо для потреб всіх систем.

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.03			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Розробка системи вентиляції	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Фабрика В.С.						
Керівник		ШаповаловЮО				НУК		
Консульт.								

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ

3.1. Аеродинамічний розрахунок повітроводів

Для приміщення більярдної приймаємо кратність повітрообміну в згідно ДБН В.2.5-67:2013.

Приплив трикратний, витяжка 5 крат.

Визначення кількості вентиляційного повітря:

$$L = VK_p$$

$$L_n = 287,10 \cdot 3 = 861,30 \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$L_v = 287,10 \cdot 5 = 1435,50 \text{ м}^3 / \text{год}$$

де V- об'єм приміщення;

K_p – кратність повітрообміну

Приймаємо швидкість повітря в повітроводах 3м/с.

Припливний повітровід: витрата повітря 860м³/год, підбираємо п'ять повітророзподільчих пристроїв з регульованою витратою повітря, згідно яких в кожен буде поступати по 172,8 м³/год. Таким чином маємо п'ять ділянок повітроводу з різною витратою повітря. Тепер згідно номограмі VII- 11 маючи витрату повітря, швидкість та довжину (l), визначаємо площу перетину повітроводу на кожній ділянці (F), а також витрати динамічного тиску (R).

Ділянка 1

$L=864 \text{ м}^3/\text{год}$, $l= 34\text{м}$; площа перетину $0,08\text{м}^2$ (400х200)мм,

$R =1,292 \text{ кгс/м}^2$ 12,67 Па

Ділянка 2

$L= 691,2 \text{ м}^3/\text{год}$, $l= 2,5\text{м}$; $F =0,06\text{м}^2$ (300х200)мм,

$R =0,107 \text{ кгс/м}^2 =1,054 \text{ Па}$

Ділянка 3

$L= 518,4 \text{ м}^3/\text{год}$, $l= 2,5 \text{ м}$; $F =0,045\text{м}^2$ (300х150), $R =0,125 \text{ кгс/м}^2 =1,225 \text{ Па}$

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Ділянка 4

$L = 345,6 \text{ м}^3/\text{год}$, $l = 2,5 \text{ м}$; $F = 0,03 \text{ м}^2$ (200x150), $R = 1,544 \text{ Па}$

Ділянка 5

$L = 172,8 \text{ м}^3/\text{год}$, $l = 2,5 \text{ м}$; $F = 0,015 \text{ м}^2$ (150x100), $R = 2,402 \text{ Па}$

Маючи загальну кількість витрат тиску у повітроводі:

$$R_{\Pi} = 18,895 \text{ Па}$$

Витрати тиску на проходженні фільтра:

$$R_{\Phi} = 23,10 \text{ Па (початковий опір згідно каталогу)}$$

Витрати тиску на проходженні калорифера:

$$R_{\kappa} = 58 \text{ Па (згідно діаграми опору та тиску калорифера)}$$

Отримуємо загальну кількість затрат тиску на припливній вентиляції:

$$R_{\text{заг}} = R_{\kappa} + R_{\Phi} + R_{\Pi}$$

$$R_{\text{заг}} = 99,995 \text{ Па}$$

За результатами розрахунків підбираємо припливний вентилятор згідно рис. 3.1.

3.2. Підбір припливного вентилятора

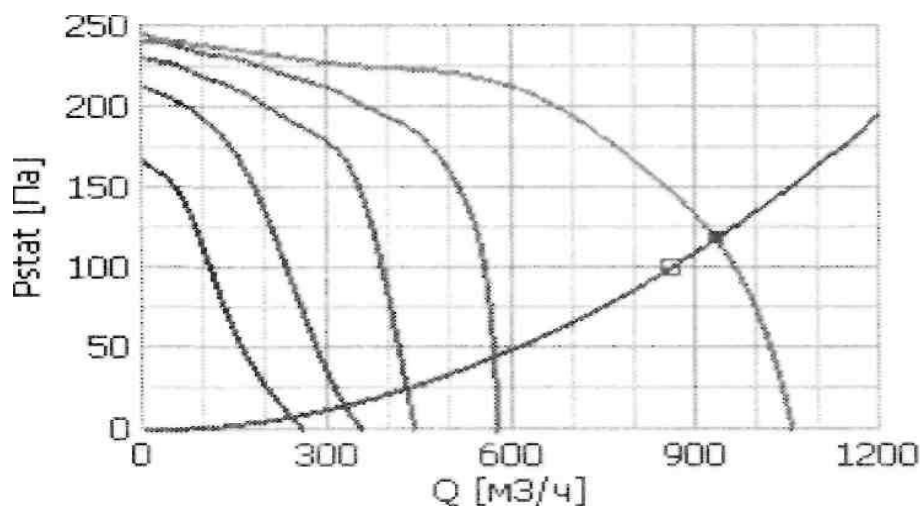


Рис. 3.1 Діаграма тиску та витрати повітря прямокутного каналного вентилятора KE 40-20-4

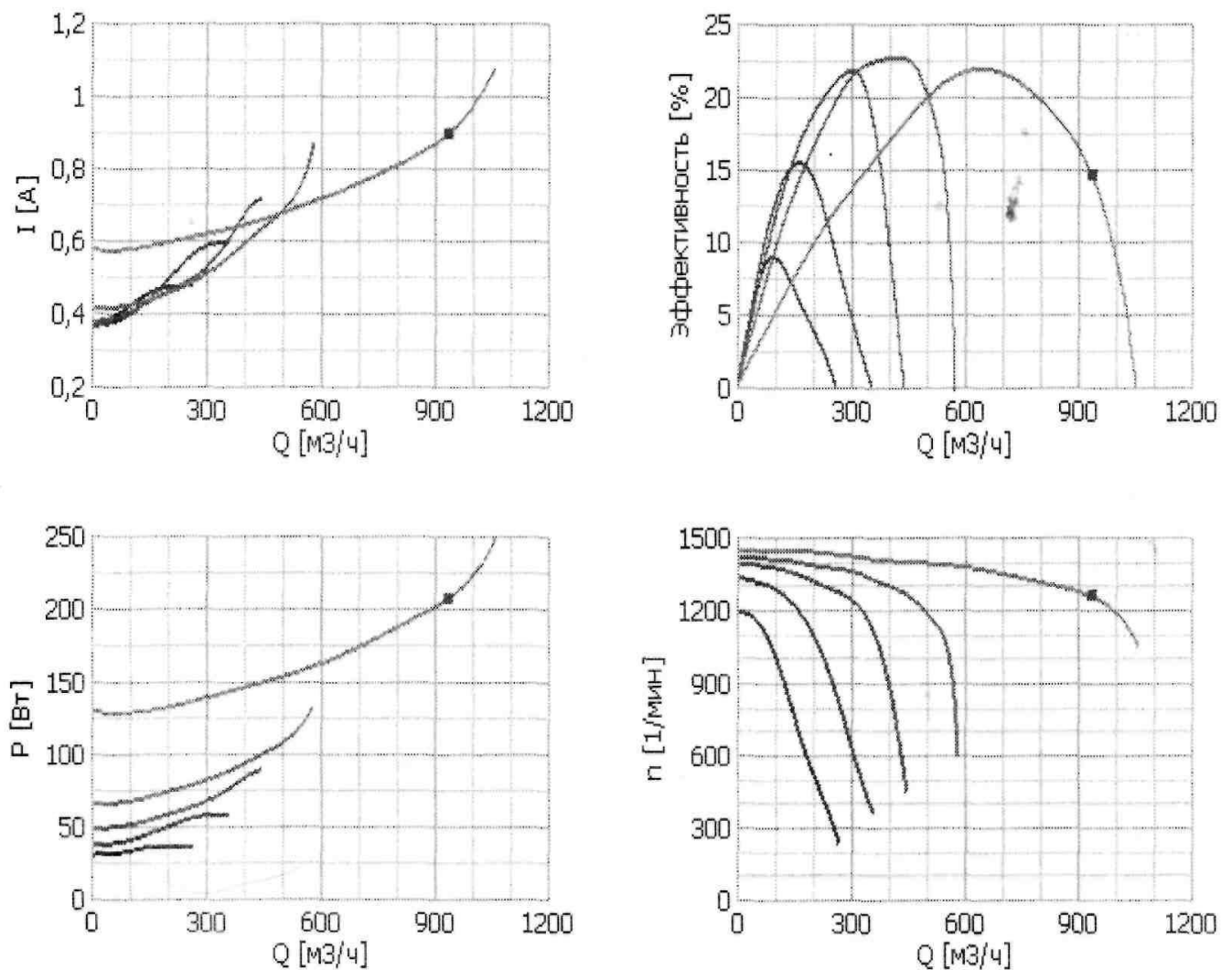


Рис. 3.2 Діаграми струму, ефективності, потужності, частоти обертання

Параметри підбору згідно рис. 3.1, 3.2.

Тип регулювання швидкості: трансформатор

Вибрана точка:

Витрата повітря - $860 \text{ м}^3/\text{год}$.

Статичний тиск – 100 Па

Робоча точка:

Витрата повітря - $934 \text{ м}^3/\text{год}$.

Статичний тиск – 118 Па; загальний тиск - 118 Па

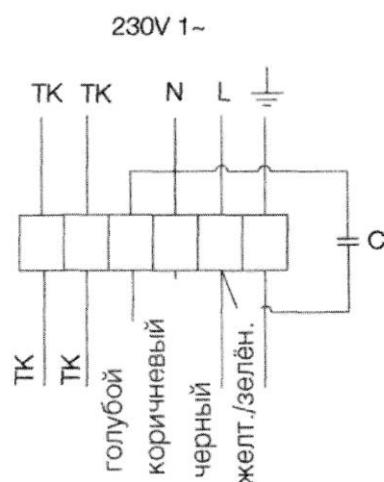
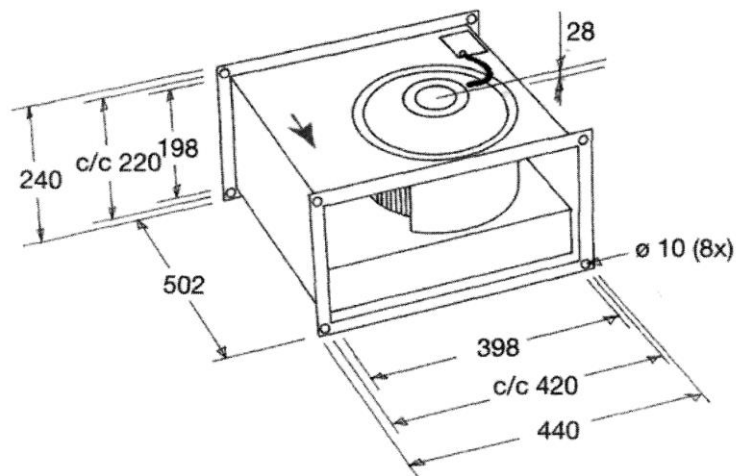


Рис. 3.3 Габаритні розміри та електрична схема підключення
вентилятора KE 40-20-4

3.3. Опис прямокутного каналного вентилятора KE 40-20-4

Прямокутний каналний вентилятор SYSTEMAIR KE 40-20-4

Можливість регулювання швидкості;

Вбудовані термоконтакти;

Можливість установки в будь-якому положенні.

Вентилятори серії KE/КТ оснащені двигунами із зовнішнім ротором і крильчатками із заломленими вперед лопатками. Корпус виготовлений із сталевих листа, що гальванізується. Для захисту від перегріву вентилятори оснащені вбудо-

ваними термоконтактами з виводами для підключення до пристрою захисту двигуна. Вентилятори можуть встановлюватися в будь-якому положенні і легко з'єднуються за допомогою гнучких з'єднань серії 05. Вентилятори серії КЕ/КТ 40-20 електрично підключаються до клемної коробки, встановленої на корпусі.

Витрата повітря	1055 м³/год
Потужність, Вт	0,25 кВт
Діаметр патрубку	398/198 мм
Параметри електроживлення	1/230/50
Рівень шуму	55 дБА
Діапазон температур повітря	до + 45 ° С
Швидкість обертання вентилятора	1059 об / хв
Сила струму вентилятора	1,08 А
Вага	13,8 кг
Довжина / висота / ширина	502/240/440 мм
Виробник	Швеція

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

3.4. Підбір витяжного вентилятора

ГРАФИКИ

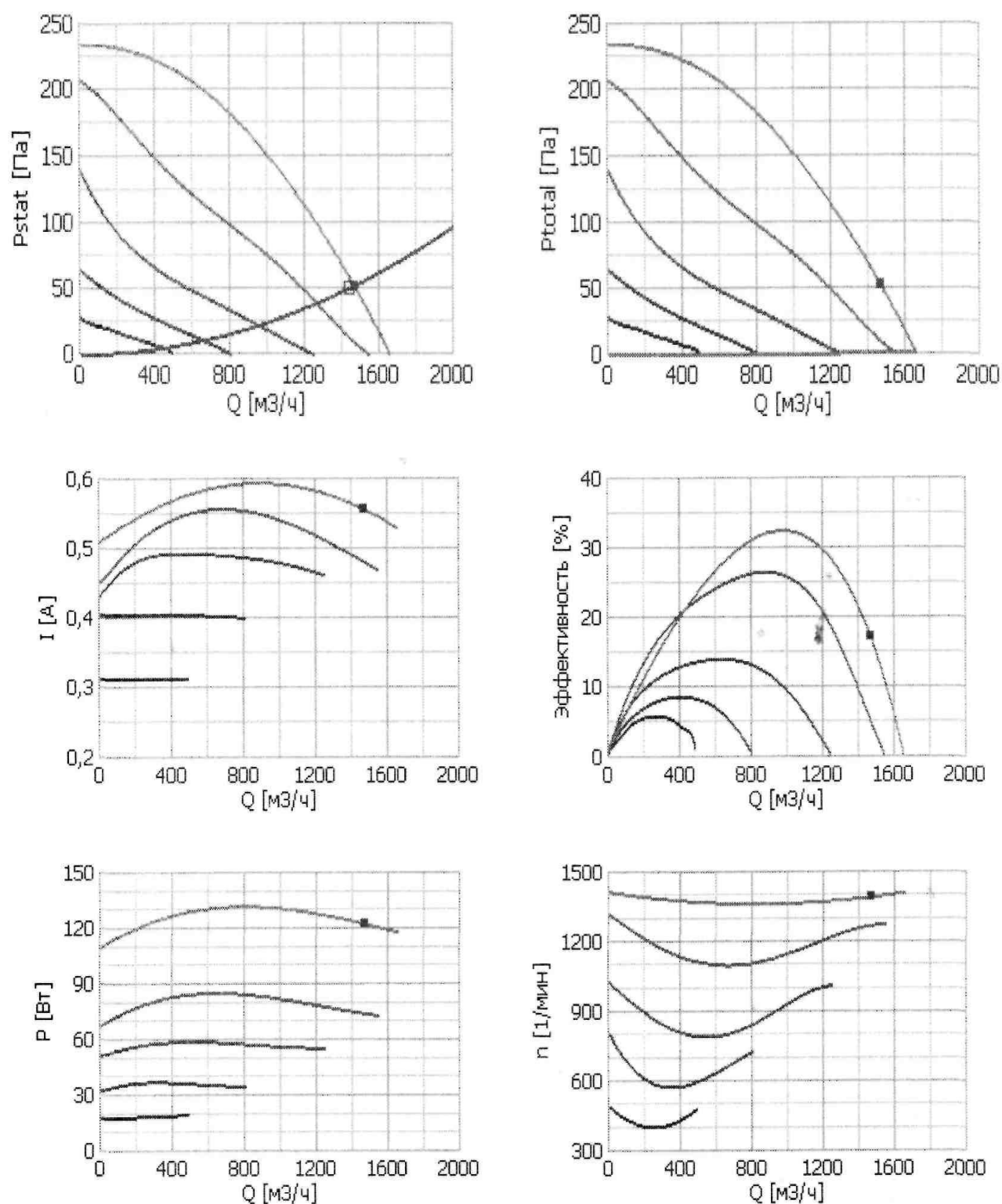


Рис. 3.4 Діаграми тиску, витрати повітря, струму, ефективності, потужності та частоти обертання

Параметри підбору згідно рис. 3.4

Вибрана точка	Робоча точка	
1440 м³/год.	Витрата повітря	1465м³/год.
50 Па	Статичний тиск	52Па
	Загальний тиск	53Па

3.5. Опис витяжного вентилятора DHS 311EV

Вентилятори Systemair DHS використовуються в системах, що вимагають великої витрати повітря при середньому тиску і дуже низькому рівні шуму. Ці моделі оснащені робочим колесом об'ємного 3D профілю з загнутими назад лопатками і двигуном із зовнішнім ротором. Всі електродвигуни з регулюванням швидкості шляхом зміни напруги. Для регулювання швидкості дахових вентиляторів Systemair DHS використовується частотний перетворювач. Двигуни підвішені на ефективних віброізоляторах.

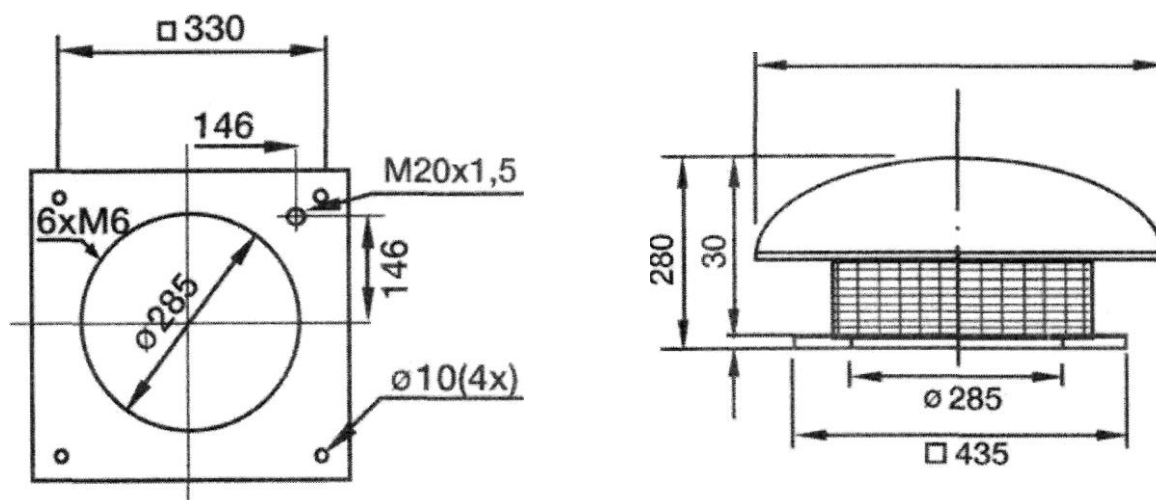


Рис. 3.5 Габаритні розміри вентилятора DHS 311EV

Переваги вентиляторів Systemair DHS:

Висока ефективність;

Регулювання швидкості;

Вбудовані термоконтакти;

Надзвичайно низький рівень шуму;

Широкий вибір додаткових аксесуарів;

Основні характеристики вентилятора Systemair DHS 311EV дахового

Максимальна витрата повітря 1739 м³/год

Напруга 230 В

Споживана потужність 134 Вт

Струм 0,584 А

Максимальна температура переміщуваного повітря 60°C

Рівень звуку на відстані 4/10м 46/38 dB (A)

Клас захисту двигуна 44 IP

Вага 13 кг

Виробництво Швеція

Висновки:

В розділі проведений аеродинамічний розрахунок повітроводів. За результатами розрахунків підібраний припливний вентилятор - прямокутний каналний вентилятор KE 40-20-4. За діаграмами тиску, витрати повітря, струму, ефективності, потужності та частоти обертання підібраний витяжний вентилятор - Systemair DHS 311EV.

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.03	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.04			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Розробка калорифера	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Фабрика В.С.						
Керівник		Шаповалов Ю.О				НУК		
Консульт.								

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА КАЛОРИФЕРА

4.1. Опис калориферів марки КВСБ-П

Калорифери (повітронагрівачі) оцинковані водяні і парові КВС-6 (КВС-6Б-П) призначені для нагрівання повітря в системах вентиляції, повітряного опалення, кондиціювання повітря і в сушильних установках з використанням в якості теплоносія гарячої або перегрітої води для водяних калориферів і сухого насиченого (перегрітого) пара для парових калориферів.

Калорифери (повітронагрівачі) КВС-6 (КВС-6Б-П) призначені для експлуатації в умовах помірного і холодного клімату категорії розміщення 3 по ДСТУ EN 60529:2018.

Для нагрівання повітря застосовують переважно сталеві пластинчасті і біметалічні із спіралью-накатним оребренням калорифери. Оребрення збільшує площу поверхні нагріву.

Калорифери КВС-6 (КВС-6Б-П) складаються з тепловіддаючих елементів, трубних решіток, колекторів, знімних бічних щитів.

Нагрівання повітря в водяних калориферах КВС-6 (КВС-6Б-П) здійснюється за допомогою теплоти циркулюючої по трубках калорифера гарячої води, що надходить від зовнішніх джерел теплопостачання. теплообмін між середовищами здійснюється шляхом теплопередачі через пластини.

Нагрівання повітря в парових калорифери КВС-6 (КВС-6Б-П) здійснюється за допомогою теплоти пари, що надходить від зовнішніх джерел теплопостачання та проходить по трубках нагрівача. Теплообмін між середовищами здійснюється шляхом теплопередачі через пластини.

Водяні повітронагрівачі КВС-6 (КВС-6Б-П) встановлюються тільки в положенні з горизонтальним розташуванням труб і монтуються в теплові вентиляційні установки за допомогою болтів.

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Парові повітрянагрівачі КВС-6 (КВС-6Б-П) встановлюються тільки в положенні з вертикальним розташуванням труб і монтуються в теплові вентиляційні установки за допомогою болтів.

Залежно від теплотехнічних і аеродинамічних показників калорифери (повітрянагрівачі) поділяються на трьохрядні і чотирирядні. Залежно від приєднувальних розмірів калорифери кожної моделі підрозділяються на 7 номерів.

В даний час ТОВ Вентиляторний завод «Укрвент системи» випускає наступні типи калориферів: середні С і великі В моделі (рис. 4.1), що мають по прямую руху повітря відповідно три і чотири ряди теплопередаючих трубок:

1. Калорифери моделей КВСБ-П і КВББ-П семи типорозмірів з № 6 по №12: КВС6В...КВС12Б-П; КВБ6Б-П...КВБ12Б-П - сталеві пластинчасті.

2. Калорифери моделей КСкЗ і КСк4 семи типорозмірів з № 6 по № 12: КСкЗ-6...ДСкЗ-12; КСк4-6... КСк4-12 — біметалічні з спіралью-накатаним оребренням.

3. Калорифери моделей КПС-П і КПБ-П семи типорозмірів з №6 по №12: КПС6-П...КПС12-П; КПБ6-П... ..КПБ12-П — сталеві пластинчасті.

4. Калорифери моделей КГО-СК і КП4-СК семи типорозмірів з №6 по № 12: КПЗ6-СК...КПЗ12-СК; КП46-СК...-КП412-СК — біметалічні з спіралью-накатаним оребренням.

В калориферах в якості теплоносія використовується вода з температурою до 180°C і тиском до 1,2МПа, яка виконує багатоходовий рух по трубкам, що збільшує її швидкість і, як наслідок, інтенсивність теплопередачі. Багатоходовий рух води організовується за допомогою перегородок, встановлюваних в розподільно-збірних колекторах.

Калорифери з № 6 по № 10 мають 6 ходів, а № 11 і № 12 - 4 ходи по руху води. Вхідний і вихідний патрубки знаходяться збоку з однієї сторони калориферів. Для видалення повітря з води калорифери встановлюють з горизонтальним розташуванням теплопередаючих трубок і патрубків.

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

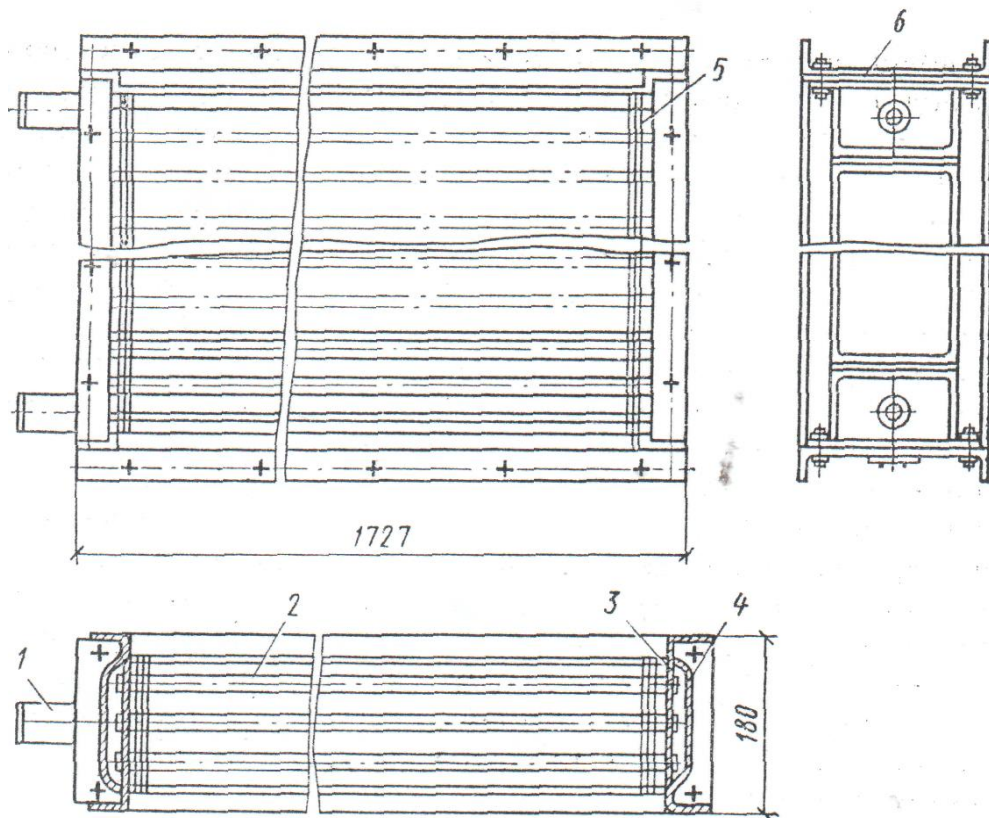


Рис. 4.1 Калорифер сталевий пластинчастий марки КВСБ-П

1 - приєднувальний штуцер; 2 - трубка для проходу теплоносія;
3 - трубна решітка; 4 - колекторна кришка; 5 - сталеві гофровані пластини по
всій довжині трубок; 6 - боковий щиток

У калориферах, вказаних в п. 3 і п. 4 теплоносієм є пара з робочим тиском 1,2 МПа і температурою 190 °С. На відміну від калориферів, які використовують як теплоносієм воду, калорифери, в яких застосовується пара, мають одноходовий рух пари по теплопередаючим трубкам. Причому ці калорифери встановлюють з вертикальним розташуванням трубок і патрубків для кращого відведення конденсату з калориферів.

Калорифери всіх моделей можуть бути встановлені паралельно і послідовно (рис. 4.2). Паралельна установка використовується для нагрівання значних об'ємів повітря, але не при великому перепаді температур. Калорифери встановлюють послідовно при необхідності нагріву повітря до високої температури.

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

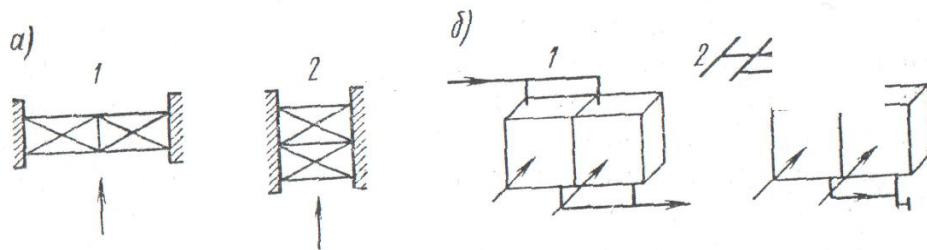


Рис. 4.2 Схеми установки калориферів та приєднання теплопроводів:

а) – по повітряю; б) – по теплоносію: 1 – паралельна; 2 – послідовна

При послідовній установці загальний опір проходу повітря більший, ніж при паралельній. Для регулювання тепловіддачі калориферів та зміни температури подаваемого в приміщення повітря застосовують відповідну арматуру і влаштовують обвідні повітроводи, з клапанами. З'єднання трубопроводу з калориферами також виконують по паралельній або послідовній схемі. Якщо теплоносієм пара - використовують тільки паралельну схему.

Техніко-економічними показниками калорифера являються: коефіцієнт теплопередачі, аеродинамічний опір проходу повітря і питома маса метала на 1 м^2 площі поверхні нагріву.

При визначенні коефіцієнта теплопередачі користуються масовою швидкістю руху повітря v_p , $\text{кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$, в живому перетині калорифера, а не лінійною, тому що v_p залишається постійною на всьому шляху проходження повітря, в той час як лінійна швидкість v_p , $\text{м}/\text{с}$, змінюється за рахунок нагрівання та збільшення об'єму повітря.

4.2. Розрахунок калорифера марки КВСБ-П

Початкові дані:

$L=864 \text{ м}^3/\text{год.}$ з початковою температурою $t_n = -18^\circ\text{C}$

Кінцева температура $t_k = +20^\circ\text{C}$

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплоносії - вода $t_{\Gamma} = 95^{\circ}\text{C}$ і $t_0 = 70^{\circ}\text{C}$

Густина повітря при $t_{\kappa} = + 20^{\circ}\text{C}$ $\rho_{20} = 1,205 \text{ кг/м}^3$

Витрати тепла на нагрівання повітря

$$Q = 0,278 \cdot L \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{\kappa} - t_{\text{н}}) = 0,278 \cdot 864 \cdot 1,205 \cdot 1 [20 - (- 18)] = 10998,391 \text{ Вт.}$$

Задаємося масовою швидкістю руху повітря $\nu_{\rho} = 5 \text{ кг/}(\text{м}^2\text{с})$, при якій площа живого перетину калориферної установки по повітрю складає:

$$f = \frac{L\rho}{3600 \cdot \nu\rho} = \frac{864 \cdot 1,205}{3600 \cdot 5} = 0,08 \text{ м}^2$$

Фактична масова швидкість теплоносія у калорифері:

$$\nu\rho = \frac{L\rho}{3600 \cdot f} = \frac{864 \cdot 1,205}{3600 \cdot 0,08} = 5,07 \text{ кг/}(\text{м}^2 \cdot \text{с})$$

Швидкість проходу теплоносія в трубках калорифера:

$$\omega_{\text{TP}} = \frac{Q \cdot 10^{-3}}{\rho c f (t_{\Gamma} - t_0)} = \frac{10988,391 \cdot 10^{-3}}{4,19 \cdot 960 \cdot 0,00087 (95 - 70)} = 1,1 \text{ м/с}$$

Згідно табл. для $\nu_{\rho} = 5,07 \text{ кг/}(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, $w_{\text{TP}} = 1,1 \text{ м/с}$, коефіцієнт теплопередачі калорифера $k = 41,5 \text{ Вт/}(\text{м}^2 \cdot \text{K})$.

Потрібна площа поверхні обігріву калорифером

$$F_{\text{K}} = \frac{Q}{k(t'_{\text{cp}} - t_{\text{cp}})}$$

$$t'_{\text{cp}} = (t_{\Gamma} + t_0) / 2$$

$$t'_{\text{cp}} = (95 + 70) / 2 = 82,5^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{cp}} = (t_{\text{н}} + t_{\kappa}) / 2$$

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{cp} = (-18 + 20) / 2 = 1$$

$$F_K = \frac{10998,391}{41,5(82,5 - 1)} = 3,25 \text{ м}^2$$

Число калориферів при площі поверхні нагріву одного калорифера КВСБ-П - 3,25 м².

$$n = 3,25 / 3,25 = 1$$

Приймаємо до установки один калорифер.

Останніми роками промисловість стала випускати електричні калорифери, розроблені стосовно кондиціонерів. Теплова потужність калориферів 10, 50, 150 і 200 кВт. Електрокалорифери сконструйовані так, щоб можна було змінити їх потужність і регулювати тепловіддачу. Вартість виробництва 1 Вт теплоти в електрокалориферах вищий, ніж в калориферах, що використовують як теплоносій пар або воду. Проте у зв'язку з швидким зростанням виробництва електроенергії в нашій країні вартість отримання теплоти в електрокалориферах постійно знижуватиметься.

Розрахунок електрокалориферів зводиться до визначення їх настановної потужності для отримання необхідної тепловіддачі:

$$N = Q / 1000$$

де Q - витрата тепла для нагрівання повітря, Вт.

Число встановлюваних калориферів

$$n = N / N_1$$

де N₁ - потужність одного калорифера, кВт.

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.05			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Розробка заходів з охорони праці	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Фабрика В.С.						
Керівник		Шаповалов Ю.О				НУК		
Консульт.								

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Основним законом, що гарантує право громадян на безпечні та нешкідливі умови праці, є Конституція України. У Конституції проголошено, що громадяни України мають право на працю, яку вони вільно обирають, або на яку погоджуються.

Держава створює умови для повної зайнятості працездатного населення, рівні можливості для громадян у виборі професії та роду трудової діяльності, здійснює програми професійно - технічного навчання, підготовки та перепідготовки робітників. Роботодавець (власник підприємства) зобов'язаний забезпечити нешкідливі умови праці відповідно до вимог безпеки і гігієни праці.

Реалізація цих прав здійснюється через виконання вимог, викладених у законодавчих актах щодо охорони праці, а саме: Кодекс законів про працю; Закон про «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які вчинили причину працездатності»; Закон «Про охорону праці»; Закон «Про пожежну безпеку»; Закон «Про охорону здоров'я»; Закон «Про колективні договори і угоди».

Закон України «Про охорону праці» визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює за участю відповідних державних органів відносини між власником підприємства, установи і організації або уповноваженим ним органом і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Дія Закону поширюється на всі підприємства, установи і організації незалежно від форм власності та видів їх діяльності, на усіх громадян, які працюють, а також залучені до праці на цих підприємствах (далі - працівники).

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

5.1. Небезпечні та шкідливі фактори

Шкідливими факторами прийнято називати такі чинники життєвого середовища, які призводять до погіршення самопочуття, зниження працездатності, захворювання і навіть до смерті як наслідку захворювання.

Небезпечними факторами називають такі чинники життєвого середовища, які призводять до травм, опіків, обморожень, інших пошкоджень організму або окремих його органів і навіть до раптової смерті.

Під час роботи на виробництві на людину можуть впливати один, або низка небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Безпека того чи іншого технологічного процесу може бути визначена за їх кількістю і за ступенем небезпеки кожного з них зокрема. Безпека праці на виробництві визначається ступенем безпеки окремих технологічних процесів.

Небезпечні й шкідливі виробничі фактори стандартом ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 поділяються на фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні. Останні за характером впливу на людину підрозділяються на фізичні й нервово-психічні перевантаження, а інші - на конкретні небезпечні й шкідливі виробничі фактори.

В процесі роботи на працівника можуть впливати такі небезпечні й шкідливі виробничі фактори:

- машини, що рухаються, автотранспорт і механізми;
- рухомі незахищені елементи механізмів, машин і виробничого обладнання;
- падаючі вироби техніки, інструмент і матеріали під час роботи;
- ударна хвиля (вибух посудини, що працює під тиском пари рідини);
- струмені газів і рідин, що стікають, із посудин і трубопроводів під тиском;
- підвищене ковзання (через зледеніння, зволоження й замаслювання поверхонь, по яких переміщується робочий персонал);
- підвищені запыленість й загазованість повітря;

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- підвищена чи знижена температура поверхонь техніки, обладнання й матеріалів;
- підвищена чи знижена температура, вологість і рухомість повітря;
- підвищений рівень шуму, вібрації, ультра- та інфразвуку;
- підвищена напруга в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрики;
- гострі кромки, задирки й шорсткість на поверхнях обладнання й інструментів;
- відсутність чи нестача природного світла;
- недостатня освітленість робочої зони;
- знижена контрастність об'єктів в порівнянні з фоном;
- пряма блискавість (прожекторне освітлення територій виробництв, світло фар автотранспорту) і відбита блискавість (від розливої води й інших рідин на поверхні територій виробництв);
- підвищена пульсація світлового потоку;
- хімічні речовини (токсичні, подразнюючі, сенсibilізуючі, канцерогенні, мутагенні, що впливають на репродуктивну функцію людини);
- хімічні речовини, що проникають в організм через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкірні покриви і слизові оболонки;
- патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, гриби, найпростіші) і продукти їхньої життєдіяльності;
- перевантаження (статичні й динамічні) і нервово-психічні чинники (емоційні перевантаження, перенапруга аналізаторів, розумова перенапруга, монотонність праці).

Рівні небезпечних і шкідливих виробничих факторів не повинні перевищувати граничнодопустимих значень, встановлених у санітарних нормах, правилах і нормативно-технічній документації.

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

5.2. Розробка заходів з охорони праці при монтажі систем вентиляції

Для прискореного монтажу і створення безпечних умов роботи, повітроводи і фасонні частини збирають в окремі великі вузли й ланки, які за допомогою підйомних механізмів піднімають на місце монтажу.

Для запобігання розгойдування й крутіння повітроводів, що піднімаються, застосовують кріплення із прядив'яного канату або тонкого гнучкого троса. Якщо повітровід піднімають двома лебідками, швидкості навівання канатів на барабани в обох лебідок повинні бути однаковими.

Закріплення, що підвішується вентиляційного повітроводу за ферми будинку перекриття і інші конструкції допускаються з дозволу майстра або виконавця робіт.

При з'єднанні повітроводів збіг отворів фланців перевіряють оправленнями. Забороняється перевіряти збігу отворів, що з'єднуються фланців пальцями.

Вентиляційне устаткування встановлюють на фундаментах або майданчиках, прийнятих від будівельної організації по акту. Вентилятори, калорифери й інше устаткування встановлюють на кронштейни, забиті в стіну, тільки після затвердіння цементу до проектної міцності.

Монтаж вентиляційного устаткування в приміщеннях, де можливо небезпечне виділення газу, роблять під керівництвом майстра або виконавця робіт. У вибухонебезпечних приміщеннях застосовують інструменти, виготовлені з кольорових металів або покриті міддю, які при падінні не можуть утворювати іскру.

При виконанні вентиляційних робіт у діючих цехах підприємств забороняється працювати близько до не обгороджених механізмів, що рухаються, відкритих і не обгороджених люків, отворів, а так само під працюючим мостовим краном; поблизу електричних обладнань і електричних приводів, якщо вони не виключені або не обгороджені.

Складання повітроводів роблять у рукавицях і захисних окулярах.

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

У зв'язку з більшим поширенням у монтажі вентиляції ручного інструмента з електроприводом, надзвичайна актуальної стала проблема зменшення передачі вібрації на руки робітників. Зниження рівня вібрації, переданої на руки, при роботі з ручним механізованим інструментом, може бути досягнуте шляхом застосування віброзахисних рукавиць, у яких амортизатором є прокладка зі спеціального поролону товщиною 12 мм. Застосування робочого взуття на підошві, що амортизує, дозволяє зменшити рівень загальної вібрації.

5.3. Розробка заходів з охорони праці при зварювальних роботах монтажу систем опалення та вентиляції

Згідно з Правилами пожежної безпеки в Україні, затвердженими наказом Міністерства внутрішніх справ України від 30 грудня 2014 р. № 1417, під час підготовки до проведення вогневих робіт необхідно дотримуватися таких загальних вимог:

До електрозварювальних робіт допускаються особи, що пройшли спеціальну підготовку й перевірку технічних знань, практичних навичок роботи з устаткуванням, що вивчили інструкції з техніки безпеки, охороні праці, правил пожежної безпеки, що й мають посвідчення зварювальника.

Всі зварювальники повинні проходити щорічну перевірку теоретичних знань і практичних навичок. Зварювальні й інші вогневі роботи повинні проводитися за умови дотримання правил виробництва вогневих робіт і виконання необхідних заходів, що забезпечують безпеку, а також ретельному очищенню деталей зовні й зсередини від забруднень поверхні, що зварюються деталей.

Зварювальники повинні бути забезпечені по діючих нормах спецодягом, що не містить металевих частин, засобами індивідуального захисту.

Забороняється працювати в спецодязі, що має сліди масел і інших жирів забруднень. Для захисту очей і особи від дії ультрафіолетових променів зварювальник повинен користуватися наголовним щитком зі світлофільтром. Вибір світ-

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

лофільтра з темного скла залежить від сили струму й виду зварювання. При монтажі системи опалення повинен застосовуватися світлофільтр В-2.

Електрозварювальні роботи виконуються вищевказаними вимогами нормативних документів «ССБТ. Роботи зварювальні. Загальні вимоги безпеки», «Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах». Електричні обладнання, що входять до складу встаткування повинні відповідати вимогам нормативних документів «Обладнання електричні. Вимоги безпеки» і «Правила обладнання електроустановок». При електрозварювальних роботах необхідно виконувати наступні вимоги: приєднання електрозварювальних установок мереж електропостачання роблять через комутаційні апарати. Безпосереднє живлення зварювальної дуги від освітлювальної дуги не допускається, зварювальні установки захищаються запобіжними або автоматичними вимикачами з боку живильної мережі.

Установки для ручного зварювання повинні забезпечуватися амперметрами. Для запобігання загоряння електрокабелів і зварювального встаткування повинні бути правильно обрані перетини кабелів по призначенню струму, ізоляція кабелів по робочій напрузі.

Пересувні джерела зварювального струму на час їх переміщення повинні відключатися від електромережі.

Електрозварювальна установка на час роботи обов'язково заземлюється. Крім заземлення основного встаткування у зварювальних установках слід заземлювати вторинну обмотку зварювального трансформатора, до якого приєднується провідник, що йде до виробу (зворотнє проведення).

Для живлення однофазного зварювального апарата повинен застосовуватися трижильний шланговий кабель, третя жила якого повинна бути приєднана до заземлюючого болта на корпусі зварювального апарата. Для харчування трифазного зварювального апарата застосовують чотирижильний кабель, четверта жила якого використовується для заземлення. Затиск зварювального трансформатора, приєд-

наний до деталі за допомогою заземлюючого провідника із заземлюючим болтом на корпусі трансформатора.

Зварювальні кабелі з'єднують шляхом опресовування, зварювання або пайки за допомогою наконечників. Затиск зварювального трансформатора, повинен бути сухим, без масляних плям і залишків дроту. Перед початком роботи проводимо огляд справності ізоляції кабелів, щільність з'єднання кабелів.

5.4. Основні протипожежні заходи

Для попередження пожеж проводять профілактичні організаційні, технічні, режимні і експлуатаційні заходи.

До організаційних заходів відносяться: правильний зміст будинків, територій, своєчасний інструктаж людей по пожежній безпеці, видання наказів по забезпеченню пожежної безпеки.

До технічних заходів відносяться: дотримання норм і правил при проектуванні будинків, споруджень, обладнанні опалення, вентиляції, висвітлення, правильне розміщення встаткування;

До режимних заходів відносяться: заборона виробництва вогневих і зварювальних робіт у пожежонебезпечних місцях.

До експлуатаційних заходів відносяться: своєчасна підготовка ремонту і випробування устаткування, профілактичні огляди.

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі для багатоповерхового гуртожитку з даховою котельною розроблені системи опалення, вентиляції та гарячого водопостачання. Системи автоматизовані і легкі в керуванні, економічні в експлуатації, зручні в обслуговуванні, не порушують загального інтер'єру приміщень. Спеціальні засоби дозволяють захищати людей від шкідливого впливу шуму і вібрації.

Розроблено теплову схему дахової котельні для п'яти температурних режимів. Визначено максимальні теплові навантаження: 0,254 МВт на опалення; 0,0625 МВт на ГВП. Обґрунтовано використання опалювальної установки на базі трьох дахових модулів - ВПМ «Колві»-192 загальною тепловою потужністю 576 кВт, які за техніко-економічними характеристиками мають переваги у порівнянні з конкурентоспроможними установками. Котли працюють на потреби системи водяного опалення, гарячого водопостачання та вентиляції. На систему опалення та ГВП прийнято по два насоси (робочий та резервний), які працюватимуть по черзі для забезпечення однакового часу напрацювання.

Розроблена теплова схема котельної, підібраний склад обладнання. Визначено, що теплової потужності достатньо для потреб всіх систем.

Запроєктовано систему водяного опалення закритого типу з автоматичним регулюванням. Запропонована система дозволяє ефективно реагувати на змінні теплові навантаження за рахунок каскадної роботи модулів.

Розраховано систему вентиляції з підбором припливного вентилятора KE 40-20-4 та витяжного DHS 311EV. Проведений аеродинамічний розрахунок повітроводів. Розроблено схему установки калорифера марки КВСБ-П.

Результати роботи можуть бути використані при проєктуванні аналогічних багатофункціональних громадських об'єктів, зокрема при реконструкції чи модернізації котельнь. Система вентиляції, розрахована з урахуванням теплового ком-

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.00	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

форту та санітарно-гігієнічних норм, забезпечує оптимальні умови перебування людей у приміщеннях із різними функціональними режимами.

Запропоновано комплекс заходів з охорони праці та безпеки монтажу вентиляційного обладнання.

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.00	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Слаутіна Т. Г., Кузнецова С. А. Проектування систем водяного опалення: навч. посіб. Миколаїв: Вид-во НУК, 2011. 68с.
2. Зайцев О.М., Любарець О.П. Проектування систем опалення. Відень, 2008. 201 с.
3. Глушко Ю. Ю. Опалення : навч. посіб. 2019. Автор-упорядник: Глушко Ю.Ю., над навч. посіб. також працювали: Безпалько Н.О., Боброва Т.Б., Високос С.М., Гусев П.С., Заседателев І.В., Лебедєв С.О., Сашко В.О., Семироз М.В., Терещенко Т.М., Черниш В.В. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/Новини/ 2020/04/28 /2opalennya.pdf](https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/Новини/2020/04/28/2opalennya.pdf) 34
4. Боженко М. Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціювання повітря будівель : навчальний посібник для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М.Ф. Боженко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 380 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/2019BozhenkoMF_NavchPosib.pdf
5. Шаповалов Ю. О., Соломонюк Д. М. Проектування теплообмінних апаратів теплотехнологічних установок : метод. вказ. Миколаїв: Видавництво НУК, 2009. 72с.
6. Пирков В. В. Особливості проектування сучасних систем водяного опалення. Київ : ІІ ДП «Такі справи», 2003. 176 с.
7. Пирков В. В. Сучасні теплові пункти. Автоматика та регулювання. Київ: 2007. 252 с.
8. Прядко М. О., Павелко В. І., Василенко С. М. Теплові мережі: навч. посібн. Київ : Алерта, 2005. 227 с.
9. Єнін П. М., Швачко Н. А. Теплопостачання (частина І «Теплові мережі та споруди»): навч. посіб. Київ : Кондор, 2007. 244 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/Enin_2007_244.pdf

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.00	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

10. Джерела та системи теплопостачання і основи їх проектування [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» освітньо-професійної програми «Теплоенергетика» кваліфікаційного рівня «бакалавр» / укладач Кузнецова С.А.: НУК. – Електронні текстові дані (1 файл: 2.3 Мбайт). Миколаїв : НУК, 2022. 105 с.

11. Бедрій Я. І. Охорона праці: навч. посібник. Київ : ЦУЛ, 2002. 322 с.

12. Сашко В.О. Труби та арматура. Навчальний посібник. 2019 рік. Автори-упорядники: Сашко В.О., Терещенко Т.М. Над навчальним посібником також працювали: Безпалько Н.О., Боброва Т.Б., Високос С.М., Глушко Ю.Ю., Пеховка М.В., Черниш В.В. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/Новини/2020/04/28/3trubi-ta-armatura.pdf>

13. Шаповалов, Ю. О., Семенов М. М. Методичні вказівки до виконання випускної кваліфікаційної роботи зі спеціальності 144 «Теплоенергетика» освітнього ступеня «бакалавр» : метод. вказівки. Миколаїв : НУК, 2025. 44 с.

14. ДБН В.2.2-15-2005 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=77411.

15. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=14283 СанПіН 2.1.2.2645-10 <http://gostrf.com/normadata/1/4293820/4293820246.pdf>.

16. ДБН В 2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://gazobeton.org/sites/default/files/sites/all/uploads/DBN-V.2.6-31-2016-Teplova-izolyatsiyabudivel.pdf>.

17. ДСТУ-Н Б В.2.5-35:2007 Теплові мережі та мережі гарячого водопостачання з використанням попередньо теплоізованих трубопроводів. Настанова з проектування, монтажу, приймання та експлуатації.

18. ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013 Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=56183 ДБН В.2.5-77:2014. Котельні.

19. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1018>.

20. ДБН В.2.5-64-2012 Внутрішній водопровід і каналізація. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=29848.

21.ДСТУ-Н Б В 1.1-27:2010 Будівельна кліматологія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://finance.smr.gov.ua/ files/Енергозбереження/dstu-n-b-v11-27-2010-budivelnaklimatologiya.pdf](https://finance.smr.gov.ua/files/Енергозбереження/dstu-n-b-v11-27-2010-budivelnaklimatologiya.pdf).

22. ДБН В.2.5-77:2014 Котельні. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=59086

					ВКР.144.4241.03.ПЗ.00	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		