

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

Затверджено:

Завідувач катедри ІСБ

проф., к.т.н.

_____ Ратушняк Г. С.

_____ 2020 року

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ БУДІВЛІ ПРАЛЬНІ

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

магістра за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

(Освітня програма – «Теплогазопостачання і вентиляція»)

08-12.МДР.006.00.103 ПЗ

Керівник: д. е. н. проф. В. В. Джеджула

_____ «__» _____ 2020 р.

Розробив студент гр. ТГ-19м

М. В. Назаренко

Офіційний рецензент _____

_____ «__» _____ 2020 р.

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання
Кафедра інженерних систем у будівництві
Освітньо-кваліфікаційний 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)
Спеціалізація* “Теплогазопостачання та вентиляція”

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

“ ” _____ 2020 року

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

Назаренка Михайла Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Енергоефективна система теплопостачання будівлі пральні
керівник проекту (роботи) Джеджула В.В. д.е.н., проф.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від “25” 09 2020 року №214
2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Фасади і розрізи будівлі, технологічна частина проекту. Теплофізичні характеристики огорожуючих конструкцій, генплан. Відомі конструктивні рішення систем забезпечення мікроклімату, наукові дослідження в напрямку енергоощадності будівель пралень, наукові публікації.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Теоретичне та практичне обґрунтування проектних рішень з формування системи енергоефективного теплопостачання. Розрахунок теплових навантажень об'єкту. Визначення необхідного теплового насосу для системи. Конструювання траси системи теплопостачання. Розрахунок сонячного колектору. Розрахунок теплової ізоляції системи теплопостачання.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Плани поверхів будівлі з мережами систем теплопостачання, аксонометричні схеми системи, креслення окремих вузлів, календарний графік планування монтажних робіт,

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітичний огляд сучасних тенденцій проектування енергоефективних побутових приміщень та будівель	Джеджула В.В. д.е.н., проф.		
Теоретичне та практичне обґрунтування проектних рішень з формування системи енергоефективного теплопостачання пральні	Джеджула В.В. д.е.н., проф.		
Організаційно технологічне забезпечення реалізації проектних рішень систем енергозабезпечення пральні	Джеджула В.В. д.е.н., проф.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянська І.М. к.т.н., доцент		
Техніко-економічні показники	Лялюк О.Г. к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Збір вихідних даних		
2	Розробка техніко-економічного обґрунтування		
3	Розрахунок технічної частини		
4	Розробка організаційно-технологічної частини		
5	Виконання та оформлення графічної частини		
6	Попередній захист		
7	Виправлення зауважень		
8	Захист МДР		

Магістрант _____ **Назаренко М. В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ **Джеджула В.В. д.е.н., проф.**
(підпис) (прізвище та ініціали, посада та звання)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна дипломна робота включає в себе 5 розділів: аналітичний огляд сучасного стану використання теплонасосних установок, техніко-економічне обґрунтування, організаційно-технологічне забезпечення з реалізації проектних пропозицій, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, техніко економічні показники.

Техніко-економічне обґрунтування визначає доцільність та економічність запропонованого проектного рішення системи теплового насоса, враховуючи її переваги.

В частині техніко-економічного обґрунтування розраховано теплові втрати приміщення, виконано моделювання гідравлічного розрахунку, підібрано необхідне обладнання.

В організаційно-технологічній частині визначено склад та об'єми робіт, матеріали, машини та механізми, які необхідні для монтажу системи теплового насоса, підібрано число та склад бригад, визначено термін монтажу системи теплового насоса та сонячного колектора, а також пораховано техніко-економічні показники праці

В частині охорони праці проаналізовано шкідливі та небезпечні виробничі фактори при монтажі та експлуатації системи теплового насоса та сонячного колектора, розглянуто такі питання як вплив іонізуючого і електромагнітного випромінювання.

Графічна частина містить план поверху із схемою системи теплового насоса та сонячного колектора, аксонометричну схему систем теплового насоса та сонячного колектора, монтажні креслення, календарний план монтажних робіт систем сонячного колектора та теплового насоса, графік руху робітників, графік руху машин та механізмів.

ANNOTATION

The work includes 5 sections: analytical review of the current state of use of heat pumps, feasibility study, organizational and technological support for the implementation of project proposals, labor protection and safety in emergencies, technical and economic indicators.

Feasibility study determines the feasibility and cost-effectiveness of the proposed design solution of the heat pump system, taking into account its advantages.

In the part of technical and economic substantiation heat losses of the room are calculated, modeling of hydraulic calculation is executed, the necessary equipment is selected.

The organizational and technological part determines the composition and scope of work, materials, machines and mechanisms required for the installation of the heat pump system, selected the number and composition of crews, determined the installation time of the heat pump system and solar collector, and calculated technical and economic indicators labor

In terms of labor protection, harmful and dangerous production factors during the installation and operation of the heat pump system and solar collector are analyzed, such an issue as the influence of ionizing and electromagnetic radiation is considered.

The graphic part contains the floor plan with the scheme of the heat pump and solar collector system, axonometric scheme of the heat pump and solar collector systems, assembly drawings, calendar plan of installation works of the solar collector and heat pump systems, schedule of workers, schedule of machines and mechanisms.

РЕЗЮМЕ до магістерської кваліфікаційної роботи магістранта:		Назаренка Михайла Володимировича	
Назва університету	Вінницький національний технічний університет		
Тема	Енергоефективна система теплопостачання будівлі пральні		
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	д. е. н. проф. В. В. Джеджула		
Обсяг роботи	Пояснювальна записка, стор	Розділів	Креслень формату А1
	105	5	5
Розділ 1	Аналітичний огляд сучасних тенденцій проектування енергоефективних побутових приміщень та будівель		
Розділ 2	Теоретичне та практичне обґрунтування проектних рішень з формування системи енергоефективного теплопостачання пральні		
Розділ 3	Організаційно технологічне забезпечення реалізації проектних рішень систем енергозабезпечення пральні		
Розділ 4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
Розділ 5	Техніко-економічні показники		
Висновки по роботі	<p>В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи запропоновано проектне рішення системи енергоефективності будівлі пральні з використанням систем теплового насосу та сонячних колекторів.</p> <p>Виконано наступні задачі:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Складено розрахункову схему до моделювання теплового розрахунку будівлі 2. Здійснено проектні розрахунки теплотехнічних параметрів системи, які включають: теплотехнічний розрахунок, за результатом якого підбрано мінеральну вату товщиною $\delta_{ут} = 0,15$ м для стіни, пінополістирольні екструзійні плити для підлоги та горючого перекриття $\delta_{ут} = 0,12$ м та $\delta_{ут} = 0,2$ м відповідно; розраховано тепловтрати які становлять $Q_{втр.} = 331$ кВт. 3. Виконано наступний проектний варіант креслень системи теплопостачання: схеми систем теплового насосу, та сонячного колектора на планах поверхів, розташування сонячних колекторів на плані даху, аксонометричні схеми систем, вузли та розрізи елементів. 4. Було проаналізовано можливості пральні і знайдено енергоефективне рішення в використанні стічних вод пральних маши для відбору теплоти з них. Було підбрано тепловий насос Viessman Vitocal 200-G, BWC 201.A08 5. Проаналізовано можливість заміщення пореби в гарячій воді для прання сонячним колектором. Виявилось, що найдоцільніше часткове заміщення, оскільки можливий варіант нерівномірного розподілу. Було підбрано сонячний колектор Viessman Vitosol 300-F 6. Визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу системи теплового насосу та сонячного колектора, потребу в допоміжних матеріалах, підбрано машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт, складено календарний план виконання робіт, в якому визначено склад ланок та розряд робітників. 7. Виконано розрахунок техніко-економічних показників, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт – 158 люд/днів та тривалість виконання монтажних робіт – 19,5 днів. 		
Ключові слова: тепловий насос, сонячний колектор, енергоефективність			

Магістрант: Назаренко М. В. /ПІБ/

Керівник: Джеджула В.В. /ПІБ/

«__» _____ 2020р.

SUMMARY			
to undergraduate master's qualification work:		Mikhail V. Nazarenko	
University name	Vinnytsia National Technical University		
Theme of work	Energy efficient heating system of the laundry building		
Educational degree	Master		
Faculty	Faculty for Civil Engineering, Thermal Power and Gas Supply		
Department	Engineering systems in construction		
Specialty	192 – Construction and civil engineering		
Educational program	Heat and gas supply and ventilation		
Head	Doctor of economic sciences, professor of the Department of Engineering Systems in Construction		
The scope of work	Explanatory note, p.	Sections	Drawings of A1 format
	105	5	5
Section 1	Research of modern tendencies of designing of energy-efficient household premises and buildings		
Section 2	Theoretical and practical substantiation of design decisions on formation of system of energy-efficient heat supply of laundry		
Section 3	Organizational and technological support for the implementation of design solutions for laundry energy supply systems		
Section 4	Safety and labor protection		
Section 5	Technical and economic indicators		
Conclusions on work	<p>As a result of the master's qualification work, a design solution of the energy efficiency system of the laundry building with the use of heat pump systems and solar collectors is proposed. The following tasks have been completed:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. The calculation scheme to modeling of thermal calculation of the building is made 2. Design calculations of thermal parameters of the system were made, which include: thermal calculation, as a result of which mineral wool with a thickness of $\delta_{ut} = 0.15$ m for the wall, expanded polystyrene extrusion plates for the floor and attic floor $\delta_{ut} = 0.12$ m and δ_{ut} were selected. = 0.2 m, respectively; calculated heat loss which is $Q_{int.} = 331$ kW. 3. The following design variant of drawings of the heat supply system is made: schemes of heat pump systems and solar collectors on floor plans, location of solar collectors on the roof plan, axonometric schemes of systems, units and sections of elements. 4. The possibilities of laundry were analyzed and an energy-efficient solution was found in the use of sewage washing machines to extract heat from them. The heat pump Viessman Vitocal 200-G, BWC 201.A08 was selected 5. The possibility of replacing the curb in hot water for washing with a solar collector is analyzed. It turned out that partial substitution is the most appropriate, as a variant of uneven distribution is possible. The Viessman Vitosol 300-F solar collector was selected 6. Determined the required number of products and materials for the installation of the heat pump system and solar collector, the need for auxiliary materials, selected machines, mechanisms and devices for installation work, made a schedule of works, which determines the composition and rank of workers. 7. The calculation of technical and economic indicators is performed, which determines the total complexity of the work - 158 people / days and the duration of the installation work - 19.5 days. 		
Keywords: heat pump, solar collector, energy efficiency			

Master student: M. V. Nazarenko /Surname/

Head: V. V. Dzhedzhula / Surname/

« » 2020p.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ПОБУТОВИХ ПРИМІЩЕНЬ ТА БУДІВЕЛЬ.....	15
1.1 Загальні положення щодо проектування енергоефективних будівель	15
1.2 Вимоги до класу проектування побутових приміщень	16
1.3 Аналітичний огляд та аналіз використання теплових насосів для забезпечення енергоефективності в світовому досвіді	19
1.4 Аналітичний огляд та аналіз використання теплових насосів для забезпечення енергоефективності в Україні	21
1.5 Визначення найбільш доцільного варіанту систем альтернативних джерел енергії.....	22
1.5.1 Величина капітальних вкладень на влаштування системи централізованого опалення (K_1)	22
1.5.2 Величина капітальних вкладень на влаштування теплового насоса (K_2)	23
1.5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат для варіанту централізованої системи опалення (C_1)	24
1.5.4 Розрахунок експлуатаційних витрат для варіанту влаштування теплового насоса (C_2).....	24
1.5.5 Показники економічної ефективності проекту.....	25
1.6. Висновки до розділу	26
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ З ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПРАЛЬНІ.....	27
2.1 Вихідні дані.....	27
2.2 Теплотехнічне моделювання огорожуючих конструкцій пральні.....	27
2.3 Визначення необхідних параметрів теплонасоса	28
2.3.1 Підбір необхідного обладнання теплового насоса	28
2.3.2. Характеристика теплового насосу	30
2.4 Визначення необхідних параметрів сонячного колектора	32
2.4.1 Підбір необхідного обладнання сонячного колектора.....	32
2.4.2 Характеристика сонячного колектора	34
2.5 Конструювання траси системи теплопостачання.	35

2.6 Гідравлічне моделювання системи тепlopостачання, підбір обладнання мережі.....	37
2.7 Розрахунок теплової ізоляції системи тепlopостачання.	38
2.8 Висновки до розділу	39
3 ОРГАНІЗАЦІЙНО ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЛЬНИ	40
3.1 Аналіз системи, що прийнята до монтажу	40
3.2 Технологія виконання монтажних робіт	41
3.3 Перелік основних та допоміжних матеріалів і виробів.....	42
3.4 Визначення складу і об'ємів робіт	47
3.4.1 Визначення складу робіт.....	47
3.4.3 Вимоги до підготовки об'єкту для монтажу системи.....	48
3.5 Підбір необхідного технологічного обладнання та інструментів для виконання монтажних робіт	49
3.6 Визначення витрат енергоносіїв при роботі обладнання та транспортних засобів.....	53
3.7 Розрахунок трудомісткості виконання робіт.....	54
3.7.2 Визначення об'ємів робіт.....	57
3.8 Визначення кількості робітників, підбір необхідного технологічного обладнання та інструментів для виконання монтажних робіт.....	58
3.8.1 Визначення кількості робітників.....	58
3.8.2 Підбір необхідного технологічного обладнання та інструментів для виконання монтажних робіт	62
3.9 Технологічний регламент і технічні засоби для проведення випробувань систем при здачі в експлуатацію	63
3.10 Висновки до розділу	65
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	66
4.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта	67
4.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць.....	67
4.1.2 Електробезпека.....	68
4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії під час виконання будівельно-монтажних робіт.....	69
4.2.1 Мікроклімат	70
4.2.2 Склад повітря робочої зони.	70
4.2.3 Освітлення робочої зони	71

4.2.4	Виробничий шум.....	72
4.2.5	Виробничі вібрації	73
4.3	Оцінка безпеки роботи автоматичної системи теплового насоса та сонячного колектора Viessman в умовах дії іонізуючих та електромагнітних випромінювань	76
4.3.1	Іонізуюче випромінювання.....	76
4.3.2	Електромагнітне випромінювання	79
4.3.3	Оцінка безпеки роботи автоматичної системи	81
4.4	Висновки до розділу	81
5	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ	83
5.1	Техніко-економічні показники календарного плану системи теплового насоса.....	83
5.3	Величина капітальних вкладень на влаштування теплового насоса (К) ...	83
5.3	Розрахунок експлуатаційних витрат для варіанту влаштування теплового насоса (С)	84
5.4	Висновки до розділу	85
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	86
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	88
	Додаток А - Технічне завдання.....	94
	Додаток Б - Акт про випробування системи теплового насосу та сонячного колектора.....	98
	Додаток В - Акт прийняття системи теплового насосу та сонячного колектора	99
	Додаток Г - Теплотехнічне моделювання.....	100
	Додаток Д - Склад магістерської дипломної роботи.....	102
	Додаток Е - Технічні характеристики теплового насосу	103
	Додаток Є - Технічні характеристики сонячного колектора	105

ВСТУП

Актуальність дослідження.

В умовах зростаючого дефіциту та росту цін на паливно-енергетичні ресурси, посилення вимог до забезпечення екологічної чистоти технологічних процесів і охорони довкілля, зростання потреб споживача в тепловій енергії для покращення побутових і соціальних умов життя проблема енергозбереження для економіки України в цілому й для її житлово-комунального сектору зокрема стає дуже актуальною. Нині проблема енергозбереження може бути вирішена як за рахунок зниження теплових втрат, так і шляхом впровадження сучасної техніки генерації, розподілу, регулювання та споживання теплоти. Одним із найбільш ефективних видів сучасної техніки нетрадиційної енергетики є теплові насоси (ТН) завдяки їх можливості використовувати поновлювану та нетрадиційну енергію.

Теплонасосні технології одержали широкий розвиток у світі, зарекомендувавши себе як найбільш перспективні технології теплопостачання XXI століття. Останніми роками у світі в цілому та особливо у Європі спостерігається стрімкий зліт цих технологій, темпи якого вражають і не залишають сумніву в тому, що у найближчому майбутньому ТН замістять більшу частку традиційних технологій одержання низькотемпературної теплоти.

В Україні значного впровадження теплонасосної технології в теплоенергетичну галузь не спостерігалось. Так, у 80 – 90 рр. минулого століття застосування ТН в Україні відбувалося у вигляді окремих установок, що зумовлювалося несприятливими пропорціями цін на електричну енергію і паливо, які виключали можливість економічного використання теплонасосної техніки порівняно з газовими котлами та теплоелектроцентралями (ТЕЦ). Сучасна ситуація, що склалася у сфері зовнішнього забезпечення України природним газом, спричинена переходом на ринкові принципи ціноутворення (як і прогноз її розвитку), ясно вказує на необхідність вжиття заходів із заміщення природного газу в усіх сферах економіки, а особливо у житлово-комунальному секторі.

Зростання ціни на природний газ зумовлює підняття рівня конкурентоспроможності ТН порівняно з існуючими теплогенераторами, що неминуче приведе до їх широкого впровадження в Україні. Використання ТН дасть змогу знизити затрати на теплопостачання, витіснити з енергетичного балансу країни значну кількість природного газу, забезпечить екологічну чистоту теплопостачання й загальне зниження обсягів викидів шкідливих і парникових газів. Таким чином, найбільш очікуваною зміною в структурі теплового балансу України є активний розвиток ТН, оскільки їх використання забезпечує, крім економічного, значний енергозберігаючий та екологічний ефект. Однак наведені в літературі системні дослідження з використання теплонасосних систем (ТНС) теплопостачання, які включають системи низькотемпературного водяного опалення, вентиляції, гарячого водопостачання, є недостатніми, і в них відсутні аналітичні залежності, які давали б змогу визначити параметри енергетичної ефективності роботи ТНС у різних умовах їх практичного застосування. Тому питання умов ефективного використання альтернативних теплонасосних технологій у системах теплопостачання є актуальним і відкритим.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дана кваліфікаційна магістерська робота виконана відповідно до Закону України «Про енергозбереження» № 75/94-ВР від 01.07.94р. [1] та згідно з Національним планом дій енергоефективності на період до 2020 року, затвердженим розпорядженням Кабінету Міністрів України № 1228-р [2]. Тема кваліфікаційної магістерської дипломної роботи відповідає науковому напрямку кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету – «Розробка енергоефективних систем теплогазопостачання, вентиляції і кондиціонування та іншого технологічного устаткування в галузі будівництва та цивільної інженерії» (державна реєстрація №01184000209).

Дана кваліфікаційна магістерська робота носить **дослідно-конструкторський характер.**

Мета і задачі дослідження.

Метою роботи є розробка варіанту проектного рішення і надання практичних рекомендацій з енергозабезпечення пральні з використанням поновлюваних та нетрадиційних джерел низькопотенційної енергії. Практичне значення роботи полягає у наданні практичних рекомендацій щодо підвищення енергоефективності систем теплопостачання пральні

Для досягнення поставленої мети **необхідно виконати наступні задачі:**

- провести аналітичний огляд доцільності використання альтернативних джерел енергії для забезпечення енергопотреб в проекті пральні;
- провести аналітичний огляд проектів використання альтернативних джерел енергії в міській забудові;
- провести аналітичний огляд проектів використання альтернативних джерел енергії в будівлях державних установ чи комунальної форми власності;
- визначити оптимальні можливі варіанти конфігурації встановлення теплових насосів;
- визначити оптимальні можливі варіанти конфігурації встановлення сонячних колекторів;
- підібрати технологічне обладнання для монтажу системи, скласти календарний план виконання монтажних робіт
- дослідити питання охорони праці з монтажу та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єктом дослідження є енергоефективність системи теплозабезпечення пральні з використанням як джерела теплоти парокompресійного теплового насоса та паралельним використанням сонячного колектора.

Предметом дослідження – ефективність застосування теплового насоса у системах теплопостачання будівель за різних схемних варіантів застосування та з використанням різних джерел енергії.

Наукова новизна полягає в подальшому розвитку науково-технічних підходів з використання альтернативного забезпечення для будівель побутового призначення.

Практичне значення. Вирішення проблем конкретної пральні з можливим застосуванням досвіду іншими установами.

Апробація досліджень:

Доповідь на міжнародній науково-технічній конференції ВНТУ «Інноваційні технології в будівництві - 2020»

Доповідь на XLVIII науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання (2019)

Доповідь на XLVII науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання (2018)

Публікації: За матеріалами роботи опубліковані тези доповідей науково-технічних конференцій:

«Використання теплового насосу для забезпечення енергоефективності побутового приміщення - пральні» (2020)

«Можливості використання альтернативних джерел енергії для забезпечення потреб в енергоресурсах будівлі пральні в місті Вінниця» (2019)

«Використання сонячної енергії для забезпечення сприятливих мікрокліматичних умов у приміщеннях» (2018)

[3, 4, 5]

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ПОБУТОВИХ ПРИМІЩЕНЬ ТА БУДІВЕЛЬ

1.1 Загальні положення щодо проектування енергоефективних будівель

Енергоефективність будівлі або споруди - це певна характеристика будівлі, якій властива певна кількість енергії, необхідна для творення відповідних умов життя або постійного життя людини в такій будівлі. Найменші вимоги, які хочуть бачити від енергетичної ефективності – це певна кількість вимог до конструкцій що виконують огорожувальну роль, а також конструкцій, систем забезпечення (інженерних) та їх частин, включаючи елементи (включаючи обладнання), притримуваність щодо яких надає належні та гідні умови проживання людей в такому будинку на протязі стандартного терміну використання будинку за рівнями, які визначають нормативи на допустимому рівні енергоспоживання.

Енергетична ефективність будівель може бути забезпечена за рахунок:

1. Збільшення показників теплоізоляційних рис частин будівель, що виконують конструктивну роль, таких як стіни, двері, вікна, дах;
2. Встановлення приладів облікування (сюди ж входять засоби розподільчого обчислення витрат (наприклад по годинно) облікування використання електроенергії) та налаштовано регульоване використання енергетичних ресурсів;
3. Запровадження систем, що мають автоматичне стеження та регулювання іншими (тобто наяними) системами (мається на увазі інженерні);
4. Поступове збільшення енергетичної ефективності інженерних систем та споруд та будівель;
5. Застосування тих що відновлюються і / та / або тих що є альтернативними джерелами енергії та / або ресурсів палива (з спеціальним застосуванням систем інженерного забезпечення будівлі);

6. Використання різних інженерних систем накопичувального електричного опалення в ті години, коли на електричну мережу припадає мінімальне навантаження, що становить мінімальні показники;

Заходи з підвищення енергоефективності об'єктів розробляються за висновками дослідження об'єкта (енергетичного аудиту), який виявляє фактори, що мають не позитивний вплив на експлуатаційну та користувацьку надійність і безпеку будівлі включаючи роботу інженерних систем забезпечення без перебоїв а також теплових мереж зовнішнього прокладання.

Енергетичний аудит визначає конкретні причини неефективного споживання енергії та надає список енергоефективних заходів з їх доцільною собівартістю, терміном окупності і очікуваної економії. Енергоаудитор на додачу має можливість запропонувати пріоритет в реалізації заходів при відсутності необхідних фінансових ресурсів для комплексної реалізації всіх заходів.

Загальний показник енергоефективності будівлі - це її питоме річне споживання енергії. Згідно ДБН В.2.6-31:2016 максимально допустимий питомий рівень енергоспоживання (EP_{max}) нормалізовано, що визначає кількість тепла, яке повинно подаватися в кондиціонованих обсягів або відводитися з нього для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщенні. На одиницю площі або будівлі з кондиціонером

1.2 Вимоги до класу проектування побутових приміщень

Клас енергетичної ефективності будівлі, споруди чи будинку - це рівень енергетичної ефективності що розраховується для всієї будівлі, будинку чи споруди або ж їх окремих частин, який визначається діапазоном певних даних показників енергоефективності, встановлених відповідно до вимог чинного законодавства, де при цьому враховується відсутність дисонансних значень згідно до стандартів та нормативів і нормативних документів країн що входять до ЄС (Європейського Союзу) в області енергоефективності будівель. Клас енергоефективності будівлі підтверджується енергетичним сертифікатом

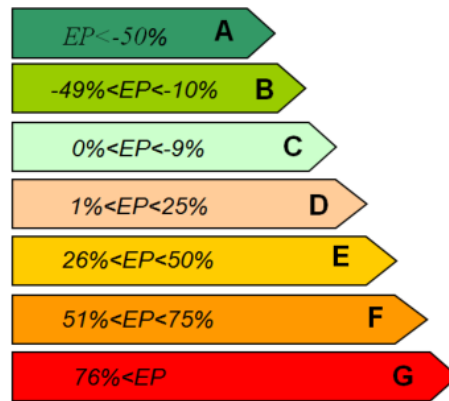


Рис.1 Класи енергетичної ефективності будинку [12]

Видання сертифікатів, що засвідчують енергетичну ефективність будівель, споруд та будинків є обов'язкове для таких категорій:

1. Об'єкти що будуються (нове будівництво, реконструкція, капітальний ремонт), які мають клас наслідків (їхньої відповідальності) відносяться до таких об'єктів з середніми (СС2) і значущими (СС3) наслідками, що визначаються відповідно до законодавства України а саме Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності».

2. Державні будівлі, споруди чи будинки що мають опалювальну площу більше ніж 250 метрів квадратних, які знаходяться в частому відвідуванні городянами і де у кожному з приміщень розташовані якісь органи влади державної.

3. Будівлі, будинку чи споруди що мають опалювальну площу більше ніж 250 метрів квадратних, де у кожному з приміщень розташовані якісь органи самоврядування місцевого (щоправда лише у разі якщо такі будівлі, споруди чи будинки термомодернізовані).

4. Будівлі, споруди чи будинки, які перебувають в процесі проведення теплової модернізації, яка при цьому всьому користується державною підтримкою і в результаті якої досягається клас енергоефективності будівлі, споруди чи будинку не нижче ніж зазначено в вимогах мінімального значення енергоефективності будівлі.

Сертифікація енергоефективності об'єктів будівництва проводиться у випадку коли є замовлення і лише в тому випадку, якщо замовник має можливість оплатити відповідні дії за свій рахунок.

Сертифікація енергоефективності проводиться енергоаудиторів, який є незалежним, не має конфлікту інтересів і прямо або побічно не зацікавлений в сертифікації.

Енергоаудитори, що збираються проводити сертифікацію енергоефективності будівель і дослідження інженерних систем та їх обстеження, повинні пройти професійну атестацію в комісіях, створених вищими навчальними закладами або саморегульованими організаціями в області енергоефективності. [6]

Основні вимоги до енергоефективності систем опалення, вентиляції та кондиціонування (ОВК):

1. Системи ОВК повинні проектуватися відповідно до їх класом енергоефективності;
2. Клас енергоефективності технічного обладнання, автоматизації, моніторингу та управління системами ОВК слід приймати не нижче класу енергоефективності будівлі;
3. Рекомендується використовувати обладнання (насоси, термостати та ін. Класу енергоефективності А) незалежно від класу енергоефективності будівлі і технічного обладнання;
4. Системи ОВК повинні бути спроектовані так, щоб мати можливість автоматично підтримувати задану споживачем температуру повітря в межах нормативно обмеженого і технічно передбаченого діапазону в кожному приміщенні будівлі, за винятком нормативно визначених винятків ;
5. Рекомендується використовувати обладнання для систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря і проектувати ці системи з найменшою можливою інерцією, щоб реагувати на зміни внутрішнього та зовнішнього тепла і холоду;
6. Системи ОВК, які обслуговують приміщення з фіксованим робочим днем або тимчасовим перебуванням людей, повинні бути спроектовані з автоматичними пристроями для зниження тепла (холоду) в неробочий час або коли приміщення не використовуються;

7. Системи механічної вентиляції і кондиціонування повинні бути обладнані засобами автоматичного регулювання витрат рециркуляції і зовнішнього припливного повітря в залежності від умов використання обслуговуваних приміщень і зовнішніх кліматичних умов;

8. Для досягнення питомої витрати тепла відповідно до ДБН В.2.6-31 в системах механічної вентиляції та кондиціонування повітря слід використовувати рекуперацію тепла і / або регулювання в міру необхідності;

9. Розташування опалювальних приладів, як правило, слід передбачати під віконними прорізами стін з установкою теплоотражаючої ізоляції між приладами і зовнішньою стіною;

10. Будинки, підключені до систем централізованого тепlopостачання, повинні бути обладнані комерційними приладами обліку;

11. Опалювальні прилади повинні бути оснащені автоматичними регуляторами температури внутрішнього повітря у приміщенні (термостатом чи електронним регулятором витрати теплоносія). [7]

1.3 Аналітичний огляд та аналіз використання теплових насосів для забезпечення енергоефективності в світовому досвіді

Сьогоднішнє зростання розвитку технологій насосних теплових установок, які використовують для виробництва тепла з використанням відновлюваних і нетрадиційних низькопотенційних джерел енергії пояснюється можливою великомасштабною економією дефіцитних викопних видів палива і підвищеними вимогами до екологічної чистоти виробництва тепла, а також широке коло споживачів. Енергію значимість використання теплових насосів для різних функціональних цілей, безперечно доведено досвідом успішної роботи сотень мільйонів робочих ГЕС в світі, і їх актуальність - темпи реалізації, особливо в останні роки, коли паливо і ціни на енергоносії зростають.

У зарубіжних і вітчизняних літературних джерелах наводяться дані, що свідчать про швидке зростання парку ТН і великому обсязі їх використання в світі. Таким чином, за мінімальними оцінками теплова потужність світового парку ТН становить 250 тис. Мвт, річний виробіток тепла - 1 млрд Гкал, що

відповідає заміщенню викопного палива в річці . Вимірюється 80 мільйонів тонн умовного палива. Сьогодні в світі успішно експлуатується понад 130 мільйонів ГЕС різного функціонального призначення. Загальний річний обсяг продажів ТН становить 125 мільярдів доларів США, що в 3 рази перевищує світові продажі зброї.

Технологія теплових насосів є найбільш перспективним з джерел нетрадиційної енергії для вирішення завдань енергозбереження, але питання вибору типу ТН, масштабів і областей їх раціонального використання в різних країнах далекий

Відзначимо, так як виробництво ТНУ в кожній країні орієнтоване в першу чергу на задоволення потреб внутрішнього ринку, кліматичних і географічних особливостей країни, рівня економічного розвитку, паливноенергетичного балансу, співвідношення цін на основні види палива та електроенергії, будівництва технології та архітектурнопланувальні конструкції , особливості систем життєзабезпечення житловокомунального господарства, використовувани технології і рівень монтажних і сервісних робіт.

Наприклад, в США, Японії, Китаї та країнах Південно-Східної Азії найбільш поширені реверсивні ГЕС класу «повітря - повітря», призначені для опалення та кондиціонування, оскільки температура повітря в цих країнах взимку не нижче, ніж мінус 5. О С, а влітку повітря в приміщенні необхідно охолоджувати і осушувати

У США дослідженням і виробництвом ТН займаються понад п'ятдесят великих фірм. Загальна чисельність співробітників ТНУ до 2003 року перевищила 25 мільйонів одиниць. У Сполучених Штатах спостерігається стійке зростання продажів ГЕС більше 20 років. При новому будівництві громадських будівель використовується тільки НР, що закріплено в федеральному законодавстві США.

У Швеції та інших скандинавських країнах доступність дешевої електроенергії і поширення систем централізованого теплопостачання призвели до створення ГЕС високої потужності. Серед існуючих великих насосних станцій

централізованого теплопостачання необхідно відзначити станції, побудовані в містах Бурланге (24 МВт), Умео (34 МВт), здавила (39 МВт), Еребру (40 МВт) і Стокгольм (320 МВт). Для цих станцій міські стічні води, промислові стічні води і вода Балтійського моря використовуються в якості низькотемпературних джерел енергії. На основі енергоефективної і екологічно чистої технології теплових насосів 50% тепла виробляється для опалення, а до 2015 року планується повністю відмовитися від спалювання викопного палива для цілей теплопостачання.

В Японії щорічно виробляється та реалізується до 500 тисяч ГЕС різного функціонального призначення і близько 5 мільйонів товарів народного споживання є основним обладнанням для забезпечення теплом житлового фонду.

1.4 Аналітичний огляд та аналіз використання теплових насосів для забезпечення енергоефективності в Україні

Україна має значний потенціал для основних видів поновлюваних джерел енергії, але в даний час вони складають досить невелику частку в загальному енергобалансі держави. Загальний річний технічно досяжний енергетичний потенціал відновлюваних джерел енергії становить близько 98 мільйонів тонн умовного палива. Геотермальна енергія, накопичена в перших десяти кілометрах земної кори, за оцінками вчених, сягає 137 трильйонів. Тонн умовного палива, що в 10 разів перевищує геологічні ресурси усіх видів палива разом узятих. Зарубіжний досвід є достатнім орієнтовним орієнтиром для оцінки масштабів використання ТНУ в Україні. В таких умовах, враховуючи стан економіки України, досвід зарубіжних країн необхідно враховувати при розробці плану енергозбереження для нашої країни.

В даний час різке відставання України від країн, що успішно застосовують теплові насоси, можна пояснити як об'єктивними факторами - розвиток енергетики в країні здійснювалося в основному за рахунок централізованого теплопостачання і централізованого теплопостачання, так і суб'єктивними - недостатньою увагою конкретних підприємств до економії. Паливно-

енергетичні ресурси, відсутність демонстраційного парку діючих ГЕС різного функціонального призначення та реклами їх переваг, відсутність державної підтримки в розробці, дослідженнях і впровадженні даного типу обладнання, висока ціна зарубіжних ГЕС для внутрішнього ринку, конкуренція з боку традиційні теплогенератори. За радянських часів газове паливо було дуже дешевим у порівнянні з електрикою, в результаті чого в Україні та інших пострадянських країнах питання розвитку теплових насосних технологій не приділялося належної уваги. Сьогодні, коли ціна на газ і електроенергію зрівнялася з європейською, використання ГЕС в нашій країні стає перспективним і актуальним.

Так, відповідно до «Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» очікується зниження залежності від імпорту енергоносіїв з 54,5% до 11,7%. Планується обмежити імпорт природного газу і значно збільшити частку вугілля і атомної енергії в загальному паливно-енергетичному балансі країни, що забезпечить певну стабільність паливної складової для теплової і електричної енергії та підвищить енергетичну безпеку, але може привести до погіршення стану навколишнього середовища. Отже, це буде стимулювати розвиток нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії.

1.5 Визначення найбільш доцільного варіанту систем альтернативних джерел енергії

Для порівняння вартості влаштування систем енергозабезпечення було обрано два варіанти:

- на основі системи централізованого постачання;
- на основі системи теплового насосу.

1.5.1 Величина капітальних вкладень на влаштування системи централізованого опалення (К₁)

1. Вартість 1 м труби для теплотраси у цінах 2020 року складає 510 грн [25].

Довжина теплотраси $L = 3000$ м, тоді вартість усієї теплотраси:

$$510 \cdot 3000 = 1530000 \text{ грн.}$$

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

$$1530000 \cdot 0,15 = 229500 \text{ грн.}$$

3. Вартість монтажу приймаємо 30%:

$$1530000 \cdot 0,30 = 459000 \text{ грн.}$$

4. Вартість пусканалагоджувальних робіт приймаємо 5%:

$$1530000 \cdot 0,05 = 76500 \text{ грн.}$$

5. Позабюджетні кошти приймаємо 1,2%:

$$1530000 \cdot 0,012 = 18360 \text{ грн.}$$

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

$$1530000 \cdot 0,20 = 306000 \text{ грн.}$$

$$K_1 = 2619360 \text{ грн.}$$

1.5.2 Величина капітальних вкладень на влаштування теплового насоса (K_2)

1. Вартість теплового насоса Viessman Vitocal 200-G, BWC 201.A08 становить 211959 грн [13].

2. Вартість проектних робіт приймаємо 15% від вартості теплового насоса [19]:

$$211959 \cdot 0,15 = 31794 \text{ грн.}$$

3. Вартість монтажу приймаємо 30%:

$$211959 \cdot 0,30 = 63588 \text{ грн.}$$

4. Вартість пусканалагоджувальних робіт приймаємо 5%:

$$211959 \cdot 0,05 = 10598 \text{ грн.}$$

5. Позабюджетні кошти приймаємо 1,2%:

$$211959 \cdot 0,012 = 2543,5 \text{ грн.}$$

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

$$211959 \cdot 0,20 = 42392 \text{ грн.}$$

$$K_2 = 362875,5 \text{ грн.}$$

1.5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат для варіанту централізованої системи опалення (C₁)

1. Бюджет витрат при централізованому опаленні сплачується за тарифами “Вінницяміськтеплоенерго” [18].

Загальна площа, що опалюється водяною системою опалення складає 179,96 м². Опалювальний період складає 182 доби (6 місяців) [8].

За 1 м² приміщення, що опалюється, споживач повинен сплатити 35,24 грн/міс [18].

$$179,96 \cdot 35,24 \cdot 6 = 38050 \text{ грн.}$$

2. Експлуатаційні витрати (30%):

$$179,96 \cdot 0,3 \cdot 12 = 637 \text{ грн.}$$

3. Амортизаційні витрати (5%):

$$2619360 \cdot 0,05 = 130968 \text{ грн.}$$

$$C_1 = 38817 \text{ грн.}$$

1.5.4 Розрахунок експлуатаційних витрат для варіанту влаштування теплового насоса (C₂)

1. Витрати при опаленні тепловим насосом розраховуються за вартістю кВт*год протягом опалювального періоду.

Опалювальний період складає 182 доби (6 місяців) [8].

Вартість електричної енергії 1,7 грн/кВт*год

$$9,6 \cdot 182 \cdot 24 \cdot 1,7 = 71285 \text{ грн.}$$

2. Експлуатаційні витрати (30%):

$$71285 \cdot 0.3 \cdot 2 = 42771 \text{ грн.}$$

3. Амортизаційні витрати (5%):

$$362875,5 \cdot 0,05 = 18144 \text{ грн.}$$

$$C_2 = 132200 \text{ грн.}$$

1.5.5 Показники економічної ефективності проекту

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

$$K_1 = 2619360 \text{ грн; } C_1 = 38817 \text{ грн;}$$

$$K_2 = 362875,5 \text{ грн; } C_2 = 132200 \text{ грн.}$$

Порівнюємо варіанти за приведеними витратами відповідно до формули:

$$\Pi = K + C \cdot E_H. \quad (1.3)$$

$$\Pi_1 = 2619360 + 38817 \cdot 0,17 = 2625959 \text{ (грн);}$$

$$\Pi_2 = 362875,5 + 132200 \cdot 0,17 = 385349 \text{ (грн),}$$

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

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

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

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

$$E = \Pi_I - \Pi_{II}. \quad (1.3)$$

$$E = 2625959 - 385349 = 2240610 \text{ грн.}$$

1.6. Висновки до розділу

1) Проаналізовано сучасний стан в галузі теплопостачання з використанням альтернативних джерел енергії, а саме теплових насосів.

2) Охарактеризовано об'єкт будівництва, наведено основні технологічні та будівельні рішення, що будуть використовуватися в проектуванні системи теплопостачання.

3) Визначено найбільш доцільний варіант системи теплопостачання шляхом розрахунку капітальних вкладень (K_1 та K_2) та експлуатаційних витрат (C_1 і C_2), відповідно для централізованої та автономної систем теплопостачання. Розраховано економічний ефект $E = 2240610$ грн, за результатом якого можна зробити висновок, що влаштування системи теплопостачання з використанням системи альтернативних джерел енергозабезпечення, а саме теплового насоса, економічно є вигіднішим.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ З ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПРАЛЬНІ

2.1 Вихідні дані

Для того щоб мати значення параметрів зовнішнього повітря що будуть використані для розрахунку для ХПР приймаються дані для інженерних систем енергопостачання будівель, будинків та споруд згідно [7]

Значення температури, що буде використана для розрахунків зовнішньобудинкового повітря для холодного періоду року використовуємо рівним середньому значенні температури, якщо взяти значення п'яти найхолодніших днів в даній місцевості.

Згідно з діючими будівельними нормами і правилами в Україні, тривалість опалювального періоду визначається декількома днями зі стабільною середньодобовою температурою $+8^{\circ}\text{C}$ і нижче [7].

Для міста Вінниці характерні показники температури зовнішнього повітря для холодної п'ятиденки складає -21°C , а для самого холодного дня -26°C , а опалювальний період по тривалості займає -189 днів. Дана геолокація розміщена в температурній зоні номер 1. Вологість повітря відповідає нормам. Швидкість вітру становить $3,6$ м/с [7].

2.2 Теплотехнічне моделювання огорожуючих конструкцій пральні

Система опалення повинна компенсувати всі теплові втрати будинку - через огорожувальні конструкції і нагрівати зовнішній холодне повітря, що потрапляє в приміщення через різні протікання в огорожувальних конструкціях (інфільтрації) [9].

Загальні тепловтрати Q_z складаються з основного Q_r та додаткового Q_d .

На планах приміщення нумерується, починаючи з першого поверху - №1, 2, 3 і т.д.

Моделювання виконано за допомогою Microsoft Excel та представлено у вигляді таблиці (Додаток Г)

Позначення огорожувальних конструкцій в таблиці: ЗС – зовнішня стіна; ВТ – вікно з трійним склінням; СТ – стеля; ПД – підлога.

Основні теплові втрати Q_T , Вт, визначаються за формулою:

$$Q_T = 1/R_0^\phi \cdot F \cdot (t_b - t_3) \cdot n, \quad (2.1)$$

де: F – поверхня теплообміну огорожувальної конструкції, m^2 ;

R_0^ϕ – повне фактичне теплове опір огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$;

t_b – розрахункова температура повітря в приміщенні, $^\circ C$.

t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^\circ C$, середня температура найбільш холодних п'яти діб;

n – коефіцієнт, що враховує додатковий захист захисної конструкції від зовнішніх температур, приймаємо згідно з додатком Н [7].

Додаткові теплові втрати приймаються згідно з додатком К [7].

2.3 Визначення необхідних параметрів теплонасоса

2.3.1 Підбір необхідного обладнання теплового насоса

При виборі теплового насосу для пральні було розглянуто різні варіанти схеми тепловідбору і було прийнято новаційне рішення використати теплоту стічних вод пральні. Новаційне рішення не тому, що раніше не використовувалися стічні води для відбору теплоти тепловими насосами, а тому що під час ретельного пошуку не було знайдено інформації про застосування такого підходу для промислових пралень. Згідно цього рішення було вибрано насос типу вода-вода. Згідно з проектом пральні, уже були запроектовані пральні машини, і тому розрахунки велися виходячи з наявного обладнання. Для температури стічних вод довелося проводити попередні розрахунки, оскільки цих даних виробник не надає в технічній документації для пральних машин. Інформації про об'єм води і розподіл за кількістю холодної і гарячої води під час циклу прання теж немає в технічній документації, тому цю інформацію отримано від менеджера компанії виробника пральних машин.

Для використання тепла стічних вод пральних машин запропоновано створити відстійник по дні якого прокласти контур трубопроводів теплового насосу. Таким чином буде проводитися відбір тепла, яке іншим чином просто втрачалося б.

Розрахунок теператури стічної води.

Цей розрахунок довелося виконати у зв'язку з відсутністю в технічній документації пральних машин інформації щодо температури води при зливі, а також через те що така інформація була відсутня і у менеджерів компанії виробника пральних машин Unimax. Окремо варто звернути увагу на те, що ці розрахунки є попередніми, оскільки точні дані можливо отримати лише емпірично-дослідним шляхом, тому що неможливо спрогнозувати з точністю придатною для розрахунків завантаження пральних машин в різні періоди пори року, в різні періоди доби, а також який тип забруднень буде пратися і відповідно температури циклів прання. Тому вирішено взяти середнє значення як найбільш імовірне згідно з розподілом ймовірностей, при тому враховуючи те, що передбачається що крайні значення будуть врівноважені до приблизно середнього значення, і будуть приблизно на рівні значення що можна було б розрахувати з допомогою середнього арифметичного значення якби у цьому була б потреба. Вважається, що подібним чином буде працювати не лише розподіл температур, але й розподіл середніх значень по шкалі часу праці пральних машин як добового так і річного рівнів.

Вихідними даними для розрахунку стала інформація від компанії виробника про температуру і кількість води при подачі для одного циклу прання, дані наведено у зв'язці із всіма вищезазначеними умовами.

Під час наукового пошуку розглядалася можливість відокремлення стічних вод наприклад встановивши контролювання відносно часу під час циклу прання, для того щоб отримати більш високопотенційне джерело енергії, але це виявилось недоцільним через те що значну частину теплоти забирають і віддають речі що перуться, під час зміни подачі гарячої і холодної води під час циклу прання.

Маса «холодної» води $m_x = 147$ кг, приймається значення температури $t_x = 10^{\circ}\text{C}$. Маса «гарячої» води $m_r = 195$ кг з температурою $t_r = 60^{\circ}\text{C}$.

Розрахунки проводяться згідно з формулами:

$$m_x * C * (t_{\text{сер}} - t_x) = m_r * C * (t_r - t_{\text{сер}}) \quad (2.2)$$

де: $C = 4,218$ кДж/(кг*К) – питома теплоємність води, стала величина

Вважаємо, що втратами при процесі змішування для розрахунків можемо знехтувати:

$$m_x * t_{\text{сер}} - m_x * t_x = m_r * t_r - m_r * t_{\text{сер}}$$

$$m_x * t_{\text{сер}} + m_r * t_{\text{сер}} = m_r * t_r + m_x * t_x$$

$$(m_x + m_r) * t_{\text{сер}} = m_r * t_r + m_x * t_x$$

$$t_{\text{сер}} = (m_r * t_r + m_x * t_x) / (m_x + m_r)$$

$$t_{\text{сер}} = (195 * 60 + 147 * 10) / (195 + 147) = 38,5^{\circ}\text{C} \quad (2.3)$$

У зв'язку з великою кількістю тепловтрат, вважаємо що температура стічних вод буде рівною 25°C при експлуатації данної системи.

Як було зазначено вище, вибираємо тепловий насос типу вода-вода для відбору теплоти стічних вод.

Згідно з теплотехнічним розрахунком, наведеним в Додатку Г, розглянувши велику кількість пропозицій доступних на ринку теплових насосів було прийнято рішення про використання теплового насоса Viessman Vitocal 200-G BWP 110.

2.3.2. Характеристика теплового насосу

Чому саме цей тепловий насос?

- За багато років роботи на ринку компанія Viessman зарекомендувала себе як надійний виробник обладнання
- Високі характеристики обладнання
- Позитивне сприйняття і відгуки фахівцями ринку
- Доступна технічна документація на обладнання
- Можливість створення єдиної системи із сонячними колекторами теж цієї компанії Viessman

Переваги Viessman Vitocal 200-G, BWC 201.A08 :

- Низькі експлуатаційні витрати завдяки високому коефіцієнту потужності (COP) згідно EN 14511: до 4,5 (B0 / W35)
- Моновалентний режим опалення приміщень та нагрівання питної води
- Максимальна температура подачі до 60 ° C
- Низький рівень шуму і вібрації завдяки шумопоглинаючою конструкції пристрою - рівень звукової потужності <45 дБ (A)
- Простий в експлуатації контролер Vitotronic з текстовим і графічним дисплеєм для погодозавісімого режиму опалення та функції природного охолодження
- Можливість установки додаткового електронагрівача (наприклад, для сушки безшовного статі)
- Легка установка за рахунок вбудованого високопродуктивного циркуляційного насоса для розсолу і опалювального контуру, а також високопродуктивного циркуляційного насоса для нагріву накопичувального водонагрівача.
- Оптимальне використання власного електрики фотоелектричних установок
- Керування вентиційною установкою Vitovent 300 F (при необхідності можна підключити)
- Можливість доступу до Інтернету з Vitosconnect (пристрій) для управління і обслуговування через додатки Viessmann

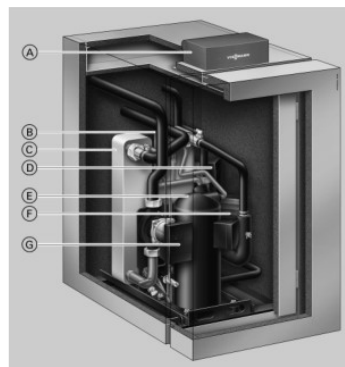


Рис. 2 – Загальний вигляд теплового насоса Viessman Vitocal 200-G, BWC 201.A08

На рисунку зображені:

A - Погодозалежний цифровий контролер теплового насоса Vitotronic 200;

B – Конденсатор;

C - Випарник;

D - Допоміжний насос (гаряча вода), високоефективний циркуляційний насос;

E - Герметичний спіральний компресор Compliant;

F - Високоефективний циркуляційний насос для підігрівання накопичувального водонагрівача;

G - Основний насос (розсіл), високоефективний циркуляційний насос [22]

Заводські настройки теплового насоса Viessman Vitocal 200-G, BWC 201.A08

- Збірний тепловий насос компактної конструкції
- шумопоглинаючі ніжки
- Вбудований високоефективний циркуляційний насос для першого контуру (розсіл)
- Вбудований високоефективний циркуляційний насос для вторинного контуру
- Вбудований циркуляційний насос для нагріву накопичувального водонагрівача
- Блок безпеки опалювального контуру (входить в комплект)
- Погодозалежний контролер теплового насоса Vitotronic 200 з датчиком зовнішньої температури

Всі технічні характеристики теплового насоса Viessman Vitocal 200-G, BWC 201.A08 наведені в Додатку E

2.4 Визначення необхідних параметрів сонячного колектора

2.4.1 Підбір необхідного обладнання сонячного колектора

Для поєднаної системи теплопостачання будинку приймаємо до встановлення плоскі сонячні колектори Viessmann Vitosol які можемо поєднати з системою теплового насосу Viessman Vitocal.

Передбачається також, що сонячні колектори зможуть взимку частково, а влітку в повній мірі постачати гарячу воду для пральних машин, щоб таким чином досягти економії електроенергії на підігріві води для прання. Менеджери компанії виробника підтвердили пральних машин таку можливість.

Для розрахунку сонячної системи і вилення параметрів компонентів системи потужність колектора менш важлива, ніж очікувана продуктивність установки. Продуктивність колектора визначається як добуток середньої очікуваної потужності (кВт) на відповідну одиницю часу (годину). Отримане значення в кВт·год відносять до квадратному метру площі колектора або площі апертури і отримують значення в кВт·год/м².

Це значення, віднесене до кількості днів, важливо для визначення параметрів бака-акумулятора сонячної системи. Питома продуктивність колектора в рік вказується в кВт·год на м² площі і є важливою оціночною характеристикою для визначення параметрів і режиму експлуатації установки. Чим вище значення, тим більше теплоти виробляє для системи теплопостачання сонячна система. В цілому за рік зустрічаються такі режими експлуатації, при яких колектор ще міг би поставляти енергію, але акумулятор, наприклад, вже повністю заряджений. В цьому випадку продуктивність колектора дорівнює нулю. Продуктивність колектора є важливим оцінюваним параметром.

Вранці ефективність сонячної системи особливо висока, якщо поверхня колектора оптимально орієнтована і не має затінь.

У сонячних системах, що покривають частину навантаження на опалення, для підвищення продуктивності і експлуатаційних характеристик доцільно збільшувати кут нахилу, оскільки оптимальна продуктивність має вирішальне значення для перехідного і зимового сезону. Влітку, якщо сонячна енергія використовується тільки для гарячого водопостачання, збільшення кута нахилу колектора дозволяє зменшити надлишки енергії, а в перехідний сезон збільшення кута нахилу забезпечує отримання вищої ефективності. Таким чином, протягом року теплота виробляється більш рівномірно, і продуктивність сонячної системи

буде вищою, ніж в разі вибору орієнтації колектора на максимальне випромінювання.

Для використання в даному проекті запропоновано використовувати Viessman Vitosol 300-F

2.4.2 Характеристика сонячного колектора

Переваги сонячного колектора Vitosol від компанії Viessmann

- Виготовляється з таких високоякісних матеріалів, як алюміній, мідь і міцне спеціальне скло для геліоустановок (геліоскло). Завдяки цьому значно підвищується експлуатаційна надійність і термін служби колектора.
- Для спрощення з'єднання трубок між собою для всіх геліоколекторів компанії Viessmann була розроблена спеціальна універсальна штекерна система кріплень. Завдяки цьому відпадає необхідність в укладанні додаткових трубок і значно спрощується монтаж колекторів.
- Трубопроводи подачі і віддачі геліоколектора для зручності монтажу приєднуються з одного боку; відпадає необхідність в прокладанні зворотного лінії труб поверх покрівлі або під нею.
- Завдяки вибору матеріалів, придатних для рециклінгу, а також зручною для демонтажу конструкції сонячні колектори компанії Viessmann відповідають вимогам, пред'являються до пристроїв, маркується знаком екологічної безпеки "Blauer Engel" («Блакитний Ангел») (RAL-UZ 73).
- Всі сонячні колектори успішно пройшли перевірку згідно вимогам для отримання права на маркування знаком якості Solar-Keymark. Перевагами плоского колектора сокоєфективний плоский колектор Vitosol 300-F призначений для приготування гарячої води і підтримки систем опалення, а також виробництва технологічного тепла саме для кліматичних умов Центральної і Північної Європи, до яких відноситься і Україна.
- Висока ефективність досягається завдяки застосуванню спеціального геліосклом і оптимізованої теплоізоляції. Захисне скло зі спеціальним покриттям, яке зменшує віддзеркалення сонячного випромінювання приблизно з

8% до 3%. Завдяки цьому оптичний коефіцієнт корисної дії колектора підвищується приблизно на 5%. У нижній частині колектора Vitosol 300-F використовують ізоляцію з меламінового пінопласту з дуже хорошими теплоізоляційними властивостями. завдяки застосуванню поліпшеною теплоізоляції істотно знижуються тепловтрати

- Селективне геліотитанове покриття дозволяє ефективно поглинати інсоляцію і домогтися високий ККД дії. Корпуси плоских колекторів Vitosol обрамлені зігнутої по контуру алюмінієвої рамою без використання косою різання по металу і гострих кромки.
- Разом з безшовної ізоляцією стекол, стійкою до впливу атмосферних опадів і ультрафіолетового випромінювання, а також стійкою до механічних пошкоджень задньою стінкою зі сплаву алюміній-цинк ця конструкція забезпечує тривалий термін служби колекторів і ефективно використання енергії протягом тривалого періоду.

Технічні характеристики даного сонячного колектора Viessman Vitosol 300-F наведено в Додатку Є.

2.5 Конструювання траси системи теплопостачання.

Маршрут теплових мереж у містах повинен бути локалізований переважно на технічних смугах, відведених для інженерних мереж, які проходять паралельно червоним лініям доріг, доріжок та проїздів поза проїзною частиною та смугами дерев. На території мікрорайонів та мікрорайонів теплові труби дозволяється прокладати в проходах, що не мають основного дорожнього покриття, тротуарів та зелених насаджень. Діаметр трубопроводів, які прокладаються в мікрорайонах або мікрорайонах в умовах безпеки, не повинен бути більше 500 мм, а їх шлях не повинен знаходитися в місцях з можливою концентрацією населення. У житлових та громадських будівлях можна перетинати водяні опалювальні мережі діаметром 300 мм або менше за умови, що мережі прокладаються в технічних підвалах, коридорах та тунелях (висотою не менше 1,8 м). Теплові мережі, які перетинають дитячі, дошкільні, шкільні та медичні заклади, не допускаються. Перехрестя вулиць, проїздів, інших засобів

зв'язку, а також будівель та споруд, як правило, має бути під прямим кутом. У населених пунктах для тепломереж зазвичай передбачається підземна установка. Підземні прокладки в межах міста можуть застосовуватися в районах зі складними ґрунтовими умовами, на перетині залізниць загальної мережі, річок з високою щільністю підземних споруд та в інших випадках. Нахил теплових мереж повинен бути не менше 0,002, незалежно від напрямку руху теплоносія та способу монтажу.

Вибираючи схему для основних теплових мереж, необхідно враховувати надійність та ефективність їх роботи. Необхідно прагнути до найкоротшої довжини теплових мереж, до меншої кількості нагрівальних камер, по можливості двостороннього підключення. Якщо ви прокладаєте дві або більше великих магістралей з міського джерела, можливо, вам доведеться надати автоматичний вимикач та автомагістраль. Опалювальні мережі гарячої води, як правило, повинні бути двотрубними і одночасно забезпечувати теплоносій для опалення, вентиляції, гарячого водопостачання та технологічних вимог.

Стаціонарні опори встановлюються переважно в місцях розгалуження, секціонування клапанів, в зонах самокомпенсації з кутами повороту 90-130°. Потім розмістіть проміжні анкери на довгих прямих ділянках. Фіксована підтримка повинна включати:

- Фундаментальну - для всіх методів прокладки труб;
- Плита - для безканальної прокладки та укладання в непрохідні канали при розміщенні опор поза камерами;
- хомутові - при прокладанні над землею та в тунелях (у місцях з гнучкими компенсаторами та самовирівнюванням).

Для сприйняття вертикальних навантажень від теплопровідності повинні бути передбачені мобільні опори:

- Ковзаючі - незалежно від напрямку горизонтальних рухів трубопроводів для всіх способів прокладання та для всіх діаметрів труб;
- Каткові - для труб діаметром 200 мм і більше з осьовим переміщенням труб;

- Кулькові - для труб діаметром 200 мм і більше при горизонтальних переміщеннях труб під кутом до осі лінії (по кутах кривих із самокомпенсацією).

Підземна установка теплових мереж може виконуватися в повітроводах і без повітроводів.

У цій системі було прийнято рішення про трубопроводи відповідно для труб діаметром до 500 мм

2.6 Гідравлічне моделювання системи теплопостачання, підбір обладнання мережі.

За конструкцією безканална прокладка ділиться на засипки, збірні, литі та монолітні варіанти. Монолітні оболонки з пінополіуретану, полімербетону, залізобетону, бітумного перліту, керамзитобетонної глини, пінопласту та асфальтобетону є найбільш бажаними для використання відповідно до нормативних вимог. Вибір конструкції теплоізоляційного шару та розрахунок його товщини як для безканалного, так і для каналного укладання слід робити згідно з рекомендаціями, враховуючи параметри теплоносія та умови експлуатації, і не перевищуючи нормованих втрат тепла.

Для захисту зовнішньої поверхні опалювальних труб від корозії необхідно передбачити захисне покриття. При прокладанні під землею в нагрівальних камерах влаштовуються запірна арматура, дренажні та повітряні пристрої, сальники компенсаторів та інші пристрої, що вимагають постійного доступу та обслуговування. Розміри камери приймаються для умов нормального обслуговування обладнання, розташованого в камері. Найменша висота камер - 1,8м. Компонент камер складається із збірних залізобетонних деталей. При необхідності камери також можуть бути виготовлені з монолітного залізобетону з окремою стелею. Стеля камери повинен мати принаймні два люка $D = 630$ мм має по діагоналі при площі внутрішньої області камери до 6 м^2 розташування, і повинна мати чотири люків якщо внутрішня область камери має більше 6 м^2 .

Сходинок або кронштейни повинні бути розміщені під люками. Підлога камери виконана з нахилом не менше 0,02 до площі водозбору

Коли труби опалення перетинаються з іншими інженерними мережами та спорудами, необхідно враховувати вертикальний та горизонтальний зазори.

Поглиблення теплових мереж від землі або дорожнього покриття повинно бути не менше:

- для перекриття каналів і тунелів - 0,5 м
- до верху камерних підлог - 0,3 м
- до вершини безканальної герметизуючої оболонки - 0,7 м

Якщо в будівлю ввести теплові мережі, глибину трубопроводів можна зменшити до 0,3 м, а безпроводну прокладку - до 0,5 м.

2.7 Розрахунок теплової ізоляції системи тепlopостачання.

Безпроводна установка застосовується для труб діаметром до 500 мм. Теплоізоляційні конструкції для безканалових ущільнень повинні мати такі характеристики:

- Основний шар теплоізоляції не лише нормалізує втрати тепла, а також, в теплоізоляції відсутні домішки, що можуть спричинити зовнішню корозію;
- Стійкість фізико-хімічних властивостей теплоізоляційного та корозійно-стійкого покриття протягом стандартного терміну служби;
- Міцність, що забезпечує надійну роботу підземної теплової труби;
- Промисловість, збірні конструкції, а також можливість виготовлення та нанесення утеплювача на заводі з високоякісною роботою;
- Транспорتابельні і прості в монтажі на ділянках.

Під час будівництва теплоізоляційних приладів і трубопроводів з температурою речовин, що містяться в них, від 20° С до 300°С для всі способів укладання, крім безпроводних, слід використовувати ізоляційні матеріали та вироби щільністю не більше 200 кг/м³ і сухою теплопровідністю не більше 0,06 Вт/(м·К).

Для теплоізоляційного шару трубопроводів, при прокладці випускного каналу, слід використовувати матеріали з щільністю не більше 400 кг/м^3 і в теплопровідності не більше $0,07 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Для безпровідного прокладання теплових мереж переважні попередньо ізольовані труби з пінополіуретановою ізоляцією в поліетиленовій сорочці або залізобетоні з урахуванням допустимої температури матеріалу та температурного режиму теплових мереж. Трубопроводи з пінополіуретановою ізоляцією в поліетиленовій сорочці повинні бути обладнані системою дистанційного управління для вологоізоляції.

2.8 Висновки до розділу

- 1) В даній частині дипломної роботи було виконано теплотехнічний розрахунок будівлі згідно чинних нормативних документів.
- 2) Було проаналізовано можливості пральні і знайдено енергоефективне рішення в використанні стічних вод пральних маши для відбору теплоти з них. Було підібрано тепловий насос Viessman Vitocal 200-G, BWC 201.A08
- 3) Проаналізовано можливість заміщення пореби в гарячій воді для прання сонячним колектором. Виявилось, що найдоцільніше часткове заміщення, оскільки можливий варіант нерівномірного розподілу. Було підібрано сонячний колектор Viessman Vitosol 300-F
- 4) Було проаналізовано конструювання траси системи теплопостачання, гідравлічне моделювання та теплова ізоляція

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЛЬНІ

3.1 Аналіз системи, що прийнята до монтажу

В даному розділі розглядається технології монтажу системи теплового насосу та сонячного колектора пральні.

Будівля 1-о поверхова, з цегляними стінами. Загальна площа – 178 м².

Система теплового насосу та сонячного колектора складається з таких елементів:

- Тепловий насос Viessman Vitocal 200-G, BWC 201.A08 [38];
- Сонячний колектор Viessman Vitosol 300-F
- Насосний вузол Solar-Divicon, що складається з таких елементів:
- Термометр; Блок запобіжних пристроїв (запобіжний клапан 6 бар, манометр 10 бар); Високоєфективний циркуляційний насос; Запірні клапани; Зворотні клапани; Запірний кран; Зливний кран; Індикатор об'ємної витрати; Повітровіддільник; Наповнювальний кран; Патрубок для розширювального бака
- Індивідуального теплового пункту, який містить: циркуляційний насос [26], сепаратор шламу [27], сітковий фільтр [34], ультразвуковий витратомір
- [31] а також арматуру фірми «Viessman» [27];
- Мережі трубопроводів із поліпропіленових труб фірми «Viessman» [34] Ø20, 25 мм та металевих водогазопровідних труб Viessman [34] Ø 15,20,50,80;
- Датчики температури фірми «Viessman» [27];
- Датчик температури теплоносія фірми «Viessman» [27];
- Регулюючої арматури фірми «Viessman» [27].

Монтаж систем теплового насосу та сонячного колектора ведеться згідно ДБН В 2.5 – 67:2013 [1] і технічних умов на устаткування.

Прокладення трубопроводів через стіни і перекриття виконується в гільзах з ущільненням місця проходу мінеральною ватою з подальшим закладенням цементно-піщаним розчином.

Схема системи – від сонячного колектора розміщеного на покрівлі передається тепла вода до пральних машин. Стічні води пральних машин у відстійнику віддають своє тепло тепловому насосу, і це тепло використовується для опалення. Розвідні магістральні трубопроводи прокладаються вздовж стін приміщення, на відстані 100 мм від стелі.

У даному проекті монтується сучасна система теплового насосу та сонячного колектора з використанням датчиків температури, контролера фірми «Viessman» та диспетчерського пульта.

3.2 Технологія виконання монтажно-збірних робіт

Монтажні положення трубопроводів [12]:

- 1) Вісі трубопроводів повинні бути паралельні площинам будівельних конструкцій;
- 2) Відстань від вісі неізолюваного трубопроводу до стіни визначають по формулі:

$$n = 0,5 * d \text{ мм}, \quad (3.1)$$

де d - діаметр трубопроводу, мм.

Так як в системі використовуються трубопроводи діаметрами 10,15, 20, та 50 мм, відповідно, відстані від осей трубопроводів до стін будуть становити 5, 7,5, 10, та 25 мм;

- 3) Підводи до приладів необхідно виконувати з нахилом в напрямку руху теплоносія. Нахил приймають 5-10 мм на всю довжину підводу;
- 4) Якщо довжина підводу до 500 мм, то його прокладати без нахилу;
- 5) Підводи прикріпляти до стін, якщо довжина підводу перевищує 1,5 м;
- 6) Нагрівальні прилади встановлювати на кронштейнах.

Монтажні положення трубопроводів [12]:

- 1) вертикальні трубопроводи не повинні відхилятися від підвісної лінії більше ніж на 2 мм на 1 м висоти повітропроводу.
- 2) з'єднання трубопроводів розташовано за межами стін, перегородок, перекриттів.
- 4) не допускається опирання трубопроводів на обладнання.

5) між трубопроводами і кріпильними хомутами необхідно передбачити гумові прокладки.

Мінімальна відстань від вісі повітропроводу до стіни визначається за формулою [12]:

$$n = 0,5 * H + 50 \text{ мм}, \quad [3.2]$$

де H – висота трубопроводу, мм.

3.3 Перелік основних та допоміжних матеріалів і виробів

Основні матеріали і обладнання для монтажу системи теплового насосу та сонячного колектора зібрані в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Відомість потреби в основних матеріалах системи теплового насосу та сонячного колектора

№ п.п	Найменування матеріалу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	К- ість	Маса одиниці, кг	Маса, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Насос «Viessman»	Vitocal 200-G, BWC 201.A08	шт	1	99,2	99,2
2	Сепаратор шламу «Viessman»	Ø80	шт	1	10	10
3	Фільтр сітчатий «Viessman»	Ø80	шт	2	0,135	0,27
4	Ультразвуковий витратомір «Viessman»	Ø80	шт	1	2,3	2,3
5	Регулятор перепаду тиску «Viessman»	Ø80	шт	1	17	17
6	Регулятор температури	Ø80	шт	1	2	2
7	Зворотній клапан «Viessman»	Ø80	шт	2	0,260	0,52
8	Кран шаровий «Viessman»	Ø80	шт	9	4,5	40,5
9	Сонячний колектор «Viessman»	Vitosol 300-F	шт	2	50,5	100,1
10	Терморегулюючий вентиль «Viessman»	ANR-10	шт	4	0,200	0,8
11	Термостатична головка «Viessman» з вбудованим датчиком	RA2990	шт	4	0,140	0,56
12	Терморегулюючий вентиль «Viessman»	RV-15	шт	153	0,220	33,66

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7
13	Термостатична головка «Viessman» з вбудованим датчиком	RA2991	шт	153	0,160	24,48
14	Труба поліпропіленова «Viessman» - Ø20x3.4 мм - Ø25x4.2 мм	PP-R Stabi	м	821,4 11,1	0,161 0,253	132,2 2,81
15	Труба сталева водогазопровідна - Ø10 мм - Ø15 мм - Ø20мм - Ø80мм	ГОСТ 3262-75	м	27,7 6,7 34,1 17,1	0,80 1,28 1,66 8,34	22,16 8,58 56,61 142,6
16	Трійник сталевий	15/15/20 20/20/20 20/20/25 25/25/25 32/32/20 32/32/25 32/32/50	шт	2 2 4 10 12 14 2	0,380 0,410 0,430 0,450 0,490 0,530 0,570	0,76 0,82 1,72 4,5 5,88 7,42 1,14
17	Відвід сталевий	Ø10 Ø32 Ø50	шт	4 4 6	0,290 0,440 0,560	1,16 1,76 3,36
18	Трійник «Viessman»	20/20 20/20/25 25/25	шт	100 26 2	0,3 0,330 0,420	30 8,58 0,84
19	Хрестовина «Viessman»	20/20	шт	67	0,340	22,78
20	Врізка «Viessman»	20/20 20/25	шт	2 2	0,250 0,290	0,5 0,58
21	Відвід «Viessman»	Ø20	шт	78	0,210	16,38
22	Стик «Viessman»	Ø20	шт	128	0,240	30,72
Загальна маса основних матеріалів $\Sigma=5335,6$ кг						

Прилади та устаткування для монтажу системи теплового насосу та сонячного колектора зібрані в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Відомість потреби в приладах та устаткуванні для монтажу системи теплового насосу та сонячного колектора

№ п.п	Найменування матеріалу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Маса, кг
1	2	3	4	5	6	7

Продовження таблиці 3.2

№ п.п	Найменування матеріалу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Маса, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Ножиці для точної різки поліпропіленових труб		шт	3	0,105	0,315
2	Зварювальний апарат для поліпропіленових труб «Калибр»	СВА- 1600Т	шт	1	5,8	5,8
3	Зварювальний апарат для сталевих труб	СТЕ – 24У	шт	1	46	46
4	Різьбонарізний апарат «Rems»	Amigo 2 Set NPT 1/2"-2"	шт	1	6,5	6,5
5	Гідравлічний прес «Rems»		шт	1	7,8	7,8
6	Електродріль ударний «Bosch»	PSB 750	шт	1	1,9	1,9
7	Набір для монтажника		шт	3	11,88	35,64
8	Манометр радіальний	MDR 80/6 1/2"	шт	10	1,8	18
9	Фарборозпилувач	KP-20	шт	1	0,5	0,5
10	Рулетка (стрічка) вимірювальна, 20 м.	(ГОСТ 7502-61);	шт	4	0,105	0,42
11	Висок		шт	4	0,240	0,96
12	Рівні	INTERTO OLMТ-1280	шт	4	1,105	4,42
13	Молотки слюсарні	(ГОСТ 2310-79)	шт	4	1,2	4,8
14	Кувалди		шт	4	2	8
15	Зубила слюсарні	(ГОСТ 7211-74)	шт	4	0,6	2,4
16	Перфоратор	BOSH	шт	2	11	22
17	Ключі гайкові	(ГОСТ 4543-82);	шт	4	0,42	0,84
18	Шуруповерт електричний	Makita 6821	шт	2	1,2	2,4
19	Викрутки	(ГОСТ 5423-79)	шт	4	0,7	2,8
20	Плоскогубці	(ГОСТ 7236-74)	шт	4	0,4	1,6
21	Лебідка електрична	У5120.6	У5120.60	1	242	242
22	Канати діаметром 9,6 мм		м	100	358,6	35,86
23	Компресор поршневий	Зенит ЗКВ-50/1500	шт	1	32,7	32,7
Загальна маса приладів та устаткування $\Sigma=483,65$						

Допоміжні матеріали для монтажу системи теплового насосу та сонячного колектора зібрані в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 - Відомість потреби в допоміжних матеріалах для монтажу системи теплового насосу та сонячного колектора [25,16,17, 18]

№	Шифр ресурсу	Матеріали, деталі і напівфабрикати	Одиниці виміру	Кількість	Маса, кг
1	2	3	4	5	6
1	111-1522	Електроди, діаметр 5 мм, марка Е42А	т	0,00158	1,58
2	111-1746	Прокладки гумові [пластина технічна пресована]	кг	0,15	0,15
3	124-0059	Анкерні деталі із прямих або гнутих круглих стрижнів з різьбленням [в комплекті з шайбами і гайками або без них], що поставляються окремо	т	0,0022	2,2
4	130-0040	Болти з гайками та шайбами, діаметр 16 мм	т	0,00468	4,68
5	130-0965	Фланці плоскі приварні із сталі ВСт3сп2,	шт	1	1,21
6	130-0968	Фланці плоскі приварні із сталі ВСт3сп2, ВСт3сп3, тиск 1,0 МПа [10 кгс/см ²], діаметр 80 мм	шт	3	3,93
7	1425-11681	Розчин готовий кладочний важкий цементний, марка М50	м ³	0,014	15,4
8	111-1513	Електроди, діаметр 4 мм, марка Е42	т	0,00008	0,08
9	130-0037	Болти з гайками та шайбами, діаметр 8 мм	т	0,0013	1,3
11	1545-160	Паронітові прокладки	100шт	0,02	0,048
12	111-0384	Білила густотерті цинкові МА-011-1	т	0,00066	0,66
13	111-0587	Масло індустріальне І-20А	т	0,00011	0,11
14	111-1668	Олифа натуральна	кг	3,01	3,01
16	1545-0159	Очіс льняний	т	0,00026	0,031
17	1541-0067-2	Прокладки з пароніту, марка ПМБ, товщина 2 мм, діаметр 80 мм	100шт	0,002	0,0048
18	111-0063	Ацетилен розчинений технічний, марка А	т	0,00114	1,14
19	111-0254	Вапно хлорне, марка А	т	0,00024	0,24
20	111-0324	Кисень технічний газоподібний	м ³	2,014	2,88
21	111-0807	Дріт зварювальний легована, діаметр 4 мм	т	2,016	0,00202
22	111-1522	Електроди, діаметр 5 мм, марка Е42А	т	2,029	0,00203
23	130-0892	Вузли укрупнені монтажні із сталевих водогазопровідних оцинкованих труб для водопостачання, діаметр 50 мм	м	100	2,5
24	130-0890	Вузли укрупнені монтажні із сталевих водогазопровідних оцинкованих труб для водопостачання, діаметр 32 мм	м	100	2

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6
25	130-0889	Вузли укрупнені монтажні із сталевих водогазопровідних оцинкованих труб для водопостачання, діаметр 25 мм	м	100	1,7
26	130-0888	Вузли укрупнені монтажні із сталевих водогазопровідних оцинкованих труб для водопостачання, діаметр 20 мм	м	100	1,5
27	130-0887	Вузли укрупнені монтажні із сталевих водогазопровідних оцинкованих труб для водопостачання, діаметр 15 мм	м	100	1,1
28	142-0010-2	Вода	м3	0,43	430
29	111-0622	Міткаль "Т-2" суровий [сурові]	10м	0,002	0,0002
30	111-1292	Уайт-спірит	т	0,00002	0,02
31	1530-0156	Перехід, діаметр 25x20 мм	10шт	0,4	1,2
32	1630-0119	З'єднання на згоні сталеві, переходи, діаметр до 20 мм	шт	8	2,1
33	1630-0127	Згони сталеві з муфтою і контргайкою, діаметр до 20 мм	шт	4	1,6
34	1630-0118	З'єднання на згоні сталеві, переходи діаметр до 15 мм	шт	14	2,7
35	1630-0134	Спец'єднання сталеві [втулки буртові, гайки накидні, муфтові], діаметр до 15 мм	шт	56	4,1
36	111-1483	Шурупи з напівкруглою голівкою, діаметр стрижня 6 мм, довжина 40 мм	т	0,0045	4,5
37	1113-0266	Водний розчин нітрату і карбонату натрію	м3	0,64	640
38	1630-0085	Кронштейни Кр1-РС для насосу та колектора	комплект	44,2	5,3
39	111-0388	Фарба земляна густотертая масляна, мумія, сурик залізний, МА-015	т	0,0002	0,2
40	111-0449	Фарба олійна і алкідна, готова до застосування, для внутрішніх робіт, блакитна, оранжево-бежева, МА-25	т	0,0244	24,4
41	111-1608	Дрантя	кг	0,3	0,3
42	111-20	Азбестовий картон загального призначення [КАОН-1], товщина 2 мм	т	0,084	84
43	111-136	Дюбелі з каліброваною голівкою [в обоймах] 2,5x48,5 мм	т	0,0014	1,4
44	111-0319	Картон будівельний прокладочний, марка Б	т	0,0036	3,6
45	111-0027	Азбестовий шнур загального призначення (ШАОН-1), Ø 8,0-10,0 мм	т	0,0954	95,4
46	111-0306	Вироби гумові технічні, морозостійкі	кг	120	120
47	111-0605	Мастика герметизуюча, тверднуча «Гелан»	т	0,0557 1	55,71

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6
38	1630-0085	Кронштейни Кр1-РС для насосу та колектора	комплект	44,2	5,3
39	111-0388	Фарба земляна густотертая масляна, мумія, сурик залізний, МА-015	т	0,0002	0,2
40	111-0449	Фарба олійна і алкідна, готова до застосування, для внутрішніх робіт, блакитна, оранжево-бежева, МА-25	т	0,0244	24,4
41	111-1608	Дрантя	кг	0,3	0,3
42	111-20	Азбестовий картон загального призначення [КАОН-1], товщина 2 мм	т	0,084	84
43	111-136	Дюбелі з каліброваною головкою [в обоймах] 2,5x48,5 мм	т	0,0014	1,4
44	111-0319	Картон будівельний прокладочний, марка Б	т	0,0036	3,6
45	111-0027	Азбестовий шнур загального призначення (ШАОН-1), Ø 8,0-10,0 мм	т	0,0954	95,4
46	111-0306	Вироби гумові технічні, морозостійкі	кг	120	120
47	111-0605	Мастика герметизуюча, тверднуча «Гелан»	т	0,0557 1	55,71
48	111-1848	Болти будівельні з гайками і шайбами	т	0,210	210
49	111-0975	Сортовий гарячекатаний прокат із сталі вуглецевої звичайної якості марки Ст0, смуговий, товщина 10-75 мм при ширині 100-200 мм	т	0,03	30
50	1630-0083	Кронштейни та підставки під обладнання з сортової сталі	кг	100	100
51	111-1846	Болти анкерні	т	0,0112	11,2
52	111-0319	Картон будівельний прокладочний, марка Б	т	0,0036	3,6
53	111-0628	Оліфа комбінована К-3	т	0,0009	0,9
54	111-0311	Каболка	т	0,0006	0,6
55	1425-11683	Розчин готовий кладочний важкий цементний, марка М100	м3	0,013	11,8
Загальна маса допоміжних матеріалів $\Sigma=1906,31$ кг					

3.4 Визначення складу і об'ємів робіт

3.4.1 Визначення складу робіт

До складу робіт з монтажу системи теплового насосу та сонячного колектора даного проекту входять наступні роботи:

1. Доставка деталей та обладнання до місць монтажу.
2. Пробивання гнізд та отворів у бетонних та цегляних конструкціях.
3. Обв'язування вузлів нагріву і прокладання трубопроводів.
4. Встановлення циркуляційних насосів.
5. Встановлення сепаратору шламу.
6. Встановлення фільтрів.
7. Встановлення регуляторів.
8. Встановлення витратоміру.
9. Встановлення термометрів.
10. Встановлення шарових кранів, клапанів зворотних кранів прохідних на трубопроводах діаметром 80 мм.
11. Прокладання розвідних сталевих водогазопровідних трубопроводів Ø 50 мм.
12. Прокладання розвідних сталевих водопровідних трубопроводів Ø 32, Ø 25, Ø 20, Ø 15 та Ø 10 мм.
13. Прокладання трубопроводів із поліпропіленових труб Ø 20 мм, Ø 22 мм.
14. Встановлення контрольно-вимірювальних приладів.
15. Фарбування трубопроводів.
16. Встановлення кронштейнів під обладнання теплового насосу та сонячного колектора.
17. Встановлення обладнання теплового насосу та сонячного колектора
18. Гідравлічне випробовування.
19. Зароблення отворів та гнізд
20. Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу.

3.4.3 Вимоги до підготовки об'єкту для монтажу системи

До початку монтажних робіт встановлюється готовність будівлі до монтажу трубопроводів, приладів та обладнання.

Приймання об'єктів під монтаж систем опалення відбувається актом встановленої форми, який підписує представник генпідрядника, який виконує будівельні роботи (майстер або виконроб).

Будівельний об'єкт можна вважати готовим до монтажу системи теплового насосу та сонячного колектора, якщо:

- змонтоване поверхове перекриття;
- пробиті отвори в стінах і перекриттях для прокладання трубопроводів;
- оштукатурені ніші і ділянки стін в місцях встановлення приладів систем і трубопроводів;
- підготовленні монтажні пройми для переміщення крупногабаритного обладнання, що підлягає монтажу;
- нанесені на стінах фарбою відмітки чистої підлоги;
- підготовленні основи під водонапірні баки, розширювальні резервуари, і влаштовані фундаменти під котли, насоси;
- підготовлена основа під розміщення сонячного колектора;
- підготовлена ділянка для встановлення відстійника стічних вод;
- підведені електросилові лінії для підключення механізмів та електроінструментів забезпечена освітленість робочих місць, доступ до них робітників та можливість доставки матеріалів;
- підготовленні риштування та підмостки для виконання робіт на висоті;
- заскленні віконні прорізи і утепленні приміщення при виконанні робіт взимку та восени.

Окрім вказаних вимог до готовності об'єкту під монтаж перед початком робіт треба виділити місце для складування матеріалів, сантехнічних заготовок і обладнання. Треба також приміщення для зберігання малогабаритних матеріалів, інструменту, інвентаря.

3.5 Підбір необхідного технологічного обладнання та інструментів для виконання монтажних-збірних робіт

Труби, деталі та обладнання для системи опалення, загальна вага яких складає 6709,5 т. завозимо централізовано. Довжина труб, які перевозяться - 4000мм, максимальна висота деталей та обладнання - 900 мм, тому

використовуємо автомобіль IVECO EuroCardo ML120E18 [28], технічні характеристики якого наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики автомобіля IVECO EuroCardo ML120E18

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Вантажопідйомність	кг	7600
Кількість осей:		
- всього	шт	4
- ведучих	шт	2
Вантажна висота	мм	1024-1029
Найбільша швидкість	км/год	120
Паливний бак	л	115
Робочий об'єм	см ³	5900
Витрата палива	л/100 км	16
Габаритні розміри:		
- довжина	мм	7800
- ширина	мм	2100
- висота	мм	3000
Маса	кг	5990

Для зварювання сталевих труб використовуємо зварювальний апарат СТЕ – 24У [29], технічні характеристики якого наведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики зварювального апарату СТЕ – 24У

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

Для зварювання поліпропіленових трубопроводів використовуємо зварювальний пристрій «Калибр СВА-1600Т» [33], його технічні характеристики наведені у таблиці 3.6

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики зварювального пристрою «Калибр СВА-1600Т»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Діаметр зварювання	мм	62
Потужність електродвигуна	кВт	1,6
Маса	кг	5,8

Отвори для встановлення дюбелів виконуємо за допомогою ручного ударного електродреля «Bosch PSB 750» [31], його характеристики наведені у таблиці 3.7

Таблиця 3.7 – Технічні характеристики ручного електродреля «Bosch PSB750»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Діаметр свердлення	мм	30
Частота обертів шпинделя	об/хв	3000
Потужність електродвигуна	кВт	0,75
Маса	кг	1,9

Для нарізання різьб використовується пристрій різьбонарізний «Rems Amigo 2 Set NPT 1/2"-2"» [32]. Його технічна характеристика наведена в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Технічні характеристики різьбонарізного пристрою «Rems Amigo 2 Set NPT 1/2"-2"»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Мінімальний діаметр	дюйм	1/2
Максимальний діаметр	дюйм	2
Потужність електродвигуна	кВт	1,7
Маса	кг	6,5

Для свердлування та пробивання отворів використовуємо ручний перфоратор «Bosch GBH 11 DE» [31], технічні характеристики якого наведені у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Технічні характеристики ручного перфоратора «Bosch GBH 11 DE»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Діаметр свердлення	мм	52
Частота обертів шпинделя	об/хв	350
Потужність електродвигуна	кВт	1,5
Маса	кг	11

Інструментом для збірки систем теплового насосу та сонячного колектора - шуруповерт електричний Makita 6821 [24], технічні характеристики якого, наведені у таблиці 3.10

Таблиця 3.10 – Технічні характеристики шуруповерту електричного Makita 6821

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Діаметр патрону	мм	6,35
Швидкість обертання	об/хв	4000
Споживча потужність	кВт	0,570
Розміри	мм	273x68x197
Маса	кг	1,2

Для такелажних робіт використовуємо лебідку [24], технічні характеристики якої, наведені у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Технічні характеристики лебідка електричної У5120.6

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Тягове зусилля	кгс	630
Діаметр канату	мм	8,3
Канатоємність барабану	м	130
Маса (без канату і пускової апаратури)	кг	242
Швидкість навивки канату на першому прошарку	м/с	0,58
Діаметр барабану	мм	152
Електропотужність при ПВ=40%	кВт	4
Габаритні розміри	мм	840x835x800

Для випробування трубопроводів на міцність та щільність використовуємо гідравлічний прес фірми «Rems» [32]. Його технічні характеристики наведені в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Технічні характеристики гідравлічного пресу «Rems»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Максимальний тиск	бар	60
Об'єм	л	12
Розміри	мм	500×190×140
Потужність електродвигуна	кВт	0,77
Маса	кг	7,8

Під час випробовування систем теплового насосу та сонячного колектора використовуємо компресор поршневий Zenit ЗКВ-50/1500 [24], технічні характеристики якого наведені у таблиці 3.13

Таблиця 3.13. – Технічні характеристики поршневого компресора Zenit ЗКВ-50/1500

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Номинальна напруга	В	220
Номинальна частота	Гц	50
Номинальна потужність	Вт	1500
Кількість обертів	об/хв	2850
Об'єм ресивера	л	50
Продуктивність	л/хв	206
Максимальний тиск	бар	6
Вага	кг	32,7

3.6 Визначення витрат енергоносіїв при роботі обладнання та транспортних засобів

Витрати електроенергії на роботу електроприладів визначаються за формулою [21]:

$$E = P \times \tau \times k, \quad (3.3)$$

де P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання.

Для різьбонарізного пристрою витрати визначатимуться наступним чином [21]:

$$E = v \times \tau \times k, \quad (3.4)$$

де v - витрата електроенергії пристроєм різьбонарізним, кВт ;

n – тривалість нарізання різьби, год

1) Витрата електроенергії гідравлічним пресом «Rems»:

$$E = 0,77 \cdot 16 \cdot 0,85 = 10,47 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

2) Витрата електроенергії ударним електродрелем «Bosch PSB 750»:

$$E = 0,75 \cdot 40 \cdot 0,85 = 25,5 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

- 3) Витрата енергії зварювальним електроприладом «Калибр СВА-1600Т»:

$$E = 1,6 \cdot 96 \cdot 0,8 = 122,88 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

- 4) Витрата енергії зварювальним електроприладом «СТЕ-24У»:

$$E = 3,5 \cdot 40 \cdot 0,8 = 112 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

- 5) Витрата енергії різьбонарізним пристроєм «Rems»:

$$E = 1,7 \cdot 132 \cdot 0,8 = 179,52 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

- 6) Витрата енергії фарборозпилюючим апаратом «КР-20»:

$$E = 0,72 \cdot 4 \cdot 0,8 = 2,3 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

- 7) Витрата енергії перфоратором «Bosh»:

$$E = 2,4 \cdot 128 \cdot 0,8 = 245,76 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

- 8) Витрата енергії електричною лебідкою:

$$E = 4,3 \cdot 144 \cdot 0,8 = 495,36 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

- 9) Витрата енергії шуруповерттом електричним Makita 6821:

$$E = 0,57 \cdot 164 \cdot 0,8 = 74,78 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

- 10) Витрати енергії компресором Zenit ЗКВ-50/1500:

$$E = 6,5 \cdot 16 \cdot 0,8 = 83,2 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

Сумарні витрати електроенергії становлять:

$$10,47 + 25,5 + 122,88 + 112 + 179,52 + 2,3 + 245,76 + 495,36 + 74,78 + 83,2 = 1351,78$$

(кВт·год).

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів для монтажу систем теплового насосу та сонячного колектора: відстань 20 км, кількість ходок $n = 2$, витрата пального $Q = 16 \text{ л/100км}$.

Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою [18]:

$$Q = Q \cdot 2 \cdot n \cdot l = 0,16 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 20 = 12,8 \text{ (л)}.$$

3.7 Розрахунок трудомісткості виконання робіт

Трудомісткість монтажних робіт визначається за формулою [16]:

$$Q = \frac{V \times H_{\text{ч}}}{B} \text{ [люд/дні,]} \quad (3.5)$$

де V – об’єм робіт;

H_v – норма часу на одиницю виміру, люд/год;

B – кількість годин в зміні, год.

Тривалість монтажних робіт визначається за формулою [16]:

$$T = \frac{Q}{n} \text{ [дні]}. \quad (3.6)$$

де Q – трудомісткість монтажних робіт, люд/дні

n – кількість робітників, люд

Показники трудомісткості і тривалості робіт монтажу системи теплового насосу та сонячного колектора зведені у таблицю 3.14.

Таблиця 3.14 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт системи теплового насосу та сонячного колектора [16]

Найменування робіт	Одиниці виміру	Об’єм робіт	Норма часу, люд/год	Трудо містк. люд/дні	Виконавці		Тривалість, дні
					кількість	склад бригади	
1	2	3	4	5	6	7	8
Доставлення деталей на робочий майданчик	т	6,7	2,1	14,07	1 3 р-1	Водій, Монтаж ник	1
Пробивання гнізд та отворів у бетонних та цегляних конструкціях	100 шт	2,08	83,87	174,5	3 р-2	Монтаж ники	5
Обв’язування вузла нагріву і прокладання трубопроводів	100 м	0,171	119,06	20,36	5 р-2 4 р-2 3 р-2	Електрозва ривальник, слюсар-	1,5
Встановлення циркуляційних насосів	шт	1	21,32	21,32	5 р-1 3 р-1	Монта ж-ники	1,5
Встановлення сепаратора шламу	шт	1	5,87	5,87	4 р-1 3 р-1	Монта ж-ники	0,5
Встановлення термометру	шт	6	0,51	3,06	5р-1 4 р-1	Монтаж ики	0,5

Продовження таблиці 3.14

1	2	3	4	5	6	7	8
Встановлення шарових кранів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах діаметром до 80 мм	шт	11	4,26	46,86	6 p-1 4 p-1	Монтажники	1
Прокладання сталевих водогазопровідних трубопроводів Ø 50x3,5 мм	100 м	0,063	71,01	4,47	4 p-1 3 p-1	Монтажники	0,5
Прокладання сталевих водогазопровідних трубопроводів Ø 32x3,2 , Ø 25x3,2, Ø 20x2,8 , Ø 15x2,8 та Ø 10x2,2 мм.	100 м	2,544	55,27	140,6	4 p-1 3 p-1	Монтажники	3
Прокладання поліпропіленових трубопроводів Ø 25x4.2 мм Ø 20x3.4 мм	100 м	0,111	92,4	10,26	4 p-1 3 p-1	Монтажники	0,5
Встановлення контрольно-вимірювальних приладів	1 комплект	1	0,2	0,2	4p – 2 3p – 1	Монтажники	1
Фарбування трубопроводів	100 м ²	0,26	106,59	27,71	3p – 2 2p – 1	Монтажники	2
Встановлення кронштейнів під обладнання теплового насосу та сонячного колектора	шт	4	0,2	0,2	4p – 2 3p – 1	Монтажники	1
Встановлення обладнання теплового насосу та сонячного колектора	кг	70,25	0,2	0,2	4p-1 3p-1	Монтажники	11,5
Гідравлічне випробування трубопроводів системи	100 м	11,07	8,22	91	5p – 1 5p – 1 4 p – 1	Монтажники	2
Зароблення гнізд та отворів	м ³	0,5	124,11	62,05	3p – 2	Монтажники	1,5
Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу.	т	0,3	2,1	0,63	1 3 p- 1	Водій, Монтажник	0,5

На приховані роботи (правильність ухилів, правильність встановлення та справна дія арматури, запобіжних пристроїв, автоматики та контрольно-вимірювальних приладів) при монтажі системи теплового насосу та сонячного колектора [10], складається акт огляду прихованих робіт

На основі визначеної трудомісткості та тривалості монтажних робіт, складений календарний план виконання робіт.

3.7.2 Визначення об'ємів робіт

Об'єм робіт з монтажу системи теплового насосу та сонячного колектора становитиме:

1. Доставка деталей на робочий майданчик. Одиниця вимірювання – 1т. Загальна вага усіх деталей 6709,5 кг (6,7 т). Приймаємо об'єм $V=6,7$.
2. Пробивання гнізд та отворів у бетонних та цегляних конструкціях. Одиниця вимірювання – 100 шт. $V=2$.
3. Обв'язування вузлів нагріву і прокладання трубопроводів. Одиниця вимірювання – 100 м. $V=0,171$.
4. Встановлення циркуляційних насосів. Одиниця вимірювання – шт. $V=1$.
5. Встановлення сепаратору шламу. Одиниця вимірювання –шт. $V=1$.
6. Встановлення фільтрів. Одиниця вимірювання – 10 фільтрів. $V=0,2$.
7. Встановлення регуляторів. Одиниця вимірювання – шт. $V=2$.
8. Встановлення витратомірів. Одиниця вимірювання – шт. $V=2$.
9. Встановлення термометрів. Одиниця вимірювання – 1 комплект. $V=6$.
10. Встановлення шарових кранів, клапанів зворотних кранів прохідних на трубопроводах діаметром до 80 мм. Одиниця вимірювання – шт. $V=11$.
11. Прокладання розвідних сталевих водогазопровідних трубопроводів \varnothing 50 мм. Одиниця вимірювання – 100 м. $V=0,063$.
12. Прокладання розвідних сталевих водогазопровідних трубопроводів \varnothing 32, \varnothing 25 , \varnothing 20 , \varnothing 15 та \varnothing 10 мм . Одиниця вимірювання – 100 м. $V=1,278$.
13. Прокладання трубопроводів \varnothing 25x4.2мм. Одиниця вимірювання – 100 м. $V=0,111$. \varnothing 20x3.4мм Одиниця вимірювання – 100 м. $V=8,214$.

14. Встановлення контрольно-вимірювальних приладів. Одиниця вимірювання – 1 комплект. $V=7$.
15. Фарбування трубопроводів. Одиниця вимірювання – 100 м².
 $V1 = 3,14 \cdot 0,08 \cdot 17,1 = 4,3 \text{ м}^2$;
 $V2 = 3,14 \cdot 0,05 \cdot 6,3 = 0,99 \text{ м}^2$;
 $V3 = 3,14 \cdot 0,032 \cdot 127,8 = 12,8 \text{ м}^2$;
 $V4 = 3,14 \cdot 0,025 \cdot 12 = 4,6 \text{ м}^2$;
 $V5 = 3,14 \cdot 0,02 \cdot 34,1 = 2,14 \text{ м}^2$;
 $V6 = 3,14 \cdot 0,015 \cdot 6,7 = 0,32 \text{ м}^2$;
 $V7 = 3,14 \cdot 0,01 \cdot 27,7 = 0,89 \text{ м}^2$; $V=0,26$.
16. Встановлення кронштейнів під обладнання теплового насосу та сонячного колектора. Одиниця вимірювання – кг. $V=70,25$
17. Встановлення обладнання теплового насосу та сонячного колектора. Одиниця вимірювання – шт. $V=4$.
18. Гідравлічне випробування системи. Одиниця вимірювання – 1 система. $V=4$
19. Зароблення отворів та гнізд. Одиниця вимірювання – м³. $V=1$.
20. Вивезення деталей і обладнання з місць монтажу. Одиниця вимірювання – т. $V=0,12$.

3.8 Визначення кількості робітників, підбір необхідного технологічного обладнання та інструментів для виконання монтажних робіт

3.8.1 Визначення кількості робітників

Склад бригад та середній розряд робітників для виконання монтажних робіт визначається згідно нормативних документів, що визначають єдині норми і розцінки на будівельні, монтажні і ремонтно-будівельні роботи, і ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи.

Кількість робітників для монтажу системи теплового насосу та сонячного колектора:

1. Доставляння деталей на робочий майданчик і повернення монтажного обладнання на склад ($Q=14,07$, $T=1$).
Склад бригади: водій – 1,
монтажник 3 розряд – 1.
Кількість бригад – 1.
2. Пробивання гнізд та отворів у бетонних та цегляних конструкціях ($Q=174,5$, $T=5$).
Склад бригади: монтажник 3 розряд – 2. Кількість бригад – 2.
3. Обв'язування вузлів нагріву і прокладання трубопроводів ($Q=20,36$, $T=1,5$).
Склад бригади: електрозварювальники 5 розряд – 2,
слюсари-сантехніки 4 розряд – 2,
3 розряд – 2.
Кількість бригад – 1.
4. Встановлення циркуляційних насосів ($Q=21,32$, $T=1,5$). Склад бригади: монтажники 5 розряд – 1,
3 розряд – 1.
Кількість бригад – 1.
5. Встановлення сепаратора шламу ($Q=5,87$, $T=0,5$).
Склад бригади: монтажники 4 розряд – 1, 3 розряд – 1.
Кількість бригад – 1.
6. Встановлення фільтрів ($Q=5,35$, $T=0,5$).
Склад бригади: монтажники 5 розряд – 1,
4 розряд – 1,
3 розряд – 1.
Кількість бригад – 1.
7. Встановлення регуляторів ($Q=9,84$, $T=0,5$).
Склад бригади: монтажники 5 розряд – 1,
4 розряд – 1,
3 розряд – 1.

- Кількість бригад – 1.
8. Встановлення витратоміру ($Q=5,52$, $T=0,5$).
Склад бригади: монтажники 5 розряд – 1,
4 розряд – 1.
Кількість бригад – 1.
9. Встановлення термометрів ($Q=3,06$, $T=0,5$).
Склад бригади: монтажники 5 розряд – 1,
4 розряд – 1.
Кількість бригад – 1.
10. Встановлення шарових кранів, клапанів зворотних кранів прохідних на трубопроводах діаметром до 80 мм ($Q=46,86$, $T=1$).
Склад бригади: монтажники 6 розряд – 1,
4 розряд – 1.
Кількість бригад – 3.
11. Прокладання розвідних сталевих водопровідних трубопроводів \varnothing 50 мм ($Q=4,47$, $T=0,5$).
Склад бригади: монтажники 4 розряд – 1,
3 розряд – 1.
Кількість бригад – 1.
12. Прокладання розвідних сталевих водогазопровідних трубопроводів \varnothing 32, \varnothing 25, \varnothing 20, \varnothing 15 та \varnothing 10 мм. ($Q=140,6$, $T=3$).
Склад бригади: монтажники 4 розряд – 1,
3 розряд – 1.
Кількість бригад – 3.
13. Прокладання трубопроводів опалення з поліпропіленових труб \varnothing 20, 25 мм ($Q=10,26$, $T=0,5$).
Склад бригади: монтажники 4 розряд – 1,
3 розряд – 1.
Кількість бригад – 2.
14. Встановлення контрольно-вимірювальних приладів ($Q=1,4$, $T=0,5$).

- Склад бригади: монтажники 4 розряд – 2,
3 розряд – 1.
Кількість бригад – 1.
15. Фарбування трубопроводів ($Q=27,71$, $T=0,5$).
Склад бригади: монтажники 3 розряд – 2,
2 розряд – 1.
Кількість бригад – 2.
16. Встановлення кронштейнів під обладнання теплового насосу та сонячного колектора.
($Q=738,44$, $T=11,5$).
Склад бригади: монтажники 4 розряд – 1,
3 розряд – 1.
Кількість бригад – 4.
17. Встановлення обладнання теплового насосу та сонячного колектора
($Q=93,53$, $T=2$).
Склад бригади: монтажники 4 розряд – 1,
3 розряд – 1.
Кількість бригад – 3.
18. Гідравлічне випробування трубопроводів системи ($Q=91$, $T=2$). Склад бригади: монтажники 5 розряд – 1,
4 розряд – 1,
3 розряд – 1.
Кількість бригад – 3.
19. Зароблення гнізд та отворів ($Q=62,05$, $T=1,5$).
Склад бригади: монтажники 3 розряд – 2.
Кількість бригад – 3.
20. Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу ($Q=0,63$, $T=0,5$).
Склад бригади: водій - 1
монтажники 3 розряд – 1.
Кількість бригад – 1.

3.8.2 Підбір необхідного технологічного обладнання та інструментів для виконання монтажних робіт

Набір інструментів для монтажників системи теплового насосу та сонячного колектора приведений в таблиці 3.15.

Таблиця 3.15 – Набір інструментів для монтажників системи теплового насосу та сонячного колектора [17]

Найменування	ГОСТ, марка	Одиниця виміру	Кількість	Маса
1	2	3	4	5
Ключ гайковий двухсторонній М12-17-19 мм М16-22-21 мм	ГОСТ 2839-80	шт	2	0,88
			2	1,2
Плоскогубці комбіновані	ГОСТ 5547-75	шт	2	0,6
Молоток слюсарний	ГОСТ 2310-77	шт	2	1,6
Стрічка вимірвальна, 20 м		шт	2	0,3
Рівень металевий	ГОСТ 7948-80	шт	1	0,8
Висок	ГОСТ 7948-80	шт	1	0,3
Ящик переносний для інструменту		шт	2	4,8

Набір інструментів та пристосувань для зварювальних робіт системи теплового насосу та сонячного колектора наведений в таблиці 3.16.

Таблиця 3.16 – Набір інструментів та пристосувань для зварювальних робіт системи теплового насосу та сонячного колектора [19]

Найменування	ГОСТ, марка	Одиниця виміру	Кількість	Маса
1	2	3	4	5
Зварювальний апарат	СВА-1600Т	шт	1	5,8
Плоскогубці комбіновані	ГОСТ 5547-75	шт	2	0,6
Ключ гайковий розвідний		шт	1	0,25
Молоток слюсарний, 800 г	ГОСТ 2310-77	шт	2	0,8

Продовження таблиці 3.14

1	2	3	4	5
Щітка сталева		шт	2	0,4
Електротримач пружинний	ЕД – 2 (500А)	шт	1	1
Щиток для електрозварника		шт	1	0,8
Дріт для електродугової зварки, переріз 50 мм ²	ГОСТ 6731-77	м	20	18
Ящик переносний для інструменту		шт	1	2,4

3.9 Технологічний регламент і технічні засоби для проведення випробувань систем при здачі в експлуатацію

Після закінчення монтажних робіт системи теплового насосу та сонячного колектора, під'єднання ліній електротеплохолодо-живлення проводять обкатування обладнання і випробування системи.

Обладнання теплового насосу та сонячного колектора до їх випробування повинні неперервно і справно працювати протягом семи годин. Обкатування проводять після ревізії обладнання: знімання консерванту з деталей, заміряння електричного опору ізоляції електродвигунів, перевірки змащення підшипників двигунів, клапанів редукторів.

До початку випробувань перевіряють:

- відповідність встановленого обладнання проектним даним;
- якість збирання трубопроводів і з'єднання їх з обладнанням;
- закінченість будівельних робіт у рубках для обладнання;
- експлуатаційну готовність обладнання

До початку випробувань виявлені дефекти повинні бути ліквідовані.

Під час випробувань перевіряють:

Виконують два види регулювання системи теплового насосу та сонячного колектора:

- індивідуальне на проектну продуктивність - виконується з монтажною організацією;
- комплексне – здійснюється з повним технологічним завантаженням спеціалізованими організаціями за прямим договором із замовником.

Здавання в експлуатацію систем теплового насоса і сонячного колектора виконувати в три етапи: зовнішній огляд, випробування гідростатичним або манометричними методами, випробування на тепловий ефект.

Під час зовнішнього огляду перевіряти відповідність виконаних монтажних робіт затвердженому проекту, правильність збирання і міцність закріплення труб, нагрівальних пристроїв, встановлення контрольно-вимірювальних приладів, запірної та регулювальної арматури, дотримання нахилів, відсутність протікання в з'єднаннях, секціях, кранах, засувках тощо.

Після зовнішнього огляду до початку малярних, облицювальних робіт систему теплового насосу та сонячного колектора випробувати на міцність і герметичність.

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

Гідравлічне випробування трубопроводів виконати в такій послідовності:

- зовнішній огляд трубопроводу;
- встановлення заглушок і манометрів;
- приєднання водопроводу і гідравлічного пресу;
- наповнення окремих частин системи водою до заданого тиску;
- огляд трубопроводу з відміткою дефектних місць;
- спуск води з трубопроводу і усунення дефектів;
- повторне наповнення системи в цілому до заданого тиску;
- огляд і перевірка системи, зниження тиску і усунення дефектів;
- здача системи, і спуск води з системи;

- зняття заглушок, манометра і від'єднання пресу. Схема проведення випробувань показана на рисунку 3.1

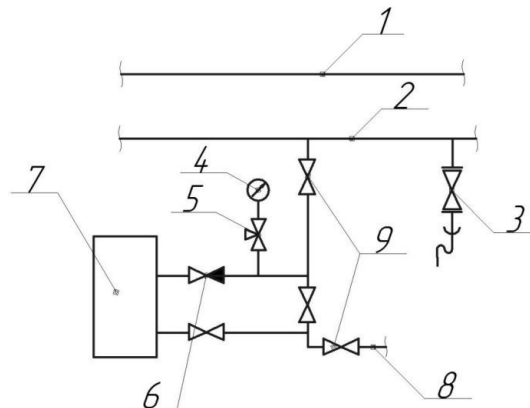


Рисунок 3.1 – Принципова схема випробування системи: 1, 2 – подаючий та зворотній трубопроводи системи; 3 зливний кран; 4 – манометр; 5 – спускний кран; 6 – зворотній клапан; 7 – гідравлічний прес; 8 – від водопроводу; 9 – кран кульовий.

Система витримала 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. [10, 12]

3.10 Висновки до розділу

У даному розділі розроблено пропозиції щодо технології монтажу системи теплового насосу та сонячного колектора будівлі пральні. Визначено загальну масу матеріалів, яка склала 8,9 т, їх кількість, потребу в допоміжних матеріалах, необхідні інструменти та витрати електроенергії на їх роботу 1351,78 (кВт·год), визначено склад ланок та розряд робітників.

За результатами виконаних розрахунків розроблено календарний план виконання монтажних робіт.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці – це система певних заходів, а саме: правових, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних, спрямованих на збереження здоров'я і життя, працездатності людини в процесі роботи. Основною метою охорони праці є безпека праці, попередження виникнення травм та професійних захворювань, вибухів і пожеж на будівництві та об'єктах.

Основними завданнями охорони праці є наступні: забезпечення нормативних умов праці персоналу, виконання контролю за дотриманням техніки безпеки на будівництві, запобігання травмувань та попередження професійних захворювань. За статистикою, вірогідність нещасних випадків на будівництві в Україні на цьому етапі перевищує такі ж показники в розвинутих зарубіжних країнах. Як наслідок травмування людини на будівництві знижується її продуктивності праці, виникають додаткові затрати на виплати компенсацій тим хто травмувався, з'являються соціально-економічні і психологічні проблеми як і в колективі, так і в окремих працівників, що пов'язані з нещасним випадком на будівництві. При чіткому і неухильному дотриманні переліку усіх правил та вимог охорони праці, працівник може захистити себе від падінь, травмувань, опіків, уражень електричним струмом, різних професійних захворювань.

В даній магістерській кваліфікаційній роботі розглянуто проектну пропозицію комбінованої системи теплового насосу із сонячними колекторами. Тут використано обладнання, призначене для забезпечення тепловими навантаженнями системи опалення та гарячого водопостачання (тепловий насос, сонячний колектор, пральні машини).

Основними споживачами електричної енергії є засоби автоматики, асинхронні двигуни, панелі керування котлами, пальники та панелі їх керування, освітлення, тепловий насос.

На працівників монтажних бригад, що будуть працювати на будівництві об'єкту - пральні, згідно ГОСТ 12.0.003-74, діють такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

фізичні:

- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищена температура поверхонь обладнання (під час зварювання, свердління з використанням зварювальних робіт та свердління);
- підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
- рухомі частини виробничого обладнання;
- рухомі машини і механізми;
- конструкції, що руйнуються;
- підвищений рівень ультразвуку;
- гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання;
- підвищена та знижена рухомість повітря;
- недостатнє природне освітлення;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищена та знижена вологість повітря;
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- недостатнє освітлення робочої зони;
- небезпечний рівень напруги в електричному колі, замикання якого може пройти через тіло людини;

психофізіологічні:

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

4.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта

4.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць

Приміщення пральні це єдиний поверх будівлі, ізольоване від житлових приміщень. У цьому приміщенні знаходиться: тепловий насос, циркуляційні насоси, розширювальні баки системи опалення та геліосистеми, теплообмінник системи ГВП, обладнання ХВО.

Система тепlopостачання обладнана приладами управління і контролю, засобами автоматизації.

Проектне розташування теплового насосу відповідає нормам приміщень для теплового насосу та вимогам заводу-виробника.

Допоміжне обладнання розташовується так, щоб забезпечити необхідну доступність і зручність обслуговування та ремонту. Забезпечено необхідну ширину проходів:

- між насосами і стіною – 0,5м;
- між допоміжним обладнанням і стіною – 0,7м;
- навколо устаткування – 1м.

Розмір вікон та розмір приміщення зображено на рисунку 4.1 - План першого поверху.

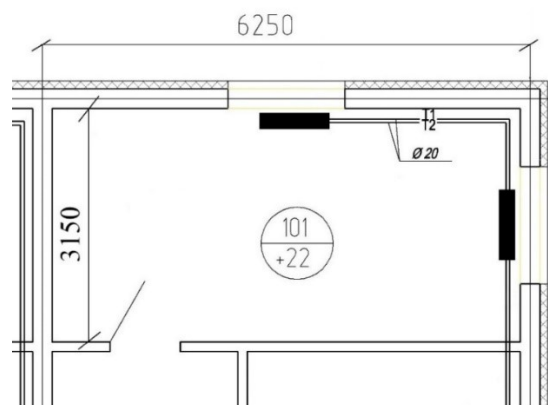


Рисунок 4.1 - План першого поверху

4.1.2 Електробезпека

Приміщення в яких виконуються роботи по умовам небезпеки електротравматизму відносяться до категорії приміщень з підвищеною небезпекою.

Улаштування та експлуатація електроустановок повинні здійснюватися відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (наказ від 25.07.2006 № 258 Мінпаливенерго України), Правил улаштування електроустановок (наказ від 28.08.2006 № 305 Мінпаливенерго України), НПАОП 0.00-1.29, НПАОП 40.1-1.01, НПАОП 40.1-1.07, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 40.1-1.32. Електробезпека на будівельному майданчику повинна

забезпечуватися відповідно до вимог ГОСТ 12.1.013.

Тип електричної мережі, від якої живиться обладнання пральні – трифазна, чотирипровідна електрична мережа напругою 380 х 220 В (фазна напруга -220 В, а між фазна лінійна – 380 В) з глухозаземленою нейтраллю.

Технічні рішення щодо запобігання електротравматизму від контакту з нормально струмоведучими елементами обладнання:

1. Ізоляція нормально струмоведучих частин: застосований тип кабелів АВВГ, кабелі прокладаються на кабельних конструкціях і в електрозварних трубах, опір ізоляції 500 кОм.

2. Передбачене захисне відключення всіх фаз (полюсів) ділянки сітки, яке забезпечує безпечне для людини поєднання струму і часу його проходження при замиканні на корпус або зниження рівня ізоляції нижче встановленого значення. Захисне відключення забезпечує реагування не більше 0.2с - для напруги 220В.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії під час виконання будівельно-монтажних робіт

Безпека праці працюючих на сучасному етапі розвитку виробництва набуває все більш важливого значення. З одного боку необхідно удосконалювати ефективність виробництва, впроваджуючи механізми і машини у сферу діяльності людини. З іншого боку зростання ефективності та інтенсивності виробництва веде до травматизму і виробничих захворювань працюючих [5].

Поліпшення стану охорони праці на виробництві завжди вимагає значних матеріальних витрат і впровадження в практику знань і результатів науково-дослідних робіт в галузі охорони праці.

Роботи по влаштуванню та обслуговуванню теплових насосів відносяться до категорії робіт середньої важкості Пб, при яких витрата енергії дорівнює 233 - 290 Вт (201-250 ккал/год.). До даної категорії належать роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

4.2.1 Мікроклімат

При виконанні робіт ми не зможемо забезпечити комфортних умов у робочій зоні, тому що робоче місце є непостійним, а також це технічно недосяжно. Тому у робочій зоні будуть забезпечені допустимі показники мікроклімату, при яких перепад температури повітря по висоті робочої зони при забезпеченні допустимих умов мікроклімату не повинен бути більше 3°C, а по горизонталі робочої зони та протягом робочої зміни - виходити за межі допустимих температур для даної категорії роботи [58].

Нормативні значення допустимих величин мікроклімату наведено в таблиці 4.1.

Роботи відносяться до категорії робіт Пб.

Допустимі норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень для категорії робіт Пб приведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Нормативні значення допустимих величин мікроклімату

Період року	Характеристика робіт	Категорія робіт	Енерговитрати, Вт	Температура повітря, °С		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
				Допустима			
				Верхня	нижня	Допустима	Допустима
ППР	Середня важкість	П б	233-290	27	16	70 (для 25 °С)	0,2-0,5

Для відповідності наявних температур нормативним передбачається використання автономних опалювальних приладів та природня вентиляція в приміщеннях

4.2.2 Склад повітря робочої зони.

Шкідливі речовини, їхню концентрацію у атмосфері, клас небезпечності і агрегатний стан приведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Агрегатний стан	Клас небезпечності
	Нормативне значення	Фактичне значення		
пил тонкодисперсний нетоксичний (клас 4)	20	200	Пари	4

В умовах, що розглядаються в проекті, забруднювачем є неорганічний пил, (бетон, цегла, а також електродний шлак) що утворюється при роботі перфораторів, під час свердління; під час зварювання, тобто при виконанні монтажних операції пов'язаних з прокладанням інженерних мереж. Прокладання мереж відбувається з дотриманням всіх заходів безпеки, більш детально описано в розділі організації та забезпечення монтажних рішень.

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено:

- Провітрювання приміщень;
- Встановлення пиловловлюючих засобів.

4.2.3 Освітлення робочої зони

Розрахунок природнього освітлення

Так як монтажні роботи будуть виконуватись в приміщені, то необхідно встановити чи достатньо буде природнього освітлення для виконання робіт V розряду.

Освітлення досліджуємого приміщення здійснюється за допомогою природнього освітлення через вікна в зовнішніх стінах.

Освітлення при монтажних роботах також здійснюється за допомогою комбінованої системи освітлення, тобто за допомогою світлових проїомів та штучного освітлення (люмінесцентні лампи).

Нормування параметрів освітлення здійснюється згідно з ДБН В.2.5-28-2018 [59]. Згідно цього ДБН розряд зорової роботи IV, підрозряд «г».

Нормовані значення освітленості наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	г	середній великий великий	світлий світлий середній	-	200	4	2,4

Для створення сприятливих умов зорової роботи, при виконанні монтажних робіт, освітлення приміщень повинно задовольняти таким умовам:

- рівень освітленості робочих поверхонь має відповідати гігієнічним нормам для даного виду роботи;
- мають бути забезпечені рівномірність та часова стабільність рівня освітленості у приміщенні, відсутність різних контрастів між освітленістю робочої поверхні та навколишнього простору;
- у полі зору предмета не повинно бути сліпучого блиску;
- штучне світло за своїм спектральним складом має наближатися до природного.

4.2.4 Виробничий шум

В даному дипломному проекті основним джерелом шуму є механічний інструмент: дрелі, перфоратори, гідравлічний прес, тепловий насос.

Класифікація шумів за ДСН 3.3.6-037.99:

1) По характеру спектра (широкосмугові, тональні);

В даному приміщенні при виконанні будівельних робіт виникає шум по характеру спектра широкопasmовий, з безперервним спектром шириною більше однієї октави.

2) По часовим характеристикам (постійні, непостійні);

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приймаються за вимогами ДСН 3.3.6-037-99.

Параметрами непостійного шуму (що коливається в часі та переривається) на робочих місцях, які нормуються, є інтегральний рівень – еквівалентний (по енергії) та максимальний рівень шуму у дБА.

Для імпульсного шуму нормованим параметром є еквівалентний рівень шуму у дБАекв та максимальний рівень шуму у дБА1.

Еквівалентний рівень – це рівень постійного шуму, дія якого відповідає дії фактичного шуму із змінними рівнями за той же час, виміряного по шкалі “А” шумоміра.

Допускається для характеристики виробничого шуму на робочих місцях застосовувати дозу шуму або відносну дозу шуму. Метод розрахунку дози наведено у Додатку 4 ДСН 3.3.6-037-99.

Еквівалентний рівень визначається відповідно до Додатків 2 та 3 ДСН 3.3.6-037-99. Нормоване значення еквівалентного рівня звуку становить 80 дБА.

Допускається для характеристики виробничого шуму на робочих місцях застосовувати дозу шуму або відносну дозу шуму. Метод розрахунку дози наведено у Додатку 4 ДСН 3.3.6-037-99.

Джерелами шуму в умовах, що розглядаються в проекті, є гідравлічний прес «Rems», ручний ударний електродрель «Bosch PSB 750». Згідно технічного паспорту рівень еквівалентного звукового тиску гідравлічного пресу «Rems» знаходиться в межах 70-90 дБА.

Для зменшення дії шуму на працюючих передбачено такі заходи:

- використання засобів індивідуального захисту від шуму (протишумні навушники, які закривають вушну раковину; протишумні вкладиші, що перекривають зовнішній слуховий прохід; протишумні шоломи – закривають голову, їх застосовують у сполученні з навушниками; протишумні костюми);
- використання малошумного інструменту.

4.2.5 Виробничі вібрації

Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в проекті, є гідравлічний прес «Rems», ручний ударний електродрель «Bosch PSB 750».

Нормування вібрації виконуємо згідно ДСН 3.3.6-039-99, та наведено в таблиці 4.4 та 4.5.

Таблиця 4.4 - Категорія вібрації і критерій оцінки

Категорія вібрації по санітарним нормам і критерій оцінки	Характеристика умов праці	Джерела вібрації
3 тип "а" Границя зниження продуктивності праці	Технологічна вібрація, дія на операторів стаціонарних машин і обладнання або передаюча на робочі місця, не маючи джерела вібрації	Насосні агрегати, вентилятори, дрелі, компресор.

Таблиця 4.5 - Санітарні норми одночислових показників вібраційного навантаження на працюючого для тривалості зміни 8 годин.

Вид вібрації	Категорія вібрац. Норм	Напрямок дії	Нормативне значення корегованої по частоті і еквівалентне коректировочне значення			
			По віброприскоренню		По віброшвидкості	
			м·с ⁻²	дБ	м·с ⁻¹ ·10 ⁻²	дБ
Локальна	-	X _л , Y _л , Z _л	2,0	126	2,0	112

Згідно технічного паспорту рівень локальної вібрації гідравлічного пресу «Rems» знаходиться в межах 90-115 дБ.

Вібраційна безпека праці повинна забезпечуватись:

1. Системою технічних, технологічних і організаційних рішень і заходів по виготовленню машин і обладнання з низькою вібраційною активністю;
2. Системою проектних і технологічних рішень виробничих процесів і елементів виробничого середовища, які знижують вібраційне навантаження на оператора.

4.2.6 Психофізіологічні фактори

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

Фізичні навантаження.

Робоча поза: Вільна зручна поза, можливість зміни пози (сидячи, стоячи) за бажанням працівника. Знаходження в позі стоячи до 40% часу зміни.

Сумарна маса вантажів, що переміщуються протягом кожної години зміни: з робочої поверхні (чоловіки): до 250

Нахили корпуса (вимушені, більше 30), кількість за зміну: до 50

Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км

По горизонталі: до 4

Інтелектуальні навантаження:

Відсутня необхідність прийняття рішення

Зміст роботи: Сприймання сигналів, але без потреби в корекції дій, Обробка та виконання завдання, Робота за індивідуальним планом

Сенсорні навантаження:

Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) до 25

Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи до 75

Кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження до 5

Навантаження на зоровий аналізатор (Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) до 2

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) Розбірливість слів та сигналів від 100% до 90%

Навантаження на голосовий апарат (сумарна кількість годин, що наговорюються протягом тижня) до 16

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки – працівник несе відповідальність за виконання окремих елементів завдання. Вимагає додаткових зусиль в роботі з боку працівника

Ступінь ризику для власного життя – Виключений

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – Виключений

Монотонність навантажень:

Кількість елементів (приймів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово більше 10

Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (сек.) більше 100

Монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни) менше 75

Режим праці

Фактична тривалість робочого дня (год.) 6–7

Змінність роботи Однозмінна робота (без нічної зміни)

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість Перерви регламентовані, достатньої тривалості 7% і більше часу зміни

4.3 Оцінка безпеки роботи автоматичної системи теплового насоса та сонячного колектора Viessman в умовах дії іонізуючих та електромагнітних випромінювань

4.3.1 Іонізуюче випромінювання

Іонізуюче випромінювання, або іонізуюча радіація, — потоки електромагнітних хвиль або частинок речовини, що здатні при взаємодії з речовиною утворювати в ній іони. При проходженні через речовину нейтрони не іонізують її атомів, однак іонізація відбувається внаслідок вторинних процесів при поглинанні нейтронів ядрами, вибиванні протонів або при розпаді нейтронів на протон та електрон чи на антипротон та позитрон.

Дія радіації на матеріали і деталі апаратури залежить від виду випромінювання, дози радіації, природи опромінюваної речовини та умов навколишнього середовища.

В апаратурі радіація викликає зворотні і незворотні процеси, внаслідок яких можуть бути порушення роботи елементів схеми, що приведе до пошкодження апаратури.

Якщо потік гамма-опромінення проходить через елементи апаратури, то в них виникають вільні носії електричних зарядів, внаслідок переміщення яких виникає хибний імпульс, який може призвести до включення пристрою.

В елементній базі внаслідок дії іонізуючих випромінювань можлива зміна майже всіх електричних та експлуатаційних характеристик, залежних від проходження процесів іонізації і порушення структури матеріалів

Основними заходами щодо підвищення радіаційної стійкості можуть бути: використання в апаратурі радіаційно стійких елементів і матеріалів; застосування для ОЦ різних апаратних масивних екранів або активного захисту від дії радіації. При імпульсній дії іонізуючих випромінювань крім перерахованих заходів використовують: схеми малочутливі до зміни електричних параметрів; зменшення чутливості перемикальних схем до зміни вхідних сигналів і напруг джерел живлення; зниження напруги живлення на аноді і збільшення негативного зміщення сіток газорозрядних приладів; застосування пристроїв, що вимикають радіотехнічні схеми на час дії радіації; збільшення відстані між елементами, які знаходяться піднавантаженням та ін

За критерій стійкості роботи автоматичних систем управління тепловим насосом та сонячним колектором Viessman в умовах іонізуючого випромінювання приймається допустима доза опромінення або граничне значення рівня радіації, при яких в елементарній базі можуть виникнути зворотні зміни, але система ще буде працювати з потрібною якістю.

Початковими даними для оцінки обстановки є:

1. Рівень радіації через одну годину після іонізуючого випромінювання P_{1max} ;

2. Коефіцієнт послаблення радіації $K_{noc.n.n} = 300$ [59].

Оцінка стійкості роботи системи ведеться у такій послідовності:

1. Аналізуємо автоматичне системне управління тепловим насосом та сонячним колектором Viessman і визначаємо елементну базу, від якої залежить її функціонування потрібною якістю.

2. За довідниковими даними [59] визначаємо граничні значення доз опромінення елементної бази, або рівнів радіації, при яких в елементах можуть виникнути зворотні зміни $D_{epi}, P; (P_{epi}, P/c)$. Дані заносимо до таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Елементи автоматичних систем управління тепловим насосом та сонячним колектором Viessman

Елементна база РЕС	$P_{epi}, P/c$	D_{epi}, P	$P_{ep}, P/c$	D_{ep}, P
1. Випрямлячі	5×10^5	10^6	10^4	10^4
2. Мікросхеми	10^4	10^5		
3. Конденсатори	10^5	$10^7 \dots 10^9$		
4. Резистори	10^6	$10^7 \dots 10^9$		
5. Транзистори, діоди загального призначення	10^5	$10^4 \dots 10^6$		

3. За мінімальним значенням $D_{epi} = 10^4 P$ визначаємо границю стійкості роботи системи в цілому $D_{ep} = 10^4 P$. Дані заносимо до таблиці 4.9.

Умови стійкості системи:

$$\left. \begin{array}{l} P_{ep} \geq P_{1max} \\ D_{ep} \geq D_{max} \end{array} \right\} - \text{стійка},$$

$$\left. \begin{array}{l} P_{ep} < P_{1max} \\ D_{ep} < D_{max} \end{array} \right\} - \text{нестійка}.$$

Тоді, щоб оцінити можливу дозу опромінення, за якої система буде стійка до іонізуючих випромінювань, приймаємо, що рівень радіації через одну годину після випромінювання p_{1max} рівний природному фону: $p_{1max} = 25 \text{ мкР/год}$.

4. Визначаємо можливу дозу опромінення системи протягом терміну експлуатації

$$D_m = \frac{2P_{1max} \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})}{K_{посл}}, \quad (4.8)$$

$$10^4 P = \frac{p_{1max} \cdot (\sqrt{8760} - \sqrt{1})}{10} \quad (4.9)$$

$$10^4 P = p_{1max} * 9,25$$

$$p_{1max} = P_{ep} = 1021 \text{ (мкР/год)}$$

то система є стійкою в роботі за умов дії іонізуючого випромінювання.

Робота автоматичних систем управління тепловим насосом та сонячним

коллектором Viessman в умовах іонізуючого випромінювання буде стійкою та безпечною якщо рівень радіації не перевищить 1021 мкР/год

4.3.2 Електромагнітне випромінювання

Електромагнітне випромінювання — взаємопов'язані коливання електричного (E) і магнітного (B) полів, що утворюють електромагнітне поле а також, процес утворення вільного електромагнітного поля за нерівномірного руху та взаємодії електричних зарядів. Розповсюдження випромінювання здійснюється за допомогою електромагнітних хвиль. Електромагнітні хвилі, випромінюються зарядженими частинками, атомами, молекулами, антенами та іншими випромінювальними системами. Електромагнітне випромінювання являє собою потік фотонів, який лише за великої їх (фотонів) кількості, можна розглядати як неперервний процес.

Основним заходом захисту апаратури від дії електромагнітного імпульсу є екранування струмопровідних частин системи або її елементів [59].

Критерієм оцінки приймається коефіцієнт безпеки

$$4 K_{\sigma(\epsilon, z)} = 20 \lg \frac{U_{\text{дон}}}{U_{\epsilon(z)}} \geq 40 \text{ дБ}, \quad (4.10)$$

де, $U_{\text{дон}}$ — допустима напруга живлення

$$U_{\text{дон}} = U_{\text{жс}} + \frac{U_{\text{жс}}}{100} \cdot N; \quad (4.11)$$

$U_{\epsilon(z)}$ — напруги, наведені у вертикальних (горизонтальних) струмопровідних частинах функціональних ділянок;

N — допустиме відхилення у відсотках.

Вихідними даними є:

- напруга живлення, $B - U_{\text{жс}} = 380 \text{ В}$;

- допустимі відхилення, % – $N = 5\%$.

Тоді, оцінку проводимо у наступній послідовності [62]:

1. Визначаємо допустимі коливання напруги за формулою (4.11):

$$U_{\text{д}} = 380 + \frac{380}{100} \cdot 5 = 399 \text{ (В)}.$$

2. Задаючись мінімально допустимим значенням коефіцієнта безпеки роботи системи $K_{\delta(z)} = 40$ дБ (при такому значення система є стійкою), визначаємо напругу наведення у струмопровідній частині за формулою (4.12).

$$K_{\delta(z)} / 20 = \lg \frac{U_{\text{дон}}}{U_z} \Rightarrow \frac{U_{\text{дон}}}{U_z} = 10^{K_{\delta(z)}/20} \Rightarrow U_z = \frac{U_{\text{дон}}}{10^{K_{\delta(z)}/20}},$$

$$U_z = \frac{U_{\text{дон}}}{10^{K_{\delta(z)}/20}}, \quad (4.12)$$

$$U_z = \frac{399}{10^{40/20}} = 3,99 \text{ (В)}.$$

3. Визначаємо максимальні довжини горизонтальних і вертикальних струмопровідних частин $l_{\Gamma} = 0,1$ м, $l_{\text{В}} = 2,5$ м.

4. Напруга у горизонтальній струмопровідній частині апаратури, В

$$U_z = E_{\text{г}} \cdot l_z. \quad (4.13)$$

5. Із формули (4.13) знаходимо вертикальну складову напруженості електричного поля:

$$E_{\text{г}} = \frac{U_z}{l_z}, \quad (4.14)$$

$$E_{\text{г}} = \frac{3,99}{0,1} = 39,9 \text{ (В/м)}.$$

Отже, робота автоматичних систем управління тепловим насосом та сонячним колектором Viessman в умовах дії електромагнітного імпульсу буде безпечною за умови, що значення вертикальної складової напруженості електричного поля E_g не перевищуватиме 39,9 В/м.

4.3.3 Оцінка безпеки роботи автоматичної системи

Виходячи з вищевказаного можна відмітити що оцінка безпека роботи залежить від різних чинників наприклад дозування випромінення. Безпосередньо автоматизована система з тепловим насосом та сонячним колектором могла би продовжувати працювати якийсь час, після початку опромінення, проте якість знизилась би, а робітники які контролювали, налаштовували та спостерігали за системою отримали б значні ураження, що могло би призвести до зупинки всієї автоматизованої системи.

Окрім того реальний вплив також може залежати від розміщення джерела викиду випромінювання, оскільки вода, яка циркулює в системі є одним із елементів захисту від випромінення.

Тобто запроектована система має певний захист, але зважаючи на нестратегічну важливість даного об'єкта, недоцільно витратити значні кошти на систему безпеки від іонізуючого і електромагнітного випромінювання

4.4 Висновки до розділу

В даному розділі розглянуто питання Охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях під час експлуатації систем теплового насосу та сонячного колектора.

За класом гігієнічної оцінки умов і характеру праці дане робоче місце відноситься до 3-го класу шкідливих умов 1-го ступеня.

Приміщення відносяться до категорії Г (основні елементи з негорючих матеріалів). Об'єкт відноситься до II ступення вогнестійкості.

Освітлення є достатнім в приміщенні, оскільки КПО в точці з розрахунковим значенням освітлення дорівнює 1,18 %, а нормоване значення – 1,14 %.

Була також проведена оцінка безпеки роботи автоматичної системи теплового насоса та сонячного колектора в умовах дії іонізуючих та електромагнітних випромінювань. Визначено значення випромінювання при яких система витримає випромінюване навантаження.

Зважаючи на нестратегічну важливість даного об'єкта, недоцільно витрачати значні кошти на систему безпеки від іонізуючого і електромагнітного випромінювання.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

5.1 Техніко-економічні показники календарного плану системи теплового насоса

1. Загальний строк будівництва:

$$T_{\text{заг.}} = 19,5 \text{ днів.} \quad (5.1)$$

2. Загальна трудомісткість:

$$Q_{\text{заг.}} = 158 \text{ люд/дні.} \quad (5.2)$$

3. Середня чисельність робочих:

$$R_{\text{сер.}} = Q_{\text{заг.}} / T_{\text{заг.}} = 158 / 19,5 = 8 \text{ робітника.} \quad (5.3)$$

4. Максимальна чисельність робітників:

$$R_{\text{мах.}} = 10 \text{ робітників.} \quad (5.4)$$

5. Надлишкова трудомісткість:

$$Q_{\text{надл.}} = 31 \text{ люд/дні.} \quad (5.5)$$

6. Коефіцієнт, що характеризує використання робітників протягом будівництва:

$$\alpha_1 = R_{\text{сер.}} / R_{\text{мах.}}, \alpha_1 = 8 / 10 = 0,8. \quad (5.6)$$

7. Коефіцієнт нерівномірності графіку руху робітників по працевтратам:

$$\alpha_2 = Q_{\text{надл.}} / Q_{\text{заг.}}, \alpha_2 = 31 / 158 = 0,2. \quad (5.7)$$

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

$$\alpha_3 = T_{\text{вст.}} / T_{\text{заг.}}, \alpha_3 = 15,5 / 19,5 = 0,79. \quad (5.8)$$

5.3 Величина капітальних вкладень на влаштування теплового насоса (К)

1. Зведення капітальних витрат на впровадження в систему теплопостачання будинку теплового насосу Viessman Vitocal 200-G приведена в табл. 5.1.

Табл. 5.1 – Зведені капітальні витрати

Тип обладнання	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Тепловий насос	1	1589814	1589814
Насосна група	2	31774	63548
Розподільник	1	9886	9886
Накопичувальний бак	4	58371	233484
Розширювальний бак для системи	1	4668	4668
Теплоізолювана труба, 1м	175	526	92050
Контролер управління системою	1	19104	19104
Холодоагент, 1л	450	56	25200
		Всього:	1993106

2. Вартість проектних робіт приймаємо 15% від вартості капітальних витрат [19]:

$$211959 \cdot 0,15 = 298965 \text{ грн. .} \quad (5.9)$$

3. Вартість монтажу приймаємо 30%:

$$211959 \cdot 0,30 = 597931 \text{ грн.} \quad (5.10)$$

4. Вартість пусконаладжувальних робіт приймаємо 5%:

$$211959 \cdot 0,05 = 99655 \text{ грн.} \quad (5.11)$$

5. Позабюджетні кошти приймаємо 1,2%:

$$211959 \cdot 0,012 = 23917 \text{ грн.} \quad (5.12)$$

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

$$211959 \cdot 0,20 = 398621 \text{ грн.} \quad (5.13)$$

$$K = 1389089 + 1993106 = 3382195 \text{ грн.}$$

5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат для варіанту влаштування теплового насоса (С)

1. Витрати при опаленні тепловим насосом розраховуються за вартістю кВт*год протягом опалювального періоду.

Опалювальний період складає 182 доби (6 місяців) [8].

Вартість електричної енергії 1,7 грн/кВт*год

$$9,6 \cdot 182 \cdot 24 \cdot 1,7 = 71285 \text{ грн} \quad (5.14)$$

2. Експлуатаційні витрати – це поточні витрати на експлуатацію та обслуговування об'єкта проектування за певний період (рік), виражені в грошовій формі.

Експлуатаційні витрати (30%):

$$71285 \cdot 0.3 \cdot 2 = 42771 \text{ грн} \quad (5.15)$$

3. Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи з терміну його корисного використання. Строк корисного використання (експлуатації) об'єктів основних засобів і нематеріальних активів визначається самостійно, виходячи з очікуваних економічних вигод, технічних і якісних характеристик основних засобів, морального і фізичного зносу, а також інших факторів, які можуть вплинути на можливість використання.

Амортизаційні витрати (5%):

$$3382195 \cdot 0,05 = 169109 \text{ грн.} \quad (5.16)$$

$$C = 283165 \text{ грн.}$$

5.4 Висновки до розділу

Наведено техніко-економічні показників, де визначено загальну трудомісткість виконання робіт: системи теплового насосу та сонячного колектора - 189 люд/дні; та тривалість виконання монтажних робіт систем – 19,5 днів.

Розраховано суму капітальних вкладень для теплового насосу, вона становить $K = 3382195$ грн.

Розраховано суму експлуатаційних витрат для теплового насосу, вона становить $C = 132200$ грн.

Економічний ефект від вкладених інвестицій приводиться в розділі 1.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи запропоновано проектне рішення системи енергоефективності будівлі пральні з використанням систем теплового насосу та сонячних колекторів.

Виконано наступні задачі:

1. Складено розрахункову схему до моделювання теплового розрахунку будівлі

2. Здійснено проектні розрахунки теплотехнічних параметрів системи, які включають: теплотехнічний розрахунок, за результатом якого підбрано мінеральну вату товщиною $\delta_{ут} = 0,15$ м для стіни, пінополістирольні екструзійні плити для підлоги та горищного перекриття $\delta_{ут} = 0,12$ м та $\delta_{ут} = 0,2$ м відповідно; розраховано тепловтрати які становлять $Q_{втр.} = 331$ кВт.

3. Виконано наступний проектний варіант креслень системи теплопостачання: схеми систем теплового насосу, та сонячного колекторав на планах поверхів, розташування сонячних колекторів на плані даху, аксонометричні схеми систем, вузли та розрізи елементів.

4. Було проаналізовано можливості пральні і знайдено енергоефективне рішення в використанні стічних вод пральних маши для відбору теплоти з них. Було підбрано тепловий насос Viessman Vitocal 200-G, BWC 201.A08

5. Проаналізовано можливість заміщення пореби в гарячій воді для прання сонячним колектором. Виявилось, що найдоцільніше часткове заміщення, оскільки можливий варіант нерівномірного розподілу. Було підбрано сонячний колектор Viessman Vitosol 300-F

6. Визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу системи теплового насосу та сонячного колектора, потребу в допоміжних матеріалах, підбрано машини, механізми та пристосування для виконання

монтажних робіт, складено календарний план виконання робіт, в якому визначено склад ланок та розряд робітників.

7. Виконано розрахунок техніко-економічних показників, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт – 158 люд/днів та тривалість виконання монтажних робіт – 19,5 днів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Національний план дій з енергоефективності на період до 2020 року [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1228-2015-%D1%80>
2. Джеджула В. В. Забезпечення ефективного мікроклімату при реконструкції історичних будівель закладів культури // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2020 – №1 – С. 93-99.
3. Джеджула В.В., Назаренко М.В., «Використання теплового насосу для забезпечення енергоефективності побутового приміщення - пральні» в Матеріали конференції «Інноваційні технології в будівництві - 2020» Вінниця, 2020 [Електронний ресурс]: – Режим доступу до ресурсу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2020/paper/view/10808> Дата звернення: Груд. 2020
4. Назаренко М.В., «Можливості використання альтернативних джерел енергії для забезпечення потреб в енергоресурсах будівлі пральні в місті Вінниця» Матеріали конференції «XLVIII Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (2019)», Вінниця, 2019 [Електронний ресурс]: – Режим доступу до ресурсу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7768> Дата звернення: Груд. 2020
5. Назаренко М.В., «Використання сонячної енергії для забезпечення сприятливих мікрокліматичних умов у приміщеннях» Матеріали конференції «XLVII Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (2018)»,Вінниця, 2018 [Електронний ресурс]: Режим доступу до ресурсу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/5300> Дата звернення: Груд. 2020
6. Сертифікація енергетичної ефективності будівель[Електронний ресурс]: – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sae.gov.ua/uk/content/buildings-certification>

7. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 : - [Чинний від 2013-11-01]. – К.: Держбуд України, 2013. – 128с. – (Державні будівельні норми).
8. Опалення, вентиляція та кондиціонування : ДБН В.2.5-67 : 2013 – [Чинний від 01 – 01 – 2014]. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 141с. – (Державні будівельні норми).
9. Джеджула В. В. Енергозбереження промислових підприємств: методологія формування, механізм управління : моногр. / В. В. Джеджула. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 346 с.
10. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 : - [Чинний від 2013-11-01]. – К.: Держбуд України, 2013. – 128с. – (Державні будівельні норми).
11. Громадські будинки та споруди основні положення : ДБН В.2.2-9-2018 : - [Чинний від 2019-06-01].- К.: Міністерство національного розвитку та будівництва України, 2019 р. – 49 с. – (Державні будівельні норми).
12. Новітній освітній простір. Енергоефективність. Посібник [Електронний ресурс]: – Режим доступу до ресурсу: https://decentralization.gov.ua/uploads/library/file/418/NOP_Energoefektivnist.pdf
13. Актуальний прайс лист компанії Віссман [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.viessmann.ua/uk/povna-prohrama-postavok/price-list.html>
14. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2006 : - [Чинний від 2013-01-07]. – К.: Держбуд України, 2013. – 71с. – (Державні будівельні норми).
15. Староверов И.Г. Справочник проектировщика часть 1 Опалення, вентиляція і кондиціонування / И.Г. Староверов – М.: Стройиздат, 1997. – 402 с.
16. Джеджула В. В. Особливості налаштування вентиляційних систем на проектну витрату повітря / В. В. Джеджула // Будівельні конструкції. – 2018. – № 1. – С. 100-105.

17. Пономарчук А.Ф.: Методичні вказівки для виконання курсового проекту з дисципліни "Опалення"/ А.Ф. Пономарчук, І.А. Пономарчук, О. Б. Волошин Вінниця ВНТУ 2005. - 56с.
18. Ратушняк Георгій Сергійович. Енергозбереження та експлуатація систем теплопостачання: навч. посіб. для студ ВНЗ / Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова. – Вінниця.: ВДТУ, 2002. – 120 с.
19. Тарифи на опалення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://vmte.vn.ua/price_population.html.
20. Правила визначення вартості будівництва : ДСТУ Д.1.1-1-2013. – [чинний від 2014-01-01]. – К : Держбуд України, 2013. – 160с. – (Національні стандарти України)
21. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1.-5-2009 - [Чинний від 2012–01-01].– К.: Держбуд України, 2012. – с. – (Державні будівельні норми).
22. Громадські будинки та споруди основні положення : ДБН В.2.2-9-2018 : - [Чинний від 2019-06-01].- К.: Міністерство національного розвитку та будівництва України, 2019 р. – 49 с. – (Державні будівельні норми)
23. Підбір бака-акумулятора [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kotly.org.ua/baki-akkumuljatory.html>.
24. Підбір балансувальних клапанів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://herz.ua/ukr/tovarview/1/260/>.
25. Каталог будівельних машин і інструментів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.vseinstrumenti.ru/>
26. Підбір трубопроводів теплотраси [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://prom.ua/p593350938-truba-dlya-teplotrass;all.html>.
27. Джеджула В.В.: Методичні вказівки для виконання бакалаврської дипломної роботи студентами спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція»/ В. В. Джеджула, Г. С. Ратушняк, О. Д. Панкевич, І. В. Коц Вінниця ВНТУ 2016. - 40с.

28. Система проектної документації для будівництва. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Робочі креслення : ДСТУ Б А.2.4-41:2009 :. – Київ: Держбуд України, 2009. – 31 с. – (Державні стандарти України)
29. Сонячні колектори [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://gravicappa.com.ua/ua/articles/sonyachni-kolektory-yak-se-pracyuye>.
30. Денисюк Сергій Петрович. Енергетична ефективність України : електронне видання / С. П. Денисюк, О. В. Коцар, Ю. В. Чернецька. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. – 79 с.
31. Технічні характеристики автомашини IVECO Daily 35s 11v [Електронний ресурс]: - Режим доступу до ресурсу: www.iveco-ptc-spb.ru
32. Каталог будівельних машин і інструментів [Електронний ресурс]: характеристика пристрою для зварювання “СТЕ-24У”. Режим доступу до ресурсу: <http://vseinstrumenti.ru>
33. Каталог будівельних інструментів [Електронний ресурс]: - Режим доступу до ресурсу: <http://rems.ua/opressovsshiki/78-ruchnoi-opressovshik-rems-push.html>
34. Каталог будівельних інструментів [Електронний ресурс]: - Режим доступу до ресурсу: <http://www.bosch-online.kiev.ua/p331/bosch-gnf65a>
35. Каталог будівельних інструментів [Електронний ресурс]: - Режим доступу до ресурсу: <http://rems.ua/ruchnye-i-elektricheskie-kluppy/22-rems-amigo-elektricheskii-rezbonareznoi-klupp-s-bystromennymi-golovkami.html>
36. Каталог будівельних машин [Електронний ресурс]: - Режим доступу до ресурсу: <http://rosprombur.ru/burovaya-ustanovka-na-baze-gazel.html>
37. Ковальов Ігор Олександрович. Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії України : навч. посіб. для студ ВНЗ / І.О. Ковальов, О. В. Ратушний. – Суми: СумДУ, 2015. – 182 с.
38. Альтернативне опалення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://tvoeteplo.com.ua/alternatyvne-opalennya/>.
39. Типи геліосистем [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.atmosfera.ua/uk/geliosistemi/tipi-geliosistem/>.

40. Підбір трубопроводів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ua.kan-therm.com/system_kan_therm/systems/system_kan_therm_pp.html.
41. Пономарчук Ігор Анатолійович. Опалення : навч. посіб. для студ ВНЗ / І.А. Пономарчук, К. В. Колесник – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 125 с.
42. Внутрішній водопровід та каналізація : ДБН В.2.5 – 64:2012. – [чинний від 2013-03-01]. – К. : Державні будівельні норми України, 2012. – 64 с. – (Національні стандарти України).
43. Ратушняк Георгій Сергійович. Експлуатація систем теплопостачання та вентиляції : навч. посіб. для студ ВНЗ / Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова. – Вінниця.: ВДТУ, 2000. – 122 с.
44. Продуктивність геліоколектора при різних режимах експлуатації. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.buderus.ua/files/201307161714000>.
45. Зварювальний апарат для поліпропіленових труб [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ekoplastik.ua/rsp-2arm>
46. Інверторний зварювальний апарат [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.vdi-ua.com/gysmi/gysmi-207-ac-dc/>
47. Підбір автокрана [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.techstory.ua/krans/krantech/ks2561d_tech.htm
48. Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення : ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010. – [чинний від 2010-09-01]. – Київ, 2010. – 45 с. – (Національні стандарти України).
49. Кінаш. Р.І. Технологія заготівельних та спеціальних монтажних робіт / Р.І. Кінаш, С.С. Жуковський – Львів: Видавництво науково-технічної літератури, 1999 р. – 448 с.
50. Справочник по специальным работам. Сварочные работы в строительстве. Часть I под. редакцией В.Д. Тарана. – М.: Издательство литературы по строительству, 1971. – 461 с.

51. Тихомиров К.В., Теплотехника, теплогазоснабжение вентиляция. – М.; Стройиздат, 1981, 470с.
52. Основні характеристики та критерії оцінки сонячних колекторів Viessmann [Електронний ресурс].– Режим доступу: <https://serviceportal.viessmann.ua/articles/osnovni-harakteristiki-ta-kriterii-ocinki-sonacnih-kolektoriv-viessmann>
53. Щекин Р.В. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. – К.: Будівельник, 1976, 352с.
54. Буферна ємність в системі теплопостачання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.teplobak.com.ua/ua/articles/bufernayaemkost/>.
55. Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва. ДСТУ Н Б В.1.2 – 16:2013. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 37 с. – (Державні стандарти України)
56. Система проектної документації для будівництва. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Робочі креслення : ДСТУ Б А.2.4-41:2009 :. – Київ: Держбуд України, 2009. – 31 с. – (Державні стандарти України)
57. Подбор циркуляционного насоса [Електронний ресурс]. – Режим доступу:http://www.altalgroup.com/work_pump.htm
58. Бондаренко В. М. Охорона праці та безпека життєдіяльності / В.М. Бондаренко, А.О. Романчук - К.: 2001. - 225с
59. Пирков В.В. Особливості проектування сучасних систем водяного опалення / В.В. Пирков. – К.: П Д.П. “Такі справи”, 2003. – 176 с.
60. Природне та штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2006. – [чинний від 2006-10-01]. – Київ, 2006. – 96 с. – (Державні будівельні норми України).
61. Наказ № 239 від 01.08.1996 Про затвердження державних санітарних правил та норм [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0488-96#Text>
62. Вплив високоенергетичного та іонізуючого випромінювання на організм людини [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.bsmu.edu.ua/blog/4470-vpliv-visokoenergetichnogo-ta-ionizuyuchogo-viprominyuvannya-na-organizm-lyudini/>

Додаток А - Технічне завдання

Вінницький національний технічний університет

Затверджено:

Завідувач катедри ІСБ

проф., к.т.н.

_____ Ратушняк Г. С.

_____ 2020 року

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської дипломної роботи

на тему: «ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ БУДІВЛІ
ПРАЛЬНІ»

Розробка

ст.гр. ТГ-19м _____ Назаренко М. В.

Керівник

д.е.н., проф. _____ Джеджула В. В.

Технічне завдання

Енергоефективна система теплопостачання будівлі пральні

1. Призначення розробки та місце застосування.

Системи теплового насосу та сонячного колектора призначені для створення нормативних мікрокліматичних умов, підтримання температурного балансу та забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов пральні.

2. Основа для виконання робіт.

Основою для виконання робіт є тема МДР затверджена згідно наказу ректора № 214 від “25” 09 2020 р.

3. Мета та призначення розробки:

Метою даної розробки є підвищення ефективності роботи системи теплового насосу та сонячного колектора, шляхом обґрунтування та вибору систем енергоефективного створення мікроклімату в пральні, які забезпечують мінімальне енергоспоживання та поліпшення екологічних умов в приміщеннях.

4. Джерела розробки.

Джерелами розробки є архітектурно-будівельні робочі креслення пральні, технологічне завдання та нормативно-технічна література.

5. Технічні вимоги

Технічні вимоги до систем теплового насосу та сонячного колектора наведені у нормативній літературі:

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

6. Вимоги до стандартизації.

При розробці систем теплового насосу та сонячного колектора необхідно застосовувати максимально можливу кількість стандартних виробів, які б забезпечували можливість швидкого монтажу системи та можливість їх ремонту чи заміни в разі поломки.

7. Вимоги до надійності систем теплового насосу та сонячного колектора

Санітарно - гігієнічні – забезпечення та підтримка в приміщенні потрібних температур.

Економічні – забезпечення мінімальних приведених затрат.

Будівельні - ув'язка з будівельними конструкціями.

Монтажні – забезпечення монтажу систем теплового насосу та сонячного колектора індустриальними методами.

Експлуатаційні – простота та зручність обслуговування, керування та ремонту, надійність і безперебійність роботи.

Естетичні – гармонійне співвідношення із внутрішнім архітектурним дизайном приміщення

Обов'язковими є такі показники надійності:

- Середня виробка обладнання на відмову, яке складає не менше 10 років.
- Середній повний строк служби не менше 20 років.
- На виробі повинні бути встановлені строки експлуатації.

8. Ергономічні вимоги:

Розташування органів управління основного та допоміжного обладнання повинні забезпечувати роботу персоналу нагляду протягом денної та нічної частини доби, 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 зі строками обслуговування базового обладнання.

10. Порядок розробки випробування, приймання системи теплового насосу та сонячного колектора

Стадії розробки встановлюють відповідно з ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» та ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010 Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення. ДСТУ Б В.2.5-44:2010.

Основними етапами науково-конструкторської роботи є :

- розроблення та затвердження із замовником функціональних принципових схем, конструктивних компонок та робочих креслень;
- розробка та узгодження програми та методики випробувань;
- узагальнення результатів виконаних робіт, вироблення рекомендацій і інструкцій;

Порядок приймання розробки здійснюється у відповідності до Держстандарту. Оцінку виконаної розробки виконує приймальна комісія, яку формує розробник.

В склад комісії входять: представник замовника, розробника і виробника. Головою комісії призначається представник замовника.

Місце і строки випробувань визначають заздалегідь і попередньо узгоджують.

Перелік документів, що представляється на випробування визначаються у програмі випробувань. Дане технічне завдання може узгоджуватися та доповнюватися в процесі проектування.

11. Етапи проектування дипломного проекту.

Етапи проектування дипломного проекту наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Етапи проектування дипломного проекту.

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту
1	Збір вихідних даних
2	Розробка техніко-економічного обґрунтування
3	Розрахунок технічної частини
4	Розробка організаційно-технологічної частини
5	Виконання та оформлення графічної частини
6	Попередній захист
7	Виправлення зауважень
8	Рецензування
9	Захист МДР

Додаток Б - Акт про випробування системи теплового насосу та сонячного колектора
АКТ

ПРО ГІДРАВЛІЧНІ ВИПРОБУВАННЯ

СИСТЕМИ ТЕПЛОВОГО
НАСОСУ ТА СОНЯЧНОГО
КОЛЕКТОРА

Об'єкт пральня в м.Вінниця

«13» квітня 2021 р.

Комісія у складі:

Замовника «ПП Колорит»

Гол. інженер Назаренко М. В.

представника генерального підрядника ПП «СБ-Стандарт»

директор, Коваль Д.О.

представника будівельно – монтажної організації ТОВ

«Інжбудсервіс» Щеканова Ю.М

склали дійсний акт про те, що в присутності вищенаведеної комісії були виконані гідравлічні випробування системи теплового насосу та сонячного колектора пральні в м. Вінниця

Випробування здійснювалось гідравлічним тиском, рівним 1,2 МПа, протягом 30 хвилин, при цьому падіння тиску складало 0,01 МПа.

При огляді системи протікань не виявлено.

Отримані результати відповідають вимогам БНіП. _____

Дозволяється подальше виконання робіт. _____

Представники:

Замовника:

(підпис)

Генерального підрядника

(підпис)

Будівельно – монтажної організації

(підпис)

Додаток В - Акт прийняття системи теплового насосу та сонячного колектора
АКТ
ПРИЙНЯТТЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ ТА СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА

Об'єкт пральня в м.Вінниця

“ 14 ” квітня 2021 р.

Комісія у складі:

Замовника «ПП Колорит»

Гол. інженер Назаренко М. В.

представника генерального підрядника ПП «СБ-Стандарт»

директор, Коваль Д.О.

представника будівельно – монтажної організації ТОВ

«Інжбудсервіс» Щеканова Ю.М

здійснила прийняття системи теплового насосу та сонячного колектора пральні в м. Вінниця

Встановили:

Обладнання й монтаж системи теплового насосу та сонячного колектора відповідає проекту і технічним умовам. При монтажі системи теплового насосу та сонячного колектора виявлені такі дефекти й недоробки, які не

заважають нормальній експлуатації:

не виявлені

Дефекти повинні бути усунені до призначення Держкомісії. На основі здійсненого огляду та випробувань системи теплового насосу та сонячного колектора вважати прийнятою і допущеною до експлуатації з оцінкою _____ задовільно

Представники:

Замовника:

(підпис)

Генерального підрядника

(підпис)

Будівельно – монтажної організації

(підпис)

Додаток Г - Теплотехнічне моделювання

Таблиця 1 – Теплотехнічне моделювання

№	Назва	Позначення	Орієнтація	Розміри		Площа	К, Вт/м	Т	n	Додаткові тепловтрати					Тепловтрати конструкції	Тепловтрат приміщени	Площа	Висота	Тепловтрати на вентиляцію	Загальні тепловтрати	
				ширина	висота					орієнтація	вітер	стіни	двері	загальні							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1	тамбур	з ст	пд	1,1	3	3,3	0,29	37	1		5	5	80	0,9	67,2771	69,4221	1,1	3	41,14	110,57	
		підл	-	1,1	1	1,1	0,2	13	0,75					0	2,145						
2	Приймальня брудної білизни	з ст	пд	3	3	9	0,29	39	1		5			0,05	106,88	170,70	9	3	354,86	525,56	
		вт	пд	0,8	1	0,8	1,33	39	1		5			0,05	43,5708						
		підл	-	3	3	9	0,2	15	0,75					0	20,25						
3	Склад брудної білизни	підл	-	4	4	16	0,2	15	0,75					0	36	222,077	16	3	242,64	464,72	
		з ст	пд	4	3	12	0,29	39	1		5			0,05	142,506						
		вт	пд	0,8	1	0,8	1,33	39	1		5			0,05	43,5708						
4	Пральня	з ст	зх	5,7	3	17,1	0,29	39	1	5	5	5		0,15	222,411	648,713	39,9	3	1573,22	2221,93	
		вт	пд	0,8	2	1,6	1,33	39	1		5			0,05	87,1416						
		підл	-	5,7	7	39,9	0,2	15	0,75					0	89,775						
		з ст	пд	7	3	21	0,29	39	1		5			0,05	249,39						
5	Сушильно-прасувальний цех	з ст	пн	8	3	24	0,29	39	1	10	5	5		0,2	325,728	784,23	45,6	3	1797,96	2582,19	
		вт	пн	0,8	3	2,4	1,33	39	1	10	5			0,15	143,16						
		підл	-	8	5,7	45,6	0,2	15	0,75					0	102,6						
		з ст	зх	5,7	3	17,1	0,29	39	1	5	5			0,1	212,74						
6	Кастелянська (видача чист. білизни)	підл	-	3	6	18	0,2	15	0,75					0	40,5	205,28	18	3	272,97	478,249	
		з ст	пн	3	3	9	0,29	39	1	10	5			0,15	117,06						
		вт	пн	0,8	1	0,8	1,33	39	1	10	5			0,15	47,72						
7	Коридор	підл	-	5,7	1,1	6,27	0,2	15	0,75					0	14,1075	14,1075	6,27	3	95,084	109,192	
8	Тамбур	підл	-	2	1,1	2,2	0,2	13	0,75					0	4,29	73,3375	2,2	3	28,914	102,252	
		з ст	пн	1,1	3	3,3	0,29	37	1	10	5		80	0,95	69,048						

Додаток Е - Технічні характеристики теплового насосу

Пристрої з напругою 400 В

Тип BWC 201.A		06	08	10	13
Робочі дані відповідно до стандарту EN 14511 (B0/W35, різниця температур 5 К)					
Номінальна теплова потужність	кВт	5,64	7,63	9,74	12,95
Потужність охолодження	кВт	4,37	6,01	7,69	10,30
Споживана елек. потужність	кВт	1,27	1,74	2,21	2,85
Коефіцієнт потужності ϵ (COP)		4,46	4,40	4,41	4,54
Розсіл (первинний контур)					
Об'єм	л	1,1	1,4	1,9	2,4
Мінімальна об'ємна витрата	л/год	820	1100	1420	1900
Залишковий напір (за мінімальної об'ємної витрати)	мбар	640	640	640	780
	кПа	64	64	64	78
Макс. температура подачі	°C	25	25	25	25
Мін. температура подачі	°C	-5	-5	-5	-5
ГВП (вторинний контур)					
Об'єм	л	1,1	1,4	1,9	2,4
Номінальна об'ємна витрата	л/год	990	1310	1670	2240
Залишковий напір (за номінальної об'ємної витрати)	мбар	550	530	510	340
	кПа	55	53	51	34
Мінімальна об'ємна витрата	л/год	520	660	850	1100
Залишковий напір (за мінімальної об'ємної витрати)	мбар	630	600	580	600
	кПа	63	60	58	60
Макс. температура подачі	°C	60	60	60	60
Електричні параметри теплового насоса					
Номінальна напруга компресора		3/N/PE 400 В / 50 Гц			
Номінальний струм компресора	А	5,5	6,0	8,0	10,0
Пусковий струм компресора (з обмежувачем пускового струму, крім випадків, коли використовується тип BWC 201.A06)	А	25,0	14,0	20,0	22,0

Пусковий струм компресора за заблокованого ротора	A	26,0	35,0	48,0	64,0
Запобіжник компресора	A	C16A 3-полюсний	B16A 3-полюсний	B16A 3-полюсний	B16A 3-полюсний
Споживання електричної потужності:					
– основний насос	Вт	Від 10 до 55	Від 10 до 55	Від 10 до 55	Від 10 до 130
– Допоміжний насос	Вт	Від 10 до 55	Від 10 до 55	Від 10 до 55	Від 10 до 55
– Циркуляційний насос для підігрівання накопичувального водонагрівача	Вт	Від 62 до 132	Від 62 до 132	Від 62 до 132	Від 62 до 132
Клас захисту		I	I	I	I
Електричні параметри контролера					
Номинальна напруга		1/N/PE 230 В / 50 Гц			
Запобіжник		B16A			
Запобіжники		2 x T 6,3 A H / 250 В			
Макс. споживана елек. потужність	Вт	1000	1000	1000	1000
Споживана елек. потужність у режимі експлуатації	Вт	5	5	5	5
Контур охолодження					
Робочий агент		R410A	R410A	R410A	R410A
– Маса нетто	кг	1,2	1,45	1,7	2,2
– Парниковий потенціал (ПГП)		2088	2088	2088	2088
– Еквівалент CO ₂	t	2,5	3,0	3,6	4,6
Компресор	Тип	Спиральний герметик			
Олива в компресорі	Тип	Emkarate RL32 3MAF			
Об'єм оливи в компресорі	л	0,7	0,7	1,2	1,2
Доп. робочий тиск					
Первинний контур	бар	3	3	3	3
	МПа	0,3	0,3	0,3	0,3
Вторинний контур	бар	3	3	3	3
	МПа	0,3	0,3	0,3	0,3

Тип WBC 201.A		06	08	10	13
Розміри					
Загальна довжина	мм	844	844	844	844
Загальна ширина	мм	600	600	600	600
Загальна висота (кришка блока керування відкрита)	мм	1155	1155	1155	1155
Маса	кг	113	117	129	135
Підключення (зовнішня різьба)					
Подаюча/зворотна магістраль первинного контуру	G	1½	1½	1½	1½
Подаюча/зворотна магістраль вторинного контуру	G	1½	1½	1½	1½
Звукова потужність (вимірювання на основі стандарту EN 12102 / EN ISO 9614-2), вимірний сумарний рівень звукової потужності за V0±3 K/W35±5 K					
– За номінальної теплової потужності	дБ(А)	43	44	44	44
Клас енергоефективності згідно з Директивою ЄС № 811/2013					
Середні кліматичні умови опалення					
– Низькотемпературна область застосування (W35)		A ⁺⁺	A ⁺⁺	A ⁺⁺	A ⁺⁺
– Середньотемпературна область застосування (W55)		A ⁺⁺	A ⁺⁺	A ⁺⁺	A ⁺⁺

Додаток Є - Технічні характеристики сонячного колектора

Тип колектора	Оптический КПД, η_0 , %	Коэффициенты тепловых потерь		Удельная теплоемкость кДж/(м ² ·К)	Максимальная температура при простое, °С
		k_1 Вт/(м ² ·К)	k_2 Вт/(м ² ·К ²)		
Vitosol 200-F					
– Тип SV2/SH2	79,1 ¹⁾	3,94	0,0122	5,35	202
– Тип 5 DI	84 ¹⁾	4,16	0,0073	6,4	185
Vitosol 300-F					
– Тип SV3/SH3	84 ¹⁾	3,86	0,0139	6,4	221
Vitosol 200-T					
– Тип SD2					
(1 и 2 м ²)	82 ¹⁾	1,62	0,0068	9,3	282
(3 м ²)	83,2 ¹⁾	1,87	0,0041	9,3	282
Vitosol 300-T					
– Тип S33					
(2 м ²)	81,5 ¹⁾	1,43	0,0076	7,8	176,6
(3 м ²)	78,4 ¹⁾	1,36	0,0045	7,8	186

¹⁾ по отношению к поверхности абсорбера

Табл. 1. Сравнительные значения (определенные согласно EN 12975)