

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф.
Коц І. В.
“ _____ ” _____ 2019 року

**СИСТЕМА АВТОНОМНОГО ОПАЛЕННЯ НА ОСНОВІ
АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЦЕХУ ПО РОЗЛИВУ
АРТЕЗІАНСЬКОЇ ВОДИ**

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи
магістранта 192 – Будівництво та цивільна інженерія
08-12.МКР.002.00.000 ПЗ

Керівник к.т.н., доцент Слободян Н.М.
(науковий ступінь, вчене звання,
ініціали та прізвище)

_____ « _____ » _____ 2019 р.
(підпис)

Розробив студент гр. ТГ-18м

_____ Гончарук Я.А.
(підпис, ініціали та прізвище)

Офіційний рецензент _____
(науковий ступінь, вчене звання, кафедра)

_____ (підпис, ініціали та прізвище)
« _____ » _____ 2019 р.

Вінниця – 2019 рік

<p style="text-align: center;">РЕЗЮМЕ до магістерської кваліфікаційної роботи магістранта:</p>	<p style="text-align: center;">Гончарук Ярослав Анатолійович</p>
<p>Назва університету</p>	<p style="text-align: center;">Вінницький національний технічний університет</p>

Тема	СИСТЕМА АВТОНОМНОГО ОПАЛЕННЯ ЦЕХУ ПО РОЗЛИВУ АРТЕЗІАНСЬКОЇ ВОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ		
Освітній ступінь	Магістр		
Факультет	Будівництва, теплоенергетики та газопостачання		
Кафедра	Інженерних систем у будівництві		
Спеціальність	192 – Будівництво та цивільна інженерія		
Освітня програма	Теплогазопостачання і вентиляція		
Керівник	к.т.н., доц. Слободян Н.М.		
Обсяг роботи	Пояснювальна записка, стор.	Розділів	Креслень формату А1
		4	8
Розділ 1	Аналітичний огляд конструктивних рішень системи опалення		
Розділ 2	Теоретичне та проектне обґрунтування конструктивних особливостей системи опалення		
Розділ 3	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень		
Розділ 4	Техніко – економічні показники		
Висновки по роботі	<p>1. Виконано аналітичний огляд та аналіз ефективні використання теплових насосів в системі опалення цеху по розливу води, можливість їх використання з фанкойлами. На основі проведеного аналізу, було визначено можливість та доцільність використання сонячних батарей для забезпечення автономності системи опалення. Проведено техніко-економічне обґрунтування.</p> <p>2. Розроблено проектне рішення системи опалення цеху. Проведено теплотехнічні розрахунки, моделювання гідравлічного режиму системи, підібрано всі елементи комбінованої системи опалення в житловому будинку.</p> <p>3 В розділі розроблені заходи по організації монтажу комбінованої систем опалення. Підібрані машини, механізми для виконання робіт та транспортування. Визначено трудомісткість монтажних робіт, на основі якої складено графік виконання робіт. Розглянуто питання техніки безпеки при виконання монтажних робіт, визначені заходи по охороні праці.</p> <p>4. Складено локальні кошториси на проведення робіт по влаштуванню системи опалення і гарячого водопостачання будівлі. Визначені техніко-економічні показники проекту.</p>		
Ключові слова: опалення, комбінована система, альтернативні джерела енергії, тепловий насос, сонячна батарея, фанкойл, автономність.			

Магістрант: Гончарук Я.А. _____ /ПІБ/

Керівник: Слободян Н.М. _____ /ПІБ/

“ ___ ” _____ 2019 р.

RESUME to undergraduate master's qualification work:	Goncharuk Yaroslav
name of University	Vinnitsa National Technical University

Topic	Indirect HEATING PLANT bottling artesian water from alternative energy sources		
Education degree	Master		
Faculty	Construction, heating and gas supply		
Chair	Engineering Systems in Construction		
Specialty	192 - Construction and civil engineering		
Educational program	Heat and Vent		
Head	PhD. Slobodyan NM		
Workload	Explanatory note, p.	Sections	A1 drawings
		4	8
Section 1	Analytical review of design solutions heating		
Section 2	The theoretical justification and project design features heating		
Section 3	Organizational and technological ensure implementation of design solutions		
Section 4	Technical - economic indicators		
Conclusions on work	<p>1. Analytical overview and analysis of efficient use of heat pumps in the heating plant for bottling water, the possibility of their use with fan coil units. Based on the analysis, it was determined the possibility and feasibility of using solar panels to provide autonomous heating system. A feasibility.</p> <p>2. A design decision heating plant. A thermal calculations, simulations of hydraulic conditions system chosen all the elements combined heating system in a building.</p> <p>Section 3 developed measures to organize the installation of combined heating systems. Individuals have machinery for works and transport. Determined complexity of assembly work on which a schedule of works. The question of safety in the installation works defined measures for the protection of labor.</p> <p>4. Done local estimates for works on the device of heating and hot water supply of the building.</p> <p>Identified technical and economic parameters of the project.</p>		
Keywords: heating, combined system, alternative energy, heat pump, solar panels, fan coil, autonomy.			

Undergraduates: Y. Honcharuk _____ / name /

Director: Slobodyan N. _____ / FIA /

" ____ " _____ 2019

РЕФЕРАТ

У магістерській кваліфікаційній роботі розроблено систему автономного опалення цеху по розливу артезіанської води з використанням альтернативних джерел енергії. Робота включає в себе пояснювальну записку обсягом 166 сторінок та графічну частину обсягом 8 аркушів формату А1.

Проведено оцінку варіантів джерела опалення та енергопостачання, проведено розрахунки з економічного порівняння джерел опалення.

Виконано розрахунок з визначення терміну окупності сонячної електростанції.

Проведено теплотехнічні розрахунки на основі плану цеху та даних по будові огорожуючих конструкцій. Відповідно отриманим даним побудовано аксонометричну схему, проведено гідравлічний розрахунок, підібрано потужність опалювальних приладів, опалювальних агрегатів.

Проведено організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень.

Розглянуто питання охорони праці при забезпеченні реалізації проектних рішень.

Складено локальний кошторис системи опалення та сонячної електростанції. Визначено основні техніко-економічні показники.

ABSTRACT

In the master's qualification work the system of independent heating plant for bottling artesian water from alternative energy sources. The work includes an explanatory note volume of 166 pages and graphics portion of the 8 sheets of A1 size.

The evaluation of options for sources of heat and energy, economic calculations made comparing heat sources.

The calculation to determine the payback period of solar elektnostantsiyi.

A thermal calculations based shop and plan data structure enclosing structures. Under this got built axonometric scheme Hydraulic calculation chosen power heaters, heating units.

An organizational and technological ensure implementation of design solutions.

The question of safety in promoting the implementation of design solutions.

Done estimate local heating and solar power. The main technical and economic indicators.

Зміст

Вступ	
1	АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ
1.1	Застосування теплового насосу для досягнення енергоощадності системи опалення.....
1.2	Сонячні батареї як засіб досягнення автономної роботи при суміжній їх роботі з тепловими насосами.....
1.3	Вихідні положення.....
1.4	Обґрунтування проектної потужності об'єкта.....
1.5	Дані про наявність сировинної бази
1.6	Матеріали оцінки впливів на навколишнє середовище.....
1.7	Схема генплану.....
1.8	Основні технологічні та будівельні рішення.....
1.9	Основні положення по організації будівництва.....
1.10	Основні рішення по вибухопожежній безпеці виробництва.....
1.11	Техніко – економічне обґрунтування.....
1.12	Висновок до розділу 1.....
2	ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРОЕКТНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ.
2.1	Вихідні дані для проектування.....
2.2	Моделювання та розрахунок системи опалення.....
2.2.1	Вихідні дані.....

2.2.2	Моделювання та проектні розрахунки теплотехнічних параметрів зовнішніх стін.....
2.2.3	Моделювання та проектні розрахунки теплотехнічних параметрів перекриття над приміщенням.....
2.2.4	Моделювання та проектні розрахунки теплотехнічних параметрів перекриття над підвалом.....
2.2.5	Моделювання та проектні розрахунки теплотехнічних параметрів вікон.....
2.2.6	Проектні розрахунки теплотехнічних параметрів дверей.....
2.2.7	Моделювання та проектні розрахунки теплових втрат приміщень взимку та в перехідний період.....
2.2.8	Моделювання та проектні розрахунки теплонадходжень в приміщення цеху влітку.....
2.3	Моделювання гідродинамічних режимів системи опалення.....
2.4	Підбір опалювального агрегату.....
2.5	Моделювання та проектні розрахунки по вибору робочих характеристик розширювальних баків.....
2.6	Моделювання та проектні розрахунки по вибору теплообмінника....
2.7	Моделювання та проектні розрахунки по вибору потужності сонячних батарей.....
2.8	Висновки до розділу 2.....
3	ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ.....
3.1	Вихідні дані для проектування.....
3.2	Отримання об'єкту під монтажні роботи.....
3.3	Визначення складу і об'ємів робіт.....
3.4	Комплектація матеріалів та обладнання.....

3.5	Потреба в монтажному інструменті.....
3.6	Транспортування матеріалів, виробів та обладнання.....
3.7	Аналіз конструктивних особливостей системи опалення.....
3.8	Вимоги до монтажу елементів системи опалення та електропостачання.....
3.8.1	Вимоги до монтажу трубопроводів.....
3.8.2	Вимоги до монтажу теплового насосу.....
3.8.3	Вимоги до монтажу ґрунтового контуру.....
3.8.4	Вимоги до монтажу сонячних батарей.....
3.9	Розробка методики виконання робіт пов'язаних з контролем якості виконання будівельних і монтажних робіт.....
3.10	Визначення трудомісткості будівельних і монтажних робіт, нормативного і планового складу бригад, загальної тривалості робіт
3.11	Визначення витрати електроенергії.....
3.12	Розрахунок техніко – економічних показників календарного плану
3.13	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....
3.13.1	Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта.....
3.13.2	Електробезпека.....
3.14	Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....
3.14.1	Мікроклімат.....
3.14.2	Склад повітря робочої зони
3.14.3	Виробниче освітлення.....
3.14.4	Виробничий шум.....
3.14.5	Виробничі вібрації.....

3.14.6	Психофізіологічні фактори.....
3.14.7	Розрахунок режимів радіаційного захисту.....
3.15	Висновки до розділу 3
4	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.....
4.1	Локальний кошторис.....
4.2	Визначення найбільш доцільного варіанту системи опалення (П1, П2, П3).....
4.2.1	Визначення капіталовкладень на влаштування систем які порівнюються.....
4.2.2	Визначення експлуатаційних витрат систем опалення.....
4.2.3	Визначення найбільш доцільного варіанту системи опалення.....
4.3	Висновок.....

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

ВСТУП

Актуальність теми. Системи водяного опалення на сьогоднішній день є найбільш поширеними з усіх відомих опалювальних систем. Причиною цього є дешевизна, відносно інших систем опалення, простота обслуговування даної системи, можливість використання джерела тепла великих різновидів (котли газові, електричні, твердопаливні, або централізоване опалення).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є створення сприятливих мікрокліматичних умов приміщення в холодну пору року, з використанням сучасного та енергоефективного обладнання, для підтримання доброго самопочуття та здоров'я людей, які працюють на території цеху; збереження енергії, охорони довкілля.

Завдання дослідження:

1. Гігієнічне завдання (полягає в тому, що воно має забезпечувати нормальний мікроклімат, стійкий тепловий режим, який виключає переохолодження і перегрівання організму, а також сприяє дотриманню технологічних процесів);
2. Розробка показників енергетичної ефективності систем опалення і їх аналіз;
3. Теоретичні дослідження спільної роботи систем з безпосереднім і теплонасосним використанням теплоти довкілля та їх порівняння;
4. Теоретичні дослідження систем з використанням сонячної енергії;
5. Дослідження техніко-економічних аспектів використання різних джерел нагрівання енергоносія.

Об'єкт дослідження – система водяного опалення цеху по розливу артезіанської води.

Предмет дослідження – теплові процеси і характеристики безпосереднього використання водяного опалення, та визначення її надійності та економічності

Методи дослідження. Для досягнення поставленої в роботі мети використовувались аналітичні методи дослідження.

При аналітичному розв'язанні задач рішення отримувались на основі розгляду енергетичних та теплових балансів, термодинамічних показників ефективності, рівнянь тепломасообміну, метеорологічних даних по сонячній радіації, температурі довкілля та іншої інформації.

На основі порівняння, аналізу та дедукції було обрано елементи системи опалення (опалювальні прилади, трубопроводи, фанкойли, та ін.), які будуть працювати ефективніше, відносно інших.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати дозволяють визначити ефективність обраної системи в умовах встановлених кліматичних умов. Використання сучасних систем опалення зумовлює її екологічність, надійність її роботи, простоту в експлуатації, її економічність.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

1.1 Застосування теплового насосу для досягнення енергоощадності системи опалення

Тепловий насос — агрегат, який переносить розсіяну теплову енергію в опалювальний або водогрійний контур. Принцип роботи теплового насоса заснований на замкнутому циклі Карно [1].

Згідно класифікації [1], найбільш розповсюдженими тепловими насосами є:

- повітряні (джерелом відбору тепла є повітря), малоефективні через постійне обмерзання випарника;
- геотермальні (використовують тепло землі, наземних або підземних ґрунтових вод).

Геотермальні теплові насоси у свою чергу поділяють на:

- горизонтальні — колектор розміщується кільцями або хвилясто у горизонтальних траншеях нижче глибини промерзання ґрунту (зазвичай від 1,20 м. і більше). Цей спосіб є найбільш економічно ефективним для жилих об'єктів за умови відсутності дефіциту земельної площі під контур;
- вертикальні — колектор розміщується вертикально у свердловини глибиною до 200 м. Цей спосіб застосовується у випадках, коли площа земельної ділянки не дозволяє розмістити контур горизонтально або є загроза пошкодження ландшафту;
- водні — колектор розміщується хвилясто або кільцями у водойму (озеро, ставок, річку) нижче глибини промерзання. Це найдешевший варіант, але є вимоги до мінімальної глибини та об'єму води у водоймі для певного регіону.

Використання теплових насосів в системах тепlopостачання та холодopостачання дозволяє досягнути наступних переваг:

- невелике споживання електроенергії (для отримання 1 кВт/год тепла насос поглинає 0,3-0,35 кВт/ч);
- нешкідливість для навколишнього середовища;
- не має потреби в регулярному обслуговуванні;

- регулювання роботи системи виконується автоматично [2].

Найпоширенішим видом первинного контуру для теплового насоса є система вертикальних свердловин.

Перевагою вертикального теплообмінника над горизонтальним є те, що вертикальний теплообмінник не займає місця на ділянці. При цьому система вертикальних свердловин не робить ніякого впливу на навколишнє середовище у вигляді “ефекту пізньої весни” і не виморожуємо ґрунт (це все актуально, при правильному проектуванні системи). Ефект пізньої весни притаманний системам з горизонтальними теплообмінниками, коли з приходом весни на ділянці, відведеній під горизонтальний колектор, все ще є лід [3].

При виборі типу теплового насоса враховується також посезонне коливання температури ґрунту, в залежності від глибини прокладання трубопроводів, дана залежність зображена на рис. 1.1

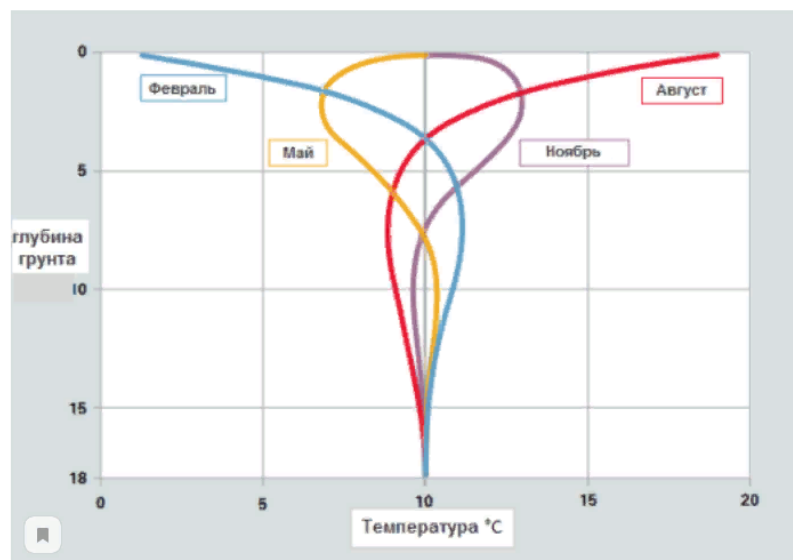


Рис. 1.1 Залежність коливання температури ґрунту від глибини [3]

Як видно на Рис 1.1 при прокладанні трубопроводів на глибину нище 18 м. температура ґрунту тримається на рівні 10°C, що дозволяє горизонтальному насосу працювати незалежно від температури на поверхні ґрунту.

Кількість тепла, яку можна отримати з землі, залежить від геологічних властивостей підземних порід, а також від наявності ґрунтових вод [4].

При визначеній потужності теплового насосу і встановленій необхідній довжині трубопроводу часто є недоцільним та нерентабельним буріння однієї

свердловини на всю необхідну довжину трубопроводу, в такому випадку бурять декілька свердловин.

При бурінні декількох свердловин має забезпечуватись мінімальна відстань між ними в 6м.

Для прокладання горизонтальних насосів слід дотримуватись основних вимог до їх розташування.

Схема оптимального розташування труб теплового насоса зображена на рис. 1.2.

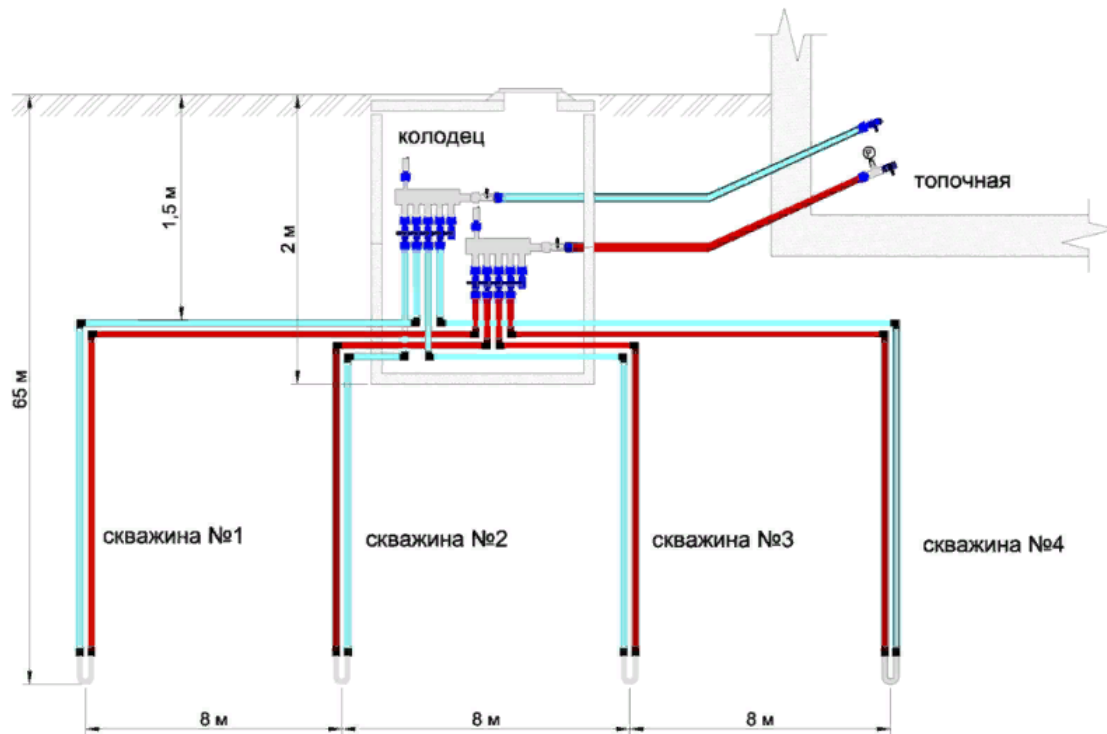


Рис 1.2 Рекомендації щодо розміщення труб теплового насоса [5].

Єдині витрати при експлуатації теплового насоса пов'язані з витратами на електроенергію, від якої й працює сам тепловий насос. Дану потребу в електроенергії можливо задовольнити використанням енергії, отриманої сонячними панелями.

1.2 Сонячні батареї як засіб досягнення автономної роботи при суміжній їх роботі з тепловими насосами.

Сонячна панель — тип збірних панелей для поглинання енергії сонячних променів та її перетворення у електричну чи теплову.

Сонячні панелі дозволяють реалізувати наступні переваги системи:

- нешкідливість для навколишнього середовища;
- автономність;
- тривалий термін експлуатації;
- здатність накопичувати отриману енергію [8].

Автономна сонячна станція, що працює із акумуляторними батареями не потребує зовнішньої мережі. Зазвичай даний тип сонячної станції використовується у об'єктах де немає зовнішньої державної електромережі (дачні приміщення, лісові будиночки, трейлери для кемпінгу) чи її постачання є дуже нестабільним (дачні кооперативи, сільська місцевість). Також зручно використовувати із технікою яку необхідно жити безперебійно (котли опалення, сонячні колектори, насосні групи, сигналізація) як альтернатива джерелам безперебійного живлення. Станція функціонально складається із:

- сонячних фотомодулів, що здійснюють заряд акумуляторних батарей;
- контролера заряду- пристрою що оптимальним чином заряджає акумуляторні батареї від сонячних панелей не здійснюючи перезаряду;
- акумуляторних батарей, що здійснюють накопичення згенерованої електроенергії від сонячних панелей та дають можливість користування у нічний час;
- інвертору напруги чи джерела безперебійного живлення, що здійснюють перетворення постійної напруги від акумуляторних батарей у змінну 220 В частотою 50 Гц. В якості джерела живлення є можливим використання сонячних панелей, які забезпечать автономність системи, та незалежність її від загальної мережі електроживлення.

При облаштуванні сонячної електростанції можливе використання сонячної енергії на окупність даної системи по “Зеленому тарифу”, та використання отриманої енергії у разі відключень від мережі електропостачання.

При використанні теплового насоса як опалювального агрегату є можливим повне або часткове живлення його енергією отриманою сонячними батареями, в результаті чого досягається автономність системи тепlopостачання.

1.3 Вихідні положення

В дипломній бакалаврській роботі проектується системи опалення цеху по розливу артезіанської води в місті Львів.

Вихідними даними для розробки систем опалення є:

- проектна документація на будівництво;
- технічна документація на обладнання;

Проектування вказаних систем здійснюється з метою:

- створення нормальних умов для роботи, а також підвищення продуктивності праці робітників;
- зменшення текучості кадрів;
- зменшенню затрат на охорону праці.

1.4 Обґрунтування проектної потужності об'єкта

Для цеху по розливу артезіанської води запроектована індивідуальна система водяного опалення. Як теплоносієм було обрано воду, так як її переваги відносно інших теплоносіїв є наступними:

- вода має більшу теплоємність ніж повітря;
- перекачування води потребує менших затрат на електроенергію ніж повітря;
- використання води в системах опалення як теплоносія є більш безпечною, ніж застосування пару.

Теплоносієм рухається по металопластиковим трубам, які мають наступні вирішальні переваги:

- невелика шорсткість труб;
- відсутність корозії, через захисний полімерний шар;
- невелике температурне розширення відносно полімерних труб, через армуючі властивості шару алюмінію.

Система водяного опалення дозволяє підтримувати температуру, яка необхідна для комфортного самопочуття людей, які працюють в даних умовах, та для нормальної роботи обладнання яке знаходиться на території цеху.

1.5 Дані про наявність сировинної бази

Теплопостачання цеху по розливу артезіанської води передбачено від котельні.

Теплоносій – вода з параметрами 40 – 50°C.

Теплопотреби на опалення 50 кВт = 47566,6 ккал/год.

Джерелом електропостачання є електромережа, як запасне джерело прийнято енергію, накопичену акумуляторами.

1.6 Матеріали оцінки впливів на навколишнє середовище

В відповідності з санітарною класифікацією "Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів", підприємство відноситься до 4 класу з санітарно-захисною зоною рівною 100м(для майданчиків водопровідних споруд, водозаборів, насосних та очисних станцій резервуарів чистої води, водонапірних башт).

1.7 Схема генплану

Схема системи опалення на плані цеху представлена на аркуші 1. План виконано у відповідності до чинної нормативної бази, щодо організації міського середовища і відповідає ДБН 360-92 «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень».

1.8 Основні технологічні та будівельні рішення

Технологічні рішення диктуються такими умовами: вимогами нормативно - технічних документів з пожежної безпеки, охорони праці. Передбачено встановлення на даху сонячних батарей, які слугують запасним джерелом енергії на електроенергію, та з допомогою акумуляторів забезпечать накопичення електроенергії на випадок тимчасових відключень на мережі.

1.9 Основні положення по організації будівництва

Монтаж системи опалення здійснюється підрядним способом. Для цього дирекція майстерні наймає бригаду монтажників, яка виконує монтаж вказаних систем та обладнання.

Обладнання, трубопроводи, фасонні частини, арматуру і допоміжні матеріали закупає керівництво по ремонту, за кошти цеху.

Доставка виконується автотранспортом цеху. Оплата праці бригади монтажників виконується в залежності від виконаного об'єму робіт (відрядна).

1.10 Основні рішення по вибухопожежній безпеці виробництва

Прийняті в проекті технічні рішення передбачають повне виконання вимог по забезпеченню пожежної і вибухопожежної безпеки в системі опалення приміщень. Для системи опалення в якості теплоносія прийнята гаряча вода з температурою не більше 55°C.

При виробництві окремих видів робіт керівництво повинно передбачити розрахунок і розміщення первинних засобів пожежегасіння у відповідності з вимогами “Правил пожежної безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт”.

1.11 Техніко – економічне обґрунтування

Для часткового забезпечення електроенергією цеху по розливу артезіанської води прийнято до монтажу сонячні батареї, які монтуються на дах з південної сторони.

Для визначення рентабельності установки сонячних батарей визначаємо вартість установки, та комплектуючих до них.

Вартість складових визначаємо за формулою:

$$B = n \cdot ц, \tag{1.1}$$

де ц – вартість одного елемента, грн;

n – кількість елементів, необхідних на розрахунковий період(12 років), шт.

Вартість акумуляторів:

$$V_a = 46 \cdot 9319 = 428674 \text{ грн.}$$

Вартість контролерів заряду акумуляторів:

$$V_k = 36 \cdot 4725 = 170100 \text{ грн.}$$

Загальна вартість сонячної електростанції за 12 років становитиме:

$$V_{\text{заг}} = V_a + V_k + V_{\text{ел}} = 428674 + 170100 + 692180 = 1290954 \text{ грн.}$$

Для розрахунку приймаємо, що електроенергія, яку буде спожито на випадок відключень для роботи теплових насосів становитиме близько 55 кВт год. для одного відключення, відключень близько 10, тоді енергоспоживання на випадок відключень становитиме 550 кВт год. Взявши до уваги ці данні приймаємо місячне споживання на власні потреби взимку 850 кВт год, та влітку 300кВт год і з допомогою калькулятора сонячної електростанції [7] (додаток К), визначаємо, що надлишок електроенергії генерованої електростанцією становить 25008 кВт год.

При використанні на власні потреби 7306 кВт год/рік при гарантії сонячних батарей на 12 років цех використає на власні потреби 137628 кВт год.(з урахуванням того, що зелений тариф може бути відміненим, прийнято що 10 років електростанція частково забезпечує електроенергією цех, а частину продає за “зеленим тарифом”; на 11 та 12 рік використовує на власні потреби)

Тоді вартість електроенергії яку вона компенсує:

$$137628 \cdot 1,68 = 231215 \text{ грн.}$$

Згідно ЗУ [6], приймаємо вартість електроенергії по “зеленому тарифу” і визначаємо прибуток від сонячної електростанції.

Прибуток визначаємо шляхом множення кількості електроенергії на вартість продажу електроенергії за “зеленим тарифом”.

Прибуток протягом 2020 - 2024 року:

$$Pr_{1-5} = 25008 \cdot 4,75 \cdot 5 = 593940 \text{ грн.}$$

Прибуток протягом 2025 - 2029 року:

$$Pr_{6-10} = 25008 \cdot 4,23 \cdot 5 = 528919 \text{ грн.}$$

Дохід, отриманий в результаті реалізації електроенергії, виробленої сонячною електростанцією становить вартість проданої і компенсованої електроенергії, а саме:

$$231215 + 593940 + 528919 = 1354074 \text{ грн.}$$

При цьому, енергоспоживання від електромережі становитиме

$$231772 \cdot 12 - 137628 = 2643636 \text{ кВт} = 2643,6 \text{ МВт.}$$

Вартість цієї електроенергії для розрахунку приймаємо сталою, і рівною 1,68 грн.

$$\text{Тоді кошти, потрачені на електроенергію від мережі } 2643636 \cdot 1,68 = \\ = 4441308 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на електропостачання без використання сонячної електростанції:

$$231772 \cdot 12 \cdot 1,68 = 4672523,5 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на електропостачання з використанням сонячної електростанції:

$$4441308 + 1290954 - 1354074 = 4378188 \text{ грн.}$$

Порівнявши два варіанти енергопостачання встановлено, що використання сонячної електростанції зменшить затрати на $4672523,5 - 4378188 = 294335,5$ грн.

1.12 Висновок до розділу 1

Для створення нормальних умов роботи працівників цеху по розливу артезіанської води в зимовий період запропоновано до монтажу систему опалення з використанням фанкойлів та металополімерних труб, як теплоносій використовується вода. Дана система повинна підтримувати на робочих місцях нормовану температуру повітря.

З метою економії енергоресурсів запроектована система опалення частково живиться електроенергією, отриманої від сонячних батарей.

В ТЕО було розраховано, що монтаж сонячних батарей є рентабельним, використання сонячної електростанції зменшить затрати на 294335,5 грн, порівняно із отримання електроенергії виключно із електромережі протягом 12 років.

2.1 Вихідні дані для проектування

Вихідними даними для розробки системи опалення є технологічна будівля – цех по розливу артезіанської води і будівельні креслення.

Цех по розливу артезіанської води будується в м. Львів. Основні кліматичні характеристики даного населеного пункту приводяться в таблиці 2.1 [9].

Таблиця 2.1 – Основні кліматичні характеристики.

Населений пункт	Географічна широта	Зона вологості	Середня температура			Тривалість періоду з середньодобовою температурою	Середня швидкість вітру за січень, м/с
			Найбільш холодної п'ятиденки	Найбільш жаркої п'ятиденки	За опалювальний період		
1	2	3	4	5	6	7	8
Львів	49°49'	Н	-19	23	-0,2	187	5,1

По важкості виконуваної роботи в відповідності з загальними енерговитратами організму роботи які будуть виконуватись в проєктованій будівлі відносяться до категорії 2 – середньої важкості підгрупа а) з енерговитратами 232 – 293 Вт.

Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в обслуговуваній зоні приміщення приводиться в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря [10].

Пори року	t, °C	φ %	V, м/с
Теплий (температура зовнішнього повітря 10°C і більше)	Не більше як на 3°C розрахункової температури	≤ 75	≤ 0.5
Холодний і перехідний (температура зовнішнього повітря нижче 10°C)	15 – 21	≤ 75	≤ 0.3

2.2 Моделювання та розрахунок системи опалення

2.2.1 Вихідні дані

Розрахункова температура внутрішнього повітря в холодний період року прийнята:

- Гардероб, комірчина, коридор $t_b = +16^\circ\text{C}$;
- сан. вузол $t_b = +24^\circ\text{C}$;
- приміщення для завантаження продукції, склад пустої тари $t_b = +18^\circ\text{C}$;
- склад готової продукції, цех з розливу води у тару, кімната очисних установок, кімната насосної станції, котельня $t_b = +20^\circ\text{C}$;
- решта приміщень $t_b = +22^\circ\text{C}$.

Розрахункова температура зовнішнього повітря для холодного періоду -19°C [9].

Тривалість опалювального періоду 187 днів. Швидкість вітру 5.1 м/с [9].

2.2.2 Моделювання та проектні розрахунки теплотехнічних параметрів зовнішніх стін

Для зовнішніх огороджувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд і внутрішніх конструкцій, що розділяють приміщення, температура повітря в яких відрізняється на 3°C та більше, обов'язкове виконання умов:

$$R_{\Sigma\text{пр}} \geq R_{q \text{ min}}, \quad (2.1)$$

де $R_{\Sigma\text{пр}}$ - приведений опір теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції чи непрозорої частини огороджувальної конструкції (для термічно однорідних огороджувальних конструкцій визначається опір теплопередачі), приведений опір теплопередачі світлопрозорої огороджувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

$R_{q \text{ min}}$ - мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції чи непрозорої частини огороджувальної конструкції, мінімальне значення опору теплопередачі світлопрозорої огороджувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

Мінімально допустиме значення $R_{q \text{ min}}$ опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій і дверей житлових і громадських будинків залежить від температурної зони [11].

Визначити необхідну товщину шару утеплювача для зовнішньої стіни опалюваного цеху по розливу артезіанської води, що розташований в м. Львів.

Стіна виконана з цегляної кладки.

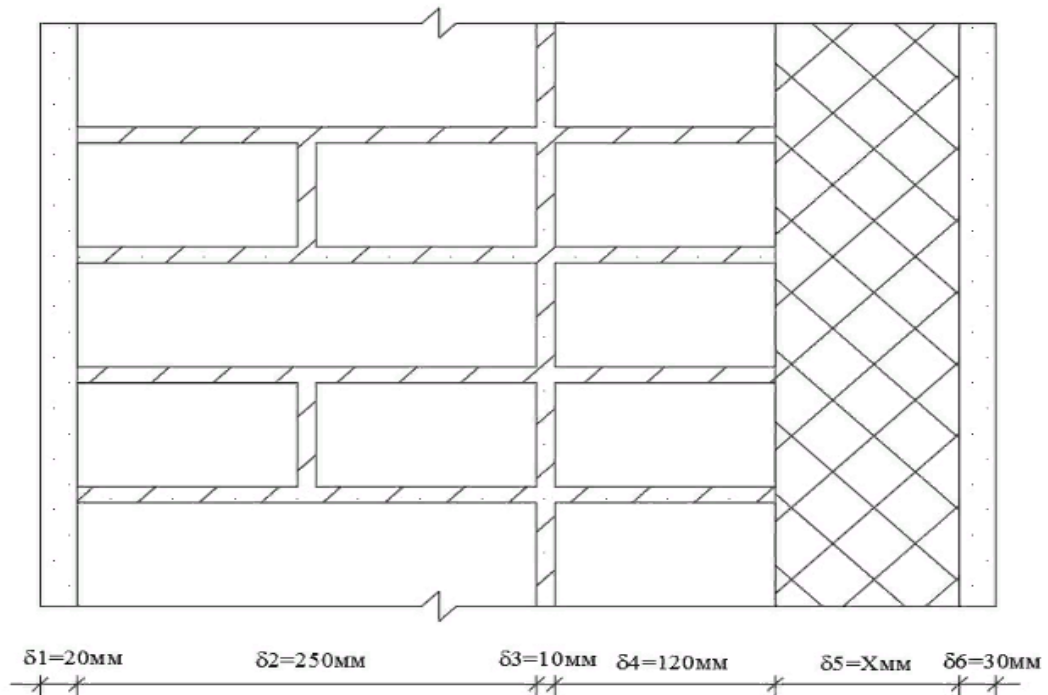


Рис. 2.1 – Схема до теплотехнічного розрахунку стіни

Випишемо розрахункові теплотехнічні характеристики будівельних матеріалів [10]:

1-й шар – штукатурка (вапняно-піщаний розчин):

$$\rho_3=1800 \text{ кг/м}^3; \quad \lambda_3=0,93 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}; \quad S_3=9,6 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)};$$

$$\mu_3=0,09 \text{ кг/(м}\cdot\text{год}\cdot\text{Па)}; \quad \delta_1=0,02 \text{ м}$$

2-й шар – цегла керамічна порожниста на цементно-піщаному розчині:

$$\rho_1=1600 \text{ кг/м}^3; \quad \lambda_1=0,64 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}; \quad S_1=10,12 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)};$$

$$\mu_1=0,11 \text{ кг/(м}\cdot\text{год}\cdot\text{Па)}; \quad \delta_1=0,25 \text{ м}$$

3-й шар – цементно-піщаний розчин

$$\rho_2=1600 \text{ кг/м}^3; \quad \lambda_2=0,47 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}; \quad S_2=8,69 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)};$$

$$\mu_2=0,12 \text{ кг/(м}\cdot\text{год}\cdot\text{Па)}; \quad \delta_2=0,01 \text{ м}$$

4-й шар – цегла керамічна порожниста на цементно-піщаному розчині:

$$\rho_1=1600 \text{ кг/м}^3; \quad \lambda_1=0,64 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}; \quad S_1=10,12 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)};$$

$$\mu_1=0,11 \text{ кг/(м}\cdot\text{год}\cdot\text{Па)}; \quad \delta_1=0,12 \text{ м}$$

5-й шар – ековата:

$$\rho_2=50 \text{ кг/м}^3; \quad \lambda_2=0,034 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}; \quad S_2=0,46 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)};$$

$$\mu_2=0,05 \text{ кг/(м}\cdot\text{год}\cdot\text{Па)}; \quad \delta_1=x \text{ м}$$

6-й шар – штукатурка (вапняно-піщаний розчин):

$$\rho_3=1800 \text{ кг/м}^3; \quad \lambda_3=0,93 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}; \quad S_3=9,6 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)};$$

$$\mu_3=0,09 \text{ кг/(м}\cdot\text{год}\cdot\text{Па)}; \quad \delta_1=0,03 \text{ м}$$

Визначаємо, що м. Львів відноситься до першої температурної зони, тоді $R_0 = 1,7 \text{ (м}^2 \text{ К)} / \text{Вт}$ для промислових будівель [11].

Розраховуємо товщину шару утеплювача для існуючого будівництва.

Термічний опір шару огорожуючої конструкції визначається за формулою:

$$R_n = \frac{\delta_n}{\lambda_n}, \quad (2.2)$$

де: δ - товщина шару, м;

λ - термічний опір шару, Вт/(м·К).

Термічний опір 1-го шару стіни:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,02}{0,93} = 0,02 \text{ (м}^2 \text{ К)} / \text{Вт.}$$

Термічний опір 2-го шару стіни:

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,25}{0,64} = 0,39 \text{ (м}^2 \text{ К)} / \text{Вт.}$$

Термічний опір 3-го шару стіни:

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,01}{0,47} = 0,02 \text{ (м}^2 \text{ К)} / \text{Вт.}$$

Термічний опір 4-го шару стіни:

$$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,12}{0,64} = 0,19 \text{ (м}^2 \text{ К)} / \text{Вт.}$$

Термічний опір 6-го шару стіни:

$$R_6 = \frac{\delta_6}{\lambda_6} = \frac{0,02}{0,93} = 0,02 \text{ (м}^2 \text{ К) /Вт.}$$

Необхідний термічний опір шару утеплювача визначається за формулою:

$$R_{yT} = R_0 - (R_B + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_6 + R_3). \quad (2.3)$$

$$R_{yT} = 1,7 - (1/8,7 + 0,02 + 0,39 + 0,02 + 0,19 + 0,02 + 1/23) = 0,9 \text{ (м}^2 \text{ К) /Вт.}$$

Необхідна товщина шару утеплювача

$$\delta_{yT} = R_{yT} \cdot \lambda_{yT} = 0,9 \cdot 0,04 = 0,04 \text{ м.} \quad (2.4)$$

Приймаємо товщину утеплювача $\delta_{yT} = 0,15 \text{ м.}$

Виконаємо перевірку: $R_{\Sigma пр} = R_B + R_1 + R_{yT} + R_3 + R_3 = 1/8,7 + 0,02 + 0,39 + 0,02 + 0,19 + 0,15 / 0,034 + 0,02 + 1/23 = 4,41 > 1,7$ отже розрахунок і підбір утеплювача виконані вірно.

Для уточнення термічного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, згідно ДСТУ - Н Б В.2.6 - 190(дод. В) визначаємо теплову інерцію конструкції стіни:

$$D = \sum R_i \cdot S_i = 0,02 \cdot 9,6 + 0,25 \cdot 10,12 + 0,01 \cdot 8,69 + 0,12 \cdot 10,12 + 0,1 \cdot 0,46 + 0,03 \cdot 9,6 = 4,38 \quad (2.5)$$

Висновок: Так як $D > 1,5$, термічний опір визначено правильно;

$$R_{\Sigma пр} = 4,41 \text{ (м}^2 \text{ К) /Вт.}$$

2.2.3 Моделювання та проектні розрахунки теплотехнічних параметрів перекриття над приміщенням

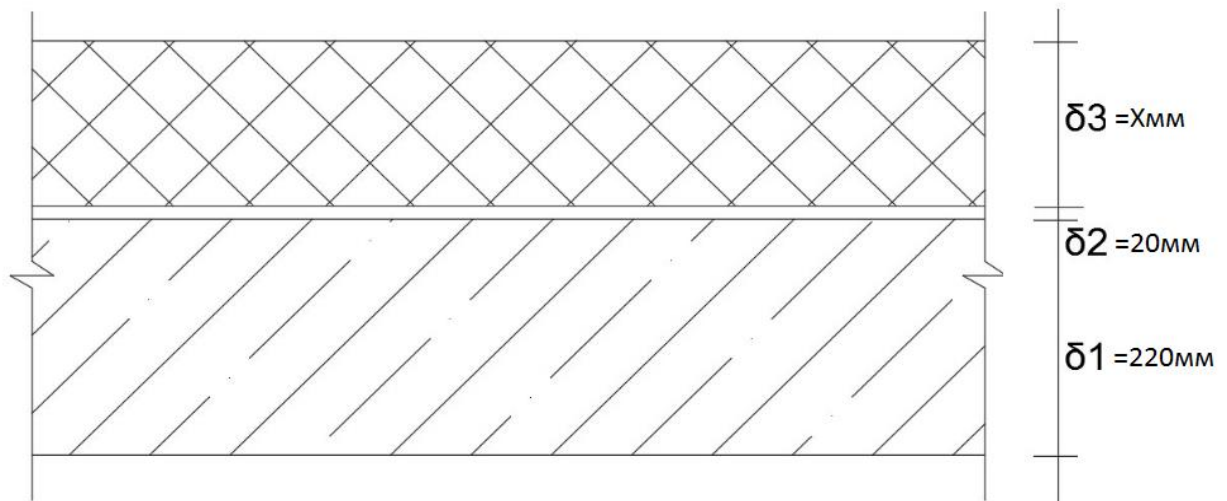


Рис. 2.3 – Схема до теплотехнічного розрахунку перекриття над приміщенням

Випишемо розрахункові теплотехнічні характеристики будівельних матеріалів [10]:

1-й шар – плита перекриття:

$$\delta_1 = 0,22 \text{ м}; \lambda_1 = 1,92 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

2-й шар – пароізоляція:

$$\delta_2 = 0,02 \text{ м}; \lambda_2 = 1,74 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

3-й шар – ековата:

$$\delta_3 = x \text{ м}; \lambda_3 = 0,034 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)};$$

Визначаємо товщину шару утеплювача для існуючого будівництва.

Термічний опір 1-го шару:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,22}{1,92} = 0,115 \text{ (м}^2 \text{ К) /Вт.}$$

Термічний опір 2-го шару:

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,005}{0,042} = 0,119 \text{ (м}^2 \text{ К) /Вт.}$$

Термічний опір 3-го шару:

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,005}{0,17} = 0,029 \text{ (м}^2 \text{ К) /Вт.}$$

Оскільки м. Львів відноситься до 1 температурної зони, тоді $R_0=1,7$ ($\text{м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$), для промислових підприємств [11].

Необхідний термічний опір шару утеплювача розраховується за формулою:

$$R_{\text{ут}} = R_0 - (R_{\text{в}} + R_1 + R_2 + R_3). \quad (2.6)$$

$$R_{\text{ут}} = 1,6 - (1/8,7 + 0,115 + 0,119 + 1/23) = 1,17 \text{ (м}^2 \text{ К) / Вт.}$$

Необхідна товщина шару утеплювача:

$$\delta_{\text{ут}} = R_{\text{ут}} \cdot \lambda_{\text{ут}} = 1,17 \cdot 0,034 = 0,04 \text{ м.}$$

Приймаєм товщину утеплювача $\delta_{\text{ут}} = 0,2$ м.

Виконаємо перевірку: $R_{\Sigma \text{пр}} = R_{\text{в}} + R_1 + R_2 + R_{\text{ут}} + R_4 + R_5 + R_3 = 1 / 8,7 + 0,115 + 0,119 + 0,2 / 0,034 + 1 / 12 = 4,9 > 1,6$, отже розрахунок і підбір утеплювача виконані вірно.

2.2.4 Моделювання та проектні розрахунки теплотехнічних параметрів перекриття над підвалом



Рис. 2.2 – Схема до теплотехнічного розрахунку перекриття над підвалом

Випишемо розрахункові теплотехнічні характеристики будівельних матеріалів [10]:

1- й шар – залізобетонне перекриття:

$$\delta_1=0,22 \text{ м}; \lambda_1=1,92 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К});$$

2- й шар – пінополістирольні плити:

$$\delta_2=x \text{ м}; \lambda_2=0,043 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К});$$

3- й шар – цементно-піщана стяжка:

$$\delta_3=0,04 \text{ м}; \lambda_3=0,7 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К});$$

4- й шар – Керамічна плитка:

$$\delta_4=0,01 \text{ м}; \lambda_4=1.1 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К});$$

Визначаємо товщину шару утеплювача для існуючого будівництва.

Термічний опір 1-го шару:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = 0,115 \text{ (м}^2 \text{ К)}/\text{Вт}.$$

Термічний опір 3-го шару:

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,04}{0,7} = 0,057 \text{ (м}^2 \text{ К)}/\text{Вт}.$$

Термічний опір 4-го шару:

$$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,01}{0,29} = 0,009 \text{ (м}^2 \text{ К)}/\text{Вт}.$$

Необхідний термічний опір шару утеплювача розраховується за формулою:

$$R_{\text{ут}}=R_0 - (R_{\text{в}} + R_1+R_3+R_4+R_3) ,$$

$$R_{\text{ут}}= 1,6 - (1/8,7+0,115 +0,057+0,009+1/12) = 1,221 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}.$$

Необхідна товщина шару утеплювача:

$$\delta_{\text{ут}} = R_{\text{ут}} \cdot \lambda_{\text{ут}} = 1,221 \cdot 0,04 = 0,05 \text{ м}.$$

Приймаємо товщину утеплювача $\delta_{\text{ут}} = 0,15 \text{ м}$.

Виконаємо перевірку: $R_{\Sigma\text{пр}}= R_{\text{в}} + R_1+ R_{\text{ут}}+R_3 +R_3 = 1 / 8,7 + 0,115 + 0,15 / 0,04 + 0,057 + 0,009 + 1 / 12 = 4,12 > 1,6$, отже розрахунок і підбір утеплювача виконані вірно.

2.2.5 Моделювання та проектні розрахунки теплотехнічних параметрів вікон

Визначаємо опір теплопередачі для вікон при $t_b - t_3 = 22 - (-19) = 41^\circ\text{C}$,
 $R_{0^H} = 0.51 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$.

Нормативному значенню термічного опору буде задовольняти подвійне застосування вікна 4М1-10-4М1-10-4і з фактичним опором $R_0 = 0.9 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ [10]. Коефіцієнт теплопередачі такого вікна без врахування втрат тепла стиків:

$$K = 1/R_0 = 1/0.9 = 1,11 \text{ м}^2\text{°C/Вт}. \quad (2.7)$$

2.2.6 Проектні розрахунки теплотехнічних параметрів дверей

Двері подвійні $R_0 = 0.9 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$; $K_{дв} = 1/R_0 = 1/0.9 = 1,11 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ [10].

2.2.7 Моделювання та проектні розрахунки теплових втрат приміщень взимку та в перехідний період

Система опалення повинна компенсувати всі тепловтрати будинку – через огорожувальні конструкції та на нагрівання зовнішнього холодного повітря, яке проникає в приміщення через різні нещільності в огорожувальних конструкціях (інфільтрація).

Загальні тепловтрати Q_z складаються з головних Q_g та додаткових Q_d .

Умовне позначення огорожувальних конструкцій в таблиці 2.1.: ЗС – зовнішня стіна; ВП – вікно з подвійним склінням; ДХ – дах; ПД – підлога; ДО – двері одинарні. Орієнтація: Пн – північ; Пд – південь; Зх – захід; Сх – схід.

Головні тепловтрати Q_{Γ} , Вт, визначають за формулою:

$$Q_{\Gamma} = 1/R_0^{\phi} \cdot F \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot n, \quad (2.8)$$

де: F – теплопередаюча поверхня огорожувальної конструкції, м²;

R_0^{ϕ} – повний фактичний термічний опір огорожувальної конструкції, м²•°С/Вт;

$t_{\text{в}}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С.

$t_{\text{з}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С, приймається середня температура найбільш холодної п'ятиденки [9];

n – коефіцієнт, що враховує положення зовнішньої поверхні перекриттів відносно зовнішньому повітрю [12].

Додаткові тепловтрати приймаються у відповідності з додатком К [12].

Теплові втрати окремої конструкції знаходяться за формулою:

$$Q_{\text{em}} = K \cdot S \cdot \Delta t \cdot n \cdot \left(\frac{q_{\text{em}}}{100} + 1 \right), \quad (2.9)$$

де K – коефіцієнт передачі тепла через конструкцію,

$$K = \frac{1}{R}, \quad (2.10)$$

де R – термічний опір конструкції;

S - площа огорожуючої конструкції;

Δt - різниця зовнішньої температури в найхолоднішу п'ятиденку та внутрішньої розрахункової температури;

q_{em} - коефіцієнт, що враховує додаткові втрати тепла від розміщення, %.

Теплові втрати на вентиляцію знаходяться за формулою:

$$Q_g = 0,337 \cdot S \cdot H \cdot \Delta t , \quad (2.11)$$

де Н – висота приміщення.

Для опалення цеху по розливу артезіанської води приймаємо до встановлення фанкойли Systemair SFL, потужність яких дозволить підтримувати оптимальну температуру взимку, влітку та в перехідний період. За отриманими даними, при виконанні гідравлічного розрахунку враховується максимальне навантаження на ділянку мережі.

Розрахунок було виконано в програмі для роботи з електронними таблицями Excel (додаток М).

Підбір фанкойлів та їх робочих характеристик було виконано в програмі Systemair FCU 204, а характеристики обраних фанкойлів наведені в додатку В.

2.2.8 Моделювання та проектні розрахунки теплонадходжень в приміщення цеху влітку

Розрахунок ведемо для липня місяця. В проекті дані дерев'яні вікна з потрійним склінням, які ущільнені пінополіуретановою само затухаючою піною. Вікна засклені безбарвним склом товщиною 4 мм. Згідно кліматич-

них умов для м. Львів $t_3=23$ °С; географічна широта - 49°49' північної широти, максимальне надходження тепла о 12 годині [9]. Для зменшення інсоляції встановлено внутрішні штори з тонкої тканини середньої по темноті забарвлення [10].

Надходження тепла в приміщення за рахунок інсоляції та різниці температур внутрішнього та зовнішнього повітря крізь світлові прорізи Q_0 , визначаємо за формулою:

$$Q_0 = (q'F'_0 + q''F''_0) \cdot c + \frac{t_3 - t_B}{R_0} \cdot F_0, \quad (2.12)$$

де q' , q'' - кількість тепла, що надходить в приміщення в липні крізь скління світлових отворів, Вт/м²;

$F_0 = F'_0 + F''_0$ - площа світлових отворів, м²;

F'_0, F''_0 - площі світлових отворів, що опромінюються і не опромінюються прямою сонячною радіацією відповідно, м²;

C – коефіцієнт сонцезахисту;

R_0 – опір теплопередачі заповнення світлового отвору;

$t_з, t_в$ - розрахункові температури зовнішнього та внутрішнього повітря, °С.

Значення величин q' і q'' для розрахункової години доби (за дійсним сонячним часом) визначають в залежності від географічної широти місця забудови та орієнтації вікон за сторонами світу.

Значення величин q' і q'' визначаємо за формулою:

$$q' = (q_{п.п.} + q_{п.р.}) \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.13)$$

де $q_{п.п.}$ і $q_{п.р.}$ - надходження тепла, Вт/м² відповідно від прямої та розсіяної сонячної радіації в липні крізь вертикальне скління світлового отвору[2, С.72]; K_1 – коефіцієнт, що враховує затінення світлових прорізів та забруднення атмосфери пилом; K_2 - коефіцієнт, що враховує забруднення віконного скла [10].

$$q'' = q_{п.р.} \cdot K_1 \cdot K_2. \quad (2.14)$$

Початкові дані для розрахунку зводимо в таблицю 2.3

Таблиця 2.3 – Початкові дані для розрахунку надходження тепла в будинок від інсоляції

№ п/п	F, м ²	Орієнтація за сторонами світу	K ₁	K ₂	q _{в.п.} , Вт/м ²	q _{в.р.} , Вт/м ²
1	2	Пн	0,6	0,95	36	76
2	11	Сх.	0,6	0,95	222	102
3	9	Пд	0,6	0,95	186	103
4	6	Зх	0,6	0,95	222	102

- Теплонадходження через інсоляцію в літній період:

Середньодобове значення теплонадходжень через зовнішні масивні конструкції, Вт:

$$Q_{01} = k_1 (t_{ум} - t_{вн}) F_1; \quad (2.15)$$

$$t_{ум01} = t_{зов} + \Delta t_p; \quad (2.16)$$

$$\Delta t_p = p \cdot q / \alpha_{зов}, \quad (2.17)$$

де k_1 - приведений коефіцієнт теплопередачі огорожувальної конструкції,

$$\frac{Вт}{м^2 \cdot К} [10];$$

$t_{ум}$ - умовна температура зовнішнього повітря, °С ;

$t_{зов}$, $t_{вн}$ - зовнішня та внутрішня розрахункові температури для теплого періоду року, °С [9].

Δt_p - температурна добавка, еквівалентна дії сонячної радіації, °С ;

p - коефіцієнт поглинання тепла сонячної радіації поверхнею; [10];

q - середньодобова інтенсивність сумарної сонячної радіації [9];

$\alpha_{зов}$ - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$, [2];

F - площа огорожувальної конструкції, м² ;

$p = 0,7$ - бетон.

- Теплонадходження від освітлення:

$$Q_{осв} = \Phi \cdot q \cdot \eta, \quad (2.18)$$

де $\Phi = F_{підл} \cdot E$ - світловий потік, лм;

$F_{підл}$ - площа підлоги;

E - освітленість приміщення в залежності від його цільового призначення, лк;

q - питома потужність, Вт/лк ;

η - коефіцієнт теплоперетворення, для ламп ЛБ (люмінесцентна біла) $\eta = 0,11$

;

$$n = \frac{\Phi}{\Phi'}, \text{ лампи (ЛБ1500} \times \text{38)}, \quad (2.19)$$

де Φ' - світловий потік однієї лампи.

Потужність N лампи ЛБ 1500×38 становить 80 Вт.

$$q = n \cdot \frac{N}{\Phi}, \text{ Вт/лк} \cdot \text{м}^2. \quad (2.20)$$

- Теплонадходження від працюючих людей:

При категорії робіт Па кількість явного тепла, що виділяється від працюючих, Вт:

$$Q_{л} = Q \cdot N, \text{ (Вт)}, \quad (2.21)$$

де Q – Явне тепло, що виділяється працюючим при виконанні роботи, Вт;

N – кількість працюючих людей.

Сумарні теплонадходження у гальванічному цеху становлять:

$$\sum Q_{я}^{надл.} = Q_{осв} + Q_{вд} + Q_{л} + Q_{о} \text{ (Вт)}. \quad (2.22)$$

2.3 Моделювання гідродинамічних режимів системи опалення

Розрахунок трубопроводів виконуємо після визначення всіх тепловтрат приміщень, вибору і розміщення обігрівальних приладів, складання схеми опалення в аксонометрії.

Гідравлічний розрахунок зводиться до визначення оптимальних діаметрів трубопроводів на кожній ділянці циркуляційних кілець. Вибране циркуляційне кільце ділиться на ділянки. Через кожен ділянку протікає постійна кількість води, межі ділянок знаходяться в точках зміни потужності потоку. Розрахунок починаємо з найбільш віддаленої і найбільш навантаженої ділянки.

Витрати води визначаються за виразом:

$$G = \frac{0,86 \cdot Q}{t}, \quad (2.23)$$

де: Q – теплове навантаження ділянки циркуляційного кільця, Вт;

Δt – різниця температур подаючої та зворотньої води, $^{\circ}\text{C}$.

Для даної системи приймаємо металопластикові труби. Орієнтуючись на витрату та швидкість руху води на ділянці (G , кг/год, V , м/с), з номограми (Додаток Г) визначаємо діаметр трубопроводу.

Після цього підраховуємо суму втрат тиску від тертя і суму втрат тиску від місцевих опорів. Потім визначають дійсні сумарні втрати тиску в циркуляційному кільці, які визначаємо за формулою:

$$P = \zeta \cdot \rho \frac{v^2}{2} + \lambda \frac{1}{d} \cdot \rho \frac{v^2}{2}, \quad (2.24)$$

де: $\Sigma \zeta$ – сума коефіцієнтів місцевого опору на даній ділянці, визначається з каталогів виробників фасонних частин, (додаток Д).

λ – коефіцієнт тертя, що залежить від матеріалу труб, стану (ступеня шорсткості) їх стінок і діаметру;

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{K_{\text{ш}}}{d} \cdot \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25}, \quad (2.25)$$

де: $K_{\text{ш}}$ - коефіцієнт шорсткості труб, для металополімерних труб $K_{\text{ш}} = 0,007$

Re - число Рейнольдса, яке знаходиться за формулою:

$$Re = \frac{v \cdot d}{0,37 \cdot 10^{-6}}, \quad (2.26)$$

де l – довжина відповідної ділянки трубопроводу, м;

v – швидкість руху теплоносія по трубопроводу, м/с;

ρ – густина теплоносія, (кг/м³).

Для очищення теплоносія від забруднень і збільшення довговічності системи, до установки приймаємо 3 фільтра грубої очистки, схему яких зображено на Аркуші 6, вузол 4 [13].

Для компенсації теплового розширення трубопроводу було визначено лінійне теплове розширення з допомогою онлайн калькулятора “Лінійне теплове розширення”, [14].

Відповідно отриманим значенням було обрано габарити П – подібних компенсаторів для всіх ділянок за результатами онлайн калькулятора “Плече компенсатора” [15], схема П-подібного компенсатора зображена на Аркуші 6, вузол 3 .

Таблиця 2.4 – Місцеві опори трубопроводу опалення

№ діл.	Місцеві опори		$\Sigma \zeta$
1	2	3	4
Для відводу до кожного фанкойла			
-	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	2 шт	6,1
-	Відвід під кутом 90°	2 шт	6,8
Для циркуляційного кільця 1			
1	Відвід 90° $D_y=16$ мм	2 шт	6,8
1a	Відвід 90° $D_y=16$ мм	2 шт	6,8
2	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05

Продовження табл 2.4

1	2	3	4
2а	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
3	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
3а	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
4	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
4а	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
5	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
	Відвід 90° $D_y=16$ мм	4 шт	13,2
5а	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
	Відвід 90° $D_y=16$ мм	4 шт	13,2
6	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
	Відвід 90° $D_y=16$ мм	1 шт	3,4
6а	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
	Відвід 90° $D_y=16$ мм	1 шт	3,4
7	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
7а	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
8	Трійник прохідний $D_y=18$ мм	1 шт	2,25
	Муфта перехідна $D_y=18$ мм	1 шт	2,8
8а	Трійник прохідний $D_y=18$ мм	1 шт	2,25
	Муфта перехідна $D_y=18$ мм	1 шт	2,8
9	Трійник прохідний $D_y=18$ мм	1 шт	2,25
9а	Трійник прохідний $D_y=18$ мм	1 шт	2,25

Продовження табл 2.4

1	2	3	4
---	---	---	---

10	Трійник прохідний $D_y=18$ мм	1 шт	2,25
10a	Трійник прохідний $D_y=18$ мм	1 шт	2,25
11	Трійник на розділення потоку $D_y=18$ мм	1 шт	3,1
	Відвід 90° $D_y=18$ мм	1 шт	2,8
11a	Трійник на розділення потоку $D_y=18$ мм	1 шт	3,1
	Відвід 90° $D_y=18$ мм	1 шт	2,8
12	Відвід 90° $D_y=16$ мм	2 шт	6,8
12a	Відвід 90° $D_y=16$ мм	2 шт	6,8
13	Відвід 90° $D_y=16$ мм	2 шт	6,8
13a	Відвід 90° $D_y=16$ мм	2 шт	6,8
14	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
	Відвід 90° $D_y=16$ мм	1 шт	3,4
14a	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
	Відвід 90° $D_y=16$ мм	1 шт	3,4
Для циркуляційного кільця 2			
1	Відвід 90° $D_y=16$ мм	2 шт	6,8
1a	Відвід 90° $D_y=16$ мм	2 шт	6,8
2	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
2a	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
3	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
3a	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05

Продовження табл 2.4

1	2	3	4
---	---	---	---

4	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
	Відвід 90° $D_y=16$ мм	1 шт	3,4
4a	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
	Відвід 90° $D_y=16$ мм	1 шт	3,4
5	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
	Відвід 90° $D_y=16$ мм	1 шт	3,4
5a	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
	Відвід 90° $D_y=16$ мм	1 шт	3,4
6	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
6a	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
7	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
7a	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
8	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
8a	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
9	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
9a	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
10	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
10a	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
11	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
11a	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
12	Трійник прохідний $D_y=18$ мм	1 шт	2,25
12a	Трійник прохідний $D_y=18$ мм	1 шт	2,25

Продовження табл 2.4

1	2	3	4
13	Трійник прохідний $D_y=18$ мм	1 шт	2,25
13a	Трійник прохідний $D_y=18$ мм	1 шт	2,25
14	Трійник прохідний $D_y=18$ мм	1 шт	2,25
14a	Трійник прохідний $D_y=18$ мм	1 шт	2,25
15	Трійник прохідний $D_y=18$ мм	1 шт	2,25
15a	Трійник прохідний $D_y=18$ мм	1 шт	2,25
16	Трійник прохідний $D_y=18$ мм	1 шт	2,25
16a	Трійник прохідний $D_y=18$ мм	1 шт	2,25
17	Трійник прохідний $D_y=18$ мм	2 шт	4,5
17a	Трійник прохідний $D_y=18$ мм	2 шт	4,5
18	Трійник прохідний $D_y=20$ мм	1 шт	1,35
18a	Трійник прохідний $D_y=20$ мм	1 шт	1,35
19	Відвід 90° $D_y=16$ мм	3 шт	10,2
19a	Відвід 90° $D_y=16$ мм	3 шт	10,2
Для циркуляційного кільця 3			
1	Відвід 90° $D_y=16$ мм	3 шт	10,2
1a	Відвід 90° $D_y=16$ мм	3 шт	10,2
2	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
2a	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
3	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
3a	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05

Продовження табл 2.4

1	2	3	4
---	---	---	---

4	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
4a	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
5	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
5a	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
6	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
6a	Трійник прохідний $D_y=16$ мм	1 шт	3,05
7	Трійник прохідний $D_y=20$ мм	1 шт	1,35
7a	Трійник прохідний $D_y=20$ мм	1 шт	1,35
8	Трійник прохідний $D_y=20$ мм	1 шт	1,35
8a	Трійник прохідний $D_y=20$ мм	1 шт	1,35
9	Трійник прохідний $D_y=20$ мм	1 шт	1,35
	Відвід 90° $D_y=20$ мм	1 шт	1,4
9a	Трійник прохідний $D_y=20$ мм	1 шт	1,35
	Відвід 90° $D_y=20$ мм	1 шт	1,4
10	Водорозетка $D_y=16$ мм	1 шт	2,8
10a	Водорозетка $D_y=16$ мм	1 шт	2,8
11	Водорозетка $D_y=16$ мм	1 шт	2,8
11a	Водорозетка $D_y=16$ мм	1 шт	2,8

Гідравлічний розрахунок було виконано в програмі для роботи з електронними таблицями Excel, а результати наведено в додатку С.

При підборі необхідної площі труб для теплої підлоги використовується графік залежності питомого теплового потоку від середньої температури води в трубах (додаток У), відповідно обраній методиці [16], отримані данні наведені в таблиці 2.5.

<i>№ прим.</i>	<i>Тепловтра т</i>	<i>Крок труб, мм</i>	<i>Теплова потужність</i>	<i>Діаметр труби, D, мм</i>	<i>Пло ща</i>
----------------	------------------------	--------------------------	-------------------------------	---------------------------------	-------------------

	<i>приміщення, Вт</i>		<i>труби,Вт/м3</i>		<i>ділян ки, м²</i>
<i>123</i>	<i>551</i>	<i>100</i>	<i>165</i>	<i>16</i>	<i>3,33</i>
<i>124</i>	<i>598</i>	<i>100</i>	<i>165</i>	<i>16</i>	<i>3,6</i>
<i>125</i>	<i>636</i>	<i>250</i>	<i>100</i>	<i>16</i>	<i>6,4</i>
<i>126</i>	<i>636</i>	<i>250</i>	<i>100</i>	<i>16</i>	<i>6,4</i>
<i>127</i>	<i>382</i>	<i>100</i>	<i>165</i>	<i>16</i>	<i>2,3</i>
<i>128</i>	<i>132</i>	<i>100</i>	<i>165</i>	<i>16</i>	<i>0,8</i>

План розміщення теплої підлоги зображено на Аркуші 8.

2.4 Підбір опалювального агрегату

Система опалення цеху поділена на 3 циркуляційні кільця, що дозволяє мінімізувати порушення мікрокліматичних умов при можливому виведенні з ладу ділянки мережі.

Для кожного циркуляційного кільця підбираємо тепловий насос. Максимальне теплове навантаження циркуляційного кільця №1 становить 17,6 кВт, циркуляційного кільця №2 – 19,4. Для забезпечення необхідної потужності системи опалення на даних ділянках мережі облаштовуємо два теплових насоси Silesia Term ST earth 20 кВт (додаток Е). Для циркуляційного кільця №3 з потребою у теплі 13 кВт підбираємо тепловий насос Silesia Term ST earth 14кВт (додаток Є).

Для відбору тепла з ґрунту розраховуємо довжину трубопроводу.

Потужність контурів ґрунтового теплообмінника теплового насоса обчислюється щодо потужності і COP обраного теплового насоса за формулою:

$$P_e = P_n * (1 - 1 / COP), \text{ кВт} \quad (2.27)$$

Де P_n – номінальна потужність теплового насоса, COP – коефіцієнт перетворення. Розрахунок застосовують для одного з режимів відповідно до стандарту EN 14511 (зазвичай приймають точку W0 / W35, де 0 ° C – температура

теплоносія на вході у випарник, 35 ° С – температури подачі в систему опалення).

Необхідна довжина горизонтального теплообмінника теплового насоса, дорівнює відношенню необхідної потужності до знімається потужності одного метра труби:

$$L = P_e / q , \text{ м}, \quad (2.28)$$

де q - середнє значення знімання тепла з кожного метра ґрунтового колектора [20].

Результати розрахунку зводимо до таблиць 2.6 та 2.7

Таблиця 2.6 – розрахунок довжини тепловідбірних труб теплових насосів Silesia Term ST earth 20 кВт.

	Позначення	Величина
Різнаця темп. Подаючої і зворотньої магістралі	Δt	10
Номінальна теплова потужність теплового насосу	Q	20
СОР теплового насосу		4,4
Потужність електронагрівного тєну	Q_T	9
Отримувана потужність контурів ґрунтового теплообмінника	P_e	4,9090909
Необхідна довжина горизонтального теплообмінника	L	122,72727
Кількість свердловин	n	3
Довжина однієї свердловини	L_n	40,909091

Таблиця 2.7 – розрахунок довжини тепловідбірних труб теплових насосів Silesia Term ST earth 14 кВт.

	Позначення	Величина
Різниця темп. Подаючої і зворотньої магістралі	Δt	10
Номінальна теплова потужність теплового насосу	Q	14
COP теплового насосу		4,37
Потужність електронагрівного тєну	Q_T	4
Отримувана потужність контурів ґрунтового теплообмінника	Pe	6,7963387
Необхідна довжина горизонтального теплообмінника	L	169,90847
Кількість свердловин	n	3
Довжина однієї свердловини	L_n	56,636156

2.5 Моделювання та проектні розрахунки по вибору робочих характеристик розширювальних баків

Для вибору розширювального баку визначаємо загальний об'єм системи, у відповідності до методики [21]:

З позиції геометрії труба являє собою прямий круговий циліндр.

Об'єм такого об'єкта рівний:

$$V=L \cdot S, \quad (2.29)$$

де L – довжина труби;

S – площа перерізу .

Площа перерізу труби, яка має форму круга з відомим діаметром визначають за формулою:

$$S=\pi \cdot \frac{d^2}{4}, \quad (2.30)$$

Де d – діаметр круга.

Відповідно отриманих об'ємів, різниці температур теплоносія в системі та тиску рідини з допомогою програми для підбору опалювального обладнання Reflex Pro Win підбираємо розширювальні баки Reflex DD 2.

2.6 Моделювання та проектні розрахунки по вибору теплообмінника

Теплообмінні апарати — пристрої, у яких здійснюється теплообмін між двома або декількома твердими, рідкими, газоподібними середовищами у різних комбінаціях. Застосовують теплообмінні апарати у побуті, промисловості, сільському господарстві [17].

Теплообмінний апарат в даній системі використовується для збільшення надійності системи, та для зменшення часу роботи теплового насосу.

З обох сторін агрегату є 2-а незалежних один від одного контурів. Для того щоб обчислити витрати, необхідно визначити кількість теплової енергії, необхідну для опалення 2-го контуру відповідно даній методиці, [21]. Визначення площі пластин, необхідної для теплопередачі робиться за формулою:

$$S = \frac{W}{\Delta t_{cp} \cdot K}, \text{ м}^2, \quad (2.31)$$

де S – площа всіх пластин, м^2 ;

W – необхідна теплова потужність, Вт;

K – повний коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, $K=3000 - 6000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ (обираємо теплообмінник з повним коефіцієнтом теплопередачі $4300 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$);

Δt_{cp} – температурний перепад контурів по середній температурі контуру, $^\circ\text{C}$.

$$\Delta t_{cp} = \frac{T_1^{\text{под}} + T_1^{\text{зв}}}{2} - \frac{T_2^{\text{под}} + T_2^{\text{зв}}}{2}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.32)$$

де $T_1^{\text{под}}$, $T_2^{\text{под}}$ – температура подачі першого і другого контуру відповідно, $^\circ\text{C}$;

$T_1^{\text{зв}}$, $T_2^{\text{зв}}$ – температура зворотнього трубопроводу першого і другого контуру відповідно, $^\circ\text{C}$.

Оскільки температурний режим всіх теплових насосів однаковий, то температурний перепад контурів по середній температурі контуру для всіх теплових точок становить:

$$\Delta t_{cp} = \frac{55+45}{2} - \frac{50+45}{2} = 10 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Площа теплообмінника для 1-го циркуляційного кільця становить:

$$S = \frac{17600}{10 \cdot 4300} = 0,14 \text{ м}^2$$

Площа теплообмінника для 1-го циркуляційного кільця становить:

$$S = \frac{19400}{10 \cdot 4300} = 0,15 \text{ м}^2$$

Площа теплообмінника для 1-го циркуляційного кільця становить:

$$S = \frac{13400}{10 \cdot 4300} = 0,13 \text{ м}^2.$$

Для надійності роботи системи при виборі теплообмінника забезпечуємо запас площі у розмірі 10% на випадок забруднення теплообмінника.

Для циркуляційного кільця №1 підбираємо теплообмінник марки Funke моделі FP 16 з площею теплообміну однієї пластини 0,16 м², кількість пластин – 3 шт.

Для циркуляційного кільця №2 підбираємо теплообмінник марки Funke моделі FP 50 з площею теплообміну однієї пластини 0,16 м², кількість пластин – 1 шт.

Для циркуляційного кільця №3 підбираємо теплообмінник марки Funke моделі FP 14 з площею теплообміну однієї пластини 0,14 м², кількість пластин – 3 шт.

Габаритні розміри корпусу, пластин та розміри приєднання наведенні в додатку Л.

Циркуляція теплоносія виконується примусово, з допомогою насосів які встановлені на зворотній лінії.

Для першого та другого циркуляційних кілець відповідно результатам гідравлічного розрахунку (Додаток С) було підбрано спарені циркуляційні

насоси Calpeda Calpeda NR4 100C/A, а для третього циркуляційного кільця - Calpeda NR4 65C/A

2.7 Моделювання та проектні розрахунки по вибору потужності сонячних батарей

Для підбору потужності сонячних батарей слід знати розміри споживання електроенергії цехом.

За прикладом розрахунку [19], знаходимо середньомісячні витрати електроенергії цеху в зимовий, опалюваний період, в який спостерігається найбільше енергоспоживання (таблиця 2.8), та в період, коли опалювання відключене (таблиця 2.9).

Витрата електроенергії на протязі місяця визначається за формулою:

$$N_{\text{втр}}^{\text{міс}} = n \cdot K \cdot t \cdot T \cdot N, \quad (2.33)$$

де n – кількість даних споживачів, шт.;

K – коефіцієнт нерівномірності використання протягом доби;

t – тривалість роботи протягом доби, год.;

T – Тривалість користування протягом місяця, днів;

N – споживана потужність даного приладу, кВт год.

Таблиця 2.8 Споживання електроенергії в зимовий період на протязі місяця

№	Споживач енергії	n шт.	K	t	Днів	N, кВт·год	Витрата електроенергії в місяць, кВт год.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Освітлення Led лампами	63	0,8	16	30	0,006	145,2
2	Лінія розливу Триблок ТФ 3000	1	1	16	26	10	4160
3	Система автоматизації обробки води	1	1	16	26	1,1	457,6
4	Система відеоспостереження	1	1	24	30	0,6	432
5	Ком'ютер	12	0,7	16	26	0,55	1921,9
6	Холодильник	1	1	24	30	0,45	324
7	Додаткові енерговитрати	-	-	24	30	1	720
8	Охоронне освітлення	12	1	16	30	0,008	3,84
9	Інвектор сонячних батарей	2	1	24	30	0,015	10,8
10	Теплові насоси	2	1	24	30	27,5	39600
11	Контролер заряду сонячних батарей	2	1	24	30	0,005	3,6
Σ, кВт/год							44201,2
Σ, МВт/год д							44,2
Максимальне денне енергоспоживання							774,1
Енергоспоживання на протязі опалювального періоду							275520,56

Таблиця 2.9 Споживання електроенергії в літній період на протязі місяця

№	Споживач енергії	кількіст шт.	K	t	Днів	N, кВт·год	Витрата електроенергії в місяць, кВт год.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Освітлення Led лампами	63	0,8	11	30	0,006	99,792
2	Лінія розливу Триблок ТФ 3000	1	1	16	26	10	4160
3	Система автоматизації, та обробки води	1	1	16	26	1,1	457,6
4	Система відеоспостереження	1	1	24	30	0,5	360
5	Ком'ютер	12	0,7	16	26	0,4	1397,76
6	Холодильник	1	1	24	30	0,45	324
7	Додаткові енерговитрати	-	-	24	30	0,5	360
8	Охоронне освітлення	12	1	11	30	0,008	2,64

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

9	Інвектор сонячних батарей Huawei Sun 2000-33K-L-A	2	1	24	30	0,015	10,8
10	Контролер заряду сонячних батарей MPPT30 (30A, 12-24V)	2	1	24	30	0,005	3,6
Σ, кВт/год							7161,792
Σ, МВт/год							7,161792
Максимальне денне енергоспоживання							269,6
Енергоспоживання на протязі неопалюваного періоду							42493,2992

Річне енергоспоживання становить 231772 кВт год.

Оскільки енергоспоживання цеху дуже високе, приймаємо до установки сонячну електростанцію загальною потужністю сонячних модулів 30,25 кВт, яка частково покриє затрати на електроенергію, та дозволить продавати за “зеленим тарифом” частину електроенергії (Додаток Ж).

Кількість акумуляторів, необхідних до установки становить:

$$n = \frac{N_{\text{ел}}}{N_{\text{ак}}} \cdot K \cdot p \quad (2.34)$$

де $N_{\text{ел}}$ - розрахункова необхідна потужність електростанції, $N_{\text{ел}}=30$ кВт;

$N_{\text{ак}}$ – ємність одного акумулятора, $N_{\text{ак}}=2,4$ кВт;

K – Коефіцієнт, що враховує 50% розрядження акумулятора, $K=2$;

$$n = \frac{30}{2,4} \cdot 2 = 25 \text{ шт.}$$

Рекомендована напруга для даної електростанції становить 96 В (додаток Б) [20].

Додатково до установки приймаємо наступне допоміжне обладнання:

- мережевий інвектор Huawei Sun 2000-33K-L-A;
- контролер заряду MPPT30 (30A, 12-24V)

2.8 Висновки до розділу 2

Відповідно вихідним даним на проектування було виконано теплотехнічний розрахунок для приміщень цеху по розливу артезіанської води. За технічними рішеннями було спроектовано розміщення та необхідну теплову потужність опалювального пристрою, виконано підбір фанкойлів марки Systemair та пораховано гідравлічний розрахунок. В результаті виконаного гідравлічного розрахунку було отримано, що теплова потужність опалювального агрегату першого циркуляційного кільця має становити 17,6 кВт, другого – 19,4 кВт а третього – 13 кВт. Для забезпечення необхідної потужності системи було підбрано для циркуляційних кілець №1 та №2 теплові насоси Silesia Term ST earth 20 кВт а для циркуляційного кільця №3 Silesia Term ST earth 20 кВт.

Для надійної роботи системи при зміні тиску який створюється за рахунок температурного розширення було підбрано розширювальні баки з допомогою програмного забезпечення Reflex Pro Win марки Reflex DD 2, на ділянках мережі забезпечено компенсування температурного розширення трубопроводу П-подібними компенсаторами, які зображені на Арк. вузол .

Для надійної роботи системи та зменшення кількості годин роботи теплових насосів було підбрано теплообмінники марки Funke моделей FP 16 , FP 50 та FP 14 для циркуляційних кілець №1, №2, та №3 відповідно.

Для автономної роботи системи опалення та обладнання цеху було пораховано загальні потреби в електроенергії, відповідно яким було обрано загальну потужність встановлюваної електростанції в 30 кВт, підбрано акумулятори для системи та підбрано таке допоміжне обладнання, як мережеві інвектори Huawei Sun 2000-33K-L-A та контролери заряду MPPT30 (30A, 12-24V).

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Вихідні данні

Розробляємо технологію монтажу системи автономного опалення цеху по розливу артезіанської води в м. Львів.

Система опалення призначена для забезпечення оптимальної температури у приміщеннях для роботи людей, та обладнання.

Вихідними даними для виконання монтажних робіт є:

- аксонометрична схема з вказаними діаметрами (Аркуш 2);
- таблиця 2.4, в якій наведені гідравлічні опори;
- схема системи опалення на плані цеху, в якій наведені радіатори, які мають встановлюватись на даній ділянці (Аркуш 1).

3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи.

Перед початком монтажних робіт об'єкт приймають по акту під монтаж, що підписується представником генерального підрядника, який виконує будівельні роботи. Об'єкт чи його частину приймають під монтаж при закінченні будівельних робіт: закінчених перекриттів, сходових кліток, внутрішніх стін і перегородок.

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

1) Оштукатурені ніші і ділянки стін в місцях встановлення опалювальних приладів і прокладання трубопроводів.

2) Підготовлені монтажні пройми для переміщення крупно габаритного обладнання, що підлягає монтажу.

3) Нанесені на стінах фарбою, що важко змивається, відмітки чистої підлоги.

4) Встановленні віконні коробки і підвіконні дошки.

5) Підготовлені основи під водонапірні баки, влаштовані фундаменти під котли, насоси.

6) Підведені електросилові лінії для підключення механізмів та електроінструменту.

7) Забезпечена освітленість робочих місць, доступ до них робітників та можливість доставки матеріалів і обладнання, що підлягають монтажу.

8) Підготовлене риштування на підмостки для виконання робіт.

Окрім вказаних вимог до готовності об'єкту під монтаж перед початком робіт необхідно виділити місце для складування матеріалів, санітарно технічних заготовок і обладнання. Необхідно також приміщення для зберігання малогабаритних матеріалів, інструментів, інвентарю.

Після приймання, на об'єкт у відповідності до проекту виконання робіт, встановлюються:

- а) монтажні пристосування та механізми;
- б) допоміжні матеріали;
- в) заготівельні вузли;

3.3 Визначення складу і об'ємів робіт

Об'єм робіт по монтажу системи опалення виконується на основі плану цеху (Аркуш 1), аксонометричної схеми системи опалення (Аркуш 2), гідравлічного розрахунку системи (Додаток С)

Визначення складу і об'ємів робіт для монтажу системи опалення.

1. Доставка деталей і обладнання до місця монтажу. Одиниці вимірювання в кілометрах. Дальність транспортування 25 км, вага вантажу 1460 кг. Об'єм $V=1,460$, [30].
2. Пробивання гнізд та отворів в стінах. Одиниці вимірювання в 100 шт. Необхідна кількість отворів - 131 шт. Об'єм $V=1,31$, [30].
3. Пробивання борозд в перекриттях. Одиниця виміру 100 м. Об'єм $V=0,04$ [30].
4. Прокладання трубопроводів опалення з металополімерних труб $d 16 \times 2$ мм. Одиниці вимірювання в 100 м. Необхідна довжина труб – 191,2 м. Об'єм $V=1,912$ [31].

5. Прокладання трубопроводів опалення з металополімерних труб d 20x2 мм. Одиниці вимірювання в 100 м. Необхідна довжина труб – 103,4 м. Об'єм $V=1,034$, [31].
6. Прокладання трубопроводів опалення з металополімерних труб d 26x2 мм. Одиниці вимірювання в 100 м. Необхідна довжина труб – 33,2 м. Об'єм $V=0,332$, [31].
7. Встановлення грязьовиків. Одиниці вимірювання в 1 шт. Об'єм $V=5$, [32];
8. Встановлення клапанів запобіжних. Одиниці вимірювання в 1 шт. Об'єм $V=3$, [32].
9. Встановлення кранів кульових на трубопроводах. Одиниці вимірювання в 100 кВт. Необхідна потужність – 1 шт. Об'єм $V=48$, [32].
10. Встановлення повітрязбірників. Одиниці вимірювання в 1 шт. Об'єм $V=38$, [32].
11. Встановлення контрольно-вимірювальних приладів. Одиниці вимірювання в 1 шт. Об'єм $V=38$, [32].
12. Монтаж фанкойлів. Одиниці вимірювання в 100 кВт. Об'єм $V=0,5$, [32].
13. Монтаж трубопроводу теплої підлоги з металополімерних труб d 16x2 мм. Одиниці вимірювання в 100 м. Необхідна довжина труб – 149,1 м. Об'єм $V=1,491$, [31].
14. Монтаж розподільчої гребінки системи теплої підлоги. Одиниці вимірювання в 1 шт. Об'єм $V=2$, [32].
15. Гідравлічне випробування трубопроводів системи опалення. Одиниці вимірювання в 100 м. Необхідна довжина трубопроводів – 371,3 м. Об'єм $V=3,713$, [31].
16. Ізоляція трубопроводів. Одиниці вимірювання в 10 м. Об'єм $V=0,8$, [31].
17. Розробка ґрунту. Одиниці вимірювання в 100 м^3 . Об'єм $V=0,3$, [30].
18. Буріння свердловин під вертикальний колектор. Одиниці вимірювання в 100 м. Об'єм $V=4,1$, [30].
19. Монтаж трубопроводу вертикального колектору, d 40x2 мм. Одиниці вимірювання в 100 м. Необхідна довжина труб – 475,5 м. Об'єм $V=4,755$, [31].

20. Монтаж розподільчої гребінки вертикального колектору. Одиниці вимірювання в 1шт. Об'єм $V=2$, [32].
21. Засипка траншей. Одиниці вимірювання в 100 м^3 . Об'єм $V=0,2$, [30].
22. Гідравлічне випробування трубопроводів системи опалення. Одиниці вимірювання в 100 м. Необхідна довжина труб – 475,5 м. Об'єм $V=4,755$, [31].
23. Закладення отворів, гнізд та борозен. Одиниці вимірювання в м^3 . Об'єм $V=0,3$, [31].
24. Монтаж теплового насосу. Одиниці вимірювання в 1шт. Об'єм $V=3$, [32].
25. Вивезення деталей і обладнання та будівельного сміття з місця монтажу. Одиниці вимірювання в кілометрах. Дальність транспортування 20 км, вагою в 1т. Об'єм $V=1$, [30].

Визначення складу і об'ємів робіт для монтажу сонячної електростанції:

- 1 Доставка деталей і обладнання до місця монтажу. Одиниці вимірювання в кілометрах. Дальність транспортування 23 км, вага вантажу 15т. Об'єм $V=15$, [30].
- 2 Виготовлення металевих каркасів для кріплення сонячних батарей, [27];
- 3 Пробивання гнізд та отворів в стінах. Одиниці вимірювання в 100 шт. Необхідна кількість отворів - 131 шт. Об'єм $V=1,31$, [30].
- 4 Піднімання та монтаж елементів кріплення сонячних батарей. Одиниці вимірювання в т. Необхідна вага - 9350 кг. Об'єм $V=9,35$, [30].
- 5 Підіймання сонячних батарей. Одиниці вимірювання в маш-год. Об'єм $V=325$, [30].
- 6 Монтаж сонячних батарей Одиниці вимірювання в шт. Необхідна кількість - 110 шт. Об'єм $V=110$, [29].
- 7 Пробивання гнізд та отворів в стінах. Одиниці вимірювання в 100 шт. Необхідна кількість отворів - 13 шт. Об'єм $V=0,13$, [30].
- 8 Проведення ліній електропередачі. Одиниці вимірювання в 100 м. Необхідна кількість кабелю - 472 м. Об'єм $V=4,72$, [28].
- 9 Монтаж мережевих інвекторів Huawei Sun 2000-33K-L-A. Одиниці вимірювання в 1 шт. Об'єм $V=3$, [29].

- 10 Монтаж контролерів заряду МРРТ30 (30А, 12-24V). Одиниці вимірювання в 1 шт. Об'єм V=3, [29].
- 11 Виготовлення стилажа для акумуляторів. Одиниці вимірювання в шт.. Об'єм V=3, [27].
- 12 Підключення і наладка акумуляторів. Одиниці вимірювання в шт. Об'єм V=46, [29].
- 13 Ревізія роботи сонячної електростанції. Одиниці вимірювання в шт. Об'єм V=46, [29].
- 14 Вивезення деталей і обладнання та будівельного сміття з місця монтажу. Одиниці вимірювання в кілометрах. Дальність транспортування 19 км, вага вантажу 1,3 т. Об'єм V=1,3, [30].

3.4 Комплектація матеріалів, виробів та обладнання

Таблиця 3.1 – Рекомендований набір монтажних пристосувань і засобів малої механізації, інструментів постійного користування для бригади монтажників з восьми робітників.

Найменування	Головний параметр	Кількість, шт.
1	2	3
Молоток слюсарний сталевий	Вага 0.5...1.0 кг	2
Молоток покрівельний	Вага 1.5 кг	4
Кувалда	Вага 2...4 кг	2
Зубило слюсарне	L = 160...250 мм	2

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
Ключі гайкові двосторонні	Розміри (мм) 8×10; 12×13; 13×14; 17×19; 22×24; 27×30	Кожного розміру по 4
Ключ гайковий розвідний	Розміри 12;19;30 мм	4
Викрутка слюсарно-монтажна	l = 160...250 мм	4
Плоскогубці комбіновані	l = 160...200 мм	4
Рамка ножовочна ручна	Довжина полотна 250...300 мм	2
Лом монтажний ЛМ	D = 24 мм	2
Метр металевий	0 –1000 м	4
Лінійка вимірювальна металева	500 мм	2
Рулетка вимірювальна металева РС	Довжина 5...20 м	4

Штангенциркуль ШЦЦ	Межа вимір.0...125	4
Рівень будівельний УС - 2	l = 300 мм	4
Різак для металопластикової труби.	Мінімальний діаметр труби 14	2
Калібр з зенкером.	Діаметр свердла 12 мм	2
Кондуктор	Діаметр 14 – 40 мм	2
Електродріль DWT SBM-780	Діаметр свердла 14...23 мм	2
Трьох елементна розкладна стрем'янка	7,1м	2
Прес радіальний Virax Viper P30+	Діаметр 14 – 110 мм	2

3.5 Потреба в монтажному інструменті

Для пробивання отворів та гнізд в стінах використовується електродріль DWT SBM-780, технічні характеристики якого наведені в таблиці 3.2, [23].

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики електродрілі DWT SBM-780

Характеристика	Значення
Частота обертання, об/хв	2800
Живлення від мережі, В	220
Швидкість ударів, уд/хв	44800
Потужність, Вт	780
Маса, кг	2,1
Режим роботи	удар+сверління

Для монтажу металополімерного трубопроводу використовується радіальний прес Virax Viper P30+, та прес інструмент VALTEC ручний для їх з'єднання опресовуванням, технічні характеристики яких наведені у таблицях 3.3, [24] та 3.4, [25], відповідно.

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики преса радіального Virax Viper P30+

Характеристика	Значення
Частота сили струму, Гц	50
Живлення від мережі, В	220
Маса пресс інструменту без додаткових елементів і запасних частин, кг	4,5
Можливість скріплення труб з діаметром, мм	12 - 110

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики пресс інструмента VALTEC

Характеристика	Значення
Діаметри труб для застосування, мм	16/18/20/25/32
Маса, кг	3,1

Для гідравлічного випробування змонтованої системи використовується опресувальний насос RP-30, технічні характеристики якого наведені в таблиці 3.5 , [26].

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики обпресувального насосу марки RP-30

Характеристика	Значення
Тиск, бар	≤ 30
Об'єм резервуара, л	4,5
Габаритні розміри, мм	440x200x240
З'єднання	R 1/2"
Маса, кг	4,5

3.6 Транспортування матеріалів, виробів та обладнання

Обладнання та матеріали доставляються до місця монтажу за допомогою вантажного автомобілю КамАЗ 53212, технічні характеристики якого наведені в таблиці 3.2, [22].

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики автомобіля КамАЗ 53212

Характеристика	Значення
Повна маса автомобіля, кг	8000

Маса навантаженого автомобіля, кг	18000
Максимальна швидкість, км/год	80
Витрата палива на л/100 км при швидкості 60 км/год	35
Тип двигуна	Дизельний
Наявність маніпулятора	+
Тип маніпулятора	Atlas Terex 2010
Виліт стріли	6м

3.7 Аналіз конструктивних особливостей системи опалення

В даній магістерській дипломній роботі розробляється технологія монтажу двотрубною системи опалення.

В якості теплоносія використовується вода. Застосовуються металополімерні труби трубопроводи з \varnothing від 16 до 26 мм, які монтуються відкрито, кріплячись до стіни. В якості опалювальних приладів використовуються фанкойли марки Systemair, з характеристиками наведеними в додатку В. Система функціонує за рахунок примусової циркуляції теплоносія. В даній системі три опалювальні прилади (теплові насоси) працюють по окремим циркуляційним кільцям, і поділяють загальне теплове навантаження. На кожне відгалуження встановлюється балансувальний клапан.

Для очищення теплоносія від забруднень і збільшення довговічності системи до установки приймаємо три фільтри грубої очистки, на кожне циркуляційне кільце по одному. Схема поєднання фільтра грубої очистки та метало пластикових труб зображено на Аркуші 6 , вузол 4.

Основною перевагою двотрубною системи опалення є те, що дана система забезпечує рівномірне розподілення теплоносія в мережі, завдяки чому гарантується точне регулювання опалювальних приладів по приміщеннях.

Недоліком є висока матеріалоємність системи, як наслідок — збільшення вартості робіт.

Фанкойли розташовані на відстані 150 мм від підлоги. Діаметри трубопроводів було прийнято за результатами гідравлічного розрахунку, в

залежності від витрати та швидкості руху теплоносія. Схема підключення фанкойлів зображена на Аркуші 6, вузол 3. Компенсатори розташовані на ділянках, де не можлива самокомпенсація, і є можливість виникнення аварії внаслідок температурного розширення труб.

3.8 Вимоги до монтажу елементів системи опалення та електропостачання

3.8.1 Вимоги до монтажу трубопроводів.

До монтажу системи опалення із металополімерних труб, які подають теплоносій до біметалевих радіаторів висувають наступні вимоги:

- а. з'єднання трубопроводів повинні бути розміщені в доступних місцях;
- б. нарізані заготовки слід відкалібрувати і зачистити;
- в. кріплення трубопроводів мають мати достатню міцність, щоб витримати вагу трубопроводу, і можливі фізичні навантаження;
- г. прокладання систем через конструкції будівель важливо проводити за допомогою гільз, внутрішній діаметр яких на 0,5-1 см більше аналогічного параметра труби. Зазор, який утворюється між елементами, потрібно заповнити м'яким негорючим матеріалом, що забезпечує пересування труби в поздовжньому напрямку;
- д. під час прокладання металопластикових водопровідних або опалювальних систем важливо не допускати пошкоджень поверхні елементів, включаючи подряпини або надрізи. Для розпакування бухти краще уникати гострих предметів, а розмітку конструкції виконувати олівцем або маркером;
- е. монтаж конструкції можна здійснювати із застосуванням опори або підвіски, які зазвичай присутні в асортименті виробників метало труб. Вони допомагають прикріпити вироби до стіни, при цьому металеві деталі встановлюються з прокладками, зробленими з м'якого матеріалу;
- ж. при кріпленні металопластикових труб слід витримувати крок між кліпсами не більше метра.

Послідовність монтажу металополімерних трубопроводів:

- А. привозять і розвантажують на майданчик для укрупненого збирання вузлів і деталей трубопроводів (монтаж металополімерних труб здійснюється в чотири етапи: 1)обрізання труби під кутом 90° ; 2)з допомогою калібратора з краю труби знімається фаска; 3)труба монтується в фітинг; 4)здійснюється з'єднання пресс кліщами.);
- Б. розмічають місця прокладання трубопроводів;
- В. встановлюють проектні опорні конструкції та підвіски.

До початку монтажу необхідно:

- а. на аксонометричній схемі чи монтажному кресленні опалювальної системи зробити розбивку на вузли у відповідності з місцевими умовами монтажу;
- б. визначити послідовність монтажу вузлів;
- в. прив'язати до будівельних конструкцій на плані місце розташування кронштейнів;
- г. розмістити і з'ясувати місце встановлення, способи кріплення лебідок, блоків, тросів, підйомників;

3.8.2 Вимоги до монтажу теплових насосів

При проведенні монтажу теплонасосної системи слід керуватися інструкцією з монтажу від виробника. Також застосовуються національні норми, що стосуються установки вертикальних та горизонтальних ґрунтових колекторів.

Це стосується також буріння нагнітальних та відбірних свердловин.

Для запуску теплонасосної системи в експлуатацію необхідно:

- перевірити всю систему на предмет технічно правильного та безпечного приведення її в дію;
- перевірити всі компоненти системи на предмет функціонування відповідно до проектних умов;
- привести системні параметри управління у відповідність до експлуатаційних вимог проекту;
- провести наладку системи опалення.

Пуск в експлуатацію здійснюють після закінчення монтажу системи опалення з тепловим насосом.

Підготовка до пуску включає перевірку:

- розподільчої системи;
- бака-акумулятора;
- джерела теплової енергії;
- теплонасосної установки;
- електричних з'єднань [21].

3.8.3 Вимоги до монтажу ґрунтового контуру

Ґрунтовий колектор повинен бути очищений та промитий.

Необхідно перевірити герметичність контуру. Ґрунтовий колектор повинен пройти випробування під тиском одним із відповідних методів, наприклад, тиском 4 кПа впродовж не менше 30 хв. (для металевих трубопроводів). При виборі методу випробувань для пластикових труб слід враховувати розширювальну здатність матеріалу. Значення параметрів випробування можуть змінюватися залежно від вибраного матеріалу та розмірів труби згідно з ДСТУ 617.

Система розподілу теплової енергії повинна бути заповнена водою і з неї необхідно видалити повітря, для зменшення утворення піни. Ця операція особливо важлива в контурах, що використовують соляний розчин як проміжне робоче середовище.

Після заповнення всієї системи необхідно переконатися, що з'єднувальний трубопровід відключено від джерела водопостачання.

Відповідно вимогам технічної документації виробника у воду можуть бути додані, у разі потреби, речовини, що запобігають замерзанню (наприклад, соляний розчин).

Труби для холодильного агента повинні бути випробувані згідно з EN378-1 [21].

3.8.4 Вимоги до монтажу сонячних батарей

При монтажу сонячних батарей варто дотримуватись наступних рекомендацій:

- оптимальний вибір місця для розміщення сонячних батарей;
- установка батарей з правильною орієнтованістю в просторі;
- установка батарей має здійснюватися з урахуванням розташування ліній електропередачі, висотних будівель, дерев та інших подібних факторів, здатних собою закривати сонце, й монтуватись на певній відстані від них.

3.9 Розробка методики виконання робіт пов'язаних з контролем якості виконання будівельних і монтажних робіт

Після завершення монтажу системи, проводиться її випробування. До випробування всі труби мають бути промиті. Перевіряють відповідність випробовуваної системи до проекту, роблять зовнішній огляд трубопроводів, з'єднань, устаткування, приладів, арматури.

Випробуванню підлягають системи вцілому і окремі види устаткування.

При зовнішньому огляді перевіряються виконавчі креслення і відповідність виконаних робіт проекту, правильність складання і міцність кріплення труб і опалювальних приладів, установки приладів, арматури, відсутність течі.

Гідростатичні випробування роблять шляхом заповнення усіх елементів системи водою(при повному видаленні повітря), підвищення тиску до пробного, витримки системи під пробним тиском впродовж певного часу, зниження тиску і при необхідності звільнення системи. Гідростатичне випробування безпечне: систему випробують в умовах, найбільш наближених до робочих. Проте таке випробування вимагає подачу води у будівлю для наповнення санітарно-технічної системи, що неприйнятно. При порушенні герметичності можливе затоплення приміщень, підмочування будівельних конструкцій; у зимовий час можливе замерзання води в трубах і їх "розморозування".

Гідростатичні випробування систем опалювання виконують при додатній температурі в приміщеннях будівлі. Температура води, якою заповнюють систему, має бути не нижча 278°K (5°C), [19].

Після гідростатичного проводять теплове випробування системи впродовж декількох годин (7 годин), перевіряючи рівномірність прогрівання опалювальних приладів.

Якщо температура зовнішнього повітря позитивна, то температура води в падаючих магістралях має бути не менше 60°C , якщо негативна - не менше 50°C .

Результати випробувань оформляються актом приймання системи опалювання(акти приймання прихованих робіт, акт про гідравлічні випробування, акт теплового випробування).

3.10 Визначення трудомісткості будівельних і монтажних робіт, нормативного і планового складу бригад, загальної тривалості робіт

Трудомісткість визначається за формулою:

$$Q = N_{\text{ч}} \times V / 8, \quad (3.1)$$

де $N_{\text{ч}}$ – норма часу на виконання данної роботи, люд/год;

V – об'єм роботи;

8 – тривалість робочої зміни.

Загальна тривалість виконання данної роботи визначається за формулою:

$$T = Q / n, \quad (3.2)$$

де n – кількість робітників, які виконують роботу.

Розрахунок наведено на календарному плані монтажу системи опалення цеху по розливу артезіанської води (аркуш , календарний план монтажу системи опалення та сонячної електростанції)

3.11 Визначення витрати електроенергії

Витрати електроенергії на роботи електроприладів розраховують за формулою

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

де P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання.

Витрата електроенергії електродрилі DWT SBM-780:

$$E = (3,7 \cdot 0,78) \cdot 1,1 \cdot 26,33 = 83,5 \text{ кВт год.}$$

Витрата електроенергії пресом радіальним Viraх Viper P30+:

$$E = 0,25 \cdot 5,5 \cdot 19,3 = 26,5 \text{ кВт год.}$$

Сумарні витрати електроенергії становлять

$$E = 83,5 \cdot 4 + 26,5 \cdot 2 = 387 \text{ (кВт год.)}$$

3.12 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану

1. Загальні працевитрати:

$$Q_{\text{заг}} = \sum R_n \cdot T_n = 2 \cdot 1,25 + 3 \cdot 5,6 + 3 \cdot 1,7 + 5 \cdot 6,9 + 5 \cdot 4,1 + 5 \cdot 1,33 + 3 \cdot 4,75 + 2 \cdot 4,75 + 2 \cdot 3,8 + 3 \cdot 2,1 + 2 \cdot 3,4 + 3 \cdot 9,24 + 5 \cdot 6,4 + 3 \cdot 6,4 + 2 \cdot 1,1 + 2 \cdot 0,4 + 3 \cdot 1,1 + 3 \cdot 7 + 10 \cdot 10,7 + 3 \cdot 1,05 + 2 \cdot 1,05 + 2 \cdot 2,5 + 4 \cdot 1,1 + 5 \cdot 1,6 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 2,3 + 7 \cdot 13 + 3 \cdot 7,35 + 3 \cdot 3,7 + 4 \cdot 21,7 + 3 \cdot 0,5 + 4 \cdot 1,6 + 3 \cdot 0,73 + 3 \cdot 0,73 + 2 \cdot 3 + 3 \cdot 4 + 2 \cdot 3,1 + 2 \cdot 0,75 + 2 \cdot 0,9 = 623,7 \text{ люд} \times \text{дн.}$$

(3.4)

де R_n – нормативна кількість працюючих над конкретною роботою, чол.;

T_n – тривалість виконання даної роботи, люд-год.

1. Загальний строк будівництва:

$$T_{\text{заг}} = 78 \text{ дн.}$$

3. Максимальна чисельність робітників:

$$R_{\max} = 11 \text{ чол.}$$

4. Середня чисельність робітників:

$$R_{\text{сер}} = Q_{\text{заг}} / T_{\text{заг}} = 623,7 / 78 = 8 \text{ чол.} \quad (3.5)$$

1. Працевитрати визначені на графіку руху робітників вище показника середньої чисельності робітників $R_{\text{сер}}$

$$Q_{\text{над}} = 3 \cdot 2 + 3 \cdot 1,7 + 5 \cdot 6,5 + 10 \cdot 10,7 + 3 \cdot 0,6 + 2 \cdot 0,6 + 6 \cdot 15 + 2 \cdot 0,37 + 2 \cdot 0,9 = 246,14 \text{ люд} \times \text{дн.}$$

6. Проміжок часу, коли на об'єкті працює кількість робітників, що рівна середній чисельності чи більше середньої:

$$T_{\text{вст}} = 71 \text{ дн.}$$

7. Коефіцієнт, який характеризує використання робітників протягом будівництва:

$$\alpha_1 = R_{\text{сер}} / R_{\max}; \quad \alpha_1 = 1 \quad (3.6)$$

$$\alpha_1 = 8 / 11 = 0.72.$$

8. Коефіцієнт нерівномірності графіка руху робітників по працевитратам:

$$\alpha_2 = Q_{\text{над}} / Q_{\text{заг}}; \quad \alpha_2 = 1 \quad (3.7)$$

$$\alpha_2 = 246,14 / 623,7 = 0.4.$$

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

$$\alpha_3 = T_{\text{вст}} / T_{\text{заг}}; \quad \alpha_3 = 0 \quad (3.8)$$

$$\alpha_3 = 71 / 78 = 0.91$$

Техніко – економічні показники відображені на креслені (Аркуш 7)

3.13 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Охорона праці, при виконанні робіт будь якої важкості має велике значення, оскільки якими б вагомими не були трудові здобутки, вони не компенсують людині втраченого здоров'я або життя.

Основні задачі з охорони праці покликані на зменшення ризиків травматизму, покращення умов праці та самопочуття працюючого.

Покращення безпеки виконання тої чи іншої роботи призводить до зростання продуктивності праці, підвищення активності і зацікавленості працюючих.

Для виключення травмування, професійних захворювань і підвищення працездатності людини у трудовому процесі, вони повинні бути максимально безпомилковими і технічно грамотними.

Предметом проектування є система опалення цеху по розливу артезіанської води з використанням альтернативних джерел енергії, таких як геотермальна та сонячна. Для отримання геотермальної енергії в системі опалення застосовуються три теплові насоси з габаритними розмірами 600x660x1044 ммта сумарною тепловою потужністю 50 кВт. Часткове забезпечення електроенергією теплових насосів здійснюється сонячними батареями, які монтуються на даху цеху, у кількості 110 шт. Сонячні батареї мають габаритні розміри 35x991x1095 мм. Сумарна потужність сонячних батарей становить 30 кВт.

В розділі охорони праці будуть розглянуті роботи по монтажу системи опалення.

На монтажників впливають такі небезпечні та шкідливі фактори, у відповідності з прийнятою класифікацією за ГОСТ 12.003-2014:

- підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
- підвищена та понижена рухливість повітря робочої зони;
- підвищена запиленість повітря робочої зони;
- недостатня освітленість робочої зони;
- недостатність природного освітлення;
- небезпечний рівень напруги в електричному колі, замикання якого може відбутись через тіло людини;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації.

3.13.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта

При виконанні монтажу системи опалення працівники виконують монтаж теплових агрегатів, теплових приладів, допоміжного обладнання та системи труб в відповідності із:

- планом цеху (Аркуш 1);
- аксонометричною схемою системи опалення (Аркуш 2);
- монтажними вузлами (Аркуш 4)
- схемами розміщення теплових насосів та допоміжного обладнання (Аркуш 5)

При виконанні монтажу робітники зобов'язані виконувати зазначені роботи відповідно календарного плану монтажу системи опалення (Аркуш 7).

Загальне теплове навантаження поділено між трьома опалювальними агрегатами (тепловими насосами), відповідно плану (Аркуш 1) та схемі розміщення теплових насосів (Аркуш 5), два теплові насоси з габаритними розмірами 600x660x1044 мм кожен, встановлені в одному котельному приміщенні розмірами 2.8x2.6м. Третій тепловий насос габаритними розмірами 600x660x1044 мм розташований у другому котельному приміщенні розмірами 2.8x1.9 м.

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.

В процесі монтажу, робітники мають використовувати засоби індивідуального захисту, а також дотримуватися правил техніки безпеки при роботі з обладнанням та інструментом.

Переносні електроінструменти мають бути справними та надійно заземленими. Забороняється тримати увімкнений електроінструмент за живильний провід, виконувати роботу з металевих переносних драбин, торкатися до деталей, що обертаються та залишати інструмент без нагляду.

Робочий може бути допущений до роботи тільки після проходження ввідного інструктажу з безпеки праці, а також інструктажу на робочому місці. Крім інструктажу, робочих навчають безпечним методам робіт [36].

3.13.2 Електробезпека

Роботи в електроустановках стосовно заходів безпеки поділяються на три категорії:

- зі зняттям напруги;
- без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них;
- без зняття напруги віддалік від струмовідних частин, що перебувають під напругою.

Приміщення в яких виконуються монтажні роботи по умовам небезпеки електротравматизму відносяться до категорії приміщень з підвищеною небезпекою так, як роботи виконуються в теплий період року з температурою повітря до 28°C; так як можливість контакту працюючих з корпусом електрообладнання та з металоконструкціями, що мають контакт із електричними приладами.

Під час монтажу системи опалення та сонячної електростанції використовується електродріль DWT SBM-780 та радіальний пресс Virax Viper P30+, що можуть стати причиною ураження електричним струмом.

Тип електричної мережі, від якої живиться обладнання будівлі підприємства (теплові насоси, світильники робочого та охоронного освітлення), – трифазна, чотирипровідна електрична, з напругою 380 x 220 В (фазна напруга -220 В, трифазна – 380 В) з глухозаземленою нейтраллю.

Живлення будівлі здійснюється від двох незалежних джерел. Застосований тип кабелів АВВГ. Кабелі прокладаються на кабельних конструкціях і в електрозварних трубах. Кабельні конструкції являють собою оцинковані, перфоровані сталеві листи, зігнуті за формою швелера, що підвішуються до стіни на кронштейнах.

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.

2. Забезпечення недоступності неізольованих струмоведучих частин: розташування їх на недоступній висоті та в металевих шафах, прокладання живлення в захисних пластмасових коробах, застосування огорожень.

3. Передбачене використання засобів орієнтації в електроустановці: написи, таблички, попереджувальні знаки, сигналізація, різнобарвна ізоляція провідників окремих елементів електросхем, що попереджає помилкові дії при обслуговуванні й експлуатації електроустановки.

4. Застосування знижених напруг:

При цьому дотримуються вимоги нормативів щодо занулення, а саме: забезпечуються необхідна кратність струму короткого замикання, а також цілісність нульового провідника і достатня його провідність – за рахунок вибору достатнього перерізу провідника та використання повторних заземлювачів нульового провідника.

Захисному зануленні підлягають металеві частини електроустановок доступні для дотику людиною і не маючи інших видів захисту забезпечуючих електробезпеку.

3.14 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

3.14.1 Мікроклімат

Мікрокліматичні умови вимірюють у місцях, де знаходяться працівники на постійних і непостійних робочих місцях. Мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються такими показниками [36]:

- температура повітря;
- відносна вологість повітря;
- швидкість руху повітря;
- інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення.

Згідно з завданням роботи виконуються в м. Львів. По важкості виконуваної роботи в відповідності з загальними енерговитратами організму роботи які будуть виконуватись в проектованій будівлі відносяться до категорії 2 – середньої важкості підгрупа б) з енерговитратами 291 – 398 Вт.

Монтажні роботи виконуються в приміщеннях, у теплий період року, при температурі в приміщеннях, яка коливається протягом всіх робіт від 18 до 28 °С, швидкість руху повітря допустима (0,42м/с), відповідно ДСТУ [9]. Відповідно цим даним показники мікрокліматичних умов знаходяться в допустимих межах і не потребують передбачення особливих заходів зміни параметрів, відповідно рекомендацій [36].

3.14.2 Склад повітря робочої зони

В ході виконання монтажу системи опалення при свердлінні отворів у стінах у повітря потрапляють пил та скалки. Для запобігання шкідливого впливу на працюючих слід визначити граничні концентрації пилу та вжити заходи по усуненню їх дії на працівників.

Концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинна перевищувати ГДК, згідно із ГОСТ 12.1.005-88. В таблиці 3.7 наведено ГДК шкідливих речовин, що є забруднювачами повітря робочої зони.

Табл. 3.7 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин для приміщення котельні (ГДК)

Назва речовини	ГДК, мг/м ³	
	Максимальна разова	Середньодобова
Пил цементний	6	10

Для забезпечення нормативного складу повітря робочої зони у приміщенні забезпечується провітрювання.

В умовах , що розглядаються в проекті, можливим забруднювачем може бути неорганічний пил, що утворюється при роботі електродрилі, під час свердління отворів в стінах, тому передбачується забезпечення персоналу респіраторами; а для запобігання потрапляння скалок в органи зору передбачається забезпечення персоналу захисними окулярами.

3.14.3 Виробниче освітлення

Нормування параметрів освітлення здійснюється згідно з ДБН. В.2.5-28-2006. Освітлення при монтажних роботах здійснюється за допомогою комбінованої системи освітлення, тобто за допомогою світлових прорізів та штучного освітлення (люмінесцентні лампи).

Нормовані значення освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 наведено в таблиці 3.8

Організація раціонального освітлення є однією з найважливіших задач охорони праці. Раціональне освітлення забезпечує психологічний комфорт, поліпшує умови праці, підвищує безпеку робіт і одночасно сприяє поліпшенню якості продукції, підвищенню продуктивності праці. При хорошому освітленні очі протягом довгого часу зберігають здатність добре бачити, не стомлюючись.

Таблиця 3.8 – Норми освітлення природного та суміщеного освітлення

Характеристика зорової роботи	Об'єкт розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення			Природне освітлення		Суміщене освітлення	
						Освітленість, лк			КПО, е %			
						комбіноване			верхнє або комбіноване	бокове	верхнє або комбіноване	бокове
						всього	у т.ч. від заг.	загальне				
Середньої точності	Від 1 до 5	IV	V	середній	світлий	400	200	200	4	1,5	2,4	0,9

Видимість будь-якого предмета (об'єкта розрізнення) на робочому місці залежить від освітленості, розміру предмета, його яскравості, контрасту з фоном.

Виконання монтажних робіт вимагає достатній рівень освітлення, щоб було можливе виконання замірів з допомогою штангенциркуля. В нашому випадку фон і контраст об'єкта з фоном можна визначити візуально: фон - середній, об'єкт розрізнення (позначки) - темний, контраст об'єкта розрізнення з фоном - середній. Роботи середньої точності (найменший розмір об'єкта розрізнення від 1 до 5 мм), розряд зорової роботи згідно «ДБН 2.5. – 28-2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» – IV для робіт, що виконуються в приміщенні.

3.14.4 Виробничий шум

Джерелом шуму при виконанні робіт зовнішніх робіт є електродриль DWT SBM-780, яку використовує працівник має частоту 50 Гц і потужність 780 Вт. Шум, який утворює електродриль становить 80 ± 5 дБ.

Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні шуму та еквівалентні рівні шуму на робочих місцях, у виробничих приміщеннях і на

території підприємства регламентуються Державними санітарними нормами ДСН 3.3.6.037-99.

Таблиця 3.9- Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях

Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску в дБ по октавним полосам									Рівні звуку, дБ (А)
	1,5	3	25	50	100	1000	2000	4000	8000	
На постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та на території підприємства	0,7	5	7	2	8	5	3	1	9	80

Для зменшення дії шуму на працюючих передбачено використання засобів індивідуального захисту від шуму (протишумні навушники, які закривають вушну раковину; протишумні вкладиші, що перекривають зовнішній слуховий прохід; протишумні шоломи – закривають усю голову, їх застосовують у сполученні з навушниками).

3.14.5 Виробничі вібрації

Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в проекті, є електродріль DWT SBM-780, яку використовує працівник. Даний електроінструмент має віброприскорення величиною $14,1 \text{ м/с}^2$, згідно паспортним даним [23].

Відповідно рекомендацій [37], при середньо геометричній частоті октавних смуг в 50 Гц [23], дані роботи мають гранично допустимі рівні віброшвидкості величиною $5,4 \text{ м/с}^2$.

Робота з електродрілю відносяться до робіт з місцевою вібрацією і згідно ГОСТ 12.1.012-90 [37] належать до 3 категорії типу «а», що викликають зниження продуктивності праці.

Для зниження дії віброприскорення електроінструменту на працівника, роботи виконуються на протязі робочої зміни не більше, ніж 120 хвилин.

3.14.6 Психофізіологічні фактори

У відповідності з державними санітарними нормами та правилами «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», НАКАЗ МОЗ № 248 від 08.04.2014 класи умов праці за показником важкості становитимуть:

- загальні енерговитрати організму – 291-348 Вт;
- при загальному навантаженні (за участю м'язів рук, тулуба, ніг) – до 60000;
- маса вантажу що підіймається – до 30 кг;
- при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук) – 50000;
- нахили тулуба (вимушені, більше 30°) – 180 раз за зміну;
- при регіональному навантаженні (при роботі з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба) – 25000.

Статичне навантаження:

- двома руками для чоловіків до 140000;
- за участю м'язів тулуба та ніг для чоловіків до 200000.

Робоча поза - періодичне перебування в незручній та/або фіксованій позі від 25 % до 50 % часу зміни; перебування у вимушеній позі (навпочіпки, на колінах тощо) від 10 % до 25 % часу зміни; перебування в позі "стоячи" від 60 % до 80 % часу зміни.

Нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну – 200 – 250.

Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом, протягом зміни) по горизонталі – до 8 км.

Класи умов праці за показниками напруженості праці:

- рішення складних завдань з вибором за алгоритмом (робота за серією інструкцій):
- обробка, перевірка і контроль за виконанням завдання;

- робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності;

Сенсорні навантаження:

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни) - Більше 75;
- навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) - Розбірливість слів та сигналів від 90 % до 70 %.

Емоційне навантаження:

- ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки - є відповідальним за функціональну якість основної роботи (завдання). Вимагає виправлень за рахунок додаткових зусиль всього колективу (групи, бригади тощо);
- ступінь ризику для власного життя та життя інших осіб – вірогідний;
- ступінь відповідальності за безпеку інших осіб - Є відповідальним за безпеку.

Змінність роботи - однозмінна робота (без нічної зміни).

3.14.7 Розрахунок режимів радіаційного захисту

Розрахунок виконуємо в відповідності методичним вказівкам [37].

Можлива доза опромінення в заданих умовах радіаційного забруднення при роботі у звичайному режимі (2 зміни по 8 год.)

$$D_M = \frac{1,33 \cdot p_{1max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_{II}^3} \right)}{K_{пос}} = \frac{1,33 \cdot 0,9 \cdot \left(\sqrt[4]{12^3} - 1 \right)}{7} = 1,04 \text{ мР}, \quad (3.16)$$

де $t_{II}=1$ год – час початку роботи після радіоактивного забруднення;

$t_k=1+12=13$ год – час завершення роботи першої робочої зміни після радіоактивного забруднення;

$p_{1,max}=0,9$ мР/год – рівень радіації через одну годину після радіоактивного забруднення (згідно з завданням);

$K_{пос}=7$ – коефіцієнт послаблення радіації виробничим приміщенням.

Визначимо граничне значення рівня радіації:

$$p_{гр} = \frac{D_{доп} \cdot K_{пос}}{1,33 \cdot \left(\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_{II}^3} \right)} = \frac{0,65 \cdot 7}{1,33 \cdot \left(\sqrt[4]{13^3} - 1 \right)} = 0,59 \text{ мР/год.} \quad (3.17)$$

Оскільки можлива доза опромінення $D_M > D_{доп}$ ($1,72 > 0,65$) та рівень радіоактивного забруднення $p_{1max} > p_{гр}$ ($0,95 > 0,59$) перевищують допустимі норми, то робота в режимі 2 зміни по 8 год. неможлива. Для продовження виробничої діяльності об'єкта необхідно введення в дію режимів радіаційного захисту.

Розрахунок режимів радіаційного захисту проведемо в такій послідовності.

Визначаємо час початку роботи першої зміни, для цього знаходимо коефіцієнт α :

$$\alpha = \frac{D_{доп} \cdot K_{пос}}{1,33 \cdot p_{1max}} = \frac{0,65 \cdot 7}{1,33 \cdot 0,95} = 3,6 \text{ мР/год.} \quad (3.18)$$

Згідно з довідковими даними час початку роботи першої скороченої зміни $t_{II}=1$ год.

Розрахуємо тривалості роботи та дози опромінення для змін Для 1-ої скороченої зміни: $t_{II1} = 1$ год,

Час закінчення роботи зміни:

$$t_{k1} = \left(\frac{D_{\text{доп}} \cdot K_{\text{пос}} + 1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot \sqrt[4]{t_{\text{п1}}^3}}{1,33 \cdot p_{1\text{max}}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,65 \cdot 7 + 1,33 \cdot 0,95 \cdot \sqrt[4]{1^3}}{1,33 \cdot 0,95} \right)^{\frac{4}{3}} = 7,4 \approx 7 \text{ год.} \quad (3.19)$$

Тривалість роботи зміни: $t_{p1} = t_{k1} - t_{\text{п1}} = 7 - 1 = 6$ (год).

Можлива доза опромінення зміни:

$$D_{\text{м1}} = \frac{1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot \left(\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_{\text{п}}^3} \right)}{K_{\text{пос}}} = \frac{1,33 \cdot 0,95 \cdot (\sqrt[4]{13^3} - 1)}{7} = 1,04 \text{ мР.} \quad (3.20)$$

Для 2-гої зміни: $t_{\text{п2}} = t_{\text{п1}} + t_{p1} = 1 + 6 = 7$ (год).

Час закінчення роботи зміни:

$$t_{k2} = \left(\frac{D_{\text{доп}} \cdot K_{\text{пос}} + 1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot \sqrt[4]{t_{\text{п2}}^3}}{1,33 \cdot p_{1\text{max}}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,65 \cdot 7 + 1,33 \cdot 0,95 \cdot \sqrt[4]{7^3}}{1,33 \cdot 0,95} \right)^{\frac{4}{3}} = 15,6 \approx 15,5 \text{ год.}$$

Тривалість роботи зміни: $t_{p2} = t_{k2} - t_{\text{п2}} = 15,5 - 7 = 8,5$ (год).

Можлива доза опромінення зміни:

$$D_{\text{м2}} = \frac{1,33 \cdot 0,95 \cdot \left(\sqrt[4]{15,5^3} - \sqrt[4]{7^3} \right)}{7} = 0,63 \text{ мР.}$$

Для 3-ої зміни: $t_{\text{п3}} = t_{\text{п2}} + t_{p2} = 7 + 8,5 = 15,5$ (год).

Час закінчення роботи зміни:

$$t_{k3} = \left(\frac{0,65 \cdot 7 + 1,33 \cdot 0,95 \cdot \sqrt[4]{15,5^3}}{1,33 \cdot 0,95} \right)^{\frac{4}{3}} = 25,7 \approx 25,5 \text{ год.}$$

Тривалість роботи зміни: $t_{p2} = t_{k2} - t_{\text{п2}} = 25,7 - 15,5 = 10,2$ (год).

Можлива доза опромінення зміни:

$$D_{\text{м3}} = \frac{1,33 \cdot 0,95 \cdot \left(\sqrt[4]{25,5^3} - \sqrt[4]{10,2^3} \right)}{7} = 0,61 \text{ мР.}$$

Для 4-ої зміни: $t_{\text{п4}} = t_{\text{п3}} + t_{p3} = 15,5 + 10,2 = 25,7$ (год).

Час закінчення роботи зміни:

$$t_{к4} = \left(\frac{0,65 \cdot 7 + 1,33 \cdot 0,95 \cdot \sqrt[4]{25,7^3}}{1,33 \cdot 0,95} \right)^{\frac{4}{3}} = 37,6 \approx 37,5 \text{ год.}$$

Тривалість роботи зміни: $t_{p2} = t_{к2} - t_{п2} = 37,5 - 25,5 = 12$ (год).

Можлива доза опромінення зміни:

$$D_{м4} = \frac{1,33 \cdot 0,95 \cdot \left(\sqrt[4]{37,5^3} - \sqrt[4]{25,7^3} \right)}{7} = 0,57 \text{ мР.}$$

Результати розрахунку занесемо до Табл. 3.

Табл. 3.18 – Режим радіаційного захисту

$N_{змін}$	$t_{пn}$ (год)	t_{pn} (год)	$t_{кn}$ (год)	D_n (Р)
1	1	6	7	0,75
2	7	8,5	15,5	0,63
3	15,5	10,2	25,5	0,61
4	25,7	12	43,5	0,57

Згідно з проведеним розрахунком роботу в дві зміни на підприємстві можна буде розпочинати через 15,5 годин після радіоактивного забруднення.

Крім того, для захисту працівників в таких умовах роботи доцільно взяти таких додаткових заходів: незайнятих на виробництві працівників евакуювати; укрити зміну, що знаходиться на відпочинку, в сховищі; забезпечити працівників засобами індивідуального захисту; систематично проводити прибирання у виробничих приміщеннях; провести герметизацію виробничого приміщення та встановити протипилові фільтри у вентиляційну систему; провести йодну профілактику персоналу; максимально обмежити пересування працівників відкритою місцевістю.

3.15 Висновки до розділу 3

В даному розділі визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу системи опалення та сонячної електростанції, потребу в допоміжних матеріалах, підібрані машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт, складений календарний план виконання робіт, в якому визначено склад ланок та розряд робітників, знайдено витрату електроенергії монтажними електроприладами, яка становить 623,7 кВт год .

Виконаний розрахунок техніко-економічних показників, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт 328,1 люд.-дні та тривалість виконання монтажних робіт –78 днів.

А також, проведено аналіз умов праці при виконанні монтажних робіт. В результаті виявленні основні небезпечні та шкідливі фактори праці та їх вплив на організм працюючих, відповідно чого було розроблено методики їх усунення або зниження дії на працівників.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

4.1 Локальний кошторис

Кошторисна документація складена відповідно до ДСТУ Б Д 1.1.1-2013, частина I «Правила визначення вартості будівництва» в цінах 2019 року.

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

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

Основою для розробки кошторису є склад, об'єми робіт та необхідна кількість витратних матеріалів які наведено у третьому розділі роботи.

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

Локальний кошторис на влаштування системи опалення та сонячної електростанції неведено в додатку Т.

4.2 Визначення найбільш доцільного варіанту системи опалення (П₁, П₂, П₃)

4.2.1 Визначення капіталовкладень на влаштування систем які порівнюються

- Величина капітальних вкладень на влаштування централізованого опалення (К1).

1. Вартість 1 м теплотраси у цінах 2019 року складає 2050 грн/м (риття траншеї - 120 грн/м; лоток для прокладання труби – 750 грн/м; плити перекриття лотка теплотраси – 750 грн/м; вартість труби утепленої поліетиленової теплоізолюваної - 430 грн/м).

Довжина теплотраси $L = 367$ м, тоді вартість усієї теплотраси:

$$2050 \cdot 367 = 752350 \text{ грн.}$$

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

$$752350 \cdot 0,15 = 112852,5 \text{ грн.}$$

3. Вартість монтажу приймаємо 30%:

$$752350 \cdot 0,30 = 225705 \text{ грн.}$$

4. Вартість пусконаладжувальних робіт приймаємо 5%:

$$752350 \cdot 0,05 = 37617,5 \text{ грн.}$$

5. Позабюджетні кошти приймаємо 1,2%:

$$752350 \cdot 0,012 = 9028 \text{ грн.}$$

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

$$752350 \cdot 0,20 = 150470 \text{ грн.}$$

$$K1 = 1288023 \text{ грн.}$$

- Величина капітальних вкладень на влаштування індивідуальної системи опалення (К2).

В будівлі проектується влаштування 3 котлів “Vaillant”

1. Вартість котла “Vaillant turboTEC plus VU 202/5-5, ”, розширювального баку Elbi ERP 320/8 та насосної установки Aruna 25-6-180 становить 28000 грн

2. Вартість проектних робіт приймаємо 15% від вартості обладнання :

$$28000 \cdot 0,15 = 4200 \text{ грн.}$$

3. Вартість монтажу приймаємо 30%:

$$28000 \cdot 0,30 = 8400 \text{ грн.}$$

4. Вартість пусканалагоджувальних робіт приймаємо 5%:

$$28000 * 0,05 = 1400 \text{ грн.}$$

5. Позабюджетні кошти (фонди) приймаємо 1,2%:

$$28000 * 0,012 = 336 \text{ грн.}$$

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

$$28000 * 0,20 = 5600 \text{ грн.}$$

$$\text{Всього: } K2 = 46666 * 9 = 419994 \text{ грн.}$$

- Величина капітальних вкладень на влаштування теплового насосу для системи опалення (K3).

1. В будівлі проектується влаштування 3 теплових насосів загальною вартістю в 562000 грн

2. Вартість проектних робіт приймаємо 15% від вартості обладнання :

$$562000 * 0,15 = 84300 \text{ грн.}$$

3. Вартість монтажу приймаємо 30%:

$$562000 * 0,30 = 168600 \text{ грн.}$$

4. Вартість пусканалагоджувальних робіт приймаємо 5%:

$$562000 * 0,05 = 28100 \text{ грн.}$$

5. Позабюджетні кошти (фонди) приймаємо 1,2%:

$$562000 * 0,012 = 6744 \text{ грн.}$$

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

$$562000 * 0,20 = 112400 \text{ грн.}$$

$$K3 = 962144 \text{ грн.}$$

4.2.2 Визначення експлуатаційних витрат систем опалення

- Розрахунок експлуатаційних витрат централізованої системи опалення (C1).

1. Бюджет витрат при централізованому опаленні сплачується за тарифами “Теплокомуненерго”.

При спаленні вартості тепла 1654,41 грн /Гкал за розрахунковий період (для порівняння доцільно використовувати найдовший термін служби приладу порівняння, серед яких обрано тепловий насос строком служби в 20 років) на опалення цеху буде витрачено 11916000 грн

2. Амортизаційні витрати (5%):

$$11916000 * 0,05 = 595800 \text{ грн.}$$

$$C_1 = 12511800 \text{ грн.}$$

- Розрахунок експлуатаційних витрат на влаштування індивідуальної системи опалення (C2).

1. Бюджет витрат при централізованому опаленні сплачується за тарифами “Теплокомуненерго”.

При спаленні 1 м³ газу отримується близько 12, 5 кВт тепла, тоді для забезпечення необхідної потужності в 50 кВт буде використано 4 м³ газу. Ври вартості газу в 7,03 грн за 1 м³ його вартість становитиме 28,12 грн.

За розрахунковий період вартість опалення становитиме 4859136 грн.

2. Амортизаційні витрати (5%):

$$4859136 * 0.05 = 242956,8 \text{ грн.}$$

$$C_1 = 5102093 \text{ грн.}$$

- Розрахунок експлуатаційних витрат централізованої системи опалення (С3).

1. При використанні теплового насосу єдині затрати на експлуатацію – заміна теплообмінників, розширювальних баків та циркуляційних насосів, їх вартість за розрахунковий період становитиме близько 58000 грн.

2. Амортизаційні витрати (5%):

$$58000 * 0.05 = 2900 \text{ грн.}$$

$$C_1 = 60900 \text{ грн.}$$

4.2.3 Визначення найбільш доцільного варіанту системи опалення

$$K_1 = 1288023 \text{ грн.} \quad C_1 = 12511800 \text{ грн.}$$

$$K_2 = 419994 \text{ грн.} \quad C_2 = 5102093 \text{ грн.}$$

$$K_3 = 962144 \text{ грн.} \quad C_3 = 60900 \text{ грн.}$$

Порівнюємо варіанти за приведеними витратами відповідно до формули

$$П = K + C * E_n \quad (5)$$

$$E_n = 3.954$$

$$П_1 = 1288023 + 12511800 * 3.954 = 5097498,8 \text{ грн.}$$

$$П_2 = 419994 + 5102093 * 3.954 = 1450426 \text{ грн.}$$

$$П_3 = 962144 + 60900 * 3.954 = 1204586,9 \text{ грн.}$$

Висновок. Із трьох варіантів вибираємо варіант з мінімальними приведеними витратами, в даному випадку – це третій варіант, використання теплового насоса. Економічний ефект, який отримаємо в результаті використання другого варіанту, розраховуємо за формулою

$$E = П_2 - П_3 \quad (6)$$

$$E = 1450426 - 1204586,9 = 245839 \text{ грн.}$$

Техніко-економічні показники проектів наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1- Техніко-економічні показники

Найменування Показника	Одиниці вимірювання	Значення
Кошторисна вартість в цінах 2019 р.		
- централізованого опалення;	грн.	1288023
- влаштування газової котельні;	грн.	419994
- влаштування теплового насосу	грн.	962144
Експлуатаційні витрати:		
- централізованого опалення	грн.	12511800
- влаштування дахової котельні	грн.	5102093
-індивідуальної системи	грн.	60900
Економічний ефект	грн	245839

4.3 Висновки до розділу

В даному розділі роботи складено локальний кошторис на проведення монтажу системи автономного опалення цеху по розливу артезіанської води з використанням альтернативних джерел енергії та визначено основні величини орієнтовних техніко-економічних показників.

Відповідно отриманим даним, кошторисна заробітна плата за виконання монтажних робіт становитиме 568585 грн.

При порівнянні варіантів централізованого опалення, газової котельні та теплонасосної котельні було отримано, що економічний ефект використання теплонасосної котельні становитиме 245839 грн відносно газової котельні.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даній бакалаврській дипломній роботі представлено систему автономного опалення цеху по розливу артезіанської води, яка складається із двох теплових насосів Silesia Term ST earth 20 кВт та одного Silesia Term ST earth 14кВт (Аркуш 5) , з загальною тепловою забезпеченістю в 50 кВт. Як теплоносій було обрано воду, яка рухається по двотрубній системі із метало пластикових труб.

Підтримання функціональної потужності здійснюється з допомогою теплообмінників Funke FP 16 для циркуляційних кілець №1 та №2 й Funke FP 14 для циркуляційного кільця №3(Аркуш 6, Вузол 3). Для компенсації розширення теплоносія було підібрано три розширювальні баки Refix DD 2. Для забезпечення допустимих швидкостей та витрат по трубопроводам було виконано моделювання, та проектні розрахунки теплотехнічних параметрів системи, гідравлічних режимів системи.

Для забезпечення справної роботи системи опалення було виконано підбір П – подібних компенсаторів(Аркуш 6 , Вузол 2), які будуть компенсувати температурне розширення по довжині.

Для справної роботи теплових насосів було передбачено використання фільтрів грубої очистки, які монтуються на зворотному трубопроводі перед входом в теплообмінник(Аркуш 6, вузол 4). Дане обладнання буде очищати вхідну воду від сміття, яке могло потрапити під час монтажу системи.

Для підтримання автономної роботи системи опалення проектом передбачається монтаж сонячної електростанції на даху цеху загальною потужністю 30 кВт. Збереження запасу електроенергії буде здійснюватись завдяки акумуляторів, у кількості 46 шт.

Для першого та другого циркуляційних кілець відповідно результатам гідравлічного розрахунку (Додаток С) було підібрано спарені циркуляційні насоси Calpeda Calpeda NR4 100C/A, а для третього циркуляційного кільця - Calpeda NR4 65C/A.

Було проведено оцінку робочих місць, та вибір необхідного захисного обладнання, проведено розрахунок заземлення теплових насосів.

Відповідно календарному графіку виконання монтажних робіт, та нормативним даним, кошторисна заробітна плата за виконання монтажних робіт становитиме 568585 грн.

При порівнянні варіантів централізованого опалення, газової котельні та теплонасосної котельні було отримано, що економічний ефект використання теплонасосної котельні становитиме 245839 грн відносно газової котельні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тепловий насос [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%BE%D1%81
2. [Гончарук Я.А. Аналіз ефективності комбінування теплового насосу з сонячними панелями в системі опалення та холодопостачання / Я. А. Гончарук, Н. М. Слободян // науково-технічна конференція факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, 13-15 березня 2019 \[Електронний ресурс\]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/6855>](#)
3. Прокладка горизонтальних колекторів для теплових насосів. Опалення будинку. Схема опалення будинку з тепловим насосом [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pstroy-dv.ru/laying-of-horizontal-collectors-for-heat-pumps-house-heating.html>
4. Тепловий насос ґрунт вода. Особливості вертикальних свердловин. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://freenergy.com.ua/teploviy-nasos-grunt-voda/>
5. Тепловий насос ґрунт вода. Особливості вертикальних свердловин. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://freenergy.com.ua/teploviy-nasos-grunt-voda/>
6. ДБН В.2.5-39:2008 Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: dnaop.com/html/30165/doc-%D0%94%D0%9D_%D0%92.2.5-39_2008
7. Калькулятор сонячної електростанції. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://greenlogic.com.ua/calculator.php?type_station=1&type_panel=2&azimut=17

[9®=1&Vphoto=30&Numphoto=102&Sphoto=204&STphoto=408&Aphoto=45
&avt=&type_batt=2&Wz=850&Wl=300#result](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/514-19/paran6#n6)

8. ЗУ “Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії” : - [Чинний від 2015-01-01]. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу.: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/514-19/paran6#n6>
9. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 : - [Чинний від 2013-11-01]. – К.: Держбуд України, 2013. – 128с. – (Державні будівельні норми).
10. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2006. - [Чинний від 2013-01-07]. – К.: Держбуд України, 2013. – 71с. – (Державні будівельні норми).
11. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6и31:2016. - [Чинний від 2016-07-08]. – К.: Держбуд України, 2016. – 31с. – (Державні будівельні норми).
12. Ратушняк Г.С. «Проектування захисних конструкцій будівель за теплофізичними параметрами» / Ратушняк Г.С., Попова Г.С. – Вінниця: ВНТУ, 2003. – 78 с
13. YS 800 грязевик из нержавеющей стали. [Електронний ресурс]: Конструктивні особливості сітчатого фільтра – Режим доступу до ресурсу.: <http://www.uralproekt-ufa.ru/proizvodim-i-prodaem-gryazeviki-y-obraznie-filtri/YS-800-gryazevik-iz-nerzhaveiuschey-stali.html>
14. Калькулятор: Лінійне теплове розширення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ekoplastik.ua/calc1>
15. Калькулятор: Плече компенсатора. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ekoplastik.ua/calc2>
16. Тепловіддача теплої підлоги: простий розрахунок і поради по оптимізації. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://shkolapola.club/teplyi/1183-teplootdacha-teploogo-pola>
17. Теплообмінні апарати [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BE%D0%B1%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82
18. Расчет и подбор теплообменника [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://energotep.ru/articles/podborteploobmennika/>
19. Розрахунок місячного споживання електроенергії для вибору потужності сонячних батарей. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sutem.com.ua/931alten.php>
20. Вибір потужності сонячних батарей та кута нахилу панелей. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sutem.com.ua/932alten.php>
21. ДСТУ Б В.2.5-44:2010. Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://profidom.com.ua/v->

[2/v-2-5/1801-dstu-b-v-2-5-442010-projektuvanna-sistem-opalenna-budivel-z-teplovimi-nasosami](http://www.dstu-b-v-2-5-442010-projektuvanna-sistem-opalenna-budivel-z-teplovimi-nasosami)

22. Каталог автомобілів та запчастин [Електронний ресурс]: характеристики будівельних машин – Режим доступу до ресурсу.: <http://www.autoopt.ru/auto/encyclopedia/truck/kamaz/mark/kamaz-53212/>
23. Каталог будівельних машин та інструментів [Електронний ресурс]: характеристика електродрелі - Режим доступу до ресурсу.: https://rozetka.com.ua/ua/dwt_sbm_780/p2694062/?dsl=ok&id=2694062&gclid=Cj0KCQjw9LPYBRDSARIsAHL7J5nQc7uShsUpSsuQeYT1umrzKYSd9o_1K39aOwvVzqNTqJhN9U5NHtEaAr5oEALw_wcB
24. Каталог будівельних машин та інструментів [Електронний ресурс]: характеристика радіального преса - Режим доступу до ресурсу.: <https://prom.ua/p652781684-radialnyj-press-virax;all.html>
25. Каталог будівельних машин та інструментів [Електронний ресурс]: характеристика прес інструмента - Режим доступу до ресурсу.: <https://prom.ua/p448266998-press-instrument-valtec;all.html>
26. Каталог будівельних машин та інструментів [Електронний ресурс]: характеристики опресувального агрегату – Режим доступу до ресурсу.: <http://www.kpsk.ru/pages/gidrav103.html>
27. ДБН Д 2.2-9-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 9. Металеві конструкції – введ. 2000-01-01. – К.:Держбуд України, 2000. – 114 с
28. ДБН Д 2.2-33-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 33. Лінії електропередач – введ. 2000-01-01. – К.:Держбуд України, 2000. – 104 с
29. ДСТУ Б Д.2.3-23:2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на монтаж устаткування підприємств електротехнічної промисловості (Збірник 23)– введ. 2014-01-01. – К.: Міжрегіон, 2000. – 83 с
30. ДБН Д 2.2-46-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 46. Роботи по реконструкції будівель та споруд. – введ. 2000-01-01. – К.:Держбуд України, 2000. – 48 с
31. ДБН Д.2.3-12-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на монтаж обладнання. Збірник 12. Технологічні трубопроводи. – введ. 2000-01-01. – К.:Держбуд України, 2000. – 193 с
32. ДБН Д 2.2-18-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 18. Опалення – внутрішнє обладнання. – введ. 2000-01-01. – К.:Держбуд України, 2000. – 28 с.
33. Гуменюк О. Л. : Методичні вказівки до проведення розрахунку захисного заземлення. [Електронний ресурс]: Розрахунок захисного заземлення - Режим доступу до ресурсу.:

34. Інструкція з охорони праці при роботі на висоті [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу.: <http://www.охорона-праці.in.ua/pri-roboti-na-visoti/>
35. Інструкція з охорони праці при виконанні робіт на висоті [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу.: <http://leg.co.ua/instrukcii/ohrana-truda/instrukciya-z-ohoroni-praci-pri-vikonanni-robit-na-visoti.html>
36. Кобилянський О. В. Основи охорони праці: [навч. посіб] / О. В. Кобилянський, І. М. Кобилянська, С. Л. Яблочніков. – Вінниця : Планер, 2007. – 171с.
37. О. В. Поліщук «Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи «Цивільного захисту»» / О. В. Поліщук, М. А. Томчук. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 65 с.

Додаток А

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Затверджено

Завідувач кафедри ІСБ,

проф. Коц І.В.

" ___ " _____ 2019 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської дипломної роботи

**СИСТЕМА АВТОНОМНОГО ОПАЛЕННЯ НА ОСНОВІ АЛЬТЕРНАТИВНИХ
ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЦЕХУ ПО РОЗЛИВУ АРТЕЗІАНСЬКОЇ ВОДИ**

Керівник

к.т.н., доцент _____ Слободян Н.М.

Розробив студент гр. ТГ-18м _____ Гончарук Я.А.

Вінниця 2018 р.

Технічне завдання

Розробити систему опалення в м. Львів, географічна широта 49⁰49', зона вологості – нормальна.

1. Призначення розробки та місце застосування

Системи водяного опалення призначена для створення нормативних мікрокліматичних умов, підтримання температурного балансу та забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов, сприятливих для перебування людини в приміщеннях цеху.

Основа для виконання робіт

Завдання на МКР затверджено наказом № ___ від _____ 20__ р.
Основою для виконання робіт є:

- архітектурно - будівельні креслення цеху по розливу артезіанської води.
- функціональне призначення будівлі;
- технічна документація на обладнання;
- результати геологічного дослідження ґрунтів;

2. Мета та призначення розробки

Метою розробки є проектування системи опалення цеху по розливу артезіанської води, яка забезпечить стійкий тепловий режим в приміщеннях.

3. Джерела розробки

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

4. Технічні вимоги

Технічні вимоги до систем опалення, вентиляції та кондиціонування наведені у нормативній літературі:

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

5. Вимоги щодо стандартизації

При розробці систем опалення необхідно застосувати максимально можливу кількість стандартних виробів, які б забезпечували можливість швидкого монтажу системи та можливість їх ремонту чи заміни в разі поломки.

6. 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 уточнюється на стадії приймальних випробувань .

7. Експлуатаційні та ремонтні вимоги.

Для виробів в період експлуатації повинні бути встановлені такі види технічного обслуговування: сезонне ТО, регламентоване ТО, строки ТО повинні по можливості збігатись зі строками обслуговування базового обладнання.

8. Порядок розробки випробування, приймання систем опалення.

Стадії розробки встановлюють відповідно до ДБН В.2.5.- 67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Порядок приймання розробки здійснюється відповідно до вимог Держстандарту. Оцінювання виконаної розробки і прийняття рішення щодо 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.

Додаток Б

Потужність сонячних батарей, кВт	Рекомендована напруга системи, В
0-1	12-24(залежно від напруги сонячної батареї)
1-2	24
3-6	24-48(залежно від вибраного інвертора
більше 6	96

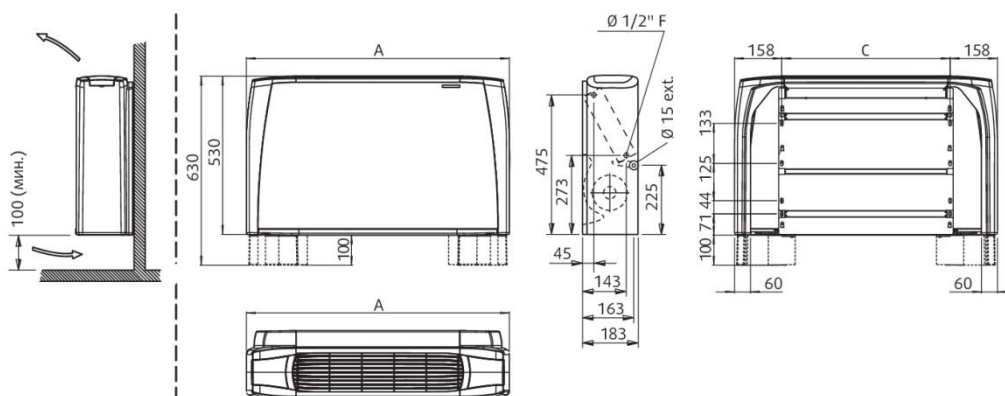
**Технические характеристики 2-х трубных систем
3-х рядный теплообменник**



Модель	SFL-01-2			SFL-02-2			SFL-03-2			SFL-04-2		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Скорость вентилятора	низ	ср	выс	низ	ср	выс	низ	ср	выс	низ	ср	выс
Расход воздуха	110	150	180	160	200	250	230	290	360	320	400	500
Полная холодопроизводительность	0,63	0,78	0,87	0,95	1,10	1,30	1,31	1,59	1,87	2,00	2,40	2,80
Явная холодопроизводительность	0,50	0,60	0,70	0,71	0,86	1,01	1,08	1,31	1,53	1,40	1,71	2,05
Теплопроизводительность	0,80	1,00	1,20	1,13	1,32	1,60	1,80	2,20	2,60	2,50	3,00	3,60
Перепад давления при охлаждении	6,0	9,0	11,0	11,5	15,5	20,0	4,4	6,3	7,8	11,0	14,5	20,0
Перепад давления при обогреве	4,0	5,5	7,0	9,5	12,5	16,5	4,0	5,0	7,0	10,5	14,1	18,8
Потребляемая мощность	20	22	28	20	22	27	22	26	31	25	30	36
Уровень звуковой мощности	34	37	42	34	39	45	34	39	45	34	40	46
Уровень звукового давления	25	28	33	25	30	36	25	30	36	25	31	37

Габаритные и присоединительные размеры

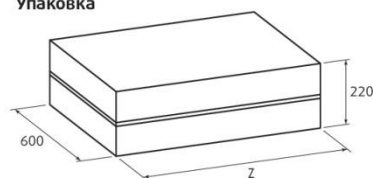
Подключение



Габариты, мм

Типоразмер	01	02	03	04
A	670	770	985	1200
C	354	454	669	884
Z	720	820	1035	1250

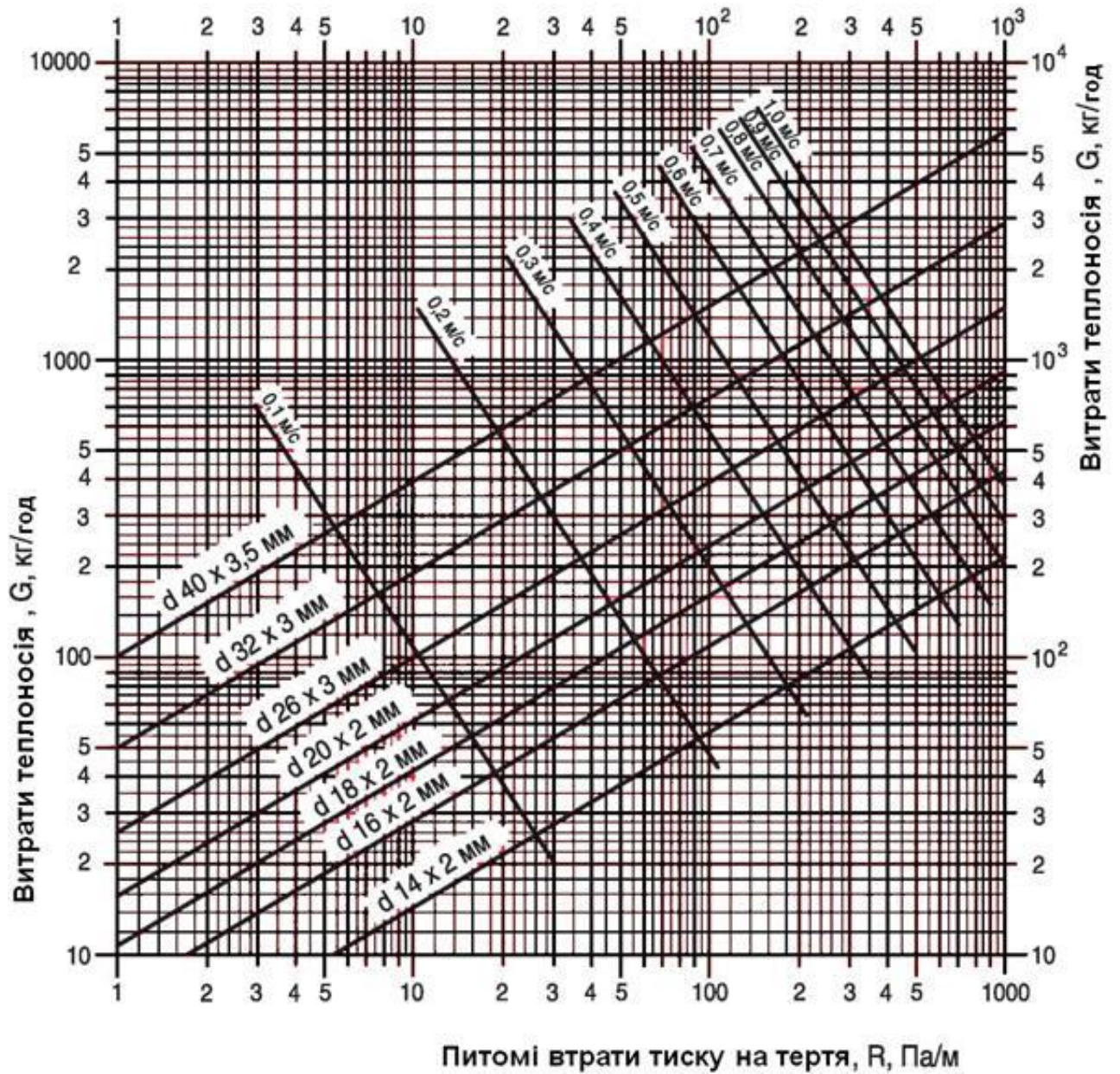
Упаковка





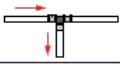
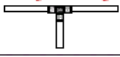

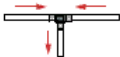



Масса, кг

Типоразмер	Масса блока без упаковки				Масса блока в упаковке			
	01	02	03	04	01	02	03	04
	13	14	19	22	12	13	18	20

Питомі втрати тиску на тертя, R, Па/м



Додаток Д

Вспомогательные детали			Zeta коэффициент								
			Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø26	Ø32	Ø40	Ø50	Ø63
Изогнутый отвод			1,50	1,25	1,10	1,85	0,70	-	-	-	-
Отвод под углом 90°			4,20	3,40	2,80	2,05	1,40	1,00	0,80	0,55	0,50
Тройник	На поворот		5,20	4,45	3,85	3,20	1,70	1,20	0,85	0,70	0,65
	Проходной		4,00	3,05	2,25	1,35	0,85	0,55	0,40	0,35	0,30
	На разделение потока		4,30	4,15	3,10	1,95	1,50	1,10	0,90	0,75	0,70
	На слияние потока		4,30	4,15	3,10	1,95	1,50	1,10	0,90	0,75	0,70
Водорозетка			3,25	2,80	2,55	2,15	1,30	-	-	-	-
Муфта переходная			4,20	3,40	2,80	2,05	1,40	1,00	0,80	0,55	0,50
Фитинг	(прямой переходник)		2,50	2,00	1,50	0,95	0,35	0,25	0,20	0,20	0,10

Опис Тепловой насос "Грунт-вода" Silesia Term EARTH 14 кВт

Тепловой насос "Грунт-вода" Silesia Term EARTH 14 кВт. Применяется для отопления, охлаждения и горячего водоснабжения, работает до температуры рассола -5°C. Полностью укомплектованный для установки блок со встроенным электротеном (опция) и возможностью управления дополнительным источником тепла. Имеет прямое управление контурами отопления и ГВС. Температура нагрева до 65°C, низкий уровень шума. Трехфазная версия исполнения. Требуется минимума дополнительных комплектующих, что позволяет быстро и аккуратно произвести установку. Гарантия 5 лет.

Технічні характеристики Тепловой насос "Грунт-вода" Silesia Term EARTH 14 кВт

[основні](#) [усі характеристики](#)

Колір	Білий
Країна-виробник товару	Польща
Країна реєстрації бренду	Польща
Режими роботи	Нагрівання, охолодження, підтримка температури
Рівень шуму	55 дБ
Живлення	400 В

Опис Тепловой насос "Грунт-вода" Silesia Term EARTH 20 кВт

Тепловой насос "Грунт-вода" Silesia Term EARTH 20 кВт. Применяется для отопления, охлаждения и горячего водоснабжения, работает до температуры рассола -5°C. Полностью укомплектованный для установки блок со встроенным электродом (опция) и возможностью управления дополнительным источником тепла. Имеет прямое управление контурами отопления и ГВС. Температура нагрева до 65°C, низкий уровень шума. Трехфазная версия исполнения. Требуется минимум дополнительных комплектующих, что позволяет быстро и аккуратно произвести установку. Гарантия 5 лет.

[Ще](#) 

Технічні характеристики Тепловой насос "Грунт-вода" Silesia Term EARTH 20 кВт

[основні](#) [усі характеристики](#)

Колір	Білий
Країна-виробник товару	Польща
Країна реєстрації бренду	Польща
Режими роботи	Нагрівання, охолодження, підтримка температури
Живлення	400 В



692140 грн.

Солнечная электростанция для зеленого тарифа (мощность 30 кВт)

Сетевая солнечная электростанция для электроснабжения объекта на основе возобновляемой энергии солнца и продажи избытка генерируемой эл. энергии в сеть по "зеленому" тарифу. [Возможен кредит от Укргазбанка.](#)

Мощность солнечных модулей: 30,25 кВт

Выработка за год, до: 32 089 кВт*ч

Гарантия, до: 12 лет

Вариант "Стандарт"

1 + -

Купить

Описание

Характеристики

Фото

Доп. информация

Отзывы

Доставка



[Скачать типовую смету сетевой солнечной станции 30 кВт \("под ключ"\)](#)

Экономические показатели станции (вариант "Стандарт"):

Сумма капиталовложений - **26 419 \$**;

Годовой доход - **5 444 \$***;

Величина зеленого тарифа - 0,18 Евро/кВт*ч;

Срок окупаемости - **4,9 лет.**

* - с учётом налогов и собственного потребления 200 кВтч/мес.

Основные технические характеристики станции (вариант "Стандарт"):

Мощность солнечных панелей - **30,25 кВт**;

Мощность инвертора - **30,0 кВт**;

Мощность панели - **275 Вт**;

Количество панелей - **110 шт.**;

Тип солнечных панелей - **поликристаллические**;

Место расположения - **скатная крыша**;

Угол наклона - **34°**;

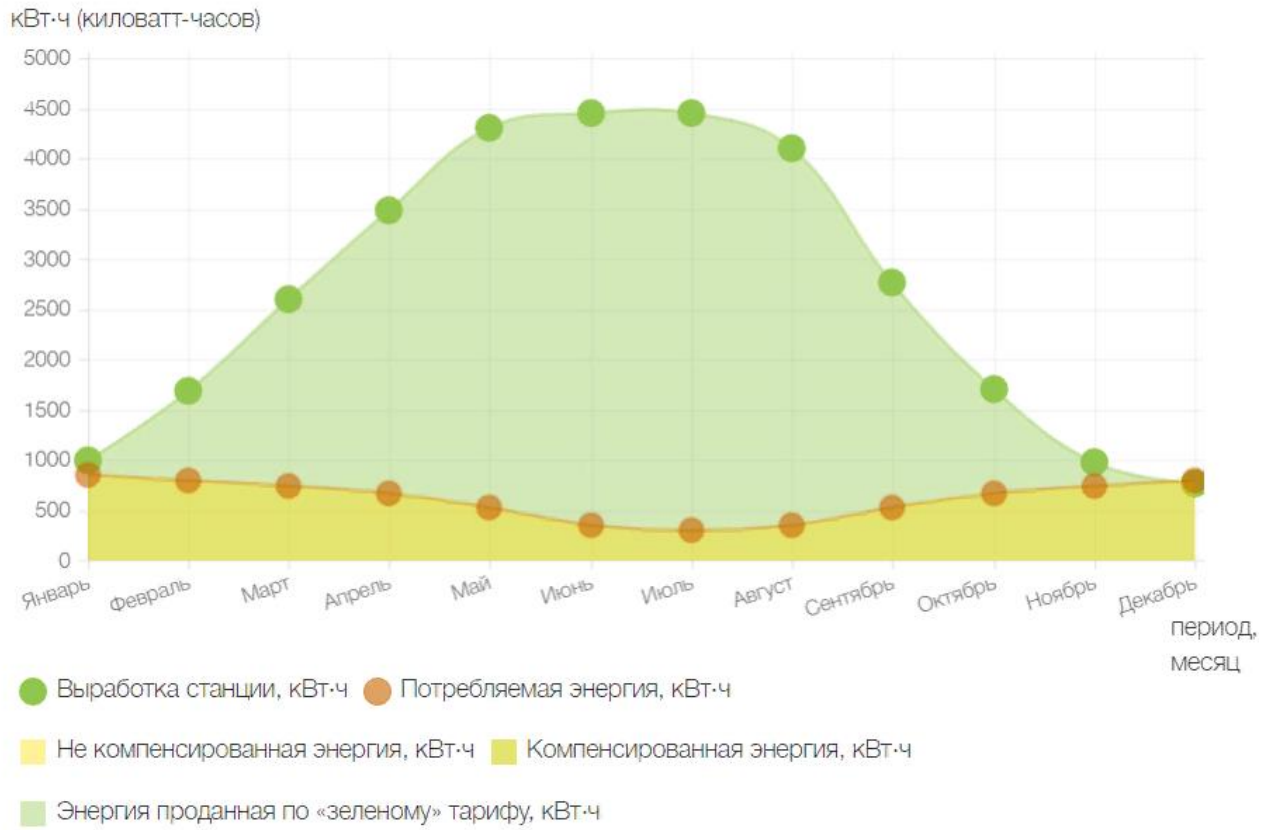
Ориентация - **юг**;

Дополнительная нагрузка на кровлю - **20 кг/м кв.**;

Площадь солнечных панелей - **180 м кв.**;

Додаток К

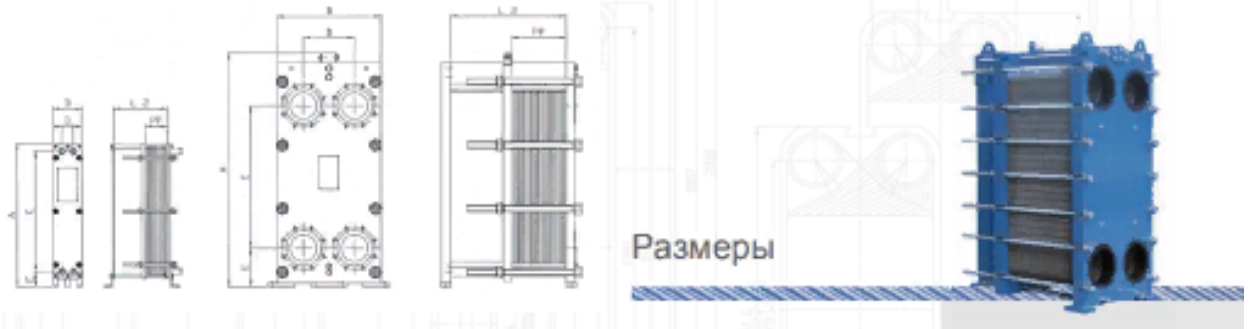
ВЫРАБОТКА СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ МОЩНОСТЬЮ 30 кВт



РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО РАСЧЕТА

Выработка солнечной электростанции в год, кВт·ч	32 284
Годовое потребление объекта, кВт·ч	7 306
Не компенсированная электроэнергия станцией, кВт·ч	30
Энергия проданная по «зеленому» тарифу за год, кВт·ч	25 008
Компенсированная электроэнергия станцией, кВт·ч	7 276

Додаток С



Корпус/ступень давления	Макс. давление бар	Макс. количество пластин	Площадь пластины м ²	A мм	B мм	C мм	D мм	E мм	L2 мм	pp мм	Присоединение	Макс. площадь м ²
FP 04	16	125	0,04	480	160	336	65	85	150-600	Кал. х 2,4	1"	5
FP 08	16	150	0,08	800	160	675	65	85	150-600	Кал. х 2,4	1"	12
FP 14	16	200	0,14	837	310	590	135	132	250-1000	Кал. х 2,4	2"	28
FP 20	16	200	0,20	1066	310	819	135	132	250-1000	Кал. х 2,4	2"	40
FP 05	25	150	0,04	470	185	381	70	45	250-1000	Кал. х 2,7	1"	6
FP 09	25	150	0,08	765	185	676	70	45	250-1000	Кал. х 2,7	1"	12
FPDW 05	16	150	0,04	470	185	381	70	45	250-1000	Кал. х 2,9	1"	6
FP 10	25	200	0,10	733	310	494	126	128	250-1000	Кал. х 2,9	2"	20
FP 16	25	200	0,16	933	310	694	126	128	250-1000	Кал. х 2,9	2"	30
FP 22	25	200	0,21	1182	310	894	126	128	250-1000	Кал. х 2,9	2"	45
FPDW 16	25	200	0,16	933	310	694	126	128	250-1000	Кал. х 3,1	2"	30
FP 19	16	500	0,19	1080	440	650	202	200	500-2500	Кал. х 3,1	DN 80	100
FPDW 19	16	500	0,19	1080	440	650	202	200	500-2500	Кал. х 3,1	DN 80	100
FP 205	25	500	0,21	1160	480	719	225	204	500-2500	Кал. х 3,1	DN 100	105
FP 31	25	500	0,30	1332	480	894	225	204	500-3000	Кал. х 3,1	DN 100	150
FP 40	25	500	0,40	1579	480	1141	225	204	500-3000	Кал. х 3,1	DN 100	200
FP 50	25	500	0,50	1826	480	1388	225	204	500-3000	Кал. х 3,1	DN 100	250
FP 71	25	500	0,70	2320	480	1882	225	204	500-3000	Кал. х 3,1	DN 100	350
FPDW 205	16	500	0,21	1160	480	719	225	204	500-3000	Кал. х 3,3	DN 100	105
FPDW 31	16	500	0,30	1332	480	894	225	204	500-3000	Кал. х 3,3	DN 100	200
FPDW 50	16	500	0,50	1826	480	1388	225	204	500-3000	Кал. х 3,3	DN 100	250
FPG 31	25	250	0,30	1332	480	894	225	204	500-3000	Кал. х 3,1	DN 100	200
FP 41	25	700	0,40	1470	620	941	290	225	500-4000	Кал. х 3,5	DN 150	280
FP 60	25	700	0,60	1835	620	1306	290	225	500-4000	Кал. х 3,5	DN 150	420
FP 80	25	700	0,80	2200	620	1671	290	225	500-4000	Кал. х 3,5	DN 150	560
FPDW 80	16	700	0,80	2200	620	1671	290	225	500-4000	Кал. х 3,7	DN 150	560
FP 42	25	750	0,40	1470	620	941	290	225	500-4000	Кал. х 3,1	DN 150	315
FP 62	25	750	0,60	1835	620	1306	290	225	500-4000	Кал. х 3,1	DN 150	450
FP 82	25	750	0,80	2200	620	1671	290	225	500-4000	Кал. х 3,1	DN 150	600
FP 112	25	750	1,15	2687	620	2157	290	225	500-4000	Кал. х 3,1	DN 150	840
FP 405	25	700	0,41	1380	760	770	395	285	500-4000	Кал. х 3,1	DN 200	300
FP 70	25	700	0,70	1740	760	1130	395	285	500-4000	Кал. х 3,1	DN 200	355
FP 100	25	700	1,00	2100	760	1490	395	285	500-4000	Кал. х 3,1	DN 200	700
FP 130	25	700	1,30	2460	760	1850	395	285	500-4000	Кал. х 3,1	DN 200	910
FPDW 100	16	700	1,00	2100	760	1490	395	285	500-4000	Кал. х 3,3	DN 200	700
FP 81	25	800	0,80	1930	980	1100	480	365	1780-5280	Кал. х 3,8	DN 300	640
FP 120	25	800	1,20	2320	980	1490	480	365	1780-5280	Кал. х 3,8	DN 300	960
FP 160	25	800	1,60	2710	980	1879	480	365	1780-5280	Кал. х 3,8	DN 300	1280
FP 190	25	800	1,90	3100	980	2267	480	365	1780-5280	Кал. х 3,8	DN 300	1520
FP 150	25	800	1,50	2500	1370	1468	672	480	1980-5980	Кал. х 4,1	DN 500	1600
FP 200	25	800	2,00	2855	1370	1822	672	480	1980-5980	Кал. х 4,1	DN 500	1600
FP 250	25	800	2,50	3211	1370	2178	672	480	1980-5980	Кал. х 4,1	DN 500	2000
FP 300	25	800	3,00	3567	1370	2534	672	480	1980-5980	Кал. х 4,1	DN 500	2400