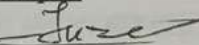
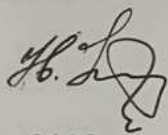


Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Інженерних систем у будівництві


МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему:
«Система створення комфортного температурно-вологісного середовища
у теплицях для вирощування рослинної продукції»

Виконав студент 2 курсу, групи ТГ-22м
Спеціальності 192- Будівництво та
цивільна інженерія

Юзькова Є.П. 
(підпис, ініціали та прізвище)

Керівник: к.т.н., проф. Коц І.В. 
(підпис, ініціали та прізвище)

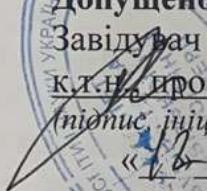
«12» 12 2023 р.

Опонент: к.т.н., доц. Попович М.М. 

(науковий ступінь, вчене звання, кафедра)
підпис, ініціали та прізвище)

«14» 12 2023 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.
(підпис, ініціали та прізвище)

 «12» 12 2023 р.

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра інженерних систем у будівництві
Освітньо-кваліфікаційний рівень II магістр
Галузь знань 19 Архітектура та будівництво
(шифр і назва)
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва)
Освітня програма "Теплогазопостачання і вентиляція"

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

02 вересня 2023 року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Юзькової Єлизавети Платонівни
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Система створення комфортного температурно-вологісного середовища у теплицях для вирощування рослинної продукції

керівник проекту роботи к.т.н., проф Коц І.В.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від "18" вересня 2023 року № 247

2. Строк подання студентом проекту (роботи) "10" грудня 2023р.

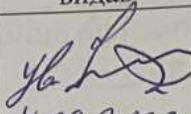
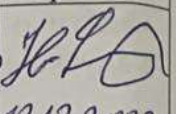
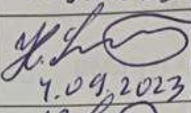
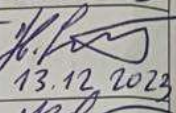
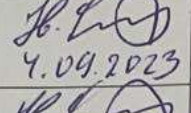
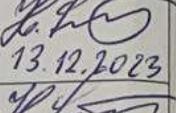
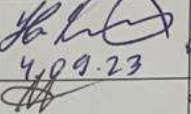
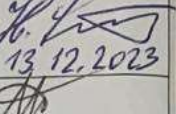

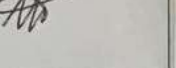
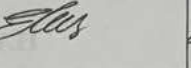

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Архітектурно-будівельні креслення будівлі, проектна документація на будівництво, результати обстеження будівлі, технічні характеристики огорожувальних конструкцій будівлі.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, аналіз сучасного стану закладів освіти, заходи термомодернізації та підвищення енергозбереження, техніко-економічне обґрунтування. Теоретичне обґрунтування та проектні рішення для прийняття раціонального варіанта системи опалення, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень та заходи з охорона праці і техніки безпеки, техніко-економічні показники, загальний висновок, перелік використаних джерел, додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Креслення: План теплиць з комбінованою системою опалення, 3D види систем опалення, принципова схема гребінки теплопостачання, календарний план, вузлові креслення.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

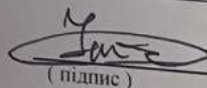
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітичний огляд сучасних систем опалення для створення мікроклімату в приміщенні теплиць	к.т.н., проф. Коц І.В.	 4.09.2023	 13.12.2023
Теоретичне обґрунтування прийнятих рішень	к.т.н., проф. Коц І.В.	 7.09.2023	 13.12.2023
Організаційно-технологічне забезпечення запроєктованих рішень	к.т.н., проф. Коц І.В.	 7.09.2023	 13.12.2023
Енергоефективність	к.т.н., проф. Коц І.В.	 7.09.23	 13.12.2023
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	к.т.н., доцент Кобилянська І.М.		
Техніко-економічні показники	к.т.н., доцент Лялюк О.Г.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

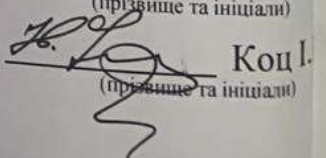
№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Складання завдання та змісту до МКР	6.09.2023	вик.
2	Аналітичний огляд сучасних систем опалення для створення мікроклімату в приміщенні теплиць	17.09.2023	вик.
3	Теоретичне обґрунтування прийнятих рішень	18.10.2023	вик.
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень та заходи з охорона праці і техніки безпеки	30.10.2023	вик.
5	Енергоефективність	7.11.23	вик.
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	20.11.2023	вик.
7	Техніко-економічні показники	24.11.2023	вик.
8	Оформлення графічної частини та пояснювальної записки, розробка презентації	25.11.2023	вик.
9	Попередній захист		
10	Виправлення зауважень	6.12.2023	вик.
11	Рецензування	13.12.2023	вик.
12	Захист МКР	15.12.2023	вик.
		18.12.2023	

Магістрант


(підпис)

Юзькова Є.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)
(підпис)


(прізвище та ініціали)

Коц І.
(прізвище та ініціали)

Анотація

УДК 697.94: 631.243

Юзькова Є.П. Система створення комфортного температурно-вологісного середовища у теплицях для вирощування рослинної продукції. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 -Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма – теплогазопостачання і вентиляція. ВНТУ, 2023, 181 с.

На укр. Мові бібліогр.:74 назв; рис.:11; табл.: 39.

МКР присвячена розробці системи створення комфортного середовища у теплицях для вирощування рослинної продукції з використанням комбінованої системи опалення. Головна мета дослідження полягає в підвищенні якості вирощування рослин шляхом оптимізації температурного режиму в теплицях.

У роботі проаналізовано існуючі системи опалення, їх переваги і недоліки, а також використовувані технології для підтримки оптимальної температури у теплицях. На основі отриманих даних була розроблена комбінована система опалення, що поєднує в собі електричне опалення та систему геотермального обігріву.

Отримані результати дозволили встановити переваги комбінованої системи, серед яких зменшення споживання енергії, підвищення якості вирощування рослин та забезпечення стабільного температурного режиму.

Результати дослідження можуть бути корисними для фермерів, які займаються вирощуванням рослинної продукції у теплицях, а також для науковців і спеціалістів, що працюють у галузі агротехнологій. Отримані дані сприятимуть покращенню умов вирощування рослин, збільшенню врожайності та економії ресурсів.

Ключові слова: опалення теплиць, мікроклімат, тепла підлога.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННІ.....	10
ТЕПЛИЦЬ	10
1.1 Загальна інформація про об'єкт та системи.....	10
1.1.1.Види теплиць в залежності від їх конструктиву.....	10
1.1.2.Типи теплиць в залежності від їх функціонального призначення та відповідні системи опалення.....	11
1.2 Огляд відомих ефективних систем водяного опалення теплиць	14
1.2.1 Порівняння різних типів теплообмінників, їх переваги та недоліки	14
1.3 Аналітичний огляд конструктивних особливостей теплиці.....	19
1.3.1.Класифікація та характеристика конструкцій теплиць.....	19
1.3.2.Характеристика огорожуючих конструкцій теплиць.....	26
1.4 Обґрунтування особливостей теплопостачання промислових теплиць	29
1.5 Економічне обґрунтування вибору котельного обладнання.....	30
1.6 Моделювання теплообмінних процесів в середовищі теплиці.....	30
1.7 Температурний режим теплиці.....	37
1.8 Висновки до розділу	40
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ.....	42
2.1 Вихідні положення. Характеристика об'єкту, технологічні можливості та економічна доцільність.....	42
2.2 Обґрунтування чисельності робочих місць.....	43
2.3 Матеріальна оцінка впливів на навколишнє середовище.....	43
2.4 Визначення теплотехнічних розрахунків у теплиці.	43
2.5 Підбір обладнання для системи опалення	55
2.5 Гідравлічний розрахунок системи опалення теплиць	60
2.5 Підбір обладнання для системи опалення теплиць	63
Висновки до розділу	66
3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАПРОЄКТОВАНИХ РІШЕНЬ.....	68

3.1 Аналіз системи, що прийнята до монтажу	68
3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи	69
3.3 Розрахунок основних та витратних матеріалів	70
3.4 Вибір робочих інструментів, машин та механізмів.....	74
3.5 Визначення складу і об'єму робіт	76
3.5.1 Визначення складу робіт	76
3.5.2 Визначення об'єму робіт	77
3.6 Визначення трудомісткості монтажних робіт та складу бригад.....	79
3.7 Розрахунок витрат пального та електроенергії.....	82
Висновки до розділу	83
4 ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.....	84
4.1. Загальні дані	84
4.2. Початкові дані	84
4.2.1. Загальна характеристика об'єкту	84
4.3. Розрахункові кліматичні і теплоенергетичні параметри	86
4.4. Розрахунок енергопотреби для опалення будівлі.....	88
4.5. Оцінка тепловологісного режиму огорожувальних конструкцій.....	91
4.1. Визначення показників теплостійкості будівель.....	94
4.2. Визначення терміну ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки будівлі і її елементів для будівель житлових будинків.....	95
4.3. Розрахунки енергетичних характеристик будівлі	95
4.4. Розрахунок енергоспоживання системами опалення.....	100
4.5. Загальне енергоспоживання при охолодженні	104
4.6. Визначення розрахунків первинної енергії та викидів парникових газів...	105
4.7. Визначення класу енергетичної ефективності.....	105
4.8. Форма представлення зведених характеристик будівлі	107
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	112
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта.....	112
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць.....	112
5.1.2 Електробезпека	115
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	116
5.2.1 Мікроклімат	116
5.2.2 Склад повітря робочої зони.....	116
5.2.3 Виробниче освітлення	117

5.2.4 Виробничий шум.....	119
5.2.5 Виробничі вібрації	120
5.2.6 Фактори умов праці	121
5.7 Висновки до розділу	123
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.....	124
6.1 Локальний кошторис	124
6.2 Виконання розрахунку.....	126
6.3 Висновок до розділу.....	127
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	128
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	131
ДОДАТКИ 135	
ДОДАТОК А.....	135
ДОДАТОК Б	139
ДОДАТОК В.....	142
ДОДАТОК Д.....	144
ДОДАТОК Е	149
ДОДАТОК Ж.....	152
ДОДАТОК К.....	154
ДОДАТОК Л.....	161
ДОДАТОК М.....	162
ДОДАТОК Н.....	169

ВСТУП

У даній магістерській роботі розробляється проєктний варіант комбінованої енергоефективної системи опалення теплиць із використанням радіаторів, контурів теплої підлоги в поєднанні з тепловентиляторами для досягнення максимального використання теплоносія.

Актуальність теми. Створення системи опалення в теплицях з використанням радіаторів, теплої підлоги та тепловентиляторів є вкрай актуальним завданням, оскільки це дозволяє досягти кількох важливих цілей:

1. **Забезпечення оптимальних умов для росту та розвитку рослин:** Система опалення допоможе створити стабільний та комфортний температурний режим в теплицях, що сприяє покращенню вегетації, цвітінню та формуванню плодів.
2. **Продовження вегетаційного періоду:** Завдяки збалансованому теплопостачанню рослини можуть рости і розвиватися навіть у прохолодний період, що дозволяє подовжити вегетаційний сезон і отримати більший врожай.
3. **Збільшення врожайності:** Створення оптимальних умов для росту сприяє високій якості та кількості зібраного врожаю, що може позитивно вплинути на виробництво сільськогосподарської продукції.
4. **Захист від негативних впливів погодних умов:** Система опалення допомагає забезпечити рослини захистом від морозів, нічних перепадів температур та інших погодних стресів.
5. **Гнучкий контроль над середовищем:** Використання різних типів опалення дозволяє точно налаштувати температуру та вологість у теплицях відповідно до вимог різних видів рослин.
6. **Енергоефективність:** Модерні системи опалення можуть бути спроектовані з урахуванням енергоефективних технологій, відповідної арматури, що допомагає зменшити споживання електроенергії та палива. Також енергозбереження в теплицях є важливою складовою сталого розвитку сільськогосподарського сектора. Досягнення оптимального балансу між теплопостачанням та споживанням енергії може значно покращити ефективність тепличного ви-

рощування рослин. Це є вигідним як для довкілля, так і для фінансів сільськогосподарських підприємств, оскільки дозволяє зменшити вплив на навколишнє середовище та скоротити експлуатаційні витрати.

7. Вдосконалення досліджень та виробництва: Розробка та впровадження нових систем опалення сприяє розвитку агротехнологій та збільшенню виробництва сільськогосподарської продукції.

Мета і завдання дослідження. Головною метою даної роботи є створення функціонуючої системи опалення для комфортних мікрокліматичних умов в теплицях з використанням сучасного та енергоефективного обладнання. Це необхідно для забезпечення одномірного розвитку та росту рослин у даному приміщенні, а також для збереження енергії та охорони навколишнього середовища. З метою досягнення поставленої мети вирішуються наступні завдання:

- встановлення основних параметрів середовища у приміщенні, що впливають на розвиток та продуктивність певних видів рослин;
- аналіз існуючих досліджень та особливостей системи опалення, котра відповідає заданій ціллі;
- дослідження факторів, які впливають на внутрішнє середовище та створення теплового режиму у приміщенні;
- моделювання теплового режиму в теплиці, з урахуванням конструктивних особливостей огороджуваних структур;
- реалізувати проектні рішення з організаційно-технологічним підходом та врахуванням питань безпеки та охорони праці під час монтажу;
- скласти докладний кошторис на монтажні роботи та визначити загальні техніко-економічні параметри проекту
- огляд змонтованої системи на відповідність проектним рішенням.
- розробка рекомендацій щодо впровадження розробленої системи опалення у практику тепличного господарства.

Об'єктом дослідження є процеси теплового обміну, що відбуваються в ґрунтовому та повітряному середовищі під час вирощування рослин у теплицях.

Предмет дослідження – комбінована система опалення у чотирьох телицях з використанням сучасної арматури для балансування та енергоощадного обладнання, яка використовується для забезпечення оптимальних умов тепла, вологості та освітленості для рослинної продукції.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Магістерська кваліфікаційна робота виконана у відповідності до тематичного плану науково-дослідних робіт, що виконуються кафедрою інженерних систем в будівництві: 93К2 «Розробка енергоефективних систем теплогазопостачання, вентиляції і кондиціонування в галузі будівництва та цивільної інженерії».

Наукова новизна одержаних результатів.

Удосконалення математичної моделі робочого процесу тепломасообміну створення комфортного температурно-вологісного середовища для вирощування рослинної продукції, яка надала можливість врахування конструктивних особливостей комбінованої системи опалення повітря і ґрунту.

Практична значимість МКР полягає в тому, що розроблено технологічний процес створення комфортного клімату у теплицях, що дозволяє зростити рентабельність та продуктивність сільськогосподарських підприємств. Створено робочі креслення. Крім того, запропонована комбінована система опалення може бути використана для опалення інших приміщень, таких як будинки, склади та інші будівлі.

Окрім того, дослідження впливу комбінованої системи опалення на якість вирощуваної рослинної продукції може мати велике значення для аграрного сектору, оскільки від належної якості продукції залежить її конкурентоспроможність на ринку. Також, враховуючи зміну кліматичних умов, розроблення ефективних систем опалення може допомогти зберігати рослинну продукцію у відповідних умовах протягом всього року.

Апробація та публікації.

За тематикою роботи зроблені доповіді на науково-технічній конференції ВНТУ «Інноваційні технології у будівництві» (м. Вінниця, листопад 2022 р.); (див. додаток Б) опубліковані тези доповіді у збірнику матеріалів конференції, а також у .78 випуску «Наукової конференції професійно-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету» (м. Вінниця, листопад 2022 р.).

Також за тематикою роботи зроблені доповіді на науково-технічній конференції ВНТУ «Інноваційні технології у будівництві» (м. Вінниця, листопад 2023 р.); опубліковані тези доповіді у збірнику матеріалів конференції (див. додаток В).

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННІ ТЕПЛИЦЬ

1.1 Загальна інформація про об'єкт та системи

Теплиця представляє собою спеціальну структуру чи будівлю, створену з метою надання ідеальних умов для вирощування рослин, часто у випадках, коли природне середовище або погодні умови не сприяють їх вегетації. Такі об'єкти мають різні призначення, включаючи культивування овочів, квітів, трав, розмноження деревця, проведення наукових досліджень та зберігання рослин.

Типова теплиця складається зі стін, виготовлених із скла або полікарбонату, і покриття, яке допускає проникнення сонячного світла, а також включає системи обігріву, вентиляції та іноді зволоження та розпилення. Ці конструкції створюють контрольовані кліматичні умови всередині теплиці, що допомагає рослинам зростати швидше і приносити більше врожаю.

Застосування теплиць дає можливість продовжити період вирощування рослин, забезпечити захист від небажаних зовнішніх впливів, контролювати температуру, вологість та освітленість для досягнення найкращих результатів у сільському господарстві та садівництві.

1.1.1. Види теплиць в залежності від їх конструктиву

Існує декілька варіантів теплиць різного призначення. Тут представлені деякі з них:

- Плівкові теплиці:

Побудовані з металевих або дерев'яних каркасів, що покриваються плівкою. Вони відносно недорогі і добре пропускають сонячне світло.

- Скляні теплиці:

Мають стінки і покриття із скла. Ці теплиці більш ефективні для утримання тепла та захисту від погодних умов, але коштують більше при встановленні та обслуговуванні.

- Теплиці з полікарбонату:

Виготовлені з легкого матеріалу з відмінними теплоізоляційними властивостями. Такі теплиці поєднують переваги скляних та плівкових варіантів.

- Міні-теплиці:

Малі розміри цих теплиць дозволяють вирощувати рослини на обмеженому просторі, наприклад, на балконах або підвір'ях.

- Гідропонні теплиці:

Спеціально призначені для гідропонних систем, де корені рослин живляться водними розчинами, а не ґрунтом.

- Зимові теплиці:

Використовуються для зберігання рослин у холодний період, забезпечуючи захист від морозу та вітру.

- Капельні теплиці:

Спеціальний акцент робиться на оптимальному зволоженні рослин і контролі вологості повітря.

- Інноваційні теплиці:

Сучасно спроектовані споруди з автоматизованими системами для контролю клімату, освітлення та поливу.

Кожен тип теплиці має свої переваги і недоліки, а вибір залежить від конкретних потреб і умов її використання.

1.1.2. Типи теплиць в залежності від їх функціонального призначення та відповідні системи опалення

Функціональне призначення приміщення являється основним фактором у виборі системи опалення та обігріву теплиць, їх конструкторського виду та впливає на культури, котрі будуть там вирощуватись.

Далі наведені різні типи теплиць в залежності від їх функціонального призначення:

- Продуктові теплиці (для вирощування рослин):
- Дослідницькі теплиці (для наукових досліджень):

- Теплиці для розмноження рослин:
- Зимові теплиці (для зберігання та вирощування рослин під час холодного періоду):
- Екзотичні теплиці (для вирощування екзотичних рослин):
- Загальноживані теплиці (для відпочинку або навчання):

У відповідності до цього підбирають необхідну систему опалення, котра буде відповідати функціональному призначенню приміщення.

Тоді, обігрів приміщення може відбуватись різними способами. Виділяють три основних типа, а саме: [1]:

- Ґрунтовий або субстратний обігрів;

Система ґрунтового обігріву теплиць є ефективним засобом забезпечення оптимальних умов для росту рослин у теплицях. Основна концепція полягає у підтримці тепла шляхом нагрівання ґрунту, на якому ростуть рослини, замість теплового обігріву повітря всередині теплиці.

Це досягається за допомогою теплового кабеля або спеціальних труб теплої підлоги, які розміщуються під поверхнею ґрунту в теплиці. Тепло подається через цей кабель або труби і рівномірно розподіляється по всій площі ґрунту, створюючи однакову температуру для всіх рослин. Системи ґрунтового обігріву зазвичай обладнані терморегуляторами, які дозволяють точно контролювати температуру ґрунту згідно з потребами рослин.

Ця система має численні переваги, такі як підвищення температурного комфорту для рослин, зменшення ризику грибкових захворювань завдяки уникненню охолодження вологої поверхні ґрунту, ефективне зберігання тепла, що допомагає знизити витрати на опалення теплиці взимку, а також можливість поєднання з сонячними колекторами для збереження електроенергії. Важливо також приділяти увагу дренажу під час встановлення системи, щоб запобігти надмірному зволоженню ґрунту.

- Бічний та торцевий обігрів;

Цей метод включає встановлення систем обігріву на боках теплиць. Зазвичай це можуть бути радіатори, тепловентилятори або системи водяного обігріву. Гаряче повітря або теплоносії нагріваються і подається на бічні стінки теплиці, що допомагає підтримувати оптимальну температуру та захищати рослини від холоду. Бічний обігрів може бути особливо корисним в умовах, коли на вулиці низькі температури. Торцевий обігрів спрямовує тепло на вхідні частини теплиці, де зазвичай є найбільше тепловтрати. Це допомагає запобігти втратам тепла через ворота, двері та інші відкриті частини теплиці.

– Покрівельний та підлотковий обігрів;

Покрівельний обігрів теплиць - це система, спрямована на збереження оптимальної температури всередині теплиць та захисту рослин від негоди та низьких температур. Вона використовує спеціальні теплові елементи, що розміщуються на покрівлі теплиці, такі як електричні обігрівачі, нагрівальні кабелі тощо. Ця система може допомагати в уникненні морозу, захищати від негоди і створювати стабільну температуру для рослин. Терморегулятори, які зазвичай встановлюються в системі, контролюють температуру та регулюють обігрів. Крім того, деякі системи можуть використовувати сонячну енергію для зменшення споживання електроенергії. У зимовий період покрівельний обігрів особливо важливий для забезпечення комфорту та захисту рослин в тепличних умовах.

Відповідно до цього використовуються різні види систем опалення:

- Гідропідігрів: Забезпечує рослини теплом через підлогові системи трубопроводів з гарячою водою або теплоносієм.
- Системи гарячого повітря: Подача нагрітого повітря за допомогою обігрівачів або пальників для підтримки оптимальної температури в теплиці.
- Точкове опалення: Використання обігрівачів або інфрачервоних джерел тепла для забезпечення необхідних умов для виконання досліджень.
- Тепла підлога: Забезпечення рівномірного тепла під контейнерами з насінням для сприяння швидкому проростанню.
- Системи теплої води: Використання трубопроводів з гарячою водою для

створення сприятливих умов для росту екзотичних рослин.

- Електричні системи: Забезпечення опалення за допомогою електричних обігрівачів для комфортного перебування людей в теплицях.

Ці системи можуть використовуватись окремо або поєднуватись в залежності від конкретних потреб і завдань, які має виконувати теплиця [1-3].

1.2 Огляд відомих ефективних систем водяного опалення теплиць

Водяне опалення теплиць - це ефективна система обігріву для рослинного виробництва. Основні її складові включають водяний нагрівач, трубопровід, радіатори або теплообмінники та насоси.

Переваги водяного опалення теплиць включають рівномірний розподіл тепла, ефективне використання енергії та зниження ризику об'ємних горінь.

Водяне опалення також дозволяє контролювати температуру у всіх зонах теплиць, забезпечуючи оптимальні умови для різних видів рослин.

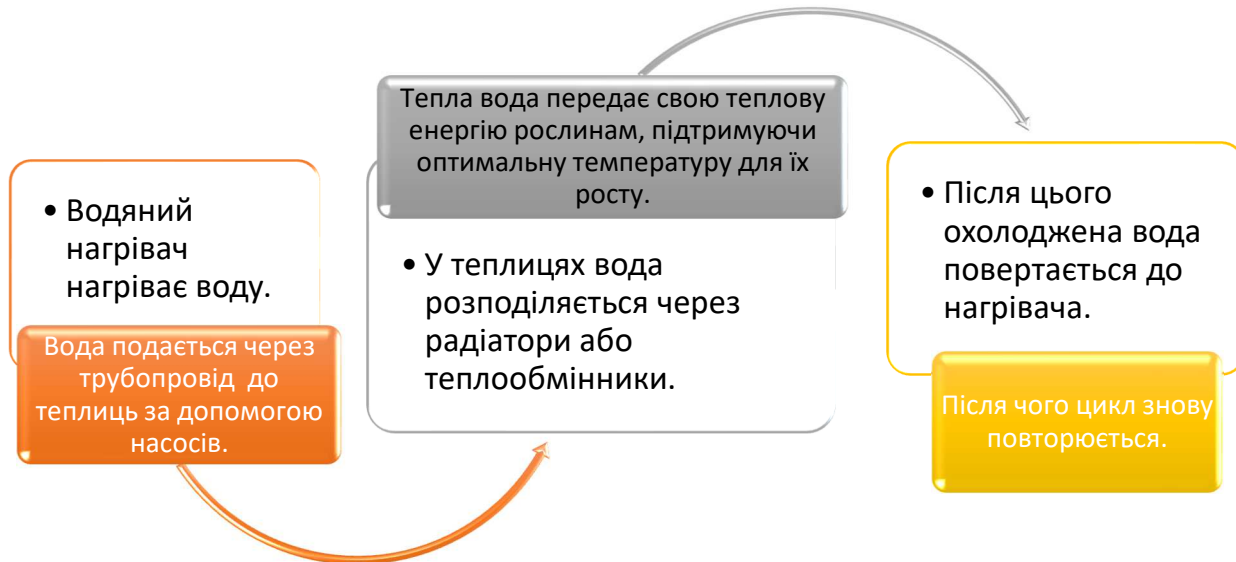


Схема 1: Принцип роботи водяної системи опалення теплиць.

1.2.1 Порівняння різних типів теплообмінників, їх переваги та недоліки

- Опалення теплиць за допомогою радіаторів – це спосіб створення комфортних умов для рослин у тепличних умовах. Радіатори використовуються для нагрівання повітря всередині теплиці за допомогою гарячої води або пари, яка циркулює через

систему трубопроводів та радіаторів.

Особливості опалення теплиць радіаторами:

- Теплообмін: Гаряча вода або пара, що циркулюють у трубопроводах, передають тепло радіаторам. Потім радіатори випромінюють тепло у повітря теплиці.

- Рівномірний обігрів: Повітря прогрівається рівликоподібно знизу вгору, створюючи рівномірну температуру.

- Регульованість: Зазвичай системи опалення радіаторами дозволяють регулювати температуру у приміщенні, а також рівень нагріву.

- Можливість комбінування: Системи опалення радіаторами можна поєднувати з іншими методами опалення, наприклад, з електричними обігрівачами або геотермальними системами.

- Завдяки радіаторам вдається підтримувати стабільну температуру в теплиці, що може позитивно вплинути на зростання та врожайність рослин.

За вибору оптимального способу опалення теплиці радіаторами необхідно враховувати тип теплиці, доступні джерела тепла, бюджет, розташування та інші фактори.

Опалення теплиць радіаторами може мати свої *недоліки*, які варто враховувати при виборі оптимальної системи опалення:

- Нерівномірний розподіл тепла: Радіатори можуть забезпечувати нерівномірний розподіл тепла в теплиці, особливо якщо не встановлені адекватно або недостатньо регулюються.

- Високі витрати енергії: Опалення за допомогою радіаторів може бути досить енергозатратним методом через те, що тепло передається в повітря, а втрати тепла через стіни теплиці можуть бути великими.

- Можливий перегрів повітря: Радіатори можуть нагрівати повітря в теплиці до високих температур, що може бути небезпечним для деяких видів рослин і призвести до опіків листків.

- Обмеженість регулювання: У деяких випадках системи опалення радіатора-

ми можуть мати обмежену можливість регулювання температури, що може ускладнити створення оптимальних умов для росту рослин.

- Обмежений радіус дії: Тепло від радіаторів може розподілятися обмеженим радіусом, тому великі або неоднорідно розміщені теплиці можуть потребувати додаткових радіаторів для забезпечення однакового опалення.

- Загроза опаленню: Радіатори можуть створювати ризик опалення, якщо їх розмістити занадто близько до матеріалів теплиці або рослин.

- Можливість витоків: Якщо система не належним чином установлена та утримується, можуть виникнути витoki теплоносія або проблеми зі з'єднаннями, що призведе до втрати тепла та може бути небезпечним.

Перед вибором системи опалення радіаторами важливо ретельно зважити на всі фактори, включаючи види рослин, кліматичні умови, розміщення теплиць та бюджет.

• Опалення теплиць теплою підлогою є однією з ефективних та економічно вигідних систем обігріву рослин. Принцип полягає у тому, що тепла вода або нагрівальний елемент прогрівається та циркулює під поверхнею підлоги, передаючи тепло безпосередньо до коренів рослин.

Переваги опалення теплою підлогою для теплиць:

- Рівномірне обігрів: Тепло передається рослинам безпосередньо знизу, що створює рівномірну температуру в усьому приміщенні.

- Ефективність: Така система дозволяє знизити споживання енергії, оскільки тепло спрямовується безпосередньо до рослин, не втрачаючи його на нагрів повітря.

- Захист від заморозків: Тепла підлога допомагає попередити заморожування коренів рослин, особливо в холодних періодах.

- Можливість регулювання: Системи опалення теплою підлогою зазвичай мають можливість індивідуального регулювання температури для різних ділянок теплиці.

- Відсутність обігрівальних елементів в повітрі: Це зменшує ризик опіків листків рослин, які можуть виникнути від прямого контакту з гарячим повітрям.

- Підвищення врожайності: Рослини отримують оптимальну теплову підтримку, що може позитивно вплинути на їх зростання та врожайність.

Звісно, розгляд опалення теплою підлогою має враховувати особливості кожного конкретного випадку, включаючи тип теплиці, кліматичні умови, види рослин та бюджет.

Хоча система водяного обігріву ґрунту в теплицях має свої переваги, є деякі потенційні недоліки, які також варто враховувати:

- Вартість встановлення: Встановлення системи водяного обігріву ґрунту може бути дорогим завданням. Вам потрібно буде придбати та встановити систему трубопроводів, насоси, теплообмінники та інше обладнання.

- Складність обслуговування: Така система вимагає регулярного обслуговування, включаючи перевірку та ремонт трубопроводів, контроль теплоносія та роботу насосів. Відсутність адекватного обслуговування може призвести до відмови системи.

- Витрати на енергію: Опалення теплиці за допомогою системи водяного обігріву може споживати значну кількість енергії, особливо в холодних періодах. Це може призвести до збільшення енергетичних витрат та витрат на опалення.

- Ризик перегріву: Неналежне регулювання системи може призвести до перегріву ґрунту, що може негативно позначитися на здоров'ї рослин.

- Складність управління: Контроль та налагодження системи водяного обігріву може бути складним завданням, особливо для тих, хто не має відповідного досвіду.

- Потенційні витоки: Якщо система не належним чином встановлена та утримується, можуть виникнути витоки теплоносія або проблеми з трубопроводами, що може призвести до втрати тепла та збитків.

Враховуючи ці недоліки, важливо ретельно вивчити всі аспекти та зважити

на можливі витрати та переваги перед тим, як вирішувати, чи встановлювати систему водяного обігріву ґрунту в теплицях.

- Тепловентилятори - це пристрої, які використовуються для обігріву приміщень або об'єктів шляхом циркуляції гарячого повітря. Вони працюють, нагріваючи повітря внутрішнім нагрівальним елементом (зазвичай електричним або газовим) і потім вибуховою циркуляцією розподіляють це гаряче повітря в приміщенні, підігрівуючи його.

Тепловентилятори можуть бути використані в різних ситуаціях, таких як обігрів гаражів, ремонтних майстерень, тимчасових будівель або навіть теплиць. Вони зазвичай є більш компактними і доступними за ціною порівняно з іншими системами опалення. Однак, їх використання може супроводжуватися деякими обмеженнями, такими як можливий шум і перепалення повітря.

Під час розробки системи опалення для теплиць тепловентилятори можуть бути використані для підтримання оптимальної температури, забезпечення рівномірного розподілу тепла та захисту рослин від негативних погодних умов.

Опалення теплиць тепловентиляторами має кілька переваг:

- Рівномірне розподілення тепла: Тепловентилятори забезпечують рівномірне розподілення тепла усередині теплиці, що допомагає у підтриманні стабільної температури.
- Швидке нагрівання: Вони дозволяють швидко підігріти теплицю або підтримувати оптимальну температуру, що корисно для росту рослин.
- Керування температурою: Тепловентилятори можуть бути обладнані терморегуляторами, що дозволяє автоматично регулювати температуру відповідно до потреб рослин.
- Захист від заморожування: Тепловентилятори допомагають запобігати заморожуванню рослин у холодних місяцях, зберігаючи оптимальну температуру.
- Вентиляція: Вони також можуть служити для циркуляції повітря у теплиці, що сприяє рівномірному розподілу вологості та кисню.

Проте слід бути обережними і враховувати витрати на енергію та можливі ризики перегріву або пожежі при використанні тепловентиляторів у теплицях.

Опалення теплиць тепловентиляторами може мати свої недоліки, які варто враховувати при виборі оптимальної системи опалення:

- Нерівномірний розподіл тепла: Тепловентилятори можуть забезпечувати нерівномірний розподіл тепла в теплиці, оскільки гаряче повітря часто піднімається вгору, залишаючи нижню частину приміщення менш обігрітою.
- Повітряний потік: Тепловентилятори створюють повітряний потік, який може призвести до розсіювання вологи та випадання пилу з рослин, що може бути негативним для деяких видів.
- Засуха: Постійний потік гарячого повітря може спричинити висушування ґрунту та рослин, особливо в поєднанні з низькою вологістю повітря.
- Шум: Тепловентилятори можуть створювати значний шум, що може бути небажаним для деяких рослин або робочих умов.
- Втрати тепла: Гаряче повітря, яке видувається з тепловентиляторів, може призводити до втрати тепла через стіни теплиці.
- Витрати енергії: Тепловентилятори можуть споживати велику кількість енергії, особливо якщо вони використовуються протягом тривалого періоду.
- Обмеженість регулювання: Не всі системи тепловентиляції мають деталізовані можливості регулювання температури, що може ускладнити створення оптимальних умов для різних видів рослин.

Перед вибором системи опалення тепловентиляторами важливо уважно оцінити всі плюси та мінуси, а також врахувати конкретні вимоги та умови вашої теплиці. [4-5].

1.3 Аналітичний огляд конструктивних особливостей теплиці

1.3.1. Класифікація та характеристика конструкцій теплиць

Конструкції теплиць класифікуються за такими ознаками:

- a) За конструктивно-планувальними рішеннями:

- Ангарні;



Рис.1 Приклад ангарної теплиці

Ангарні теплиці мають кілька переваг, які роблять їх популярними для вирощування рослин. Ось наведені основні з них:

- Висока висота: Висока висота ангарних теплиць дозволяє зберегти більше тепла і світла що у свою чергу впливає на створення оптимальних умов для росту рослин.
- Покриття з полікарбонату або плівки: Покриття з полікарбонату або плівки забезпечують захист рослин від шкідливих умов навколишнього середовища, таких як холод, вітер і дощ.
- Металева конструкція: Металева конструкція ангарних теплиць забезпечує їм надійність, стабільність і довговічність.
- Велика площа: Ангарні теплиці мають велику площу, що дозволяє вирощувати більше рослин на одному місці.
- Програма “Грант на теплицю”: Україна має програму “Грант на теплицю”, яка надає фінансову підтримку для розвитку тепличного господарства. Розмір допомоги залежить від площі теплиць і може сягати до 7 млн гривень

- Блокові;



Рис.2 Приклад блокових теплиць

Блокові теплиці - це спеціальні споруди для вирощування рослин, які складаються з кількох тунелів, з'єднаних між собою. Вони мають кілька переваг порівняно з іншими типами теплиць:

- Висока стабільність, надійність та довгий термін експлуатації: Металева конструкція блокових теплиць створює надійний каркас для подальшого використання та збільшує термін довговічності в порівнянні з іншими матеріалами.
- Можливість побудувати велику теплицю з меншими витратами: Блокові теплиці дозволяють отримати велику площу для вирощування сільськогосподарських культур поза сезоном. Оскільки бічні внутрішні перегородки всередині блокової теплиці не потребують покриття плівкою вони є доволі економним варіантом для повсякденного використання.
- Захист рослин від шкідливих умов навколишнього середовища: Покриття з поліетиленової плівки або інших матеріалів забезпечує захист рослин від шкідливих умов зовнішнього середовища, таких як холод, надмірна спека, волога і дощ та сніг.
- Універсальність конструкції: Конструкція блокових теплиць дозволяє використовувати їх не тільки для вирощування культур, а й для інших цілей, таких як: легкий монтаж, невеликі витрати, а також зручність переносу. Універсальність конструкції дозволяє встановлювати додаткове обладнання, таке як теплопоста-

чання, опалення, системи затемнення, лампи освітлення і системи безперебійної подачі води.

б) За профілем поперечного перерізу:

- Односхилі;

Односхилі теплиці - це тип теплиць, які мають один нахилений дах. Основні характеристики цих теплиць включають:



Рис.3 Приклад односхильної теплиці

– Односхилість: Дах теплиці нахилиється в одному напрямку, зазвичай в бік південного сонця. Це дозволяє максимально використовувати сонячне світло та тепло для рослин.

– Бічні стінки: Односхилі теплиці часто мають вертикальні бічні стінки, які можуть бути виготовлені зі скла або іншого матеріалу. Ці стінки можуть бути відчиненими або закритими, щоб забезпечити вентиляцію та регулювання температури.

– Каркас: Каркас односхилі теплиці може бути виготовлений з металу, дерева або пластику. Він підтримує дах та стінки теплиці.

– Вентиляція: Для забезпечення оптимальних умов для рослин односхилі теплиці зазвичай мають вентиляційні вікна або люки, які можна відкривати та закрити.

вати.

– Розмір: Розмір односклиї теплиці може варіюватися від малих структур для домашнього використання до великих комерційних об'єктів для вирощування рослин.

– Односклиї теплиці добре підходять для вирощування різних видів рослин, особливо тих, які потребують багато сонячного світла. Вони ефективно використовують енергію сонця та можуть створювати сприятливі умови для росту рослин протягом всього року.

- Двосклиї: рівні та нерівні, плоскі та арочні склиї[6].



Рис.4 Приклад двосклиї теплиці

Двосклиї теплиці - це тип теплиць, які мають два нахилених дахи. Основні характеристики цих теплиць включають:

- Два нахили: Двосклиї теплиці мають два нахилених дахи, які зазвичай спрямовані один в бік північного сонця, а інший - в бік південного сонця. Ця конструкція дозволяє максимально використовувати сонячне світло протягом дня.

- Бічні стінки: Двосклиї теплиці також мають бічні стінки, які можуть бути виготовлені зі скла, полікарбонату або інших матеріалів. Ці стінки можуть бути відкритими або залишатися закритими для вентиляції та регулювання темпера-

тури.

- Каркас: Каркас двосхилі теплиці зазвичай виготовлений з металу, дерева або пластику. Він підтримує два нахилених дахи та бічні стінки.
- Вентиляція: Для забезпечення оптимальних умов для рослин двосхилі теплиці також можуть мати вентиляційні вікна або люки.
- Розмір: Розмір двосхилі теплиці може варіюватися від невеликих до великих об'єктів, в залежності від потреби вирощування рослин.
- Двосхилі теплиці часто використовуються для вирощування різних видів рослин, овочів та квітів. Двосхилі конструкції добре працюють в умовах, де важливо забезпечити рівномірне розподілення сонячного світла протягом дня і де потрібно зберігати тепло для рослин.

У великих тепличних комбінатах з метою збільшення корисної площі влаштовують блокові теплиці, котрі дуже компактно розміщені між собою, що дозволяє скоротити площу території на проїзди. Таке планування має високий коефіцієнт корисної площі, але потребує влаштування системи дахового водовідведення. Ангарні теплиці являють собою блочну конструкцію та використовуються в невеликих фермерських господарствах.

Багатопрогонова блокова теплиця - це тип теплиці, який складається з кількох секцій або блоків з прямокутними або кутовими дахами, які пролягають в одному напрямку. Ця конструкція дозволяє ефективно використовувати доступне просторове обладнання та забезпечує оптимальні умови для вирощування рослин. Основні характеристики багатопрогонових блокових теплиць включають:



Рис.4 Приклад багатопроговоної блокової теплиці

- Блокова конструкція: Теплиця складається з кількох секцій або блоків, які можуть бути з'єднані разом. Це дозволяє вирощувати різні види рослин в окремих секціях та контролювати умови в кожному з них.
- Прогони: Кожна секція має свій прямокутний або кутовий дах, який допомагає розподіляти сонячне світло рівномірно на рослини. Прогони можуть бути виготовлені зі скла, полікарбонату або інших матеріалів.
- Каркас: Каркас теплиці зазвичай виготовлений з металу, дерева або пластику і підтримує прогони та інші елементи конструкції.
- Вентиляція: Для забезпечення вентиляції та регулювання температури в кожній секції можуть бути встановлені вентиляційні вікна або системи.
- Розмір: Розмір та конфігурація багатопрогованих блокових теплиць можуть варіюватися від невеликих для господарських потреб до великих комерційних комплексів.

Цей тип теплиць часто використовується в сільському господарстві та овочевиробництві, де важливо вирощувати рослини з різними потребами в умовах. Багатопроговані блокові теплиці дозволяють ефективно використовувати обмежений простір і забезпечують контроль над середовищем для рослин.

Порівнюючи з ангарними теплицями (проліт - 12 м), коефіцієнт огороження

для двопрогінної теплиці складає лише 10,5%, а для чотирипрогінної - всього 15,5%. Для опалення двопрогінної теплиці, наприклад, потрібно менше тепла на 15%, ніж для двох ангарних теплиць з такою ж загальною площею.

Коефіцієнт огороження (або коефіцієнт утеплення) визначає відношення площі стін та покрівлі конструкції (теплиці) до загальної площі теплиці. Цей коефіцієнт використовується для визначення, яка частина теплиці відводиться на зовнішній огорожуючий об'єм, а яка - на внутрішню площу для вирощування рослин. [6-7].

1.3.2. Характеристика огорожуючих конструкцій теплиць

За типом огорожуючого покриття теплиці бувають:

- Плівкові;

Плівковий матеріал використовується в сільському господарстві та садівництві через численні переваги:

- Ефективна захист від погодних умов: Плівка може захищати рослини від дощу, вітру, снігу та інших погодних факторів, забезпечуючи їм сприятливі умови для росту.
- Сонячне проникнення: Більшість плівкових матеріалів пропускають сонячне світло, створюючи оптимальні умови для фотосинтезу рослин.
- Заощадження енергії: Плівка може зберігати тепло в теплиці, знижуючи витрати на опалення в холодний період.
- Легкість у встановленні і ремонті: Плівкові матеріали легкі та досить прості для встановлення, і їх можна швидко замінити у випадку пошкодження.
- Низька вартість: Плівка зазвичай є більш доступною з точки зору витрат, порівняно зі склом або іншими матеріалами.
- Форма та розмір на замовлення: Плівка може бути вироблена на замовлення з потрібними розмірами та формами для відповідності конкретним потребам.
- Легка вага: Плівкові матеріали мають низьку вагу, що спрощує транспортування та монтаж.

- Можливість регулювання вентиляції: Плівкові теплиці легко обладнати системами вентиляції, що дозволяє контролювати температуру та вологість.

- Ці переваги роблять плівковий матеріал популярним вибором для теплиць та парників, а також інших аграрних та садових об'єктів.

- Скляні;

Скляний матеріал також має свої переваги, особливо в контексті використання його в теплицях і садовій архітектурі:

- Довговічність: Скло володіє високою стійкістю до впливу погодних умов, ультрафіолетового випромінювання та корозії. Воно не вигоряє та не псується від сонця.

- Максимальне проникнення світла: Скло має високий коефіцієнт пропускання світла, що забезпечує оптимальні умови для росту рослин та дозволяє максимально використовувати сонячну енергію.

- Теплозберігаючі властивості: Скло зберігає тепло, що допомагає підтримувати стабільну температуру в теплиці, особливо в холодний період.

- Легке обслуговування: Вікна та покрівля зі скла вимагають мінімального обслуговування та не піддаються впливу грибків або розпаду.

- Естетичний вигляд: Скло надає теплиці атрактивний та сучасний вигляд, а також дозволяє видно всі рослини ззовні.

- Можливість використання для вирощування рідкісних або дорогоцінних рослин: Скло може бути використано для створення спеціалізованих умов для рідкісних або екзотичних рослин.

- Захист від шкідників і хвороб: Скло може додатково захищати рослини від шкідників і хвороб завдяки щільному запірному ефекту.

- Звісно, скло має свої недоліки, такі як вага, вища вартість в порівнянні з плівкою, і можливість тріщин та розбиття, але для деяких конкретних вимог та ситуацій воно може бути оптимальним вибором.

- Полікарбонатні.

Полікарбонатний матеріал має численні переваги, які роблять його популярним

для використання в теплицях та інших архітектурних конструкціях:

- Добре пропускає світло: Полікарбонат володіє високим коефіцієнтом пропускання світла, дозволяючи максимально використовувати сонячне світло для росту рослин.
- Теплозберігаючі властивості: Полікарбонат добре утримує тепло, що допомагає підтримувати стабільну температуру в теплиці і зменшує витрати на опалення.
- Легкий і міцний: Полікарбонат важить менше ніж скло, але при цьому є дуже міцним і стійким до ударів, що полегшує транспортування та монтаж.
- Довговічність: Він стійкий до впливу ультрафіолетового випромінювання та інших погодних умов, і має довгий термін служби.
- Ефективний захист від ультрафіолету: Багато полікарбонатних матеріалів мають захист від ультрафіолету, що допомагає захистити рослини від надмірного ультрафіолетового випромінювання.
- Легко згинається і формується: Полікарбонат може бути згинаний у різні форми, що дозволяє створювати різні дизайни теплиць.
- Звукоізоляція: Полікарбонат може допомогти зменшити шум ззовні.
- Варіативність: Існує багато типів полікарбонату з різними характеристиками, такими як прозорість, товщина і теплозбереження, що дозволяє вибрати матеріал, який відповідає конкретним потребам.

Полікарбонатний матеріал, незважаючи на свої численні переваги, також має деякі недоліки, які важливо враховувати при розгляді його використання:

- Витратність: Якщо порівнювати з плівкою, полікарбонат виходить дорожчим в придбанні, що може підвищити загальні витрати на побудову теплиці чи іншої споруди.
- Зміна прозорості з часом: Полікарбонат може почати жовтіти або старавитися після тривалого впливу сонячного ультрафіолету, що може вплинути на його прозорість та естетичний вигляд.
- Запотівання: У певних умовах полікарбонат може запотівати, що може при-

звести до втрати прозорості та сприятливих умов для рослин.

- Можливість подряпин і пошкоджень: Полікарбонат може бути вразливим до подряпин та механічних пошкоджень, особливо при некоректному обходженні під час монтажу та обслуговування.

- Ефект "променевої хвороби": У деяких випадках полікарбонат може страждати від явища "променевої хвороби", коли відбувається конденсація та подряпини на внутрішній стороні покритті в умовах низької температури та високої вологості.

- Потреба в правильному монтажі: Монтаж полікарбонату вимагає пильності та точності, оскільки неправильна установка може призвести до недоліків та протікань.

- Вплив хімічних речовин: Полікарбонат може бути чутливим до деяких хімічних речовин, що може обмежувати використання певних добрив та обприскувачів.

- Загалом, полікарбонат має свої недоліки, але з правильною обізнаністю та обслуговуванням його переваги можуть перевищити ці обмеження, особливо при будівництві теплиць та інших об'єктів.

1.4 Обґрунтування особливостей теплопостачання промислових теплиць

Зимові теплиці є об'єктом надзвичайно високого рівня енергоспоживання. Теплопостачання повинно здійснюватись від індивідуальних джерел генерації тепла або від вторинних енергоресурсів підприємств, електростанцій та теплоелектроцентралей[4]. Найпоширенішим джерелом теплопостачання є блочна модульна котельня зі споживанням електроенергії або теплоти спалювання твердого палива.

Велику роль при виборі типу котла грає територіальне розташування споруди відносно населених пунктів. У приміській місцевості підключення котельні до енергетичних мереж міста (електро- та газопостачання) повинно бути економічно обґрунтованим, та в більшості випадків мережі не розраховуються на підприємства такого енергоспоживання, і як наслідок це призводить до додаткових витрат

ресурсів на проведення нової мережі, а на споживання від вторинних ресурсів інших промислових підприємств також впливає комерційний фактор через поширення приватизації даних підприємств.

1.5 Економічне обґрунтування вибору котельного обладнання

Прийmemo теплоспоживання теплиці $Q=181$ кВт.

Середній ККД твердопаливного котла становить 0,8-0,82.

Добове споживання теплової енергії:

$$Q_{\text{доб}}=Q \cdot 3600 \cdot 24 / 1000 = 181 \cdot 3600 \cdot 24 / 1000 = 15638 \text{ МДж/добу.} \quad (1.1)$$

Питома теплота згоряння сухих дров становить $q_r=13$ МДж/кг.

Витрата дров:

$$V = Q_{\text{доб}} / (q_r \cdot \eta) = 15638 / (13 \cdot 0,86) = 1400 \text{ кг/добу,} \quad (1.2)$$

або при насипній густині дров $\rho=450$ кг/м³ $V=2,3$ м³/добу.

Середня оптова ціна дров на ринку станом на 2023 рік становить $c=1700$ грн/м³

Вартість опалення твердопаливним котлом:

$$C_{\text{тв}} = c \cdot V = 1700 \cdot 2,3 = 3910 \text{ грн/добу} = 3910 \cdot 182 = 711620 \text{ грн/опал.сезон} \quad (1.3)$$

Середній ККД електричного котла становить 0,92.

Витрата електроенергії за добу:

$$V = Q_{\text{доб}} / \eta \cdot 3600 = 15638 / 0,92 \cdot 3600 = 612 \text{ кВт·год/добу} \quad (1.4)$$

Вартість електроенергії для промислових споживачів 1 класу напруги становить 7 грн/кВт·год.

Вартість опалення електричним котлом:

$$C_{\text{ел}} = c \cdot V = 7 \cdot 612 = 4282 \text{ грн/добу} = 4282 \cdot 182 = 779688 \text{ грн/опал. сезон.} \quad (1.5)$$

Тому приймаємо до розгляду різновиди твердопаливних котлів.

1.6 Моделювання теплообмінних процесів в середовищі теплиці

При створенні розрахункової схеми (схема 2) енергетичного режиму теплиці прийняті наступні припущення[12]:

- нічний режим споруди;
- тепломасообмінні процеси відбуваються лише в робочій зоні;

- рослини як негативний випадок з точки зору енергетичної забезпеченості споруди не враховують, так як при наявності екрану знизиться променевий потік від ґрунту до огороження;
- вплив продуктів життєдіяльності рослин на вологісний режим в будівлі також не враховують, оскільки вночі транспірація рослин наближена до нуля;
- величини температур поверхонь огороження, ґрунту, шарів повітря потоків тепла і маси усереднені;
- умови протікання процесів тепломасообміну в споруді та ззовні стаціонарні.

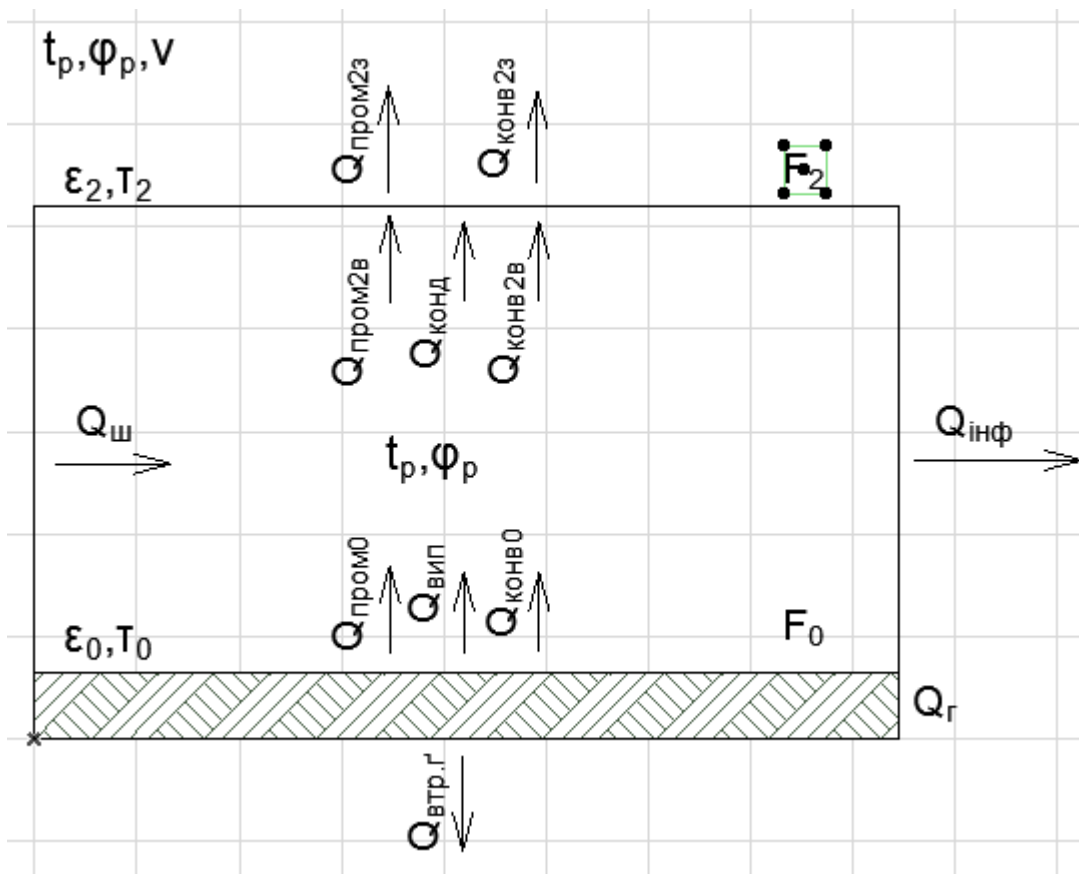


Схема 2: Розрахункова схема теплових потоків

На основі прийнятої розрахункової схеми енергетичного режиму теплиці складають системи рівнянь теплового балансу, в яких враховуються потоки двох категорій.

До першої категорій відносяться змінні потоки тепла та маси, які регулюються опалювально-вентиляційним устаткуванням. В систему рівнянь балансу вони входять як невідомі величини, які потрібно визначити.

Другу категорію становлять потоки, що характеризують тепломасообмін на поверхнях ґрунту, огороження та в об'ємі теплиці, пов'язані з фазовими перетвореннями, конвективним та променевим теплообміном, теплопровідністю ґрунту. Їх чисельно виражають через параметри, що визначають енергетичний стан системи: геометричні та фізичні сталі, параметри зовнішнього та внутрішнього повітря. Теплицю розглядають як простір, заповнений однорідним газом.

Рівняння теплового балансу для теплиці вцілому:

$$Q_{\text{ш}} + Q_{\text{г}} = Q_{\text{втр.г}} + Q_{\text{інф}} + Q_{\text{конв2з}} + Q_{\text{пром2з}} \quad (1.6)$$

де $Q_{\text{ш}}$ і $Q_{\text{г}}$ – установлений тепловий потік відповідно систем шатрового та ґрунтового обігріву, Вт;

$Q_{\text{втр.г}}$ і $Q_{\text{інф}}$ – теплові потоки втрат відповідно в ґрунтовий масив та на інфільтрацію, Вт;

$Q_{\text{конв2з}}$ – конвективний тепловий потік від зовнішньої поверхні огороження о навколишнє повітря, Вт;

$Q_{\text{пром2з}}$ – променевий тепловий потік від зовнішньої поверхні огороження.

Рівняння теплового балансу для поверхні ґрунту в теплиці:

$$Q_{\text{г}} = Q_{\text{втр.г}} + Q_{\text{конв0}} + Q_{\text{пром0}} + Q_{\text{вип}} \quad (1.7)$$

де $Q_{\text{конв0}}$ – конвективний тепловий потік від ґрунту в повітря в робочій зоні теплиці, Вт;

$Q_{\text{пром0}}$ – променевий тепловий потік від поверхні ґрунту в теплиці, Вт;

$Q_{\text{вип}}$ – тепловий потік, що характеризує витрату теплоти на випаровування вологи з ґрунту, Вт.

Рівняння теплового балансу на поверхні огороження теплиці:

$$Q_{\text{конд}} + Q_{\text{конв2вн}} + Q_{\text{пром2вн}} = Q_{\text{конв2з}} + Q_{\text{пром2з}} \quad (1.8)$$

де $Q_{\text{конв2вн}}$ – тепловий потік в результаті теплообміну конвекцією внутрішньої поверхні огороження з повітрям в робочій зоні, Вт;

$Q_{\text{пром2вн}}$ – променевий тепловий потік від внутрішньої поверхні огороження, Вт;

$Q_{\text{конд}}$ – тепловий потік, що характеризує виділення тепла при конденсації пари на внутрішній поверхні огороження, Вт.

Вираження теплових потоків через параметри, що визначають їх, для теплиці з полікарбонатним огороженням:

$$Q_{\text{втр. г}} = \frac{t_{\text{уз}} - t_{\text{зов}}}{R_0^{\text{cp}}} \quad (1.9)$$

де $t_{\text{уз}}$ та $t_{\text{зов}}$ – температура відповідно узагальнена та зовнішнього повітря, °С;
 R_0^{cp} – середньозважена по площі величина термічного опору ґрунту.

$$t_{\text{уз}} = \frac{133,9 - C_{\text{пр}} \left(55 - \left(\frac{\tau_2 + 273}{100}\right)^4\right)}{C_{\text{пр}} + 8,6} \approx \frac{133,9 - C_{\text{пр}} (55 - (0,814\tau_2 + 55,55))}{C_{\text{пр}} + 8,6} \quad (1.10)$$

де $C_{\text{пр}}$ – приведений коефіцієнт випромінювання;

τ_2 – температура поверхні огороження теплиці, °С.

$$C_{\text{пр}} = \frac{5,67}{\frac{1}{\varepsilon_0} + \frac{F_0}{F_2} + \left(\frac{1}{\varepsilon_2} - 1\right)} \quad (1.11)$$

де ε_0 і ε_2 – ступінь чорноти відповідно ґрунту та огороження;

F_2 – поверхня огороження, м²;

$$R_0^{\text{cp}} = \frac{2F_{1,0} \cdot 2,14 + 2F_{2,0} \cdot 4,3 + 2F_{3,0} \cdot 8,6 + F_{4,0} \cdot 14,2}{F_0} \quad (1.12)$$

де $F_{1,0}$ – поверхня ґрунту в теплиці, що примикає до зовнішнього огороження та має ширину 2 м, м²;

$F_{2,0}$, $F_{3,0}$ – те ж, віддалена від повздовжнього зовнішнього огороження відповідно на 2 і 4 м, м²;

$F_{4,0}$ – площа решти поверхні ґрунту, віддалена на 6 м від повздовжніх зовнішніх огорожень, м².

$$Q_{\text{ко}} = A_3 m^3 \sqrt{|\tau_0 - \tau_p|} (\tau_0 - \tau_p) F_0 \quad (1.13)$$

де A_3 – коефіцієнт для розрахунку конвективного теплообміну (являється функцією температур поверхні теплообміну і навколишнього середовища);

m – коефіцієнт для розрахунку конвективного теплообміну, становить 1,3 при $\tau_0 > \tau_p$ та 0,7 при $\tau_0 < \tau_p$;

τ_0 , τ_p – температура відповідно поверхні ґрунту та повітря в робочій зоні, °С.

$$Q_{\text{пр.0}} = C_{\text{пр}} \left(\left(\frac{\tau_0 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{\tau_2 + 273}{100} \right)^4 \right) F_0 \approx 0.814 C_{\text{пр}} (\tau_0 - \tau_2) \quad (1.14)$$

де τ_2 – температура поверхні огороження теплиці, °С.

$$Q_{\text{вип}} = r_c \eta^3 (c_0^{\text{п}} - \phi_p c_{\text{тп}}^{\text{п}}) \frac{760}{P_6} F_0 \quad (1.15)$$

де $r_c = 693 - 0.66 t_{\text{pid}}^0$ – питома теплота випаровування, Вт·год/кг (t_{pid}^0 – температура рідини, °С);

$\eta = 0,8$ – коефіцієнт неповноти водності;

β – коефіцієнт масообміну, м/год;

$c_0^{\text{п}}$ – концентрація пари при 100%-му насиченні і температурі поверхні ґрунту, кг/м³;

ϕ_p – відносна вологість повітря в робочій зоні, %;

$c_{\text{тп}}^{\text{п}}$ – концентрація водяної пари насиченого повітря в робочій зоні при температурі t_p , кг/м³;

P_6 – барометричний тиск, мм. рт. ст.;

$$\beta = 0,66 \frac{D}{L_1} \left(\frac{gL_1^3}{v^2} - \frac{\gamma_{\text{тп}} - \gamma_{\tau_0}}{\gamma_{\text{тп}}} \frac{v}{D} \right)^{0.26} \quad (1.16)$$

де D – коефіцієнт дифузії, м²/год;

L_1 – визначаючий розмір, м;

g – прискорення вільного падіння, м²/с;

v – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря, м²/с;

$\gamma_{\text{тп}}$ і γ_{τ_0} – густина повітря при температурі відповідно в робочій зоні і на поверхні ґрунту, кг/м³;

$$D = 0,0754 \left(\frac{t_{\text{визн}} + 273}{273} \right)^{1,89} \frac{760}{P_6} \quad (1.17)$$

де $t_{\text{визн}}$ – визначаюча температура, °С;

$$t_{\text{визн}} = \frac{\tau_0 + t_p}{2} \quad (1.18)$$

$$\gamma_{\tau_0} = 1,293 \frac{273}{\tau_0 + 273} \left(\frac{P_6}{760} - 0,378 \frac{e_{\tau_0}^{\text{п}}}{760} \right) \quad (1.19)$$

$$\gamma_{t_p} = 1,293 \frac{273}{t_p + 273} \left(\frac{P_6}{760} - 0,378 \frac{e_{t_p}^{\text{п}}}{760} \right) \quad (1.20)$$

де $e_{\tau_0}^{\text{II}}$ і $e_{t_p}^{\text{II}}$ – парціальний тиск насиченої водяної пари при температурі відповідно τ_0 та t_p , мм рт ст.

$$Q_{\text{конв2вн}} = (F_{\text{в2}} + 0,7F_{\text{пох2}}) A'_3 \sqrt[3]{|\tau_p - \tau_0|} (\tau_p - \tau_0) \quad (1.21)$$

де $F_{\text{в2}}$ і $F_{\text{пох2}}$ – площа відповідно вертикальних і похилих огорожень теплиці, м²;

A'_3 – коефіцієнт, що залежить від температури $(t_p + \tau_2)/2$;

τ_2 – температура зовнішнього огороження, °С.

$$Q_{\text{пром2вн}} = C_{\text{пр}} k_{\text{п}} \left(\left(\frac{\tau_0 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{\tau_2 + 273}{100} \right)^4 \right) F_0 \approx 0,814 C_{\text{пр}} k_{\text{п}} (\tau_0 - \tau_2) \quad (1.22)$$

де $k_{\text{п}}$ – коефіцієнт поглинання довгохвильового випромінювання, становить 0,88 для теплиць і 0,93 для парників і малогабаритного укриття.

$$Q_{\text{конд}} = \tau_c \cdot 2,2 \cdot 10^{-6} (0,5t_p + 0,5\tau_2 + 273)^{0,42} \cdot \sqrt[3]{\frac{t_p - \tau_2}{v^2}} \Delta \varepsilon^{1,4} F_2 \quad (1.23)$$

де $\Delta \varepsilon$ – різниця об'ємного вмісту пари в повітрі, %;

v – приймають при $(t_p + \tau_2)/2$;

F_2 – поверхня зовнішнього огороження теплиці, м²;

$$\Delta \varepsilon = 100 \left(\frac{\varphi_p e_{t_p}^{\text{II}} - e_{\tau_2}^{\text{II}}}{P_6} \right) \quad (1.24)$$

де $e_{\tau_2}^{\text{II}}$ – парціальний тиск насиченої водяної пари при температурі відповідно τ_2 , мм рт ст.

$$Q_{\text{конв2з}} = \alpha_{k2} (\tau_2 - t_{\text{н}}) F_2 \quad (1.25)$$

де α_{k2} – розрахунковий коефіцієнт тепловіддачі конвекцією зовнішнього огороження теплиці, Вт/м²К;

$$\alpha'_{k2} = 3,7 \frac{(v \gamma_{\text{н}})^{0,8}}{L^{0,2}} \quad (1.26)$$

де α'_{k2} – коефіцієнт тепловіддачі конвекцією для похилої ділянки огороження, Вт/м²К;

v – швидкість вітру, м/с;

L – найменший розмір будівлі в плані, м;

$$\alpha''_{k2} = 10\sqrt{v} \quad (1.27)$$

де α''_{k2} – коефіцієнт тепловіддачі конвекцією для вертикальної ділянки огороження, Вт/м²К;

$$\alpha_{k2} = \frac{\alpha'_{k2}F_{\text{пох}2} + \alpha''_{k2}F_{\text{верт}2}}{F_{\text{п}2}} \quad (1.28)$$

$$Q_{\text{пром}23} = Q_{\text{еф}} + Q_{\text{навк}} \quad (1.29)$$

де $Q_{\text{еф}}$ – ефективне випромінювання зовнішньої поверхні огороження в навколишній простір, Вт;

$Q_{\text{навк}}$ – променевий теплообмін зовнішньої поверхні огороження з навколишніми ґрунтом та спорудами, Вт;

$$Q_{\text{еф}} = 5,67\varepsilon_2 \left(\left(\frac{t_{\text{н}} + 273}{100} \right)^4 (0,27 - 0,007\varphi_{\text{н}} e_{\text{тн}}^{\text{н}}) \cdot (1 - c'n_0^2)\psi_1(\alpha) + \left(\frac{\tau_2 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_{\text{н}} + 273}{100} \right)^4 \right) \cdot \psi_2(\theta)F_2 \approx 5,67\varepsilon_2\psi_2(\theta)F_2((0,814t_{\text{н}} + 55,55) \cdot (0,27 - 0,007\varphi_{\text{н}} e_{\text{тн}}^{\text{н}})(1 - c'n_0^2)\psi_1(\alpha) + 0,814(\tau_2 - t_{\text{н}})) \quad (1.30)$$

де $\psi_1(\alpha)$ – функція, що враховує орієнтацію огороження;

ε_2 – ступінь чорноти огороження теплиці;

$\varphi_{\text{н}}$ – відносна вологість зовнішнього повітря;

$e_{\text{тн}}^{\text{н}}$ – парціальний тиск насиченої водяної пари при температурі $t_{\text{н}}$, мм. рт. ст.;

c' – коефіцієнт, що залежить від широти місцевості;

n_0 – хмарність в долях одиниці;

$\psi_2(\theta) = 1$ – функція, що враховує взаємне розташування теплиці та навколишніх споруд, для окремо розташованої споруди:

$$\psi_1(\alpha) = \frac{\delta_{\text{л}}F_{\text{в}2} + \cos\alpha F_{\text{пох}2}}{F_2} \quad (1.31)$$

де $\delta_{\text{л}} = 0,5$ для хмарного неба і $0,35$ для ясного;

α – кут нахилу покрівлі теплиці ($\alpha \leq 30^\circ$);

$$Q_{\text{навк}} = 5,67\varepsilon_2\varepsilon_0 \left(\left(\frac{t_2 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_{\text{н}} + 273}{100} \right)^4 \right) \varphi_{\text{о.п}}F_2 \approx 5,67\varepsilon_2\varepsilon_0\varphi_{\text{о.п}}F_2 0,814(t_2 - t_{\text{н}}) \quad (1.32)$$

де ε_0 – ступінь чорноти поверхні ґрунту;

$\varphi_{\text{о.п}}$ – коефіцієнт опромінення системи «огороження – ґрунт і будівля»;

$$\varphi_{0.п} = 0,5 \frac{F_{в2}}{F_2} \quad (1.33)$$

$$Q_{інф} = (\gamma_{t_n} - \gamma_{t_p})(Q_{пг} + Q_{конв2з} + Q_{пром2з}) \quad (1.34)$$

де $\gamma_{тн}$ – густина зовнішнього повітря.

Розрахунок сумарних теплових втрат для теплиці з полікарбонатним огороженням, покритим конденсатом. Визначають коефіцієнт теплопередачі через за-склення теплиці:

$$k_0^{ст} = \left(\frac{Q_{п} + Q_{ш}}{(1 + \gamma_{t_n} - \gamma_{t_p})(t_p - t_n)} - \frac{F_0}{R_0^{ср}} \right) \frac{1}{F_2} \quad (1.35)$$

Коефіцієнт теплопередачі через одинарне покриття, покрите конденсатом:

$$k_0^{пл} = 1,1 k_0^{ст} \quad (1.36)$$

Потрібна кількість теплоти на обігрів теплиці:

$$Q'_{п} + Q'_{ш} = (k_0^{пл} F_2 + \frac{F_0}{R_0^{ср}})(t_p - t_n)(1 + 0,8(t_p - t_n)) \quad (1.37)$$

Встановлені теплові потужності ґрунтового опалювального приладу $Q'_{п}$ та шатрового $Q'_{ш}$ визначаються з наступних виразів:

$$Q'_{п} = \frac{Q_{п}}{Q_{п} + Q_{ш}} (Q'_{п} + Q'_{ш}) \quad (1.38)$$

$$Q'_{ш} = \frac{Q_{ш}}{Q_{п} + Q_{ш}} (Q'_{п} + Q'_{ш}) \quad (1.39)$$

1.7 Температурний режим теплиці

Температура, при якій в рослинах найбільш інтенсивно йдуть процеси життєдіяльності і накопичення органічної речовини, вважається оптимальною (сприятливою) [6]. Оптимальна температура для різних культур також неоднакова. Рослини південного походження в порівнянні з рослинами півночі, мають більш високі значення кардинальних точок температури. Підтримка оптимальних температурних режимів для рослин залежить від географічної зони, типу теплиць (ангарні, блокові, плівкові), джерела теплопостачання, сонячної інсоляції, герметичності огороження, складу ґрунту, культури, фази розвитку, типу теплиць.

Основні аспекти температурного режиму включають:

- Денний та нічний режим: Температура в теплиці повинна бути відповідно налаштована для доби. Зазвичай, вдень температура повинна бути трохи вищою, а вночі - трохи нижчою для імітації природних умов.

- Мінімальна температура: Важливо встановити мінімальну температуру, яка не повинна бути перевищена вночі, щоб захистити рослини від морозів.

- Максимальна температура: Теплиці можуть нагріватися швидко під сонцем. Встановлення максимальної температури допоможе уникнути перегріву і пошкодження рослин.

- Автоматизація: Використання автоматичних систем контролю температури, таких як вентиляція та обігрів, допомагає підтримувати стабільний температурний режим.

- Різниця температур: Встановлення різниці між денною і нічною температурою, відомої як "температурний градієнт", сприяє здоровому росту рослин.

- Сезонні зміни: Температурний режим слід адаптувати до потреб рослин у різних сезонах - весною, літом, осінню і взимку.

Зберігаючи відповідний температурний режим, ви можете забезпечити оптимальні умови для росту та розвитку рослин у теплицях, що впливає на врожайність і якість продукції.

У блокових теплицях через великий обсяг, кращих освітленості, тепловіддачі та герметичності легше підтримувати оптимальний тепловий режим, ніж в ангарних. Тому в ангарних, як правило, передбачається більш потужний теплоносій, ніж в блокових [6].

Оптимальний температурний режим для вирощування огірків залежить від різних стадій їхнього росту та умов, але основні рекомендації виглядають так:

- Посів огірків: Для посіву насіння огірків до ґрунту рекомендується температура близько +20°C. Це сприяє швидкому проростанню насіння та формуванню здорових саджанців.

- Денний режим: Огірки виростають найкраще при денних температурах від $+24^{\circ}\text{C}$ до $+28^{\circ}\text{C}$. Вищі температури можуть призвести до перегріву і стресу для рослин.

- Нічний режим: Вночі температура може бути нижчою, від $+16^{\circ}\text{C}$ до $+20^{\circ}\text{C}$, щоб забезпечити рослинам відпочинок і сприяти розвитку квітів та плодоношенню.

- Запилення: Для запилення квітів огірків важливо підтримувати температуру близько $+18^{\circ}\text{C}$ - $+24^{\circ}\text{C}$, оскільки нижчі або вищі температури можуть вплинути на якість запилення.

- Внесення різниці температур: Встановлення різниці між денною і нічною температурою (температурний градієнт) може підсилити рост огірків.

Температура ґрунту в теплицях грає важливу роль у вирощуванні рослин і може впливати на їхній ріст і розвиток. Основні рекомендації щодо температури ґрунту в теплицях виглядають так:

- Посів рослин: Температура ґрунту повинна бути достатньою для проростання насіння. Багато рослин схильні до проростання при температурі ґрунту близько $+18^{\circ}\text{C}$ - $+24^{\circ}\text{C}$.

- Оптимальна температура росту: Багато культур, таких як помідори, перці, або баклажани, ростуть найкраще при температурі ґрунту близько $+21^{\circ}\text{C}$ - $+24^{\circ}\text{C}$.

- Захист від перегріву: У літні місяці температура ґрунту в теплиці може підвищитися, що може завдати шкоди рослинам. Використання мульчі, обприскування водою, або системи охолодження можуть допомогти захистити ґрунт від перегріву.

- Зимовий захист: Взимку важливо підтримувати достатню теплоту в теплиці, щоб уникнути замерзання ґрунту. Використання підігрівачів або ізоляційних матеріалів може бути необхідним.

- Моніторинг: Регулярний моніторинг температури ґрунту за допомогою термометрів або автоматичних систем допомагає підтримувати оптимальні умови для росту рослин [8-10].

1.8 Висновки до розділу

У даному розділі МКР були розглянуті ключові аспекти вирощування рослин у теплицях: охопивши теми температурних режимів, конструктивних особливостей теплиць, переваг і недоліків цього методу вирощування, опалення в теплицях, врахування температурних режимів відносно вирощування різних типів рослин, моделювання тепломасообмінних процесів та економічного обґрунтування.

1. Температурні режими: Пояснили, що температурні режими мають вирішальне значення для успішного вирощування рослин у теплицях. Оглянули оптимальні температури для різних стадій росту рослин, включаючи посів, денний та нічний режими, інтервали температур для запилення квітів та інші аспекти.

2. Огляд конструкції теплиць: Зазначили, що конструкція теплиці включає в себе матеріали, форму та інші фактори, що впливають на розподіл світла та тепла внутрішнього середовища. Наведено також основні (найпопулярніші) приклади конструктивного влаштування теплиць та охарактеризовано достоїнства та слабкі сторони кожного типу.

3. Переваги та недоліки: Проілюстрували переваги, такі як річне вирощування, захист від погодних умов і контроль над шкідниками. Однак відзначили недоліки, включаючи витрати на опалення та можливі проблеми з вентиляцією та вологою.

4. Опалення теплиць: Розглянули різні методи опалення, такі як системи обігріву за допомогою тепловентиляторів, радіаторів а також теплої підлоги, звертаючи увагу на їх переваги та недоліки.

5. Температурні режими для різних рослин: Підкреслили, що вирощування різних типів рослин може вимагати різних температурних режимів, і важливо враховувати це при налаштуванні теплиці.

6. Моделювання тепломасообмінних процесів та економічне обґрунтування: Описали, як аналіз тепломасообміну в теплиці може допомогти встановити оптимальний температурний режим і оцінити ефективність вирощу-

вання рослин у теплиці з економічної точки зору. Складено розрахункову схему теплових потоків та розроблено математичне моделювання основних тепломасообмінних процесів.

7. Проведено обґрунтування вибору котельного обладнання, а саме традиційного твердопаливного котла.

8. Складено принцип роботи водяної системи опалення теплиць, за допомогою якого буде відбуватись подальший аналітичний розрахунок та розробка відповідних креслень для комбінованої системи опалення.

Усі ці аспекти підкреслюють важливість правильного температурного режиму в теплицях та його вплив на сільське господарство, надаючи комплексний погляд на цю тему.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ

2.1 Вихідні положення. Характеристика об'єкту, технологічні можливості та економічна доцільність

У даній роботі відбувається раціональний вибір та розрахунок комбінованої системи опалення, чотирьох теплиць з для вирощування продукції рослинного походження у зимові періоди року. Кожна теплиця має габарити 53,76x9,94 м. Географічне розташування – село Трибухи Вінницька область.

Загальна площа тепличної забудови – 409,4 м², висота до гребня покрівлі – 5м, об'єм забудови – 2473 м³.

Система підтримки мікроклімату включає в себе такі складові:

- система ґрунтового обігріву (тепла підлога);
- система торцевого обігріву радіаторами;
- система опалення тепловентиляторів;

Всі складові керуються автоматизованою системою управління мікрокліматом, в залежності від режиму дня, пори року, виду вирощувальних культур.

Також до самих теплиць примикають тамбурні приміщення, у котрих розташовуються головна гребінка теплопостачання, що йде безпосередньо від котельні, дві гребінки теплих підлог з десятьма контурами у кожній, а також обвязка вузла теплопостачання до радіаторів та тепловентиляторів, завдяки відповідній арматурі та насосам, що забезпечують належний потік теплоносія до кожного типу систем.

На території забудови влаштована котельня на 1МВт потужності для системи теплопостачання теплиць, а також житлових приміщень

Запланована теплоізоляція підґрунтового шару та цокольної поверхні огорожуючих конструкцій. Покрівля блоків – аркова, в якості огорожуючого матеріалу використовуються полікарбонатнат.

2.2 Обґрунтування чисельності робочих місць

Так як мікроклімат регулюється автоматизованою системою, не потрібно постійно працювати персоналу на місці. У тамбурі є 1 вузол керування, кожен з яких має по 2 оператори, які працюють у змінах по 12 годин.

Кількість обслуговуючого персоналу в зоні вирощування змінюється в залежності від періоду вирощування. Мінімум 2 особи на кожен теплицю під час огляду та профілактичних заходів, максимум 15 осіб на теплицю під час збору врожаю.

2.3 Матеріальна оцінка впливів на навколишнє середовище

Для забезпечення комфортного перебування обслуговуючого персоналу і ефективного розвитку рослин у приміщеннях підтримується необхідна температура, яку регулюють спеціальні прилади. Системи опалення, а також арматура та трубопроводи відповідають сучасним технологічним, санітарно-гігієнічним, техніко-економічним, архітектурно-будівельним та монтажним стандартам. Це означає, що у приміщеннях теплиці відсутні негативні впливи на здоров'я людини та навколишнє середовище.

2.4 Визначення теплотехнічних розрахунків у теплиці.

Основну частину теплонадходжень становить сонячна радіація. Надходженням тепла від персоналу, обладнання та штучного освітлення можна знехтувати, оскільки її кількість незначна в порівнянні з інсоляцією та варіюється в залежності від режиму дня.

Для розрахунку теплонадходження приймаємо 2 показники інсоляції [14]:

- у липні – для подальшого розрахунку;
- у січні – при розрахунку системи опалення

Теплонадходження в Вт, яка надходить в приміщення за рахунок сонячної радіації, визначається за формулою:

$$Q = (q_1 F_{01} + q_2 F_{02}) \beta_{c.n} k_0 + \frac{t_3 - t_6}{R_0} \cdot F_0 \quad (2.1)$$

де: F_{01} – площа покриття, яке опромінюється прямою сонячною радіацією, m^2 ;

F_{02} – площа покриття, яка не опромінюється прямою сонячною радіацією, m^2 ;

$\beta_{с.п.} = 1$ – коефіцієнт теплопропускання сонцезахисних пристроїв;

$k_0 = 0,6$ – коефіцієнт, який залежить від типу покриття;

$R_0 = 0,42 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$ – опір теплопередачі матеріалу покриття – сотовий полікарбонат 6 мм;

t_3 та $t_в$ – розрахункова температура зовнішнього та внутрішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

$F_0 = F_{01} + F_{02}$ – площа покриття, що визначається за її найменшими розмірами (в світлі), m^2 ;

q_1 , q_2 – відповідно кількість теплоти, яка надходить через одинарне застелення світлових проїм в Вт/м при прямому та непрямому опроміненні сонячною радіацією.

Для вертикального огородження:

$$q_1 = (q_{в.р.} + q_{в.п.}) k_1 k_2 \quad (2.2)$$

$$q_2 = q_{в.р.} k_1 k_2 \quad (2.3)$$

Для горизонтального та похилого огородження:

$$q_2 = q_{г.р.} k_1 k_2 \quad (2.4)$$

де $q_{в.п.}$ – надходження теплоти в Вт/м^2 через одинарне застелення від прямої радіації;

$q_{в.р.}$ – надходження теплоти в Вт/м^2 через вертикальне застелення від розсіяної сонячної радіації;

$k_1 = 0,85$ – коефіцієнт, який враховує затемнення проїм віконними рамами (незабруднена атмосфера);

$k_2 = 0,95$ – коефіцієнт, який враховує забрудненість скла.

2.3.1 Розрахунок теплонадходжень від сонячної радіації у липні.

Вихідні дані:

- площі вертикального огородження, орієнтованих на:

- 1) південь та північ – 324 м²
- 2) захід та схід – не враховується, так як огороження із вказаними орієнтаціями межують з тамбурними приміщеннями.

- площа проекції похилих огорожень на горизонтальну площину – 3456 м²

- середньодобова енергетична освітленість поверхонь у липні з орієнтацією на [15]:

- 1) північ – $q_{пв}=17$ Вт/м², $q_{рв}= 42$ Вт/м²;
- 2) південь – $q_{пв}=82$ Вт/м², $q_{рв}= 56$ Вт/м²
- 3) горизонтальну поверхню - $q_{гг}=236$ Вт/м², $q_{рг}= 80$ Вт/м²

Розрахунок для південної сторони:

$$q_1=(82+56)*0,85*0,95 =111,4 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_2=56*0,85*0,95=45 \text{ Вт/м}^2;$$

$$Q=(111.4*324)*1*0,6=21655 \text{ Вт}$$

Розрахунок для північної сторони:

$$q_1=(17+42)*0,85*0,95 =47,6 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_2=42*0,85*0,95=34 \text{ Вт/м}^2;$$

$$Q=(34*324)*1*0,6=6609 \text{ Вт}$$

Розрахунок для похилої поверхні:

$$q_1=(236+80)*0,85*0,95=255 \text{ Вт/м}^2$$

$$Q=(255*3456)*1*0,6=529120 \text{ Вт}$$

Сумарне теплонадходження від сонячної радіації в липні:

$$Q_{\text{сон. VII}} = 21655+6609+529120=557385 \text{ Вт}$$

2.3.2 Розрахунок теплонадходжень від сонячної радіації у січні.

Вихідні дані:

- середньодобова енергетична освітленість поверхонь у липні з орієнтацією на [15]:

$$4) \text{ північ} - q_{пв}=0 \text{ Вт/м}^2, q_{рв}= 16 \text{ Вт/м}^2;$$

$$5) \text{ південь} - q_{пв}=143 \text{ Вт/м}^2, q_{рв}= 35 \text{ Вт/м}^2$$

$$6) \text{ горизонтальну поверхню} - q_{гг}=46 \text{ Вт/м}^2, q_{рг}= 23 \text{ Вт/м}^2$$

Розрахунок для південної сторони:

$$q_1=(143+35)*0,85*0,95 =143,7 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_2=35*0,85*0,95=28,3 \text{ Вт/м}^2;$$

$$Q=(144*324)*1*0,6=27935 \text{ Вт}$$

Розрахунок для північної сторони:

$$q_1=(0+16)*0,85*0,95 =12,9 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_2=16*0,85*0,95=12,9 \text{ Вт/м}^2;$$

$$Q=(12,9*324)*1*0,6=2508 \text{ Вт}$$

Розрахунок для похилої поверхні:

$$q_1=(46+23)*0,85*0,95=55,7 \text{ Вт/м}^2$$

$$Q=(55,7*3456)*1*0,8=10828 \text{ Вт}$$

Сумарне теплонадходження від сонячної радіації в січні:

$$Q_{\text{сон.І}} = 27935+2508+10828=41271 \text{ Вт.}$$

Теплотехнічний розрахунок - це процес визначення та аналізу теплових параметрів у системах, будівлях або об'єктах, з метою забезпечення необхідних умов температури, вологості та інших параметрів у приміщеннях чи системах. Цей вид розрахунків використовується для забезпечення комфорту людей, ефективного функціонування технічних систем, а також для оптимізації витрат енергії.

Теплотехнічний розрахунок включає в себе аналіз теплових переносів, теплових втрат та потоків, а також розглядає фактори, такі як теплоізоляція, системи опалення, кондиціонування повітря, вентиляція і інші.

Метою теплотехнічного розрахунку є забезпечення оптимальних теплових режимів для задоволення конкретних потреб, зменшення витрат енергії та покращення комфорту і якості виробництва в конкретних умовах.

Теплотехнічний розрахунок для теплиць є критично важливим аспектом в їх проектуванні і експлуатації. Ось чому це важливо:

- Ефективне вирощування рослин: Теплотехнічний розрахунок допомагає забезпечити необхідну температуру та вологість в теплиці, що є вирішальними факторами для здоров'я та росту рослин. Відповідні умови сприяють збільшенню врожаю і якості продукції.

- Економія енергії: Правильно спроектована система обігріву та вентиляції на основі теплотехнічних розрахунків дозволяє зменшити витрати на енергію. Це важливо як для сталого ведення сільськогосподарської діяльності, так і для економії коштів.

- Збереження ресурсів: Оптимізація теплового режиму в теплицях допомагає зменшити використання палива і енергії, що сприяє збереженню природних ресурсів і зменшенню викидів CO₂.

- Збільшення прибутковості: Використання теплотехнічних розрахунків сприяє збільшенню виробничої продуктивності теплиць і підвищує прибутковість сільськогосподарських операцій.

- Збереження середовища: Забезпечення оптимальних теплотехнічних умов у теплицях сприяє зменшенню впливу сільськогосподарської діяльності на навколишнє середовище, сприяючи сталому розвитку.

Отже, теплотехнічний розрахунок для теплиць допомагає забезпечити ефективно вирощування рослин, зберегти енергію, ресурси і довкілля, що робить його важливою складовою для успішної сільськогосподарської діяльності.

Оскільки теплиці складаються з різних матеріалів, а саме плівки, полікарбонату та на різних рівнях відносно землі, виконуємо почерговий розрахунок відносно отриманих даних для подальшого визначення тепловтрат в приміщенні теплиці. [11-13].

У наступних таблицях наведені теплотехнічні розрахунки по складу теплиць:

Таблиця 2.1 – Теплотехнічний розрахунок зовнішньої підземної стіни теплиці

Найменування матеріалу	Товщина шару, мм	Розрахунковий коеф. тепло-провідності, Вт/(м*град)	Термічний опір, м2*град/Вт	R, Опір теплопередачі, м2*град/Вт (при Ав=8,7; Ан=23)
Зовнішня стіна (підземна)				
Екструдований пінополістирол	100	0,04	2,50	
Кладка из бетонных блоків 2400кг/м3	300	1,86	0,16	
РАЗОМ ПО ПІДЗЕМНІЙ СТІНІ	400		2,6612	2,8197
зменшення опору із врахуванням містків холоду				25%
приймаю для розрахунку				2,11

Таблиця 2.2 – Теплотехнічний розрахунок зовнішньої 1 стіни теплиці

Найменування матеріалу	Товщина шару, мм	Розрахунковий коеф. теплопровідності, Вт/(м*град)	Термічний опір, м ² *град/Вт	R, Опір теплопередачі, м ² *град/Вт (при А _в =8,7; А _н =23)
Зовнішня стіна (плівка)				
Плівка	0,5	0,048	0,01	
Повітря			0,14	
Плівка	0,5	0,048	0,01	
РАЗОМ ПО СТІНІ	1		0,1608	0,3192
зменшення опору із врахуванням містків холоду				25%
приймаю для розрахунку				0,24

Таблиця 2.3 – Теплотехнічний розрахунок зовнішньої 2 стіни теплиці

Найменування матеріалу	Товщина шару, мм	Розрахунковий коеф. теплопровідності, Вт/(м*град)	Термічний опір, м2*град/Вт	R, Опір теплопередачі, м2*град/Вт (при Ав=8,7; Ан=23)
Зовнішня стіна (полікарбонат)				
Полікарбонат	8	0,28	0,03	
РАЗОМ ПО СТІНІ	8		0,0285	0,1869
зменшення опору із врахуванням містків холоду				25%
приймаю для розрахунку				0,14

Таблиця 2.4 – Теплотехнічний розрахунок підлоги теплиці

Найменування матеріалу	Товщина шару, мм	Розрахунковий коеф. теплопровідності, Вт/(м*град)	Термічний опір, м2*град/Вт	R, Опір теплопередачі, м2*град/Вт (при Ав=8,7; Ан=23)
Підлога				
Екструдований пінополістирол	100	0,04	2,50	
РАЗОМ ПО ПІДЛОЗІ	100		2,5	2,6584

Наступним етапом перед підбором обладнання являється розрахунок тепловтрат у теплицях.

Розрахунок тепловтрат - це процес визначення кількості тепла, яке втрачається з системи або будівлі через різні джерела теплових втрат. Цей розрахунок важливий для забезпечення ефективної і енергоефективної ізоляції будівель і систем, таким чином, зменшуючи витрати енергії і покращуючи комфорт і якість виробництва.

Етапи розрахунку тепловтрат можуть включати наступне:

- Визначення теплових джерел в системі або будівлі, такі як опалення, кондиціонування повітря, освітлення і інші.
- Визначення теплових властивостей матеріалів, які використовуються в будівлі або системі, таких як коефіцієнти теплопровідності.
- Розрахунок поверхневих температур і температурних градієнтів в системі або будівлі.
- Визначення коефіцієнта теплової трансмісії, який вказує на швидкість тепловтрат через конструкцію.
- Визначення загальних тепловтрат з урахуванням усіх джерел тепловтрат.

Розрахунок тепловтрат допомагає встановити, наскільки ефективно ізоляція будівлі або системи і які додаткові заходи можуть бути вжиті для зменшення витрат енергії та поліпшення комфорту. Він є важливим етапом при проектуванні будівель і систем опалення, а також в енергоефективних заходах.

Виконуємо розрахунок тепловтрат по одній теплиці (таблиця 2.5) та річні тепловтрати по усім теплицям (таблиця 2.6) з розрахунком на можливе приєднання 4 парників в майбутньому. [14].

Таблиця 2.5 – Розрахунок тепловтрат у теплиці №1.

Приміщення	Термічний опір полікарбанату, R, м2*0C/Вт	Термічний опір плівки з наддувом, R, м2*0C/Вт	Термічний опір підземних стін, R, м2*0C/Вт	Термічний опір підлоги, R, м2*0C/Вт	Температура зовнішнього повітря (кліматологія), 0C	Температура ґрунту під підлогою, 0C											
	0,14	0,24	2,1	2,6	-21	5	Внутрішня температура, °C	Площа надземних зовн. огор. конструкц. (стіни, покриття), м2	Площа підземних стін, м2	Площа підлоги, м2	Тепловтрати (зовн. та підземні конструкції), Вт	Висота приміщення, м	Кратність повітрообміну, n-1	Витрата тепла на вентиляцію, Вт	Разом тепловтрати, кВт	Разом тепловтрати, Гкал/год	питомі, Вт/м2
Теплиця №1	20	873	120	500	154297	5,4	0,1	3674	158,0	0,1358	181,0						
Теплиця №1 (тамбур)	20	78	0	38	22945	2,5	0,2	261	23,2	0,0200							
													РАЗОМ	181,2	0,1558		

З данного розрахунку видно що на 1 теплицю нам необхідно 181,2 кВт потужності подати з допомогою системи комбінованого опалення.

Таблиця 2.6 – Річний розрахунок тепловтрат у теплицях та парниках

Приміщення	Термічний опір полікарбонату, R, м ² *0С/Вт	Термічний опір плівки з наддувом, R, м ² *0С/Вт	Термічний опір підземних стін, R, м ² *0С/Вт	Термічний опір підлоги, R, м ² *0С/Вт	Температура зовнішнього повітря (кліматологія), 0С	Температура ґрунту під підлогою, 0С										
	0,14	0,24	2,1	2,6	-21	5	Внутрішня температура, °С	Площа надземних зовн. огорож. конструкц. (стіни, покриття), м ²	Площа підземних стін, м ²	Площа підлоги, м ²	Тепловтрати (зовн. та підземні конструкції), Вт	Висота приміщення, м	Кратність повітрообміну, п-1	Витрата тепла на вентиляцію, Вт	Разом тепловтрати, кВт	Разом тепловтрати, Гкал/год
Теплиця №1	20	873	120	500	154297	5,4	0,1	3674	158,0	0,1358	181,0					
Теплиця №2	20	873	120	501	154302	5,4	0,1	3681	158,0	0,1358	181,0					
Теплиця №3	20	873	120	502	154308	5,4	0,1	3689	158,0	0,1359	181,0					

Продовження табл. 2.6

Теплиця №4	20	904	120	503	159610	5,4	0,1	3696	163,3	0,1404	181,0
Парник №1 (4x15м)	20	141	27	60	42158	5,4	0,1	441	42,6	0,0366	
Парник №2 (4x15м)	20	141	27	60	42158	5,0	0,1	412	42,6	0,0366	
Парник №3 (4x15м)	20	141	27	60	42158	5,0	0,1	412	42,6	0,0366	
Теплиця №1 (тамбур)	20	78	0	38	22945	2,5	0,2	261	23,2	0,0200	
Теплиця №2 (тамбур)	20	78	0	38	22945	2,5	0,2	261	23,2	0,0200	
Теплиця №3 (тамбур)	20	78	0	38	22945	2,5	0,2	261	23,2	0,0200	
Теплиця №4 (тамбур)	20	78	0	38	22945	2,5	0,2	261	23,2	0,0200	
								РАЗОМ	857,8	0,7376	

2.5 Підбір обладнання для системи опалення

Необхідне обладнання в системі опалення включає в себе компоненти та пристрої, які забезпечують ефективне та безперебійне функціонування опалювальної системи. Це включає в себе опалювальний котел, радіатори, тепловентилятори, трубопроводи, терморегулятори, гребінки для теплих підлог та інше обладнання, необхідне для підтримання комфортної температури в приміщенні. Вибір та правильна інсталяція цих компонентів визначають ефективність та надійність системи опалення.

Після отриманих розрахунків тепловтрат підбираємо необхідні опалювальні прилади, у нашому випадку це радіатори тепловентилятори та розміщуємо гребінки та прокладаємо трубопроводи для теплої підлоги, після чого перевіряємо правильність підібраних приладів та усіх результатів за допомогою програми KAN SET 7.3.

Визначаємо загальні данні для опалювальних приладів.

Таблиця 2.7 – Загальні данні для підбору радіаторів

Основна інформація:			
Назва проєктив:	Система створення комфортного температурно-вологісного середовища у теплицях для вирощування рослинної продукції		
Адреса:	Вінницька обл.		
Населений пун.	с.Трибухи		
Проектувальник:	Юзькова Є.П.		
Дата розрахунку:	19 вересня 2023 14:06		
Інф			
Тип А:	PP SDR7,4	PPR	Тип В:
Тип С:			Тип D:
Символ джерела тепла:	ІНШЕ ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СО		
Параметри теплоносія:			
θ_s , [°C]:	80,00	θ_r , [°C]:	60,00
$\theta_{r,r}$, [°C]:	61,02		
Вид теплоносія:	Вода	Концентрація, [% U]:	100,0
Інформація про систему:			
Загальна витрата теплоносія у системі $M_{сист}$, [kg/c]:			0,573

Продовження табл. 2.7

Загальний обсяг системи і $V_{\text{сист}}$, [% U]:			282
Розрахункова теплова потужність системи ФНЛ, $_{\text{inst}}$, [Вт]:			47990
Втрачена потужність $\Phi_{\text{lost,inst}}$, [Вт]:			795
Загальна потужність, що передається системою $\Phi_{\text{общ, сист}}$, [Вт]:			48785
Параметри джерела тепла: ІНШЕ ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СО			
Δp_{HS} , [Па]:	1000	V_{HS} , [l]:	10,0
Необхідний тиск у джерелі Δp_{disp} , [Па]:			15543
Дод.запас пот. для заповнення буферної ємності ФНЛ, $_{\text{reserve}}$, [Вт]:			
Необхідна розрах. потужність джерела тепла взимку ФНЛ, $_{\text{зима}}$, [Вт]:			47990
Розрахункова теплова потужність джерела влітку ФНЛ, $_{\text{summer}}$, [Вт]:			
Необхідна розр.потужн.джер.тепла в перехідному періоді ФНЛ, $_{\text{пер}}$, [Вт]:			
Кількість одночасно працюючих кварт. станцій NFS, $_{\text{sim}}$, [шт.]:			
Статистика приміщень та опалювальних приладів для джерела: ІНШЕ ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СО			
Опалювані приміщення:			
Перегріті:	0	Надлишок потужності, [Вт]:	0
Недогріті:	1	Дефіцит потужності, [Вт]:	3256
Потужність опал. прил., [Вт]:	42889	Теплонадх. від труб, [Вт]:	1855
Приміщення неопалювані:			
Потужність опал. прил., [Вт]:	0	Теплонадх. від труб, [Вт]:	0
Опалювальні прилади:			
Перегріті:	0	Надлишок потужності, [Вт]:	0
Недогріті:	10	Дефіцит потужності, [Вт]:	3247
Розрахункова потужність, [Вт]:	48000	Реальна потужність, [Вт]:	42889

Таблиця 2.8 – Загальні данні для підбору тепловентиляторів

Основна інформація:			
Назва проєктів:	Система створення комфортного температурно-вологісного середовища у теплицях для вирощування рослинної продукції		
Адреса:	Вінницька обл.		
Населений пун.	с.Трибухи		
Проектувальник:	Юзькова Є.П.		
Дата розрахунку:	19 вересня 2023р 16:36		
Інф			
Тип А:	PP SDR7,4	PPR	Тип В:
Символ джерела тепла:	ІНШЕ ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СО		
Параметри теплоносія:			

Продовження табл. 2.8

θ_s , [°C]:	80,00	θ_r , [°C]:	60,00
$\theta_{r,r}$, [°C]:	59,74		
Вид теплоносія:	Вода	Концентрація, [% U]:	100,0
Інформація про систему:			
Загальна витрата теплоносія у системі $M_{сист}$, [kg/c]:			1,791
Загальний обсяг системи і $V_{сист}$, [% U]:			211
Розрахункова теплова потужність системи ФНЛ,inst, [Вт]:			150000
Втрачена потужність $\Phi_{lost,inst}$, [Вт]:			1946
Загальна потужність, що передається системою $\Phi_{общ, сист}$, [Вт]:			151946
Параметри джерела тепла: ІНШЕ ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СО			
Δp_{NS} , [Па]:	1000	V_{NS} , [l]:	10,0
Необхідний тиск у джерелі Δp_{disp} , [Па]:			52170
Дод.запас пот. для заповнення буферної ємності ФНЛ,reserve, [Вт]:			
Необхідна розрах. потужність джерела тепла взимку ФНЛ,зима, [Вт]:			150000
Розрахункова теплова потужність джерела влітку ФНЛ,summer, [Вт]:			
Необхідна розр.потужн.джер.тепла в перехідному періоді ФНЛ,пер, [Вт]:			
Кількість одночасно працюючих кварт. станцій NFS,sim, [шт.]:			
Статистика приміщень та опалювальних приладів для джерела: ІНШЕ ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СО			
Опалювані приміщення:			
Перегріті:	0	Надлишок потужності, [Вт]:	0
Недогріті:	0	Дефіцит потужності, [Вт]:	0
Потужність опал. прил., [Вт]:	0	Теплонадх. від труб, [Вт]:	3
Приміщення неопалювані:			
Потужність опал. прил., [Вт]:	0	Теплонадх. від труб, [Вт]:	0
Опалювальні прилади:			
Перегріті:	12	Надлишок потужності, [Вт]:	0

Таблиця 2.9 – Загальні данні для підбору теплої підлоги

Основна інформація:	
Назва проєктів:	Система створення комфортного температурно-вологісного середовища у теплицях для вирощування рослинної продукції
Адреса:	Вінницька обл.
Населений пун.	с.Трибухи
Проектувальник:	Юзькова Є.П.
Назва проєктів:	Система створення комфортного температурно-вологісного середовища у теплицях для вирощування рослинної продукції
Дата розрахунку:	19 вересня 2023р 16:46

Продовження табл. 2.9

Инф			
Тип А:	ULTRALINE PEXA	Тип В:	BLUEFLOOR
Тип С:	PUSH P10 PEXC	Тип D:	
Символ джерела тепла: ІНШЕ ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СО			
Параметри теплоносія:			
θ_s , [°C]:	45,00	θ_r , [°C]:	35,00
$\theta_{r,r}$, [°C]:	21,74		
Вид теплоносія:	Вода	Концентрація, [% U]:	100,0
Інформація про систему:			
Загальна витрата теплоносія у системі $M_{\text{сист}}$, [kg/c]:			0,004
Загальний обсяг системи і $V_{\text{сист}}$, [% U]:			68
Розрахункова теплова потужність системи ФНЛ,inst, [Вт]:			150
Втрачена потужність $\Phi_{\text{lost,inst}}$, [Вт]:			22
Загальна потужність, що передається системою $\Phi_{\text{общ, сист}}$, [Вт]:			172
Параметри джерела тепла: ІНШЕ ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СО			
$\Delta p_{\text{НС}}$, [Па]:	20000	$V_{\text{НС}}$, [l]:	50,0
Необхідний тиск у джерелі Δp_{disp} , [Па]:			20759
Дод.запас пот. для заповнення буферної ємності ФНЛ,reserve, [Вт]:			
Необхідна розрах. потужність джерела тепла взимку ФНЛ,зима, [Вт]:			150
Розрахункова теплова потужність джерела влітку ФНЛ,summer, [Вт]:			
Необхідна розр.потужн.джер.тепла в перехідному періоді ФНЛ,пер, [Вт]:			
Кількість одночасно працюючих кварт. станцій NFS,sim, [шт.]:			
Статистика приміщень та опалювальних приладів для джерела: ІНШЕ ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА СО			
Опалювані приміщення:			
Перегріті:	0	Надлишок потужності, [Вт]:	10
Недогріті:	0	Дефіцит потужності, [Вт]:	0
Потужність опал. прил., [Вт]:	160	Теплонадх. від труб, [Вт]:	11
Приміщення неопалювані:			
Потужність опал. прил., [Вт]:	0	Теплонадх. від труб, [Вт]:	0
Опалювальні прилади:			
Перегріті:	0	Надлишок потужності, [Вт]:	10
Недогріті:	0	Дефіцит потужності, [Вт]:	0
Розрахункова потужність, [Вт]:	150	Реальна потужність, [Вт]:	160
*Розрахунок наведений для одного контуру теплої підлоги			

Після цього визначаємо необхідні опалювальні прилади у приміщеннях

Таблиця 2.10 – Підбір радіаторів для системи опалення

Символ	$\theta_{int,H}$	Φ_{HL}	Φ_{HL}	Φ_{HG}	Φ_{HG}	$\Phi_{r,H}$	$\Phi_{r,H}$	$\Phi_{H,def}$	$\Phi_{H,def}$	АвтН
	°C	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	
ТАМБУР	20	22000	22,0	361	0,4	19507	19,5	2133	2,1	0,89
Опис										
RADIK 33-60	Розмір 1, L = 1,80 м $\Phi_r = 3836$ Вт Авт. = 0,17									
RADIK 33-60	Розмір 1, L = 1,80 м $\Phi_r = 3822$ Вт Авт. = 0,17									
RADIK 33-60	Розмір 1, L = 1,40 м $\Phi_r = 2963$ Вт Авт. = 0,13									
RADIK 33-60	Розмір 1, L = 1,40 м $\Phi_r = 2965$ Вт Авт. = 0,13									
RADIK 33-60	Розмір 1, L = 1,40 м $\Phi_r = 2959$ Вт Авт. = 0,13									
RADIK 33-60	Розмір 1, L = 1,40 м $\Phi_r = 2961$ Вт Авт. = 0,13									
ТЕПЛИЦЯ	20	26000	26,0	1494	1,5	23382	23,4	1124	1,1	0,90
	°C	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	Вт	кВт	
Опис										
RADIK 22-40	Розмір 1, L = 1,60 м $\Phi_r = 1700$ Вт Авт. = 0,07									
RADIK 22-40	Розмір 1, L = 1,60 м $\Phi_r = 1698$ Вт Авт. = 0,07									
RADIK 22-40	Розмір 1, L = 1,60 м $\Phi_r = 1692$ Вт Авт. = 0,07									
RADIK 22-40	Розмір 1, L = 1,60 м $\Phi_r = 1690$ Вт Авт. = 0,07									
RADIK 22-40	Розмір 1, L = 1,60 м $\Phi_r = 1686$ Вт Авт. = 0,06									
RADIK 22-40	Розмір 1, L = 1,60 м $\Phi_r = 1684$ Вт Авт. = 0,06									
RADIK 22-40	Розмір 1, L = 1,60 м $\Phi_r = 1675$ Вт Авт. = 0,06									
RADIK 22-40	Розмір 1, L = 1,60 м $\Phi_r = 1673$ Вт Авт. = 0,06									
RADIK 22-40	Розмір 1, L = 1,60 м $\Phi_r = 1665$ Вт Авт. = 0,06									
RADIK 22-40	Розмір 1, L = 1,60 м $\Phi_r = 1663$ Вт Авт. = 0,06									
RADIK 22-40	Розмір 1, L = 1,60 м $\Phi_r = 1634$ Вт Авт. = 0,06									
RADIK 22-40	Розмір 1, L = 1,60 м $\Phi_r = 1649$ Вт Авт. = 0,06									
RADIK 22-40	Розмір 1, L = 1,60 м $\Phi_r = 1623$ Вт Авт. = 0,06									
RADIK 22-40	Розмір 1, L = 1,60 м $\Phi_r = 1651$ Вт Авт. = 0,06									

- $\theta_{int,H}$ Проектна внутрішня температура під час опалювального сезону
- Φ_{HL} Теплове навантаження приміщення під час опалювального сезону
- Φ_{HG} Теплове надходження до приміщення під час періоду опалення разом з ефективними тепла надходженнями від трубопроводів
- $\Phi_{r,H}$ Підсумкова реальна теплова потужність обладнання що обігріває приміщення
- $\Phi_{H,def}$ Дефіцит або надлишок теплової потужності що впливає з некоректної потужності опального опалення негативні значення означають надлишок потужності пере-
грів
- АвтН Авторитет опалювального обладнання у приміщенні

2.5 Гідравлічний розрахунок системи опалення теплиць

Розрахунок тепловтрат у теплицях є критичним кроком у створенні оптимальних умов для рослинного вирощування. Після отримання даних про тепловтрати, необхідно перейти до розробки системи опалення та гідравлічного розрахунку для забезпечення стабільної температури та вологості у теплицях.

Система опалення в теплицях повинна бути ефективною та економічно обґрунтованою. Вона може включати в себе різноманітні джерела тепла, такі як електричні обігрівачі, газові котли, сонячні колектори чи геотермальні системи. Розрахунок оптимального вибору джерела тепла, потужності та розподілу теплових точок у теплицях є важливим завданням.

Гідравлічний розрахунок передбачає розробку системи подачі води та контролю вологості у теплицях. Він включає в себе розрахунок розподілу води, встановлення систем автоматизації поливу та вологості, а також врахування особливостей культур, які вирощуються.

Правильно розроблена система опалення та гідравлічного управління забезпечує оптимальні умови для росту рослин, збільшує врожайність та знижує витрати на енергію. Такий комплексний підхід дозволяє досягти успіху в сільському господарстві та тепличному вирощуванні рослин.

Для проведення гідравлічного розрахунку системи опалення в теплицях, слід виконати наступні кроки:

- Збір вихідних даних: Зібрати і аналізувати дані про теплиці, включаючи їх площу, конструкцію, температурні вимоги для вирощуваних культур, кліматичні умови та потужність опалювальних пристроїв.
- Розрахунок тепловтрат: Визначити тепловтрати теплиць в залежності від зовнішніх умов і потреб культур. Для цього використовуються різні методи, такі як метод балансу енергії.
- Вибір опалювального обладнання: Вибрати тип опалювальних приладів (газові котли, радіатори, теплообмінники і т. д.) та розрахувати їх потужність, яка відповідає потребам системи.

- Розробка системи розподілу теплоносія: Визначити розташування трубопроводів, радіаторів або теплообмінників у теплицях. Розрахувати необхідний діаметр труб для ефективного розподілу теплоносія.
- Розрахунок насосів та обладнання: Визначити потужність насосів і обладнання для перекачування теплоносія через систему. Розглянути можливості регулювання потоку теплоносія.
- Система керування і регулювання: Розробити систему автоматизації, яка контролює температуру і вологість у теплицях. Вона включає в себе датчики, контролери і актуатори.
- Розрахунок витрати палива або електроенергії: Визначити, скільки палива або електроенергії потрібно для забезпечення системи опалення відповідно до встановлених параметрів.
- Планування обслуговування та технічного обслуговування: Розглянути графік обслуговування системи, щоб запобігти аваріям і забезпечити її безперебійну роботу. [15-16].

Гідравлічний розрахунок допомагає забезпечити ефективну роботу системи опалення в теплицях, забезпечуючи оптимальні умови для росту рослин у будь-яку пору року. Гідравлічний розрахунок був проведений за допомогою програми KAN SET 7.3. Гідравлічний розрахунок систем наведено у додатку Н.

Гідравлічний розрахунок для систем опалення та розподілу теплоносія включає в себе використання різних формул та розрахунків для забезпечення оптимального функціонування системи. Ось деякі з основних формул, які можуть використовуватися:

Закон Ома для теплоносія: Визначає втрати тепла в трубопроводах та інших елементах системи опалення.

$$Q = (T1 - T2) / R, \quad (2.5)$$

де Q - втрати тепла,

T1 - початкова температура,

T2 - кінцева температура,

R - тепловий опір.

Формула Рейнольдса: Використовується для визначення режиму руху теплоносія в трубах. Формула:

$$Re = (\rho * v * d) / \mu, \quad (2.6)$$

де Re - число Рейнольдса,

ρ - густина теплоносія,

v - середня швидкість руху,

d - діаметр труби,

μ - кінематична в'язкість.

Закон збереження маси: Використовується для розрахунку розподілу теплоносія в системі. Формула:

$$m_1 * A_1 * V_1 = m_2 * A_2 * V_2, \quad (2.7)$$

де m - масовий потік,

A - площа перерізу труби,

V - середня швидкість.

Рівняння Бернуллі: Використовується для розрахунку тиску та потенційної енергії теплоносія в системі. Формула:

$$P + 0.5 * \rho * v^2 + \rho * g * h = \text{константа}, \quad (2.8)$$

де P - тиск,

ρ - густина теплоносія,

v - швидкість,

g - прискорення вільного падіння,

h - висота.

Формула Darcy-Weisbach: Використовується для розрахунку гідравлічного опору в трубопроводах. Формула:

$$\Delta P = f * (L / D) * (\rho * v^2) / 2, \quad (2.9)$$

де ΔP - різниця тиску,

f - коефіцієнт гідравлічного опору,

L - довжина труби, D - діаметр труби.

2.5 Підбір обладнання для системи опалення теплиць

Нафтопостачання теплиць для опалення вимагає використання насосів для перекачування гарячої води або іншого теплоносія через систему опалення. Ось декілька ключових аспектів насосів у системах опалення теплиць:

- Типи насосів: У системах опалення теплиць зазвичай використовують циркуляційні насоси. Ці насоси створюють циркуляцію теплоносія через трубопровід системи опалення.
- Робочий тиск: Важливо вибрати насос з відповідним робочим тиском, який відповідає вашим потребам теплообміну в теплиці.
- Можливість регулювання: Деякі насоси мають можливість регулювати об'єм перекачуваної рідини або швидкість обертання, що дозволяє ефективно керувати температурою в теплиці.
- Ефективність: Вибираючи насос, оберіть ефективну модель, щоб зменшити витрати енергії та знизити експлуатаційні витрати.
- Вибір потужності: Потужність насосу повинна відповідати розміру і потребам системи опалення в теплиці.
- Матеріал корпусу: Оберіть насос з корпусом, який відповідає вимогам для водостійкості і стійкості до корозії.
- Автоматизація: Деякі системи опалення включають автоматизовані контролери, які керують роботою насосів в залежності від потреб системи.

Важливо враховувати всі ці фактори при виборі насосу для системи опалення теплиці, оскільки правильний вибір допоможе забезпечити ефективну і надійну систему опалення.

Таблиця 2.13 – Характеристики насоса для системи опалення радіаторами відповідно до гідравлічного розрахунку

Тип теплоносія	M	Q	Q	Q	Δp	Δp	H	kV_{inst}	θ_w	ρ	Δp_{H_2O}	Δp_{H_2O}	H_{H_2O}
	kg/c	л/с	л/хв	м3/год	Па	бар	м	м3/год	оС	кг/м3	Па	бар	м
Вода	0,573	0,590	35,4	2,12	15543	0,155	1,63	5,4	80,0	972	15543	0,1554	1,63

За даними параметрами підбираємо насос ALPHA2 25-80 180. Детальна характеристика про насос наведена в додатку Д. ALPHA2 - циркуляційний насос, призначений для систем опалення та кондиціонування. AUTOADAPT постійно адаптує насос до вимог системи для оптимального комфорту, низького енергоспоживання та простого введення в експлуатацію.

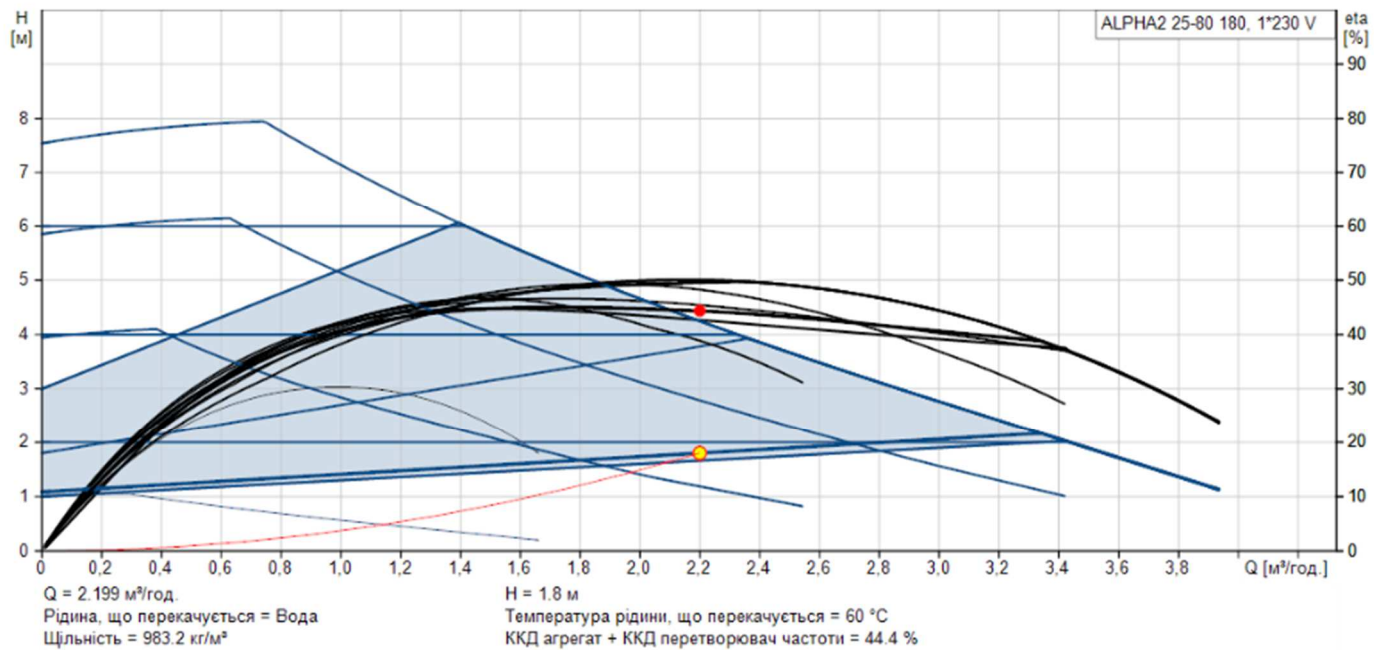


Рис.2.1 – Характеристика насоса ALPHA2 25-80 180

За аналогічним методом обираємо насос для контура тепловентиляторів.

Таблиця 2.14 – Характеристики насосу для системи опалення тепловентиляторами відповідно до гідравлічного розрахунку

Тип теплоносія	M	Q	Q	Q	Δp	Δp	H	kv,inst.	θ_w	ρ	Δp_{H_2O}	Δp_{H_2O}	H_{H_2O}
	kg/c	л/с	л/хв	м3/год	Па	бар	м	м3/год	оС	кг/м3	Па	бар	м
Вода	1,791	1,843	110,6	6,64	52170	0,522	5,47	9,2	80,0	972	52170	0,5217	5,47

За даними параметрами підбираємо насос MAGNA1 40-120 F. Детальна характеристика про насос наведена в додатку Е.

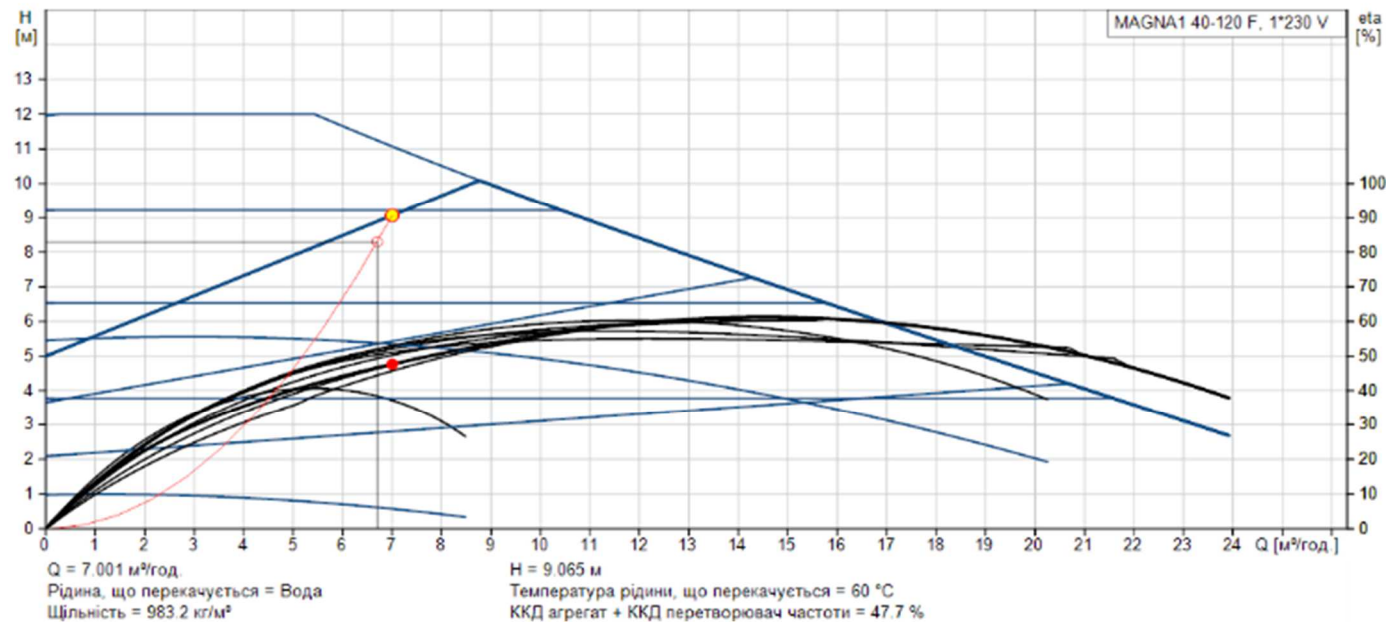


Рис.2.2 – Характеристика насоса MAGNA1 40-120 F

Циркуляційний насос Grundfos MAGNA1 ідеально відповідає основним вимогам в системах опалення та охолодження. Насос забезпечує базове керування системою та моніторинг і може обмінюватися даними через реле несправності та цифровий пуск/зупинка.

Для гребінки теплої підлоги вибираємо насос Wilo Star-RS 25/6-130.

Wilo Star-RS 25/6-130 - циркуляційний насос, оснащений мокрим ротором і різьбовим з'єднанням. Застосовується така модель переважно в системах опалення, водопроводі холодної води або в кондиціонуванні. Можна використовувати у промислових та житлових приміщеннях. Номінальної потужності достатньо для прокачування великої кількості рідини

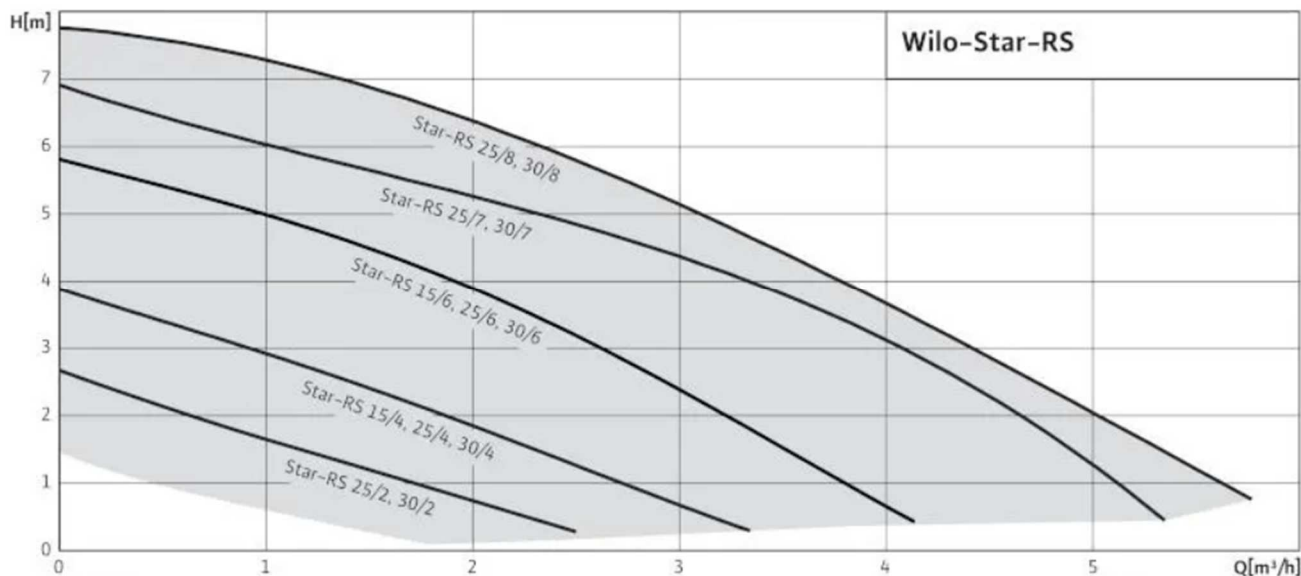


Рис.2.3 – Характеристика насоса Wilo Star-RS 25/6-130

Детальна характеристика про насос наведена в додатку Ж.

Висновки до розділу

У другому розділі МКР описані вихідні положення про об'єкт, його характеристика, а саме: кожна теплиця має габарити 53,76x9,94 м. Географічне розташування – село Трибухи Вінницька область. Загальна площа тепличної забудови – 409,4 м². Обґрунтована чисельність робочих місць. Кількість обслуговуючого персоналу в зоні вирощування змінюється в залежності від періоду вирощування. Мінімум 2 особи на кожну теплицю під час огляду та профілактичних заходів, максимум 15 осіб на теплицю під час збору врожаю.

Розглянуто питання матеріальної оцінки впливів на навколишнє середовище.

Проведено теплотехнічні розрахунки, так, опір теплопередачі по зовнішній підземній стіні = 2,82 м²*град/Вт, зовнішній плівковій стіні – 0,32 м²*град/Вт, зо-

внiшнiй полiкарбонатнiй стiнi - $0,19 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$, по пiдлозi з екструдованого пiнополiстиролу – $2,66 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$.

Розраховано тепловтрати по теплици, котрi для 1 теплици сягають 181 кВт. Загальне значення тепловтрат для усiх теплиць та парникiв сягає 858 кВт. На основi цих даних пiдiбране обладнання для системи комбiнованого опалення за допомогою програми KAN SET 7.3.

Розроблено гiдравлiчний розрахунок по кожнiй системi за допомогою програми KAN SET 7.3, за допомогою якого пiдiбрано дiаметри трубопроводiв системи опалення для радiаторiв та тепловентиляторiв, визначенно налаштування балансувальної арматури RA-N та AB-QM IV фiрми Danfoss, що дозволило правильно пiдiбрати насоси для систем. Так, для системи радiаторного опалення пiдбiрано насос ALPHA2 25-80 180, ($H = 1,63 \text{ м}$, $Q = 2,12 \text{ м}^3/\text{год}$). Для системи опалення тепловентиляторами пiдбiрано насос MAGNA1 40-120 F ($H = 6,64 \text{ м}$, $Q = 1,84 \text{ м}^3/\text{год}$). Для гребiнки теплої пiдлоги вибираємо насос Wilo Star-RS 25/6-130.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАПРОЄКТОВАНИХ РІШЕНЬ

3.1 Аналіз системи, що прийнята до монтажу

Монтажним роботам в теплиці підлягають елементи систем опалення за допомогою радіаторів, тепловентиляторів та контури теплої підлоги. Одна теплиця включає 2 приміщення: тамбур та сама теплиця у якій розміщено технологічний проїзд. Прийняті системи опалення зон ґрунту, покрівлі, поздовжніх бічних огорожень. Вентиляція являє собою систему торцевих осьових, теплових вентиляторів та кватирок в огороженні.

В якості теплоносія для системи опалення використовується вода з температурою 80 °С на подаючих трубопроводах системи тепlopостачання та 60 °С на зворотній магістралі. В якості опалювальних приладів застосовуються сталеві панельні радіатори з кріпленням для настінної установки з боковим підключенням фірми «KORADO» , відюяний тепловентилятор 8-50 кВт, з ЕС двигуном 4850 м³/год, з монтажною консоллю Volcano VR2 фірми «VTS EuroHeat» та гребінка теплої підлоги зі змішувальним вузлом з лівим підключенням KR.1022L1-1" фірми «KOER». Регулювання та балансування систем здійснюється за допомогою регулюючих клапанів «Danfoss».

Перед початком робіт здійснено перевірку старого плівкового покриття у разі його незадовільного стану відбувається демонтаж. Стан вертикальних металевих конструкцій задовільний, наявне антикорозійне покриття, додаткової обробки не потребує.

До торцевих сторін будівлі примикають тамбурні приміщення, в яких будуть розміщені вузли керування та підготовки живильного розчину рослин.

Загальна теплова потужність системи опалення 1 теплиці становить 181 кВт.

Для трубопроводів розподільчої гребінки тепlopостачання теплиць використовуються сталеві електрозварні труби, закріплення здійснюється хомутами з гумовим осердям. З'єднання фасонних частин здійснюється ручним

електродуговим зварюванням, зварювання частин труб здійснюється напряду через стакан.

Для трубопроводів системи опалення теплиці радіаторами (Т1, Т2); системи опалення теплиці тепловентиляторами (Т11, Т21) та система опалення теплиці теплою підлогою (Т12, Т22) використовуються поліпропіленові труби фірми «Wavin Ekorplastik» із закріпленням хомутами. З'єднання фасонних частин здійснюється паянням. Для кріплення контурів теплої підлоги використовують арматурну сітку, труба кріпиться до сітки за допомогою спеціальних зажимів на відстані близько 1 м один від одного.

Тепловентилятори закріплюються у висячому положенні до балок або цоколів, монтується за допомогою профілю 30x30. [17-20].

3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи

Підставою для початку монтажних робіт є прийняття об'єкту згідно акту допуску до виконання будівельно-монтажних робіт.

Перед початком будівельно-монтажних робіт повинні бути вирішені такі загальнобудівельні та організаційні заходи [23]:

- забезпечення приоб'єктного складу будівельних матеріалів та вагончика для відпочинку;
- організація під'їзних доріг та тимчасового огороження;
- забезпечення електропостачання до об'єкта або наявності дизельного генератора у разі неможливості;
- на підставі дефектного акту виконати демонтаж плівкового покриття. [21-22].

3.3 Розрахунок основних та витратних матеріалів

Основні і допоміжні матеріали та їх кількість зазначені відповідно у таблиці 3.1 та 3.2.

Таблиця 3.1 – Відомість основних матеріалів та виробів

№ п/п	Найменування матеріалу	Од. виміру	Кількість	Маса одиниці, кг	Маса, кг
1	2	3	4	5	6
1	Листи полікарбонатні сотові 6 мм	м2	20	1,3	26
2	Плити пінополістирольні екструдовані 100 мм	м2	24	0,8	19,2
3	Труба для теплої підлоги, з анти-дифузійним захистом Ø20x2,0 мм	м	2002	0,113	226,2
4	Труба поліпропіленова Ø20x2,8 мм	м	82	0,211	17,302
5	Труба поліпропіленова Ø25x3,5 мм	м	140	0,323	45,22
6	Труба поліпропіленова Ø32x4,4 мм	м	105	0,508	53,34
7	Труба поліпропіленова Ø40x5,5 мм	м	80	3,84	307,2
8	Труба поліпропіленова Ø50x6,9 мм	м	18	4,88	87,84
9	Труба поліпропіленова Ø63x8,6 мм	м	100	8,34	834
10	Труби сталеві електрозварні прямошовні Ø57x3,0 мм	м	1	12,15	12,15
11	Труби сталеві електрозварні прямошовні Ø76x3,5 мм	м	3	13,42	40,26
12	Труби сталеві водогазопровідні DN40 мм	шт	1	3,2	3,2
13	Циркуляційний насос ALPHA2 25-80 GRUNDFOS	компл	1	9,7	9,7
14	Циркуляційний насос MAGNA1 40-120 F	компл	1	12	12

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
15	Гребінка теплої підлоги №1 та №2 (матеріали наведені для двох гребінок) - змішувальний вузол з лівим підключенням, прямий - циркуляційний насос Star-RS 25/6-130 - розподільча гребінка на 10 відводів, з витратомірами на падаючій гребінці та запірними кранами на зворотній	компл	2	27,6	55,2
16	Опалювальний прилад – сталевий панельний радіатор з кріпленням для настінної установки з боковим підключенням FKO 22-04-16	шт	14	39	1088
17	Опалювальний прилад – сталевий панельний радіатор з кріпленням для настінної установки з боковим підключенням FKO 33-06-14	шт	4	77,2	121,6
18	Опалювальний прилад – сталевий панельний радіатор з кріпленням для настінної установки з боковим підключенням FKO 33-06-18	шт	2	99,2	198,4
19	Клапани з попередньою настройкою для двотрубних систем водяного опалення DN15 RAN(осьовий)	шт	20	0,25	5
20	Термостатичний елемент RA 2991	шт	20	0,15	3
21	Запірний клапан кутовий із внутрішньою різьбою, DN15 RLV-S (кутовий)	шт	20	0,20	4
22	Водяний тепловентилятор 8-50 кВт, з ЕС двигуном 4850 м³/год, з монтажною консоллю Volcano VR2	компл	6	12	72
23	Контролер Volcano EC	шт	3	0,5	1,5

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
24	Автоматичний комбінований балансувальний клапан DN 25 (1700 л/год) із вимірювальними ніпелями, зовнішньою різьбою, накладними гайками АВ-QM IV	шт	6	1,2	7,2
25	Електричний привід до комбінованого клапану 230 В, тип керуючого сигналу – ON / OFF, нормально закритий TWA-Q082F1600	шт	6	0,3	1,8
26	Ізоляція трубна б=20 мм на трубопроводі Ø76x3,5 мм	м	3	1,4	4,2
27	Теплова ізоляція трубна б=9 мм на трубопроводі Ø 57x3,0 мм	м	1	1,1	1,1
28	Теплова ізоляція трубна б=9 мм на трубопроводі DN40 мм	м	3	0,8	2,4
29	Ізоляція трубна б=9 мм на поліпропіленовому трубопроводі Ø 20 мм	м	87	0,98	85,26
30	Ізоляція трубна б=9 мм на поліпропіленовому трубопроводі Ø 25 мм	м	147	1,05	154,35
31	Ізоляція трубна б=9 мм на поліпропіленовому трубопроводі Ø 32 мм	м	111	1,23	136,53
32	Ізоляція трубна б=9 мм на поліпропіленовому трубопроводі Ø 40 мм	м	84	1,34	112,56
33	Ізоляція трубна б=9 мм на поліпропіленовому трубопроводі Ø 50 мм	м	20	1,52	30,4
34	Ізоляція трубна б=9 мм на поліпропіленовому трубопроводі Ø 63	м	105	1,63	171,15
35	Кран кульовий (роз'ємне з'єднання з накладною гайкою) DN 32		18	1,84	33,12
36	Кран кульовий DN 15		12	0,21	2,52
37	Фільтр сітчастий муфтовий, DN 32		6	1,95	11,7
38	Автоматичний повітровідвідний клапан DN 15 Airvent		9	0,37	3,33
39	Зворотній клапан муфтовий, DN40		1	1,61	1,61
40	Зворотній клапан фланцевий, DN50		1	3,18	3,18
41	Кран кульовий стандартно-прохідний фланцевий, DN50		3	3,47	10,41

Таблиця 3.2 – Відомість витратних матеріалів та виробів

№ п/п	Шифр ресурсу	Матеріали, деталі та напівфабрикати	Од. вим	К-сть
1	2	3	4	5
1	111-0605	Мастика герметизуюча "Гелан"	т	0,001
2	111-1671	Емаль КЧ-728, біла	т	0,012
3	111-1857	Клямери, марка КЛ-1	шт	108
4	111-0079	Бітуми нафтові для кровельних мастик, марка БНМ-55/60	т	0,03
5	111-1853	Цвяхи оцинковані будівельні	т	0,005
6	1530-0150	Муфта Ø25 мм	шт	56
7	1530-0151	Муфта Ø32 мм	шт	32
8	1530-0152	Муфта Ø40 мм	шт	23
9	1530-0156	Перехід Ø25/20	шт	44
10	1530-0157	Перехід Ø32x25	шт	2
11	1530-0158	Перехід Ø40/32	шт	10
12	111-0254	Вапно хлорне марки А	т	0,0009
13	1530-0166	Трійник прямий, Ø25	шт	24
14	1530-0167	Трійник прямий, Ø32	шт	10
15	1530-0168	Трійник прямий, Ø40	шт	14
16	1530-0176	Кутник прямий, Ø25	шт	37
17	1530-0177	Кутник прямий, Ø32	шт	32
18	1530-0178	Кутник прямий, Ø40	шт	8
19	1630-0128	Згони сталеві з муфтою і контргайкою, Ø25	шт	16
20	1630-0129	Згони сталеві з муфтою і контргайкою, Ø32	шт	18
21	1630-0130	Згони сталеві з муфтою і контргайкою, Ø40	шт	2
22	1545-0159	Пакля льняна	кг	1,5

Загальна маса всіх транспортованих матеріалів становить 4,2 т.

3.4 Вибір робочих інструментів, машин та механізмів

Для перевезення вантажів обираємо вантажний автомобіль MAN Renault 5 з такими характеристиками [23]:

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики автомобіля MAN Renault 5

Характеристики	Числові значення
Повна маса автомобіля, кг	7220
Габарити кузова	6,1x2,42x2,37
Максимальна швидкість, км/год	90
Витрата пального, л/100 км	15
Вантажопідйомність, кг	800

Для закріплення кронштейнів та інших елементів трубопроводів використовується акумуляторний шуруповерт Hilti SFC 14-A, його технічні характеристики наведені у таблиці 3.4 [24].

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики шурупверта «Hilti SFC 14-A»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Діаметр закручування шурупів	мм	10
Потужність електродвигуна	кВт	0,64
Вага	кг	1,5

Отвори для встановлення кронштейнів виконують за допомогою ударно-інерційної дрелі DWT SBM-810 [26], її характеристики наведені у табл. 3.5.

Таблиця 3.5– Технічні характеристики ударної дрелі DWT SBM-810

Параметр	Показник
Споживча потужність, Вт	810
Число обертів, об/хв	2800
Маса, кг	2,2

Для монтажу трубопроводів використовуємо агрегат для зварювання труб Odwerk BSG 73, технічні характеристики якого наведені у таблиці 5.8.

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики агрегату Odwerk BSG 73

Характеристики	Значення
Робоча напруга, В	220-240
Частота сили струму, Гц	50
Споживана потужність, Вт	2000
Температура нагрівного елемента, °С	0-300
Діаметри труб, що монтуються, мм	20/25/32/40/50/65
Ножиці для нарізання труб	В комплекті
Маса, кг	2,4

Для зварювання сталевих трубопроводів застосовується зварювальний апарат IGBT Dnipro-M MMA-250 з характеристиками, описаними в табл. 3.7 [25].

Таблиця 3.7 – Технічні характеристики зварювального апарату IGBT Dnipro-M MMA-250

Характеристики	Значення
Потужність, Вт	6400
Номінальний струм, А	20-250
Кабель тримача електрода, м	2,5
Кабель тримача маси, м	3
Діаметри електродів, мм	1,5-5
Маса, кг	4,2

Вимірювальні інструменти:

- рулетка (стрічка) вимірювальна, 40 м.(ГОСТ 7502-61);
- виски
- лазерний нівелір;
- рівні (ГОСТ 9392-60).

Ударні інструменти:

- молотки слюсарні (ГОСТ 2310-79);

- кувалди;
- зубила слюсарні (ГОСТ 7211-74).

маса 11 кг.

Інструменти для зборки:

- ключі гайкові (ГОСТ 4543-82);
- шуруповерт електричний;
- викрутки (ГОСТ 5423-79);
- плоскогубці (ГОСТ 7236-74).

Для внутрішніх робіт на висоті влаштовується риштування. [26-29].

3.5 Визначення складу і об'єму робіт

3.5.1 Визначення складу робіт

1. Доставка матеріалів.
2. Застіклення теплиць.
3. Встановлення радіаторів
4. Встановлення тепловентиляторів
5. Встановлення головної розподільчої гребіноки системи опалення теплиці.
6. Встановлення розподільчих гребінок теплих підлог.
7. Прокладка поліпропіленових труб Ø20x2,8.
8. Прокладка поліпропіленових труб Ø25x3,5.
9. Прокладка поліпропіленових труб Ø32x4,4.
10. Прокладка поліпропіленових труб Ø40x5,5.
11. Прокладка поліпропіленових труб Ø50x6,9.
12. Прокладка поліпропіленових труб Ø63x8,6.
13. Прокладка труби для теплої підлоги, з антидифузійним захистом Ø 20x2,0.
14. Прокладка труб сталевих водогазопровідних оцинкованих DN 40.
15. Прокладка труб сталевих електрозварних прямошовних Ø57x3,0.
16. Прокладка труб сталевих електрозварних прямошовних Ø76x3,5.

17. Встановлення запірної арматури.
18. Встановлення балансувальної арматури.
19. Налаштування клапанів з попередньою настройкою.
20. Встановлення повітрозбірників.
21. Встановлення фільтрів очищення.
22. Встановлення та налаштування контролерів та датчиків температури
23. Встановлення манометрів.
24. Теплоізоляція трубопроводів.
25. Заповнення систем рідиною.
26. Гідравлічне випробування трубопроводів систем.
27. Вивезення обладнання та сміття.

3.5.2 Визначення об'єму робіт.

1. Доставка матеріалів. Одиниця виміру в тонах. Загальна маса матеріалів та обладнання становить 4,2 т. Приймаємо об'єм $V=4,2$ [29].
2. Застіклення теплиць. Одиниця виміру в 100м^2 . Загальна площа становить $0,44\text{ м}^2$. Приймаємо об'єм $V=0,44$ [30].
3. Встановлення радіаторів. Одиниця виміру в 1шт. Загальна кількість становить 20 шт. Приймаємо об'єм $V=20$
4. Встановлення тепловентиляторів. Одиниця виміру в 1шт. Загальна кількість становить 6 шт. Приймаємо об'єм $V=6$
5. Встановлення головної розподільчої гребіноки системи опалення теплиці. Одиниця виміру в 1шт. Загальна кількість становить 1 шт. Приймаємо об'єм $V=1$
6. Встановлення розподільчих гребінок теплих підлог. Одиниця виміру в 1шт. Загальна кількість становить 2 шт. Приймаємо об'єм $V=2$
7. Прокладка поліпропіленових труб $\text{Ø}20\times 2,8$. Одиниця виміру в 100м. Загальна довжина становить 82 м. Приймаємо об'єм $V=0,82$ [32].
8. Прокладка поліпропіленових труб $\text{Ø}25\times 3,5$. Одиниця виміру в 100м. Загальна довжина становить 140 м. Приймаємо об'єм $V=1,4$ [32].

9. Прокладка поліпропіленових труб $\text{Ø}32 \times 4,4$. Одиниця виміру в 100м. Загальна довжина становить 105 м. Приймаємо об'єм $V=1,05$ [32].
10. Прокладка поліпропіленових труб $\text{Ø}40 \times 5,5$. Одиниця виміру в 100м. Загальна довжина становить 80 м. Приймаємо об'єм $V=0,8$ [32].
11. Прокладка поліпропіленових труб $\text{Ø}50 \times 6,9$. Одиниця виміру в 100м. Загальна довжина становить 18 м. Приймаємо об'єм $V=0,18$ [32].
12. Прокладка поліпропіленових труб $\text{Ø}63 \times 8,6$. Одиниця виміру в 100м. Загальна довжина становить 100 м. Приймаємо об'єм $V=1$
13. Прокладка труб для теплої підлоги, з антидифузійним захистом $\text{Ø}20 \times 2,0$ мм. Одиниця виміру в 100м. Загальна довжина становить 2002 м. Приймаємо об'єм $V=20,02$ [30].
14. Прокладка труб сталеві електрозварної прямошовної $\text{Ø}57 \times 3,0$ мм. Одиниця виміру в 100м. Загальна довжина становить 1 м. Приймаємо об'єм $V=0,01$
15. Прокладка труби сталеві електрозварної прямошовної $\text{Ø}76 \times 3,5$ мм. Одиниця виміру в 100м. Загальна довжина становить 3 м. Приймаємо об'єм $V=0,03$ [32].
16. Прокладка Труби сталеві водогазопровідні DN40 мм. Одиниця виміру в 100м. Загальна довжина становить 1 м. Приймаємо об'єм $V=0,01$ [32].
17. Встановлення запірної арматури. Одиниця виміру 1 шт. Загальна кількість становить 36 шт. Приймаємо об'єм $V=36$ [34].
18. Встановлення балансувальної арматури. . Одиниця виміру 1 шт. Загальна кількість становить 26 шт. Приймаємо об'єм $V=26$ [33].
19. Налаштування клапанів з попередньою настройкою. Одиниця виміру 1 шт. Загальна кількість становить 26 шт. Приймаємо об'єм $V=26$ [33].
20. Встановлення фільтрів очищення. Одиниця виміру 1 шт. Загальна кількість становить 6 шт. Приймаємо об'єм $V=6$ [34].

21. Встановлення та налаштування контролерів та датчиків температури. Одиниця виміру 1 шт. Загальна кількість становить 10 шт. Приймаємо об'єм $V=10$ [34].
22. Встановлення повітрозбірників. Одиниця виміру 1 шт. Загальна кількість становить 9 шт. Приймаємо об'єм $V=9$ [34].
23. Встановлення манометрів. Одиниця виміру 1 шт. Загальна кількість становить 2 шт. Приймаємо об'єм $V=2$ [34].
24. Встановлення теплоізоляції трубопроводів. Одиниця виміру 100м. Загальна кількість становить 561м. Приймаємо об'єм $V=5,61$ [35].
25. Заповнення систем рідиною. Одиниця виміру 1 компл. Загальна кількість становить 3 компл. Приймаємо об'єм $V=3$ [35].
26. Гідравлічне випробування трубопроводів систем. Одиниця виміру в 100м. Загальна довжина становить 2532 м. Приймаємо об'єм $V=2,53$ [32].
27. Вивезення обладнання та сміття. Загальна маса інструментів становить 46,5 кг, а сміття – 0,5 т. Приймаємо $V=0,5$ [30-32].

3.6 Визначення трудомісткості монтажних робіт та складу бригад

Норма часу виконання монтажних та пусконаладжувальних робіт, H_q , визначаємо згідно [29-35].

Трудомісткість робіт обчислюємо за формулою:

$$Q = \frac{V \cdot H_q}{k}, \quad (3.1)$$

де V – об'єм робіт;

k – коефіцієнт перевиконання ($k = 1 \dots 1,3$), приймаємо $k = 1,2$.

Тривалість виконання робіт

$$T = \frac{Q}{8 \cdot n}, \quad (3.2)$$

де n – кількість робітників.

Знайдені значення заносимо до таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт

№ п/п	Найменування робіт	Од. вимір	Об'єм робіт V	Норма часу Нч, люд*Год	Трудомісткість Q, люд*дні	Склад бригади	к-сть осіб	Тривалість Т, дні
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Доставка матеріалів [29]	1т	4,2	2,1	8,82	Монт 3 р. - 1 Водій - 1	2	0,46
2	Застіклення теплиць [30]	100м2	0,44	48,19	21,20	Монт 3 р. - 2	2	1,10
3	Встановлення радіаторів.	1 шт	20	4,22	84,40	Монт 3р - 2	2	4,40
4	Встановлення тепло-вентиляторів.	1шт	6	4,64	27,84	Монт 3 р. - 1 Монт 4 р. - 1	2	1,45
5	Встановлення головної розподільчої гребіноки системи опалення теплиці.	1 шт	1	211,56	211,56	Монт 3 р. - 3 Монт 4 р. - 1	4	5,51
6	Встановлення розподільчих гребінок теплих підлог.	1 шт	2	172,2	344,40	Монт 3 р. - 5 Монт 4 р. - 2	7	5,13
7	Прокладка поліпропіленових труб Ø20x2,8.	100м	0,82	27,63	22,66	Монт 3 р. - 1	1	2,36
8	Прокладка поліпропіленових труб Ø25x3,5.	100м	1,4	31,92	44,69	Монт 3 р. - 2	2	2,33
9	Прокладка поліпропіленових труб Ø32x4,4.	100м	1,05	55,27	58,03	Монт 3 р. - 1 Монт 4 р. - 1	2	3,02
10	Прокладка поліпропіленових труб Ø40x5,5.	100м	0,8	71,01	56,81	Монт 3 р. - 1 Монт 4 р. - 1	2	2,96
11	Прокладка поліпропіленових труб Ø50x6,9.	100м	0,18	91,02	16,38	Монт 4 р. - 1	1	1,71

Продовження табл. 3.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	Прокладка поліпропіленових труб Ø63x8,6.	100м	1	91,02	91,02	Монт 3 р. - 1 Монт 4 р. - 1	2	4,74
13	Прокладка труб для теплої підлоги, з антидифузійним захистом Ø20x2,0 мм.	100м	20,02	113,16	2265,46	Монт 3 р. - 20 Монт 4 р. - 6	26	8,38
14	Прокладка труб сталеві електрозварної прямошовної Ø57x3,0 мм.	100м	0,01	108,71	1,09	Монт 4 р. - 1	1	0,11
15	Прокладка труби сталеві електрозварної прямошовної Ø76x3,5 мм.	100м	0,03	132,5	3,98	Монт 4 р. - 1	1	0,41
16	Прокладка труби сталеві водогазопровідні DN40 мм.	100м	0,01	86,72	0,87	Монт 4 р. - 1	1	0,09
17	Встановлення запірної арматури.	1шт	36	2,45	88,20	Монт 3 р. - 2 Монт 4 р. - 1	3	3,06
18	Встановлення балансувальної арматури.	1шт	26	2,55	66,30	Монт 3 р. - 1 Монт 4 р. - 1	2	3,45
19	Налаштування клапанів з попередньою настройкою.	1шт	26	1,17	30,42	Монт 5 р. - 2	2	1,58
20	Встановлення фільтрів очищення.	1шт	6	2,43	14,58	Монт 4 р. - 2	1	1,52
21	Встановлення та налаштування контролерів та датчиків температури.	1шт	10	2,01	20,10	Монт 4 р. - 1	1	2,09
22	Встановлення повітрозбірників.	1шт	9	2,33	20,97	Монт 3 р. - 1	1	2,18
23	Встановлення манометрів[34]	1шт	2	1,28	2,56	Монт 4 р. - 1	1	0,27
24	Встановлення теплоізоляції трубопроводів.	1 компл	5,61	10,2	57,22	Монт 3 р. - 2 Монт 4 р. - 1	3	1,99
25	Гідравлічне випробування трубопроводів систем [32]	100м	2,53	8,22	20,80	Монт 3 р. - 1 Монт 4 р. - 1	2	1,08
26	Вивезення обладнання та сміття	1т	0,5	2,1	1,05	Водій - 1	1	0,11

Згідно знайдених значень трудомісткості виконано календарний графік та знайдені такі показники:

- загальна трудомісткість – 3581,4 люд.-днів;
- тривалість монтажних робіт – 45 днів;
- середня кількість робітників – 4 чол.;
- максимальна кількість робітників – 11 чол. [33-36].

3.7 Розрахунок витрат пального та електроенергії

Витрати пального на доставлення матеріалів, інструментів, обладнання та виробів на відстань 40 км складатимуть

$$V=Ql=4*14/100*40=22,4 \text{ л} \quad (3.3)$$

Витрати пального на вивезення будівельного сміття на відстань 10 км складатимуть

$$V=Ql=14/100*10=1,4 \text{ л} \quad (3.4)$$

Загальні витрати пального

$$V=22,4+1,4=23,8 \quad (3.5)$$

Витрати електроенергії розраховуються за формулою:

$$E = P \times \tau \times k, \quad (3.6)$$

де P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год, (див. графік руху машин та механізмів, аркуш 8);

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання [37]

Витрата електроенергії шурупвертом Hilti SFC 14-A:

$$E_1=0,64*15,8*8*0,45=36,4 \text{ кВт*год}$$

Витрата електроенергії дреллю DWT SBM-810:

$$E_2=0,81*20,7*8*0,4=53,6 \text{ кВт*год}$$

Витрата електроенергії агрегатом для зварювання труб Odwerk BSG 73:

$$E_3=2*46*8*0,2=147,2 \text{ кВт*год}$$

Сумарні витрати електроенергії на період монтажу:

$$E=E_1+ E_2+ E_3=36,4+53,6+147,2=237,2 \text{ кВт*год} \quad (3.7)$$

Висновки до розділу

У третьому розділі описані конструктивні особливості прийнятих до монтажу систем та складено перелік будівельно-монтажних робіт.

Складено відомість основних та допоміжних матеріалів, загальна маса яких становить 4,2т.

Підібрано необхідні інструменти, прилади та машини для виконання перерахованих робіт. Розраховано окремо для кожного з виду робіт трудомісткість, тривалість робіт та склад бригад монтажників.

На основі цього розроблено та накреслено календарний план монтажу систем. Термін виконання всього монтажного процесу – 45 днів. Загальна трудомісткість процесу монтажу системи – 3581,4 люд.-дні.

Побудовано графік руху робітників та графік руху машин і механізмів. Підраховано техніко-економічні показники графіку руху робітників, які знаходять у встановлених межах.

4 ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ

4.1. Загальні дані

Об'єкт – теплиця в Вінницькій обл. с.Трибухи.

Розрахунок виконано згідно з:

- завдань розробників суміжних розділів проекту;
- ДСТУ Б А.2.2-8:2010 «Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів»
- ДБН В. 2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель»;
- ДСТУ 9190:2022 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання»;
- ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 «Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження»;

4.2. Початкові дані

4.2.1. Загальна характеристика об'єкту

- Теплиця в Вінницькій обл. с.Трибухи.
- Споруда запроектована з частковим заглибленням тепличного приміщення з відкритими ділянками стін.
- Проектна споруда теплиць прямокутна в плані з габаритними розмірами в осях 53,76х9,94 м. Висота приміщень запроектована 5 м. від підлоги до стелі.

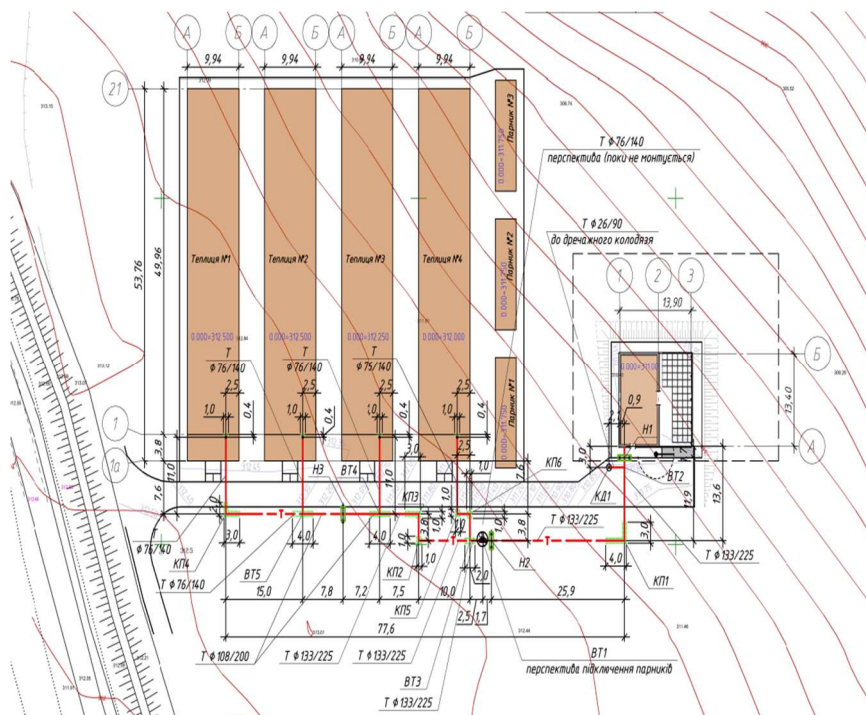


Рис. 4.1. Схема розташування будівлі на ГП

Плани поверхів і загальні фасади будівлі приведені в комплекті креслень до МКР. Схема розташування будівлі і орієнтація по сторонах світу приведені в комплекті ГП.

Початкові дані для розрахунків

Конструктивно будівля запроектована в монолітному залізобетонному каркасі. Конструктивна схема будівлі теплиці каркасна.

Просторова жорсткість та стійкість будівлі теплиці забезпечується сумісною роботою фундаменту, поздовжніми та поперечними балками та фермами.

Споруда запроектована з неповним заглибленням теплиці з відкритими ділянками стін.

Конструкція зовнішніх стін виконана загальна товщина конструкції складає 0.400 м. Кількість шарів конструкції - 2. Шар №1, Екструдований пінополістирол $\rho=35$ кг/м³ густиною 40 кг/м³, товщиною 0.100 м. Шар №2, Бетон на гравії або щебені з природного каменю густиною 2400 кг/м³, товщиною 0.300 м.

Проектом передбачається водяна система опалення. Джерело теплопостачання прийнято запроектовані теплові мережі, що прокладені на території. Опалювальні прилади –радіатори, тепловентилятори, тепла підлога. Параметри тепло-

носія 80/60 °С. Трубопроводи системи опалення теплоізовані, товщина теплоізоляції 13 мм.

Вентиляція - припливно-витяжна роздільна з природнім та механічним спонуканням, рекуперації та рециркуляції не передбачено.

Гаряче водопостачання не передбачене.

Облік енергоресурсів окремо не передбачений. Енергозабезпечення від запроектованої котельної.

4.3. Розрахункові кліматичні і теплоенергетичні параметри

Згідно ДБН В.2.6-31:2021 с. Трибухи розташоване в I температурній зоні.

Згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27-2010 тривалість опалювального періоду для м. Вінниця складає 187 днів, середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період $t_{отн} = 0,5$ °С, початок опалювального періоду 10.10, закінчення 14.04, для середньодобової температури ≥ 8 °С.

Визначення теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій

Приведений опір теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій знаходиться згідно ДСТУ 9191:2022.

Величини розрахункових теплофізичних параметрів матеріалів визначені на підставі протоколів випробувань або згідно з ДСТУ 9191:2022.

- $\lambda_B = 0,037$ Вт/(м·К) - Екструдований пінополістирол $\rho = 40$ кг/м³;

- $\lambda_B = 1,86$ Вт/(м·К) - Бетон на гравії або щебені з природного каменю, густиною 135 кг/м³;

Зовнішні стіни

Конструкція зовнішніх стін виконана загальна товщина конструкції складає 0.400 м. Кількість шарів конструкції - 2. Шар №1, Екструдований пінополістирол $\rho = 35$ кг/м³ густиною 40 кг/м³, товщиною 0.100 м. Шар №2, Бетон на гравії або щебені з природного каменю густиною 2400 кг/м³, товщиною 0.300 м.

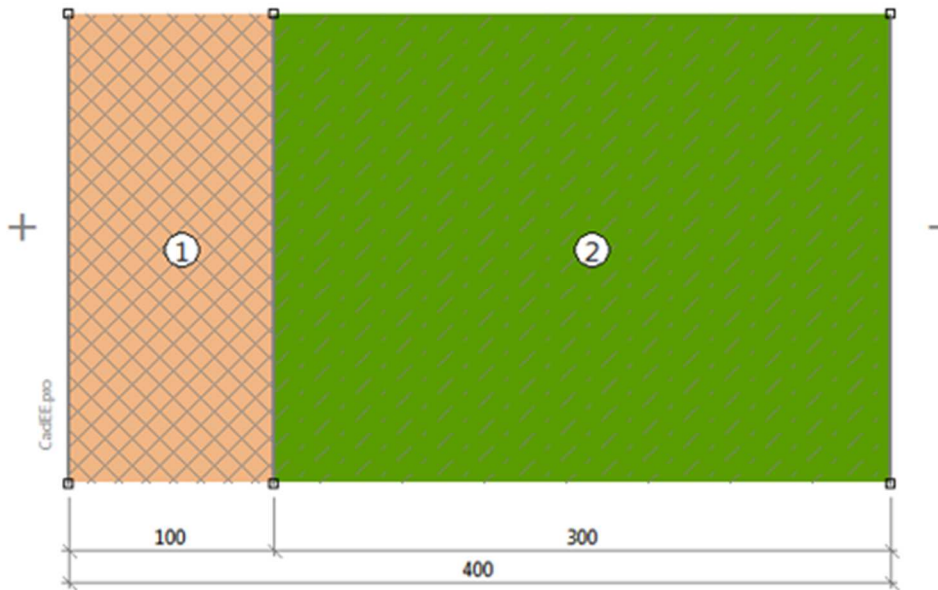


Рис. 4.2. Розріз огорожувальної конструкції

Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції згідно з формули (2) ДСТУ 9191:2022:

$$R_s = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.1}{0.037} + \frac{0.3}{1.86} + \frac{1}{23} = 3.022 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad (4.1)$$

Згідно із конструктивною схемою в даному типі стін відсутні теплопровідні включення.

Зовнішня стіна 2 та покриття

Загальна товщина конструкції складає 0.120 м. Кількість шарів конструкції - 3. Шар

№1, Спінений пінополіетилен $\rho=30$ кг/м³ густиною 30 кг/м³, товщиною 0.050 м. Шар №2, Повітряний прошарок замкнутий густиною 1 кг/м³, товщиною 0.020 м. Шар №3, Спінений пінополіетилен $\rho=30$ кг/м³ густиною 30 кг/м³, товщиною 0.050 м.

Опір теплопередачі термічно однорідної огорожувальної конструкції, згідно формули (2) ДСТУ 9191:2022:

$$R_s = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + R_{air2} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.05}{0.047} + 0.14 + \frac{0.05}{0.047} + \frac{1}{23} = 2.426 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad (4.2)$$

Враховуючи конструктивні особливості покриття в цьому типі покриття відсутні теплопровідні включення.

Світлопрозорі конструкції

Світлопрозорі конструкції являються усіма огорожувальними конструкціями.

Зовнішні двері

Зовнішні двері – виконані з того ж матеріалу що і зовнішні стіни.

4.4. Розрахунок енергопотреби для опалення будівлі

Визначення меж кондиціонованих і некондиціонованих об'ємів і розподіл будівлі на зони

Кондиціонований об'єм будівлі : $V = 2473$ м³.

Кондиціонована площа будівлі : $A_f = 409,4$ м².

Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій, $A_{\Sigma} = 970,75$ м².

Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій

Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій знаходиться згідно ДСТУ 9191:2022.

Зовнішні стіни

Приведений опір усієї площі фасаду будівлі, згідно з розрахунку приведеного в 3.2, дорівнює:

$$R_{\Sigma\text{пр}} = 4,13 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}. \quad (4.3)$$

Конструкції, що контактують з ґрунтом

Конструкції, які контактують з ґрунтом виконані з бетонної підготовки - 100 мм по ущільненому ґрунту та підготовці із щебеню, залізобетонна фундаментна плита - 400 мм, гідроізоляції в два шари - 10 мм, покриття підлоги залежно від категорії приміщень - 15 мм.

Площа підлоги по ґрунту $A_{gf} = 328,5$ м².

Зовнішній периметр підлоги $P = 87,7$ м.

Термічний опір підлоги включаючи усі шари:

$$R_f = \frac{0,1}{0,93} + \frac{0,4}{2,04} + \frac{0,015}{1,1} = 0,31 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}. \quad (4.4)$$

Характерний розмір підлоги :

$$B' = \frac{328,5}{0,5 \cdot 87,7} = 7,5. \quad (4.5)$$

Еквівалентна товщина підлоги :

$$d_t = 0,5 + 2 * (0,17 + 0,31 + 0,043) = 1,55 \text{ м.} \quad (4.6)$$

Еквівалентна товщина стіни:

$$d_w = 2 * (0,115 + 4,15 + 0,043) = 7,12 \text{ м.} \quad (4.7)$$

Коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту визначають згідно додатка Б ДСТУ 9190:2022 як для неізольованої підлоги :

$$U_{bf} = \frac{2 \cdot 2}{3,14 \cdot 7,5 + 1,55} \ln \left(\frac{3,14 \cdot 7,5}{1,55} + 1 \right) = 0,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}}. \quad (4.8)$$

Коефіцієнт теплопередачі стін, що контактують з ґрунтом визначають згідно додатка Б ДСТУ 9190:2022:

$$U_{bw} = (2 * 2) / (3,14 * 0,6) * \left(1 + \frac{0,5 \cdot 2,55}{2,55 + 0,6} \right) \ln (7,12 + 1) = 6,3 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}}. \quad (4.9)$$

Стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, згідно (Б.1.2.4) ДСТУ 9190:2022:

$$H_g = 328,5 * 0,4 + 0,6 * 87,7 * 6,3 = 235,75 \frac{\text{Вт}}{\text{К}}. \quad (4.10)$$

Об'ємно - планувальні характеристики

Показник компактності будівлі визначений по формулі (А.7) ДБН В. 2.6-31:

$$\Delta = 970,75 / 2473 = 0,39 \quad (4.11)$$

Перевірка вимог до теплотехнічних показників елементів теплоізоляційної оболонки будівель

Для будівель захисних споруд цивільного захисту (протирадіаційне укриття (ТЕПЛИЦІ)) згідно із ДБН В. 2.6-31:2021 не розповсюджуються норми щодо мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель за показниками питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні та класу енергетичної ефективності будівель.

З врахуванням того що будівля в мирний час частково буде використовуватися для влаштування гуртків, необхідна перевірка теплотехнічних показників на виконання умов (5), (6) ДБН В. 2.6-31:2021.

Температура точки роси за розрахунковими значеннями температури ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$) і відносної вологості (50%) внутрішнього повітря складає:

$$\theta_D = \frac{237.7 \cdot \left(\frac{17.27 \cdot \theta_{int}}{237.7 + \theta_{int}} + \ln \frac{\varphi_{int}}{100} \right)}{17.27 - \left(\frac{\theta_{int}}{237.7 + \theta_{int}} + \ln \frac{\varphi_{int}}{100} \right)} = 9.46^{\circ}\text{C} \quad (4.12)$$

Згідно таблиці 5 ДБН В. 2.6-31:2021 допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції складає:

$$\Delta T_{cr} = 4,0\text{ }^{\circ}\text{C}. \quad (4.13)$$

Температура внутрішньої поверхні прозорої огорожувальної конструкції визначена згідно формули (5) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013:

$$\tau_{внпр} = 18,67\text{ }^{\circ}\text{C}. \quad (4.14)$$

Оскільки:

$$\Delta\theta_{int-si} = 1.85^{\circ}\text{C} < \Delta\theta_{int-si,max} = 5^{\circ}\text{C} \quad (4.15)$$

$$\Delta\theta_{int-si} = 1.85^{\circ}\text{C} < \Delta\theta_{int-si,max} = 5^{\circ}\text{C} \quad (4.16)$$

Отже умова (5) ДБН В. 2.6-31:2021 виконується.

Температура внутрішньої поверхні термічно неоднорідної огорожувальної конструкції, в зонах теплопровідних включень, в кутах, укосах віконних і дверних отворів, температура внутрішньої поверхні світлопрозорих огорожувальних конструкцій визначається на підставі розрахунків і моделюванні двомірних і тривимірних температурних полів.

Згідно з розрахунками мінімальна температура внутрішньої поверхні термічно неоднорідній огорожувальній конструкції, в зонах теплопровідних включень, в кутах, укосах віконних і дверних отворів $T_{min} = 11,83^{\circ}\text{C}$, що вище за точку роси ($9,3^{\circ}\text{C}$), отже, умова (6) ДБН В. 2.6-31:2021 виконується.

4.5. Оцінка тепловологісного режиму огорожувальних конструкцій

Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій, виконана згідно вимог ДБН В. 2.6-31:2021 і ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 для глухих ділянок основного поля зовнішніх стін.

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будівель, згідно 4.2.1 ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013, обов'язкове виконання умови :

$$\Delta\omega \leq \Delta\omega_{\text{дд}}, \quad (4.17)$$

І умови (2) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013

$$W_{\text{зп}} \leq W_{\text{лп}}. \quad (4.18)$$

Допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості матеріалу для проектованого знання узятє з таблиці 8 ДБН В. 2.6-31:2021

- вироби зі спіненого та екструдованого пінополістиролу - 2,0 %.

Для спрощення розрахунку, для перевірки дотримання будівельних норм, в розрахунку розглядаємо один тип стіни.

Дана конструкція зовнішньої стіни, складається залізобетону, плити пінополістиролу, та ґрунтова засипка.

Визначемо опір теплопередачі в площинах на межі шарів:

Визначемо опори паропроникненню кожного шару і конструкції в цілому згідно з формулами 3, 4 ДСТУ Б В.2.6-192:2013. При цьому коефіцієнт паропроникності визначаємо згідно з табл. А.1 ДСТУ 9191:2022.

$$x_1 = 0.05\text{м}; \quad \lambda_{\text{п1}} = 0.05 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}} \quad (4.19)$$

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{\text{п1}}} = \frac{0.05}{0.047} = 1.064 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad (4.20)$$

$$x_2 = 0.07\text{м}; \quad \lambda_{\text{п2}} = 0.14 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}} \quad (4.21)$$

$$R_2 = \frac{d_1}{\lambda_{\text{п1}}} + \frac{d_2}{\lambda_{\text{п2}}} = \frac{0.05}{0.047} + \frac{0.02}{0.1429} = 1.204 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad (4.22)$$

$$x_3 = 0.12\text{м}; \quad \lambda_{\text{п3}} = 0.05 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}} \quad (4.23)$$

$$R_3 = \frac{d_1}{\lambda_{\text{п1}}} + \frac{d_2}{\lambda_{\text{п2}}} + \frac{d_3}{\lambda_{\text{п3}}} = \frac{0.05}{0.047} + \frac{0.02}{0.1429} + \frac{0.05}{0.047} = 2.268 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad (4.24)$$

Теплофізичні дані для кожного розрахунку кожного шару конструкції наведено в таблиці 1.

Таблиця 4.1 - Розрахункові характеристики матеріалів у складі огорожувальних конструкцій

Шар	Товщина шару δ , м	Густина ρ , кг/м ³	Теплопровідність λ , Вт/(м·К)	Тепловий опір R, (м ² ·К)/Вт	Коефіцієнт паропро-никності μ , мг/(м·год·Па)	Опір паропро-никненню R _e , (м ² ·год·Па)/мг
Спінений пінополіетилен $\rho=30$ кг/м ³	0,05	30	0,047	1,06	0,02	2,5
Повітряний прошарок замкнутий	0,02		0,14	1,20	10000	2,5
Спінений пінополіетилен $\rho=30$ кг/м ³	0,05	30	0,047	2,268	0,02	5

Опір паропроникненню конструкції вцілому:

$$R_{es} = \frac{d_1}{\delta_1} + \frac{d_2}{\delta_2} + \frac{d_3}{\delta_3} = \frac{0,05}{0,02} + \frac{0,02}{10000} + \frac{0,05}{0,02} = 5 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}}{\text{мг}} \quad (4.25)$$

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010 визначаються середньомісячні значення температури і відносної вологості зовнішнього повітря.

Таблиця 4.2 – Середньомісячні значення температури і відносної вологості зовнішнього повітря для с. Трибухи

Місяць	I	II	V	I	II	III	X	I	XII
Температура, °С	4	,4	,9	7,1	8,5	7,7	3	,7	-2,8
Відносна вологість, %	4	0	2	2	4	4	7	7	88

Розрахункові значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря визначаємо згідно з табл. 2 та табл. 24 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, як для середньої місячної температури повітря для с Трибухи Вінницької обл. (п.4.2.4.4 та п.4.2.4.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013):

$$\varphi_{\text{ext}}=85\% \quad \tau=744\text{год}$$

$$\theta_{\text{ext}}= -5.1^{\circ}\text{C};$$

Визначаються температура і відносна вологість приміщень згідно з ДБН В.2.6-31:2021

- відносна вологість - $\varphi_{\text{BO}} = 50\%$.

- температура внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$.

Температура в площинах на межі шарів :

$$\theta_0 = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_s} \frac{1}{h_{\text{si}}} = 18 - \frac{18 - (-5.1)}{2.426} \cdot \frac{1}{8.7} = 16.906^{\circ}\text{C} \quad (4.26)$$

$$\theta_1 = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_s} \left(\frac{1}{h_{\text{si}}} + R_1 \right) = 18 - \frac{18 - (-5.1)}{2.426} \cdot \left(\frac{1}{8.7} + 1.064 \right) = 6.776^{\circ}\text{C} \quad (4.27)$$

$$\theta_2 = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_s} \left(\frac{1}{h_{\text{si}}} + R_2 \right) = 18 - \frac{18 - (-5.1)}{2.426} \cdot \left(\frac{1}{8.7} + 1.204 \right) = 5.443^{\circ}\text{C} \quad (4.28)$$

$$\theta_3 = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_s} \left(\frac{1}{h_{\text{si}}} + R_3 \right) = 18 - \frac{18 - (-5.1)}{2.426} \cdot \left(\frac{1}{8.7} + 2.268 \right) = -4.686^{\circ}\text{C} \quad (4.29)$$

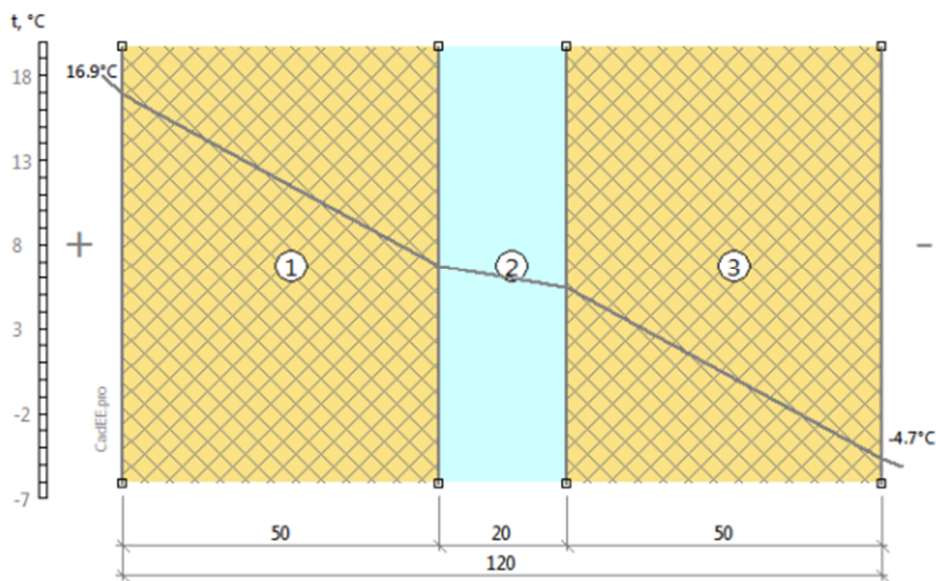


Рис. 4.3 Розподіл температур у товщині огорожувальної конструкції (січень)

Згідно з таблицею Б.1 ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари E , за формулами (6), (7) ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 - парціальний тиск водяної пари e :

- для внутрішнього повітря: $E_{в} = 1926,1$ Па, $e_{в} = 1155,7$ Па;

- для зовнішнього повітря: $E_{з} = 412,7$ Па, $e_{н} = 350,8$ Па.

Визначемо парціальний тиск насиченої водяної в товщині конструкції з розрахунку 11 точок нв 1° С перепаду температур (п. 4.2.4.7 ДСТУ Б В.2.6-192:2013).

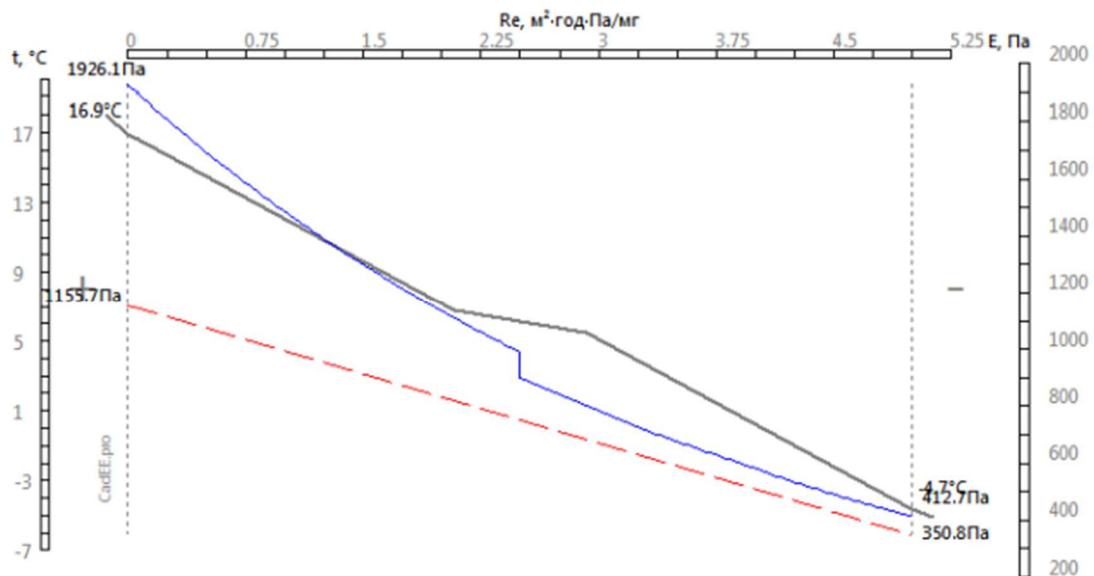


Рис. 4.4 - Розподіл парціальних тисків в товщі огорожувальної конструкції

Оскільки лінії E та e не перетинаються то згідно з п.4.2.5 та п.4.3.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013, конденсація водяної пари в товщині конструкції не відбувається.

Оскільки конденсації у січні не відбувається то згідно з п.4.2.5 та п.4.3.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013, то умови (1) та (2) ДСТУ Б В.2.6-192:2013 вважаємо виконаними.

4.1. Визначення показників теплостійкості будівель

Визначення показників теплостійкості виконане згідно з умовами розділу 6 ДБН В. 2.6-31:2021.

Оцінка теплостійкості в літній період

Згідно 5.8 ДБН В. 2.6-31:2021 теплостійкість огорожувальних конструкцій у літній період року дозволяється не перевіряти при виконанні будь-якого з умов:

- середня температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця менше ніж 21°C;

- зовнішня стіна, що розглядається, має теплову інерцію більше ніж 4;

- покриття, що розглядається, має теплову інерцію більше ніж 5.

Згідно ДСТУ-Н Б В. 1.1-27:2010 середня температура найбільш жаркого місяця (липня) складає 18,5°C.

Тоді згідно 5.8 ДБН В. 2.6-31:2021 теплостійкість огорожувальних конструкцій не визначають.

Оцінка теплостійкості в зимовий період

Згідно з проектних даних у будівлі запроектована система опалення з автоматичним регулюванням температури внутрішнього повітря. В якості автоматичних регуляторів температури внутрішнього повітря на системах радіаторного опалення використовуються автоматичні терморегулятори.

Тоді згідно 5.8 (примітка) ДБН В.2.6-31:2021 теплостійкість огорожувальних конструкцій не визначають.

4.2. Визначення терміну ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки будівлі і її елементів для будівель житлових будинків

Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки споруди і її елементів складає не менше 50 років, згідно з даними виробників.

4.3. Розрахунки енергетичних характеристик будівлі

Характеристика теплопередачі трансмісією

Розрахунок приведених опорів теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій, приведений вище. Значення приведенного опору теплопередачі приведені в таблиці 4. Як видно з таблиці не усі приведені опори теплопередачі зовнішніх конструкцій, більше мінімально допустимих згідно ДБН В. 2.6-31:2021, але згідно 6.2.1 ДБН В. 2.6-31:2021, при виконанні умови згідно формули (1) ДБН В. 2.6-31:2021 допускається використати окремі конструктивні елементи теплоізоляційної оболонки з пониженими значеннями опору теплопередачі. Визначення показників енергоефективності наводиться далі.

Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією визначені згідно 8.2 ДСТУ 9190:2022 і приведені в таблиці 4. Значення узагальнених коефіцієнтів теплопередачі трансмісією визначені, як для режиму опалення, так і для режиму охолодження.

При розрахунках теплопередачі через світлопрозорі елементи ефект нічної ізоляції не враховувався.

Узагальнений коефіцієнт теплопередачі до ґрунту визначався згідно методикою Б.1.3 додатку Б, ДСТУ 9190:2022.

Характеристика теплопередачі вентиляцією

Для розрахунку прийняті проектні рішення, представлені в комплекті ОВ і відповідають ДБН В.2.5-67. Система вентиляції припливно-витяжна з частковим механічним спонуканням.

У проєктованій будівлі передбачено припливні та витяжні установки.

З врахуванням того, що в системах вентиляції повинна бути передбачена наявність засобів для регулювання за потребою у системах механічної загальнообмінної вентиляції. Даний технічний принцип забезпечується підключенням системи живлення витяжного вентилятора у санвузлі до вимикача освітлення - вентилятор починає працювати тільки за наявності людей в даному приміщенні (включення світла) та вимикається за їх відсутності (виключення світла). У залах витяжний вентилятор підключений до системи керування, яка спрацьовує за сигналом датчика концентрації CO₂.

Наявність теплоутилізаційних установок в системі вентиляції будівлі не передбачено.

Центрального попереднього підігріву та охолодження вентиляційного повітря не передбачено.

Додаткова складова вентиляції за рахунок природнього охолодження та нічної вентиляції становить 10 % (16,1 м³/год) від загальної витрати.

Значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією становлять:

$$\text{для опалювального періоду } N_{ve,adj,H} = 0,33 \cdot 161,3 \cdot 1 = 53,2 \text{ Вт/К}; \quad (4.30)$$

$$\text{для періоду охолодження } N_{ve,adj,C} = 0,33 \cdot 161,3 \cdot 1 + 0,33 \cdot 16,1 \cdot 1 = 58,5 \text{ Вт/К}. \quad (4.31)$$

Сумарна теплопередача вентиляцією розрахована згідно з формулами (22) і (23) ДСТУ 9190:2022 для кожного місяця і приведена в таблиці 8 для режиму опалення .

Характеристика внутрішніх теплонадходжень

Згідно з методикою ДСТУ 9190:2022 визначені наступні теплонадходження: внутрішній тепловий потік від людей, внутрішній тепловий потік від устаткування, внутрішній тепловий потік від освітлення. Відповідно загальне сумарне значення усередненого теплового потоку прийнято згідно таблиці 6 ДСТУ 9190:2022 для будівель навчальних закладів і складає:

- графік використання – 50 год/тиждень;
- метаболічна теплота – 7 Вт/м²;
- освітлення – 7,0 Вт/м²;
- обладнання – 6,0 Вт/м².

$$\Phi_{int} = (7 + 7 + 6) = 20 \text{ Вт/м}^2. \quad (4.32)$$

Значення внутрішніх теплонадходжень для кожного місяця приведені в таблицях 8 і 9. Приведені значення розраховані за формулою (35) ДСТУ 9190:2022 з урахуванням графіку використання згідно з таблицею 6 ДСТУ 9190:2022 і характеристиками періоду невикористання згідно з таблицею 7 ДСТУ 9190:2022.

Характеристика сонячних теплонадходжень

Світлопрозорі конструкції, через які у будівлю поступають сонячні надходження, відсутні.

Непрозорі елементи, які піддаються інсоляції, - це зовнішні стіни чотирьох фасадів і покрівля. Площа непрозорих елементів згідно проектних даних складає:

- на північному фасаді – $A_{пн} = 102,1 \text{ м}^2$;
- на східному фасаді – $A_{сх} = 29,31 \text{ м}^2$;
- на південному фасаді – $A_{пд} = 104,62 \text{ м}^2$;
- на західному фасаді – $A_{зх} = 26,76 \text{ м}^2$;
- покриття - $A_{пк} = 374,5 \text{ м}^2$.

Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів розрахована по формулі (40) ДСТУ 9190:2022 і приведена в таблиці 7. При цьому, безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною згідно таблиці 10 ДСТУ 9190:2022 складає: $a_{s, \text{нп}} = 0,6$ для стін і $a_{s, \text{пк}} = 0,9$ для покриттів.

Теплове випромінювання в атмосферу від непрозорих елементів розраховують згідно 11.5 ДСТУ 9190:2022 з урахуванням коефіцієнта форми між елементом будівлі і небозводом. Результати розрахунків приведені в табл. 4.3.

Загальний тепловий потік від сонячних теплонадходжень розрахований згідно з формулою (35) ДСТУ 9190:2022 і приведений в табл. 4.3. Теплонадходження від сонця до будівлі розраховані за формулою (36) ДСТУ 9190:2022 і приведені в табл. 4.3 для режимів опалення.

Таблиця 4.3 - Елементи сонячних теплонадходжень

Місяць року	A sol, м2 (світлопрозорі конструкції)				A sol, м2 (непрозорі кон- струкції)					Φsol, Вт
	С х	П д	З х	П н	Сх	Пд	Зх	Пн	Гор	
Січень	0,27	0,96	0,25	0,98	-	-	-	-	-	-115,5
Лютий	0,27	0,96	0,25	0,98	-	-	-	-	-	33,8
Березень	0,27	0,96	0,25	0,98	-	-	-	-	-	239,1
Квітень	0,27	0,96	0,25	0,98	-	-	-	-	-	430,0
Травень	0,27	0,96	0,25	0,98	-	-	-	-	-	683,3
Червень	0,27	0,96	0,25	0,98	-	-	-	-	-	767,4
Липень	0,27	0,96	0,25	0,98	-	-	-	-	-	732,3
Серпень	0,27	0,96	0,25	0,98	-	-	-	-	-	595,0
Вересень	0,27	0,96	0,25	0,98	-	-	-	-	-	362,4
Жовтень	0,27	0,96	0,25	0,98	-	-	-	-	-	92,0
Листопад	0,27	0,96	0,25	0,98	-	-	-	-	-	-119,5
Грудень	0,27	0,96	0,25	0,98	-	-	-	-	-	-169,5

Динамічні параметри

Тимчасова константа будівлі характеризує внутрішню теплову інерцію будівлі. Будівля відноситься до типу «Дуже важкий», відповідно з таблицею 15 ДСТУ 9190:2022 внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі складає $C = 110 \text{ Вт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$.

Внутрішня теплоємність будівлі розрахована згідно формули (58) ДСТУ 9190:2022 і складає: $C_m = 35982 \text{ Вт*год/К}$.

Тимчасова константа будівлі розраховується за формулою (56) ДСТУ 9190:2022 для кожного місяця і приведена в таблиці 8 для режиму опалення і в таблиці 9 для режиму охолодження.

Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення, розрахований для кожного місяця згідно формул (46) - (49) ДСТУ 9190:2022 на підставі співвідношення надходжень і втрат теплоти $\eta_{H, gn}$ і чисельного параметра γ_H , приведений в таблиці 4.4 .

Безрозмірний числовий параметр a_H визначається по формулі (50) ДСТУ 9190:2022 і приведений в таблиці 8.

Безрозмірний коефіцієнт використання втрат для охолодження, розрахований для кожного місяця згідно з формулами (51) - (54) ДСТУ 9190:2022 на підставі співвідношення надходжень і втрат теплоти $\eta_{C, gn}$ і чисельного параметра γ_C приведений в таблиці 4.4.

Безрозмірний чисельний параметр a_C визначається по формулі (55) ДСТУ 9190:2022 і приведений в таблиці 4.4.

Енергопотреби для опалення

Енергопотреби для опалення розраховані для кожного місяця згідно формули (3) ДСТУ 9190:2022 і приведені в таблиці 8. Енергопотреби для охолодження розраховані для кожного місяця згідно формули (5) ДСТУ 9190:2022 і приведені в таблиці 9.

Річні енергопотреби для опалення і охолодження будівлі розраховані згідно з формулою (65) ДСТУ 9190:2022. Значення в таблицях наведені з урахуванням примітки для п.14.1 ДСТУ 9190:2022.

Таблиця 4.4 - Розрахунок енергопотреби для опалення

Місяць року	$Q_{H, tr}$, кВт*год	$Q_{H, ve}$, кВт*год	$Q_{H, ht}$, кВт*год	$Q_{H, sol}$, кВт*год	$Q_{H, int}$, кВт*год	$Q_{H, gn}$, кВт*год	н	н, gn	$Q_{H, nd}$, кВт*год
Січень	7662,0	993,7	8655,8	-80,4	1355,2	1274,8	0,1	1,0	7381,0
Лютий	6617,3	858,2	7475,5	22,7	1308,4	1331,1	0,2	1,0	6144,4
Березень	5983,1	776,0	6759,1	172,2	1401,9	1574,1	0,2	1,0	5185,1
Квітень	3574,5	463,6	4038,1	299,3	1355,2	1654,4	0,4	1,0	2387,6
Травень	1831,6	237,5	2069,1	459,2	1308,4	1767,6	0,9	0,9	445,3
Червень	856,7	111,1	967,8	515,7	1308,4	1824,1	1,9	0,5	0,0
Липень	457,9	59,4	517,3	158,2	420,6	578,7	1,1	0,8	49,6
Серпень	702,1	91,1	793,2	128,5	420,6	549,1	0,7	1,0	262,8
Вересень	2067,9	268,2	2336,1	260,9	1401,9	1662,8	0,7	1,0	737,6
Жовтень	3846,3	498,8	4345,1	66,2	1401,9	1468,1	0,3	1,0	2878,2
Листопад	5406,1	701,1	6107,2	-86,1	1401,9	1315,8	0,2	1,0	4791,4
Грудень	6959,9	902,7	7862,6	-80,4	1401,9	1279,9	0,2	1,0	6582,7
Всього за рік									36845,9

4.4. Розрахунок енергоспоживання системами опалення

Тривалість опалювального періоду і періоду охолодження для діяльності сезоннозалежних технічних засобів

Тривалість опалювального періоду прийнята згідно 15.3.3 ДСТУ 9190:2022 та таблиці 3 ДСТУ-Н Б В.1.1-27 і становить 187 доби або 4872 години.

Тривалість періоду охолодження визначена згідно з 15.3.4 ДСТУ 9190:2022 відповідно до даних таблиці А.6 додатку А ДСТУ 9190:2022 для с. Трибухії складає 645 годин.

Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми тепловіддачі/виділення

В системах опалення як опалювальні прилади використовуються радіатори.

Радіатори встановлені біля звичайної зовнішньої стіни.

Загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення визначаються для кожного місяця за формулою (103) ДСТУ 9190:2022 і приведені в таблиці 11, при цьому:

$$f_{hydr} = 0,98 \text{ – згідно таблиці 18 ДСТУ 9190:2022;}$$

$$f_{im} = 1, f_{rad} = 1;$$

$$\eta_{em} = 0,87 \text{ – згідно таблиці 17 ДСТУ 9190:2022;}$$

Згідно з 15.4.3.4 ДСТУ 9190:2022 додаткова енергія для підсистеми тепловіддачі/виділення в розрахунках не враховується.

Енергію входу, що потрібна для підсистеми тепловіддачі/виділення, розраховують для кожного місяця за формулою (107) ДСТУ 9190:2022. результати розрахунків приведені в таблиці 4.4.

Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми розподілу

Тепловтрати підсистеми розподілу визначаються для кожного місяця за формулою (112) ДСТУ 9190:2022 ДСТУ 9190:2022 і приведені в таблиці 13. Результатом розрахунку загальних тепловтрат є сума тепловтрат різних типів трубопроводів.

Довжини трубопроводів, діаметри і товщина ізоляції вказані в таблиці 10.

Загальні стани з приводу розрахунку лінійного коефіцієнта теплопередачі трубопроводів визначені згідно ДСТУ Б EN 15316-2-3.

Лінійний коефіцієнт теплопередачі ізольованих трубопроводів до повітря з урахуванням загального коефіцієнта тепловіддачі, що враховує конвекцію і випромінювання зовнішньої поверхні, Ψ_{ins} Вт/(м*К), розрахований за формулою (89) ДСТУ 9190:2022 і приведений в таблиці 12 для кожного типу трубопроводів.

Загальний коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні згідно 15.5.2.2.2 ДСТУ 9190:2022 дорівнює 8 Вт/м².

Теплопровідність ізоляційного матеріалу згідно з проектними даними відповідає 0,033 Вт/(м*К).

Середня температура теплоносія складає $\theta_m = 80$ °С протягом усього опалювального періоду (температурний графік 80/60). Температура доквілля складає $\theta = 20$ °С.

Визначення годин опалення здійснюється з урахуванням наступних спрощень: опалення безперервне з жовтня по квітень включно.

Таблиця 4.5- Типи трубопроводів

Параметр	Тип трубопроводу	
	Ø20 мм	Ø 25 мм
Товщина ізоляції, мм	13	13
Довжина трубопроводу, м	171,2	60
Зовнішній діаметр трубопроводу з ізоляцією, мм	56	61
Внутрішній діаметр трубопроводу з ізоляцією, мм	13,2	16,6
Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м*К)	0,123	0,136

Визначення утилізованих та неутілізованих тепловтрат, здійснюється за методикою 15.5.3 ДСТУ 9190:2022.

Виходячи з проектних даних у будівлі присутні неутілізаційні тепловтрати та утилізаційні, оскільки проходять як опалювальних приміщеннях так і на вулиці. Розрахунок тепловтрат в опалювальних об'ємах QH, dis, ls, rbl здійснений по 15.5.2 ДСТУ 9190:2022, результат приведений в табл. 4.5.

Тепловтрати, утилізовані, розраховуються згідно формули (91) ДСТУ 9190:2022, результат приведений в в табл. 4.5.

Тепловтрати, неутілізовані розраховуються згідно формули (92) ДСТУ 9190:2022, результати приведені в в табл. 4.5.

Енергія входу, що потрібна для підсистеми розподілу, розраховується для кожного місяця за формулою (118) ДСТУ 9190:2022. Результати приведені в в табл. 4.6.

Додаткова енергії для підсистеми розподілу відсутня.

Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми виробництва/генерації теплоти

Згідно формули (119) ДСТУ 9190:2022 загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерації дорівнює енергії входу в підсистему розподілу і наведена в табл. 4.6.

Тепловтрати підсистемами виробництва/генерації теплоти визначаються для кожного місяця за формулою (120) і приведені в таблиці 11. При цьому, ефективність підсистеми виробництва/генерації теплоти прийнята згідно з таблицею 26 ДСТУ 9190:2022 для випадку централізованого теплопостачання із постійною температурою теплоносія $\eta_{H, gen} = 50\%$.

Таблиця 4.6 - Розрахунок енергоспоживання при опаленні

Місяць року	$Q_{H, nd}$, кВт*год	$Q_{H, em, ls}$, кВт*год	$Q_{H, em, in} = Q_{H, dis, out}$, кВт*год	$Q_{H, dis, in} = Q_{H, gen, out}$, кВт*год	$Q_{H, gen, ls}$, кВт*год	$Q_{H, use}$, кВт*год
Січень	7380,97	937,4	8318,3	8404,1	3601,8	12005,9
Лютий	6144,37	780,3	6924,7	6999,1	2999,6	9998,7
Березень	5185,14	658,5	5843,7	5912,2	2533,8	8446,0
Квітень	2387,61	303,2	2690,8	2724,3	1167,6	3891,9
Травень	445,34	56,6	501,9	501,9	0,0	0,0
Червень	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Липень	49,64	6,3	55,9	55,9	0,0	0,0
Серпень	262,85	33,4	296,2	296,2	0,0	0,0
Вересень	737,60	93,7	831,3	831,3	0,0	0,0
Жовтень	2878,18	365,5	3243,7	3286,9	1408,7	4695,6
Листопад	4791,44	608,5	5400,0	5462,3	2341,0	7803,3
Грудень	6582,72	836,0	7418,7	7497,3	3213,1	10710,5
Всього за рік	36845,85					57551,9

Таблиця 4.7- Значення енергетичних потоків в системі розподілу

Місяць року	t_{op} , год	$Q_{m,i}$, °C	$Q_{H, dis, ls}$, кВт*год	$Q_{H, dis, ls, rbl}$, кВт*год	$Q_{H, dis, ls, rvd}$, кВт*год	$Q_{H, dis, ls, nrvd}$, кВт*год	$Q_{H, dis, in}$, кВт*год
Січень	744	57,6	857,9	857,9	772,1	85,8	8404,1
Лютий	672	56,1	743,9	743,9	669,5	74,4	6999,1
Березень	744	50,0	685,1	685,1	616,6	68,6	5912,2
Квітень	552	39,4	327,9	327,9	294,4	33,5	2724,3
Травень	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Червень	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Липень	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Серпень	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Вересень	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Жовтень	696	40,1	428,9	428,9	385,7	43,2	3286,9
Листопад	720	48,2	622,9	622,9	560,6	62,3	5462,3
Грудень	744	54,4	786,1	786,1	707,5	78,6	7497,3

Загальне енергоспоживання при опаленні

Загальне енергоспоживання при опаленні визначене для кожного місяця згідно з формулою (121) ДСТУ 9190:2022 і наведено в табл. 4.7.

Річне енергоспоживання при опаленні будівлі розраховане згідно формули (122) ДСТУ 9190:2022 і наведено в табл. 4.7.

Питоме енергоспоживання будівлі при опаленні складає: 57,3 кВт*год/м².

Результати на річній основі приведені в «Формі представлення зведених характеристик будівлі».

4.5. Загальне енергоспоживання при охолодженні

Проектом не передбачено систем охолодження. Охолодження приміщень буде здійснюватися за рахунок нічної вентиляції, та провітрювання.

Результати на річній основі приведені в «Формі представлення зведених характеристик будівлі».

4.6. **Визначення розрахунків первинної енергії та викидів парникових газів**

Первинна енергія E_p обчислюється для кожного енергоносія та розраховується за формулою (45) «Методики визначення енергетичної ефективності будівель».

Маса викидів парникових газів розраховується з поставленої та експортованої енергії для кожного енергоносія за формулою (49) «Методики визначення енергетичної ефективності будівель».

Питомі показники споживання первинної енергії та викидів парникових газів розраховуються за формулами (48) та (50) відповідно, за «Методикою визначення енергетичної ефективності будівель».

Для системи опалення енергоносіє є централізоване опалення із фактором

Дані по розрахунках показників первинної енергії та викидів парникових газів приведені у табл. 4.8.

Таблиця 4.8 - Розрахунки показників первинної енергії та викидів парникових газів

Енергоносіє	Енергетичні послуги	Поставлена енергія	Фактор первинної енергії	Коефіцієнт викидів парникових газів	Первинна енергія	Маса викидів парникових газів
Опалення	опалення	57201,5	1,3	260,0	74362,0	14872,4
Електрична	ГВП, вентиляція, освітлення	43320,3	2,5	420,0	108300,8	18194,5
Всього:					182662,7	33066,9
Питомі показники:					558,4	101,1

4.7. **Визначення класу енергетичної ефективності**

Загальний показник енергоефективності будівлі EP повинен визначатися за умовою (1) ДБН В. 2.6-31.

Розрахункове значення EP визначають за формулою (3) ДБН В. 2.6-31 і воно складає

$$EP = 57,4 \text{ кВт*год/м}^3.$$

Згідно із наказу МінРегіону №260 від 27.10.2020 граничне значення питомого енергоспоживання

$$EP_p = 55 * 0,97 + 24 = 77,5 \text{ кВт*год/м}^3 \quad (4.33)$$

Клас енергетичної ефективності будівлі визначається згідно з додатком 5.4 ДБН В. 2.6-31 на підставі аналізу виразу:

$$\frac{EP - EP_{max}}{EP_{max}} \cdot 100\%. \quad (4.34)$$

Тоді:

$$\frac{57,4 - 77,5}{77,5} \cdot 100\% = -26 \%. \quad (4.35)$$

Згідно таблиці 1 «Методики визначення енергетичної ефективності» проєктована будівля відноситься до класу енергетичної ефективності «В».

Клас енергетичної ефективності інженерних систем визначається згідно з ДБН В. 2.5-67 і вказаний в «Формі представлення зведених характеристик будівлі».

4.8. **Форма представлення зведених характеристик будівлі**

Таблиця 4.9 - Загальні характеристики

Призначення будівлі (відповідно до таблиці 1 Методики [2])	Теплиця
Призначення будівлі (згідно з ДСТУ ХХХХ)	Споруда сільсько-господарського призначення
Загальна площа, м ²	409,4
Загальний об'єм, м ³	2473
Кондиціонована (опалювана) площа, м ²	327,11
Кондиціонований (опалюваний) об'єм, м ³	2473
Об'єм для вентиляції, м ³	2473
Кількість поверхів	1
Рік введення в експлуатацію	-
Тип зовнішніх огорожувальних конструкцій	Залізобетонні конструкції
Температурна зона	I
Архітектурно-будівельний кліматичний район	1
Вологісний режим приміщень	Нормальний
Тип ґрунту	2
Тип місцевості	Відкрита сісцевість
Середня висота приміщення, м	2,7
Внутрішня теплоємність, Вт·год/(м ² ·К)	110
Наявність приміщень з різним функціональним призначенням у складі будівлі, їх характеристики (за зонами): - кондиціонована (опалювана) площа, м ² - кондиціонований (опалюваний) об'єм, м ³ - об'єм для вентиляції, м ³	-
Показник компактності будівлі, м ⁻¹	0,39
Кількість під'їздів або входів	2
Графік опалення, год/тиждень	50
Графік охолодження, год/тиждень	50
Задана температура зони будівлі для опалення, °С	20
Задана температура зони будівлі для охолодження, °С	-
Температура чергового режиму опалення, °С	17
Температура чергового режиму охолодження, °С	-

Таблиця 4.10 -Теплотехнічні характеристики

Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції (м ⁻² ·К)/Вт		Площа, А, м ²
	значення	мінімальні вимоги	
Зовнішні стіни, з них:	х	х	
- що межують із зовнішнім повітрям	3,02	х	262,8
- що межують із некондиціонованим об'ємом	х	х	
- що межують із суміжними будівлями	х	х	
Покриття, з них:	х	х	
- суміщені	2,4	х	374,5
- опалюваних горищ	х	х	
- технічних поверхів	х	х	
- мансард	х	х	
Перекрыття, з них:	х	х	
- неопалюваних горищ	х	х	
- над проїздами під еркерами	х	х	
- над неопалюваними підвалами	х	х	
Конструкції, що межують з ґрунтом:	х	х	
- підлоги по ґрунту	2,93	х	328,5
- стіни цокольного поверху	х	х	
- перекрыття над техпідпіллям	х	х	
Світлопрозорі огорожувальні конструкції, з них:	х	х	
- вікна	х	х	
- світлопрозорі фасади	2,4	х	374,5
- світлопрозорі зовнішні двері	2,4	х	374,5
Зенітні ліхтарі	х	х	
Зовнішні двері	2,4	х	5,04

Таблиця 4.11 - Характеристики інженерних систем

Система опалення	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	В
Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносій, розведення трубопроводів)	Джерело теплопостачання прийнято існуючі теплові мережі, що прокладені на території. Параметри теплоносія 80/60 °С.
Регулювання температури у системі	ПІ-регулювання
Регулювання витрати у системі	Балансувальна арматура
Тип опалювальних приладів	біметалеві радіатори
Регулювання температури приміщення	терморегулятори на радіаторах, тепловентиляторах
Теплова ізоляція трубопроводів в неопалюваних приміщеннях	13 мм
Облік споживання теплової енергії	прилад обліку теплової енергії
Система гарячого водопостачання	відсутня
Система охолодження	відсутня
Система вентиляції та кондиціонування	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	С
Тип та опис систем	Припливно-видаляюча з механічним спонуканням повітря, загальнообмінна
Системи освітлення	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	С
Тип та опис системи (зони будівлі з різними параметрами, прилади освітлення, питома встановлена потужність освітлення)	Освітлення буде здійснюватися ЛЕД лампами. Система керування освітленням – ручна. Давачі присутності людей – відсутні.
Регулювання систем (рівень освітленості, період використання)	Ручне регулювання
Аварійне освітлення	ЛЕД лампами
Облік споживання електричної енергії	лічильник
Технічне управління будівлею	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	В

Таблиця 4.12 - Енергетичні характеристики

Показник	Одиниця виміру	Значення	Мінімальні вимоги
1	2	3	4
Річне сумарне споживання енергії, в т.ч.:	тис. кВт·год	534	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	534	
Річне енергоспоживання систем опалення	тис. кВт·год	181,2	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	181,2	
Річне енергоспоживання систем гарячого водопостачання	тис. кВт·год	-	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	-	
Річне енергоспоживання систем охолодження	тис. кВт·год	-	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	-	
Річне енергоспоживання систем вентиляції	тис. кВт·год	0,6	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	0,6	
Річне енергоспоживання систем освітлення	тис. кВт·год	39,2	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	119,9	
Річна сумарна енергопотреба в т.ч.:	тис. кВт·год	0,2	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]		
- в опаленні	тис. кВт·год	0,2	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	0,2	
- в охолодженні	тис. кВт·год	-	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	-	
- в гарячому водопостачанні	тис. кВт·год	-	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	-	
Річне споживання первинної енергії	тис. кВт·год	182,7	
	кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]	558,4	
Річні викиди парникових газів	т	33,1	
	кг/м ² [кг/м ³]	101,1	

Продовження табл. 4.12

1	2	3	4
Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні	кВт·год/м ² [кВт·год/ м ³]	57,4	
Клас енергетичної ефективності при опаленні та охолодженні		В	
Висновки за результатами оцінки енергетичних показників будівлі	Проект відповідає нормам енергоефективності та енергозбереження		
Рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності будівлі	-		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Під час монтажу конструкцій будинків чи споруд монтажники повинні дотримуватися правил охорони праці в будівництві [36], за якими потрібно перед початком монтажу електрообладнання вантажопідіймальних кранів змонтувати постійні настили з огорожами відповідно до ГОСТ 12.4.059, ГОСТ 23407, ГОСТ 24258.

Навісні монтажні площадки, сходи та інші пристосування, що необхідні для виконання робіт на висоті, потрібно встановлювати на конструкціях, які монтуються до їх піднімання. Для переходу монтажників з однієї конструкції на іншу необхідно застосовувати драбини, перехідні містки і трапи, що мають огорожі. Забороняється перехід монтажників по встановлених конструкціях та їх елементах (фермах, ригелях тощо), на яких неможливо забезпечити необхідну ширину проходу при встановлених огорожах, без застосування спеціальних запобіжних пристроїв (натягнутого уздовж ферми чи ригеля каната для закріплення карабіна запобіжного поясу). Місця і способи кріплення каната повинні бути зазначені в ПВР. Спосіб стропування елементів конструкцій та обладнання повинен забезпечувати їх подавання до місця розміщення в положенні, близькому до проектного.

Випрямлення проводів, катанки і металевих стрічок за допомогою лебідок та інших пристосувань необхідно виконувати на спеціально огорожених площадках за умови відсутності відкритих електричних установок і ліній, що перебувають під напругою. Під час монтажу тросових проводок їх остаточне натягування повинно бути здійснене тільки після встановлення проміжних опор. Під час натягування троса триматися за нього і перебувати в зоні натягування не дозволяється. Монтаж блоків шинопроводів необхідно виконувати після монтажу всіх конструкцій кріплення. Під час протягування кабелю через отвори в стінах робітники повинні перебувати по обидва боки стіни. Відстань від стіни до крайнього положення рук робітників повинна бути не менше ніж 1 м.

Розпалення пальників, паяльних ламп, розігрівання кабельної маси і розплавленого припою необхідно робити на відстані не менше ніж 2 м від кабельного колодязя. Розплавлений припій і розігріта кабельна маса повинні бути опущені в спеціальних ковшах чи закритих бачках, робітники повинні використовувати захисні окуляри.

Прокладати кабелі та проводи допускається тільки в повністю закріплені труби, лотки, коробки тощо. У колекторах, тунелях, кабельних напівповерхнях та інших приміщеннях, в яких прокладено кабелі, під час виконання робіт із використанням пропан-бутану сумарна кількість балонів з газом повинна бути об'ємом не більше ніж 5 л.

Під час роботи на конструкціях, під якими розташовані струмопровідні частини, що перебувають під напругою, ремонтні пристосування і інструмент прив'язуються для запобігання їх падінню. Застосовувати в цих випадках монтерські запобіжні паски зі стропами з металевого ланцюга забороняється. Подавати деталі на конструкції чи устаткування слід за допомогою «нескінченного» канату. Працівник, який стоїть внизу, повинен утримувати канат для запобігання його розгойдуванню і наближенню до струмовідних частин. Працівники, які виконують роботи на висоті або верхолазні роботи, повинні бути в спецодезії, що не заважає рухам. Особистий інструмент слід зберігати в сумці. Працівники, що здійснюють нагляд за членами бригади, які виконують верхолазні роботи або роботи на висоті, можуть розташовуватися на землі.

Електрифікований інструмент, що використовується при монтажі системи освітлення, за умовами безпеки поділяється на такі класи:

I – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, ізолювані і штепсельна вилка має заземлювальний контакт. У електроінструмента класу I всі деталі, що перебувають під напругою, можуть бути з основною, а окремі деталі – з подвійною або посиленою ізоляцією;

II – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, мають подвійну або посилену ізоляцію, Цей електроінструмент не має пристроїв для заземлення. Номінальна напруга для електроінструмента класів I і II має бути

не більше 220 В для електроінструмента постійного струму; 380 В – для електроінструмента змінного струму;

III – електроінструмент на номінальну напругу не вище 42 В, у якого ні внутрішні, ні зовнішні кола не перебувають під іншою напругою. Електроінструмент класу III призначений для живлення від безпечної наднизької напруги.

Якщо безпечну наднизьку напругу одержують перетворенням вищої напруги, то це слід здійснювати за допомогою безпечного ізолювального трансформатора, далі за текстом – "розподільчий трансформатор безпеки", або перетворювача з окремими обмотками. Електроінструмент, який живиться від електромережі, слід обладнувати незнімним гнучким кабелем (шнуром) зі штепсельною вилкою. Незнімний гнучкий кабель електроінструмента класу I повинен мати жилу, яка з'єднує заземлювальний затискач електроінструмента із заземлювальним контактом штепсельної вилки.

Кабель в місці введення до електроінструмента класу I слід захищати від стирань і перегинів еластичною трубкою з ізоляційного матеріалу. Трубку слід закріплювати в корпусних деталях електроінструмента, вона повинна виступати з них на довжину не менше п'яти діаметрів кабелю. Закріплення трубки на кабелі поза інструментом забороняється.

Для приєднання однофазного електроінструмента шланговий кабель повинен мати три жили: дві – для живлення, одну – для заземлення. Для приєднання трифазного електроінструмента застосовується чотирижильний кабель, одна жила якого слугує для заземлення. Ці вимоги стосуються тільки електроінструмента із таким корпусом, який слід заземлювати.

Доступні для доторкання металеві деталі електроінструмента класу I, які можуть опинитись під напругою, у випадку пошкодження ізоляції, повинні бути з'єднані із заземлювальним затискачем. Електроінструмент класів II і III не заземлюють.

Заземлення корпусу електроінструмента слід здійснювати спеціальною жилою живильного кабелю, яка не може одночасно бути провідником робочого струму. Використовувати з цією метою нульовий робочий провід забороняється.

Штепсельна вилка повинна мати відповідну кількість робочих і один заземлювальний контакт. Конструкція вилки повинна забезпечувати випереджальне замикання заземлювального контакту під час ввімкнення та більш запізнене розмикання його під час вимикання. Конструкція штепсельних вилок електроінструмента класу III повинна унеможливлувати з'єднання їх з розетками на напругу понад 42 В.

Працівники, допущені до роботи з електроінструментом, повинні спочатку пройти навчання і перевірку знань щодо безпечного виконання робіт з застосуванням електроінструменту. До роботи з електроінструментом класу I в приміщеннях з підвищеною небезпекою та поза приміщеннями допускаються працівники з II групою електробезпеки. До роботи з електроінструментом II і III класу достатньо I групи з електробезпеки.

Забороняється видавати для роботи електроінструмент, який не відповідає хоча б одній із перелічених вимог або електроінструмент з протермінованою датою періодичної чергової перевірки. [38-40].

5.1.2 Електробезпека

Живлення будівельного обладнання та системи освітлення здійснюється від п/ст 10/0,4 кВ кабельними лініями, що прокладені в траншеях. Для живлення використовується трифазна чотирьохпровідна мережа із заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Відповідно з ГОСТ ПБЕ [37, 38] умови праці за ступенем небезпеки ураження працівників електричним струмом є умовами з підвищеною небезпекою, тому що підлога у приміщеннях, що будуються, є струмопровідною.

Загальні вимога безпеки до виробничого обладнання встановлені згідно з ГОСТ 12.2.003, в якому визначені вимоги до основних елементів конструкції, органів управління і засобів захисту, які входять в конструкцію виробничого обладнання любого виду і призначення. Електропривід насосів, вентиляторів, іншого обладнання повинний бути виконаний відповідно до Правил устрою електричних установок.

Обов'язкова установка захисного заземлення та захисного відключення. При роботі з електроустановками використовуються основні і додаткові електрозахисні засоби.

До основних відносяться: ізолюючі штанги; ізолюючі і струмовимірювальні кліщі; слюсарно-монтажні інструменти з ізолюючим руків'ям. До додаткових відносяться: діелектричні рукавички; переносне заземлення; огорожуючі пристосування; плакати та знаки безпеки.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Основними нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99 [39]. Мікроклімат цеху характеризується наступними чинниками: температурою повітря, відносною вологістю повітря, швидкістю руху повітря, інтенсивністю теплового випромінювання. Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наведені в таблиці 5.1.

Робота з монтажу системи опалення та її обладнання відноситься до категорії Пб по важкості праці.

Таблиця 5.1 – Допустимі норми параметрів повітря на непостійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху, X
Холодний	Пб	13-23	75	не більше 0,4
Теплий		15-29	70 при 25 °С	0,2-0,5

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично допустимими концентраціями (ГДК) в мг/м³ [39].

Під час монтажу системи опалення виділяється пил нетоксичний. При роботі системи вентиляції, провітрюванні у приміщенні може попадати пил та інші

шкідливі речовини, які виділяються при технологічних процесах в цеху і знаходяться повітрі навколишнього середовища. Їх ГДК відповідно до [39] наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин для повітря атмосфери в робочій зоні монтажника

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для забезпечення допустимих показників мікроклімату та складу повітря робочої зони відповідно до ДБН проектом передбачені наступні рішення [40]:

- застосування пиловідсмоктуючих агрегатів з рукавними фільтрами, які встановлені безпосередньо на ділянках біля обладнання із яких очищене повітря поступає у виробниче приміщення;
- необхідно здійснювати контроль за ГДК шкідливих речовин у приміщенні;
- застосовувати природну вентиляцію: організовану та неорганізовану.

5.2.3 Виробниче освітлення

Раціональне освітлення – один з основних факторів створення сприятливих робочих умов праці. Недостатнє освітлення викликає передчасне стомлення працюючих, знижує продуктивність праці, може стати причиною нещасного випадку.

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормують мінімальну освітленість на найбільш темній ділянці робочої поверхні. Рівень аварійного освітлення складає 15% освітленості основної роботи. Приміщення забезпечене природним освітленням в денний проміжок часу, але вечері постає

проблема в штучному освітленні. Характеристика зорових робіт – малої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [42] розряд зорової роботи V, підрозряд «а».

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 4,5 метра. Нормовані значення освітленості наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Характер зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Малої точності	Від 1,0 до 5 включно	V	а	малий	темний	400	200	3,0-	1,8

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

5.2.4 Виробничий шум

Під час монтажу системи опалення на будівництві джерелом шуму є будівельне обладнання, машини, механізми та переносний електроінструмент – механічний шум. Шум – це хаотична сукупність різних за силою і частотою звуків, що заважають сприйняттю корисних сигналів і негативно впливають на людину.

Постійна дія сильного шуму може не лише негативно вплинути на слух, але й викликати інші шкідливі наслідки – дзвін у вухах, запаморочення, головний біль, підвищення втоми, зниження працездатності. Шум має кумулятивний ефект, тобто акустичні подразнення, накопичуючись в організмі людини, все сильніше пригнічують нервову систему. Тому перед втратою слуху від впливу шумів виникає функціональний розлад центральної нервової системи. Особливо шкідливий вплив шуму позначається на нервово-психічній діяльності людини. Процес нервово-психічних захворювань вищий серед осіб, що працюють у гомінких умовах, ніж у людей, що працюють у нормальних звукових умовах.

При санітарно-гігієнічному нормуванні шуму використовують два методи:

- нормування за гранично допустимим спектром шуму;
- нормування рівня звуку за шкалою А шумоміра.

За характером спектру шум – широкосмуговий з безперервний спектром шириною більше октави; за тональною характеристикою – постійний; за походженням – гідродинамічний.

Допустимі рівні звукового тиску на робочих місцях приймаються за вимогами ДСН 32.23-85 [41] і наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4– Допустимі рівні звукового тиску

Робоче місце	Рівні звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
На постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Для зменшення рівня шуму до допустимого в цеху двигуни виконуються в металевому кожусі, а також виконують змащення, застосовують пластмасові деталі, використовують протишумні навушники, які закривають вушну раковину.

5.2.5 Виробничі вібрації

Вібрацією називають механічні коливання пружних тіл або систем, коли відбувається переміщення центра їх ваги в просторі відносно статичного стану. Загальна вібрація передається на тіло через опорні поверхні людини, що стоїть чи сидить (підшви ніг або сидниці). Допустимі рівні загальної вібрації на робочих місцях приймаються за вимогами ДСН 32.23-85 і наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні вібрації на постійних місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	<u>1,3</u> 108	<u>0,45</u> 99	<u>0,22</u> 93	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	-	-	-	-

В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації, м/с 10^{-2} , знаменнику – логарифмічні рівні вібрації, дБ.

Основними методами колективного віброзахисту є зниження вібрації шляхом дії на джерело виникнення: відстрочка від режиму резонанс; динамічне гасіння коливань, заміна конструктивних елементів уставок і будівельних конструкцій. Засоби індивідуального захисту діляться на засоби для ніг, рук та тіла працюючого.

5.2.6 Фактори умов праці

Психофізіологічні фактори визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці [1]. Робота електротехнічного персоналу потребує значних фізичних зусиль за важкістю та напруженістю праці.

1. Клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості): загальні енергозатрати організму (кґ/м) – 291-348; зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кґ/(Вт): при регіональному навантаженні (для чоловіків) – 18000; при загальному навантаженні (за участю м'язів рук, тулуба, ніг) – до 61600; маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кґ – до 35 кґ; стереотипні робочі рухи: при локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук)- до 60000; при регіональному навантаженні(участь рук та плечового суглоба) – до

30000; статичне навантаження (кг/с): двома руками (чоловіки) – до 140000; за участю м'язів тулуба та ніг – до 200 000; 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; нахил тулуба: вимушені нахили протягом зміни – 101-300 разів; переміщення у просторі (переходи через виконання технологічного процесу) – по горизонталі більше 12, вертикалі – 8 км.

2. Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: зміст роботи – рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією; сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій; розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, виконання завдання та його перевірка; характер виконуваної роботи – робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності.

Сенсорні навантаження: зосередження (% за зміну) – 51-75; щільність сигналів (звукові за 1 год) – 151-300; навантаження на голосовий апарат: сумарна кількість годин, з напруженням голосового апарату протягом тижня – до 16.

Навантаження на зоровий аналізатор: розмір об'єкта розрізнення (при відстані від очей працівника до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), мм, % часу зміни – 5,0–1,1 мм більше 50% часу; 1,0–0,3 мм до 50 % часу; менше 0,3 мм до 25% часу.

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

Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за виконання окремих елементів завдання; ступінь ризику для власного життя – вірогідний; ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших.

Режим праці: тривалість робочого дня – 8 год; змінність роботи – двозмінна (без нічної зміни).

5.7 Висновки до розділу

У даному розділі містяться важливі вказівки щодо безпечного монтажу конструкцій та споруд, наголошуючи на правилах охорони праці, безпеці на висоті та при роботі з електрообладнанням, технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії, розглянуті фактори освітлення, пилу та виробничих вібрацій.

Описані заходи щодо безпеки при виробничому процесі та охорони праці.

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

6.1 Локальний кошторис

Визначення вартості будівництва - це процес оцінки та розрахунку всіх витрат, пов'язаних з будівництвом об'єкта, від початкового проектування до завершення будівельних робіт. Цей процес включає в себе оцінку витрат на робочу силу, матеріали, обладнання, послуги, а також різноманітні загальновиробничі та адміністративні витрати. Метою визначення вартості будівництва є забезпечення точного бюджетування, контролю витрат та ефективного управління фінансами протягом всього процесу будівництва.

Прямі витрати в будівництві - це витрати, які можна однозначно і безпосередньо пов'язати з конкретним етапом будівельного процесу або конкретним видом робіт. Ці витрати безпосередньо впливають на вартість виконання певного обсягу робіт або на створення конкретного будівельного об'єкта. Прямі витрати можна розділити на кілька основних категорій:

1. Заробітна плата робітників:

- оплата робітників, які працюють безпосередньо на будівельному майданчику.

- зарплата спеціалізованих фахівців, які виконують конкретні роботи, такі як монтаж, зварювання, електромонтаж та інші.

2. Вартість матеріалів:

- витрати на будівельні матеріали, такі як цемент, арматура, камінь, пісок, деревина і т.д.

- вартість будівельних конструкцій та виробів.

3. Вартість оренди та експлуатації техніки:

- оренда будівельної техніки та обладнання.

- витрати на обслуговування та експлуатацію будівельних машин і механізмів.

4. Витрати на транспортування та доставку:

- вартість транспортування будівельних матеріалів на майданчик.

- витрати на доставку обладнання та інших необхідних матеріалів.

5. Інші безпосередні витрати:

- витрати на організацію робочого майданчика, включаючи утримання робочих приміщень та інфраструктури.

- витрати на страхування та інші безпосередні витрати, пов'язані з конкретним будівельним проектом.

Прямі витрати є ключовою складовою визначення вартості будівництва і враховуються при створенні кошторису та управлінні бюджетом будівельного проекту.

Загальновиробничі витрати в розрахунках вартості будівництва відображають витрати, пов'язані з загальною діяльністю будівельної організації, які не можуть бути безпосередньо віднесені до конкретних етапів або об'єктів будівництва. Ці витрати представляють собою певний рівень загальної функціонуючої діяльності компанії, а не конкретного будівельного проекту.

Загальновиробничі витрати можуть включати наступні складові:

1. Управлінські витрати:

- зарплата керівництва і адміністративного персоналу.

- витрати на управління і управлінську підтримку.

2. Оренда і амортизація:

- витрати на оренду офісних приміщень і обладнання.

- амортизація офісного обладнання та інфраструктури.

3. Фінансові витрати:

- витрати на отримання фінансування для будівництва (проценти за кредитами тощо).

4. Загальні витрати на утримання підприємства:

- витрати на комунальні послуги, страхування, обслуговування транспортних засобів тощо.

5. Загальновиробничі персональні витрати:

- загальні витрати на персонал, які не можуть бути конкретно віднесені до окремих проектів.

Загальновиробничі витрати розподіляються на всі проекти або будівельні об'єкти на основі певних ключових факторів, таких як обсяг робіт, тривалість будівництва, або інші показники. Це дозволяє враховувати загальні витрати підприємства при розрахунках вартості конкретного будівельного проекту.

6.2 Виконання розрахунку

Для розрахунку вартості будівництва теплиць було використано програмний комплекс "АВК5" версії 3.8.4, а також дотримано вимог Кошторисних норм України, згідно з "Настановою з визначення вартості будівництва" від 22.09.2023 року. Для визначення вартості будівництва системи опалення теплиць складено локальний кошторис за допомогою програмного комплексу "АВК" (Додаток К) на основі ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН, ДБН Д.2.2 - 2000). Крім того, був використаний збірник єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції, при цьому загальновиробничі витрати були розраховані відповідно до усереднених показників, визначених у "Настанові з визначення вартості будівництва"

Кошторисна вартість влаштування системи опалення враховує трудовитрати, заробітну плату будівельників та машиністів, кількість та вартість матеріальних ресурсів, експлуатації будівельних машин та механізмів. Кошторисна вартість влаштування системи опалення теплиці визначено як суму прямих та загальновиробничих витрат. В кошторисі не враховано вартість проектних робіт, технічного нагляду, авторського нагляду, ризику, інфляція, прибуток, а також податки.

6.3 Висновок до розділу

Складено кошторисний документ – локальний кошторис на влаштування системи опалення. В локальному кошторисі пораховано:

Кошторисна вартість Кв = 679,496 тис. грн.

Кошторисна заробітна плата ЗП = 101,008 тис. грн.

Кошторисна трудомісткість Т = 258,21 люд –год

Вартість матеріалів – 484,679 тис. грн.

Загальна вартість будівництва 4 теплиць становить 2717,984 тис. грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даному розділі МКР були розглянуті ключові аспекти вирощування рослин у теплицях: охопивши теми температурних режимів, конструктивних особливостей теплиць, переваг і недоліків цього методу вирощування, опалення в теплицях, врахування температурних режимів відносно вирощування різних типів рослин, моделювання тепломасообмінних процесів та економічного обґрунтування.

1. Температурні режими: Пояснили, що температурні режими мають вирішальне значення для успішного вирощування рослин у теплицях. Оглянули оптимальні температури для різних стадій росту рослин, включаючи посів, денний та нічний режими, інтервали температур для запилення квітів та інші аспекти.

2. Огляд конструкції теплиць: Зазначили, що конструкція теплиці включає в себе матеріали, форму та інші фактори, що впливають на розподіл світла та тепла внутрішнього середовища. Наведено також основні (найпопулярніші) приклади конструктивного влаштування теплиць та охарактеризовано достоїнства та слабкі сторони кожного типу.

3. Переваги та недоліки: Проілюстрували переваги, такі як річне вирощування, захист від погодних умов і контроль над шкідниками. Однак відзначили недоліки, включаючи витрати на опалення та можливі проблеми з вентиляцією та вологою.

4. Опалення теплиць: Розглянули різні методи опалення, такі як системи обігріву за допомогою тепловентиляторів, радіаторів а також теплої підлоги, звертаючи увагу на їх переваги та недоліки.

5. Температурні режими для різних рослин: Підкреслили, що вирощування різних типів рослин може вимагати різних температурних режимів, і важливо враховувати це при налаштуванні теплиці.

6. Моделювання тепломасообмінних процесів та економічне обґрунтування: Описали, як аналіз тепломасообміну в теплиці може допомогти встановити оптимальний температурний режим і оцінити ефективність вирощування рослин у

теплиці з економічної точки зору. Складено розрахункову схему теплових потоків та розроблено математичне моделювання основних тепломасообмінних процесів.

7. Проведено обґрунтування вибору котельного обладнання, а саме традиційного твердопаливного котла.

8. Складено принцип роботи водяної системи опалення теплиць, за допомогою якого буде відбуватись подальший аналітичний розрахунок та розробка відповідних креслень для комбінованої системи опалення.

Усі ці аспекти підкреслюють важливість правильного температурного режиму в теплицях та його вплив на сільське господарство, надаючи комплексний погляд на цю тему.

У другому розділі МКР описані вихідні положення про об'єкт, його характеристика, а саме: кожна теплиця має габарити 53,76x9,94 м. Географічне розташування – село Трибухи Вінницька область. Загальна площа тепличної забудови – 409,4 м². Обґрунтована чисельність робочих місць. Кількість обслуговуючого персоналу в зоні вирощування змінюється в залежності від періоду вирощування. Мінімум 2 особи на кожну теплицю під час огляду та профілактичних заходів, максимум 15 осіб на теплицю під час збору врожаю.

Розглянуто питання матеріальної оцінки впливів на навколишнє середовище.

Проведено теплотехнічні розрахунки, так, опір теплопередачі по зовнішній підземній стіні = 2,82 м²*град/Вт, зовнішній плівковій стіні – 0,32 м²*град/Вт, зовнішній полікарбонатній стіні - 0,19 м²*град/Вт, по підлозі з екструдованого пінополістиролу – 2,66 м²*град/Вт.

Розраховано тепловтрати по теплиці, котрі для 1 теплиці сягають 181 кВт. Загальне значення тепловтрат для усіх теплиць та парників сягає 858 кВт. На основі цих даних підібране обладнання для системи комбінованого опалення за допомогою програми KAN SET 7.3.

Розроблено гідравлічний розрахунок по кожній системі за допомогою програми KAN SET 7.3, за допомогою якого підібрано діаметри трубопроводів системи опалення для радіаторів та тепловентиляторів, визначенно налаштування ба-

лансувальної арматури RA-N та AB-QM IV фірми Danfoss, що дозволило правильно підібрати насоси для систем. Так, для системи радіаторного опалення підбірано насос ALPHA2 25-80 180, ($H = 1,63$ м, $Q = 2,12$ м³/год). Для системи опалення тепловентиляторами підбірано насос MAGNA1 40-120 F ($H = 6,64$ м, $Q = 1,84$ м³/год). Для гребінки теплої підлоги вибираємо насос Wilo Star-RS 25/6-130.

У третьому розділі описані конструктивні особливості прийнятих до монтажу систем та складено перелік будівельно-монтажних робіт.

Складено відомість основних та допоміжних матеріалів, загальна маса яких становить 4,2т.

Підбірано необхідні інструменти, прилади та машини для виконання перерахованих робіт. Розраховано окремо для кожного з виду робіт трудомісткість, тривалість робіт та склад бригад монтажників.

На основі цього розроблено та накреслено календарний план монтажу систем. Термін виконання всього монтажного процесу – 45 днів. Загальна трудомісткість процесу монтажу системи – 3581,4 люд.-дні.

Побудовано графік руху робітників та графік руху машин і механізмів. Підраховано техніко-економічні показники графіку руху робітників, які знаходять у встановлених межах.

Описані заходи щодо безпеки при виробничому процесі та охорони праці.

Складено форму представлення зведених характеристик будівлі у п'ятому розділі роботи.

Складено кошторисний документ – локальний кошторис на влаштування системи опалення. В локальному кошторисі пораховано:

Кошторисна вартість Кв = 679,496 тис. грн.

Кошторисна заробітна плата ЗП = 101,008 тис. грн.

Кошторисна трудомісткість Т = 258,21 люд –год

Вартість матеріалів – 484,679 тис. грн.

Загальна вартість будівництва 4 теплиць становить 2717,984 тис. грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шишко Г. Г. Отопление и вентиляция теплиц / Г. Г. Шишко, В. А. Потапов, Л. Л. Злобин – К. : Будівельник, 1984. – 111 с.
2. Гончарук Н. С. Отопление и вентиляция пленочных теплиц /Н. С. Гончарук, В. М. Гарбуз, С. В. Шафранов // Техника в сел. хоз-ве. – 1979. – № 7. с. 27-29.
3. Ковальчук С. П. Теплиці та оранжереї / С. П. Ковальчук, А. О. Стасюкевич, Н. П. Томашпольський – Вінниця : Будівельник, 1986. – 87 с.
4. Будинки та споруди. Теплиці та парники: ДБН В.2.2-2-95. – На заміну СНиП 2.10.04-85. - [Чинний від 1.02.1995 р.] – К. : Укрархбудінформ, 1995. – 29 с. – (Державні будівельні норми).
5. Крамарець Г.Г. Основи тепличного господарства. Навчальний посібник/Крамарець Г.Г., Крамарець Ю.В., Веклич В. С. — Львів, 2006. - 108 с.
6. Л. С. Гіль. Сучасні технології овочівництва відкритого та закритого ґрунту. Частина 1. Закритий ґрунт. Навчальний посібник/ Гіль Л. С., Пашковський А. І., Суліма Л. Т. – Вінниця: Нова книга, 2008 – 368 с.
7. Руководство по теплотехническому расчету культивационных сооружений / Гипронисельпром. – Орел, 1982. – 175 с.
8. Сотовий полікарбонат [Електронний ресурс]: Характеристики сотового полікарбонату. – Режим доступу: <http://stroyplast.com.ua/img/catalog.pdf>.
9. Пономарчук А. Ф. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Опалення» / А. Ф. Пономарчук, І. Ф. Пономарчук, О. Б. Волошин – Вінниця : ВНТУ, 2005 – 36 с.
10. Будівельна кліматологія: ДСТУ Н.Б.В.1.1-27:2010. – На заміну СНиП 23-01-99. – [Чинний від 2011-11-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2011. – 128 с. – (Державний стандарт України).
11. Пособие по проектированию теплиц и парников/Гипронисельпром. – М.: Стройиздат, 1988. – 72 с.
12. Тепла підлога [Електронний ресурс]: Технічні характеристики труб для підігріву підлоги. – Режим доступу: <https://teplota.ua/catalog/list/radiant-floor-heating>

13. Тепловентилятори [Електронний ресурс]: Характеристика тепловентиляторів АОВ-20. – Режим доступу: <https://www.atom-ua.com/teploventilyatory20.php>
14. В. В. Покотилов. Регулирующие клапаны автоматизированных систем тепло- и холодоснабжения. Второе издание. – HERZ Armaturen, Відень, 2017. – 227 с.
15. В. Н. Богословский. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч3. Вентиляция и кондиционирование воздуха/ В. Н. Богословский, А. И. Пирумов, В. Н. Посохин. – М.:Стройиздат, 1992. – 319 с.
16. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5-2009. – На заміну ДБН А.3.1-5-96. – [Чинний від 2012-01-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2011. – 64 с. – (Державні будівельні норми).
17. Характеристики вантажного автомобіля MAN TGX 18.440 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://truck-and-bus.ru/catalog/man-tgx/man_tgx_18.440/
18. Характеристики аккумуляторного шуруповерта Hilti SFC 14-A [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://stroyberi.com.ua/insrument/shurupovert-hilti-sfc-14-a.html>
19. Характеристики дрелі DWT SBM-810 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://rozetka.com.ua/dwt_sbm_810/p2694147/
20. Каталог будівельних машин та інструментів [електронний ресурс]: характеристики зварювального агрегату – Режим доступу до ресурсу: <http://ua.zalizaka.com.ua/products/Apparati-dlja-muftovoj-svarki-plastikovih-trub-Odwerk-BSG-73>
21. Характеристики зварювального апарату IGBT Dnipro-M MMA-250 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dnipro-m.ua/svarochnoe-oborudovanie/apparat-invertor-mma/?gclid=EAIaIQobChMIhufdxLGj5gIVC8KyCh0zbgchEAAAYASAAEgIDUzb_BwE
22. Єдині норми часу на перевезення вантажів автомобільним транспортом і відрядні розцінки для оплати праці водіїв [Електронний ресурс]: Постанова Держкомпраці СРСР та Секретаріату ВЦРПС 13.03.1987 N 153/6-142 – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws>

23. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 14. Конструкції в сільському будівництві: ДБН Д.2.2-14-99. – [Чинний від 2002-12-06]. – К. : Укрархбудінформ, 2002. – 28 с. – (Державні будівельні норми).

24. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 26. Теплоізоляційні роботи: ДБН Д.2.2-26-99. – [Чинний від 2000-01-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2000. – 50 с. – (Державні будівельні норми).

25. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 16. Трубопроводи внутрішні: ДБН Д.2.2-16-99. – [Чинний від 2000-01-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2000. – 67 с. – (Державні будівельні норми).

26. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 18. Опалення – внутрішні прилади: ДБН Д.2.2-18-99. – [Чинний від 2000-01-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2000. – 28 с. – (Державні будівельні норми).

27. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 17. Водопровід та каналізація – внутрішні прилади: ДБН Д.2.2-17-99. – [Чинний від 2000-01-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2000. – 11 с. – (Державні будівельні норми).

28. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 20. Вентиляція та кондиціювання повітря: ДБН Д.2.2-20-99. – [Чинний від 2000-01-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2000. – 86 с. – (Державні будівельні норми).

29. Санітарні норми виробничого шуму, інфразвуку та ультразвуку: ДСН 3.3.6-037-99. – [Чинний від 2009-01-01]. – К. : МОЗ України, 1999. – 28 с. – (Державні санітарні норми).

30. Правила визначення вартості будівництва: ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. – [Чинний від 2014-01-01]. – К. : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2013. – 88 с. – (Державний стандарт України).

31. Конференції ВНТУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/index/index/user>

32. Смирнов А. Г. Справочные данные по расчетным коэффициентам электрических нагрузок / А. Г. Смирнов, Л. Б. Гольдгельф, Б. Д. Жахов, С. У. Эрдниева – М. : ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ, 1990. – 118 с.

33. Теплофізичні властивості природного ґрунту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dspace.nbuiv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/61160/12-Basok.pdf?sequence=1>
34. Коц І. В. Методичні вказівки до вивчення дисципліни «Гідравлічні та аеродинамічні машини» (приклади завдань для СРС і контрольних робіт) для студентів напряму підготовки 6.060101 – «Будівництво» всіх форм навчання. / І. В. Коц, В. В. Петрусь, Н. П. Бадьора – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 25 с.
35. Тарифи на споживання електроенергії ПАТ «Черкасиобленерго» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.cherkasyoblenergo.com/taryfy.html>
36. Порівняльна таблиця теплотворної здатності для деяких видів палива [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uhbdp.org/images/uhbdp/pdf/library_sabo/tablycy_a_teplovornoj_zdatnosti.pdf
37. Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5-28-2006. – [Чинний від 2006-05-15]. – К. : Укрархбудінформ, 2006. – 78 с. – (Державні будівельні норми).
38. Санітарні норми виробничого шуму, інфразвуку та ультразвуку: ДСН 3.3.6-037-99. – [Чинний від 2009-01-01]. – К. : МОЗ України, 1999. – 28 с. – (Державні санітарні норми).
39. Санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації: ДСН 3.3.6-037-99. – [Чинний від 2000-01-01]. – К. : МОЗ України, 1999. – 48 с. – (Державні санітарні норми).
40. Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок: ДНАОП 0.00-1.32-01. – [Введ. 2001.06.21] – К. : Киевпромэлектропроект, 2001. – 80 с. – (Державний нормативний акт з охорони праці).
41. Депутат О. П. Цивільна оборона: Навчальний посібник. / О. П. Депутат, І. В. Коваленко, І. С. Мужик – Львів : Афіша, 2000. – 336 с.

ДОДАТКИ
ДОДАТОК А

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Затверджено:

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



«02» вересня 2023 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи:

Система створення комфортного температурно-вологісного середовища у теплицях для вирощування рослинної продукції

Погоджено:

Некивайко А.В.



Науковий керівник:

к.т.н., проф. Коц І.В.

Розробила:

ст. гр. ТГ-22м Юзькова Є.П.

Вінниця 2023

1. Призначення розробки та місце застосування.

Системи опалення призначені для створення нормативних мікрокліматичних умов, підтримання температурного балансу та забезпечення нормативних умов у приміщеннях теплиці.

2. Основа для виконання робіт.

Основою для виконання робіт є наказ ректора ВНТУ «Про затвердження теми магістерської кваліфікаційної роботи № від « » вересня 2023 року».

Метою розробки є створення в приміщеннях теплиці систем опалення. Джерела розробки.

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

3. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до системи опалення та опалення наведені у нормативній літературі:

- ДБН В.2,5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціювання повітря»,
- ДБН В.2.2-2-95 «Будинки і споруди. Теплиці та парники»

4. Вимоги з стандартизації.

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

7. Вимоги з надійності до систем опалення

- Санітарно-гігієнічні — забезпечення та підтримка в приміщенні потрібних температур;
- Економічні — забезпечення мінімуму приведених затрат (капітальні та на експлуатацію);
- Будівельні — ув'язка з будівельними конструкціями;
- Монтажні — забезпечення монтажу систем опалення індустріальними методами;

- Експлуатаційні — простота та зручність обслуговування, керування та ремонту, надійність та безпечність систем і безперебійність їх роботи;
- Естетичні — гарне співвідношення з внутрішнім архітектурним оздобленням приміщення.

Вимоги по надійності викладені ГОСТ 27.002. Обов'язковими є показники:

- середня наробка обладнання на відмову, яка складає не менше 10 років
- середній повний строк служби не менше 20 років
- оцінку відповідності показників надійності – середню наробку обладнання на відмову провести на етапі приймальних випробувань експериментальним шляхом у відповідності ГОСТ 27.410

- на вироби повинні бути встановлені строки експлуатації

8. Ергономічні вимоги:

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

б. Номенклатура і величини антропометричних параметрів для пультів управління повинні відповідати вимогам ГОСТ 21.114-95

с. Виконання вимог ергономіки перевіряється при попередніх випробуваннях і уточнюється на стадії приймальних випробувань.

9. Експлуатаційні та ремонтні вимоги.

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

10. Порядок розробки випробування, приймання систем опалення та опалення: стадії розробки встановлюють відповідно до ДБН В. 2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря»

Обов'язковими етапами дослідно-конструкторської роботи є:

- розроблення та затвердження з замовником функціональних та принципових схем, конструктивних компоновок та робочих креслень,
- розробка та узгодження програми та методики випробувань,

- узагальнення результатів виконаних робіт, вироблення рекомендацій і інструкцій.

11. Ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника.

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

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

13. Місце і строки випробувань визначають заздалегідь і попередньо узгоджують.

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

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

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

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Система створення комфортного температурно-вологісного середовища у теплицях для вирощування рослинної продукції

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра ІСБ, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність: 95,7% Схожість: 4,3%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку

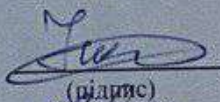

(підпис)

Слободян Н.М.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

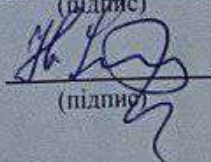
Автор роботи


(підпис)

Юзькова Є.П.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Коц І.В.

(прізвище, ініціали)

ДОДАТОК Б

УДК 614.2+ 685.531.2

Бережний О.І.¹
Коц І.В.²
Юзькова Є.П.²

НАМЕТОВА СПОРУДА

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба¹
Вінницький національний технічний університет²**Анотація**

В доповіді наведені результати розробки і проєктування будівельних споруд, зокрема, наметових споруд, а саме: наметів туристичного та військово-похідного призначення, захисних наметів транспортних засобів, наметів для тимчасового розташування людей при надзвичайних ситуаціях тощо. Приведені основні конструктивні характеристики окремої споруди та її систем життєзабезпечення.

Ключові слова: наметова споруда, військовий госпіталь, системи життєзабезпечення, система теплопостачання, теплогенератори кавітаційного типу

Abstract

The report presents the results of development and design of construction structures, in particular, tent structures, namely: tents for tourist and military purposes, protective tents for vehicles, tents for temporary accommodation of people in emergency situations, etc. The main structural characteristics of a separate building and its life support systems are given.

Key words: tent building, military hospital, life support systems, heat supply system, cavitation type heat generators

Вступ

Як показує світова практика, відбувається збільшення числа техногенних катастроф, стихійних лих та збройних конфліктів, що потребує особливої уваги та серйозних засобів для їх запобігання та ліквідації. Значна кількість загиблих у таких екстремальних ситуаціях багато в чому пов'язана з неможливістю вчасно надати першу медичну допомогу. Звідси видно значущість проблеми надання медичної допомоги постраждалим якнайшвидше. Для цих цілей є мобільні польові госпіталі.

В Україні мобільні медичні комплекси для розгортання польових госпіталів є на озброєнні Міністерств з надзвичайних ситуацій та Збройних сил. Розвиток технологій дозволяє вже сьогодні виготовити такий мобільний госпіталь, який матиме достатню рухливість для доставки до постраждалих, функціонувати в безпосередній близькості від епіцентру природної (техногенної) катастрофи або зони військових дій [1-3].

Результати розробки

В основу розробки поставлено задачу проєктування складового елемента польового госпіталю, а саме наметової споруди [4], в якій за рахунок зміни конструкції досягається підвищення міцності з'єднань деталей каркасу. Крім того, досягається зменшення комплектності розрізнених деталей та допоміжного обладнання, що дозволяє значно підвищити надійність споруди та прискорити процес збирання. Поставлена задача досягається тим, що у наметовій споруді, яка містить каркас, наметове покриття виконане із окремих полотнищ, що знімаються, і полотнище підлоги, які виконані із водонепроникного матеріалу, каркас складається з каркасних опор, з'єднаних між собою за допомогою розпірок жорсткого кріплення, при цьому кожна каркасна опора складається з окремих взаємопов'язаних несучих елементів, які із внутрішніми осьовими направляючими отворами, через які проходять гнучкі канати, що одними кінцями нерухомо зафіксовані на початковому несучому елементі, а другими кінцями канати проходять крізь осьові направляючі отвори наступних несучих елементів і приєднані до механізму натяжки та зафіксовані на останньому несучому елементі, до того ж несучі елементи мають скоси в місцях їх прилягання один до

одного, кут яких визначається формою каркасної опори, крім того, на каркасних опорах на бокових поверхнях несучих елементів виконані направляючі пази, для встановлення захисних елементів, а кінці першого і останнього несучих елементів вставлені в стакани кріплення. Виконання каркасу з каркасних опор, кожна з яких в розібраному стані має вигляд гірлянди, дозволяє підвищити міцність з'єднань деталей каркасної опори за рахунок того, що на торцях несучих елементів виконані скоси, кут яких залежить від місця розташування несучого елемента в гірлянді і форми каркасної опори, крім того, така конструкція призводить до зменшення комплектності розрізаних деталей та допоміжного обладнання. Все це дозволяє значно підвищити надійність споруди, спростити процес збирання та скоротити час збирання.

Конструктивні особливості наметової споруди пояснюються рисунками.

На рис. 1 зображено загальний вигляд зведеного каркасу, на рис. 2 – несучі елементи каркасної опори, на рис. 3 – загальний вигляд несучого елемента та стакану кріплення, на рис. 4 – загальний вигляд розпірки жорсткого кріплення, на рис. 5 – загальний вигляд наметової споруди.

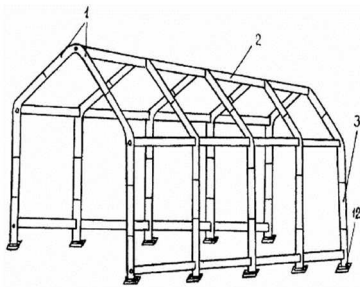


Рис. 1

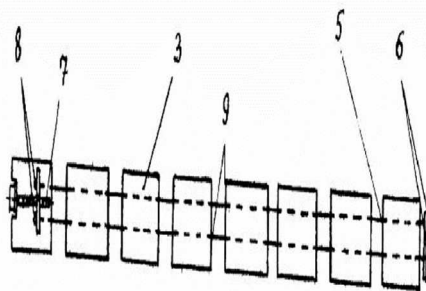


Рис. 2

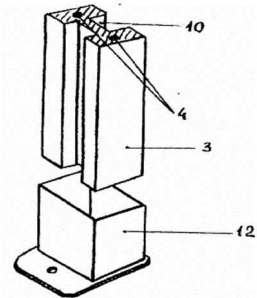


Рис.3

Наметова споруда містить каркас (рис.1), який складається із каркасних опор 1, з'єднаних між собою за допомогою розпірок жорсткого кріплення 2. Кожна каркасна опора складається з окремих взаємопов'язаних несучих елементів 3, що виконані із внутрішніми осьовими направляючими отворами 4, через які проходять гнучкі канати 5, що одними кінцями нерухомо зафіксовані на початковому несучому елементі 6, а другими кінцями проходять крізь осьові направляючі отвори наступних несучих елементів і приєднані до механізму натяжки 7 та зафіксовані на останньому несучому елементі 8. У розібраному стані каркасна опора має вигляд гірлянди (рис. 2).

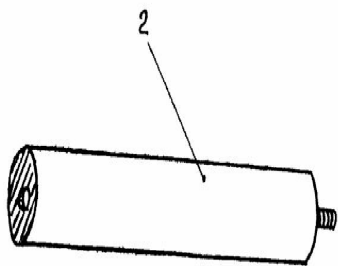


Рис. 4

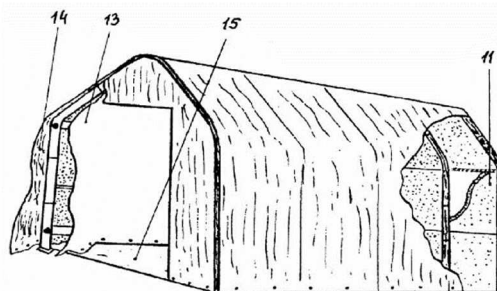


Рис.5

Несучі елементи 3 мають скоси 9 в місцях їх прилягання один до одного, кут яких залежить від форми каркасної опори. Наприклад, при аркоподібній формі каркасної секції скоси на кінцях центрального несучого елемента виконані під кутом 45 градусів. На каркасних опорах на бокових поверхнях несучих елементів виконані направляючі пази 10, які служать для розміщення в них захисних елементів 11. Захисні елементи можуть бути виготовлені з тепло- або звукоізоляційного матеріалу тощо. Кінці каркасної опори вставлені в стакани кріплення 12, для жорсткого закріплення каркасу в основі. Наметове покриття, яке виконане із окремих полотнищ, що знімається і кріпиться до каркасної опори за допомогою зав'язок, крім того, воно може складатися з внутрішнього 13 і зовнішнього 14 покриття. Наметове покриття та полотнище підлоги 15 виготовлені з водонепроникного матеріалу. Зведення наметової споруди здійснюється наступним чином. Розкладаючи гірлянду (рис. 2) із несучих елементів 3, відслідковують та виправляють можливе сплетення гнучких канатів 5. Механізмом натяжки 7 виконують натяжку гнучких канатів 5 і прослідковують прилягання торцевих стиків 9 несучих елементів 3. В аналогічній послідовності проводять зведення необхідної кількості каркасних опор, які потім з'єднують між собою за допо-

могою розпірок жорсткого кріплення 2. Кінці зведених каркасних опор 1 вставляють в стакани кріплення 12, за допомогою яких каркас закріплюють в основі. При необхідності, утворений каркас наметової споруди облаштовують захисними елементами 11, які вставляють (закладають) в направляючі пази 10. Каркас покривають зовнішнім 14 наметовим покриттям, закріплюють внутрішнє наметове покриття 13 і полотнище підлоги 15 за допомогою зав'язок.

Розроблено системи теплопостачання наметової споруди при застосуванні для польового госпіталю та запропоновано методику розрахунку цієї системи із застосуванням як джерела теплопостачання теплогенератора кавітаційного типу, який розроблений в НДЛ гідродинаміки ВНУ, з подвійним перетворенням форм руху рідин по двох контурах. Рекомендовані до використання опалювальні прилади нової конструкції з урахуванням їх довільного (імовірнісного) розміщення всередині приміщення, що обігривається. Розроблено також рекомендації щодо вибору теплогенератора кавітаційного типу для системи теплопостачання мобільного госпіталю та визначення числа опалювальних приладів. Наведено приклади визначення необхідної кількості опалювальних приладів.

Висновки

За результатами виконання розробки і проєктування наметових споруд різного призначення запропоновані конструктивні рішення таких споруд і систем їх життєзабезпечення за рахунок застосування теплогенеруючого устаткування – теплогенератора кавітаційного типу та опалювальних приладів нової конструкції. Вироблені рекомендації щодо виготовлення наметових споруд та їх подальшої експлуатації. Окремі конструктивні рішення захищені патентами України.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пшеничникова К.А. Особенности формирования архитектурных объектов на основе пневматических конструкций в XXI веке: специальность 05.23.21: диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Московский архитектурный институт (государственная академия). – М., 2019. – 152 с.
2. Несенчук, А. П. Теплоснабжение полевого госпиталя, функционирующего в условиях чрезвычайных ситуаций / А. П. Несенчук, Т. В. Рыжова, И. Л. Качар, А. В. Бегляк // Энергетика - Изв. высш.учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. - 2011. - № 3. - С. 91-93.
3. Ratti, C. Associati designs shipping-container intensive care units for coronavirus treatment / Carlo Ratti. – Text: electronic. – URL: <https://www.dezeen.com/2020/03/24/shipping-container-intensive-care-units-coronavirus-covid-19-carlo-ratti/> (date of access: 10.04.21).
4. Патент на корисну модель № 36279 Україна, МПК E04H 15/44, E04H 15/64. Наметова споруда / О.П.

Чуба, І.В Коц, В, О. Чуба; заявники та власники патенту на корисну модель О.П. Чуба, І.В Коц, В,О. Чуба – u99116440; заявл. 26.11.1999;опубл.16.04.2001. Бюл. №3.

Бережний Олександр Іванович, викладач факультету перепідготовки та підвищення кваліфікації авіаційного персоналу Харківського університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків. Email: beregnyi_oi@gmail.com

Коц Іван Васильович – к.т.н., професор кафедри інженерних систем у будівництві, завідувач і науковий керівник науково-дослідної лабораторії гідродинаміки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Email: ivan.kots.2014@gmail.com

Юзькова Єлизавета Платонівна – студентка, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця: Email: elizabethka2001@gmail.com

Berezhny Oleksandr, lecturer at the Faculty of Retraining and Advancement of Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv. Email: beregnyi_oi@gmail.com

Kots Ivan – Ph.D., Professor, Head of the Department of Engineering Systems in Construction, Head and Research Manager of the Research Laboratory of Hydrodynamics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Email: ivan.kots.2014@gmail.com

Yuzkova Elizaveta – student, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia: Email: elizabethka2001@gmail.com

ДОДАТОК В

УДК 697.94: 631.243

Юзькова Є.П.
Коц І.В.**КОМБІНОВАНА СИСТЕМА СТВОРЕННЯ КОМФОРТНОГО
ТЕПЛОЛОГІСНОГО СЕРЕДОВИЩА У ТЕПЛИЦЯХ ДЛЯ
ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі наведені функціональні залежності, які дозволяють зв'язати основні параметри теплиці між собою. Ці залежності є корисним інструментом для практичних розрахунків та вибору оптимальних параметрів мікроклімату на етапі проєктування. Використання цих залежностей дозволить забезпечити раціональні показники теплиці, з урахуванням важливих екологічних та енергоефективних аспектів.

Ключові слова: мікроклімат; теплиця; автоматичний контроль системи; тепловологісні параметри, тепломасообмін.

Abstract

In this paper, functional dependencies are given, which allow to link the main parameters of the greenhouse with each other. These dependencies are a useful tool for practical calculations and selection of optimal microclimate parameters at the design stage. The use of these dependencies will ensure rational indicators of the greenhouse, taking into account important ecological and energy-efficient aspects.

Key words: microclimate; greenhouse; automatic control of the system; heat-and-humidity parameters; heat and mass transfer.

Вступ

Як відомо агропромисловий комплекс України споживає ще значну кількість енергетичних ресурсів (до 20%). Тому в цій галузі починають активніше використовувати енергозберігаючі технології та різноманітні технічні засоби. В сучасних умовах однією з основних задач є задоволення потреб населення у високоякісній, екологічно чистій та доступній за ціною продукції, яка б відповідала світовим вимогам та могла конкурувати з імпортними товари [1, 2, 4, 6,7]. Значна частка високоякісної та екологічно чистої продукції вирощується в теплицях завдяки застосуванню прогресивних, економічних та енергоощадних систем. До таких систем відноситься використання сонячної, гідротермальної та вітрової енергії. В теплицях необхідно створити сприятливий мікроклімат для вирощування різноманітної рослинної продукції. Взимку, в сонячний день, температура в теплиці може досягати 35°C і вище, а вночі опускатись до 0°C. При таких умовах рослини не можуть нормально розвиватись, тому ефективно застосування енергоощадної системи повітряного акумулювання тепла в ґрунті та гравійному теплоакумуляторі [1, 4,6] є необхідним.

Таким чином, актуальність цієї роботи полягає у подальшому розвитку та створенні нових, більш економічних та екологічно чистих енергоощадних систем, які забезпечать необхідні температурні параметри при вирощуванні овочевої продукції в культивацийних спорудах закритого ґрунту. Важливо обґрунтувати вибір оптимальних параметрів та характеристик тепломасообмінних процесів, що нададуть можливість вирощувати високоякісну сільськогосподарську продукцію, придатну для споживання.

Результати роботи

З метою енергозбереження і поліпшення умов для росту рослин у зоні вегетації, ми розробили систему опалення для зимових теплиць. Використання теплиць у теплий період для вирощування овочів стає складним через перегрів повітря внаслідок сонячної радіації, що може призводити до втрат урожаю у розмірі 50-80% або навіть до загибелі рослин. Одним з найбільш ефективних і економічних способів регулювання температурно-вологісних і повітряних режимів є встановлення і підтримка розрахункових параметрів мікроклімату за допомогою комплексної системи охолодження.

Завдяки використанню прогресивних, економічних та екологічних енергоощадних систем, у теплицях можна вирощувати велику кількість високоякісної та екологічно чистої продукції. Для цього необхідно створити сприятливі умови для різних видів рослинного виробництва. В ході нашої роботи ми розробили-

ли конструктивні рішення для системи підтримки технологічних температурно-вологісних параметрів у теплицях для вирощування овочів у теплий та зимовий періоди року. Ми також розробили методи і засоби для створення, підтримки і управління необхідними температурними, вологісними і повітряними режимами для вирощування овочів з мінімальними енерговитратами у теплицях у теплий період року. Ми провели огляд вітчизняної та зарубіжної літератури та патентних матеріалів, класифікували різні способи і засоби підтримання мікроклімату у теплицях в зимовий і теплий періоди року, проаналізували їх енергетичні і техніко-економічні характеристики, області застосування, переваги і недоліки. В результаті нашої роботи, ми запропонували комплексну систему обігріву та регулювання перегріву, що полягає у поступовому включенні окремих елементів системи протягом дня та року в залежності від збільшення сонячної радіації. Ця система дозволяє використовувати пасивні конструктивні системи кондиціонування мікроклімату (фрамуги, технологічні отвори, аераційні шахти тощо) протягом тривалого періоду та активні елементи системи обігріву лише на короткий проміжок часу. В результаті, представлена система має як експлуатаційні, так і економічні переваги.

В ході досліджень було виконано математичне моделювання тепломасообміну в теплиці і запропоновано уточнену систему балансових рівнянь за теплою та масою для кожного елемента. Ця система складається з рівнянь, які описують динаміку параметрів мікроклімату теплиці, баланси теплоти і повітря і баланс вологості в теплицях. Були розроблені стійкі тепловологісні режими, які сприяють ефективним технологіям вирощування овочевих культур. Також була запропонована інженерна методика розрахунку режимів роботи комплексних систем зняття перегріву і надані рекомендації щодо їх проєктування і експлуатації. Були обґрунтовані коефіцієнти забезпеченості параметрів мікроклімату протягом доби і в річному циклі вирощування овочевих культур, залежно від використання інженерного обладнання та режимів його роботи.

Висновки

Приведені результати досліджень показують, що уточнена система рівнянь тепломасопереносу в теплицях дозволяє аналітично підтвердити закономірності динаміки обігріву та зняття перегріву в теплиці з біомасою в теплий період року. На основі цієї системи рівнянь була розроблена методика проєктного розрахунку ефективності роботи теплиць за найбільш характерними режимами в різні періоди року з урахуванням зміни інтенсивності сонячної радіації протягом світлового дня і річного циклу. Надані конкретні рекомендації щодо конструктивних рішень для ефективної системи керування мікрокліматом в теплицях..

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ВНТ.П-СГП-46-19-96. Тепличні і оранжерейні підприємства. Споруди захищеного ґрунту для фермерських (селянських) господарств. – К.: Мінсільгоспрод України, 1996. – 68 с.
 2. Патент 21955 Україна МПК А01G 9/1. Теплиця типу «Сонячний вегетарій» / І.В. Коц, Н.Б. Терновенко, О.П. Сліпенька; заявник та власник патенту Вінницький національний технічний ун-т – № u200611434; заявл. 30.10.2006; опубл. 10.04.2007, Бюл. № 4/2007.
 3. Малкін Е.С., Чепурна Н. В. Експериментальні дослідження параметрів повітря в системі локального мікроклімату в розсадних відділеннях теплиць // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання.–2001. – № 1. – С. 3–7.
 4. Росковшенко Ю.К., Клімова І.В. Розробка енергоощадної системи опалення зони вегетації рослин в зимових теплицях [Електронний ресурс] // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. — 2004. — Вип. 7. — С. 65-69. — Бібліогр.: 4 назв. — укр.
 5. Коц І.В. Грицун А.В., Берник І.М., Ярмолюк Ю.М. Математичне моделювання тепломасообмінних процесів теплиці із застосуванням енергозберігаючих технологій // Збірник наукових праць ВНАУ, № 8, 2011. – С. 54-59.
 6. Martinovic, G., Simon J. (2014). Greenhouse microclimatic environment controlled by a mobile measuring station. NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences, 70-71, 61-70.
 7. Сабо А. Г., Речина О. М. Імітаційне моделювання роботи енергоощадної САУ опроміненням рослин [Електронний ресурс] // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету / ТДАТУ. – Мелітополь, 2017. – Вип. 7, т. 1. – С. 212-218. – Режим доступу: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/V7T1.html>
- Юзькова Єлизавета Платонівна** – магістрантка кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: elizabethka2001@gmail.com
- Коц Іван Васильович** — канд. техн. наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ivvkots@ukr.net
- Yuzkova Yelyzaveta P.** - master's student of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: elizabethka2001@gmail.com
- Kots Ivan V.** — Ph. D. (Eng.), professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: ivvkots@ukr.net

ДОДАТОК Д

Опис насосу ALPHA2 25-80 180

Циркуляційний насос з "мокрим" ротором для перекачування рідини в побутових системах опалення та кондиціонування повітря. Завдяки високому індексу енергоефективності (EEI), значно випереджаючого діючі норми ErP, насос дозволяє істотно знизити споживання електроенергії.

Характеристики

- Неперевершена енергоефективність - індекс енергоефективності (EEI), яке значно випереджає чинні норм директиви ErP, що дозволяє істотно знизити споживання електроенергії.
- За допомогою функції гідравлічного балансування шляхом тимчасового використання ALPHA Reader і додатка Grundfos GO Balance монтажники можуть швидко і легко виконувати гідравлічне балансування системи.
- Функція AUTOADAPT забезпечує максимальний комфорт при мінімальному енергоспоживанні, а також робить процес пусконаладки безпечним і простим.
- Функція нічного режиму дозволяє економити енергію.
- Інтуїтивно зрозуміле управління - будь-який потрібний режим управління можна вибрати натисканням всього однієї кнопки.
- Немає необхідності в зовнішньому захисті електродвигуна, що скорочує час монтажу.
- Виконання з герметичним ротором і використання міцних компонентів усувають необхідність в технічному обслуговуванні.
- Прямий штекер ALPHA і кутовий штекер ALPHA (вигин 90° вліво) (обидва штекера входять в комплект поставки насоса) дозволяють виконати електромонтаж швидко і легко.

Насоси поставляються з теплоізоляційними кожухами, що мінімізує теплові втрати в системах опалення.

Тимчасово використовуючи насос ALPHA2 з модулем зв'язку ALPHA Reader MI401 і додатком Grundfos GO Balance, можна легко і швидко виконувати ба-

лансування систем опалення, що включають радіатори і (або) систему "тепла підлога". Функція AUTOADAPT автоматично безперервно регулює продуктивність насоса відповідно до фактичної потреби в теплі, тобто з урахуванням розміру системи опалення та її потреб в різні сезони. Функція AUTOADAPT знайде робочу точку, при якій забезпечується оптимальний рівень комфорту при мінімальному енергоспоживанні. Завдяки цієї функції процес пусконаладки стає швидким, простим і безпечним.

Крім того, у насоса є три режими управління, кожен з яких має кілька видів:

- режим пропорційного регулювання тиску
- режим постійного тиску
- режим роботи за постійною кривою

На дисплеї виводиться фактичне енергоспоживання в ватах або фактичні витрати в м³/год, а також аварійні сигнали і попередження. Світлодіодні індикатори показують фактичний робочий стан.

Якщо включений нічний режим, частота обертання електродвигуна буде автоматично зменшуватися при падінні температури в системі, що дозволяє економити електроенергію. Якщо активується ручний «літній» режим, то насос буде регулярно автоматично запускатися з малою частотою обертання для захисту ротора від блокування вапняними відкладеннями і ефективного використання енергії.

Насос виконаний як насос з герметичним ротором, тобто насос і двигун складають єдиний блок. Як мастила для підшипників використовується перекачувана рідина, що виключає необхідність в технічному обслуговуванні. Насос має захист від «сухого» ходу.

Всі компоненти насоса - керамічний вал і радіальні підшипники, вуглецевий підшипник, захисна гільза ротора, підшипникова пластина і корпус ротора з нержавіючої сталі, робоче колесо з композитного матеріалу - забезпечують довгий термін служби. Повітря з насоса видаляється автоматично, що спрощує пусконаладку.

Корпус і головна частина насоса виконані з чавуну з гальванічним покриттям для поліпшення антикорозійних властивостей. Це дозволяє використовувати насос для перекачування холодних рідин, наприклад, в системах охолодження.

Характеристика насосу:

Найменування продукту	ALPHA2 25-80 180
№ продукту	99420015
EAN номер	5713828817945
Ціна	

Технічні дані

Поточна розрахована витрата	2.199 м ³ /год.
Загальний гідростатичний напір насоса	1.8 м
Maximum head	80 дм
TF-клас	110
Сертифікати	VDE,CE,EAC
Модель	E

Матеріали

Корпус насоса	Чавун
Корпус насосу	EN 1561 EN-GJL-150
Корпус насоса	ASTM A48M-150B
Робоче колесо	Composite PES 30% GF + PESU-GF20%

Монтаж

Діапазон температури довкілля	0 .. 40 °C
Максимальний робочий тиск	10 бар
Тип з'єднання	G
Д-р підключення	1 1/2 inch
Номінальний тиск підключення	PN 10
Монтажна довжина	180 мм

Рідина

Робоча рідина	Вода
Діапазон температур рідини	2 .. 110 °C
Температура рідини, що перекачується	60 °C
Щільність	983.2 кг/м ³

Дані електрообладнання

Мінімальна потужність на вході – P1	3 Вт
Power input P1	50 Вт
Частота мережі живлення	50 / 60 Hz
Rated voltage	1 x 230 В
Максимальне споживання струму	0.04 .. 0.44 А
Клас захисту (IEC 34-5)	X4D
Insulation class (IEC 85)	F
Built-in motor protection	HEMAC
Тепловий захист	ELEC

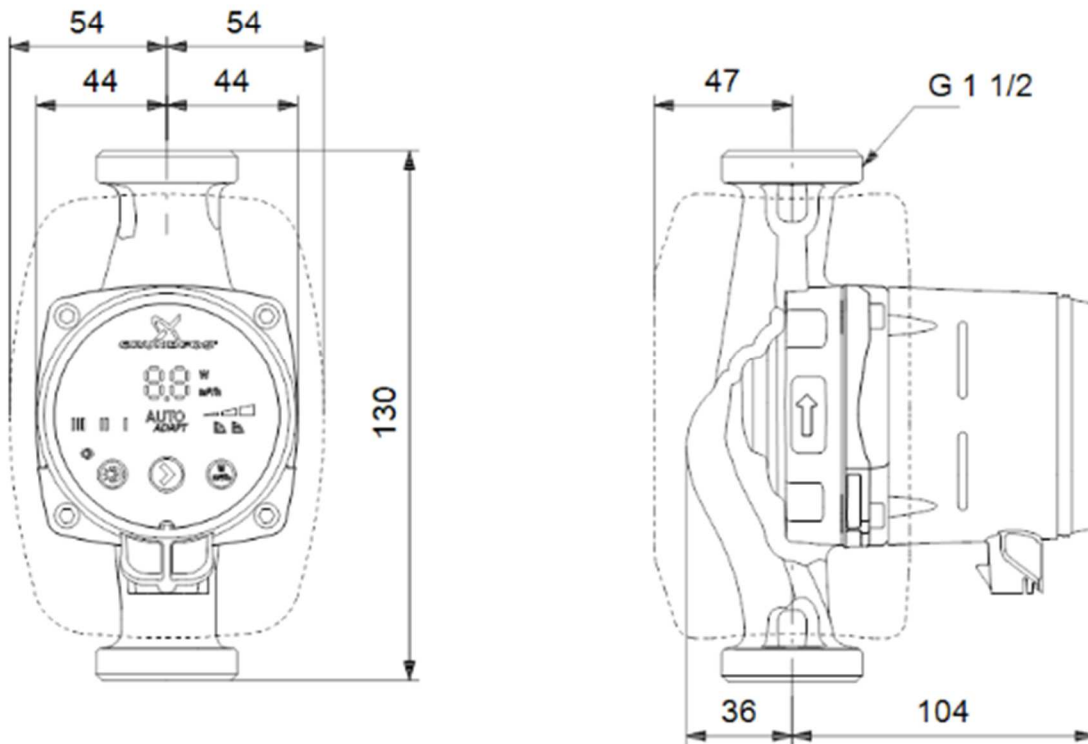
Система керування

Автоматичний нічний режим експлуатації	вбудована автоматична функція зниження робочої точки в нічний час
----------------------------------------	-------------------------------------------------------------------

Інше

Energy (EEI)	0.18
Terminal box position	6H
Вага нетто	2.39 кг
Вага брутто	2.65 кг

Зовнішній вигляд насоса та габаритні розміри ALPHA2 25-80 180



ДОДАТОК Е

Опис насосу MAGNA1 40-120 F

Grundfos MAGNA1 - це циркуляційний насос з двигуном з постійними магнітами і легким вибором параметрів насоса. MAGNA1 ідеально підходить для систем опалення, охолодження та циркуляції гарячої води (версія N), що робить його очевидним вибором практично для будь-якого будівельного проекту – старого чи нового.

Насос "мокрим" ротором, тобто насос і двигун утворюють цілісний блок без ущільнення валу і лише з двома прокладками для ущільнення.

Підшипники змащуються рідиною, що перекачується. Насос не потребує обслуговування та має надзвичайно низьку вартість життєвого циклу.

Насос має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача, який особливо підходить для заміни старих циркуляційних насосів. Ідеально відповідає основним вимогам систем, де не потрібні функції зв'язку.

Характеристика насосу:

Найменування продукту	MAGNA1 40-120 F
№ продукту	97924178
EAN номер	5710626492527
Ціна	

Технічні дані

Поточна розрахована витрата	7.001 м ³ /год.
Загальний гідростатичний напір насоса	9.065 м
Maximum head	120 дм
TF-клас	110
Сертифікати	CE,VDE,EAC
Модель	B

Матеріали

Корпус насоса	Чавун
Корпус насосу	EN-GJL-250
Корпус насоса	A48-250B
Робоче колесо	PES 30%GF

Монтаж

Діапазон температури довкілля	0 .. 40 °C
Максимальний робочий тиск	10 бар
Тип з'єднання	DIN
Size of connection	DN 40
Номінальний тиск підключення	PN6/10
Монтажна довжина	250 мм

Рідина

Робоча рідина	Вода
Діапазон температур рідини	-10 .. 110 °C
Температура рідини, що перекачується	60 °C
Щільність	983.2 кг/м ³

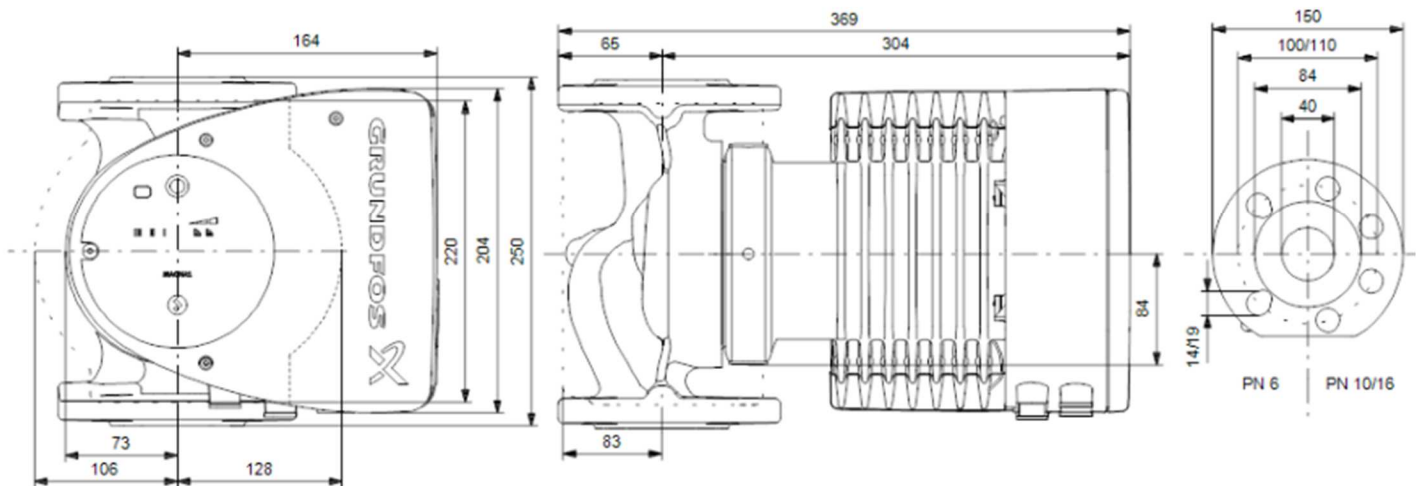
Дані електрообладнання

Споживана потужність-P1	15.01 .. 463 Вт
Частота мережі живлення	50 / 60 Hz
Rated voltage	1 x 230 В
Minimum current consumption	0.18 А
Maximum current consumption	2.05 А
Клас захисту (IEC 34-5)	X4D
Insulation class (IEC 85)	F

Інше

Energy (EEI)	0.21
Вага нетто	16.2 кг
Вага брутто	17.7 кг

Зовнішній вигляд насоса та габаритні розміри насоса MAGNA1 40-120 F



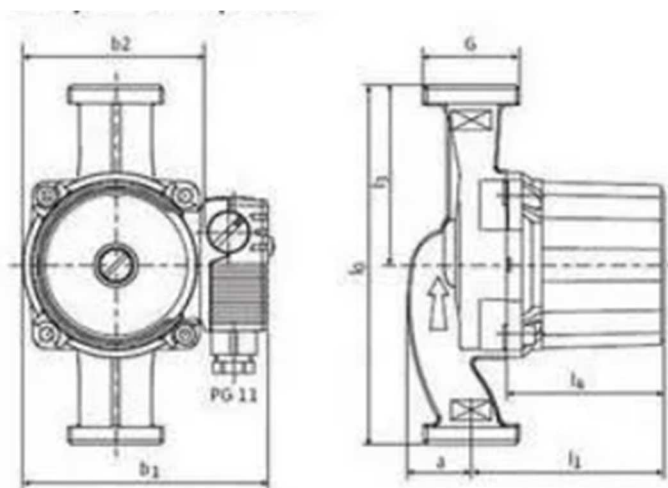
ДОДАТОК Ж

Характеристика насосу Wilo Star-RS 25/6-130

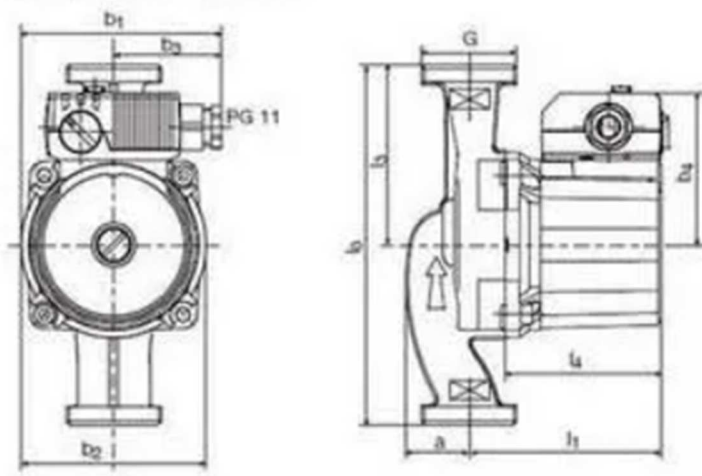
Приєднувальний розмір	різьблення
Діаметр патрубку, дюйм	4
Тип води	Чиста
Фазність	1 фаз - 220 В
Матеріал корпусу	Чавун
Вид насосу	Циркуляційний
вага, кг	2.4
Тип Насосу	Побутовий
Продуктивність, м3/год	3.5
Натиск, м	5.5
Номінальний тиск	10 бар
Напруга живлення	1x220В, 50Гц
Номінальний діаметр	G 1½
Потужність, кВт	0.084
Частота обертання, об/хв	2750
Потужність, Вт	84

Зовнішній вигляд насосу та габаритні розміри насосу Wilo Star-RS 25/6-130

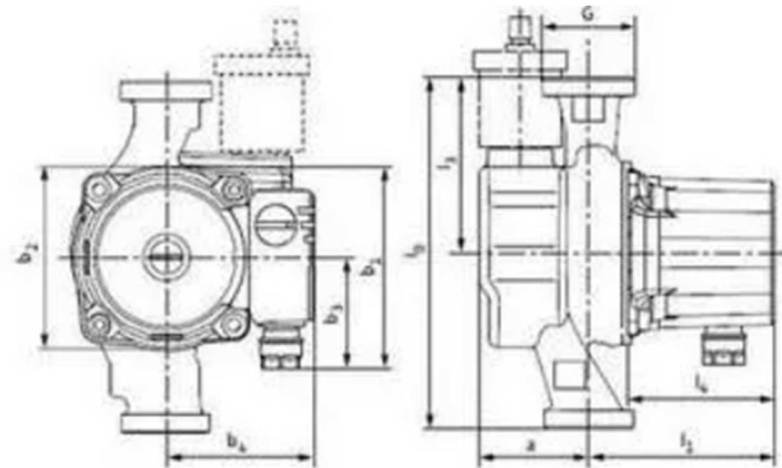
А)



B)



C)



Размеры, вес																
Wilo-Star-RS ...	Подсоединение к трубопроводу	Резьба	Габаритные размеры									Вес, прим.	Габаритный чертеж			
			Rp	G	l ₀	L ₁	L ₃	l ₄	a	b ₁	b ₂			b ₃	b ₄	M
			[мм]											[кг]		
15/4	½	1	130	96	65	78	34	104	93,5	58	73	2,4	A			
15/6	½	1	130	96	65	78	33	104	93,5	58	76	2,5	A			
25/2	1	1½	180	96	90	78	34	104	93,5	58	73	2,2	B			
25/4	1	1½	180	96	90	78	34	104	93,5	58	73	2,2	B			
25/4-130	1	1½	130	96	65	78	34	104	93,5	58	73	2,2	A			
25/4-RG	1	1½	180	96	90	78	34	104	93,5	58	73	2,6	B			
RSL 25/4-3H	1	1½	180	96	90	78	56	104	93,5	57,2	76	3,1	C			
RSL 25/6	1	1½	180	96	90	78	33	104	93,5	58	76	2,4	B			
25/6-130	1	1½	130	96	65	78	33	104	93,5	58	76	2,4	A			
25/6-RG	1	1½	180	96	90	78	33	104	93,5	58	76	2,6	B			
25/6	1	1½	180	100	90	78	62	101	93,5	54	79	3,4	B			

Додаток К

**Локальний кошторис на будівельні роботи №02-01-01
на Влаштування системи опалення
Теплиця**

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 679,496 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 2,79911 тис.люд.год.
Кошторисна заробітна плата 117,142 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,9 розряд

Складений за поточними цінами станом на "28 листопада" 2023 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кіль- кість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год.			
					Всього	експлуа- тації машин	Всього	заробіт- ної плати	експлуа- тації машин	не зайнятих обслуговуванням машин			
										заробіт- ної плати	в тому числі за- робітної плати	тих, що обслуговують машини	
												на одини- цю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Розділ 1. Гребінка теплопостачання теплиці													
1	КБ18-13-1	Установлення насоса ALPHA2 25-80 циркуляційний насос Q= 2,2 м3/год, H=1,8 м. в.ст.	шт	1	<u>3528,80</u> 829,99	<u>144,77</u> 21,01	3529	830	<u>145</u> 21	<u>21,3200</u> 0,5002	<u>21,32</u> 0,5		
2	КБ18-13-1	Установлення насоса MAGNA1 40-120 F циркуляційний насос Q=6,7 м3/год; H=8,3 м. в.ст.	шт	1	<u>12248,71</u> 829,99	<u>144,77</u> 21,01	12249	830	<u>145</u> 21	<u>21,3200</u> 0,5002	<u>21,32</u> 0,5		
3	КБ16-15-2	Установлення клапанів зворотних на трубопроводах діаметром до 50 мм	шт	2	<u>538,98</u> 94,91	<u>75,91</u> 7,79	1078	190	<u>152</u> 16	<u>2,4100</u> 0,1814	<u>4,82</u> 0,36		
4	КБ16-15-1	Установлення кранів кульових муфтових, DN15 мм	шт	2	<u>400,71</u> 94,91	<u>53,39</u> 6,29	801	190	<u>107</u> 13	<u>2,4100</u> 0,1561	<u>4,82</u> 0,31		
5	КБ16-15-2	Установлення кранів кульових муфтових з накидною гайкою, DN40	шт	5	<u>660,45</u> 94,91	<u>75,91</u> 7,79	3302	475	<u>380</u> 39	<u>2,4100</u> 0,1814	<u>12,05</u> 0,91		
6	КБ16-15-2	Установлення кранів кульових стандартнопрохідних фланцевих, DN50	шт	3	<u>757,49</u> 94,91	<u>75,91</u> 7,79	2272	285	<u>228</u> 23	<u>2,4100</u> 0,1814	<u>7,23</u> 0,54		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
7	КБ18-22-2	Установлення манометрів показуючих	комплек т	2	<u>611,66</u> 14,96	-	1223	30	-	<u>0,3600</u>	<u>0,72</u>		
8	КБ18-22-4	Установлення термометрів біметалевих	комплек т	6	<u>172,61</u> 20,08	-	1036	120	-	<u>0,5100</u>	<u>3,06</u>		
9	КБ16-15-2	Установлення кранів литих триходових М20х1,5 / G1/2" вик. 1	шт	2	<u>757,49</u> 94,91	<u>75,91</u> 7,79	1515	190	<u>152</u> 16	<u>2,4100</u> 0,1814	<u>4,82</u> 0,36		
10	КБ16-6-6	Прокладання трубопроводів опалення зі труб сталевих електрозварних прямошовних 57х3,0 мм	100м	0,005	<u>30500,54</u> 2432,47	<u>1051,65</u> 136,84	153	12	<u>5</u> 1	<u>61,0100</u> 3,3385	<u>0,31</u> 0,02		
11	КБ16-7-8	Прокладання трубопроводів опалення зі труб сталевих електрозварних прямошовних 76х3,5 мм	100м	0,03	<u>58512,39</u> 3502,45	<u>1799,06</u> 214,22	1755	105	<u>54</u> 6	<u>91,0200</u> 5,2270	<u>2,73</u> 0,16		
12	КБ16-7-5	Прокладання трубопроводів опалення зі труб сталевих електрозварних прямошовних діаметром 40 мм	100м	0,01	<u>36772,86</u> 2228,49	<u>518,21</u> 72,13	368	22	<u>5</u> 1	<u>55,2700</u> 1,7283	<u>0,55</u> 0,02		
13	КБ26-2-11	Ізоляція трубопроводів діаметром 76 мм напівциліндрами з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому	10м	0,3	<u>352,23</u> 195,09	<u>83,85</u> 14,48	106	59	<u>25</u> 4	<u>5,0700</u> 0,3591	<u>1,52</u> 0,11		
14	КБ26-2-7	Ізоляція трубопроводів діаметром 40 мм напівциліндрами з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому	10м	0,3	<u>246,85</u> 139,68	<u>55,90</u> 9,65	74	42	<u>17</u> 3	<u>3,6300</u> 0,2394	<u>1,09</u> 0,07		
15	КБ26-2-9	Ізоляція трубопроводів діаметром 57 мм напівциліндрами з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому	10м	0,05	<u>324,80</u> 182,78	<u>74,53</u> 12,87	16	9	<u>4</u> 1	<u>4,7500</u> 0,3192	<u>0,24</u> 0,02		
Разом прямі витрати по розділу 1							29477	3389	<u>1419</u> 165		<u>86,6</u> 3,88		
Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.							29477	24669	3554	2147	8,31	521	31624
Всього по розділу 1							31624						
Розділ 2. Система опалення теплиці радіаторами (Т1, Т2)													

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	КБ18-6-2	Установлення радіаторів сталевих FKO	100кВт	0,64612	<u>8218,32</u> 3639,35	<u>1717,61</u> 307,17	5310	2351	<u>1110</u> 198	<u>96,9200</u> 7,4618	<u>62,62</u> 4,82
17	С130-555 варіант 3	Радіатори FKO 22-04-16	кВт	35,532	<u>811,19</u> -	-	28823	-	-	-	-
18	С130-556 варіант 2	Радіатори FKO 33-06-14	кВт	17,7	<u>1372,02</u> -	-	24285	-	-	-	-
19	С130-557 варіант 2	Радіатори FKO 33-06-18	кВт	11,38	<u>2021,48</u> -	-	23004	-	-	-	-
20	КБ16-15-1	Установлення клапанів з попередньою настройкою для двотрубних систем водяного опалення DN15 "Danfoss"	шт	20	<u>419,21</u> 94,91	<u>53,39</u> 6,29	8384	1898	<u>1068</u> 126	<u>2,4100</u> 0,1561	<u>48,2</u> 3,12
21	КБ16-15-1	Установлення термостатичного елементу "Danfoss"	шт	20	<u>351,83</u> 94,91	<u>53,39</u> 6,29	7037	1898	<u>1068</u> 126	<u>2,4100</u> 0,1561	<u>48,2</u> 3,12
22	КБ16-15-1	Установлення запірною клапану кутового із внутрішньою різьєю, DN15 "Danfoss"	шт	20	<u>372,87</u> 94,91	<u>53,39</u> 6,29	7457	1898	<u>1068</u> 126	<u>2,4100</u> 0,1561	<u>48,2</u> 3,12
23	КБ16-15-1	Установлення автоматичного повітровідвідного клапану DN 15 "Danfoss"	шт	2	<u>393,57</u> 94,91	<u>53,39</u> 6,29	787	190	<u>107</u> 13	<u>2,4100</u> 0,1561	<u>4,82</u> 0,31
24	КБ16-15-2	Установлення кранів кульових DN 32	шт	2	<u>738,08</u> 94,91	<u>75,91</u> 7,79	1476	190	<u>152</u> 16	<u>2,4100</u> 0,1814	<u>4,82</u> 0,36
25	КБ16-14-12	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліпропіленових Wavin Ekoplastik діаметром 20 мм	100м	0,815	<u>17829,71</u> 3678,71	<u>3195,02</u> 962,87	14531	2998	<u>2604</u> 785	<u>89,9000</u> 24,7574	<u>73,27</u> 20,18
26	КБ16-14-13	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліпропіленових Wavin Ekoplastik діаметром 25 мм	100м	1,4	<u>18438,95</u> 3781,01	<u>2040,02</u> 595,61	25815	5293	<u>2856</u> 834	<u>92,4000</u> 15,2947	<u>129,36</u> 21,41
27	КБ16-14-14	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліпропіленових Wavin Ekoplastik діаметром 32 мм	100м	0,76	<u>20059,89</u> 4341,61	<u>1305,26</u> 357,16	15246	3300	<u>992</u> 271	<u>106,1000</u> 9,1445	<u>80,64</u> 6,95
28	КБ16-14-15	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліпропіленових Wavin Ekoplastik діаметром 40 мм	100м	0,315	<u>24153,05</u> 4713,98	<u>1543,32</u> 435,24	7608	1485	<u>486</u> 137	<u>115,2000</u> 11,1495	<u>36,29</u> 3,51
29	КБ16-14-16	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліпропіленових Wavin Ekoplastik діаметром 50 мм	100м	0,025	<u>28920,99</u> 4741,63	<u>2967,51</u> 922,69	723	119	<u>74</u> 23	<u>117,6000</u> 23,7433	<u>2,94</u> 0,59
30	КБ26-2-1	Ізоляція трубопроводів діаметром 20 мм напівциліндрами з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому	10м	8,6	<u>421,98</u> 127,37	<u>49,69</u> 8,58	3629	1095	<u>427</u> 74	<u>3,3100</u> 0,2128	<u>28,47</u> 1,83
31	КБ26-2-1	Ізоляція трубопроводів діаметром 25 мм напівциліндрами з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому	10м	14,7	<u>454,28</u> 127,37	<u>49,69</u> 8,58	6678	1872	<u>730</u> 126	<u>3,3100</u> 0,2128	<u>48,66</u> 3,13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
32	КБ26-2-3	Ізоляція трубопроводів діаметром 32 мм напівциліндрами з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому	10м	8	<u>489,48</u> 127,37	<u>49,69</u> 8,58	3916	1019	<u>398</u> 69	<u>3,3100</u> 0,2128	<u>26,48</u> 1,7	
33	КБ26-2-5	Ізоляція трубопроводів діаметром 40 мм напівциліндрами з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому	10м	3,3	<u>536,27</u> 133,53	<u>55,90</u> 9,65	1770	441	<u>184</u> 32	<u>3,4700</u> 0,2394	<u>11,45</u> 0,79	
34	КБ26-2-9	Ізоляція трубопроводів діаметром 50 мм напівциліндрами з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому	10м	0,3	<u>661,20</u> 182,78	<u>74,53</u> 12,87	198	55	<u>22</u> 4	<u>4,7500</u> 0,3192	<u>1,43</u> 0,1	
35	КБ29-190-1	Установлення кріплення горизонтальних і вертикальних ділянок трубопроводів	т	0,015	<u>69585,68</u> 1084,35	<u>3630,28</u> 58,10	1044	16	<u>54</u> 1	<u>24,6500</u> 1,4039	<u>0,37</u> 0,02	
Разом прями витрати по розділу 2							187721	26118	<u>13400</u> 2961		<u>656,22</u> 75,06	
Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.							187721					

Всього по розділу 2							206470					
Розділ 3. Система опалення теплиці тепловентиляторами (Т11, Т21)												
36	КБ18-13-1	Установлення водяного тепловентилятора VTS EuroHeat 8-50 кВт, з ЕС двигуном 4850 м3/год, з монтажною консоллю	шт	6	<u>9027,24</u> 829,99	<u>144,77</u> 21,01	54163	4980	<u>869</u> 126	<u>21,3200</u> 0,5002	<u>127,92</u> 3	
37	КБ16-15-1	Установлення контроллера VTS EuroHeat	шт	3	<u>1389,52</u> 94,91	<u>53,39</u> 6,29	4169	285	<u>160</u> 19	<u>2,4100</u> 0,1561	<u>7,23</u> 0,47	
38	КБ16-15-1	Установлення датчика температури VTS EuroHeat	шт	3	<u>2036,40</u> 94,91	<u>53,39</u> 6,29	6109	285	<u>160</u> 19	<u>2,4100</u> 0,1561	<u>7,23</u> 0,47	
39	КБ16-15-1	Установлення автоматичного комбінованого балансувального клапану Danfoss DN 25 (1700 л/год) із вимірювальними ніпелями, зовнішньою різью, накидними гайками	шт	6	<u>1057,68</u> 94,91	<u>53,39</u> 6,29	6346	569	<u>320</u> 38	<u>2,4100</u> 0,1561	<u>14,46</u> 0,94	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
40	КБ16-15-1	Установлення автоматичного повітровідвідного клапану DN 15 Danfoss	шт	7	<u>751,71</u> 94,91	<u>53,39</u> 6,29	5262	664	<u>374</u> 44	<u>2,4100</u> 0,1561	<u>16,87</u> 1,09
41	КБ16-15-1	Установлення нержавіючої гофрованої труби DN 25, L=0,6 м, з накидними гайками	шт	12	<u>560,23</u> 94,91	<u>53,39</u> 6,29	6723	1139	<u>641</u> 75	<u>2,4100</u> 0,1561	<u>28,92</u> 1,87
42	КБ16-15-2	Установлення кранів кульових (роз'ємне з'єднання з накидною гайкою) DN 32	шт	12	<u>738,08</u> 94,91	<u>75,91</u> 7,79	8857	1139	<u>911</u> 93	<u>2,4100</u> 0,1814	<u>28,92</u> 2,18
43	КБ16-15-1	Установлення автоматичного повітровідвідного клапану DN 15 Danfoss	шт	6	<u>624,92</u> 94,91	<u>53,39</u> 6,29	3750	569	<u>320</u> 38	<u>2,4100</u> 0,1561	<u>14,46</u> 0,94
44	КБ16-15-1	Установлення кранів кульових DN 15	шт	6	<u>635,27</u> 94,91	<u>53,39</u> 6,29	3812	569	<u>320</u> 38	<u>2,4100</u> 0,1561	<u>14,46</u> 0,94
45	КБ16-14-12	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліпропіленових Wavin Ekoplastik діаметром 20 мм	100м	0,005	<u>17829,71</u> 3678,71	<u>3195,02</u> 962,87	89	18	<u>16</u> 5	<u>89,9000</u> 24,7574	<u>0,45</u> 0,12
46	КБ16-14-14	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліпропіленових Wavin Ekoplastik діаметром 32 мм	100м	0,005	<u>20059,89</u> 4341,61	<u>1305,26</u> 357,16	100	22	<u>7</u> 2	<u>106,1000</u> 9,1445	<u>0,53</u> 0,05
47	КБ16-14-15	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліпропіленових Wavin Ekoplastik діаметром 40 мм	100м	0,485	<u>24153,05</u> 4713,98	<u>1543,32</u> 435,24	11714	2286	<u>749</u> 211	<u>115,2000</u> 11,1495	<u>55,87</u> 5,41
48	КБ16-14-16	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліпропіленових Wavin Ekoplastik діаметром 50 мм	100м	0,12	<u>28920,99</u> 4741,63	<u>2967,51</u> 922,69	3471	569	<u>356</u> 111	<u>117,6000</u> 23,7433	<u>14,11</u> 2,85
49	КБ16-14-16	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліпропіленових Wavin Ekoplastik діаметром 63 мм	100м	1	<u>30942,99</u> 4741,63	<u>2967,51</u> 922,69	30943	4742	<u>2968</u> 923	<u>117,6000</u> 23,7433	<u>117,6</u> 23,74
50	КБ26-2-1	Ізоляція трубопроводів діаметром 20 мм напівциліндрами з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому	10м	0,05	<u>421,98</u> 127,37	<u>49,69</u> 8,58	21	6	<u>2</u> -	<u>3,3100</u> 0,2128	<u>0,17</u> 0,01
51	КБ26-2-3	Ізоляція трубопроводів діаметром 32 мм напівциліндрами з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому	10м	0,05	<u>489,48</u> 127,37	<u>49,69</u> 8,58	24	6	<u>2</u> -	<u>3,3100</u> 0,2128	<u>0,17</u> 0,01
52	КБ26-2-5	Ізоляція трубопроводів діаметром 40 мм напівциліндрами з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому	10м	5,1	<u>536,27</u> 133,53	<u>55,90</u> 9,65	2735	681	<u>285</u> 49	<u>3,4700</u> 0,2394	<u>17,7</u> 1,22
53	КБ26-2-9	Ізоляція трубопроводів діаметром 50 мм напівциліндрами з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому	10м	1,3	<u>661,20</u> 182,78	<u>74,53</u> 12,87	860	238	<u>97</u> 17	<u>4,7500</u> 0,3192	<u>6,18</u> 0,41
54	КБ26-2-10	Ізоляція трубопроводів діаметром 63 мм напівциліндрами з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому	10м	10,5	<u>453,98</u> 237,42	<u>99,38</u> 17,16	4767	2493	<u>1043</u> 180	<u>6,1700</u> 0,4256	<u>64,79</u> 4,47
55	КБ29-190-1	Установлення кріплення горизонтальних і вертикальних ділянок трубопроводів	т	0,05	<u>69585,68</u> 1084,35	<u>3630,28</u> 58,10	3479	54	<u>182</u> 3	<u>24,6500</u> 1,4039	<u>1,23</u> 0,07

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Разом прямі витрати по розділу 3					157394	21314	<u>9782</u> 1991		<u>539,27</u> 50,26
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					157394 126298 23305 14529 57,38 3583 171923				
		Всього по розділу 3					171923				
		Розділ 4. Система опалення теплиці теплою підлогою (T12, T22)									
56	КБ18-21-1	Установлення фільтрів сітчастих муфтових, DN 25	10шт	0,2	<u>5448,04</u> 484,37	<u>612,63</u> 82,68	1090	97	<u>123</u> 17	<u>12,3000</u> 2,0478	<u>2,46</u> 0,41
57	КБ16-15-1	Установлення змішувальних вузлів з лівим підключенням, прямих	шт	2	<u>1339,95</u> 94,91	<u>53,39</u> 6,29	2680	190	<u>107</u> 13	<u>2,4100</u> 0,1561	<u>4,82</u> 0,31
58	КБ18-13-1	Установлення циркуляційного насоса WILO Q= 2,0 м3/год, Н=3,8 м.в.ст.	шт	2	<u>3464,12</u> 829,99	<u>144,77</u> 21,01	6928	1660	<u>290</u> 42	<u>21,3200</u> 0,5002	<u>42,64</u> 1
59	КБ16-15-1	Установлення розподільчої гребінки KOER на 10 відводів, з витратомірами на падаючій гребінці та запірними кранами на зворотній	шт	2	<u>997,11</u> 94,91	<u>53,39</u> 6,29	1994	190	<u>107</u> 13	<u>2,4100</u> 0,1561	<u>4,82</u> 0,31
60	КБ16-15-2	Установлення кранів кульових муфтових (роз'ємне з'єднання з накидною гайкою) DN 25	шт	4	<u>621,64</u> 94,91	<u>75,91</u> 7,79	2487	380	<u>304</u> 31	<u>2,4100</u> 0,1814	<u>9,64</u> 0,73
61	КБ16-15-1	Установлення кранів кульових муфтових DN 15	шт	2	<u>392,28</u> 94,91	<u>53,39</u> 6,29	785	190	<u>107</u> 13	<u>2,4100</u> 0,1561	<u>4,82</u> 0,31
62	КБ16-6-2	Прокладання трубопроводів для теплої підлоги з антидифузійним захистом діаметром 20 мм	100м	20,02	<u>10791,52</u> 1942,07	<u>481,88</u> 69,02	216046	38880	<u>9647</u> 1382	<u>48,7100</u> 1,6512	<u>975,17</u> 33,06
63	КБ16-14-14	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліпропіленових Wavin Ekoplastik діаметром 32 мм	100м	0,28	<u>20059,89</u> 4341,61	<u>1305,26</u> 357,16	5617	1216	<u>365</u> 100	<u>106,1000</u> 9,1445	<u>29,71</u> 2,56
64	КБ16-14-16	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліпропіленових Wavin Ekoplastik діаметром 50 мм	100м	0,03	<u>28920,99</u> 4741,63	<u>2967,51</u> 922,69	868	142	<u>89</u> 28	<u>117,6000</u> 23,7433	<u>3,53</u> 0,71

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
65	КБ26-2-3	Ізоляція трубопроводів діаметром 32 мм напівциліндрами з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому	10м	3	<u>489,48</u> 127,37	<u>49,69</u> 8,58	1468	382	<u>149</u> 26	<u>3,3100</u> 0,2128	<u>9,93</u> 0,64	
66	КБ26-2-9	Ізоляція трубопроводів діаметром 50 мм напівциліндрами з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому	10м	0,4	<u>661,20</u> 182,78	<u>74,53</u> 12,87	264	73	<u>30</u> 5	<u>4,7500</u> 0,3192	<u>1,9</u> 0,13	
Разом прямі витрати по розділу 4							240227	43400	<u>11318</u> 1670		<u>1089,44</u> 40,17	
Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.							240227					

Всього по розділу 4							269479					
Разом прямі витрати по кошторису							614819	94221	<u>35919</u> 6787		<u>2371,53</u> 169,37	
Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.							614819					

Всього по кошторису							679496					
Кошторисна трудоємність, люд.год.							2799,11					
Кошторисна заробітна плата, грн.							117142					

Позиція	Назва і технічна характеристика	Код обладнання, виробу, матеріалу	Тип, марка, позначення	Завод-виробник	Одиниця виміру	Кількість	Маса одиниці	Примітка
---------	---------------------------------	-----------------------------------	------------------------	----------------	----------------	-----------	--------------	----------

Усе обладнання, вироби та матеріали вказані для однієї теплиці.

1. Гребінка тепlopостачання теплиці								
1.1	Циркуляційний насос Q= 2,2 м³/год, H=1,8 м.в.ст.	ALPHA2 25-80		GRUNDFOS	компл.	1	2,0	Нелектр= 50 Вт (230 В)
1.2	Циркуляційний насос Q=6,7 м³/год; H=8,3 м.в.ст.	MAGNA1 40-120 F		GRUNDFOS	компл.	1	17,7	Нелектр= 463 Вт (230 В)
1.3	Зворотній клапан муфтовий, DN40				шт.	1		
1.4	Зворотній клапан фланцевий, DN50				шт.	1		
1.5	Кран кульовий муфтовий, DN15 мм				шт.	2		
1.6	Кран кульовий муфтовий з накидною гайкою, DN40				шт.	5		
1.7	Кран кульовий стандартнопрохідний фланцевий, DN50				шт.	3		
1.8	Термометр біметалевий			ТБ-63-50 0+120-2,5-Р	Склоприлад	шт.	6	
1.9	Манометр показуючий			ДМ 0563 0,6 МПа-1,0	Склоприлад	шт.	2	

Зам. інв. №
Підпис та дата
Інв. № ориг.

У даній специфікації вказані рекомендовані тип, марка і завод-виробник устаткування, виробів і матеріалів. При необхідності Замовника можлива заміна устаткування, виробів і матеріалів на аналоги інших типів, марок і заводів-виробників при відповідності габаритів, технічних характеристик і наявності сертифікатів відповідності.

Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підпис	Дата
Виконав		Юзькова Є.П.			04.12.23
Перевірів		Коц І.В.			04.12.23
Опонент		Попович М.М.			04.12.23
Н.контр.		Панкевич О Д			04.12.23
Н.контр.		Ратушняк ГС			04.12.23

08-13 МКР.007.01.000 ОВ.СО

Специфікація обладнання,
виробів та матеріалів

Стадія	Аркуш	Аркушів
МКР	1	7

ВНТУ, ТГ-22м

Інв. № ориг.	Підпис та дата	Зам. інв. №

Позиція	Назва і технічна характеристика	Код обладнання, виробу, матеріалу	Тип, марка, позначення	Завод-виробник	Одиниця виміру	Кількість	Маса одиниці	Примітка
1.10	Кран литий триходовий M20x1,5 / G1/2" вик. 1			Склоприлад	шт.	2		
1.11	Труби сталеві електрозварні прямошовні Ø 57x3,0 мм	ДСТУ 8943			м	0,5		
	Ø 76x3,5 мм	ДСТУ 8943			м	3		
1.12	Труби сталеві водогазопровідні DN40 мм	ДСТУ 8936			м	1		
1.13	Ізоляція трубна б=20 мм на трубопроводі Ø76x3,5 мм	K-FLEX ST		K-FLEX	м	3		3 коеф. 1,05
1.14	Теплова ізоляція трубна б=9 мм							
	на трубопроводі Ø 57x3,0 мм	K - FLEX PE		K-FLEX	м	0,5		3 коеф. 1,05
	на трубопроводі DN40 мм	K - FLEX PE		K-FLEX	м	3		3 коеф. 1,05
1.15	Металоконструкції середньої складності (кріплення горизонтальних і вертикальних ділянок)				кг	15*		Тип та кількість уточнити проектом-виконання робіт
	2. Система опалення теплиці радіаторами (Т1, Т2)							
2.1	Опалювальний прилад – сталевий панельний радіатор з кріпленням для настінної установки з боковим підключенням FKO 22-04-16			«KORADO»	шт.	14		

Зм.	Кільк.	Арк.	№док	Підпис	Дата

08-13 МКР.007.01.000 ОВ.СО

Арк.
2

Позиція	Назва і технічна характеристика	Код обладнання, виробу, матеріалу	Тип, марка, позначення	Завод-виробник	Одиниця виміру	Кількість	Маса одиниці	Примітка
	FKO 33-06-14			«KORADO»	шт.	4		
	FKO 33-06-18			«KORADO»	шт.	2		
2.2	Клапани з попередньою настройкою для двотрубних систем водяного опалення DN15	RA-N (осьовий)		«Danfoss»	шт.	20		
2.3	Термостатичний елемент	RA 2991		«Danfoss»	шт.	20		
2.4	Запірний клапан кутовий із внутрішньою різзю, DN15	RLV-S (кутовий)		«Danfoss»	шт.	20		
2.5	Кран кульовий DN 32	PN40			шт.	4		
2.6	Автоматичний повітровідвідний клапан DN 15	Airvent		Danfoss	шт.	2		
2.7	Труба поліпропіленова Ø 20x2,8 мм	Fiber Basalt Plus S 3,2 / SDR 7,4 / PN 28		Wavin Ekoplastik	м	81,5		
	Ø 25x3,5 мм	Fiber Basalt Plus S 3,2 / SDR 7,4 / PN 28		Wavin Ekoplastik	м	140		
	Ø 32x4,4 мм	Fiber Basalt Plus S 3,2 / SDR 7,4 / PN 28		Wavin Ekoplastik	м	76		
	Ø 40x5,5 мм	Fiber Basalt Plus S 3,2 / SDR 7,4 / PN 28		Wavin Ekoplastik	м	31,5		
	Ø 50x6,9 мм	Fiber Basalt Plus S 3,2 / SDR 7,4 / PN 28		Wavin Ekoplastik	м	2,5		
2.8	Ізоляція трубна б=9 мм							

Зам. інв. №

Підпис та дата

Інв. № ориг.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

08-13 МКР.007.01.000 ОВ.СО

Арк.

3

Позиція	Назва і технічна характеристика	Код обладнання, виробу, матеріалу	Тип, марка, позначення	Завод-виробник	Одиниця виміру	Кількість	Маса одиниці	Примітка
	на поліпропіленовому трубопроводі Ø 20 мм	K - FLEX PE		K - FLEX	м	86		3 коеф. 1,05
	на поліпропіленовому трубопроводі Ø 25 мм	K - FLEX PE		K - FLEX	м	147		3 коеф. 1,05
	на поліпропіленовому трубопроводі Ø 32 мм	K - FLEX PE		K - FLEX	м	80		3 коеф. 1,05
	на поліпропіленовому трубопроводі Ø 40 мм	K - FLEX PE		K - FLEX	м	33		3 коеф. 1,05
	на поліпропіленовому трубопроводі Ø 50 мм	K - FLEX PE		K - FLEX	м	3		3 коеф. 1,05
2.9	Металоконструкції середньої складності (кріплення горизонтальних і вертикальних ділянок)				кг	15*		Тип та кількість уточнити проектом-виконання робіт
3. Система опалення теплиці тепловентиляторами (T11, T21)								
3.1	Водяний тепловентилятор 8-50 кВт, з ЕС двигуном 4850 м³/год, з монтажною консоллю	Volcano VR2		VTS EuroHeat	компл.	6		
3.2	Контролер	Volcano EC	1-4-0101-0457	VTS EuroHeat	шт.	3		
3.3	Датчик температури	NTC		VTS EuroHeat	шт.	3		

Зам. інв. №

Підпис та дата

Інв. № ориг.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

08-13 МКР.007.01.000 ОВ.СО

Арк.
4

Позиція	Назва і технічна характеристика	Код обладнання, виробу, матеріалу	Тип, марка, позначення	Завод-виробник	Одиниця виміру	Кількість	Маса одиниці	Примітка
3.4	Автоматичний комбінований балансувальний клапан DN 25 (1700 л/год) із вимірювальними ніпелями, зовнішньою різью, накидними гайками	AB-QM IV		Danfoss	шт.	6		
3.5	Електричний привід до комбінованого клапану 230 В, тип керуючого сигналу – ON / OFF, нормально закритий	TWA-Q 082F1600		«Danfoss»	шт.	6		
3.6	Нержавіюча гофрована труба DN 25, L=0,6 м, з накидними гайками				шт.	12		
3.7	Автоматичний повітровідвідний клапан DN 15	Airvent		Danfoss	шт.	7		
3.8	Кран кульовий (роз'ємне з'єднання з накидною гайкою) DN 32	PN40			шт.	12		
3.9	Кран кульовий DN 15	PN40			шт.	6		
3.10	Фільтр сітчастий муфтовий, DN 32				шт.	6		
3.11	Труба поліпропіленова Ø 20x2,8 мм	Fiber Basalt Plus S 3,2 / SDR 7,4 / PN 28		Wavin Ekoplastik	м	0,5		
	Ø 32x4,4 мм	Fiber Basalt Plus S 3,2 / SDR 7,4 / PN 28		Wavin Ekoplastik	м	0,5		
	Ø 40x5,5 мм	Fiber Basalt Plus S 3,2 / SDR 7,4 / PN 28		Wavin Ekoplastik	м	48,5		
	Ø 50x6,9 мм	Fiber Basalt Plus S 3,2 / SDR 7,4 / PN 28		Wavin Ekoplastik	м	12		
	Ø 63x8,6 мм	Fiber Basalt Plus S 3,2 / SDR 7,4 / PN 28		Wavin Ekoplastik	м	100		

Зам. інв. №

Підпис та дата

Інв. № ориг.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

08-13 МКР.007.01.000 ОВ.СО

Арк.

5

Інв. № ориг.

Підпис та дата

Зам. інв. №

Позиція	Назва і технічна характеристика	Код обладнання, виробу, матеріалу	Тип, марка, позначення	Завод-виробник	Одиниця виміру	Кількість	Маса одиниці	Примітка
3.12	Ізоляція трубна б=9 мм							
	на поліпропіленовому трубопроводі Ø 20 мм	K - FLEX PE		K - FLEX	м	0,5		3 коеф. 1,05
	на поліпропіленовому трубопроводі Ø 32 мм	K - FLEX PE		K - FLEX	м	0,5		3 коеф. 1,05
	на поліпропіленовому трубопроводі Ø 40 мм	K - FLEX PE		K - FLEX	м	51		3 коеф. 1,05
	на поліпропіленовому трубопроводі Ø 50 мм	K - FLEX PE		K - FLEX	м	13		3 коеф. 1,05
	на поліпропіленовому трубопроводі Ø 63	Fiber Basalt Plus S 3,2 / SDR 7,4 / PN 28		Wavin Ekoplastik	м	105		3 коеф. 1,05
3.13	Металоконструкції середньої складності (кріплення горизонтальних і вертикальних ділянок)				кг	50*		Тип та кількість уточнити проектом-виконання робіт
	4. Система опалення теплиці теплою підлогою (T12, T22)							
4.1	Гребінка теплої підлоги №1 та №2 (матеріали наведені для двох гребінок)							
	- змішувальний вузол з лівим підключенням, прямий	KR.1022L1-1"		KOER	компл.	2		
	- циркуляційний насос Q= 2,0 м³/год, H=3,8 м.в.ст.		Star-RS 25/6-130	WILO	компл.	2		Нелектр= 99 Вт (230 В)

Зм.	Кільк.	Арк.	№док	Підпис	Дата

08-13 МКР.007.01.000 ОВ.СО

Арк.
6

Позиція	Назва і технічна характеристика	Код обладнання, виробу, матеріалу	Тип, марка, позначення	Завод-виробник	Одиниця виміру	Кількість	Маса одиниці	Примітка
	- розподільча гребінка на 10 відводів, з витратомірами на падаючій гребінці та запірними кранами на зворотній			KOER	компл.	2		
	- кран кульовий муфтовий (роз'ємне з'єднання з накидною гайкою) DN 25				шт.	4		
	- фільтр сітчастий муфтовий, DN 25				шт.	2		
	- кран кульовий муфтовий DN 15				шт.	2		
4.2	Труба для теплої підлоги, з антидифузійним захистом Ø 20x2,0 мм	10 бар, 90°C			м	2002		Для контурів теплої підлоги
4.3	Труба поліпропіленова Ø 32x4,4 мм	Fiber Basalt Plus S 3,2 / SDR 7,4 / PN 28		Wavin Ekoplastik	м	28		
	Ø 50x6,9 мм	Fiber Basalt Plus S 3,2 / SDR 7,4 / PN 28		Wavin Ekoplastik	м	3		
4.4	Теплова ізоляція трубна б=9 мм							
	на трубопроводі Ø 32x4,4 мм	K - FLEX PE		K-FLEX	м	30		3 коеф. 1,05
	на трубопроводі Ø 50x6,9 мм	K - FLEX PE		K-FLEX	м	4		3 коеф. 1,05

Інв. № ориг.

Підпис та дата

Зам. інв. №

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

08-13 МКР.007.01.000 ОВ.СО

Арк.

7

ДОДАТОК Н

Таблиця 2.11 – Гідравлічний розрахунок системи радіаторного опалення теплиці

Тип	Труб.	Символ труб	L	Приміщення	dn	Із. ДвхG	ηІзо	ФНЛ	PLc	M	Q	Q	v	R	R·L	Σζ	Δp	θs	Δθr
діл.			м		мм	мм	%	кВт		kg/c	л/хв	м3/год	м/с	Па/м	Па		Па	оС	К
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	A	PP PPR SDR7,4	0,29	ТАМБУР	20x2,8	20x25	79,0	4,4	1,000	0,053	3,2	0,193	0,33	116	34	13,3	752	62,36	0,01
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δp = 702 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,45	ТАМБУР	20x2,8	20x25	73,0	4,4	1,000	0,053	3,2	0,193	0,33	116	52	0,3	69	62,35	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,29	ТАМБУР	20x2,8	20x25	79,0	4,4	1,000	0,053	3,2	0,193	0,33	116	34	13,3	752	62,25	0,01
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δp = 702 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,46	ТАМБУР	20x2,8	20x25	73,0	4,4	1,000	0,053	3,2	0,193	0,33	116	54	6,3	394	62,24	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,12	ТАМБУР	20x2,8	20x25	73,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,144	0,25	70	8	0,3	18	61,88	0,00
	A	PP PPR SDR7,4	0,53	ТАМБУР	20x2,8	20x25	79,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,144	0,25	70	37	17,3	563	61,87	0,02
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δp = 395 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,12	ТАМБУР	20x2,8	20x25	73,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,144	0,25	70	8	0,3	18	61,90	0,00
	A	PP PPR SDR7,4	0,53	ТАМБУР	20x2,8	20x25	79,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,144	0,25	70	37	14,3	471	61,88	0,02
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δp = 395 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,12	ТАМБУР	20x2,8	20x25	73,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,144	0,25	70	8	0,3	18	61,84	0,00
	A	PP PPR SDR7,4	0,39	ТАМБУР	20x2,8	20x25	79,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,144	0,25	70	27	13,3	431	61,83	0,02
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δp = 395 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,12	ТАМБУР	20x2,8	20x25	73,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,144	0,25	70	8	0,3	18	61,86	0,00
	A	PP PPR SDR7,4	0,39	ТАМБУР	20x2,8	20x25	79,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,144	0,25	70	27	14,3	462	61,84	0,02
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δp = 395 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	13,3	134	61,48	0,02
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δp = 125 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,50	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	79,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	13	1,3	26	61,44	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	13,3	134	61,44	0,02
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δp = 125 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,18	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	79,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	5	1,3	17	61,40	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	13,3	134	61,35	0,02
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δp = 125 Па																	

Продовження табл. 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	A	PP PPR SDR7,4	0,53	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	79,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	14	1,3	26	61,31	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	13,3	134	61,31	0,02
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δр = 125 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,18	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	79,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	5	1,3	17	61,27	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	13,3	134	61,24	0,02
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δр = 125 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	79,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	14	1,3	27	61,20	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	13,3	134	61,20	0,02
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δр = 125 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,18	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	79,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	5	1,3	17	61,16	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	13,3	134	61,05	0,02
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δр = 125 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,58	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	79,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	15	1,3	27	61,02	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	13,3	134	61,02	0,02
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δр = 125 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,18	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	79,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	5	1,3	17	60,98	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	13,3	134	60,87	0,02
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δр = 125 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,60	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	79,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	16	1,3	28	60,83	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	13,3	134	60,83	0,02
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δр = 125 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,18	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	79,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	5	1,3	17	60,80	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	13,3	134	60,63	0,02
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δр = 125 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,62	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	79,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	16	1,3	29	60,59	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	13,3	134	60,59	0,02
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δр = 125 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,18	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	79,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	5	1,3	17	60,56	0,01

Продовження табл. 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	A	PP PPR SDR7,4	0,23	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	79,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	6	13,3	134	60,34	0,02
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δp = 125 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,42	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	11	0,3	14	60,31	0,03
	A	PP PPR SDR7,4	0,23	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	79,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	6	13,3	134	60,15	0,02
RLV K		dn = 15 мм kv = 2,300 м³/год Δp = 125 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,26	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	0,3	10	60,12	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	1,40	ТАМБУР	32x4,4	32x30	77,0	11,0	1,000	0,131	8,0	0,482	0,32	60	84	1,3	149	61,98	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,40	ТАМБУР	20x2,8	20x25	73,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,144	0,25	70	28	1,5	74	61,81	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,62	ТАМБУР	32x4,4	32x30	81,0	11,0	1,000	0,131	8,0	0,482	0,32	60	37	2,5	162	61,93	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	1,40	ТАМБУР	32x4,4	32x30	77,0	11,0	1,000	0,131	8,0	0,482	0,32	60	84	1,3	149	61,95	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,32	ТАМБУР	20x2,8	20x25	79,0	4,4	1,000	0,053	3,2	0,193	0,33	116	37	3,3	215	62,22	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	2,65	ТАМБУР	20x2,8	20x25	79,0	4,4	1,000	0,053	3,2	0,193	0,33	116	309	9,3	811	62,33	0,08
	A	PP PPR SDR7,4	1,42	ТАМБУР	25x3,5	26x25	73,0	7,7	1,000	0,092	5,6	0,337	0,37	107	152	4,5	457	62,07	0,03
	A	PP PPR SDR7,4	0,39	ТАМБУР	20x2,8	20x25	73,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,144	0,25	70	27	5,5	194	61,85	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	1,41	ТАМБУР	25x3,5	26x25	73,0	7,7	1,000	0,092	5,6	0,337	0,37	107	151	3,0	355	62,03	0,03
	A	PP PPR SDR7,4	0,46	ТАМБУР	32x4,4	32x30	77,0	13,0	1,000	0,155	9,5	0,568	0,37	81	37	1,3	128	60,30	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	6,52	ТАМБУР	40x5,5	40x30	81,0	24,0	1,000	0,287	17,5	1,050	0,44	82	535	4,5	973	61,04	0,05
	A	PP PPR SDR7,4	0,83	ТЕПЛИЦЯ	32x4,4	32x30	81,0	13,0	1,000	0,155	9,5	0,568	0,37	81	67	2,3	227	60,31	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	4,60	ТЕПЛИЦЯ	32x4,4	32x30	77,0	13,0	1,000	0,155	9,5	0,568	0,37	81	371	1,3	462	60,37	0,05
	A	PP PPR SDR7,4	0,76	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	79,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	20	8,3	99	60,10	0,05
	A	PP PPR SDR7,4	2,16	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	57	4,5	100	60,05	0,15
	A	PP PPR SDR7,4	7,51	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	3,7	1,000	0,044	2,7	0,162	0,28	87	654	3,5	788	60,22	0,26
	A	PP PPR SDR7,4	7,52	ТЕПЛИЦЯ	25x3,5	26x25	73,0	5,6	1,000	0,067	4,1	0,244	0,27	61	459	2,0	529	60,23	0,20
	A	PP PPR SDR7,4	9,98	ТЕПЛИЦЯ	25x3,5	26x25	73,0	7,4	1,000	0,089	5,4	0,325	0,35	101	1011	2,0	1136	60,26	0,20
	A	PP PPR SDR7,4	7,40	ТЕПЛИЦЯ	25x3,5	26x25	73,0	9,3	1,000	0,111	6,8	0,406	0,44	150	1113	3,0	1408	60,28	0,12
	A	PP PPR SDR7,4	10,07	ТЕПЛИЦЯ	32x4,4	32x30	77,0	11,1	1,000	0,133	8,1	0,487	0,32	61	618	1,5	695	60,34	0,14
	A	PP PPR SDR7,4	0,91	ТЕПЛИЦЯ	32x4,4	32x30	77,0	13,0	1,000	0,155	9,5	0,568	0,37	81	73	2,3	234	60,33	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	1,00	ТЕПЛИЦЯ	32x4,4	32x30	81,0	13,0	1,000	0,155	9,5	0,568	0,37	81	81	2,3	241	60,34	0,01

Продовження табл. 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	A	PP PPR SDR7,4	4,15	ТЕПЛИЦЯ	32x4,4	32x30	77,0	13,0	1,000	0,155	9,5	0,569	0,37	81	335	1,3	425	60,39	0,05
	A	PP PPR SDR7,4	2,49	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	79,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	65	6,3	126	60,28	0,18
	A	PP PPR SDR7,4	2,00	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	52	4,5	95	60,10	0,14
	A	PP PPR SDR7,4	7,51	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	3,7	1,000	0,044	2,7	0,162	0,28	87	654	3,5	788	60,25	0,26
	A	PP PPR SDR7,4	7,52	ТЕПЛИЦЯ	25x3,5	26x25	73,0	5,6	1,000	0,067	4,1	0,244	0,27	61	459	2,0	529	60,26	0,20
	A	PP PPR SDR7,4	9,98	ТЕПЛИЦЯ	25x3,5	26x25	73,0	7,4	1,000	0,089	5,4	0,325	0,35	101	1010	2,0	1136	60,28	0,20
	A	PP PPR SDR7,4	7,40	ТЕПЛИЦЯ	25x3,5	26x25	73,0	9,3	1,000	0,111	6,8	0,406	0,44	150	1113	3,0	1408	60,30	0,12
	A	PP PPR SDR7,4	10,07	ТЕПЛИЦЯ	32x4,4	32x30	77,0	11,1	1,000	0,133	8,1	0,487	0,32	61	618	1,5	695	60,36	0,14
	A	PP PPR SDR7,4	0,95	ТАМБУР	32x4,4	32x30	81,0	11,0	1,000	0,131	8,0	0,482	0,32	60	57	3,5	232	61,96	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,77	ТАМБУР	50x6,9	50x30	78,0	48,0	1,000	0,573	35,0	2,100	0,57	98	75	0,3	123	61,03	0,00
	A	PP PPR SDR7,4	0,28	ТАМБУР	40x5,5	40x30	81,0	24,0	1,000	0,287	17,5	1,050	0,44	82	23	4,5	462	61,06	0,00
	A	PP PPR SDR7,4	0,46	ТАМБУР	20x2,8	20x25	80,0	4,4	1,000	0,053	3,2	0,195	0,33	111	51	168,0	9308	79,82	0,02
RA-N K		Налаштування: N dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,63 kv = 0,640 м³/год Δр = 9241 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,27	ТАМБУР	20x2,8	20x25	80,0	4,4	1,000	0,053	3,2	0,195	0,33	111	30	150,0	8293	79,64	0,01
RA-N K		Налаштування: N dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,56 kv = 0,678 м³/год Δр = 8247 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,46	ТАМБУР	20x2,8	20x25	74,0	4,4	1,000	0,053	3,2	0,195	0,33	111	51	0,3	68	79,69	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,13	ТАМБУР	20x2,8	20x25	74,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,146	0,25	67	9	0,3	18	79,85	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,53	ТАМБУР	20x2,8	20x25	80,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,146	0,25	67	35	345,9	10759	79,93	0,03
RA-N K		Налаштування: 7 dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,73 kv = 0,447 м³/год Δр = 10668 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,13	ТАМБУР	20x2,8	20x25	74,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,146	0,25	67	9	0,3	18	79,87	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,53	ТАМБУР	20x2,8	20x25	80,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,146	0,25	67	35	381,6	11867	79,95	0,03
RA-N K		Налаштування: 6 dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,80 kv = 0,426 м³/год Δр = 11761 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,13	ТАМБУР	20x2,8	20x25	74,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,146	0,25	67	9	0,3	18	79,79	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,59	ТАМБУР	20x2,8	20x25	80,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,146	0,25	67	39	333,5	10376	79,87	0,04

Продовження табл. 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
RA-N K		Налаштування: 7 dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,70 kv = 0,455 м³/год Δр = 10281 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,13	ТАМБУР	20x2,8	20x25	74,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,146	0,25	67	9	0,3	18	79,81	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,59	ТАМБУР	20x2,8	20x25	80,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,146	0,25	67	39	352,7	10974	79,89	0,04
RA-N K		Налаштування: 7 dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,74 kv = 0,442 м³/год Δр = 10925 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,26	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	24	6	1157,1	11357	79,82	0,03
RA-N K		Налаштування: 4 dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,77 kv = 0,244 м³/год Δр = 11348 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,30	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	80,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	24	7	1,8	25	79,91	0,03
	A	PP PPR SDR7,4	0,26	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	24	6	1083,4	10633	79,75	0,03
RA-N K		Налаштування: 5 dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,72 kv = 0,252 м³/год Δр = 10624 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,38	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	80,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	24	9	1,8	27	79,85	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,26	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	24	6	1024,0	10048	79,61	0,03
RA-N K		Налаштування: 5 dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,68 kv = 0,259 м³/год Δр = 10039 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,32	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	80,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	24	8	1,8	26	79,70	0,03
	A	PP PPR SDR7,4	0,26	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	24	6	945,0	9273	79,54	0,03
RA-N K		Налаштування: 5 dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,63 kv = 0,270 м³/год Δр = 9264 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,38	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	80,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	24	9	1,8	27	79,64	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,26	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	24	6	746,3	7324	79,43	0,03
RA-N K		Налаштування: 5 dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,50 kv = 0,304 м³/год Δр = 7315 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,34	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	80,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	24	8	1,8	26	79,52	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,26	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	24	6	667,4	6550	79,36	0,03

Продовження табл. 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
RA-N K		Налаштування: 5 dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,45 kv = 0,321 м³/год Δр = 6540 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,38	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	80,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	24	9	1,8	27	79,46	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,26	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	6	519,5	5098	79,13	0,03
RA-N K		Налаштування: 6 dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,35 kv = 0,364 м³/год Δр = 5089 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,37	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	80,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	9	1,8	27	79,23	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,26	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	6	440,7	4325	79,07	0,03
RA-N K		Налаштування: 6 dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,29 kv = 0,395 м³/год Δр = 4316 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,38	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	80,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	9	1,8	27	79,17	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,26	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	6	413,8	4061	78,83	0,03
RA-N K		Налаштування: 6 dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,28 kv = 0,408 м³/год Δр = 4052 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,39	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	80,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	10	1,8	27	78,93	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,26	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	6	335,0	3289	78,77	0,03
RA-N K		Налаштування: 7 dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,22 kv = 0,453 м³/год Δр = 3279 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,38	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	80,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	9	1,8	27	78,87	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,26	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	6	258,0	2533	78,44	0,03
RA-N K		Налаштування: 7 dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,17 kv = 0,517 м³/год Δр = 2524 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,41	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	80,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	10	1,8	28	78,54	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,26	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	6	179,2	1762	78,38	0,03
RA-N K		Налаштування: N dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,12 kv = 0,620 м³/год Δр = 1752 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,38	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	80,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	9	1,8	27	78,48	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,28	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	80,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	7	214,4	2105	77,97	0,03

Продовження табл. 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
RA-N K		Налаштування: N dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,14 kv = 0,567 м³/год Δр = 2096 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,22	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	5	0,3	8	78,05	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,28	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	80,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	7	129,3	1272	77,67	0,03
RA-N K		Налаштування: N dn = 15 мм																	
		Авторитет = 0,09 kv = 0,730 м³/год Δр = 1262 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,26	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	6	0,3	9	77,75	0,03
	A	PP PPR SDR7,4	2,58	ТАМБУР	20x2,8	20x25	79,0	4,4	1,000	0,053	3,2	0,195	0,33	111	286	8,3	744	79,81	0,12
	A	PP PPR SDR7,4	1,15	ТАМБУР	20x2,8	20x25	74,0	4,4	1,000	0,053	3,2	0,195	0,33	111	128	3,1	296	79,87	0,05
	A	PP PPR SDR7,4	1,46	ТАМБУР	25x3,5	26x25	75,0	7,7	1,000	0,092	5,7	0,341	0,37	102	150	3,6	395	79,91	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,75	ТАМБУР	32x4,4	32x30	82,0	11,0	1,000	0,131	8,1	0,487	0,32	57	43	3,1	199	79,99	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	1,61	ТАМБУР	20x2,8	20x25	74,0	4,4	1,000	0,053	3,2	0,195	0,33	111	179	5,1	457	79,93	0,07
	A	PP PPR SDR7,4	1,46	ТАМБУР	25x3,5	26x25	75,0	7,7	1,000	0,092	5,7	0,341	0,37	102	150	5,1	499	79,97	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,35	ТАМБУР	20x2,8	20x25	74,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,146	0,25	67	23	5,6	195	79,91	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,66	ТАМБУР	32x4,4	32x30	78,0	13,0	1,000	0,155	9,6	0,575	0,38	77	51	1,8	179	79,92	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,62	ТАМБУР	32x4,4	32x30	82,0	11,0	1,000	0,131	8,1	0,487	0,32	57	35	2,1	140	79,92	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,83	ТЕПЛИЦЯ	32x4,4	32x30	82,0	13,0	1,000	0,155	9,6	0,575	0,38	77	64	2,3	228	79,91	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	2,39	ТЕПЛИЦЯ	32x4,4	32x30	78,0	13,0	1,000	0,155	9,6	0,575	0,38	77	183	0,3	205	79,90	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	2,77	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	79,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	68	12,3	189	78,05	0,30
	A	PP PPR SDR7,4	4,17	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	102	2,5	127	78,48	0,43
	A	PP PPR SDR7,4	7,51	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	3,7	1,000	0,044	2,7	0,164	0,28	82	619	3,1	739	78,87	0,39
	A	PP PPR SDR7,4	7,52	ТЕПЛИЦЯ	25x3,5	26x25	75,0	5,6	1,000	0,067	4,1	0,246	0,27	58	434	2,0	507	79,17	0,30
	A	PP PPR SDR7,4	9,98	ТЕПЛИЦЯ	25x3,5	26x25	75,0	7,4	1,000	0,089	5,5	0,328	0,36	96	960	2,0	1088	79,46	0,30
	A	PP PPR SDR7,4	7,40	ТЕПЛИЦЯ	25x3,5	26x25	75,0	9,3	1,000	0,111	6,8	0,411	0,45	143	1060	2,6	1316	79,64	0,18
	A	PP PPR SDR7,4	10,07	ТЕПЛИЦЯ	32x4,4	32x30	78,0	11,1	1,000	0,133	8,2	0,493	0,32	58	587	1,5	665	79,85	0,21
	A	PP PPR SDR7,4	0,35	ТАМБУР	20x2,8	20x25	74,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,146	0,25	67	23	3,6	133	79,97	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,91	ТЕПЛИЦЯ	32x4,4	32x30	78,0	13,0	1,000	0,155	9,6	0,575	0,38	77	70	2,8	270	79,99	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	1,00	ТЕПЛИЦЯ	32x4,4	32x30	82,0	13,0	1,000	0,155	9,6	0,575	0,38	77	77	2,3	241	79,97	0,02

Продовження табл. 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	A	PP PPR SDR7,4	2,14	ТЕПЛИЦЯ	32x4,4	32x30	78,0	13,0	1,000	0,155	9,6	0,575	0,38	77	164	1,3	257	79,95	0,04
	A	PP PPR SDR7,4	0,48	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	80,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	12	4,3	54	78,10	0,05
	A	PP PPR SDR7,4	4,21	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	103	8,5	187	78,54	0,44
	A	PP PPR SDR7,4	7,51	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	3,7	1,000	0,044	2,7	0,164	0,28	82	619	3,1	738	78,93	0,39
	A	PP PPR SDR7,4	7,52	ТЕПЛИЦЯ	25x3,5	26x25	75,0	5,6	1,000	0,067	4,1	0,246	0,27	58	434	2,0	507	79,23	0,30
	A	PP PPR SDR7,4	9,98	ТЕПЛИЦЯ	25x3,5	26x25	75,0	7,4	1,000	0,089	5,5	0,328	0,36	96	960	2,0	1088	79,52	0,30
	A	PP PPR SDR7,4	7,40	ТЕПЛИЦЯ	25x3,5	26x25	75,0	9,3	1,000	0,111	6,8	0,411	0,45	143	1060	2,6	1316	79,70	0,18
	A	PP PPR SDR7,4	10,07	ТЕПЛИЦЯ	32x4,4	32x30	78,0	11,1	1,000	0,133	8,2	0,493	0,32	58	587	0,5	613	79,91	0,21
	A	PP PPR SDR7,4	0,48	ТАМБУР	40x5,5	40x30	82,0	24,0	1,000	0,287	17,7	1,062	0,45	78	38	4,1	441	79,99	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,67	ТАМБУР	50x6,9	50x30	79,0	48,0	1,000	0,573	35,4	2,123	0,57	94	63	0,3	112	80,00	0,00
	A	PP PPR SDR7,4	6,32	ТАМБУР	40x5,5	40x30	82,0	24,0	1,000	0,287	17,7	1,062	0,45	78	495	4,1	899	79,99	0,07
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТАМБУР	20x2,8	20x25	73,0	4,4	1,000	0,053	3,2	0,193	0,33	116	29	0,3	45	62,24	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТАМБУР	20x2,8	20x25	73,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,144	0,25	70	18	0,3	27	61,84	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТАМБУР	20x2,8	20x25	73,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,144	0,25	70	18	0,3	27	61,88	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТАМБУР	20x2,8	20x25	73,0	4,4	1,000	0,053	3,2	0,193	0,33	116	29	0,3	45	62,35	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТАМБУР	20x2,8	20x25	73,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,144	0,25	70	18	0,3	27	61,89	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТАМБУР	20x2,8	20x25	73,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,144	0,25	70	18	0,3	27	61,85	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	0,3	9	60,14	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	0,3	9	60,57	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	0,3	9	60,81	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	0,3	9	61,00	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	0,3	9	61,18	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	0,3	9	61,42	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	0,3	9	61,29	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	0,3	9	60,32	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	0,3	9	60,61	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	0,3	9	60,85	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	0,3	9	61,03	0,02

Продовження табл. 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	0,3	9	61,22	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	0,3	9	61,46	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,25	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	73,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,081	0,14	26	7	0,3	9	61,33	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТАМБУР	50x6,9	50x30	78,0	48,0	1,000	0,573	35,0	2,100	0,57	98	54	0,0	54	61,02	0,00
	A	PP PPR SDR7,4	0,75	ТАМБУР	20x2,8	20x25	74,0	4,4	1,000	0,053	3,2	0,195	0,33	111	83	0,3	100	79,67	0,03
	A	PP PPR SDR7,4	0,75	ТАМБУР	20x2,8	20x25	74,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,146	0,25	67	50	0,3	59	79,85	0,05
	A	PP PPR SDR7,4	0,75	ТАМБУР	20x2,8	20x25	74,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,146	0,25	67	50	0,3	59	79,83	0,05
	A	PP PPR SDR7,4	0,75	ТАМБУР	20x2,8	20x25	74,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,146	0,25	67	50	0,3	59	79,92	0,05
	A	PP PPR SDR7,4	0,75	ТАМБУР	20x2,8	20x25	74,0	3,3	1,000	0,039	2,4	0,146	0,25	67	50	0,3	59	79,90	0,05
	A	PP PPR SDR7,4	0,75	ТАМБУР	20x2,8	20x25	74,0	4,4	1,000	0,053	3,2	0,195	0,33	111	83	0,3	100	79,85	0,03
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	14	0,3	16	77,73	0,06
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	14	0,3	16	78,44	0,06
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	13	0,3	16	78,83	0,06
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	13	0,3	16	79,13	0,06
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	24	13	0,3	16	79,42	0,06
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	24	13	0,3	16	79,81	0,06
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	24	13	0,3	16	79,60	0,06
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	14	0,3	16	78,03	0,06
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	14	0,3	16	78,50	0,06
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	13	0,3	16	78,89	0,06
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	25	13	0,3	16	79,19	0,06
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	24	13	0,3	16	79,49	0,06
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	24	13	0,3	16	79,88	0,06
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	20x2,8	20x25	74,0	1,9	1,000	0,022	1,4	0,082	0,14	24	13	0,3	16	79,67	0,06
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТАМБУР	50x6,9	50x30	79,0	48,0	1,000	0,573	35,4	2,123	0,57	94	51	0,0	51	80,00	0,00

Із. ДвхG

Внутрішній діаметр та товщина ізоляції

ηІзо

Ефективність ізоляції ділянки

ФНЛ

Теплове навантаження ділянки

PLc	Коефіцієнт часткового теплового навантаження
M	Масова витрата теплоносія що протікає через ділянку
Q	Розрахункова об'ємна витрата теплоносія що протікає через ділянку
v	Швидкість течії теплоносія у ділянці
R	Питома лінійна втрата тиску в ділянці
R·L	Лінійні втрати тиску трубопроводі
Σζ	Підсумовані коефіцієнти місцевих опорів арматури що знаходяться на ділянці
Δp	Гідрравлічний опір ділянки
θs	Реальна температура теплоносія що подається
Δθr	Реальне охолодження теплоносія

Таблиця 2.12 – Гідрравлічний розрахунок системи опалення теплиці з тепловентиляторами

Тип	Труб.	Символ труб	L	Приміщення	dn	Ізоляція	Із. DвхG	ηІзо	ФНЛ	PLc	M	Q	v	R	R·L	Σζ	Δp	θs	Δθr
діл.			м		мм		мм	%	кВт		kg/c	м3/год	м/с	Па/м	Па		Па	оС	К
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	A	PP PPR SDR7,4	1,31	ТЕПЛИЦЯ	63x8,6	ПІНКА РЕ	64x25	75,0	150,0	1,000	1,791	6,560	1,11	248	325	0,3	508	59,74	0,00
	A	PP PPR SDR7,4	0,80	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	72,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	71	284,1	30113	59,94	0,01
AB-QM IV		Налаштування: 100% dn = 25 мм																	
		Q = м³/год kv = 1,996 м³/год Δp = 30010 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,75	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	72,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	66	234,0	24807	59,92	0,01
AB-QM IV		Налаштування: 100% dn = 25 мм																	
		Q = м³/год kv = 2,200 м³/год Δp = 24709 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,73	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	72,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	65	190,1	20163	59,85	0,01
AB-QM IV		Налаштування: 100% dn = 25 мм																	
		Q = м³/год kv = 2,441 м³/год Δp = 20067 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,83	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	72,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	73	212,7	22562	59,89	0,01
AB-QM IV		Налаштування: 100% dn = 25 мм																	
		Q = м³/год kv = 2,307 м³/год Δp = 22457 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,79	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	72,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	70	149,8	15909	59,72	0,01
AB-QM IV		Налаштування: 100% dn = 25 мм																	
		Q = м³/год kv = 2,750 м³/год Δp = 15807 Па																	
	A	PP PPR SDR7,4	0,86	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	72,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	76	168,3	17872	59,80	0,01

Продовження табл. 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
АВ-QM IV		Налаштування: 100% dn = 25 мм																	
		Q = м³/год kv = 2,594 м³/год Δp = 17764 Па																	
	А	PP PPR SDR7,4	3,32	ТЕПЛИЦЯ	63x8,6	ПІНКА РЕ	64x25	78,0	150,0	1,000	1,791	6,560	1,11	248	823	3,8	3148	59,75	0,01
	А	PP PPR SDR7,4	1,70	ТЕПЛИЦЯ	63x8,6	ПІНКА РЕ	64x25	75,0	150,0	1,000	1,791	6,560	1,11	248	421	1,3	1217	59,75	0,00
	А	PP PPR SDR7,4	1,57	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	76,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	139	1,3	276	59,71	0,01
	А	PP PPR SDR7,4	2,61	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	76,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	231	1,3	369	59,79	0,02
	А	PP PPR SDR7,4	9,40	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	72,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	833	3,0	1150	59,70	0,08
	А	PP PPR SDR7,4	1,57	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	76,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	139	1,3	276	59,84	0,01
	А	PP PPR SDR7,4	5,35	ТЕПЛИЦЯ	50x6,9	ПІНКА РЕ	50x25	75,0	50,0	1,000	0,597	2,187	0,59	105	564	3,0	1086	59,69	0,02
	А	PP PPR SDR7,4	2,61	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	76,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	231	1,3	369	59,88	0,02
	А	PP PPR SDR7,4	12,20	ТЕПЛИЦЯ	63x8,6	ПІНКА РЕ	64x25	75,0	75,0	1,000	0,896	3,280	0,55	70	856	3,0	1315	59,72	0,04
	А	PP PPR SDR7,4	1,57	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	76,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	139	1,3	276	59,91	0,01
	А	PP PPR SDR7,4	5,25	ТЕПЛИЦЯ	63x8,6	ПІНКА РЕ	64x25	75,0	100,0	1,000	1,194	4,373	0,74	118	620	1,5	1028	59,72	0,01
	А	PP PPR SDR7,4	2,61	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	76,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	231	1,3	368	59,93	0,02
	А	PP PPR SDR7,4	12,15	ТЕПЛИЦЯ	63x8,6	ПІНКА РЕ	64x25	75,0	125,0	1,000	1,493	5,467	0,92	177	2156	1,5	2793	59,75	0,03
	А	PP PPR SDR7,4	1,41	ТЕПЛИЦЯ	63x8,6	ПІНКА РЕ	64x35	81,0	150,0	1,000	1,791	6,636	1,12	240	338	0,3	526	80,00	0,00
	А	PP PPR SDR7,4	0,70	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x30	79,0	25,0	1,000	0,299	1,106	0,47	84	59	0,3	92	79,96	0,01
	А	PP PPR SDR7,4	0,85	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x30	79,0	25,0	1,000	0,299	1,106	0,47	84	72	0,3	104	79,94	0,01
	А	PP PPR SDR7,4	0,83	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x30	79,0	25,0	1,000	0,299	1,106	0,47	84	70	0,3	103	79,87	0,01
	А	PP PPR SDR7,4	0,93	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x30	79,0	25,0	1,000	0,299	1,106	0,47	84	79	0,3	111	79,91	0,01
	А	PP PPR SDR7,4	0,69	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x30	79,0	25,0	1,000	0,299	1,106	0,47	84	58	0,3	91	79,74	0,01
	А	PP PPR SDR7,4	0,76	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x30	79,0	25,0	1,000	0,299	1,106	0,47	84	64	0,3	97	79,82	0,01
	А	PP PPR SDR7,4	3,12	ТЕПЛИЦЯ	63x8,6	ПІНКА РЕ	64x35	83,0	150,0	1,000	1,791	6,636	1,12	240	747	3,8	3126	80,00	0,01
	А	PP PPR SDR7,4	1,47	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x30	82,0	25,0	1,000	0,299	1,106	0,47	84	124	1,3	265	79,75	0,02

Продовження табл. 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	A	PP PPR SDR7,4	2,71	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x30	82,0	25,0	1,000	0,299	1,106	0,47	84	229	1,8	424	79,85	0,03
	A	PP PPR SDR7,4	9,40	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x30	79,0	25,0	1,000	0,299	1,106	0,47	84	794	2,6	1070	79,85	0,10
	A	PP PPR SDR7,4	1,47	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x30	82,0	25,0	1,000	0,299	1,106	0,47	84	124	1,8	319	79,88	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	5,55	ТЕПЛИЦЯ	50x6,9	ПІНКА РЕ	50x30	79,0	50,0	1,000	0,597	2,212	0,60	101	560	2,6	1014	79,88	0,03
	A	PP PPR SDR7,4	2,71	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x30	82,0	25,0	1,000	0,299	1,106	0,47	84	229	1,8	423	79,94	0,03
	A	PP PPR SDR7,4	12,20	ТЕПЛИЦЯ	63x8,6	ПІНКА РЕ	64x35	81,0	75,0	1,000	0,896	3,318	0,56	67	820	3,0	1289	79,94	0,05
	A	PP PPR SDR7,4	5,25	ТЕПЛИЦЯ	63x8,6	ПІНКА РЕ	64x35	81,0	100,0	1,000	1,194	4,424	0,75	114	596	1,5	1013	79,95	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	1,47	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x30	82,0	25,0	1,000	0,299	1,106	0,47	84	124	1,8	319	79,95	0,02
	A	PP PPR SDR7,4	11,95	ТЕПЛИЦЯ	63x8,6	ПІНКА РЕ	64x35	81,0	125,0	1,000	1,493	5,530	0,93	171	2044	1,5	2696	79,99	0,03
	A	PP PPR SDR7,4	2,71	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x30	82,0	25,0	1,000	0,299	1,106	0,47	84	229	1,8	423	79,99	0,03
	A	PP PPR SDR7,4	1,70	ТЕПЛИЦЯ	63x8,6	ПІНКА РЕ	64x35	81,0	150,0	1,000	1,791	6,636	1,12	240	407	1,3	1221	79,99	0,00
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	72,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	49	0,3	80	59,81	0,00
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	72,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	49	0,3	80	59,85	0,00
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	72,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	49	0,3	80	59,89	0,00
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	72,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	49	0,3	80	59,92	0,00
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	72,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	49	0,3	80	59,94	0,00
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	63x8,6	ПІНКА РЕ	64x25	75,0	150,0	1,000	1,791	6,560	1,11	248	136	0,0	136	59,74	0,00
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x20	72,0	25,0	1,000	0,299	1,093	0,46	89	49	0,3	80	59,72	0,00
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x30	79,0	25,0	1,000	0,299	1,106	0,47	84	46	0,3	79	79,81	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x30	79,0	25,0	1,000	0,299	1,106	0,47	84	46	0,3	79	79,86	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x30	79,0	25,0	1,000	0,299	1,106	0,47	84	46	0,3	79	79,93	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x30	79,0	25,0	1,000	0,299	1,106	0,47	84	46	0,3	79	79,95	0,01
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	63x8,6	ПІНКА РЕ	64x35	81,0	150,0	1,000	1,791	6,636	1,12	240	132	0,0	132	80,00	0,00
	A	PP PPR SDR7,4	0,55	ТЕПЛИЦЯ	40x5,5	ПІНКА РЕ	40x30	79,0	25,0	1,000	0,299	1,106	0,47	84	46	0,3	79	79,90	0,01

Із. DвхG	Внутрішній діаметр та товщина ізоляції
$\eta_{\text{Ізо}}$	Ефективність ізоляції ділянки
ФНЛ	Теплове навантаження ділянки
PLc	Коефіцієнт часткового теплового навантаження
M	Масова витрата теплоносія що протікає через ділянку
Q	Розрахункова об'ємна витрата теплоносія що протікає через ділянку
v	Швидкість течії теплоносія у ділянці
R	Питома лінійна втрата тиску в ділянці
R-L	Лінійні втрати тиску трубопроводі
$\Sigma\zeta$	Підсумовані коефіцієнти місцевих опорів арматури що знаходяться на ділянці
Δp	Гідравлічний опір ділянки
θ_s	Реальна температура теплоносія що подається
$\Delta\theta_r$	Реальне охолодження теплоносія

Таблиця 2.12 – Гідравлічний розрахунок системи гребінок теплої підлоги теплиці

Средовище - вода з температурою 25С. В'язкість середи, кг/м3 997													
Ділянка	Q вт	G кг/ч	Об'ємна витрата на ділянці, м3/год	Внутрішній діаметр труб, мм	Довжина ділянки, м	Площа перерізу труби, м2	Шорсткість стінок труби, мм	Швидкість теплоносія, м/с	Коефіцієнт тертя	Втрати тиску на тертя, Па	Втрати на місцевих опорах, Па	Сумарні втрати тиску в трубопроводах, Па	М.в.ст., для підбору насоса на систему
1 частина 1 гребінки	18000	774	0,77	23	15	0,000415	0,010	0,517	0,030	2612	1000	3612	0,73
2 частина 1 гребінки	36000	1548	1,55	36	5	0,001018	0,010	0,422	0,028	347	1000	1347	0,18
												Σ	0,91
1 частина 2 гребінки	18000	1935	1,94	25	1	0,000491	0,010	1,095	0,025	595	10000	10595	1,13
2 частина 2 гребінки	1800	194	0,19	15	60	0,000177	0,010	0,304	0,038	6978	0	6978	1,54
												Σ	2,67

Відгук

наукового керівника

на магістерську кваліфікаційну роботу магістрантки гр.ТГ- 22м

Юзькової Є.П.

на тему "**Система створення комфортного температурно-вологісного середовища у теплицях для вирощування рослинної продукції**"

Магістерська робота, присвячена розробленню системи необхідного нормативного мікроклімату за рахунок створення комфортних умов у теплицях для вирощування рослинної продукції. Дана розробка, що наведена в МКР є актуальним дослідженням, що є достатньо актуальним і спрямоване на подальший розвиток і підвищення ефективності сільського господарства за рахунок впровадження інновацій у виробничі процеси. Авторка глибоко аналізує проблеми, з якими стикаються фермери та виробники рослинної продукції при створенні комфортних умов у теплицях. Робота починається з огляду сучасного стану забезпечення мікроклімату у теплицях та причин, які спричиняють його неефективність. Магістрантка робить висновок, що необхідно розробити нову систему мікроклімату, щоб поліпшити умови вирощування рослин.

В результаті чого було обрано і обґрунтовано варіант подібної системи з найбільш раціональними параметрами, що забезпечуватимуть економне та енергоефективне теплопостачання теплиці. Далі автор пропонує методологію розроблення системи мікроклімату та описує кожен етап процесу. Використовуючи при цьому відомі теоретичні засади для створення математичної моделі робочого процесу тепломасообміну, а також власні вдосконалення цієї моделі із врахуванням конструктивних особливостей будівлі споруди теплиці, застосованого устаткування для комбінованої системи опалення. В результаті такої інноваційної методики, розробка системи мікроклімату в теплиці може стати можливою і відповідною до нормативних вимог.

Передбачається, що розроблена система мікроклімату значно покращить умови вирощування рослин і сприятиме збільшенню врожайності. Наведені авторкою обґрунтування у пояснювальній записці, свідчать про енергоефективність розробленої системи теплопостачання для нагріву повітря і ґрунту. Окрім того, магістрантка звернула увагу на екологічні аспекти розробленої нею системи забезпечення комфортного мікроклімату теплиці. Високий рівень екологічної безпеки є однією з головних переваг роботи. Розроблена система використовує природні ресурси та немає шкідливого впливу на довкілля.

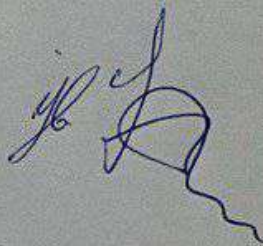
Магістранткою запропоновано ряд аналітичних залежностей, що можуть бути покладені в основу методики розрахунку і проектування інженерних систем подібних будівель і споруд. Викладені у МКР отримані окремі результати і висновки мають новизну отриманих результатів та практичну значущість.

Робота виконувалась на протязі 2022-2023 років згідно перспективних планових науково-дослідних робіт НДЛ гідродинаміки та кафедри інженерних систем у будівництві ВНТУ. Основні положення та результати МКР доповідались та обговорювались на 1-ій міжнародній конференції та 2-х науково-технічних конференціях ВНТУ, на семінарах наукового гуртка «Гідроаеродинаміка машин та систем ТПП і В». За темою роботи опубліковано тези доповідей. МКР виконувалась за погодженням із проектною організацією і рекомендована до впровадження.

За час виконання магістерської кваліфікаційної роботи магістрантка Юзькова Є.П. показала практичні навички, уміння вирішувати складні сучасні науково-технічні задачі на достатньому рівні із застосуванням засобів обчислювальної техніки та необхідного програмного забезпечення. Магістерська кваліфікаційна робота виконана самостійно, в повному обсязі у відповідності до чинних вимог.

Вважаю, що магістерська кваліфікаційна робота заслуговує оцінки «А», а її автор – магістрантка Юзькова Є.П. відповідає вимогам другого магістерського рівня вищої освіти та гідна присвоєння ступеня магістра з будівництва за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, згідно освітньої програми «Теплогазопостачання і вентиляція».

Науковий керівник
магістерської кваліфікаційної роботи
к.т.н., професор кафедри ІСБ



І. В. Коц

РЕЦЕНЗІЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу магістрантки гр.ТГ- 22м

Юзькової Є.П.

на тему "**Система створення комфортного температурно-вологісного середовища у теплицях для вирощування рослинної продукції**"

Магістерська кваліфікаційна робота виконана згідно до завдання, відповідає темі, містить _____ аркушів графічного матеріалу і пояснювальну записку з _____ сторінок.

Тема МКР є актуальною і присвячена забезпечення оптимальних умов для росту та розвитку рослин. Запропонована система опалення допоможе створити стабільний та комфортний температурний режим в теплицях, що сприятиме покращенню вегетації, цвітінню та формуванню плодів. Робота є реальною і була погоджена із проектною організацією, яка проектує подібну споруду із запропонованим магістранткою устаткуванням для конкретного замовника

Вихідних даних на роботу є достатньо для розробки варіантів проектних рішень і проведення техніко-економічного обґрунтування.

Авторка застосувала варіантний підхід при вирішенні ряду проектних рішень, у МКР наявний багатоваріантний аналіз для пошуку оптимального рішення. Прийняті рішення є достатньо обґрунтовані та виконані врахуванням основних факторів та вимог БЖД.

Основне технічне рішення достатньо обґрунтоване з використанням аналітичних підходів та порівнянь. Науковий рівень роботи достатній для МКР.

Авторка запропонувала удосконалену математичну модель для обґрунтування робочих процесів тепломасообміну із врахуванням конструктивних особливостей і характеристик застосованої системи опалення для нагрівання повітря і ґрунту теплиці, а також використала сучасний програмне забезпечення KAN SET 7.3 для виконання гідравлічних розрахунків та підбору необхідних конструктивних параметрів та робочих характеристик основних складових системи опалення теплиці.

Основні проектні рішення чітко обґрунтовані, оформлення відповідає основним вимогам діючих стандартів


МКР відповідає вимогам ЄСКД та СПДБ, графічний матеріал в цілому відображає основний зміст МКР та відповідає об'єкту досліджень і основним вимогам діючих стандартів.

Робота має практичну цінність і може бути реалізована у виробничих умовах.

- У магістерській кваліфікаційній роботі можна відмітити такі недоліки:
- в розділі 2 пояснювальної записки в переліку складових частин огороджувальних конструкцій не достатньо аргументовано тип та товщину обраного утеплювача;
 - висновки окремих розділів мають дещо узагальнений вигляд без вказання на конкретні отримані результати

Магістерська кваліфікаційна робота в цілому виконана на високому рівні і заслуговує на оцінку « А ».

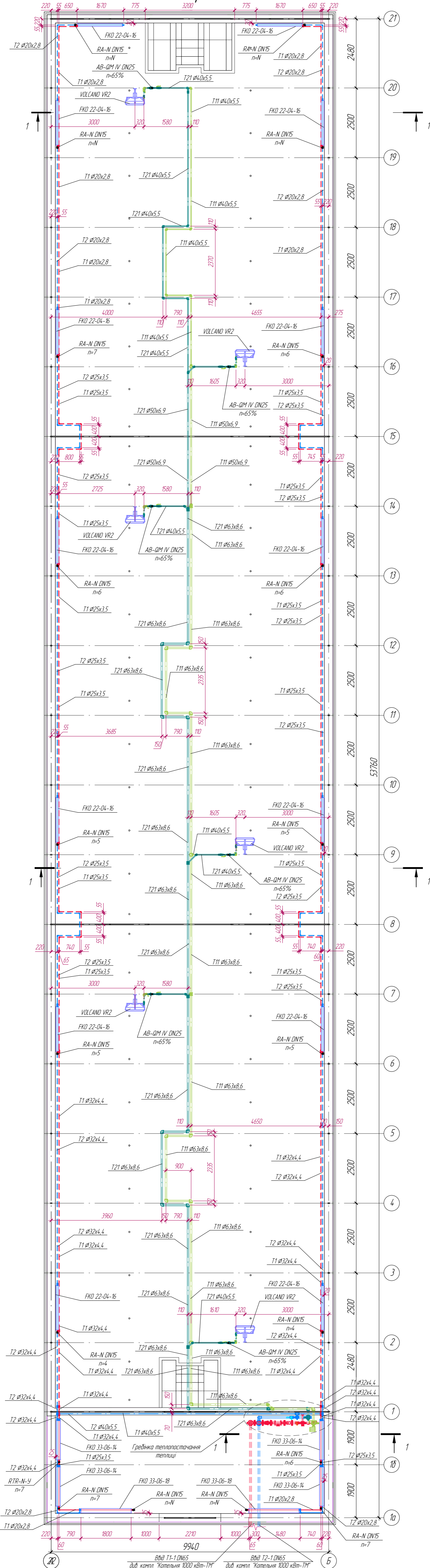
Рецензент, доцент кафедри БМГА, к.т.н.
(посада, місце роботи)



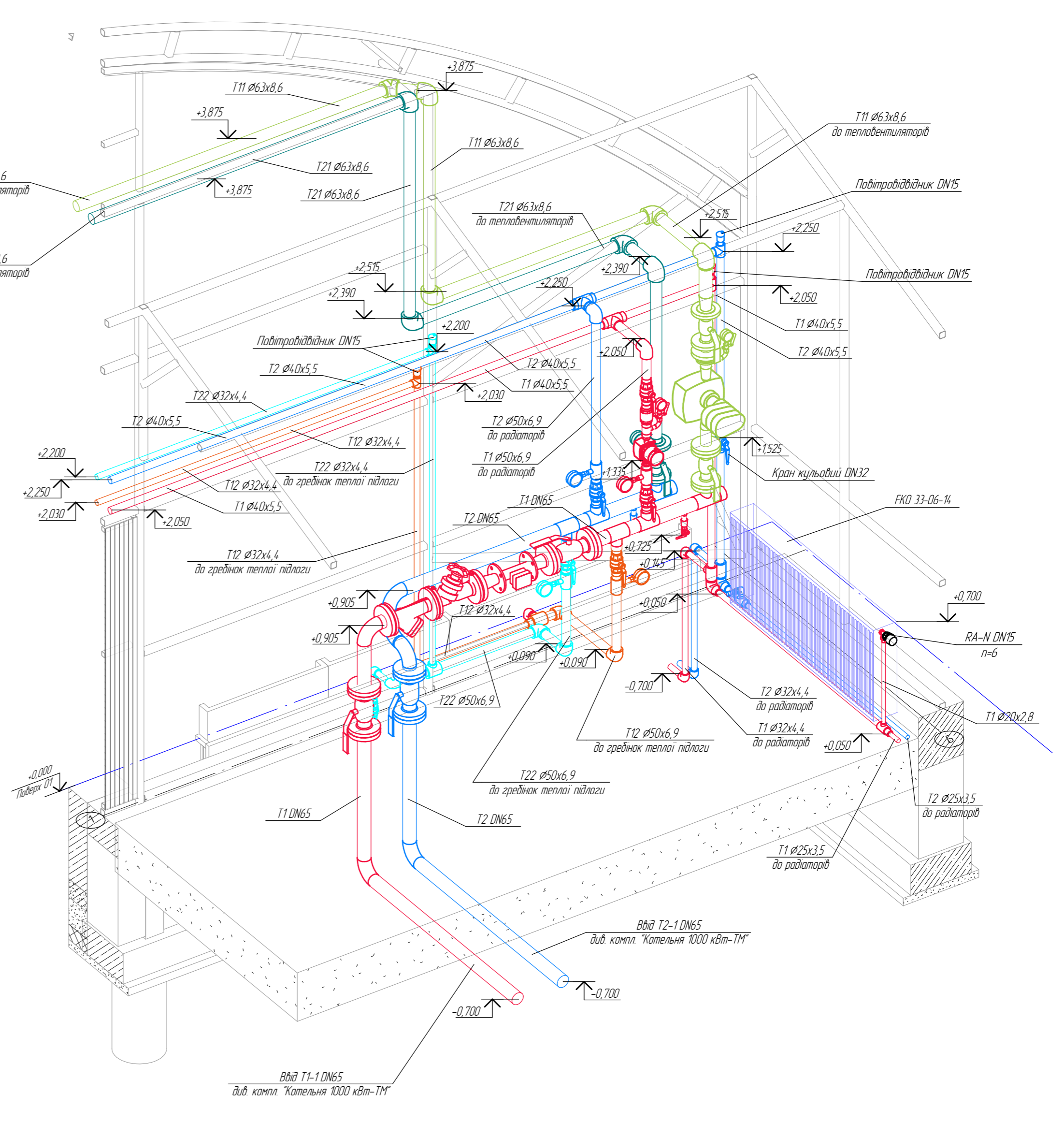
(підпис)

Попович М. М.

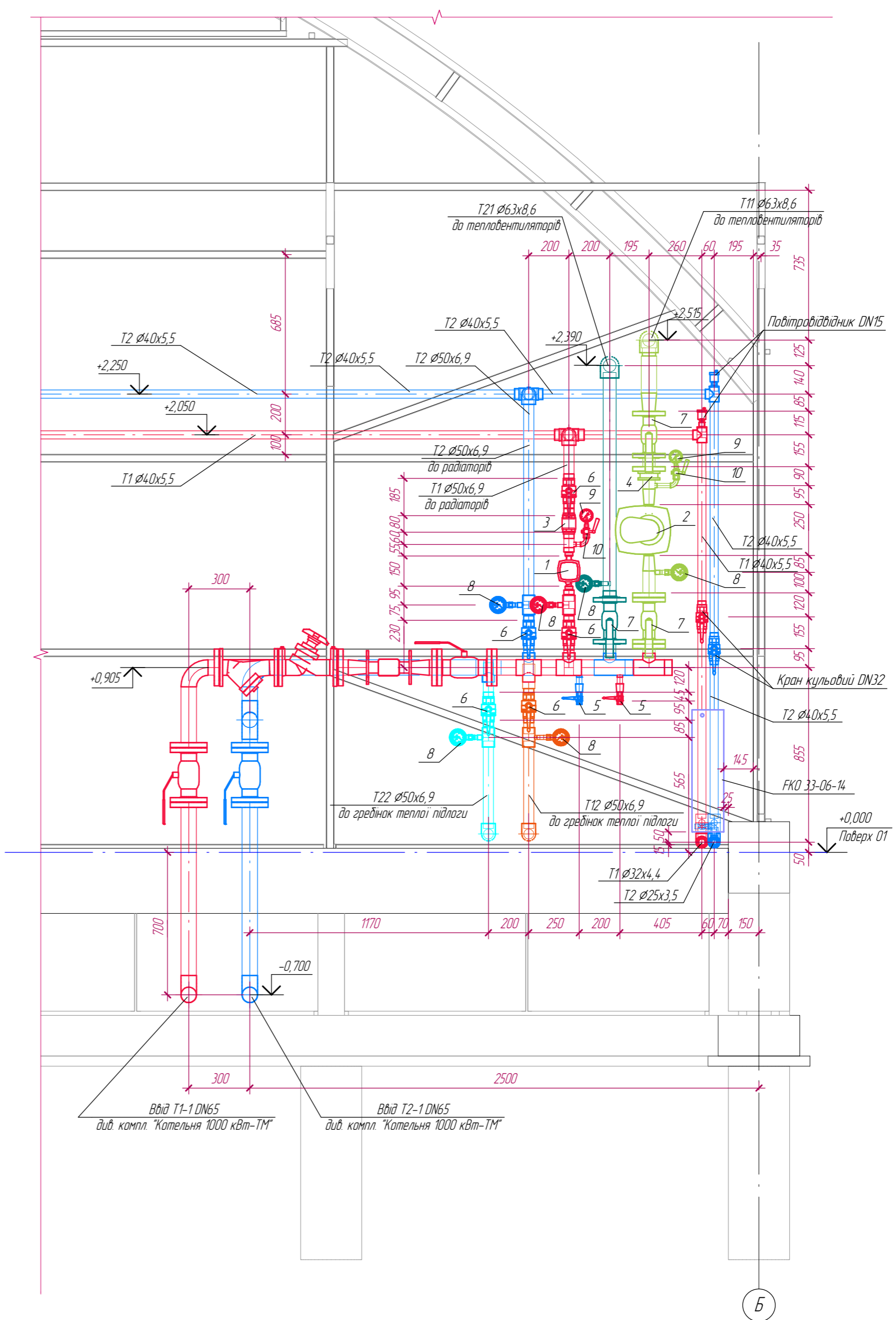
План теплиці з системами оплення радіаторами та теплоventильорами



3D вид влаштування гребінки теплопостачання теплиці



Розріз 1-1 (1:20)



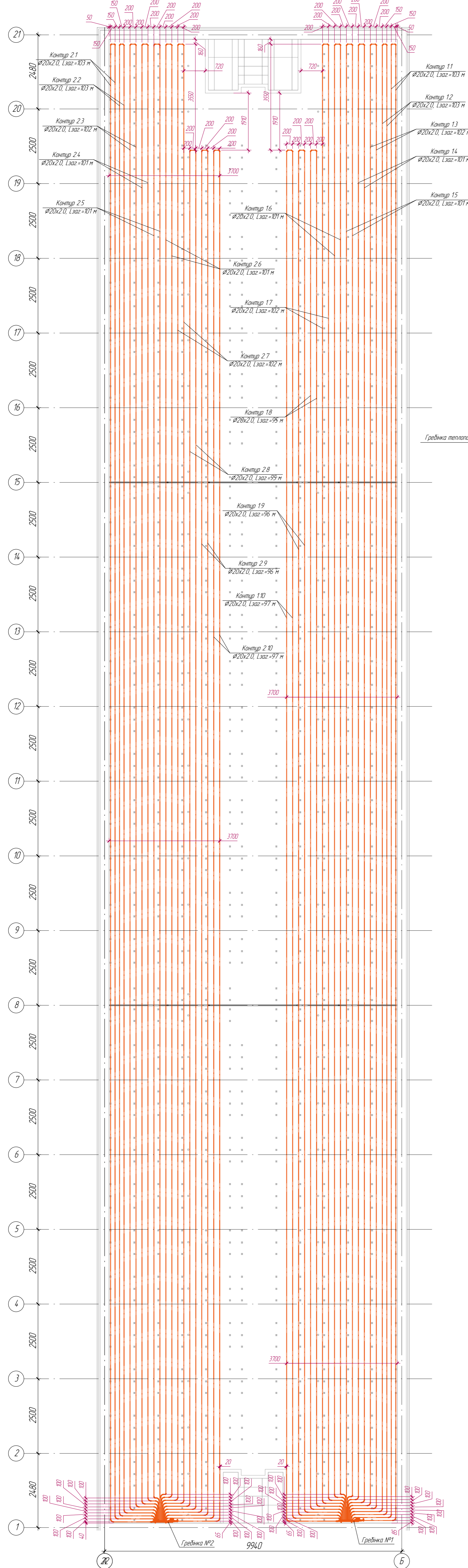
Примітки:

- Максимальні відстані між кріпленнями ПЕ труб на горизонтальних ділянках складають: Ø20-0,9 м, Ø25-1,0 м, Ø32-1,2 м, Ø40-1,4 м, Ø50-1,6 м, Ø63-1,8 м. Кріплення на похилі переважають температурним лінійним подовженням та укороченням трубопроводів.
- Для вертикальних ПЕ трубопроводів значення відстані між кріпленнями множаться на коефіцієнт 1,3.
- Запорні та балансові арматури встановлювати у місцях доступних для керування.
- Трубопроводів та фасонні частини ізолювати трубною ізоляцією типу К - FLEX PE згідно з п. 9-11.

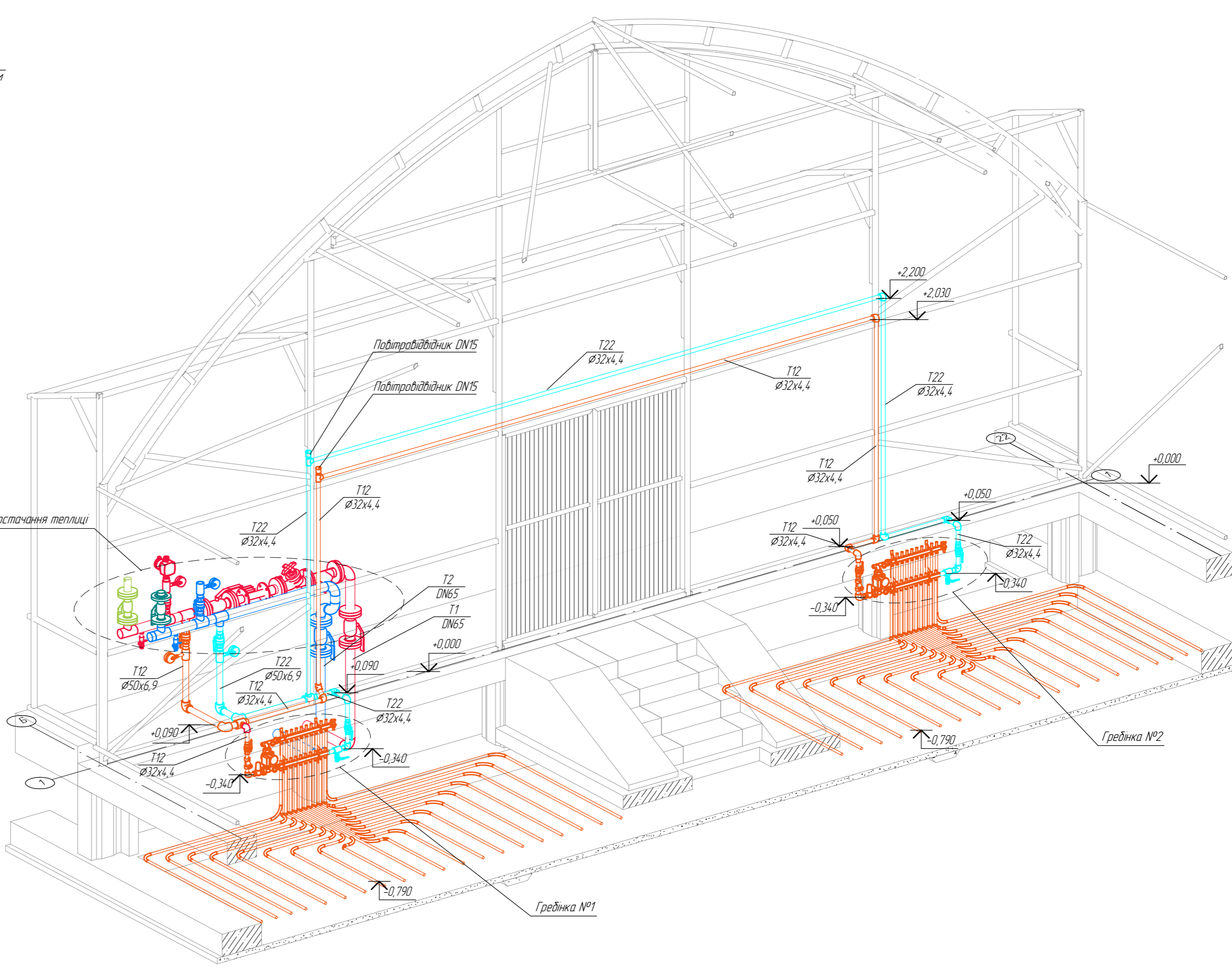
- Умовні позначення**
- подавачі трубопроводів системи оплення радіаторами (Т1),
 - зворотні трубопроводів системи оплення радіаторами (Т2),
 - подавачі трубопроводів системи оплення теплоventильорами (Т11),
 - зворотні трубопроводів системи оплення теплоventильорами (Т21),
 - подавачі трубопроводів системи оплення теплої підлоги (Т12),
 - зворотні трубопроводів системи оплення теплої підлоги (Т22).

					08-13.МКР.007.01.000.08		
					Система створення комфортного температурно-вологісного середовища у теплицях для вирощування рослинної продукції		
Зм.	Кил	Арх	М/дох	Підпис	Дата	Статус	Архив
Розробив	Вязькова	Е.П.			04.12.23	МКР	1
Перевірив	Коц	І.В.			04.12.23	МКР	8
Опонував	Полович	М.М.			04.12.23		
Н.контр.	Панківч	О.Д.			04.12.23		
Запвердив	Ратунська	Г.С.			04.12.23		
					План теплиці та 3D вид з системами оплення радіаторами та теплоventильорами. Розріз 1-1		
					ВНТУ, ТГ-22М		

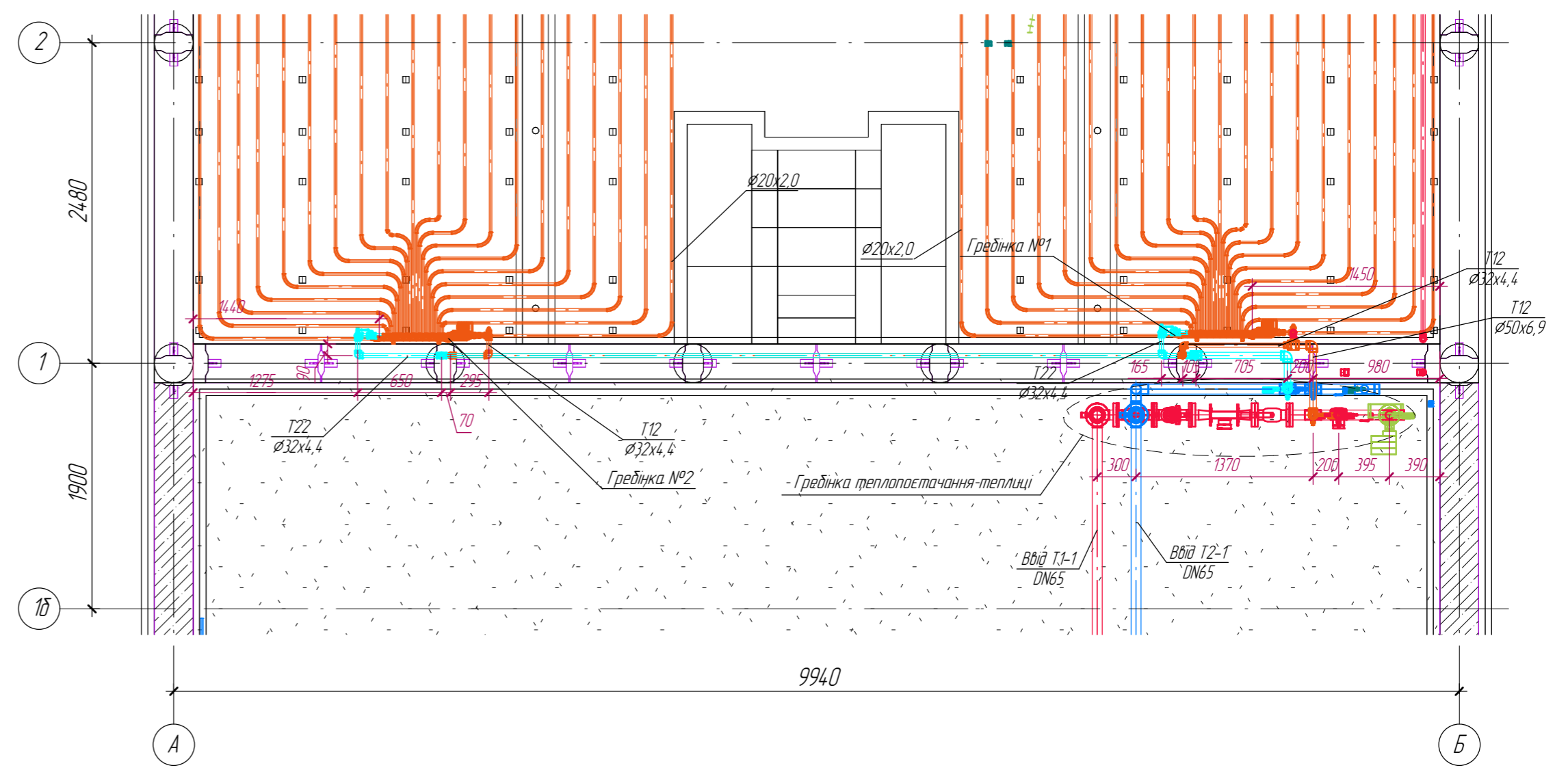
План розкладки трубопроводів теплої підлоги



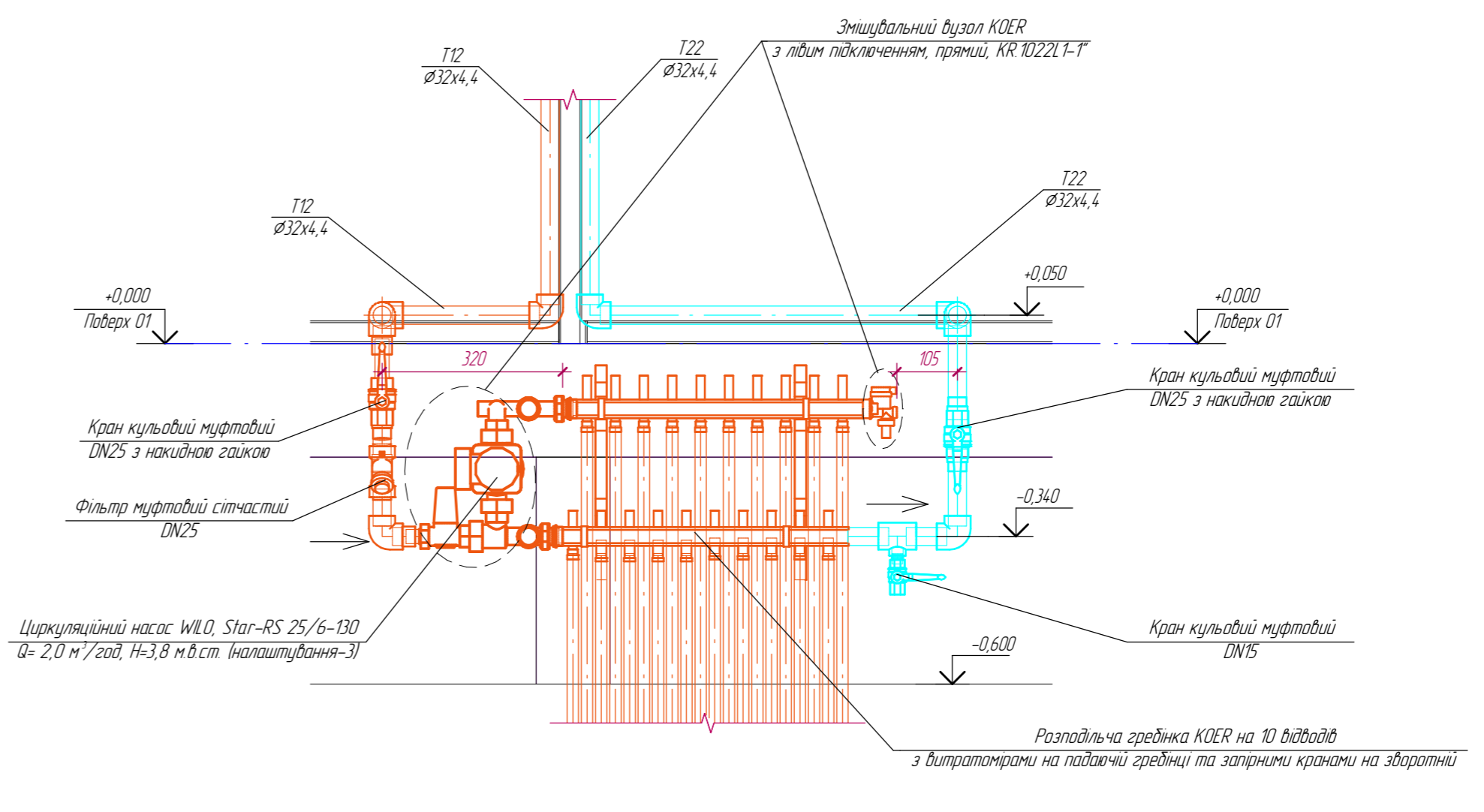
3D - вид



Фрагмент 1



Принципова схема гребінки теплої підлоги



Примітки

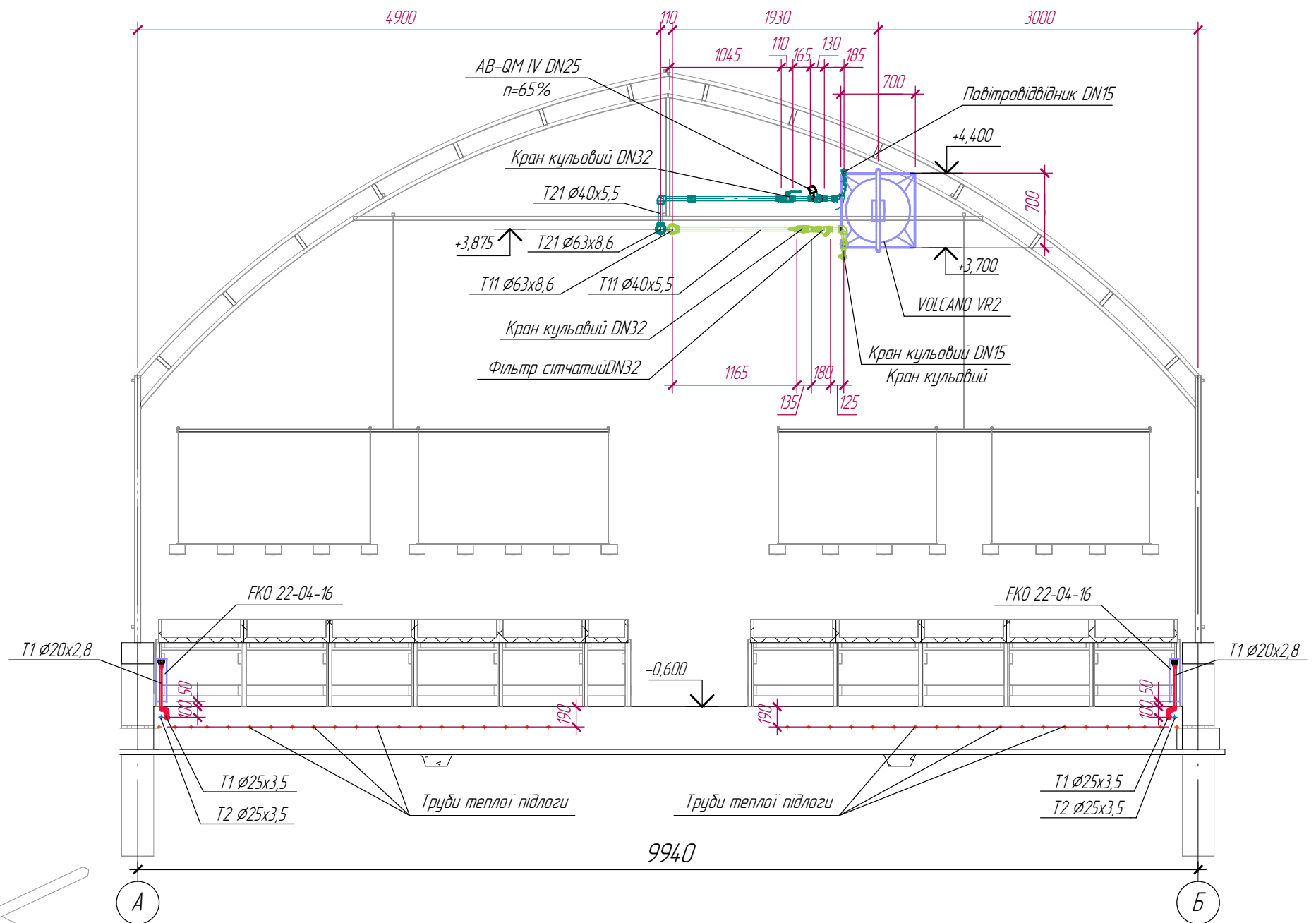
- Максимальні відстані між кріпленнями ПЕ труб на горизонтальних ділянках складають: Ø20-0,9 м, Ø25-1,0 м, Ø32-1,2 м, Ø40-1,4 м, Ø50-1,6 м, Ø63-1,8 м. Кріплення на подинні перекошки та температурні лінійні подовження та укорочення трубопроводів.
- Для вертикальних ПЕ трубопроводів значення відстані між кріпленнями множаться на коефіцієнт 1,3.
- Загальні та діаметральні параметри встановлюються у місця доступних для керування.
- Трубопроводів та фасонні частини виготовляються з поліпропілену типу Р-PEX-PE заводу К-9 м.

- Умовні позначення
- подавчі трубопровод системи опалення радіаторами (Т1)
 - зворотні трубопровод системи опалення радіаторами (Т2)
 - подавчі трубопровод системи опалення теплодіяльностями (Т11)
 - зворотні трубопровод системи опалення теплодіяльностями (Т21)
 - подавчі трубопровод системи опалення теплої підлоги (Т12)
 - зворотні трубопровод системи опалення теплої підлоги (Т22)

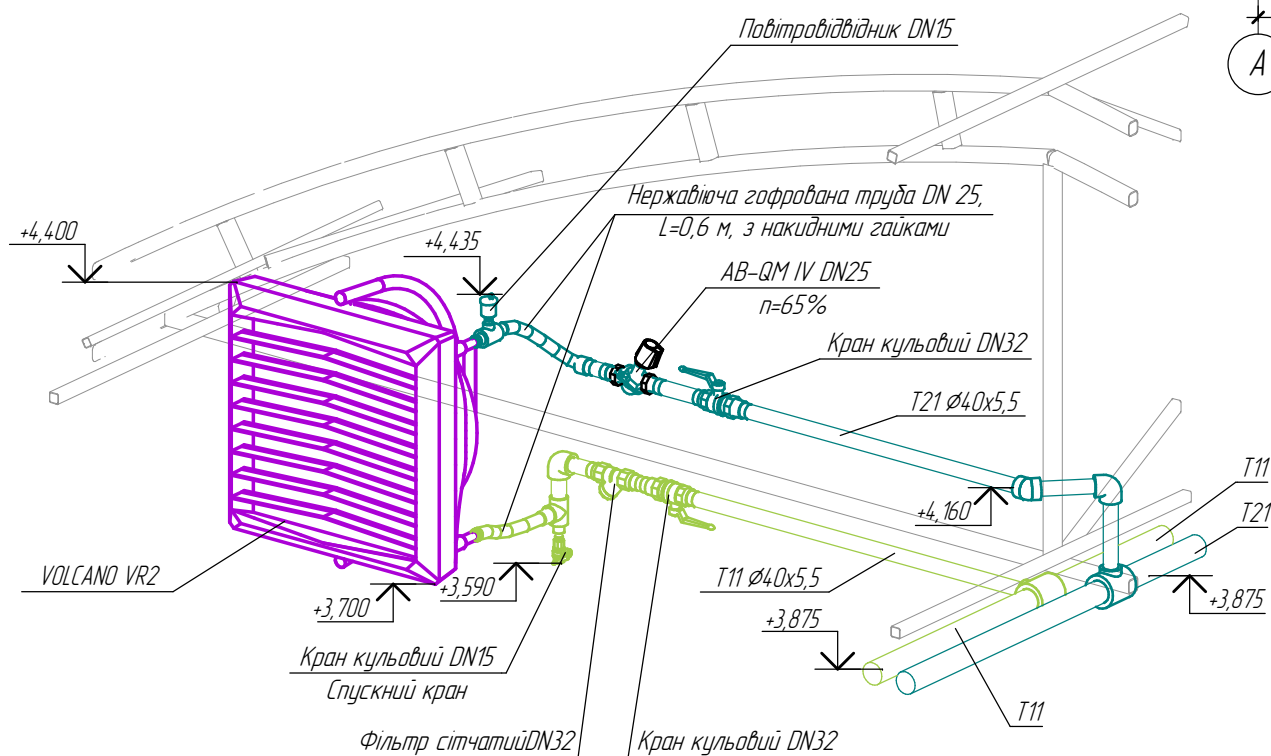
08-13.МКР.007.02.000.08				
Система створення комфортного температурно-вологісного середовища у теплицях для вирощування рослинної продукції				
Зм.	Кил	Арх	№доку	Підпис
Розробив	Вязькова Е.П.			04.12.23
Перевірив	Коц І.В.			04.12.23
Опонував	Полович М.М.			04.12.23
Н.контроль	Панквич О.Д.			04.12.23
Затвердив	Ратунський Г.С.			04.12.23
Система опалення теплиці			Сталів	Архивів
МКР			2	8
План та 3D вид з системами теплої підлоги			ВНТУ, ТГ-22М	

Розріз 2-2 (1:50)

- Умовні позначення:**
- подаючий трубопровід системи опалення радіаторами (Т1);
 - зворотній трубопровід системи опалення радіаторами (Т2);
 - подаючий трубопровід системи опалення тепловентиляторами (Т11);
 - зворотній трубопровід системи опалення тепловентиляторами (Т21);
 - подаючий трубопровід системи опалення теплої підлоги (Т12);
 - зворотній трубопровід системи опалення теплої підлоги (Т22);



3D вид підключення тепловентилятора



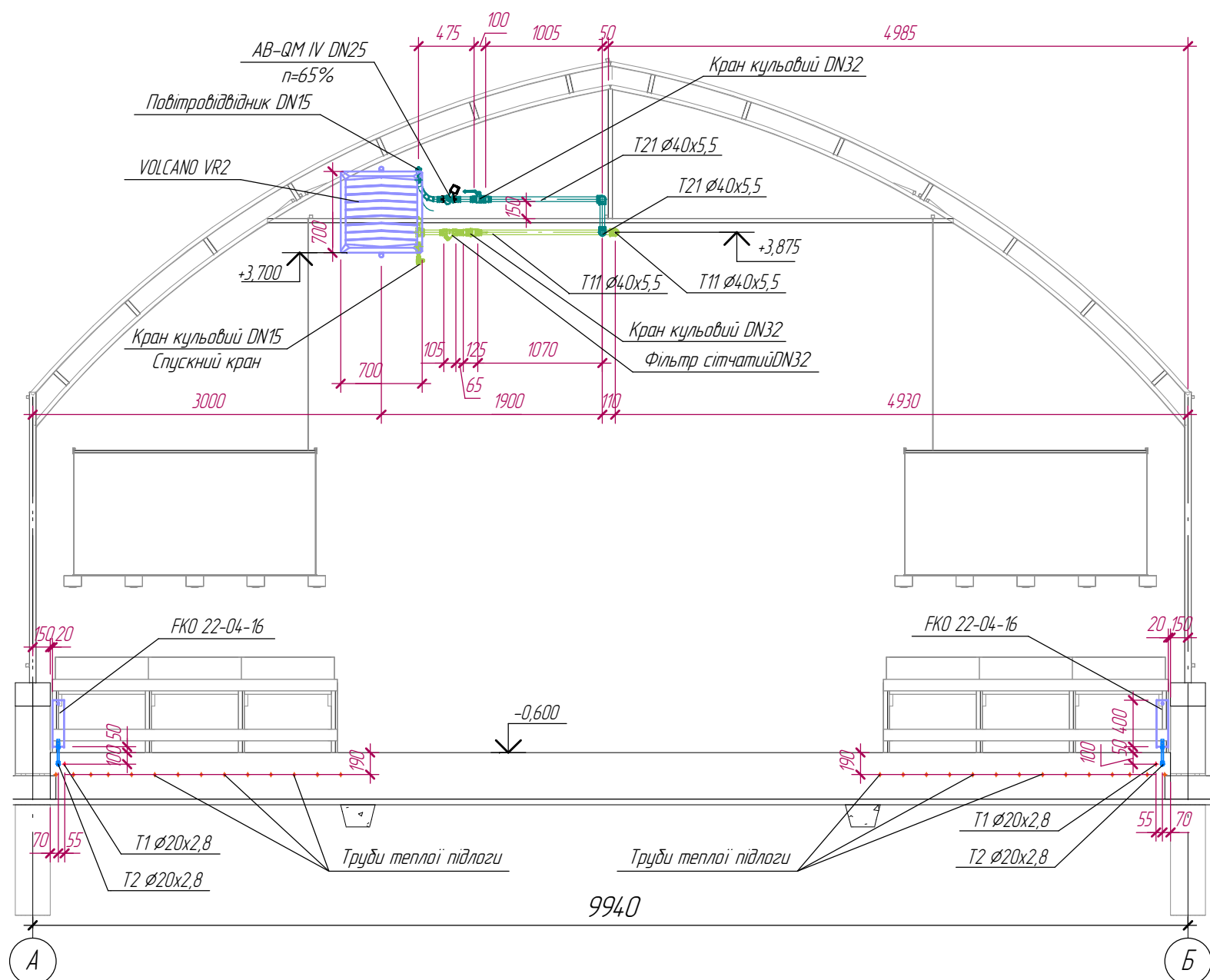
Примітки:

1. Максимальні відстані між кріпленнями ПЕ труб на горизонтальних ділянках складають: $\varnothing 20$ -0,9 м; $\varnothing 25$ -1,0 м; $\varnothing 32$ -1,2 м; $\varnothing 40$ -1,4 м; $\varnothing 50$ -1,6 м; $\varnothing 63$ -1,8 м. Кріплення не повинні перешкоджати температурним лінійним подовженням та укороченням трубопроводів.
2. Для вертикальних ПЕ трубопроводів значення відстані між кріпленнями множиться на коефіцієнт 1,3.
3. Запірну та балансувальну арматуру встановлювати у місцях доступних для керування.
4. Трубопроводи та фасонні частини ізолювати трюдною ізоляцією типу К - FLEX PE завтовшки $\delta=9$ мм.

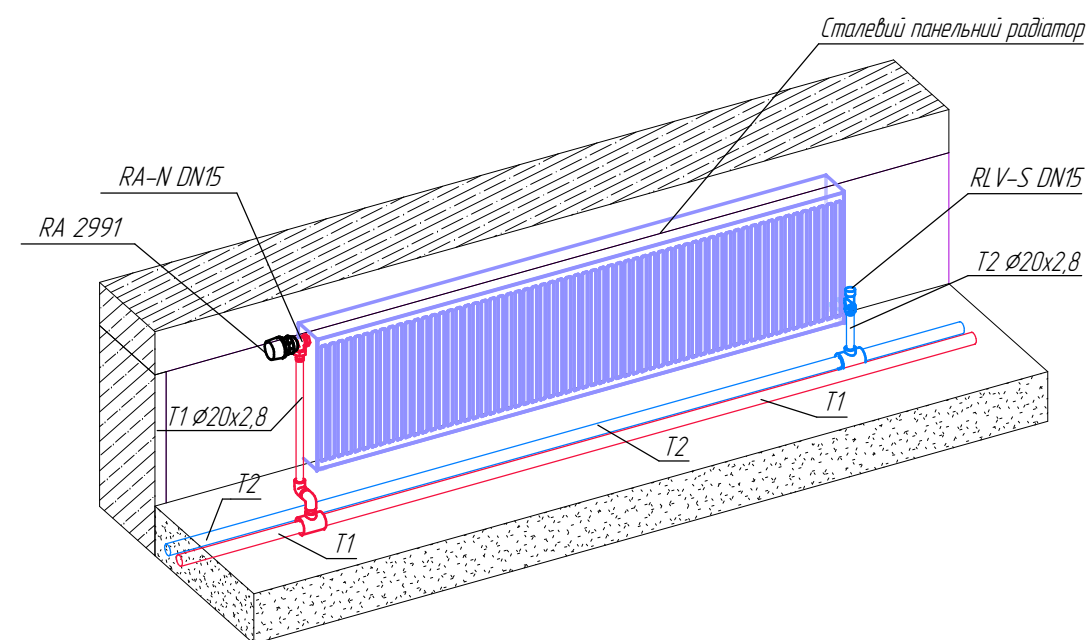
Взам. інв. №	
Підпис і дата	04.12.23
Інв. № ориг.	

08-13.МКР.007.03.000 ОВ					
Система створення комфортного температурно-вологісного середовища у теплицях для вирощування рослинної продукції					
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
Розробив		Юзькова Е.П.			04.12.23
Перевірів		Коц І.В.			04.12.23
Опонент		Попович М.М.			04.12.23
Н.контроль		Панкевич О.Д.			04.12.23
Затвердив		Ратцуняк Г.С.			04.12.23
Система опалення теплиці				Стадія	Аркуш
Розріз 2-2. 3D вид підключення тепловентилятора				МКР	3
ВНТУ, ТГ-22М				Аркушів	8

Розріз 3-3 (1:50)



3D вид підключення радіатора



Примітки:

- Максимальні відстані між кріпленнями ПЕ труб на горизонтальних ділянках складають: $\varnothing 20$ -0,9 м, $\varnothing 25$ -1,0 м, $\varnothing 32$ -1,2 м, $\varnothing 40$ -1,4 м, $\varnothing 50$ -1,6 м, $\varnothing 63$ -1,8 м. Кріплення не повинні перешкоджати температурним лінійним подовженням та укороченням трубопроводів.
- Для вертикальних ПЕ трубопроводів значення відстані між кріпленнями множиться на коефіцієнт 1,3.
- Запірну та балансувальну арматуру встановлювати у місцях доступних для керування.
- Трубопроводи та фасонні частини ізолювати трудною ізоляцією типу К - FLEX PE завтовшки $\delta=9$ мм.

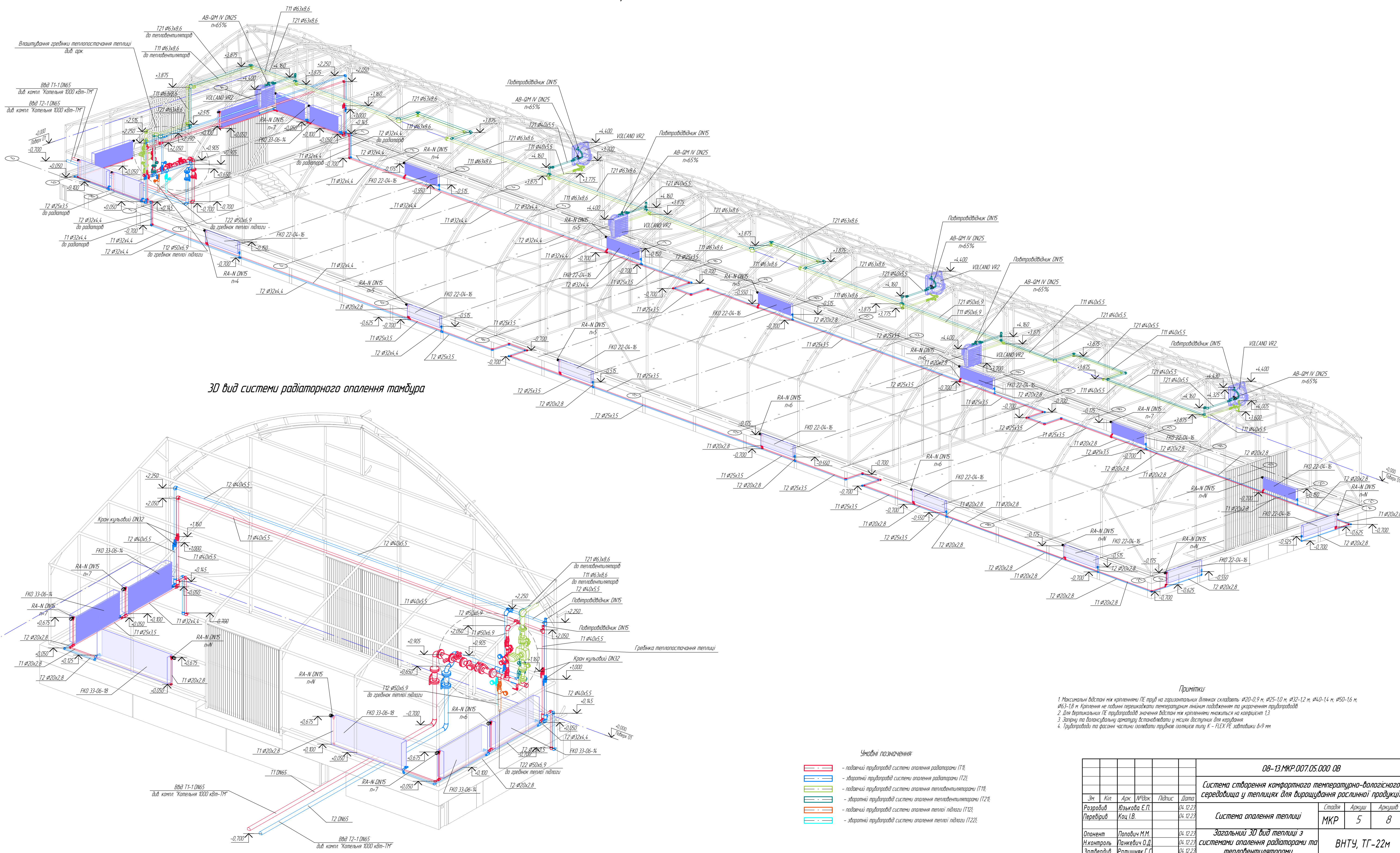
Умовні позначення:

- подаючий трубопровід системи опалення радіаторами (T1);
- зворотній трубопровід системи опалення радіаторами (T2);
- подаючий трубопровід системи опалення теплоventильяторами (T11);
- зворотній трубопровід системи опалення теплоventильяторами (T21);
- подаючий трубопровід системи опалення теплої підлоги (T12);
- зворотній трубопровід системи опалення теплої підлоги (T22);

08-13.МКР.007.04.000 ОВ					
Система створення комфортного температурно-вологісного середовища у теплицях для вирощування рослинної продукції					
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
Розробив			Юзькова Е.П.		04.12.23
Перевірів			Коц І.В.		04.12.23
Опонент			Попович М.М.		04.12.23
Н.контроль			Панкевич О.Д.		04.12.23
Затвердив			Ратцуняк Г.С.		04.12.23
Система опалення теплиці				Стадія	Аркуш
Розріз 3-3. 3D вид підключення радіатора				МКР	Аркушів
				4	8
				ВНТУ, ТГ-22М	

Взам. інв. №	
Підпис і дата	04.12.23
Інв. № ориг.	

Загальний 3D вид теплиці з системами оплення радіаторами та теплоventильаторами



3D вид системи радіаторного опалення тамбура

Примітки:
 1 Максимальні відстані між крипленнями ПЕ труб на горизонтальних ділянках складати: Ø20-0,9 м, Ø25-1,0 м, Ø32-1,2 м, Ø40-1,4 м, Ø50-1,6 м, Ø63-1,8 м. Криплення не повинні перешкодити температурним лінійним подвійникам та укороченим труборізів.
 2 Для вертикальних ПЕ труборізів значення відстані між крипленнями змінюється на коефіцієнт 1,3.
 3 Запрещено та балансові арматури встановлювати у місцях доступних для керування.
 4 Труборізиди та фасонні частини ізолювати трубним ізоляцією типу К - FLEX PE задовбики Ø-9 мм.

- Умовні позначення**
- - подавчий трубопровід системи опалення радіаторами (П1).
 - - зворотний трубопровід системи опалення радіаторами (П2).
 - - подавчий трубопровід системи опалення теплоventильаторами (П11).
 - - зворотний трубопровід системи опалення теплоventильаторами (П12).
 - - подавчий трубопровід системи опалення теплої підлоги (П13).
 - - зворотний трубопровід системи опалення теплої підлоги (П14).

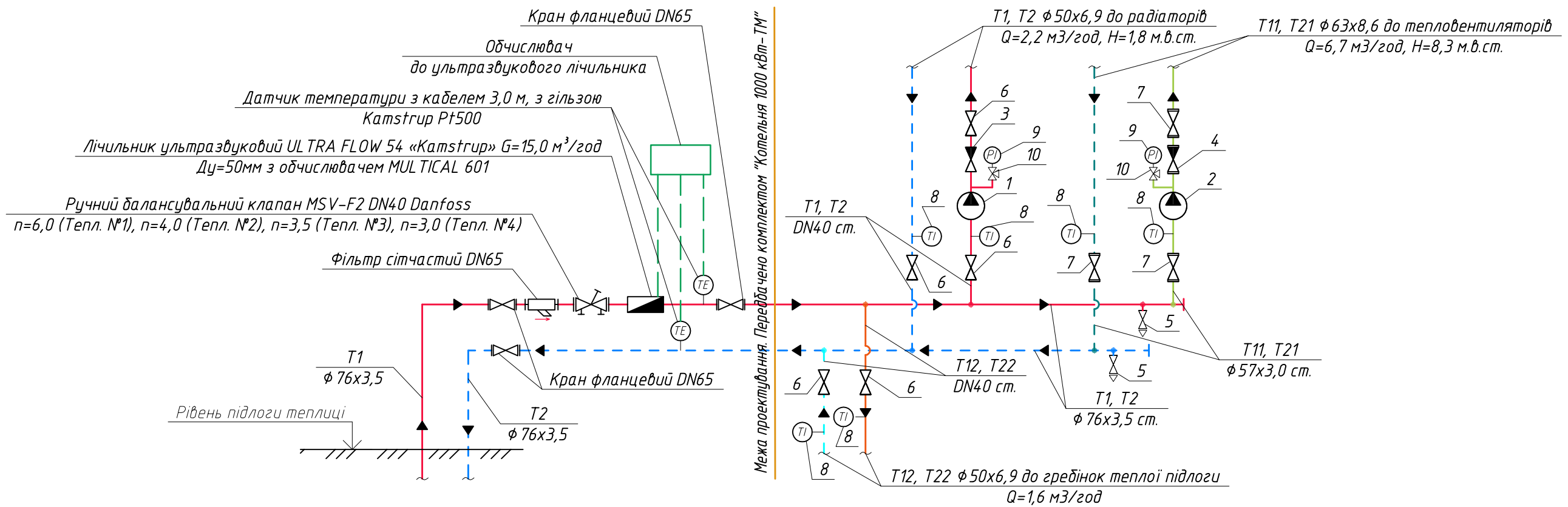
08-13.МКР.007.05.000.08				
Система створення комфортного температурно-вологісного середовища у теплицях для вирощування рослинної продукції				
Зм.	Кил.	Арх.	Місяц.	Дата
Розробив	Вязькова Е.П.		Листопад	04.12.23
Перевірив	Коц І.В.		Листопад	04.12.23
Опонував	Полович М.М.		Листопад	04.12.23
Н.контроль	Панкевич О.Д.		Листопад	04.12.23
Затвердив	Ратунський Г.С.		Листопад	04.12.23

Система опалення теплиці		
Станд.	Архш.	Архшів
МКР	5	8

Загальний 3D вид теплиці з системами опалення радіаторами та теплоventильаторами	
ВНТУ	ТГ-22М

Відом. № 01
 04.12.23
 Підпис: [Signature]
 № 01

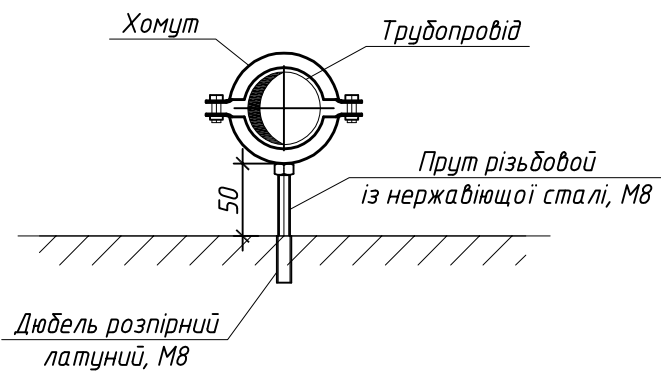
Принципова схема влаштування гребінки теплопостачання теплиці



Експлікація обладнання

№ позиції	Позначка	Найменування	Од. виміру	Кількість, шт.	Маса, кг	Прим.
1	ALPHA2 25-80, GRUNDFOS	Циркуляційний насос Q=2,2 м³/год, H=1,8 м.в.ст. (налаштування CP1)	компл.	1	2	Нелектр= 50 Вт (230 В)
2	MAGNA1 40-120 F, GRUNDFOS	Циркуляційний насос Q=6,7 м³/год; H=8,3 м.в.ст. (налаштування PP3)	компл.	1	17,7	Нелектр= 463 Вт (230 В)
3		Зворотній клапан муфтовий, DN40	шт.	1		
4		Зворотній клапан фланцевий, DN50	шт.	1		
5		Кран кульовий муфтовий, DN15 мм	шт.	2		
6		Кран кульовий муфтовий з накидною гайкою, DN40	шт.	5		
7		Кран кульовий стандартнопрохідний фланцевий, DN50	шт.	3		
8	ТБ-63-50 0+120-2,5-P	Термометр біметалевий	шт.	6		
9	ДМ 0563 0,6 МПа-1,0	Манометр показуючий	шт.	2		
10		Кран литий триходовий M20x1,5 / G1/2" вик. 1	шт.	2		

Схема кріплення трубопровода φ50 до підлоги



Умовні позначення:

- T1 — Трубопроводи системи опалення радіаторами
- T2 — T11 — Трубопроводи системи опалення теплоventильаторами
- T21 — T12 — Трубопроводи системи опалення теплої підлоги

08-13.МКР.007.06.000 ОВ

Система створення комфортного температурно-вологісного середовища у теплицях для вирощування рослинної продукції

Зм.	Кіл.	Арк.	Ндоп.	Підпис	Дата
Розробив		Юзькова Є.П.			04.12.23
Перевірив		Коц І.В.			04.12.23
ОпONENT		Попович М.М.			04.12.23
Н.контроль		Ланкевич О.Д.			04.12.23
Затвердив		Ратушняк Г.С.			04.12.23

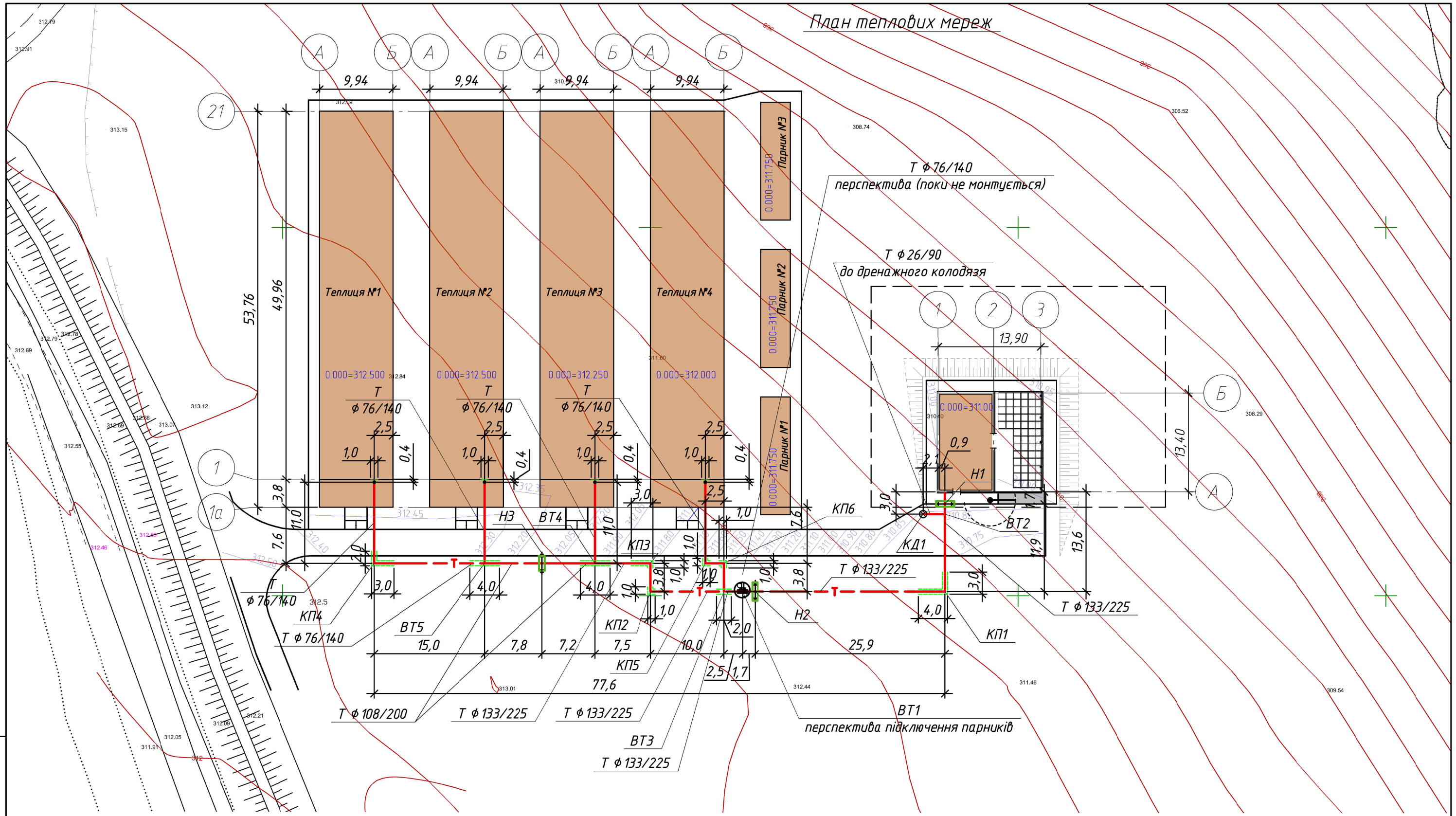
Система опалення теплиці
Принципова схема влаштування гребінки теплопостачання теплиці

Стадія	Аркуш	Аркушів
МКР	6	8

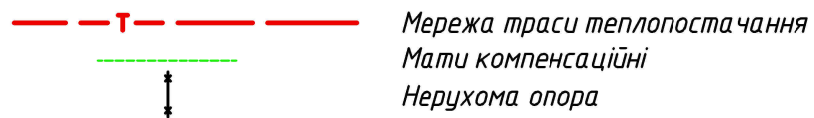
ВНТУ, ТГ-22м

Інв. № ориг. Підпис і дата 04.12.23 Зам. інв. №

План теплових мереж



Умовні позначення:



Зм.	Кіл.	Арк.	Ндоп.	Підпис	Дата
Розробив		Юзькова Е.П.			04.12.23
Перевірив		Коц І.В.			04.12.23
Опонент		Попович М.М.			04.12.23
Н.контроль		Панкевич О.Д.			04.12.23
Затвердив		Ратушняк Г.С.			04.12.23

08-13.МКР.007.07.000 ОВ

Система створення комфортного температурно-вологісного середовища у теплицях для вирощування рослинної продукції

Система опалення теплиці

Стадія	Аркуш	Аркушів
МКР	7	8

План теплових мереж

ВНТУ, ТГ-22м

Інв.№ ориг. Підпис і дата 04.12.23 Взам. інв. №

