

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра теплоенергетики
(повна назва кафедри)

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Використання відновлюваних джерел енергії для енергозабезпечення санаторію в м. Вінниця»

Виконав: студент 2 курсу, групи ТЕ – 23 мс
спеціальності 144-Теплоенергетика

(шифр і назва спеціальності)

СР

Странцевілко В. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент каф. ТЕ

Л. А.

Боднар Л. А.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н., доцент каф. БМГА

Л. В.

Кучеренко Л. В.

(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту
завідувач кафедри ТЕ

К.т.н., доц. Степанов Д. В.
(прізвище та ініціали)

«12» 06 2025 р.

Вінниця ВНТУ – 2025 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет
Кафедра
Рівень вищої освіти
Галузь знань
Спеціальність
Освітньо-професійна програма – Теплоенергетика

будівництва, цивільної та екологічної інженерії
теплоенергетики
перший (бакалаврський)
14 – Електрична інженерія
144 – Теплоенергетика

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЕ

Д. В. Степанов

"14" березня 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Странцевілку Володимиру Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи : Використання відновлюваних джерел енергії для енергозабезпечення санаторію в м. Вінниця

керівник роботи Боднар Лілія Анатоліївна, к.т.н., доц. каф. ТЕ

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 20.03.2025 року № 97

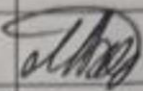
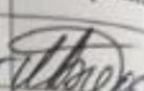
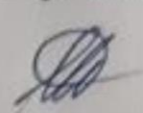
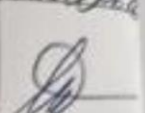
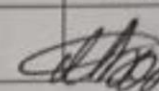
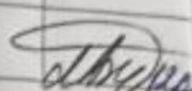
2. Строк подання студентом роботи 05.06.2025 року

3. Вихідні дані до роботи: Потужність системи опалення в
максимальноопалювальний період $Q_{оп}^{max} = 2.5$ МВт, в середньоопалювальний
період $Q_{оп}^{серед} = 1.7$ МВт; температурний режим водогрійної частини котельні $95/70$
 $^{\circ}\text{C}$ (для максимально-опалювального періоду) та $63/50$ $^{\circ}\text{C}$ (для середньо
опалювального періоду); тривалість максимально опалювального періоду t_{max}
 $= 20$ днів, середньо опалювального $t_{co} = 169$ діб; параметри пари $P = 0.7$ МПа і
 $t = 164.9^{\circ}\text{C}$; споживачі пари: бойлери для підігріву гарячої води, лабораторія,
їдальня. Площа басейну $F_{бас} = 180$ м^2 , температура води в басейні 30°C .

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): аналітичний огляд літературної інформації; аналіз
показників роботи котельні; система підігріву води в басейні санаторію на базі
сонячних колекторів; монтаж системи сонячних колекторів для підігріву води
в басейні; охорона праці

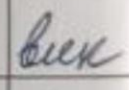
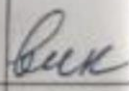
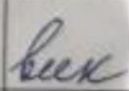
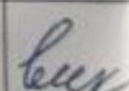
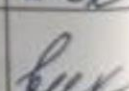
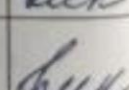
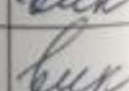
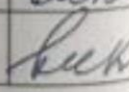
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням осіб, які виконали креслень): схема котельні теплова принципова; план котельні; план встановлення сонячних колекторів на даху; аксонометрична схема монтажу сонячних колекторів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-4	Боднар Л.А., к.т.н., доц. кафедри ТЕ	 15.03.25	
5	Кобилянська І.М, к.пед.н, доц. кафедри БЖДПБ		
Н.контроль	Боднар Л.А., к.т.н., доц. кафедри ТЕ		

7. Дата видачі завдання 15 березня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
	Назви розділів		
1	Аналітичний огляд літературної інформації	15.03.2025 – 20.03.2025 р.	
2	Аналіз показників роботи котельні.	21.03.2025– 10.04.2025 р.	
3	Система підігріву води в басейні санаторію на базі сонячних колекторів	11.04.2025 – 27.04.2025 р.	
4	Монтаж системи сонячних колекторів для підігріву води в басейні	28. 04. 2025– 15.05.2025 р.	
5	Охорона праці	16. 05.2025 – 25.05.2025 р.	
6	Оформлення БКР	26. 05.2025 – 06.06.2025 р.	
7	Попередній захист БКР	12.06.2025 р.	
8	Захист БДР	18.06.2025 р.	

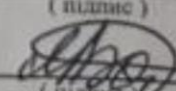
Студент


(підпис)

Странцевілко В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник БДР


(підпис)

Боднар Л. А.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 620.97

Странцевілко В.В. Використання відновлюваних джерел енергії для енергозабезпечення санаторію в місті Вінниця. Бакалаврська кваліфікаційна робота зі спеціальності 144 – Теплоенергетика, освітня програма – Теплоенергетика. Вінниця: ВНТУ, 2025. – 84 с.

Бібліогр.: 40 назв; рис.: 11; табл.: 9.

В результаті виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи розроблено систему енергозабезпечення санаторію в м. Вінниця із застосуванням відновлюваних джерел енергії. Проведено аналітичний огляд сучасних технологій використання сонячної енергії та біомаси як альтернативних джерел теплозабезпечення.

Проаналізовано існуючу теплову схему котельні, проведено її розрахунок для різних режимів роботи (зимовий, літній, міжсезоння), визначено енергетичні, техніко-економічні та екологічні показники. Запропоновано багатоваріантну модернізацію котельні, зокрема переведення парового котла на спалювання пелет з лушпиння соняшника та впровадження системи підігріву води для басейну санаторію за допомогою сонячних колекторів. Проведено техніко-економічне обґрунтування обраного варіанту модернізації, розроблено монтажну схему сонячних колекторів, підібрано обладнання для реалізації проекту. Розраховано окупність запропонованих технічних рішень. У розділі з охорони праці наведено заходи з електробезпеки, пожежної безпеки та поліпшення умов праці на котельні. Графічна частина включає п'ять креслень, зокрема план котельні, схему встановлення колекторів, аксонометричну схему монтажу.

Ключові слова: котельня, пелети, сонячні колектори, відновлювані джерела енергії, теплова схема, модернізація, екологія, санаторій, енергозбереження, теплопостачання

ABSTRACT

Strantsevilko V.V. Utilization of Renewable Energy Sources for Energy Supply of a Sanatorium in Vinnytsia. Bachelor's qualification thesis in specialty 144 – Thermal Power Engineering, educational program – Thermal Power Engineering. Vinnytsia: VNTU, 2025. – 84 p.

References: 40 items; figures: 11; tables: 9.

This bachelor's qualification thesis is devoted to the development of an energy supply system for a sanatorium in the city of Vinnytsia using renewable energy sources. A literature review was conducted on modern technologies for using solar energy and biomass as alternative sources for heat supply.

An analysis of the existing thermal scheme of the boiler house was carried out, including calculations for various operating conditions (winter, summer, and transitional periods). Energy, technical, economic, and environmental performance indicators were determined. Several modernization options were proposed, including the conversion of a steam boiler to burn sunflower husk pellets and the implementation of a solar collector system to heat pool water in the sanatorium. A technical and economic assessment of the chosen modernization option was performed. A mounting scheme for solar collectors was developed, and the necessary equipment was selected. The payback period of the proposed solutions was calculated. The occupational safety section includes recommendations on electrical and fire safety, as well as measures for improving working conditions at the boiler house. The graphical part contains five drawings, including a boiler house plan, collector layout, and an axonometric installation diagram.

Keywords: boiler house, pellets, solar collectors, renewable energy sources, thermal scheme, modernization, ecology, sanatorium, energy saving, heat supply.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНОЇ ІНФОРМАЦІЇ.....	6
1.1 Актуальність використання енергії сонця.....	6
1.2 Основні способи використання сонячної енергії.....	6
1.3 Сонячні колектори: типи та конструкції.....	7
1.4 Основні елементи та особливості конструкції.....	8
1.5 Патентний огляд конструкцій сонячних колекторів.....	8
1.6 Характеристики біомаси як палива та особливості її використання.....	9
2 АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ КОТЕЛЬНОЇ.....	12
2.1 Аналіз і розрахунок теплової схеми котельні.....	12
2.2 Розрахунок теплової схеми з паровими котлами.....	12
2.3 Розрахунок теплової схеми теплофікаційної частини котельні в зимовий період.....	16
2.4 Розрахунок теплової схеми котельні в літній та середньо опалювальний періоди.....	18
2.5 Розрахунок теплової схеми котельні на гаряче водопостачання.....	20
2.6 Перевірка насосів.....	21
2.7 Розрахунок та вибір вентилятора.....	25
2.8 Техніко – економічні показники роботи котельні.....	26
2.9 Аналіз варіантів модернізації котельні.....	30
2.10 Техніко економічні показники після модернізації.....	31
3 СИСТЕМА ПІДГРІВУ ВОДИ В БАСЕЙНІ САНАТОРІЮ НА БАЗІ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ.....	33
3.1 Розрахунок необхідної площі колекторів та їх кількості.....	33
3.2 Визначимо сумарний об'єм баків акумуляторів з дублером та їх кількість	45
4 МОНТАЖ СИСТЕМИ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ ДЛЯ ПІДГРІВУ ВОДИ В БАСЕЙНІ.....	48

4.1	Склад робіт.....	48
4.2	Об’єми робіт.....	48
4.3	Розрахунок та комплектування основних та допоміжних матеріалів та виборів, складання відомостей.....	50
4.4	Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань і конструкцій.	53
4.4.1	Доставка деталей до місць монтажу.....	53
4.4.2	Підбір машин, механізмів, пристосувань.....	55
4.5	Розрахунок терміну окупності капіталовкладень.....	59
5	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	60
5.1	Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об’єкта.....	60
5.1.1	Технічні рішення з безпечної організації робочих місць.....	60
5.1.2	Електробезпека.....	64
5.2	Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	66
5.2.1	Мікроклімат.....	66
5.2.2	Склад повітря робочої зони.....	66
5.2.3	Виробниче освітлення.....	67
5.2.4	Виробничий шум.....	68
5.3	Пожежна безпека.....	68
	ВИСНОВКИ.....	72
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	74
	Додаток А – Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	81
	Додаток Б – Технічне завдання.....	82
	Додаток В – Аналіз впливу модернізації котельної установки на викиди забруднювальних речовин	86
	Додаток Г – Графічна частина	87

ВСТУП

Однією з найважливіших сучасних проблем науки та техніки є ефективне використання енергоресурсів. Теплообмінні процеси відіграють ключову роль у промисловості, комунальному господарстві, енергетиці та транспорті, а розвиток економіки тісно пов'язаний із застосуванням теплової енергії, яка становить конкуренцію електричній.

Традиційне виробництво теплової енергії залежить від парових та водогрійних котлів, проте енергетична криза та зростання цін на паливо зумовили пошук альтернативних рішень, зокрема автономних систем. Обмеженість традиційних енергоресурсів, екологічні проблеми та економічні фактори роблять необхідним впровадження енергоефективних технологій на основі відновлювальних джерел.

Серед альтернативних джерел сонячна енергія є однією з найперспективніших. Сучасні геліосистеми, зокрема плоскі сонячні колектори, перетворюють сонячне випромінювання на теплову енергію для гарячого водопостачання, опалення та інших потреб. Для кліматичних умов Вінницької області найбільш доцільним є використання сонячних колекторів у системах ГВП, що обумовлює актуальність дослідження.

Економічна доцільність сонячної енергетики особливо проявляється в регіонах із високою сонячною активністю, де інші джерела енергії малодоступні. У літній період, коли споживання гарячої води зростає, сонячні колектори забезпечують стабільне теплопостачання. Крім того, їх інтеграція в комбіновані котельні установки дозволяє підвищити ефективність опалення, особливо в перехідні сезони.

Таким чином, перехід на сонячну енергію як екологічно чисте та майже невичерпне джерело є перспективним напрямком для подолання енергетичної кризи та зменшення залежності від традиційних енергоносіїв.

Сучасна теплова енергетика значною мірою залежить від використання природного газу. Проте геополітичні та економічні чинники змушують шукати альтернативні види палива. Вугілля та мазут можуть розглядатися як

замінники, але їх впровадження потребує значних витрат і не завжди гарантує стабільність постачання. У зв'язку з цим актуальною є задача підбору такого енергоресурсу, який би поєднував доступність, простоту логістики та прийнятну собівартість.

Мета роботи: зменшення споживання природного газу в котельні санаторію за рахунок використання альтернативних джерел енергії

Завдання БКР:

- 1) Аналітичний огляд літературної інформації;
- 2) Аналіз показників роботи котельні
- 3) Система підігріву води в басейні санаторію на базі сонячних колекторів
- 4) Монтаж системи сонячних колекторів для підігріву води в басейні
- 5) Охорона праці

Апробація роботи. Окремі результати роботи опубліковані в [1].

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

1.1 Актуальність використання енергії сонця

Сьогодні світ стоїть перед серйозними викликами в енергетиці: запаси традиційних паливних ресурсів, таких як нафта, газ і вугілля, швидко вичерпуються, а одночасно зростають екологічні проблеми через їх використання. Саме тому дуже важливо розвивати відновлювані джерела енергії, серед яких одним із найперспективніших є енергія Сонця.

За даними науковців, енергії Сонця, що надходить на Землю, достатньо, щоб забезпечити всі сучасні енергетичні потреби людства, якщо ефективно її використовувати. Сонячна енергія має багато переваг: вона безкоштовна, екологічно чиста і доступна майже всюди. В Україні, попри середній рівень сонячної радіації, потенціал для використання сонячної енергії досить високий і порівнянний з європейськими країнами, такими як Німеччина та Польща. Наприклад, середньорічна сонячна радіація в Україні становить близько 1235 кВт·год/м², що дозволяє успішно впроваджувати геліосистеми для гарячого водопостачання та опалення будинків [2].

Використання сонячних колекторів допомагає знизити навантаження на традиційні енергетичні системи, скоротити витрати на паливо, а також зменшити шкідливі викиди в атмосферу. Це особливо важливо для України, де частка електроенергії з вугілля і газу залишається значною, а екологічні проблеми актуальними.

1.2 Основні способи використання сонячної енергії

Енергію Сонця можна використовувати різними способами:

- 1) тепловий для нагрівання повітря, води, матеріалів ;
- 2) фотоелектричний перетворення сонячного світла в електроенергію;
- 3) біологічний через фотосинтез рослин;

- 4) хімічний наприклад, розкладання води на водень і кисень під дією сонячних променів ;
- 5) прямий для освітлення (спеціальні вікна, світлові люки тощо).

У теплових системах основну роль відіграють сонячні колектори пристрої, які поглинають сонячне випромінювання і передають енергію теплоносію для подальшого використання [3].

Системи сонячного теплопостачання поділяються на активні та пасивні. Активні системи мають циркуляцію теплоносія (наприклад, насос), пасивні використовують природні процеси теплопереносу.

1.3 Сонячні колектори: типи та конструкції

Плоскі колектори найпоширеніші у світі, вони поглинають як пряме, так і розсіяне сонячне світло, тому можуть працювати навіть у похмуру погоду. Їх винайшли ще у XVIII столітті, а за роки вдосконалення вони стали досить ефективними і надійними.

Конструктивно плоский колектор складається з: корпусу з утепленням; абсорбера (поглинаючої панелі) часто чорного кольору для кращого поглинання; прозорої верхньої кришки (зазвичай скло), яка пропускає сонячне світло, але зменшує теплові втрати.

У колекторі теплоносіїв (вода або повітря) протікає по трубках, нагрівається і далі використовується в системі гарячого водопостачання або опалення. ККД таких колекторів приблизно 45–60%

Вакуумні трубчасті колектори складаються з набору скляних трубок із вакуумом між шарами скла, що дуже добре ізолює тепло і зменшує втрати.

Вакуум виконує роль теплоізолятора, тому такі колектори працюють ефективно навіть за низьких температур і в похмуру погоду. Вакуумні колектори мають вищий ККД, ніж плоскі, і зазвичай дорожчі, але вигідні для регіонів із холодним кліматом[4].

Фокусуючі колектори використовують дзеркала або лінзи для концентрації сонячного світла в одній точці або вздовж трубки. Завдяки цьому можна отримувати дуже високі температури (понад 300 °C), що дозволяє застосовувати такі колектори в промисловості або для виробництва електроенергії. Однак вони більш складні у конструкції і дорогі у виготовленні, тому застосовуються переважно в масштабних сонячних електростанціях.

1.4 Основні елементи та особливості конструкції

Абсорбуюча панель має спеціальне селективне покриття, яке максимально поглинає сонячне світло, але мінімізує теплове випромінювання назад. Прозора кришка (скло або пластик) пропускає короткохвильове випромінювання, але блокує вихід довгохвильового теплового випромінювання, що допомагає утримувати тепло всередині колектора.

Утеплення корпусу зменшує втрати тепла через конвекцію і теплопровідність.

Теплоносій (вода, антифриз) циркулює по трубках і забирає теплоту [5].

Плоскі колектори бувають проточні (з постійним рухом теплоносія) і накопичувальні (з резервуаром води). Обирають тип залежно від потреб системи.

1.5 Патентний огляд конструкцій сонячних колекторів

В останні десятиліття активність у патентуванні нових технологій сонячних колекторів зростає. Основні напрямки інновацій включають: розробку селективних покриттів, які дозволяють краще поглинати сонячне випромінювання і мінімізувати втрати тепла; інтегровані системи теплообміну, де трубки з теплоносієм інтегровані в абсорбер для більш ефективного теплопередавання;

вакуумні трубчасті системи з покращеними теплоізоляційними характеристиками, наприклад, багатокамерні вакуумні трубки;

Оптимізацію конструкції для зменшення втрат тепла і підвищення ККД, зокрема удосконалення герметизації, застосування нових матеріалів.

Компанії, які лідирують у патентній активності – це, зокрема, Viessmann, Thermomax, Agricus та інші. Їхні розробки впроваджуються у виготовленні сучасних сонячних колекторів, що постійно підвищують ефективність і знижують собівартість [6].

В Україні є теж ряд розробок конструкцій сонячних колекторів, відомий патент № 48720 [7] де розроблено конструкцію колектора при цьому поглинач розташований між прозорим для світла покриттям і тепловою ізоляцією з утворенням повітряного зазору над поглиначом та під ним.

Також є патент № 55948 [8] де розроблено конструкцію колектора при цьому поглинач та теплоізоляція, виконані з світлопрозорої тришарової плити стільникового полікарбонату, стільники якого утворюють канали для циркуляції теплоносія з максимальним теплопоглинанням.

В патенті №138990 [9] розроблено сонячний колектор з фоклінним концентратором містить дзеркальні фокліни під кутом 45° , теплосприймаючі труби, плоский колектор-адсорбер, дві відбивні поверхні, кутоміри для регулювання концентрації світла, фіксуючі планки та металеві пластини для жорсткості.

1.6 Характеристики біомаси як палива та особливості її використання

Біомаса це невикопна, біологічно відновлювана органічна речовина, яка утворюється в процесі життєдіяльності рослин, тварин, а також міститься у відходах лісового, сільськогосподарського і рибного господарства, а також у промислових і побутових відходах, здатних до біологічного розкладу.

До твердих видів біомаси, які широко використовуються як паливо, відносяться дрова, деревна тріска, пелети (гранули), брикети, солома в тюках

та гранули з лушпиння соняшника. Кожен вид має свої особливості. Наприклад, дрова мають досить низьку ціну і доступні практично в усіх регіонах України, але вимагають значних затрат праці на підготовку, зберігання та подачу в котел, а також котли на дровах часто мають нижчий ККД. Гранули деревини зручні у використанні, мають низьку вологість і стабільні характеристики, проте їхня ціна є високою через значний попит як в Україні, так і за кордоном [10].

Гранули з лушпиння соняшника дешевші за деревні гранули і широко поширені у південних областях країни, проте мають вищу зольність. Деревна тріска також доступна за ціною і зручно подається механізованими засобами, але має високу вологість і неоднорідний розмір частинок. Солома в тюках і гранули зі соломи є найбільш дешевими, але мають підвищену зольність і потребують спеціального котельного обладнання.

Для ефективного використання біомаси у котлах важливо забезпечити стабільність постачання палива і контролювати його вологість. Спалювання вологої біомаси у звичайних котлах призводить до зниження ККД та збільшення шкідливих викидів. Саме тому в котлах, розрахованих на біопаливо, застосовують важку обмуровку та каталізатори запалювання, які допомагають підтримувати стабільне горіння навіть вологого палива. Крім того, котли на біомасі потребують регулярного очищення від сажі, а також встановлення систем циклонного очищення для вловлювання золи.

У порівнянні з газовими котлами, котельні на біомасі зазвичай мають вищі капітальні витрати через необхідність складського господарства для палива, систем подачі і транспортування, а також більшої кількості обслуговуючого персоналу. Біомаса вимагає окремих складів для зберігання, спеціальних систем подачі (шнекових, пневматичних), а також організації вивезення і утилізації великої кількості золи [11].

Сучасні технології спалювання біомаси значно полегшують експлуатацію таких котлів. Застосовуються автоматизовані системи подачі палива, які дозволяють використовувати гранули і брикети, що мають

стандартизований розмір і низьку вологість, забезпечуючи стабільність горіння і зменшуючи витрати на обслуговування. Використання щепи як палива також розповсюджується, зважаючи на її відносну дешевизну і широке поширення, проте для ефективного спалювання щепи потрібне спеціальне обладнання з урахуванням її вологості і розмірів.

Економічна вигода від застосування біомаси полягає у зниженні витрат на паливо, адже біомаса часто доступна за нижчою ціною, ніж традиційні викопні енергоносії. Хоча початкові інвестиції у котельне обладнання на біопаливі можуть бути значними, у довгостроковій перспективі вони окупаються за рахунок дешевшого палива і можливості місцевого виробництва та використання ресурсів.

2 АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ КОТЕЛЬНОЇ

2.1 Аналіз і розрахунок теплової схеми котельні

Теплова схема водогрійної котельні відпускає воду з температурним режимом 95/70 °С (для максимально-опалювального періоду), і 63/50 °С (для середньо опалювального періоду). Тривалість максимально опалювального періоду $\tau_{\max} = 20$ днів, середньо опалювального $\tau_{\text{co}} = 169$ діб.

Теплофікаційна схема складається з двох котлів марки ВК–21 (2 шт.) і НР–18(1 шт.). Котел НР–18 працює лише для покриття навантажень в максимально-опалювальний період. Один котел ВК–21 резервний.

Потужність системи опалення:

$Q_{\text{оп}}^{\max} = 2,5$ МВт (максимальноопалювальний період),

$Q_{\text{оп}}^{\text{серед}} = 1,7$ МВт (середньоопалювальний період).

Парові котли працюють цілорічно, які постачають пару для таких споживачів: пральню, медичні лабораторії, а також забезпечують гарячим водопостачанням санаторій.

Котли відпускають пару з параметрами $P=0,7$ мПа і $t=164,9^{\circ}\text{C}$. Пара надходить на бойлера марки СТД – 2,5 (4 шт.) і нагріває воду до 75°C .

2.2 Розрахунок теплової схеми з паровими котлами [15].

Пральня (споживач №1) споживають пару з параметрами:

$P_1=7$ бар; $t=164,9^{\circ}\text{C}$; $h_{\text{сп}^1}=2764$ кДж / кг .

Медичні лабораторії (споживач №2) споживають пару з параметрами:

$P_1=7$ бар; $t=164,9^{\circ}\text{C}$; $h_{\text{сп}^2}=2764$ кДж / кг .

ГВП (споживач №3) споживають пару з параметрами

$P_1=7$ бар; $t=164,9^{\circ}\text{C}$; $h_{\text{сп}^3}=2764$ кДж / кг .

Споживачі №1 і №2 конденсат не повертають, тому що конденсат після цих споживачів непридатний для подальшого використання. Таким чином зворотній трубопровід не будувався.

Від споживача №3 повертається 98 % конденсату з температурою 60 °С, $h_{k1}^{сп3} = 251,4$ кДж / кг в збірний бак. Споживач №3 повертає 98 % конденсату з температурою 60 °С, $h_{k1}^{сп3} = 251,4$ кДж / кг. Конденсат надходить в бак конденсату, куди також подається хімоочищена вода для покриття потреб споживачів №1 і №2.

Витрата пари на споживачі: $D_{сп1} = 0,02$ т/год = 0,0055 (кг/с), $D_{сп2} = 0,12$ т/год = 0,0333 (кг/с), $D_{сп3} = 1,2$ т/год = 0,3333 (кг/с).

Від першої та другої групи споживачів конденсат не надходить.

Від третьої групи споживачів

$$G_{k1}^{сп3} = \alpha_k^{сп3} \cdot D_{сп3}, \quad (2.1)$$

$$G_{k1}^{сп3} = 0,99 \cdot 0,3333 = 0,329 \text{ (кг/с)}.$$

де $\alpha_k^{сп3}$ – частка повернення конденсату

Теплова потужність

$$Q_{сп1} = D_{сп1} \cdot (h_0 - h_{k1}^{сп1}) + D_{сп1} \cdot (1 - \alpha_k) \cdot (h_{k1}^{сп1} - h_{хв}), \quad (2.2)$$

де $D_{сп1}$ – витрата пари на споживач №1, кг/с;

h_0 – ентальпія потоку пари, кДж/кг;

$h_{k1}^{сп1}$ – повернення конденсату від першого споживача, кДж/кг;

α_k – втрати пари в мережних трубопроводах, %;

$h_{хв}$ – ентальпія холодної води, кДж/кг.

Потужність споживача №1

$$Q_{\text{сп}^1} = 0,0055 \cdot 2746 = 15,1 \text{ (кВт)}.$$

Потужність споживача №2

$$Q_{\text{сп}^2} = 0,0333 \cdot 2764 = 92,04 \text{ (кВт)}.$$

Потужність споживача №3

$$Q_{\text{сп}^3} = 0,333 \cdot (2764 - 251,4) + 0,333 \cdot (1 - 0,98) \cdot (251,4 - 21) = 838,2 \text{ (кВт)}.$$

Баланс пари за котлом

$$D_0 = D_{\text{сп}^1} + D_{\text{сп}^2} + D_{\text{сп}^3}, \quad (2.3)$$

$$D_0 = 0,0055 + 0,0333 + 0,3333 = 0,3721 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата живильної води

$$G_{\text{жв}} = D_0 + \alpha_{\text{вп}} \cdot D_0 + p \cdot D_0, \quad (2.4)$$

$$G_{\text{жв}} = 0,3721 \cdot (1 + 0,01 + 0,02) = 0,3832 \text{ (кг/с)}.$$

Матеріальний баланс конденсаційного баку

$$G_{\text{жв}} = G_{\text{к}_1}^3 + G_{\text{хво}}, \quad (2.5)$$

$$0,3721 = 0,329 + G_{\text{хво}},$$

$$G_{\text{хво}} = 0,3721 - 0,329 = 0,043 \text{ (кг/с)}.$$

Тепловий баланс конденсаційного баку [15]

$$G_{\text{жв}} \cdot h_{\text{жв}} = G_{\text{к}_1}^{\text{сп}^3} \cdot h_{\text{к}_1}^{\text{сп}^3} + G_{\text{хво}} \cdot h_{\text{хво}}, \quad (2.6)$$

$$h'_{\text{жв}} = \frac{0,329 \cdot 251,4 + 0,043 \cdot 21}{0,3721} = 225 \text{ (кДж/кг)}.$$

При даній ентальпії температура живильної води становить тоді $t_{\text{жв}} = 53 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Потужність котельні з паровими котлами $P = 7 \text{ бар}$, при цьому ентальпія котлової води $h_{\text{кв}} = 697,2 \text{ кДж/кг}$.

$$Q_{\text{к}} = (D_0 + D_0 \cdot a_{\text{вп}}) \cdot (h_0 - h'_{\text{жв}}) + D_0 \cdot p \cdot (h'_{\text{кв}} - h'_{\text{жв}}), \quad (2.7)$$

$$Q_{\text{к}} = 0,37 \cdot (1 + 0,01) \cdot (2764 - 225) + 0,37 \cdot 0,02 \cdot (697,2 - 225) = 0,951 \text{ (МВт)}.$$

Витрата умовного палива

$$B_y = Q_{\text{к}} / (Q_{\text{ну}}^{\text{п}} \cdot \eta_{\text{к}}), \quad (2.8)$$

$$B_y = 951 / (29300 \cdot 0,86) = 0,037 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата робочого палива

$$B_p = Q_{\text{к}} / (Q_{\text{н}}^{\text{п}} \cdot \eta_{\text{к}}), \quad (2.9)$$

$$B_p = 951 / (34100 \cdot 0,86) = 0,032 \text{ (м}^3\text{/с)}.$$

Витрата робочого палива за повний період

$$B_{\text{річ}} = B_p \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 355 \cdot 0,5, \quad (2.10)$$

$$B_{\text{річ}}^{\text{п}} = 0,032 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 355 \cdot 0,5 = 490752 \text{ (м}^3\text{)}.$$

ККД водогрійної частини котельні

$$\eta_{\text{кот}} = \frac{Q_{\text{сп}}}{B_y \cdot Q_{\text{ну}}^{\text{п}}}, \quad (2.11)$$

$$\eta_{\text{кот}} = \frac{Q_{\text{сп}}}{B_y \cdot Q_{\text{гн}}^p} = \frac{15,1 + 92,04 + 838,2}{0,037 \cdot 29300} = 0,87.$$

2.3 Розрахунок теплової схеми теплофікаційної частини котельні в зимовий період [15]

Витрата мережної води на опалення

$$G_{\text{мв}}^{\text{оп}} = Q_{\text{оп}} \cdot 10^3 / [c_v \cdot (t_{\text{тп}} - t_{\text{зв}}) \cdot \eta_{\text{то}}], \quad (2.12)$$

$$G_{\text{мв}}^{\text{оп}} = 2,5 \cdot 10^3 / [4,19 \cdot (95 - 70) \cdot 0,98] = 24,35 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата додаткової води

$$G_{\text{дв}} = G_{\text{мв}}^{\text{оп}} \cdot \alpha_{\text{втр}}, \quad (2.13)$$

$$G_{\text{дв}} = 24,35 \cdot 0,01 = 0,2435 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата сирої води

$$G_{\text{св}} = 1,2 \cdot G_{\text{дв}}, \quad (2.14)$$

$$G_{\text{св}} = 1,2 \cdot 0,2435 = 0,29 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата котлової води на підживлення мережі

$$G_{\text{пм}} = G_{\text{дв}} = 0,2435 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата води перед мережним насосом

$$G_{\text{мн}} = G_{\text{мв}}^{\text{оп}} \cdot (1 - \alpha_{\text{втр}}) + G_{\text{пм}}, \quad (2.15)$$

$$G_{\text{мн}} = 24,35 \cdot (1 - 0,01) + 0,25 = 24,36 \text{ (кг/с)}.$$

Температура води перед мережним насосом

$$t_{\text{мн}} = [G_{\text{мв}}^{\text{оп}} \cdot (1 - \alpha_{\text{втр}}) \cdot t_{\text{зв}} + G_{\text{пм}} \cdot t_{\text{г}}] / G_{\text{мн}}, \quad (2.16)$$

$$t_{\text{мн}} = [24,35 \cdot (1 - 0,01) \cdot 70 + 0,2435 \cdot 60] / 24,36 = 69,87 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

Витрата води в лінії рециркуляції [16]

$$G_{\text{рец}} = (G_{\text{мн}} - G_{\text{пер}}) \cdot (t_{\text{к}}' - t_{\text{мн}}) / (t_{\text{к}}'' - t_{\text{к}}'), \quad (2.17)$$

$$G_{\text{рец}} = (24,36 - 0) \cdot (70 - 69,87) / (95 - 70) = 0,126 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата мережної води в котлах

$$G_{\text{к}} = G_{\text{мн}} + G_{\text{рец}}, \quad (2.18)$$

$$G_{\text{к}} = 24,36 + 0,126 = 24,49 \text{ (кг/с)}.$$

Теплова потужність теплофікаційної частини котельні

$$Q_{\text{к}}^{\text{оп}} = G_{\text{к}} \cdot c_{\text{в}} \cdot (t_{\text{к}}'' - t_{\text{к}}') \cdot 10^{-3}, \quad (2.19)$$

$$Q_{\text{к}}^{\text{оп}} = 24,49 \cdot 4,19 \cdot (95 - 70) \cdot 10^{-3} = 2,56 \text{ (МВт)}.$$

Витрата умовного палива

$$B_{\text{у}} = Q_{\text{к}}^{\text{оп}} / (Q_{\text{н}}^{\text{р}} \cdot \eta_{\text{к}}), \quad (2.20)$$

$$B_{\text{у}} = 2,560 / (29,3 \cdot 0,896) = 0,097 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата робочого палива

$$B_{\text{р}} = Q_{\text{к}}^{\text{оп}} / (Q_{\text{н}}^{\text{р}} \cdot h_{\text{к}}), \quad (2.21)$$

$$B_{\text{р}} = 2560 / (34000 \cdot 0,896) = 0,084 \text{ (м}^3\text{/с)}.$$

Витрата робочого палива за повний період

$$B_{\text{річ}} = B_p \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 20, \quad (2.22)$$

$$B_{\text{річ}}^3 = 0.084 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 20 = 145152 \text{ (м}^3\text{)}.$$

ККД теплофікаційної частини котельні [16]

$$\eta_{\text{кот}} = \frac{Q_{\text{сп}}}{B_y \cdot Q_{\text{ну}}^p}, \quad (2.23)$$

$$\eta_{\text{кот}} = \frac{2560}{0,097 \cdot 29300} = 0,9$$

2.4 Розрахунок теплової схеми котельні в літній та середньо опалювальний періоди[16].

Витрата мережної води на опалення за формулою (2.12)

$$G_{\text{мв}}^{\text{оп}} = 1,7 \cdot 10^3 / [4,19 \cdot (63 - 50) \cdot 0,98] = 31,85 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата додаткової води за формулою (2.13)

$$G_{\text{дв}} = 31,85 \cdot 0,01 = 0,3185 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата сирієї води за формулою (2.14)

$$G_{\text{св}} = 1.2 \cdot 0,3185 = 0,3822 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата котлової води на підживлення мережі

$$G_{\text{пм}} = G_{\text{дв}} = 0,3822 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата води перед мережним насосом МН за формулою (2.15)

$$G_{\text{мн}} = 31,85 \cdot (1 - 0,01) + 0,382 = 31,91 \text{ (кг/с)}.$$

Температура води перед мережним насосом за формулою (2.16)

$$t_{\text{мн}} = [31,85 \cdot (1 - 0,01) \cdot 50 + 0,38 \cdot 40] / 31,91 = 49,88 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

Витрата води в лінії рециркуляції за формулою (2.17)

$$G_{\text{рец}} = (31,91 - 0) \cdot (50 - 49,88) / (63 - 50) = 0,029 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата мережної води в котлах за формулою (2.18)

$$G_k = 31,91 + 0,029 = 31,94 \text{ (кг/с)}.$$

Теплова потужність теплофікаційної частини котельні за формулою (2.19)

$$Q_k^{\text{оп}} = 31,94 \cdot 4,19 \cdot (63 - 50) \cdot 10^{-3} = 1,74 \text{ (МВт)}.$$

Витрата умовного палива за формулою (2.2)

$$B_y = 1740 / (29300 \cdot 0,896) = 0,066 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата робочого палива за формулою (2.21)

$$B_p = 1740 / (34000 \cdot 0,896) = 0,057 \text{ (м}^3\text{/с)}.$$

Витрата робочого палива за повний період

$$B_{\text{річ}} = B_p \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 169, \quad (2.24)$$

$$B_{\text{річ}}^{\text{макс}} = 0,057 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 169 = 832291 \text{ (м}^3\text{)}.$$

ККД теплофікаційної частини котельні за формулою (2.22)

$$\eta_{\text{кот}} = \frac{Q_{\text{сп}}}{B_y \cdot Q_{\text{ну}}^p},$$

$$\eta_{\text{кот}} = \frac{Q_{\text{сп}}}{B_y \cdot Q_{\text{нy}}^p} = \frac{1740}{0,066 \cdot 29300} = 0,899.$$

2.5 Розрахунок теплової схеми котельні на гаряче водопостачання

Витрати води на гаряче водопостачання

$$G_B^{\text{ГВП}} = \frac{Q}{C_p(t_B'' - t_B')} \quad (2.25)$$

$$G_B^{\text{ГВП}} = \frac{832,2}{4,19(60 - 10)} = 3,97 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата додаткової води за формулою (2.13)

$$G_{\text{дв}} = 3,97 \cdot 0,01 = 0,0397 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата сирої води за формулою (2.14)

$$G_{\text{св}} = 1,2 \cdot 0,0397 = 0,0476 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата води перед мережним насосом за формулою (2.15)

$$G_{\text{мн}} = 3,97 \cdot (1 - 0,01) + 0,0476 = 3,98 \text{ (кг/с)}.$$

Температура води перед мережним насосом за формулою (2.16)

$$t_{\text{мн}} = [3,97 \cdot (1 - 0,01) \cdot 10 + 0,0 \cdot 60] / 3,97 = 10,5 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

Витрата води в лінії рециркуляції за формулою (2.17)

$$G_{\text{рец}} = (3,98 - 0) \cdot (10 - 10,5) / (60 - 10) = -0,0398 \text{ (кг/с)}.$$

Результати розрахунків теплової схеми котельні наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунків теплової схеми котельні в зимовий та середньо опалювальний періоди

Розрахункова величина	Позначення	Розмірність	Періоди роботи котельні	
			Зимовий	Середньо опалювальний
Витрата мережної води на опалення	$G_{\text{мв}}^{\text{оп}}$	кг/с	24,35	31,85
Витрата додаткової води	$G_{\text{дв}}$	кг/с	0,2435	0,3185
Витрата сирієї води	$G_{\text{св}}$	кг/с	0,29	0,3822
Витрата води на підживлення мережі	$G_{\text{пм}}$	кг/с	0,2435	0,3822
Витрата води перед мережним насосом	$G_{\text{мн}}$	кг/с	24,36	31,91
Температура води перед мережним насосом	$t_{\text{мн}}$	°C	69,87	49,88
Витрата води в лінії рециркуляції	$G_{\text{рец}}$	кг/с	0,126	0,029
Витрата мережної води в котлах	$G_{\text{к}}$	кг/с	24,49	31,94
Витрата умовного палива	$B_{\text{у}}$	кг/с	0,097	0,066
Теплова потужність котельні	$Q_{\text{к}}$	МВт	2,56	1,74
ККД котельні	$\eta_{\text{кот}}$	%	0,87	0,899

2.6 Перевірка насосів

Згідно з Правилами Держтехнагляду встановлюється не менше двох мережних насосів, причому у випадку зупинки будь-якого з насосів сумарна подача працюючих агрегатів повинна забезпечувати максимальну

розрахункову подачу мережної води (для однотипного обладнання потрібно встановлювати додатково один резервний насос).

Насоси теплофікаційної частини мережі

Подача мережного насосу

$$V_{\text{МН}} = \frac{1,1 \cdot G_{\text{МН}} \cdot 3600}{\rho_{\text{МН}}}, \quad (2.26)$$

де $G_{\text{МН}}$ – масова витрата мережної води, кг/с;

$\rho_{\text{МН}}$ – густина мережної води на вході в мережний насос, яка дорівнює 983,2 кг/м³.

Витрата води в 2-х розрахункових режимах: 24,36 кг/с; 31,91 кг/с;

$$V_{\text{МН}}^{\text{моп}} = \frac{1,1 \cdot 24,36 \cdot 3600}{983,2} = 98,1 \text{ (м}^3\text{/Год)},$$

$$V_{\text{МН}}^{\text{соп}} = \frac{1,1 \cdot 31,91 \cdot 3600}{983,2} = 128,5 \text{ (м}^3\text{/Год)},$$

На котельні встановлюємо 2 мережних насоси марки Atmos Atmos GIGA-N 65/160-18,5/2 характеристики якого: подача $V=180$ м³/год, напір $H=50$ м, потужність електродвигуна $N_{\text{МН}}=18,5$ кВт.

Потужність, яка споживається насосом в опалювальний, середньоопалювальний.

$$N_{\text{ЖН}} = (V_{\text{МН}} \cdot H_{\text{ЖВ}} \cdot \rho \cdot g) / (3600 \cdot \eta_{\text{Н}} \cdot \eta_{\text{ел}}), \quad (2.27)$$

де $\eta_{\text{Н}}$ – ККД насосу;

$\eta_{\text{ел}}$ – ККД електромеханічний.

$$N_{\text{жн}}^{\text{моп}} = (98,1 \cdot 50 \cdot 983,2 \cdot 9,8) / (3600 \cdot 0,8 \cdot 0,96) = 17,1 \text{ (кВт)}.$$

$$N_{\text{жн}}^{\text{соп}} = (128,5 \cdot 50 \cdot 983,2 \cdot 9,8) / (3600 \cdot 0,8 \cdot 0,96) = 22,4 \text{ (кВт)}.$$

Подача підживлювальних насосів

$$V_{\text{пж}} = \frac{1,1 \cdot 2 \cdot G_{\text{пж}} \cdot 3600}{\rho_{\text{пж}}}, \quad (2.28)$$

де $G_{\text{пж}}$ – масова витрата підживлювальної води, кг/с;

$\rho_{\text{пж}}$ – густина підживлювальної води на вході в підживлювальний насос, яка дорівнює 999,8 кг/м³ при температурі 5 °С.

Подача підживлювальних насосів

$$V_{\text{пж}}^{\text{моп}} = \frac{1,1 \cdot 2 \cdot 0,2435 \cdot 3600}{999,8} = 1,92 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

$$V_{\text{пж}}^{\text{соп}} = \frac{1,1 \cdot 2 \cdot 0,3822 \cdot 3600}{999,8} = 3 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

На котельні встановлюємо два підживлювальні насоси для підживлення мережі хімічованою водою марки Wilo-Jet HWJ 301/24 ЕМ, характеристики якого: подача $V=3,6$ м³/год, напір $H=49$ м, потужність електродвигуна $N_{\text{пн}}=1,1$ кВт.

Потужність, яка споживається насосом в опалювальний, середньоопалювальний.

$$N_{\text{пж}} = (V_{\text{жн}} \cdot H_{\text{жа}} \cdot \rho \cdot g) / (3600 \cdot \eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{ел}}), \quad (2.29)$$

де $\eta_{\text{н}}$ – ККД насосу;

$\eta_{\text{ел}}$ – ККД електромеханічний

$$N_{\text{пж}}^{\text{моп}} = (1,92 \cdot 49 \cdot 999,8 \cdot 9,8) / (3600 \cdot 0,72 \cdot 0,96) = 0,37 \text{ (кВт)}.$$

$$N_{пж}^{соп} = (3 \cdot 49 \cdot 999,8 \cdot 9,8) / (3600 \cdot 0,72 \cdot 0,96) = 0,57 \text{ (кВт)}.$$

Подача рециркуляційних насосів

$$V_{рц} = \frac{1,1 \cdot G_{рц} \cdot 3600}{\rho_{рц}}, \quad (2.30)$$

де $G_{рц}$ – масова витрата рециркуляційної води, кг/с;

$\rho_{рц}$ – густина рециркуляційної води на вході в підживлювальний насос, яка дорівнює 983,2 кг/м³.

Подача рециркуляційних насосів

$$V_{рц}^{моп} = \frac{1,1 \cdot 0,126 \cdot 3600}{983,2} = 0,5 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

$$V_{рц}^{соп} = \frac{1,1 \cdot 0,029 \cdot 3600}{983,2} = 0,11 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

На котельні встановлюємо один рециркуляційний насос марки Wilo-Jet HWJ 301/24 ЕМ, характеристики якого: подача $V=3,6$ м³/год, напір $H=49$ м, потужність електродвигуна $N_{пн}=1,1$ кВт.

Потужність, яка споживається насосом в опалювальний, середньоопалювальний.

$$N_{рц} = (V_{рц} \cdot H_{рц} \cdot \rho \cdot g) / (3600 \cdot \eta_n \cdot \eta_{ел}) \quad (2.31)$$

де η_n – ККД насосу;

$\eta_{ел}$ – ККД електромеханічний

$$N_{рц}^{моп} = (0,5 \cdot 49 \cdot 999,8 \cdot 9,8) / (3600 \cdot 0,72 \cdot 0,96) = 0,1 \text{ (кВт)},$$

$$N_{рц}^{соп} = (0,11 \cdot 49 \cdot 999,8 \cdot 9,8) / (3600 \cdot 0,72 \cdot 0,96) = 0,02 \text{ (кВт)},$$

Розрахункову електричну потужність котельні знаходимо як суму активних потужностей працюючого обладнання котельні, а саме одного мережного насосу, одного підживлювального насосу та дуттєвого вентилятора котла [17].

Потужність насосів

$$N_k = N_{\text{мн}} + N_{\text{пн}} + N_{\text{рец}} \quad (2.32)$$

$$N_k^{\text{сop}} = 17,1 + 0,37 + 0,1 = 17,57 \text{ (кВт)}.$$

$$N_k^{\text{моп}} = 22,4 + 0,57 + 0,02 = 22,99 \text{ (кВт)}.$$

2.7 Розрахунок та вибір вентилятора

Розрахункова подача вентилятора

$$Q_b = 1,1 \cdot B_p \cdot V_0 \cdot \alpha_b \cdot (t + 273) / 273 \quad (2.33)$$

де B_p – витрата палива при роботі котла на максимальному навантаженні, 0,057 м³/с;

V_0 – об'єм теоретичної кількості повітря, для даного типу газу становить 9,2 м³/м³ ;

α_b – коефіцієнт надлишку повітря, 1,25;

t_b – температура повітря перед вентилятором, 20 °С.

$$Q_b = 1,1 \cdot 0,057 \cdot 9,2 \cdot 1,25 \cdot (20 + 273) / 273 = 0,77 \text{ (м}^3\text{/с)}.$$

Переводимо в м³/год

$$Q_b = 0,77 \cdot 3600 = 2772 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

За визначеною подачею вентилятора вибираємо вентилятор ВКМ 400 видатністю 3050 м³/год, потужність електродвигуна 0,46 кВт, n=1370 об/хв, напір 580 Па [17].

$$N_B = N_B \cdot \tau \quad (2.34)$$

$$N_{\text{макс}} = 0,46 \cdot 2 \cdot 24 \cdot 20 = 441,6 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

В середньоопалювальний період

$$N_{B.co} = 0,46 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 20 = 220,8 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

Споживання електричної енергії вентиляторами за рік

$$N_{B\sum} = N_{\text{макс.}} + N_{B.co}, \quad (2.35)$$

$$N_{B\sum} = 441,6 + 220,8 = 662,4 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

2.8 Техніко – економічні показники роботи котельні

Для порівняння різних варіантів рішень в процесі розробки теплової схеми котельні, оцінювання енергетичної ефективності і економічної доцільності визначають техніко-економічні показники :

- 1) річне виробництво теплоти $\sum Q_B$, МДж/рік (Гкал/рік);
- 2) річний відпуск теплоти $\sum Q_{\text{відп}}$, МДж/рік (Гкал/рік);
- 3) ККД котлоагрегатів η_k , %;
- 4) ККД бруто котельні $\eta_{\text{кот}}^{\text{бр}}$, %;
- 5) ККД нетто котельні $\eta_{\text{кот}}^{\text{н}}$, %;
- 6) питома витрата умовного палива на одиницю виробленої b_B і відпущеної $b_{\text{відп}}$ теплоти, кг/МДж (кг/ГДж);
- 7) загальні (К, грн.) і питомі капіталовкладення (к, грн./МДж);
- 8) собівартість виробленої CB_B і відпущеної $CB_{\text{відп}}$ теплоти, грн.

Річна витрата палива загальне

$$V_{\text{річ}} = V_{\text{річ}}^{\text{макс}} + V_{\text{річ}}^3 + V_{\text{річ}}^{\text{п}}, \quad (2.36)$$

$$V_{\text{річ}} = 832291 + 145152 + 490752 = 1468 \text{ (тис.м}^3\text{/рік)}.$$

Витрати на паливо

$$C_{\text{п}} = V_{\text{річ}} \cdot \Pi_{\text{п}} \cdot K_{\text{вп}} \cdot 10^{-3}, \quad (2.37)$$

де $k_{\text{вп}}$ — коефіцієнт, яким враховують втрати палива (орієнтовно цей коефіцієнт для природного газу дорівнює 1,006);

$\Pi_{\text{п}}$ — вартість палива(природний газ). $\Pi_{\text{п}} = 18000 \text{ грн/ (тис.м}^3\text{) [17];}$

$V_{\text{річ}}$ — річна витрата палива 1468, тис.м³/рік.

Річна витрата на паливо

$$C_{\text{п}} = 1468 \cdot 18000 \cdot 1,006 \cdot 10^{-3} = 26582 \text{ (тис.грн./рік)}.$$

Загальна витрата електричної енергії

$$E_{\text{річ}} = N_{\text{вп}} \cdot 24 \cdot 365, \quad (2.38)$$

$$E_{\text{річ}} = 63,4 \cdot 24 \cdot 365 = 555384 \text{ (кВт} \cdot \text{год/рік)}.$$

Для одноставкового тарифу витрати на електроенергію

$$C_{\text{еє}} = \Pi_{\text{еє}} \cdot E_{\text{річ}} \cdot 10^{-3}, \quad (2.39)$$

де $\Pi_{\text{еє}}$ — одноставковий тариф на електричну енергію, $\Pi_{\text{еє}} = 8,2 \text{ грн/кВт} \cdot \text{год}.$

$$C_{\text{еє}} = 8,2 \cdot 555384 \cdot 10^{-3} = 4554,14 \text{ (тис.грн./рік)}.$$

Витрата води

$$G_{\text{сер}} = (G_{\text{дв}} \cdot 1,2 \cdot 3600 \cdot 365) / \rho_{\text{св}}, \quad (2.40)$$

Річна витрата води

$$G_{\text{сер}} = (1,08 \cdot 1,2 \cdot 3600 \cdot 365) / 986,98 = 1725 \text{ (м}^3\text{/рік)}.$$

Грошові витрати на воду

$$C_{\text{в}} = G_{\text{с,річ}} \cdot \Pi_{\text{в}} \cdot 10^{-3}, \quad (2.41)$$

де $\Pi_{\text{в}}$ – ціна води, грн / м³, $\Pi_{\text{в}} = 15,74$ грн / м³.

$$C_{\text{в}} = 1725 \cdot 15,74 \cdot 10^{-3} = 27,15 \text{ (тис.грн./рік)}.$$

Витрати на амортизацію

$$C_{\text{а}} = K \cdot H_{\text{а}}, \quad (2.42)$$

де K – балансова вартість, $K=3,5$ млн.грн.;

$H_{\text{а}}$ – норма амортизаційних відрахувань, що включає витрати на реновацію і капітальний ремонт обладнання котельні та залежить від виду її основних фондів, для парових котелень $H_{\text{а}} = 7,5$ %.

$$C_{\text{а}} = 3,5 \cdot 0,075 = 0,262 \text{ (тис.грн./рік)}.$$

Витрати на поточний ремонт для закритих котелень складають 20 % від амортизації

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{а}} \cdot 0,2, \quad (2.43)$$

$$C_{\text{пр}} = 0,262 \cdot 0,2 = 0,0524 \text{ (тис.грн./рік)}.$$

Витрати на заробітну плату розраховуються з урахуванням основної та додаткової заробітних плат, а також відрахувань на соціальне страхування

$$C_{\text{зп}} = K_{\text{шт}} \cdot Q_{\text{втр}} \cdot \Phi_{\text{зп}} \cdot K_{\text{дод}} \cdot 10^{-3}, \quad (2.44)$$

де $k_{шт}$ – штатний коефіцієнт, за яким визначається чисельність персоналу котельні, $K_{шт} = 10$ чол/МВт;

$k_{дод}$ – коефіцієнт, що враховує додаткові нарахування і приймається рівним $k_{дод} = 1,33$;

$\Phi_{зп}$ – середній річний фонд заробітної плати, грн./рік.

$$C_{зп} = 10 \cdot 3240 \cdot 1,33 \cdot 48 \cdot 10^{-3} = 2068,12 \text{ (тис.грн./рік)}.$$

До інших витрат належать витрати на охорону праці, техніку безпеки, пожежну охорону, адміністративний персонал тощо. Значення цих витрат в процентах від суми всіх попередніх витрат для газу – 6 %.

$$C_{ін} = 0,06 \cdot \Sigma C, \quad (2.45)$$

$$C_{ін} = 0,06 \cdot (26582 + 4554,14 + 27,15 + 0,262 + 0,0524 + 2068,12) = 1993,9 \text{ (тис.грн./рік)}.$$

Загальні річні експлуатаційні витрати

$$C_{річ} = C_{п} + C_{еє} + C_{в} + C_{а} + C_{пр} + C_{зп} + C_{ін}, \quad (2.46)$$

$$C_{ін} = (26582 + 4554,14 + 27,15 + 0,262 + 0,0524 + 2068,12 + 1993,9) \cdot 10^{-3} = 35,22 \text{ (млн.грн./рік)}.$$

Річний відпуск теплоти

$$Q_{річ} = (Q_{гвп} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365) + (Q_{оп. \max} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 20) + (Q_{оп} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 169), \quad (2.47)$$

$$Q_{річ} = (0,951 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365) + (2,56 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 20) + (1,74 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 169) = 59821200 \text{ (МДж/рік)}.$$

Собівартість теплової енергії

$$CB_{\text{тепл}} = C_{\text{річ}} / Q_{\text{річ}} \cdot 10^3, \quad (2.48)$$

$$CB_{\text{тепл}} = 35,22 / 59,82 \cdot 10^3 = 588,76 \text{ (грн/МДж)}.$$

Даний розрахунок показав, що загальні річні експлуатаційні витрати дорівнюють 35 млн.грн/рік, річний відпуск теплоти котельнею складає 59821200 МДж/рік, або 14280 Гкал/рік. Собівартість теплової енергії становить 588,76 грн/МДж або 2472,9 грн/Гкал.

2.9 Аналіз варіантів модернізації котельні

Оскільки собівартість виробництва теплової енергії є досить високою 3370,8 грн/Гкал, а середній по Вінницькій області тариф для організацій, що фінансуються з державного чи місцевого бюджету, становить 3487,28 грн/Гкал, виникає необхідність модернізації котельні. Одним із шляхів зниження споживання природного газу є встановлення утилізаторів теплоти димових газів за котлами. Існують два типи утилізаторів теплоти – поверхневі та конденсаційні. Найбільш раціональним для даної котельні є застосування утилізаторів поверхневого типу.

У котельні встановлено котли трьох типів: ВК-21 (2 МВт), НР-18 та паровий котел Е-1-0,9. Водогрійні котли ВК-21 та НР-18 працюють лише в опалювальний період, а парогенератори Е-1-0,9 – цілорічно.

Одним із варіантів зменшення собівартості виробництва теплової енергії є переведення котельні на спалювання твердої біомаси. Найбільш поширеними видами твердої біомаси, що використовуються в Україні, є пелети з лушпиння соняшника, соломи, деревини, тирси, тріски, а також енергетичні культури.

Вартість пелет з лушпиння соняшника (теплота згоряння – 17 000 кДж/кг, вологість – 7%, зольність – 3,2%) становить 6000 грн/т.

У парогенераторі Е-1-0,9 можливо встановити колосникову решітку для спалювання твердого палива, що дозволить здійснити його модернізацію.

Окрім того, враховуючи наявність басейну для відпочивальників у санаторії, доцільним є використання енергії сонця для підігріву води. У подальшій частині роботи детальніше розглянемо саме цей варіант.

Одним із варіантів із модернізації є переведення котельні на спалювання суміші газів, з окрема на спалювання генераторного газу та природного газу [1]. Однак, такий варіант відхилено оскільки на території потрібно встановлювати газогенератор, і тоді необхідно замінити пальники.

2.10 Техніко економічні показники після модернізації

Ціна передтопка складає 180000 грн. Встановлюється на котельні в кількості 3 шт., один із котлів Е 1,0-0,9 залишаємо на газіві в якості резервного і тому затрати на передтопки складають 540000 тис.грн/рік.

Монтаж передтопка складає 30% від його вартості 162000 грн. Замовлення проектному відділі розрахунок, креслення ті інші документи для розробки передтопка склали ще 156000 грн., таким чином загальні вартість 318000 грн.

Враховуючи, що після ряду модернізацій котли будуть працювати на пелетах, нам в санаторії потрібно забезпечити чистий мікроклімат, тому буде встановлено 3 циклонних зололовлювача. Вартість одного зололовлювача складає 22000 грн. Монтаж одного зололовлювача 30% від вартості, тому вартість монтажу становить 6600 грн. Таким чином загальна вартість складає 85800 грн. Склад для палива з рухомої підлогою, ціна 699000 грн, димова труба для котла 155000 грн.

Таким чином загальна вартість даних модернізацій складає 1797800 грн.

Загальна сума основного та допоміжного обладнання становить 1063044 грн. Вартість монтажу становить 32% від загальної суми обладнання 340174 грн.

Для встановлення сонячних колекторів на даху будинку потрібно його зміцнення, затрати на зміцнення склали 500000 грн. А також потрібне

будівництво допоміжного приміщення для розміщення допоміжного обладнання. Ціна 1м² постройки приміщення під обладнання сонячних колекторів складає 14000 грн., приміщення має 300 м², таким чином на будівництво приміщення потрібні затрати в розмірі 4200000 грн.

Загальна вартість встановлення СК та обладнання 6131631 грн.

Загальна вартість повної модернізації СК+Передтопки 7929431 грн.

Таблиця 2.2 Техніко-економічні показники після модернізації

Назва	Існуюча схема (газ)	Модернізована (газ + пелети)	Модернізована (газ + пелети+СК)
Річна витрата на паливо, млн.грн./рік	26,52	23,44	23,18
Капітальні витрати К, млн.грн	—	1,797	7,92
Загальні річні експлуатаційні витрати С _{річні} , млн.грн/рік	35,22	32,54	32,27
Собівартість теплової енергії СВ, грн/Гкал	2472,9	2283,91	2263,8
Термін окупності, років	—	0,78	2,57

3 СИСТЕМА ПІДГРІВУ ВОДИ В БАСЕЙНІ САНАТОРІЮ НА БАЗІ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ

3.1 Розрахунок необхідної площі колекторів та їх кількості

З відомої площі басейну знаходимо витрату з поверхні басейну

$$Q_{\text{втр}} = q \cdot F_{\text{бас}}, \quad (3.1)$$

де q – питомі втрати теплоти з поверхні басейну, Вт/м²

F – площа басейну, м²

$$Q_{\text{втр}} = 120 \cdot 180 = 21600 = 21,6 \text{ (кВт)}.$$

Витрата води з басейну яку необхідно підігріти

$$G_{\text{доб}} = \left(\frac{Q}{C_p \cdot \Delta t} \right) / \rho \cdot 1000 \cdot 3600 \cdot 10, \quad (3.2)$$

де ρ – густина води, кг/м³.

$$G_{\text{доб}} = \left(\frac{21,6}{4,19 \cdot (30 - 20)} \right) / 997 \cdot 1000 \cdot 3600 \cdot 10 = 18614,31 \text{ (кг)}.$$

Інтенсивність C_p , що надходить на СК будь-якого просторового положення кожної години світлової доби

$$q_{\text{пад. i}} = P_A \cdot P_S \cdot I_S^{\text{гор}} + I_D^{\text{гор}}, \quad (3.3)$$

де P_A – коефіцієнт, що враховує азимут розташування СК який беремо з таблиці 7.1 [18];

P_S – коефіцієнт положення СК для прямої СР який беремо з таблиці 7.1 [18];

$I_S^{\text{гор}}$ – середня величина інтенсивності прямої СР, яку беремо з таблиці Г.2 [18], Вт/м²;

$I_D^{\text{гор}}$ – середня величина інтенсивності дифузної СР яку беремо з таблиці Г.2 [18] Вт/м².

$$q_{\text{пад. 8}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 81 + 105 = 196,12 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад. 9}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 151 + 151 = 320,85 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад. 10}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 209 + 186 = 421 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад. 11}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 233 + 232 = 494 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад. 12}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 244 + 244 = 518,46 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад. 13}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 221 + 256 = 504,58 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад. 14}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 209 + 244 = 479 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад. 15}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 186 + 209 = 418,22 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад. 16}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 116 + 174 = 304,48 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад. 17}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 70 + 128 = 206,73 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

Коефіцієнт положення колектора для розсіяної СР

$$P_D = \cos^2 \beta / 2, \quad (3.4)$$

де β - кут нахилу СК до горизонту.

$$P_D = \cos^2 35/2 = 0,408.$$

Коефіцієнт положення колектора для відбитої СР

$$P_R = \sin^2 \beta / 2, \quad (3.5)$$

$$P_R = \sin^2 35/2 = 0,091.$$

Приведена інтенсивність поглинутої СР

$$q_{\text{погл. i}} = P_A \cdot P_S \cdot (\tau\alpha)_S \cdot I_S^{\text{гор}} + (\tau\alpha)_D \cdot \left[P_D \cdot I_D^{\text{гор}} + P_R \cdot (I_S^{\text{гор}} + I_D^{\text{гор}}) \cdot a \right], \quad (3.6)$$

де $(\tau\alpha)_D$, $(\tau\alpha)_S$ – приведені оптичні характеристики СК для прямої та розсіяної СР які беруться з паспортних характеристик колектора;

a – альbedo (коефіцієнт відбиття) поверхні, на якій розташовані колектори.

$$q_{\text{погл. } 8} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 81 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 105 + 0,091 \cdot (81+105) \cdot 0,2] = \\ = 97,04 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{погл. } 9} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 151 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 151 + 0,091 \cdot (151+151) \cdot 0,2] = \\ = 168,69 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{погл. } 10} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 209 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 186 + 0,091 \cdot (209+186) \cdot 0,2] = \\ = 227,21 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{погл. } 11} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 233 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 232 + 0,091 \cdot (233+232) \cdot 0,2] = \\ = 260,03 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{погл. } 12} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 244 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 244 + 0,091 \cdot (244+244) \cdot 0,2] = \\ = 272,59 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{погл. } 13} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 221 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 256 + 0,091 \cdot (221+256) \cdot 0,2] = \\ = 256,45 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{погл. } 14} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 209 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 244 + 0,091 \cdot (209+244) \cdot 0,2] = \\ = 243 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{погл. } 15} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 186 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 209 + 0,091 \cdot (186+209) \cdot 0,2] = \\ = 214 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{погл. 16}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 116 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 174 + 0,091 \cdot (116 + 174) \cdot 0,2] = 145,43 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{погл. 17}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 70 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 128 + 0,091 \cdot (70 + 128) \cdot 0,2] = 94,04 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

Температура зовнішнього повітря для і-ої години j-ого місяця

$$t_{ij} = t_j + 0,5 \cdot k_i \cdot A_j, \quad (3.7)$$

де t_j – середньо добова температура повітря j-ого місяця , яку визначають згідно і ДБН В.1.1-27:2021;

A_j – середньодобова амплітуда коливань температури у j-ому місяці;

k_j – коефіцієнт перерахунку для і-ої години.

$$t_8 = 8,1 + 0,5 \cdot 0 \cdot 9,7 = 8,1 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_9 = 8,1 + 0,5 \cdot 0,26 \cdot 9,7 = 9,36 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{10} = 8,1 + 0,5 \cdot 0,5 \cdot 9,7 = 10,52 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{11} = 8,1 + 0,5 \cdot 0,71 \cdot 9,7 = 11,54 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{12} = 8,1 + 0,5 \cdot 0,87 \cdot 9,7 = 12,31 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{13} = 8,1 + 0,5 \cdot 0,97 \cdot 9,7 = 12,8 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{14} = 8,1 + 0,5 \cdot 1 \cdot 9,7 = 12,95 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{15} = 8,1 + 0,5 \cdot 1 \cdot 9,7 = 12,95 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

$$t_{16} = 8,1 + 0,5 \cdot 0,97 \cdot 9,7 = 12,8 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

$$t_{17} = 8,1 + 0,5 \cdot 0,87 \cdot 9,7 = 12,31 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

Рівноважна температура кожної години

$$t_i^{\max} = q_{\text{погл. } i} / U + t_{3,i}, \quad (3.8)$$

де U - приведений коефіцієнт теплових втрат СК який наводять у паспортних характеристиках колектора, Вт/м²/К;

$t_{3,i}$ – температура зовнішнього повітря в i -ту годину, $^{\circ}\text{C}$.

$$t_8^{\max} = 97,04 / 4,5 + 8,1 = 29,66 \text{ (}^{\circ}\text{C)}. \quad t_9^{\max} = 168,69 / 4,5 + 9,36 = 46,84 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

$$t_{10}^{\max} = 227,21 / 4,5 + 10,52 = 61 \text{ (}^{\circ}\text{C)}. \quad t_{11}^{\max} = 260 / 4,5 + 11,54 = 69,32 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

$$t_{12}^{\max} = 272,59 / 4,5 + 12,31 = 72,89 \text{ (}^{\circ}\text{C)}. \quad t_{13}^{\max} = 256,45 / 4,5 + 12,8 = 69,79 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

$$t_{14}^{\max} = 243 / 4,5 + 12,95 = 66,96 \text{ (}^{\circ}\text{C)}. \quad t_{15}^{\max} = 214 / 4,5 + 12,95 = 60,52 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

$$t_{16}^{\max} = 145,43 / 4,5 + 12,8 = 45,12 \text{ (}^{\circ}\text{C)}. \quad t_{17}^{\max} = 94,04 / 4,5 + 12,31 = 33,21 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

Значення температури теплоносія на вході та виході із СК для двоконтурних ССГВ

$$t_1 = t_{w,l} + 5, \quad (3.9)$$

$$t_2 = t_{w,2} + 5, \quad (3.10)$$

де $t_{w,1}$ – температура холодної води, °C;

$t_{w,2}$ – температура гарячої води, °C.

$$t_1 = 20 + 5 = 25 \text{ (}^\circ\text{C)}. \quad t_2 = 30 + 5 = 35 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

Продуктивність за годину СК ССГВ без дублера із примусовою циркуляцією теплоносія

$$g_i = \frac{0,86 \cdot U}{\ln \frac{t_i^{\max} - t_1}{t_i^{\max} - t_2}}, \quad (3.11)$$

$$g_8 = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{29,66 - 20}{29,66 - 30}} = 0 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

$$g_9 = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{46,84 - 20}{46,84 - 30}} = 8,3 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

$$g_{10} = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{61 - 20}{61 - 30}} = 13,84 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

$$g_{11} = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{69,32 - 20}{69,32 - 30}} = 17 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

$$g_{12} = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{72,89 - 20}{72,89 - 30}} = 17,08 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

$$g_{13} = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{66,79 - 20}{66,79 - 30}} = 18,46 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

$$g_{14} = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{66,96 - 20}{66,96 - 30}} = 16,16 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

$$g_{15} = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{60,52 - 20}{60,52 - 30}} = 13,65 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

$$g_{16} = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{45,12 - 20}{45,12 - 30}} = 7,62 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

$$g_{16} = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{33,21 - 20}{33,22 - 30}} = 2,73 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Величина сумарної добової надхідної СР на площину колектора

$$q_{\text{пад}}^{\text{доб}} = \sum q_{\text{пад. i}} \text{ ,} \quad (3.12)$$

$$q_{\text{пад квт.}}^{\text{доб}} = 196,11 + 320,85 + 421 + 494 + 518,46 + 504,59 + 479 + 418,22 + 304,48 + \\ + 206,73 = 3862,72 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад трав.}}^{\text{доб}} = 297,5 + 424 + 514 + 572,28 + 595,64 + 560 + 526,32 + 470 + 385,45 + \\ + 275,18 = 4624,51 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад чер.}}^{\text{доб}} = 344,71 + 477 + 552,28 + 608,4 + 641,5 + 608,39 + 576,27 + 523 + 445,83 + \\ + 335,59 = 5113,11 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад лип.}}^{\text{доб}} = 324,95 + 435,71 + 524,18 + 582,4 + 593,4 + 594,18 + 560,89 + 516,93 + \\ + 415,69 + 315,44 = 4863,82 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад серп.}}^{\text{доб}} = 262,51 + 394,28 + 490,53 + 562,16 + 585,67 + 572,6 + 537,53 + 476,9 + \\ + 380,65 + 272,39 = 4535,28 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад вер.}}^{\text{доб}} = 160 + 286 + 409,99 + 487,48 + 514,58 + 487 + 449,89 + 370,47 + 286 + \\ + 160 = 3610,91 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

Осереднене протягом періоду роботи ССГВ значення температур зовнішнього повітря

$$t_{\text{сер}} = \sum t_i / i, \quad (3.13)$$

де i – кількість годин роботи СК за день, год;

$$t_{\text{сер. квіт.}} = \frac{8,1 + 9,36 + 10,52 + 11,54 + 12,31 + 12,8 + 12,95 + 12,95 + 12,8 + 12,31}{10} = \\ = 11,56 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

$$t_{\text{сер. трав.}} = \frac{14,2 + 15,65 + 17 + 18,17 + 19 + 19,63 + 19,8 + 19,8 + 19,63 + 19}{10} = 18,2 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

$$t_{\text{сер. чер.}} = \frac{17,2 + 18,6 + 19,9 + 21 + 21,94 + 22,48 + 22,65 + 22,65 + 22,48 + 21,94}{10} = 21,1 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

$$t_{\text{сер. лип.}} = \frac{18,7 + 20 + 21,4 + 22,53 + 23,39 + 23,93 + 24,1 + 24,1 + 23,93 + 23,39}{10} = 22,56 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

$$t_{\text{сер. серп.}} = \frac{18 + 19,45 + 20,8 + 21,97 + 22,87 + 23,43 + 23,6 + 23,6 + 23,43 + 22,87}{10} = 22 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

$$t_{\text{сер. вер.}} = \frac{13,3 + 14,67 + 15,95 + 17 + 17,9 + 18,4 + 18,6 + 18,6 + 18,4 + 17,91}{10} = 17 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

Коефіцієнт корисної дії СК

$$\eta = (\tau\alpha)_s - [i \cdot U \cdot (t_1 + t_2) / 2 - t_{\text{ср}}] / q_{\text{пад}}^{\text{доб}}, \quad (3.14)$$

$$\eta_{\text{квіт.}} = 0,74 - [10 \cdot 4,5 \cdot (20 + 30) / 2 - 11,56] / 3862,72 = 0,45.$$

$$\eta_{\text{трав.}} = 0,74 - [10 \cdot 4,5 \cdot (20 + 30) / 2 - 18,2] / 4624,51 = 0,50.$$

$$\eta_{\text{чер.}} = 0,74 - [10 \cdot 4,5 \cdot (20 + 30) / 2 - 21] / 5113,11 = 0,52.$$

$$\eta_{\text{лип.}} = 0,74 - [10 \cdot 4,5 \cdot (20 + 30) / 2 - 22,56] / 4863,82 = 0,51.$$

$$\eta_{\text{серп.}} = 0,74 - [10 \cdot 4,5 \cdot (20 + 30) / 2 - 22] / 4535,28 = 0,49.$$

$$\eta_{\text{вер.}} = 0,74 - [10 \cdot 4,5 \cdot (20 + 30) / 2 - 17] / 3610,91 = 0,43.$$

Площа сонцепоглиняльної поверхні ССГВ без дублера

$$F = \frac{G_{\text{доб}}}{\sum g_i}, \quad (3.15)$$

де $G_{\text{доб}}$ – витрата гарячої води в ССГВ за добу, кг

$$F_{\text{черв.}} = \frac{18614,31}{217,9} = 85,42 \text{ (м}^2\text{)}.$$

$$F_{\text{лип.}} = \frac{18641,31}{212,6} = 87,68 \text{ (м}^2\text{)}.$$

$$F_{\text{серп.}} = \frac{18641,31}{200,8} = 92,83 \text{ (м}^2\text{)}.$$

$$F_{\text{вер.}} = \frac{18641,31}{138,3} = 134,78 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Кількість сонячних колекторів без дублера

$$n = \frac{F}{F_{\text{лк}}}, \quad (3.16)$$

$$n_{\text{прав.}} = \frac{83}{1,876} = 48 \text{ (шт)}.$$

$$n_{\text{чер.}} = \frac{85,42}{1,876} = 46 \text{ (шт.)}.$$

$$n_{\text{лип.}} = \frac{87,68}{1,876} = 47 \text{ (шт.)}.$$

$$n_{\text{серп.}} = \frac{92,83}{1,876} = 50 \text{ (шт.)}.$$

$$n_{\text{вер.}} = \frac{134,78}{1,876} = 72 \text{ (шт.)}.$$

Площа сонцепоглиняльної поверхні ССГВ з дублером

$$F' = \frac{1,16 \cdot G_{\text{доб}} \cdot (t_{w,2} - t_{w,1})}{\eta \cdot \sum q_{\text{пад}}^{\text{доб}}}, \quad (3.17)$$

де $G_{\text{доб}}$ – добове навантаження системи ГВП, л/доб.

$$F' = \frac{1,16 \cdot 18614,31 \cdot (30 - 20)}{0,45 \cdot 3862,72} = 124,22 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Кількість сонячних колекторів з дублером

$$n' = F' / F_{1k}, \quad (3.18)$$

$$n' = 124,22 / 1,876 = 66,22 \text{ (шт.)}.$$

Кількість сонячних колекторів приймаємо цілим числом $n = 67$ шт.

3.2 Визначимо сумарний об'єм баків акумуляторів з дублером

$$V_{\text{БА}} = 0,08 \cdot F'. \quad (3.19)$$

Виберемо максимальну площу колекторів для підбору баків акумуляторів, яка складає 135 м^2

$$V_{\text{БА}} = 0,08 \cdot 135 = 10,8 \text{ (м}^3\text{)}.$$

При проектуванні приймаємо три бака акумулятора по $3,5 \text{ м}^3$.

Сумарна кількість теплоти, яку вироблено системою ротягом сезону роботи

$$Q = F \cdot \eta \cdot \sum_{Z,j} q_{\text{пад},j}^{\text{доб}}, \quad (3.2)$$

де Z – число місяців роботи системи;

j – число днів місяця

$$Q_{\text{трав.}} = 105,27 \cdot 0,5 \cdot 143360 = 7556001 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

$$Q_{\text{черв.}} = 86,97 \cdot 0,52 \cdot 153393 = 6991881 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

$$Q_{\text{лип.}} = 89,13 \cdot 0,51 \cdot 150778 = 6899233 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

$$Q_{\text{серп.}} = 94,38 \cdot 0,49 \cdot 140594 = 6592741 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

$$Q_{\text{вер.}} = 137 \cdot 0,43 \cdot 108327 = 6430811 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

Частка покриття навантаження ССГВ за рахунок СР

$$f_{\text{зам}} = Q / \sum_{Z_j} G_{\text{доб}} \cdot (t_{w,2} - t_{w,1}) \cdot C_p, \quad (3.21)$$

$$f_{\text{зам трав.}} = 7556001 / 587664 \cdot (35 - 25) \cdot 4,19 = 0,3.$$

$$f_{\text{зам черв.}} = 6991881 / 568707 \cdot (35 - 25) \cdot 4,19 = 0,293.$$

$$f_{\text{зам лип.}} = 6899233 / 587664 \cdot (35 - 25) \cdot 4,19 = 0,28.$$

$$f_{\text{зам серп.}} = 6592741 / 587664 \cdot (35 - 25) \cdot 4,19 = 0,267.$$

$$f_{\text{зам вер.}} = 6430811 / 568707 \cdot (35 - 25) \cdot 4,19 = 0,269.$$

Значення попередніх розрахунків для інших місяців зведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку системи сонячних колекторів для інших місяців

		Місяць					
Величина	Розмірність	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	2	3	4	5	6	7	8
$\sum q_{\text{пад}}$	Вт/м ²	3862,72	4624,51	5113,11	4863,82	4535,28	3610,91
$\sum q_{\text{погл}}$	Вт/м ²	1978,34	2408,87	2717,41	2590,04	2478,39	1983,10
g_i	кг/м ²	—	8,6	12,4	12,2	9,34	1,84
$t_{\text{сер}}$	°C	11,56	18,2	21,09	22,56	22	17
$\eta_{\text{кол}}$		0,45	0,50	0,52	0,51	0,49	0,43
F	м ²	—	105,2	86,97	89,13	94,38	137

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8
F'	м ²	125,64	94,69	81,81	87,80	97,30	140,16
V _{БА}	м ³	10,8	8,3	7,3	7,8	8,5	12
N	шт	—	44	46	47	50	72
n'	шт	67	38	44	45	52	74
Q	кВт·год	—	7556001	6991881	6899233	6592741	6430811
f _{зам}		—	0,3	0,293	0,28	0,267	0,269

Отже до встановлення приймаємо 67 сонячних колекторів, що дозволить зекономити природній газ в обсязі 4717 м³. Екологічні показники системи після модернізації наведено в додатку В.

4 МОНТАЖ СИСТЕМИ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ ДЛЯ ПІДГРІВУ ВОДИ В БАСЕЙНІ

4.1 Склад робіт

- 1) доставка деталей до місць монтажу та їх складування;
- 2) розмітка місць прокладання трубопроводу;
- 3) встановлення баків-акумуляторів;
- 4) встановлення насосних станцій;
- 5) монтаж сонячних колекторів;
- 6) прокладання гофрованих трубопроводів діаметром 20 мм;
- 7) прокладання гофрованих трубопроводів діаметром 40 мм;
- 8) ізоляція трубопроводів;
- 9) встановлення запірної арматури;
- 10) монтаж фільтрів;
- 11) монтаж розширювального баку;
- 12) встановлення автоматизації;
- 13) програмування автоматизації;
- 14) перше робоче випробування окремих частин;
- 15) робоча перевірка системи в цілому;
- 16) кінцева перевірка системи і здача в експлуатацію;
- 17) повернення допоміжного обладнання на склад.

4.2 Об'єми робіт

Доставка деталей до місць монтажу та їх складування. Одиниці вимірювання в тонах. Загальна маса усіх деталей 11669,29 кг (див. табл. 4.1).
Приймаємо об'єм $V=11669$.

Розмітка місць прокладання трубопроводу. Одиниці вимірювання 100м. Довжина всієї мережі трубопроводу складає $L=7,79$ м. Приймаємо $V=7,79$. (див. табл. 4.1).

Встановлення баків – акумуляторів на фундамент, закріплення кронштейнами. Кількість баків акумуляторів складає 3 штуки. Висота одного 1,83 м. Діаметр 1,68м. Одиниці вимірювання в штуках. Отже, приймаємо. $V=3$. (див. табл.4.1).

Встановлення насосної станції «ATMPS-D» на фундамент, її закріплення до фундаменту. Одиниці вимірювання в штуках. Отже, приймаємо. $V=2$. (див. табл.4.1).

Монтаж сонячних колекторів на даху будинку, встановлення каркасу під колектори, збір колектора в готову одиницю. Одиниці вимірювання в 100 кВт. Отже, приймаємо. $V=17,82$. (див. табл.4.1).

Прокладання трубопроводів діаметром 25 мм. Одиниці вимірювання в 100 метрах. Довжина труб з діаметром 25 мм складає 235 м, отже, приймаємо $V=2,35$ (див. табл. 4.1) .

Прокладання трубопроводів діаметром 40мм. Одиниці вимірювання в 100 метрах. Довжина труб з діаметром 40 мм складає 5,44 м, отже, приймаємо $V=5,44$ (див. табл. 4.1) .

Ізоляція трубопроводів. Одиниці вимірювання в 100 метрах. Загальна довжина зворотних та подаючих трубопроводів і становить 7,79 м. $V=7,79$ (див. табл. 4.1).

Встановлення запірно-регулювальної арматури. Одиниці вимірювання в штуках. Отже приймаємо $V=35$ (табл. 4.1).

Монтаж фільтрів. Одиниці вимірювання в штуках. Кількість фільтрів 2 шт. Отже, об'єм буде становити $V=2$ (табл. 4.1).

Монтаж розширювального баку. Одиниці вимірювання в штуках. Отже, приймаємо $V=1$. (див.табл.4.1).

Встановлення автоматизації «RESOL». Одиниці вимірювання в штуках. Отже, приймаємо $V=1$ (див. табл.4.1).

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7
3	Впускний клапан Ø40 мм	«HONEYWELL» [25]	шт.	68	0,25	17
4	Термо-змішувальний клапан із зворотніми клапанами на вході гарячої та холодної води Ø25 мм	«HONEYWELL» [25]	шт.	136	0,35	47.6
5	Клапан термо-змішувальний для геліосистеми з змінними катриджами Ø40 мм	«HONEYWELL» [25]	шт.	6	0,1	0.6
6	Клапан термо-змішувальний анти-опіковий Ø20 мм	«ASV-M»[25]	шт.	6	0,1	0,6
7	Комбінований запобіжний клапан температури і тиску Ø20 мм	«HONEYWELL» [27]	шт.	2	0,25	0,5
8	Запобіжний клапан для геліосистеми Ø40мм	«ASV-PV»[27]	шт.	4	0,2	0.8
9	Двох ходовий запірний клапан для геліосистеми Ø40	«HONEYWELL» [27]	шт.	2	0,25	0,5
10	Двох ходовий запірний клапан для геліосистеми Ø20	«HONEYWELL» [27]	шт.	2	0,02	0,4
11	Накидні гайки Ø40мм	«WITA» [25]	шт.	136	0,1	13,6
12	Триходовий клапан Ø20мм	«WITA» [25]	шт.	8	0,31	2,48
13	Муфти кутові Ø40мм	«WITA» [25]	шт.	136	0,1	13,6
14	Муфти кутові Ø20мм	«WITA» [25]	шт.	136	0,1	13,6

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7
Допоміжне обладнання						
33	Гідравлічний прес	REMS Push[36]	шт.	1	7,8	7,8
34	Перфоратор HR 5001C	MAKITA [37]	шт.	1	12,8	12,8
35	Електродрель	«DEWALT» [38]	шт.	1	9,5	9,5
Загальна маса по допоміжному обладнанню: маса $\Sigma=30,1$ кг						
Загальна маса $\Sigma=11669,29$ кг						

4.4 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань і конструкцій. Розрахунок електроенергії, пального та інших енергоресурсів на монтажі.

4.4.1 Доставка деталей до місць монтажу

Чітка організація доставки труб і матеріалів до робочих місць здійснює безпосередній вплив на якість монтажу санітарно-технічних систем.

Доставлені на будівельний майданчик прилади групуємо згідно заявочних специфікацій.

Монтаж сонячних колекторів

В даній системі опалення використовуються сонячні колектора «ATMOSFERA» з боковим підключенням

Сонячні колектори встановлюються на стійки, які передтим зібрані за інструкцією та встановлені в зарання відмічених місцях. Сонячні колектори встановлюються на відстані 980 мм. один від одного і під кутом 45° на південний схід.

Монтаж сонячних колекторів виконати в такій послідовності:

- розмітка місця установки кріплень;
- висвердливати отвори для кронштейнів;
- встановити стійки;
- встановити на стійки колектора;
- зібрати різьбові з'єднання з фасонними частинами;
- підключити датчики колекторів

- є) підключення магістрального трубопроводу
- ж) з'єднання двох рядів.

Сонячні колектора укомплектовуються штуцерами, пробками-перехідниками, датчиками, заглушками та кронштейнами.

Монтаж магістральних трубопроводів

В даній системі опалення магістральні трубопроводи розташовані відкрито вздовж стін. При їх прокладанні мінімальний уклон становить 0,003.

Уклони трубопроводів спрямовуються в сторону повітровипускних пристроїв. Відгалуження від магістральних трубопроводів до підводок колекторів виконуються під прямим кутом. Магістральні трубопроводи, які проходять через будівельні конструкції прокладаються в гільзах.

Монтаж магістральних трубопроводів виконати в такій послідовності:

- а) розмітити вісі магістралей та установити підвіски і кронштейни;
- б) прокласти труби, вузли і заготовки по наміченим вісям;
- в) зібрати магістралі та приєднати до них монтажні вузли, повітро-збірники;
- г) вивірити та установити задані уклони;
- д) встановити і закріпити гільзи.

Монтаж підводок до баків акумуляторів

Монтаж підводок до баків акумуляторів виконати в такій послідовності:

- а) розмітити місця встановлення підводок;
- б) з'єднання підводок герметизуючими матеріалами;
- в) вивірити та закріпити підводки хомутами;
- г) після збирання підводів перевірити їх вертикальність, нахили підводів, міцність закріплення труб і баків акумуляторів.

4.4.2 Підбір машин, механізмів, пристосувань

Труби, деталі, конструкції та обладнання для систем опалення завозяться централізовано автомашиною "DAFXF95.380.FAT.12". Технічні характеристики автомашини наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 4.2 – Технічні характеристики автомашини "DAFXF95.380.FAT.12"[39]

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Вантажопідйомність	кг	до 16500
Кількість осей:		
всього	шт.	6
ведучих	шт.	4
Вантажна висота	мм.	970
Найбільша швидкість	км/год	120
Радіус повороту	м.	12
Колія колес:		
передні	мм.	1950
задні	мм.	1750
Витрата палива	л/100 км	18,5
Габарити:		
Довжина		11642
Ширина		2042
Висота		3152
Маса	кг	28000

Для пробивки отворів у стіні та дахові використовуємо перфоратор «МАКІТА» [37]. Його характеристика наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Технічна характеристика перфоратора «MAKITA HR 5001C»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Вантажопідйомність	кг	до 16500
Кількість осей:		
всього	шт.	6
ведучих	шт.	4
Вантажна висота	мм.	970
Найбільша швидкість	км/год	120
Радіус повороту	м.	12
Витрата палива	л/100 км	18,5
Габарити:		
Довжина		11642
Ширина		2042
Висота		3152
Маса	кг	28000

Для пробивки отворів у стіні та дахові використовуємо перфоратор «MAKITA» [37]. Його характеристика наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Технічна характеристика перфоратора «MAKITA HR 5001C»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Енергія удару	Нм	1,0
Частота удару	Гц	40
Потужність	Вт	350
Глибина отвору	мм	до 200
Маса	кг	12,8
Максимальний діаметр буріння в бетоні	мм.	32
Тип патрона	—	SDS+

Для випробування трубопроводів на міцність та щільність використовуємо прес гідравлічний REMS Push, його характеристика наведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – технічна характеристика гідравлічного пресу REMS Push[36]

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Об'єм	л	12
Максимальний тиск	бар	60
Розміри	мм	500x190x140
Маса	кг	7,8

Таблиця 4.6 – Набір інструментів та пристосувань для монтажників системи опалення

Найменування	ДСТУ, марка	Кільк., шт.	Заг. маса, кг
1	2	3	4
Ключ гайковий двохсторонній М17х19 мм М19х22 мм	ДСТУ Б В. 2.8-23:2009	6 6	0,9 1,2
Плоскогубці комбіновані	ДСТУ Б В. 2.8-23:2009	6	1,6
Викрутки	ДСТУ Б В. 2.8-23:2009	6	0,31
Молоток слюсарний	ДСТУ Б В. 2.8-23:2009	6	1,8
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	ДСТУ Б В. 2.8-23:2009	6	2,1
Молоток гумовий		6	1,9
Стрічка вимірювальна, 20 м	ДСТУ Б В. 2.8-23:2009	6	0,12
Рівень металевий	ДСТУ Б В. 2.8-23:2009	2	0,22
Висок	ДСТУ Б В. 2.8-23:2009	2	0,2
Трубовигинач		6	24
Калібратор пластиковий з ножами для зняття фаски для металопластикових тр-дів		6	1,1
Ящик переносний для інструменту		12	3,2
Всього:			38,65

Витрати допоміжних матеріалів зводимо в таблицю 4.7.

Таблиця 4.7 - Витрати допоміжних матеріалів на монтаж системи опалення і теплотехнічної частини

Допоміжні матеріали	Одиниця виміру	Витрати матеріалів		
		Шифр	Вага	Об'єм
Льон(прядиво)	кг.	1545-0159	12,45	-
Прокладки гумові	кг.	111-1746	5,45	-
Прокладка з пароніта, марка ПМБТ, товщина 1 мм	1000	шт.	0,06	-
				$\Sigma=17,96$

4.5 Розрахунок терміну окупності капіталовкладень

Для санаторію ми вибрали сонячні колектори фірми “АТМОСФЕРА” SPKF4M площею 1,86 м². Ціна 12000 грн. Загальна ціна становить 804000 грн за 67штук. Система складається з такого основного і допоміжного обладнання, його ціни занесені в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Вартість основного та допоміжного обладнання

Обладнання, шт.	Ціна, грн
1	2
Баки накопичувальні АТМОСФЕРА 500л.[40].	45600
Бак-акумулятор гарячої води (тепла) Feniks H 4 м ³ , Вертикальний (ємність акумуляційна) для систем опалення, 3 шт. [40].	324000
Підставки під сонячні колектори Sunrain, 1 шт. 1300 грн. - Кількість підставок 67 [41]	87100
Насосна станція АТМ PS-D [41]	10250
Контролери модель СК868С8 [41]	6205
Автоматика RESOL [41]	8300
Аксесуари та програмне забезпечення VBUS [41]	22345
Датчики RESOL [41]	6086

Продовження таблиці 4.8

1	2
Калориметр, витратомір V40-15 включаючи 2 термодатчика Pt1000 (2 x FRP30) МОДЕЛІ WMZ-kit 2 [42]	7765
Рефрактометр (набір) модель VBR-80S [42]	4680
Бак розширювальний IMERA RV 300 л [43]	11828
Автоматичний термозмішувальний вузол SOLARNOCAL [42]	11050
Лічильник тепла для сонячних систем [42]	14306
Впускний клапан [44]	2744
Термозмішувальний клапани із зворотними клапанами на вході гарячої та холодної води [44]	2986
Термозмішувальний клапани для геліосистем зі змінними картриджами [44]	5138
Термозмішувальний анти-опікові клапани для геліосистем [44]	2043
Комбінований запобіжний клапан температури і тиску для геліосистем [44]	752
Запобіжний клапан для геліосистем [42]	468
Автоматичний повітровідвідник для геліосистем [42]	405
Кран-відсікач [42]	423
Моторизований триходовий клапан для геліосистем [42]	2953
Двох ходовий затворний клапан серії HL-G [42]	1263
Труби гофровані, тип М 25, 1м 13 грн. - 235 метрів [46]	3055
Труби гофровані, тип М 40, 1м 30 грн. - 545 метрів [47]	16350
Муфти кутові 30 шт. [42]	2340
Теплоізоляція для труб за 1 м. 44 грн.[47]	27648
Трійник АТМ – ВІТ 24 шт. [44]	1848
Загальна сума	627631

Отже, капіталовкладення в систему сонячних колекторів становлять 1431631 грн. Загальні капіталовкладення (разом із припопками для спалювання твердого палива, становлять 2464742 грн)

В розділі визначено, що зменшення собівартості теплової енергії становить 209,1 Гкал/грн.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

В цьому розділі бакалаврської роботи розробляються заходи з охорони праці в процесі монтажу локальної електричної мережі для під'єднання відновлювальних джерел енергії для енергозабезпечення санаторію в місті Вінниці. На електромонтажний персонал, що здійснює монтаж системи електропостачання, впливають такі шкідливі виробничі фактори [48, 49]:

фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо);

хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил);

фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

5.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Робота на опорах повітряних ліній електропередачі

Підійматися на опору і працювати на ній дозволяється тільки в тих випадках, коли є повна впевненість в її достатній міцності і стійкості. Необхідність укріплення опори і безпечні засоби визначаються на місці керівником робіт і відображаються в ППР.

Роботи з укріплення опори, механічна міцність і стійкість якої викликає сумніви, виконуються методом закріплення тросів, відтяжок, або спеціальних пристроїв для розкріплення на опорі. В цьому разі підймання на опору забороняється. Роботи виконуються з телескопічної вишки або іншого механізму для підймання людей, чи з встановленої поряд іншої опори.

В разі застосування відтяжок з гаками, останні повинні мати запобіжні замки.

Підійматися на опору дозволяється членам бригади, які мають:

- групу III — під час всіх видів робіт до верху опори;
- групу II — під час робіт зі зняттям напруги — до верху опори, а під час робіт без зняття напруги — віддалік від струмовідних частин, що перебувають під напругою, — не вище 2 м до рівня розташування нижніх проводів, з групою I — під час всіх видів робіт — не вище 3 м від землі (до ніг працівника).

Ті опори, які не розраховані на однобічне тяжіння від проводів і тросів, але тимчасово піддаються такому навантаженню, мають бути попередньо укріплені для запобігання їх падінню. Забороняється порушувати цілісність проводів і знімати в'язки на проміжних опорах без попереднього укріплення опор. Забороняється підймання на проміжну опору, якщо на ній закріплено менше як два проводи.

На кутових опорах зі штирьовими ізоляторами підніматися і працювати з боку внутрішнього кута забороняється. Під час роботи на стійці опори розташовуватися слід таким чином, щоб не випускати з поля зору найближчі проводи, що перебувають під напругою. Під час підймання на опору слід закріплюватися стропом запобіжного паска. Під час заміни деталей опор слід унеможливити їх зміщення або падіння опори.

Забороняється під час заміни приставок П і АП-подібних опор, відкопувати одночасно обидві стійки опори. Встановлення приставок слід починати з однієї стійки опори, і тільки після заміни на ній приставок, закріплення бандажів і трамбування ґрунту можна розпочати заміну приставок на другій стійці. Замінювати здвоєні приставки слід по чергово. Забороняється

під час витягування чи спускання приставки знаходитися у котловані.

Робота на ПЛ зі зняттям напруги

На багатоколовій ПЛ з горизонтальним розташуванням кіл працювати зі зняттям напруги з одного кола дозволяється тільки з боку цього кола. Переходити на ділянки траверс, що підтримує кола, які перебувають під напругою, забороняється.

Працювати на відключеному колі багатокової ПЛ з розташуванням кіл одне над одним дозволяється тільки за умови, що це коло підвішене нижче від кіл, що перебувають під напругою. Підніматися на опору дозволяється тільки з боку відключеного кола. Замінювати та регулювати проводи відключеного кола забороняється.

На багатоколовій ПЛ напругою 220 кВ під час роботи на опорах зі зняттям напруги з одного кола на стійках на висоті від 2 до 3 м від землі встановлюються червоні прапорці з боку кіл, які залишилися під напругою. Прапорці встановлює керівник робіт з членом бригади, який має групу з електробезпеки III.

В разі проведення робіт з опори, телескопічної вишки без ізолювальної секції або з іншого механізму для підймання людей відстань від людини, або від інструменту та пристосувань, що застосовуються, до проводів ПЛ напругою до 1000 В, зв'язку, радіотрансляції, телемеханіки має бути не менше ніж 0,6 м. Якщо під час робіт унеможливлене наближення до вказаних проводів на меншу відстань, то вони мають відключатися і заземлюватися на місці проведення робіт.

Перетягування і заміна проводів на ПЛ напругою до 1000 В, підвішених на опорах спільно з іншими ПЛ напругою до і понад 1000 В, провадяться з відключенням і заземленням на робочих місцях або з обидвох боків ділянки робіт всіх ПЛ до і понад 1000 В.

Під час робіт на гірляндах ізоляторів дозволяється переміщуватися по підтримувальних гірляндах – як одноланцюгових, так і складених з двох і більше ланцюгів.

Працювати на одноланцюговій натяжній гірлянді дозволяється, користуючись спеціальними пристосуваннями, а в разі їх відсутності – лежачи на гірлянді і зачепившись ногами за траверсу для фіксації положення тіла.

Під час роботи на підтримувальній гірлянді строп запобіжного паска закріплюється за траверсу. Якщо довжина стропа недостатня, то необхідно користуватися закріпленими за пояс двома страхувальними канатами. Один канат прив'язують до траверси, а другий, попередньо заведений за траверсу, член бригади, який підстраховує, відпускає в міру необхідності.

Під час роботи на натяжній гірлянді строп запобіжного поясу закріплюється за траверсу або за призначені для цього пристосування.

На підтримувальних та натяжних гірляндах, складених з двох і більше ланцюгів, дозволяється закріплювати строп запобіжного паска за один з ланцюгів, на якому робота не проводиться. Закріплювати цей строп за гірлянду, на якій виконується робота, забороняється. В разі виявлення несправності, котра може призвести до розчіплювання гірлянди, робота має бути припинена. Під час підймання (або опускання) на траверси проводів, тросів, ізоляторів перебувати на траверсах, на яких підіймається вантаж, або на стійках під цими траверсами, забороняється. Вибирати схеми підймання вантажу і розміщувати підймальні блоки слід з таким розрахунком, щоб не виникали зусилля, які можуть викликати пошкодження опори.

Під час фарбування опори слід вживати заходів для запобігання потраплянню фарби на ізолятори і проводи (наприклад, застосовувати піддони). Живлення системи електропостачання 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. Категорія умов по небезпеці електротравматизму, відповідно до ПБЕ [4, 5], залежить від наявності факторів підвищеної або особливої небезпеки. При наявності таких факторів як підвищена вологість, струмопровідний пил, контакт обслуговуючого персоналу з струмоведучими частинами в різних

приміщеннях підприємства, їх можна віднести до категорії підвищеної небезпеки.

5.1.2 Електробезпека

Основні технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

1) виконання технічних заходів під час підготовки робочого місця,
2) застосування під час обслуговування електроустановок електрозахисних засобів.

1) Під час підготовки робочого місця для роботи, яка вимагає знімання напруги, слід виконати у зазначеній послідовності такі технічні заходи:

- провести необхідні вимкнення і вжити заходів щодо запобігання помилковому або самочинному вмиканню комутаційної апаратури;
- вивісити заборонні плакати на приводах ручного і на ключах дистанційного керування комутаційної апаратури. За необхідності струмопровідні частини слід огороджувати;
- приєднати до "землі" переносні заземлення;
- перевірити відсутність напруги на струмопровідних частинах, на які слід встановити заземлення. Якщо переносні заземлення планується ставити поблизу струмопровідних частин, що не входять в зону робочого місця, то їх огороження слід встановити до перевірки відсутності напруги та заземлення;
- встановити заземлення (увімкнути заземлювальні ножі, приєднати до вимкнених струмопровідних частин переносні заземлення) безпосередньо після перевірки відсутності напруги та вивісити плакати "Заземлено" на приводах вимикальних комутаційних апаратів;
- огородити, у разі необхідності, робочі місця або струмопровідні частини, що залишились під напругою, і вивісити на огороженнях плакати безпеки. Залежно від місцевих умов струмопровідні частини огорожують до або після їх заземлення.

2) Під час обслуговування електроустановок повинні застосовуватись засоби захисту від ураження електричним струмом, від впливу електричного поля, а також засоби індивідуального та колективного захисту. Ізолювальні

електрозахисні засоби поділяються на основні і додаткові. До основних ізолювальних електрозахисних засобів, які повинні застосовуватись в електроустановках напругою понад 1000 В, відносяться: ізолювальні штанги всіх видів, ізолювальні кліщі, електровимірювальні кліщі, покажчики напруги, пристрої для створення безпечних умов праці під час проведення випробувань і вимірювань в електроустановках (покажчики напруги для фазування, покажчики пошкодження кабелів та ін.); до додаткових – діелектричні рукавички, діелектричне взуття, діелектричні килими, ізолювальні підставки, ізолювальні накладки, ізолювальні ковпаки, штанги для перенесення та вирівнювання потенціалу, сигналізатори напруги, захисні огороження (щити, ширми), переносні заземлення, плакати та знаки безпеки та інші засоби захисту.

Крім наведених вище засобів захисту в електроустановках повинні застосовуватись такі ЗІЗ: захисні каски – для захисту голови; захисні окуляри і щитки – для захисту очей і обличчя; протигази і респіратори – для захисту органів дихання; рукавиці – для захисту рук; запобіжні пояси та страхувальні канати.

Вибір необхідних електрозахисних засобів, засобів захисту від дії ЕП, а також ЗІЗ регламентується [50], а також іншими відповідними нормативними документами (НД) з урахуванням місцевих умов. У разі застосування основних ізолювальних електрозахисних засобів достатньо використовувати один додатковий засіб, крім випадків, що обумовлені в цих Правилах. У разі необхідності захисту працівника від напруги кроку дозволяється використовувати діелектричне взуття без застосування основних засобів захисту.

Керівники підприємств, установ, організацій та інші посадові особи несуть персональну відповідальність за виконання вимог цих Правил у межах покладених на них завдань та функціональних обов'язків згідно з чинним законодавством. Працівників, які обслуговують електроустановки, необхідно забезпечити усіма необхідними засобами захисту, навчити правилам

користування цими засобами і зобов'язати застосовувати їх для створення безпечних умов праці.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Параметри мікроклімату в приміщенні підстанції [53], де встановлене обладнання, наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

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

Для забезпечення потрібних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено [54]: утеплення фасаду будівлі, встановлено вентиляцію приміщень.

5.2.2. Склад повітря робочої зони

В умовах, що розглядаються в роботі, можливим забруднювачем повітря може бути пил нетоксичний. Характерні забруднюючі речовини для приміщення п/ст [53] наведені в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 Характерні забруднюючі речовини для виробничого приміщення

Найменування речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньодобова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони в роботі передбачені такі рішення [54]:

- робочі місця, де можливе виділення пилу та, обладнані вентиляційними пристроями, які повинні бути постійно готовими до роботи;
- будь-які порушення у системі вентиляції відображаються попереджувальними сигнальними пристроями;
- установки для кондиціювання повітря або механічні вентиляційні установки під час їх роботи не створюють для працівників протягів;

5.2.3 Виробниче освітлення

Штучне освітлення в будівлі запроектоване загальне, освітлення, за якого світильники розміщуються рівномірно у верхній зоні приміщення (загальне рівномірне освітлення). Нормовані значення виробничого освітлення наведені в таблиці 5.3.

Характеристика зорових робіт – середньої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [55] розряд зорової роботи IV, підрозряд «Г».

Для забезпечення нормованого значення освітлення у проекті передбачено: використання природного та штучного освітлення; штучне освітлення повинне бути рівномірне та достатньо інтенсивне; світло не повинне створює різких тіней на місцях роботи, значних контрастів між освітленим робочим місцем і навколишньою обстановкою; штучне світло не створює зайвих відблисків у полі зору працівника.

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

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

5.2.4 Виробничий шум

Джерелами шуму, що розглядаються в роботі, для працівників є шум будівельних машин і механізмів. Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного (непостійного) широкосмугового (тонального) шуму [56] наведено в таблиці 5.4

Таблиця 5.4 – Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного (непостійного) широкосмугового (тонального) шуму

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частотами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Основні виробничі приміщення	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для забезпечення допустимих параметрів шуму (поліпшення шумового клімату) в приміщенні проектом передбачено:

- раціональне розташування робочих місць;
- постійний контроль режиму праці і відпочинку працівників;
- обмеження застосування обладнання та використання робочих місць, що не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам.

5.3 Пожежна безпека

Пожежну безпеку промислових і інших об'єктів регламентують Правила пожежної безпеки в Україні [59, 60]. Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів визначається за ДСТУ 8829: 2019 [61], за якою визначається категорія приміщень за вибуховою та пожежною безпекою [62].

Приміщення підстанції для підключення відновлювальних джерел енергії за вибухонебезпечністю та пожежонебезпечністю відноситься до категорії Д – речовини і/або матеріали, що зазначені вище для категорій приміщень В (крім горючих газів, горючих пилу і/або волокон), а також негорючі речовини

і/або матеріали в холодному стані (за температури навколишнього середовища), за умов, що приміщення, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) зазначені вище речовини і/або матеріали, не відносяться до категорій А, Б або В, з зонами П-Іа в приміщеннях, де є тверді горючі речовини чи матеріали (сир, масло, тара).

Будівля, в якій розташовані приміщення підстанції, характеризується III ступенем вогнестійкості.

До III ступеня вогнестійкості відносяться будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриттів дозволяється застосовувати дерев'яні конструкції, захищені штукатуркою або негорючими листовими, плитними матеріалами, або матеріалами груп горючості Г1 (низької горючості), Г2 (помірної горючості). До елементів покриттів не висуваються вимоги щодо межі вогнестійкості, поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини повинні мати вогнезахисну обробку.

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) та максимальні межі поширення вогню по них (см) за ДБН В.1.1.7-2016 [62] наведено в таблиці 5.5.

Межі вогнестійкості самонесучих стін, які враховуються в розрахунках жорсткості та стійкості будинку, приймають, як для несучих стін. Будівельні конструкції класифікують за вогнестійкістю та здатністю поширювати вогонь. Показником вогнестійкості є межа вогнестійкості конструкції, що визначається часом (у хвиликах) від початку вогневого випробування за стандартним температурним режимом до настання одного з граничних станів конструкції:

- втрати несучої спроможності (R);
- втрати цілісності (E);
- втрати тепло та ізолювальної спроможності (I).

Таблиця 5.5 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них

Ступінь вогнестійкості і будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) і максимальні межі поширення вогню по них (см)								
	стіни				коло-ни	сходові площадки, костури, сходи, балки, марші сходових кліток	пере-криття між поверхів (у т.ч. горищні та над підвалами)	елементи суміщених покриттів	
	несучі та сходових кліток	само-несучі	зовнішні не-несучі	внутрішні не-несучі (перегородки)				плити, насти-ли, прого-ни	балки, ферми, арки, рами
III	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	E1 15 M1	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M1	Не нормуються	

Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості за ДБН В.1.1.7-2016 [62] наведено в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Протипожежні перешкоди та мінімальні межі їх вогнестійкості

Протипожежні перешкоди	Типи протипожежних перешкод або їх елементів	Мінімальна межа вогнестійкості протипожежної перешкоди (у хвиликах)	Тип заповнення прорізів, не нижче	Тип протипожежного тамбур-шлюзу, не нижче
Стіни	2	REI 60	2	1
Перегородки	2	EI 15	3	2
Перекрытия	2	REI 60	2	1

Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських, сільськогосподарських будинків і споруд слід приймати за таблицею 5.7 (знаменник). В умовах забудови, що склалася, протипожежні відстані між житловими будинками та від житлових будинків до будівель і споруд іншого призначення слід визначати згідно з протипожежними вимогами даних норм, наведеними у таблиці 5.7. Протипожежні відстані від

житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських будинків, сільськогосподарських будівель і споруд потрібно приймати за таблицею 5.7 (знаменник) [62].

Таблиця 5.7 – Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами, а також до виробничих будинків, будівель і споруд

Ступінь вогнестійкості будинку	Відстані при ступені вогнестійкості будинків, м		
	I, II	III	IIIa, IIIб, IV, IVa, V
II	6/9	8/9	10/12

На території підстанції встановлено 5 вогнегасників ВВП-5 (ВП-5) та 12 ВВП-9 [63].

У випадку виникнення пожежі робітники повинні: прийняти всі заходи по ліквідації вогню; місце, яке загорілось слід гасити вогнегасниками; при загоранні електропроводів слід відключити лінію, а ізоляцію електропроводів необхідно гасити тільки порошковими вогнегасниками ВП-5 або піском; зупинити обладнання.

ВИСНОВКИ

У ході виконання бакалаврської роботи проведено модернізацію котельні санаторію в м. Вінниця з використанням сонячних колекторів для підігріву води в басейні, а також частковим переведенням котельні на гранули з лушпиння соняшника. Виконано аналітичний огляд літературної інформації, що дозволило визначити актуальність використання сонячної енергії та вибрати оптимальні типи сонячних колекторів для регіону. На основі огляду літератури обґрунтовано вибір плоских сонячних колекторів через їхню економічну доцільність та ефективність у кліматичних умовах Вінницької області.

Проведено аналіз показників роботи існуючої котельні, визначено витрати палива в різні періоди роботи: максимально-опалювальний, середньоопалювальний та літній. Встановлено, що собівартість виробництва теплової енергії в існуючій котельні становить 2472,9 грн/Гкал. Розраховано теплову схему котельні, що включає парові та водогрійні котли, а також визначено їхні ККД.

Розроблено систему підігріву води в басейні на базі сонячних колекторів. Проведено розрахунки необхідної площі колекторів та їх кількості, визначено сумарний об'єм баків-акумуляторів. Для забезпечення ефективного функціонування системи запропоновано встановити 67 плоских сонячних колекторів загальною площею 124,22 м², що дозволить зекономити 4717 м³ природного газу на рік. Собівартість теплової енергії після модернізації знизиться до 2263,8 грн/Гкал. Капіталовкладення в проєкт складають 7,23 млн грн, В разі часткового переведення котельні на спалювання пелет, та встановлення сонячних колекторів термін окупності проєкту становитиме 2,57 років.

Розроблено монтажну схему системи сонячних колекторів, яка включає баки-акумулятори, насосні станції, трубопроводи, запірну арматуру та автоматику. Складено відомість основних і допоміжних матеріалів,

необхідних для монтажу. Загальна маса обладнання становить 11 669,29 кг. Визначено склад і обсяги робіт, підібрано необхідні машини та механізми, такі як автомобіль для транспортування, перфоратор, гідравлічний прес тощо.

Розроблено заходи з охорони праці, спрямовані на забезпечення безпеки під час монтажу та експлуатації системи. Враховано вимоги до мікроклімату, освітлення, рівня шуму та пожежної безпеки.

Запропоновані рішення дозволяють підвищити енергоефективність котельні, знизити витрати на паливо та зменшити вплив на навколишнє середовище, що відповідає сучасним тенденціям використання відновлюваних джерел енергії.

Також було визначено викиди забруднювальних речовин за рік, викиди вуглекислого газу до модернізації були 2851 т. , а після модернізації 1898 т. , викиди оксидів азоту склали до модернізації 4,69 т. а після модернізації 4,03 т. оскільки біомаса є CO₂ нейтральною, то маємо зменшення парникових газів, але з'являються викиди твердих частинок у кількості 0,71 т. та оксидів сірки у кількості 3,09 т.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Боднар Л.А., Оцінка взаємозамінності горючих газів методом Вівера [Електронний ресурс] / Л. А. Боднар, В. В. Странцевілко // Матеріали ЛІІ науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 20-22 березня 2024р. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20630> (дата звернення 29.03.2025)
2. Фокрун Я.Б., Шкурпела О.О., Сонячна теплоенергетика. Харків: ХНУМГ, 2020 рік. 60 с.
3. Дубровська В.В., Розрахунок системи сонячного гарячого водопостачання. Київ: НТУУ “КПІ”, 2016 рік 12 с.
4. Сонячні колектори URL: <https://romstal.ua/uk/info/184-printsip-raboty-solnechnykh-kollektorov-i-batarey?srsId=AfmBOorUfq7v2uu0IvKqc-2xNZZuBHT2xX16UJNm-gYMLo1AgIVz8VX> (дата звернення 29.03.2025).
5. Особливості конструкції сонячних колекторів URL: https://hexagon-energy.com.ua/ua/articles/18.solnechnie_kollektori_i_ih_osnovnie_parametri_osobennosti (дата звернення 29.03.2025).
6. Огляд сонячних колекторів URL: <https://www.viessmann.ua/uk/porady/tekhnolohiya-i-systemy/solar-thermal-system/sonyachni-kolektory.html> (дата звернення 29.03.2025).
7. Сонячний колектор: патент на винахід № 48720 Україна: МПК F24J3/00. № 2001117908; заявл. 20.11.2001; опубл. 15.08.2002. 4 с.
8. Сонячний колектор: корисна модель № 55948 Україна: МПК F24J2/04. № u201009120; заявл. 20.07.2010; опубл. 27.12.2010. 4 с.
9. Сонячний колектор з фоклінним концентратором: корисна модель № 138990 Україна: МПК F24S23/70, F24S10/00. № u201906492; заявл. 10.06.2019; опубл. 10.12.2019. 5 с.
10. Використання твердої біомаси як палива на котельних URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2023/11/4.-Kramar-V.-G.-Vykorystannya-tverdoyi-biomas-yak-palyva-na-kotelnyh.pdf> (дата звернення 29.03.2025 р).

11. Що таке біомаса? URL: <https://uabio.org/news/7609/>(дата звернення 29.03.2025 р).

12. Парові котли серії E-1,0-0,9. URL : <https://teplolider.ua/uk/produktsiya/parovi-kotly/parovi-kotly-serii-e/kotly-e-10-09.html> (Дата звернення 27.04.2025 р.)

13. Парові котли серії E в деталях URL : <https://www.teploterm.com/kotli-parovie-kotli-vodogreini/kotli-parovie.html?id=129> (Дата звернення 30.03.2025 р.)

14. Водогрійні котли серії ВК URL: <https://mmzavod.com.ua/index.php/produktsiya-2/kotly-vodogrejnye/8-kotly-serii-ksva-vk> (Дата звернення 18.03.2025 р.)

15. Ткаченко С. Й. , Чепурний М. М. , Степанов Д. В. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання. Вінниця : ВНТУ, 2005. 137с.

16. Співак О. Ю., Резидент Н. В. Тепломасообмін. Ч. I : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2021. 113 с.

17. Боженко М. Ф. Водогрійні котельні для систем децентралізованого та помірно-централізованого теплопостачання [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 170 с. URL Тит (крі.ua) (дата звернення 29.04.2025).

18. ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010. Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 76 с.

19. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 96 с.

20. Сонячні колектори Atmosfera – Офіційна інформація про технічні характеристики URL: <https://atmosfera.ua> (дата звернення 11.03.2025 р.)

21. М. Д. Рабінович. Розрахунок установок сонячного гарячого водопостачання – К.: КНУБА, 2004.

22. Типи сонячних систем гарячого водопостачання URL: https://www.appropedia.org/Types_of_solar_hot_water_systems/uk (дата звернення: 29.03.2025).
23. Прайс лист гофрованих труб для геліосистеми – URL: <http://www.iplast.com.ua/402categ.html> (дата звернення 22.03.2025 р.).
24. ДСТУ Б А.2.4-4: 2009 Основні вимоги до проектної та робочої документації. URL : https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_a_2_4_4_2009/5-1-0-781 (дата звернення 22.03.2025 р.).
25. Прайс лист на допоміжне обладнання: Каталог-Прайс «АТМОСФЕРА» 2018-2020р. 105 с.
26. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Збірники 15. Внутрішні санітарно-технічні роботи. Чинний від 2023-02-07. Київ: Мінрегіон України, 2021. 143 с. URL: <https://e-construction.gov.ua/files/upload/725f1280-5274-11ec-aebf-af65aba18177.pdf> (дата звернення 23.02.2025 р.).
27. Каталог арматури, клапанів та інше для системи опалення URL: <https://modernsys.com.ua/uk/zaschitnaya-armatura/>.(дата звернення 23.02.2025 р.).
28. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Металеві конструкції (Збірник 9). URL : <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2022/11/knu-resursni-elementni-koshtorysni-normy-na-budivelni-roboty.-metalevi-konstrukciyi.-zbirnyk-9.pdf> (дата звернення 23.03.2025 р.).
29. Степанова Н. Д., Степанов Д. В. Монтаж теплоенергетичного та теплотехнологічного обладнання : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2022.
30. Ізоляційні матеріали для трубопроводів різних типів URL: <https://sanpol.ua/ua/library/uteplenie-i-zvukoizolyatsiya/izolyatsiya-truboprovodov/> (дата звернення 23.03.2025 р.).
31. Прайс лист сонячних колекторів фірми «АТМОСФЕРА» URL : http://alt-energy.vn.ua/ciny_sonyachni%20kolektory_ploski. (дата звернення 23.02.2025 р.).

33. Прайс лист на накопичувальні баки URL: https://np-energy.com.ua/index.php?route=product/category&path=184_224 (дата звернення 23.02.2025 р.).

34. Підставки під сонячні колектори URL: <http://www.wksolar.com/products/non-pressure-solar-water-heater/stainless-steel-series-wf-cf> (дата звернення 15.03.2025 р.).

35. Ціна на контролери сонячних водонагрівальних систем, контролери та автоматика ATMOSFERA –URL: <http://77081.ua.all.biz/kontrollery-solnechnyh-vodonagrevatelnyh-sistem-g1647272> (дата звернення 15.03.2025 р.).

36. Технічна характеристика гідравлічного пресу REMSPYIII URL: <http://rems-ukraine.com.ua/p210899-rems-push-ruchnoj.html> (дата звернення 15.03.2025 р.).

37. Технічна характеристика перфоратор URL: <https://maklta.com.ua/makita-hr-2470?srsltid=AfmBOoouCWl0XLtJMeV39acbvaM01nFa7S0dTSylB-g3ymHGcMhW7t1Z> (дата звернення 15.03.2025 р.).

38. Технічна характеристика електродрелі URL: <http://www.dewalt.ua/powertools/productdetails/catno/DCD710D2/> (дата звернення 16.03.2025 р.).

39. Машини для грузоперевезень – URL: http://www.autosvit.com.ua/DAF_XF95.380_techtm_6_400.html (дата звернення 14.03.2025 р.).

40. Прайс лист на накопичувальні баки: <https://lviv.eco-system.com.ua/uk/nakopitelnyy-bak-dlya-goryachey-vody-atmosfera-trm-501-500l-1-teploobmennik-emal-trm-501.html> (дата звернення 14.03.2025 р.).

41. Прайс лист на допоміжне обладнання: Каталог-Прайс «ATMOSFERA» 2020-2021р. 105 с.

42. Каталог арматури, клапанів та інше для системи опалення URL: <https://unidim.com.ua/> (дата звернення 10.05.2025 р.).

43. Бак розширювальний URL: <https://imera.com.ua/ua/rozshiriuvalnii-bak-imera-rv-300-1> (дата звернення 10.05.2025 р.).

44. Допоміжне обладнання для встановлення сонячних колекторів
URL: <https://geyser.com.ua/catalog/> (дата звернення 20.05.2025 р.).
45. Труба гофрована URL: <https://allelectro.com.ua/truba-gofrovana-pvx-kopos-25-mm-monoflex-1425-d-k50d-z-protyazhkoyu/> (дата звернення 15.05.2025 р.).
46. Труба гофрована 40 мм URL: <https://agart.ua/ua/truba-pvh-gibkaya-gofr-d-40mm-lyogkaya-s-protyazhkoj-cvet-seryj-91940-dks> (дата звернення 15.05.2025 р.).
47. Теплоізоляція труб URL: <https://modernsys.com.ua/uk/izolyaciya-iz-vspenennogo-polietilena-dlya-trub-thermaflex-frz-e-35-9-ru.html> (дата звернення 20.05.2025 р.).
48. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073. (дата звернення 20.05.2025 р.).
49. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->. (дата звернення 20.05.2025 р.).
50. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с. (дата звернення 20.05.2025 р.).
51. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с. (Дата звернення 20.05.2025 р.).
52. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови

електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>. (дата звернення 20.05.2025 р.).

53. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>. (дата звернення 20.05.2025 р.).

54. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с. (дата звернення 20.05.2025 р.).

55. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с. (дата звернення 20.05.2025 р.).

56. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>. (дата звернення 20.05.2025 р.).

57. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>. (дата звернення 20.05.2025 р.).

58. НАПБ А.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. [Чинний від 2021-01-22]. Вид. офіц. К. : МВС України, 2014. 47 с. (дата звернення 20.05.2025 р.).

59. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 84 с. (дата звернення 20.05.2025 р.).

60. ДСТУ 8829:2019. Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 75 с.

61. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2016. 31 с.

62. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-02-01]. Вид. офіц. К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. 35 с.

63. Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників. Наказ МВС № 765 від 28.10.2020. [Чинний від 2021-01-26]. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>. (дата звернення 20.05.2025 р.).

Додаток А
(обов'язковий)

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Використання відновлюваних джерел енергії для енергозабезпечення санаторію в м. Вінниця

Тип роботи: бакалаврська кваліфікаційна робота
(бакалаврська кваліфікаційна робота / магістерська кваліфікаційна робота)

Підрозділ ФБЦЕІ, кафедра ТЕ, група ТЕ-23мс
(кафедра, факультет, навчальна група)

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі системою StrikePlagiarism 23,7 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

- ☒ Запозичення, виявлені у роботі, є законними і не містять ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту
- ☐ У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.
- ☐ У роботі виявлено ознаки плагіату та/або текстових маніпуляцій як спроб укриття плагіату, фабрикації, фальсифікації, що суперечить вимогам законодавства та нормам академічної доброчесності. Робота до захисту не приймається.

Експертна комісія:

Степанов Д.В., зав. кафедри ТЕ
(прізвище, ініціали, посада)

Резидент Н.В., доцент кафедри ТЕ
(прізвище, ініціали, посада)

Особа, відповідальна за перевірку

Співак О.Ю.
(прізвище, ініціали)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник

Боднар Л.А., доцент кафедри ТЕ
(прізвище, ініціали, посада)

Здобувач

Странцевілко В.В
(прізвище, ініціали)

У відповідності до розпорядження 03/15 від 01.06.2022 р на засіданні кафедри теплоенергетики прийнято рішення виключити в кваліфікаційних роботах здобувачів кафедри з перевірки на наявність текстових запозичень розділ Охорони праці та Економічний розділ.

Протокол засідання кафедри ТЕ № 18 від 14.05.2024 р.
Зав. кафедри Д.В. Степанов

Додаток Б
(обов'язковий)

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

ЗАТВЕРДЖУЮ



Завідувач кафедри ТЕ

доц. Д. В. Степанов

"24" березня 2025 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на бакалаврську кваліфікаційну роботу

Використання відновлюваних джерел енергії для енергозабезпечення
санаторію в м. Вінниця

08-15.БКР. 012.00.00.000 ТЗ

Керівник роботи:

к.т.н., доц. кафедри ТЕ

Боднар Лілія Анатоліївна

Виконавець:

студент гр. ТЕ-23 ме

Странцевілко Володимир

Володимирович

Вінниця – 2025 рік

1 Найменування об'єкта та область застосування

Модернізація водогрійної котельні стосується підвищення енергетичної та економічної ефективності котельні, шляхом переведення її на відновлювальні види палива. Робота спрямована на підвищення енергоефективності та економічності виробництва теплової енергії на котельні.

2 Підстава для розробки

Підставою для виконання роботи є індивідуальне завдання на бакалаврську кваліфікаційну роботу, вхідні дані з підприємства, наказ ректора ВНТУ про затвердження теми БКР № 97 від “20” березня 2025 року

3 Мета і призначення розробки

Модернізація котельні шляхом встановленням передтопка та сонячних колеторів, впровадження технологій для використання альтернативних джерел енергії в санаторії м. Вінниця.

4 Джерела розробки

Основою для розробки є індивідуальне завдання на бакалаврську кваліфікаційну роботу, дані літературних джерел, інтернет джерел та інші технічні матеріали про модернізацію водогрійних котелень

1. Ткаченко С. Й., Чепурний М. М., Степанов Д. В. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел тепlopостачання: навч. посібн. Вінниця : ВНТУ, 2005. 137 с.

2. Степанов Д. В., Корженко Є.С., Боднар Л. А. Котельні установки промислових підприємств : навч. посібн. Вінниця : ВНТУ, 2011. 120 с.

3. Ткаченко С. Й., Боднар Л. А. Екологічні аспекти виробництва енергії : навч. посібн. Вінниця : ВНТУ, 2017. 100 с.

4. Степанова Н. Д., Степанов Д. В. Монтаж теплоенергетичного та теплотехнологічного обладнання: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2022. 119 с.

5 Технічні вимоги

1.1 Технічні характеристики

- потужність системи опалення $Q_{оп}=2500$ кВт;
- система закрыта;
- графік мережної води 95/70 °С;
- потужність гарячого водопостачання $Q_{гвп}=946$ кВт;
- температура води на гаряче водопостачання 60 °С;
- марки встановлених котлів КСВа-1.0Гн «ВК-22» (3 шт), НР–18(1 шт.);
- тривалість максимально опалювального періоду 20 діб; тривалість опалювального періоду 169 діб;
- види палива: природний газ, пелети з лушпиння соняшнику.

1.2 Вимоги до стандартизації та уніфікації

Деталі та вузли обладнання котельні повинні бути по можливості стандартними та уніфікованими, щоб забезпечити можливість швидкого монтажу та можливість їх ремонту чи заміни.

1.3 Вимоги з надійності

На ефективність роботи обладнання котельні впливають якість проекту та якість монтажу. Параметри показників надійності встановлюються у відповідних державних стандартах.

6 Економічні вимоги

Проаналізувати роботу котельні до та після модернізації, визначити собівартість виробництва теплової енергії.

7 Етапи розробки і терміни їх виконання

№ з/п	Назва етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Назви розділів		
1	Аналітичний огляд літературної інформації	15.03.2025 – 20.03.2025 р.	
2	Аналіз показників роботи котельні.	21.03.2025– 10.04.2025 р.	
3	Система підігріву води в басейні санаторію на базі сонячних колекторів	11.04.2025 – 27.04.2025 р.	
4	Монтаж системи сонячних колекторів для підігріву води в басейні	28. 04. 2025– 15.05.2025 р.	
5	Охорона праці	16. 05.2025 – 25.05.2025 р.	
6	Оформлення БКР	26. 05.2025 – 06.06.2025 р.	
7	Попередній захист БКР	12.06.2025 р.	
8	Захист БКР	18.06.2025 р.	

11 Порядок контролю і приймання

Порядок контролю за виконанням розробки здійснює дипломний керівник відповідно до встановлених термінів. Приймання розробки відбувається на попередньому і заключному етапах захисту за участю екзаменаційної комісії згідно з графіком захисту.

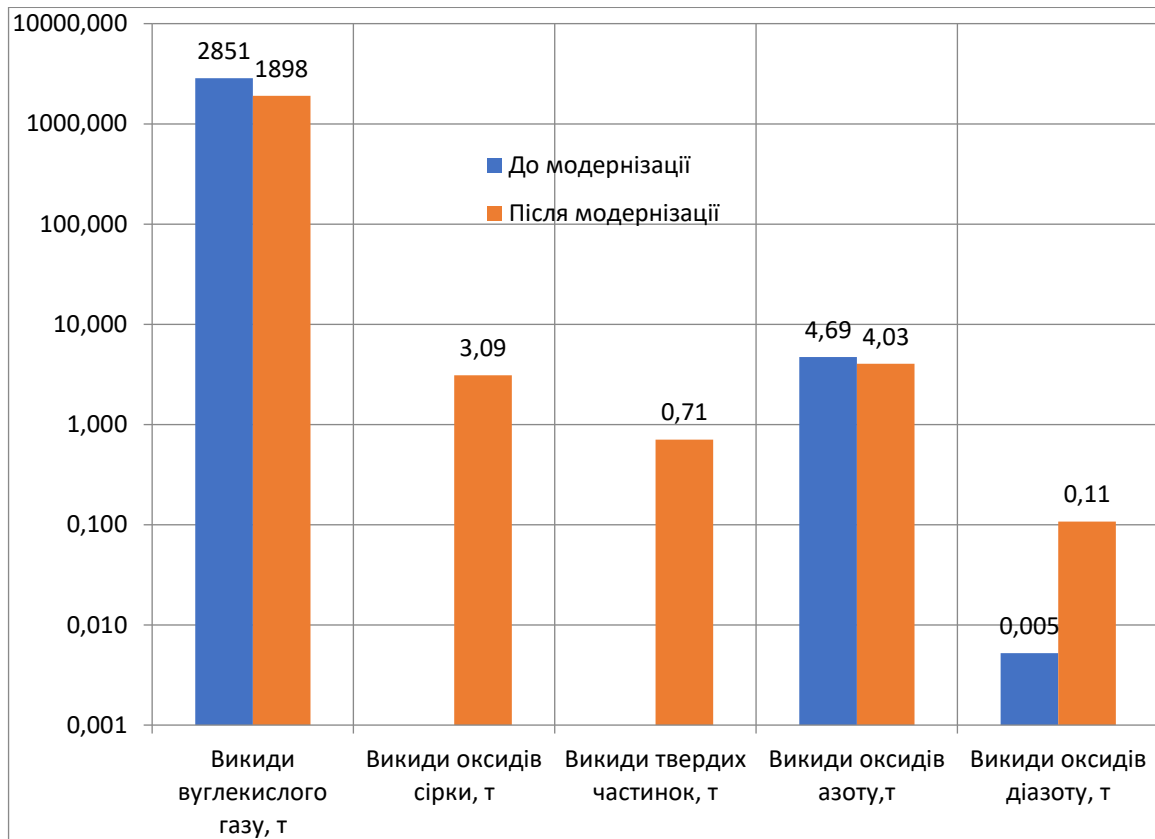
Коректування технічного завдання допускається з дозволу керівника роботи.

Початок розробки "15" березня 2025 р.

Кінець розробки "05" червня 2025 р.

Додаток В
(довідковий)

Аналіз впливу модернізації котельні на викиди забруднювальних речовин



Порівняльний аналіз викидів до та після модернізації показав значне покращення екологічних показників. Найбільше зниження спостерігається для оксидів сірки (SO_x) – на 96,4%, що пов’язано з очищенням димових газів, та вуглекислого газу (CO_2) – на 71,5%, завдяки оптимізації горіння. Викиди оксидів азоту (NO_x) зменшилися на 14%, що свідчить про обмежений вплив модернізації на температуру горіння, а тверді частинки – на 80% через ефективні золовловлювачі. Окрім цього, викиди парникового газу N_2O скоротилися на 50%. Ці результати підтверджують ефективність модернізації та можуть бути основою для подальшого вдосконалення екологічної безпеки котельні.

Додаток Г
(обов'язковий)

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

**Використання відновлюваних джерел енергії для енергозабезпечення
санаторію в м. Вінниця**

Періодичне застосування

Додатковий №

Підп. і дата

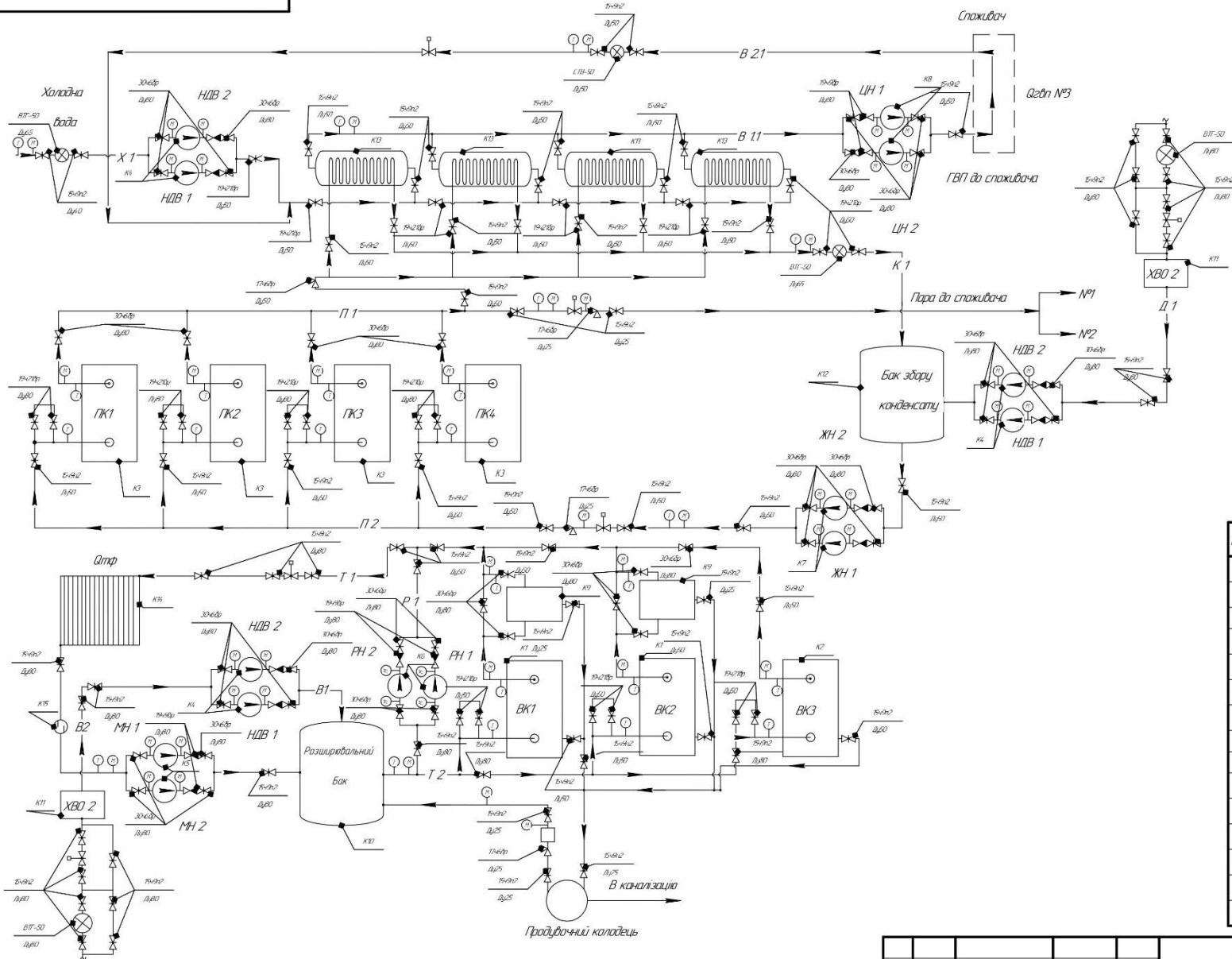
Інв. № докл.

Зам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № ар.

08-15.БКР.012.01.00.000 ТЗ



Умовні позначення трубопроводів

Позначення	Найменування
T 1	трубопровід подачі
T 2	зворотний трубопровід
P 1	трубопровід рециркуляції
B 1	трубопровід додаткової води
B 11	трубопровід гарячої води
B 21	трубопровід гарячої води після споживача
X 1	подача холодної води
K 1	конденсатний трубопровід
П 1	трубопровід подачі пари
П 2	зворотний трубопровід
Д 1	трубопровід додаткової води

Експлікація обладнання

Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
K1	Стальний водогрійник котел ВК-21	2	
K2	Стальний секційний трубний котел НР-18	1	
K3	Паровий вертикально водотрубний котел Е 1/9	4	
K4	Насос додаткової води К100-60-80	6	
K5	Мережний насос КМ-45-55	2	
K6	Рециркуляційний насос К-20-30	2	
K7	Живильний насос К-20-30	2	
K8	Циркуляційний насос К100-60-80	2	
K9	Теплоузелізатор	2	
K10	Розширювальний бак	1	
K11	Хімвододистилка ВП4-10К	2	
K12	Бак збору конденсату	1	
K13	Емнісний теплообмінник STD-25	4	
K14	Система теплофакції	1	
K15	Грязьовик	1	

Умовні позначення



Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
Розроб.	Страницько В.В.			
Перев.	Боднар І.А.			
Т.контр.	Кучеренко І.В.			
Н.контр.	Боднар І.А.			
Затв.	Степанов Д.В.			

08-15.БКР.012.01.00.000 ТЗ

Схема котельні
теплова принципова

м. Вінниця

Літ.	Маса	Масштаб
Арк.	Архив	1

ВНТУ ТЕ-23МС.

Копія

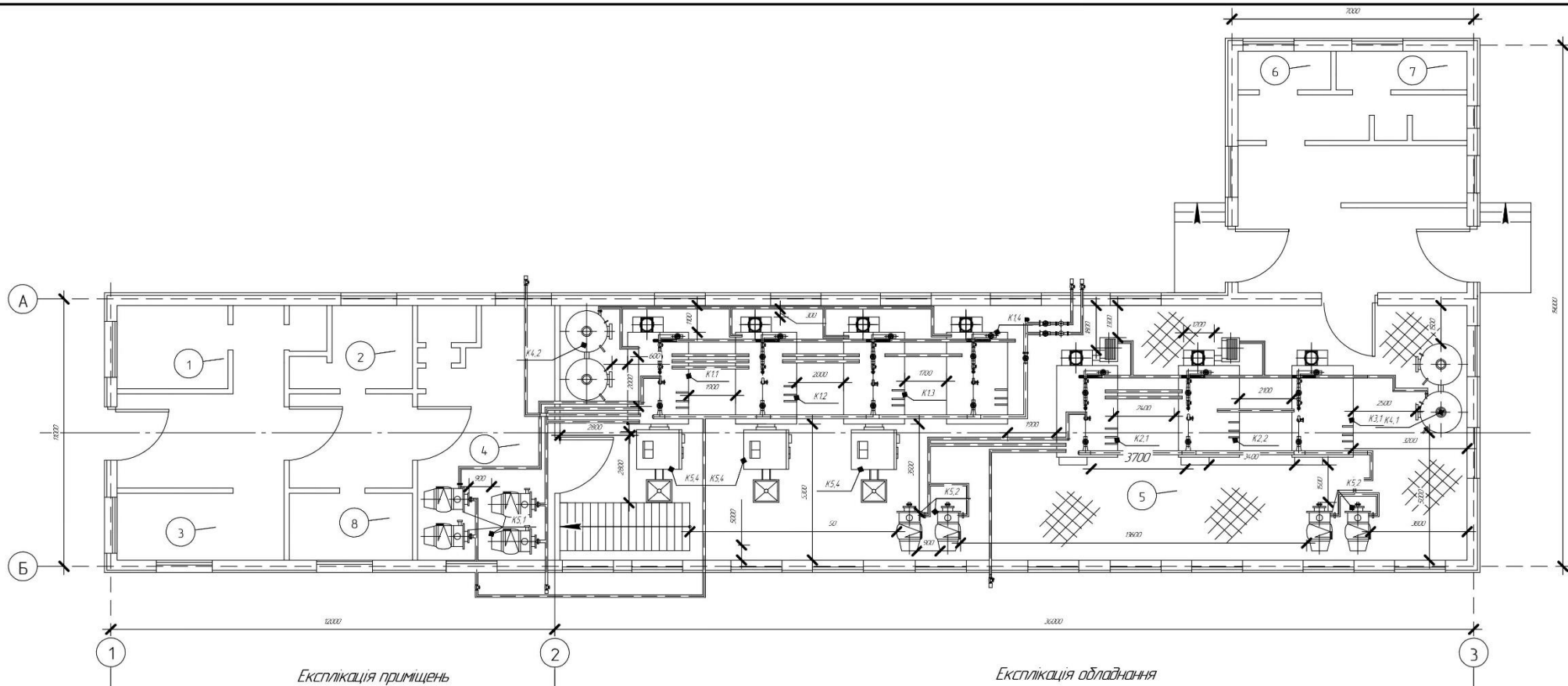
Формат А3

Погоджено

Зач. інв. №

Підп. і дата

Інв. № ар.



Експлікація приміщень

№ п/п	Найменування приміщень	Примітки
1	Побутові приміщення	
2	Електрощитовна	
3	Слюсарна	
4	Насосна	
5	Котельний зал	
6	Лабораторія	
7	Кабінет КВП	
8	Приміщення для зберігання пелет	

Експлікація обладнання

Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
K11-K14	Паровий котел Е-10-0,9	4	
K21-K22	Водогрійний котел ВК-21-М2	4	
K31	Котел водогрійний НР-18	1	
K4.1-K4.2	Водопідготовка	2	
K5.1	Циркуляційний насос к-20/30	2	
K5.2	Мережний насос к-160/80	2	
K5.3	Рециркуляційний насос к-20/30	2	
K5.4	Передаток ПГО 0,7	3	

08-15.БКР.012.02.00.000 АР

м. Вінниця

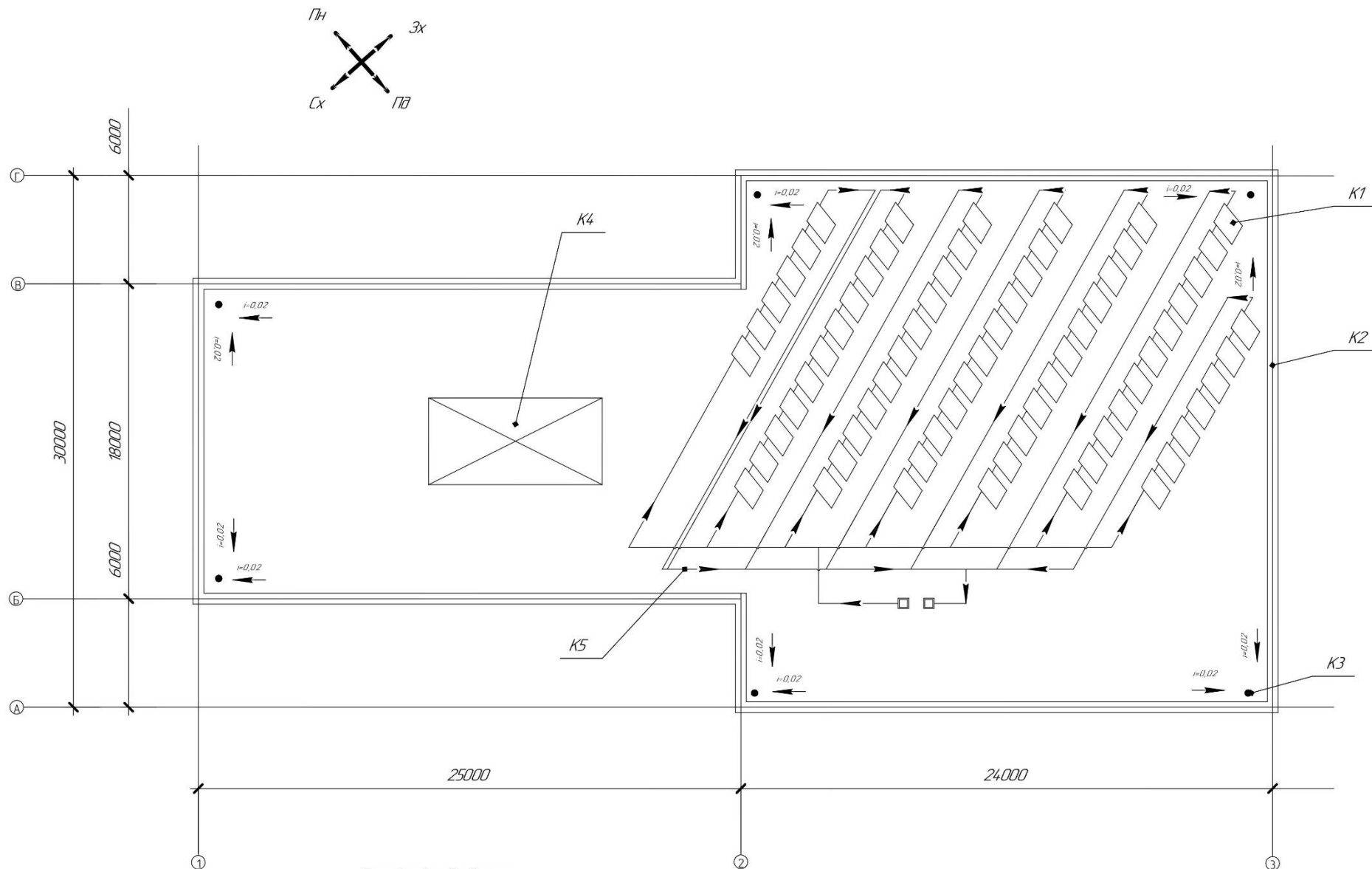
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Використання відновлюваних джерел енергії для енергозабезпечення санаторію в м.Вінниця		
Розроб.	Стрицькіло ВВ					Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Боднар ЛА							1
Т.контр.						План котельні		
Реценз.	Кучеренко ЛВ							
Н. контр.	Боднар ЛА							
Затв.	Степанов ДВ					ВНТУ ТЕ-23мс.		

Погоджено

Зам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № ар.



Експлікація обладнання

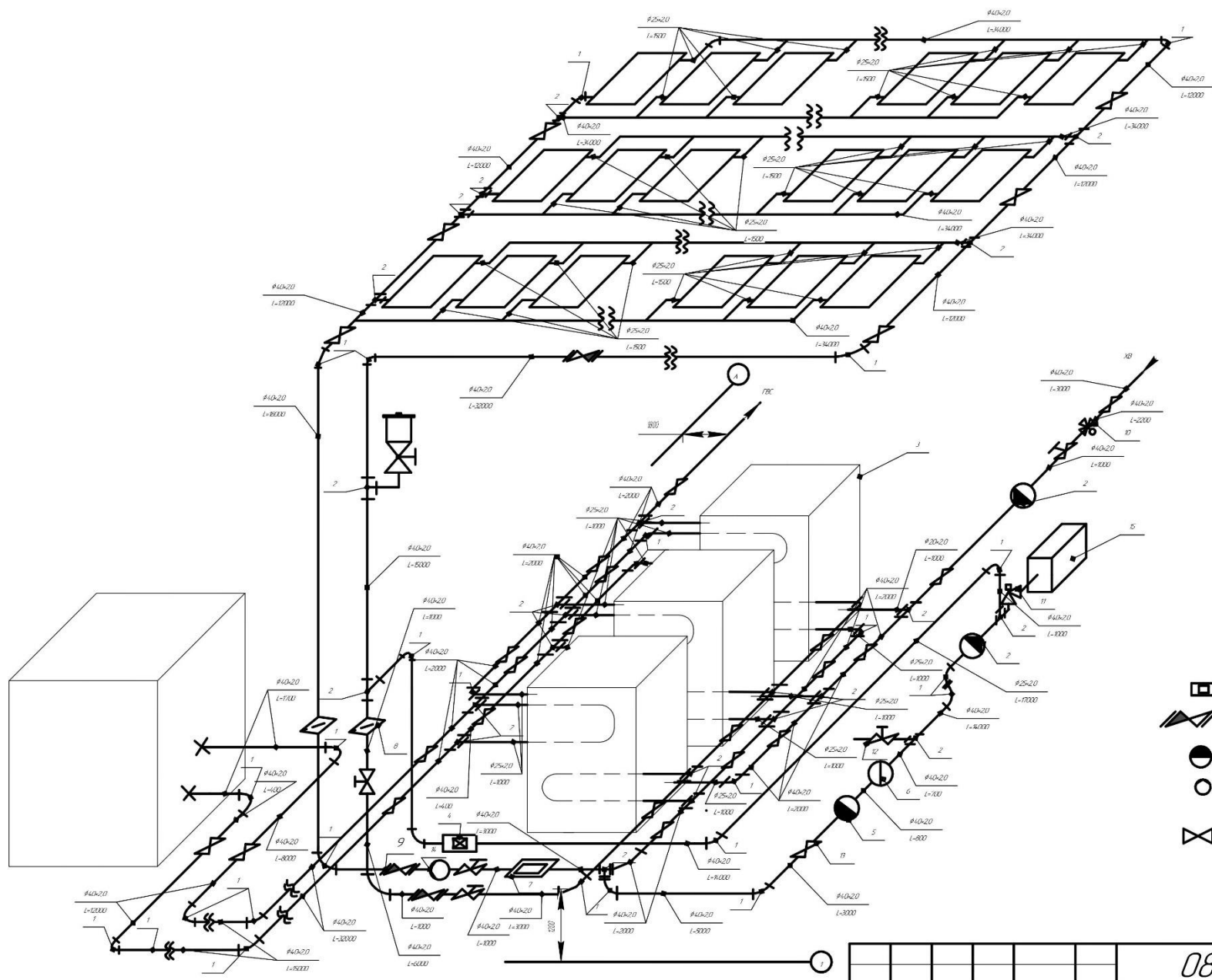
Позиція	Найменування	Примітка
K1	Сонячні колектори	
K2	Стіна	
K3	Водостік	
K4	Вентиляція	
K5	Гофровані труби	

08-15.БКР.012.04.00.000.АР					
м.Вінниця					
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата
Розроб.		Страницько ВВ			
Пров.		Боднар ЛА			
Т.контр.					
Реценз.		Кучеренко ЛВ			
Н.контр.		Боднар ЛА			
Затв.		Степанов ДВ			
Використання відновлюваних джерел енергії для енергозабезпечення санаторію в м. Вінниця				Стадія	Аркш
План встановлення сонячних колекторів на даху					1
				ВНТУ ТЕ-23мс.	

Перв. застосування	Лавітковий №	Познач.	Найменування			Кіл.	Примітки		
		1	Коліно 90°			22			
		2	Трійник 90°			24			
		3	Теплообмінник			3			
		4	Лічильник			1			
		5	Насос циркуляційний			1			
		6	Фільтр			1			
		7	Пом'якшувач води			1			
		8	Індикатор			1			
		9	Зворотній клапан			2			
		10	Запобіжний клапан			2			
		11	Повітряний клапан			1			
		12	Автоматична засувка			6			
		13	Засувка			23			
		Взам. інв. №	Підпис і дата	14	Автоматичний термозмішувач			1	
15	Розширювальний бачок			1					
Підпис і дата	Взам. інв. №							08-15.БКР.012.04.00.000	
		Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата			
		Разроб.	Странцевілко В.В.				Аксометрична схема монтажу сонячних колекторів		
		Перевір.	Боднар Л.А.						
		Рецензент	Кучеренко Л.В.						
		Н.контр.	Боднар Л.А.						
		Затв.	Степанов Д.В.						
		інв. № подл.	Літ.	Аркуш	Аркушів				

Погоджено

Зам. інв. №
Підп. і дата
Інв. № ар.



- лічильник тепла
- лічильник води
- запобіжна засівка
- фільтр
- лічильник води
- засівка
- запобіжник
- автоматичний повітряний клапан
- автоматична засівка
- автоматичний термозмішувальний клапан

						08-15.БКР.012.05.00.000.АР		
						м. Вінниця		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Використання відновлюваних джерел енергії	Стадія	Арк.ш
Разроб.		Спроектир.	В.В.			для енергозабезпечення санаторію в м. Вінниця		
Перев.		Боднар	Л.А.					1
Т.контр.								
Реценз.		Кучеренко	Л.В.			Аксометрична схема	ВНТУ ТЕ-23 мс.	
Н.контр.		Боднар	Л.А.			монтажу сонячних колекторів		
Затв.		Степанов	Д.В.					