

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОПШ: «Монтаж і обслуговування

систем кондиціонування та

вентиляції повітря»

Група: 4КВ - 07

Дипломний проєкт

здобувача освіти денного відділення
4КВ 07. 019. 000 ДП

Складанюка Михайла
Михайловича

м. Одеса - 2024 р

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

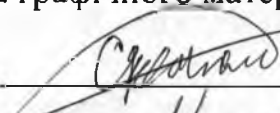
Спеціальність 142
Енергетичне машинобудування
Група 4 КВ-07

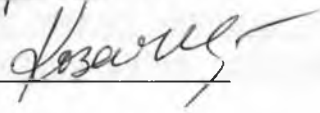
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
КВ. 07. 019. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:

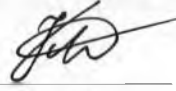
**Виготовлення електричної схеми лабораторно-дослідницького
стенду на базі елементів Пельтьє. Холодопродуктивністю 420 Ват**

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки
на _____ сторінках та графічного матеріалу на _____ аркушах.

Дипломник  (Складанюк М.М.)

Керівник проекту  (Козачинський С.В.)


Консультанти:

з економічної частини  (Кухарук А.А.)

з будівельної частини  (Волянська С.В.)

з охорони праці  (Чорновол Н.І.)

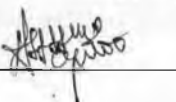
по дотриманню
вимог ЄСКД  (Волянська С.В.)

До захисту допущено
Голова предметної комісії  (Беркань І.В.)

Завідуючий відділенням  (Бригадир Л.Г.)

Захист " 27 " 06 2024 р. Протокол ЕК № 02 КВ

Оцінка ЕК 4 (добре)

Секретар ЕК  (Хоцяновський С.Ю.)

Міністерство освіти і науки України
ВСП «Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ»

Дата видачі завдання
«20» лютого 2024 р.
Дата закінчення проекту
«01» липня 2024 р.

Затверджую
Заступник директора з НВП
_____ Беркань Іг.В.
“ 20 ” лютого 2024 р.

ЗАВДАННЯ

до дипломного проектування

Прізвище, ім'я та по батькові **Складанюку Михайлу Михайловичу**
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Монтаж і обслуговування систем кондиціонування і вентиляції повітря»
Тема дипломного проекту: Виготовлення електричної схеми лабораторно-дослідницького стенду на базі елементів Пельтьє. Холодопродуктивністю 420 Ват

Стверджена наказом по коледжу від « 02 » 11 2023 р. № 244 –А2- ОД

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

Вступ

1. Загальна частина

1.1 Технічна характеристика, призначення експериментального, лабораторно-дослідницького стенду на базі елементів Пельтьє, лабораторії «Монтаж, експлуатації та ремонту холодильного обладнання»

2. Розробка електричної частини лабораторно-дослідницького стенду на базі елементів Пельтьє

- 2.1 Призначення і технічна характеристика компонентів електричної схеми стенду
- 2.2 Розрахунок та розробка системи живлення та керування для всіх електричних елементів дослідницько-лабораторного стенду
- 2.3 Розробка система автоматизації та вимірювання, побудованої на мікроконтролері ESP32 з використанням Wi-Fi технології для передачі даних про температуру і навантаження в реальному часі на пристрої клієнтів
- 2.4 Розробка веб-застосунку, для моніторингу температури, та керування роботою обладнання

3. Охорона праці

4. Економічна частина

5. Висновки

6.Перелік використаних джерел

Графічна частина

Графічний Аркуш 1. Схема блоку живлення стенду на базі елементів Пельтьє

Графічний Аркуш 2. Електрична схема стенду на базі елементів Пельтьє

Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
1. Загальна частина	20 ÷ 21.05.2024
2. Технологічна частина	22 ÷ 24.05.2024
3. Розрахунково-конструкторська частина	25 ÷ 04.06.2024
4. Організаційна частина	05.06.2024
5. Аркуш 1, 2	06 ÷ 08.06.2024
6. Економічна частина	09 ÷ 11.06.2024
8. Охорона праці	13.06.2024
Попередній захист	14.06.2024
Захист дипломного проекту	20 ÷ 28.06.2024

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 3 від “17” жовтня 2023

Голова комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Козачинський С.В.)

Форма	Зона	Поз	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
			КВ 07. 019. 000 ДП	<u>Дипломний проект</u>		
A4		1	КВ 07. 019. 000 ДП ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				<u>Креслення</u>		
A4		1	КВ 07. 019. 001 ДП СБ	Схема автоматизації	1	
		2	КВ 07. 019. 002 ДП СБ	Схема блоку живлення	1	

КВ 07. 019. 000 ДП				
Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата
Розробив		Складанок М.	<i>Козачинський</i>	
Перевір.		Козачинський		
Н. контр.		Волянська	<i>[Signature]</i>	
Виготовлення електричної схеми лабораторно-дослідницького стенду на базі елементів Пельтье,				
Літера		Арк.	Арк.	
н д п				
ВСП ОТФК ОНТУ,				

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект студента

Складанюка Михайла Михайловича
(прізвище, ім'я і по батькові)

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність: 142 «Енергетичне машинобудування»

ОП: «Монтаж та обслуговування систем кондиціонування і вентиляції повітря»

Керівник дипломного проекту

Козачинський С.В.

Тема дипломного проекту: виготовлення електричної схеми лабораторно-дослідницького стенду на базі елементів Пельтьє. Холодопродуктивністю 420 Ват

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки _____ сторінок

Обсяг графічної частини проекту _____ аркушів

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) Висновок про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту (роботи) завдання

Дипломний проект «виготовлення електричної схеми лабораторно-дослідницького стенду на базі елементів Пельтьє. Холодопродуктивністю 420 Ват» виконаний згідно завданню і складається з пояснювальної записки на _____ сторінках і графічного матеріала на _____ аркушах. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

б) Характеристика виконання кожного розділу проекту: ступеня використання дипломником останніх досягнень науки і техніки передових методів роботи на

Тема дипломного проекту розкрита у повному обсязі. Всі розділи розрахунково-конструкторської частини виконані з урахуванням останніх досягнень науки і техніки в галузі енергетичного машинобудування. Дипломник використовував технічну і довідкову літературу по даній темі. Враховані передові методи роботи на виробництві

в) Оцінка якості використання графічної частини проекту (роботи) і пояснювальної записки

Якість виконання пояснювальної її записки і графічної частина задовільна

г) Перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи)

1. Виконання реального дипломного проекту

2. Виконання завдання по автоматизації роботи стенду, застосовуючи навички програмування

д) Основні недоліки дипломного проекту (роботи)

Для живлення модуля ESP-32 більш раціонально було застосувати модуль пониження напруги, замість окремого блоку живлення.

Оцінка розрахункової частини	4 (добре)
Оцінка графічної частини	4 (добре)
Загальна оцінка	4 (добре)

Прізвище, ім'я, по батькові

Місце роботи і посада рецензента

« _____ » _____

_____ Підпис

**ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»**

В І Д Г У К

керівника про дипломний проект (роботу) студента

Складанюка Михайла Михайловича

Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»

Освітня програма «Монтаж і обслуговування систем кондиціонування та
вентиляції повітря»

Тема: Виготовлення електричної схеми лабораторно-дослідницького стенду на
базі елементів Пельтьє. Холодопродуктивністю 420 Ват

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) Об'єм та якість виконаної роботи (графічного матеріалу та розрахунково-пояснювальної записки)

Складанюк Михайло дипломний проект виконав згідно завданню.
ДП складається з пояснювальної записки на сторінках і графічного матеріалу
на трьох аркушах, формату А-1. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і
ДСТУ

б) Самостійність роботи над проектом (роботою)

Дипломник Складанюк Михайло над дипломним проектом працював
самостійно, графік виконання окремих розділів пояснювальної записки і графічних
аркушів не порушував

в) Теоретична підготовка дипломника

Теоретична підготовка студента Складанюк Михайло задовільна. При навчанні на
за освітньою програмою «Монтаж і обслуговування систем кондиціонування та
вентиляції повітря» в цілому показав задовільні результати навчання, більше
зацікавленості проявляв до дисциплін технічного циклу.

г) Вміння вирішувати виробничі та конструкторські питання на базі останніх досягнень науки і техніки, передових методів виробництва

Здобувач освіти Складанюк Михайло Михайлович працюючи над дипломним проектом показав, що зможе вирішувати конструкторські і виробничі питання на базі сучасних досягнень науки і техніки в галузі енергетичного машинобудування.

Складанюк Михайло Михайлович отримав освітньо-професійний рівень фаховий молодший бакалавр з енергетичного машинобудування і кваліфікацію – технік-механік з обслуговування систем кондиціонування і вентиляції повітря.

Оцінка розрахункової частини 4 (добре)

Оцінка графічної роботи 4 (добре)

Загальна оцінка 4 (добре)

Прізвище, ім'я, по батькові керівника Козачинський Сергій Вікторович

Місце роботи і посада керівника проекту: директор ТОВ «УкрАйсКомпані»

«___» червня 2024 р.

Підпис _____

З М І С Т

Вступ.....	4
1. Загальна частина.....	5
1.1 Технічна характеристика, призначення експериментального, лабораторно-дослідницького стенду на базі елементів Пельтьє, лабораторії «Монтаж, експлуатації та ремонту холодильного обладнання».....	4
2. Розробка електричної частини лабораторно-дослідницького стенду на базі елементів Пельтьє.....	7
2.1 Призначення і технічна характеристика компонентів електричної схеми стенду.....	7
2.2 Розрахунок та розробка системи живлення та керування для всіх електричних елементів дослідницько-лабораторного стенду.....	15
2.3 Розробка система автоматизації та вимірювання, побудованої на мікроконтролері ESP32 з використанням Wi-Fi технології для передачі даних про температуру і навантаження в реальному часі на пристрої клієнтів.....	18
2.4 Розробка веб-застосунку, для моніторингу температури, та керування роботою обладнання.....	20
3. Охорона праці.....	23
4. Економічна частина.....	26
5. Висновки.....	29
6. Перелік використаних джерел.....	32

					<i>4KB 07 019.000.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Складенюк М</i>			<i>Виготовлення електричної схеми лабораторно-дослідницького стенду на базі елементів Пельтьє. Холодопродуктивністю 420 Вт</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Козачинський СС</i>				3	33	
<i>Н. Контр</i>		<i>Волянська С.В</i>				<i>ВСП ОТФК ОНТУ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>П.І.Б.</i>						

ВСТУП

В умовах стрімкого розвитку науково-технічного прогресу та підвищених вимог до енергоефективності й екологічної чистоти технічних рішень, використання елементів Пельтьє набуває все більшого значення. Елементи Пельтьє, завдяки своїм термоелектричним властивостям, забезпечують можливість ефективного охолодження та нагрівання без використання рухомих частин, що робить їх привабливими для застосування в різних галузях науки та техніки.

Метою моєї частини комплексного дипломного проекту було проектування та виготовлення електричної схеми лабораторно-дослідницького стенду на базі елементів Пельтьє. Основними завданнями проекту стали розробка схеми живлення від блоку живлення та створення системи автоматизації на базі мікроконтролера ESP-32. Такий підхід дозволив забезпечити високий рівень точності та надійності управління температурними режимами, що є критично важливим для проведення наукових досліджень та експериментів.

В рамках даної роботи були вирішені такі основні завдання:

1. Аналіз і вибір елементної бази для побудови стенду, включаючи елементи Пельтьє та допоміжні компоненти.
2. Розробка схеми живлення, що забезпечує стабільну роботу всіх елементів стенду.
3. Проектування системи автоматизації на базі мікроконтролера ESP-32, що включає в себе розробку алгоритмів управління та програмне забезпечення.

Результати даного дослідження можуть бути використані не лише навчальному процесі для підготовки студентів, але й у різних науково-дослідницьких та прикладних проектах, де потрібна точна регуляція температурних умов.

					4KB 07 019.000.ДП.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Технічна характеристика, призначення експериментального, лабораторно-дослідницького стенду на базі елементів Пельтьє, лабораторії «Монтаж, експлуатації та ремонту холодильного обладнання».

Експериментальний лабораторно-дослідницький стенд на базі елементів Пельтьє призначений для вивчення та дослідження термоелектричних явищ, ефективності термоелектричних елементів, а також для перевірки різних способів охолодження і нагрівання. Однією із цілей комплексного дипломного проекту було виявлення переваг та недоліків холодильної установки на базі елементів Пельтьє у порівнянні з компресорними установками. При розробці електричної схеми особлива увага приділялася можливості розширення функціоналу та способів керування стендом. Для цієї мети було прийнято рішення додати до електричної схеми мікроконтролер ESP-32.

Елементи Пельтьє, або термоелектричні модулі, працюють на основі ефекту Пельтьє, що полягає у створенні різниці температур при проходженні електричного струму через контакт двох різних провідників. Цей ефект дозволяє використовувати термоелектричні модулі як для охолодження, так і для нагрівання, що робить їх універсальними пристроями для різних застосувань. Однак, ефективність таких модулів залежить від багатьох факторів, таких як матеріали, з яких вони виготовлені, конструкція модуля, а також умови експлуатації.

Однією з основних переваг холодильних установок на базі елементів Пельтьє є їх компактність і відсутність рухомих частин, що забезпечує безшумну роботу та тривалий термін служби. Крім того, такі установки можуть бути легко масштабовані і адаптовані до різних умов експлуатації. З іншого боку, компресорні установки зазвичай мають вищий коефіцієнт

					4KB 07 019.001.ДП.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

корисної дії (ККД) і можуть забезпечувати більш інтенсивне охолодження. Однак, вони мають більш складну конструкцію, вимагають регулярного обслуговування та створюють шум під час роботи.

У рамках комплексного дипломного проекту було проведено серію експериментів з метою порівняння ефективності холодильних установок на базі елементів Пельтьє та компресорних установок. Зокрема, досліджувались такі параметри, як швидкість охолодження, енергоспоживання, стабільність роботи при різних навантаженнях та умовах навколишнього середовища. Результати експериментів показали, що холодильні установки на базі елементів Пельтьє можуть бути ефективними для застосувань, де важлива компактність, низький рівень шуму та можливість точного контролю температури. Проте, для застосувань, де необхідно забезпечити інтенсивне охолодження великого об'єму, компресорні установки залишаються більш ефективними.

Додавання мікроконтролера ESP-32 до електричної схеми експериментального стенду дозволило значно розширити його функціональні можливості. Мікроконтролер ESP-32 є потужним і багатофункціональним пристроєм, що підтримує Wi-Fi та Bluetooth з'єднання, має численні аналогові та цифрові входи і виходи, а також високу обчислювальну потужність. Це дозволяє реалізувати різні способи керування термоелектричними елементами, збирати та аналізувати дані в реальному часі, а також здійснювати віддалений моніторинг та керування установкою.

Зокрема, за допомогою ESP-32 можна реалізувати алгоритми керування, що дозволяють оптимізувати роботу термоелектричних модулів, забезпечуючи максимальну ефективність охолодження або нагрівання при мінімальному енергоспоживанні. Також, мікроконтролер дозволяє інтегрувати стенд з іншими пристроями та системами, такими як системи розумного дому або промислові системи автоматизації, що відкриває нові можливості для його використання.

					4KB 07 019.001.ДП.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Окрім цього, можливість віддаленого моніторингу та керування дозволяє здійснювати контроль за роботою установки у режимі реального часу, аналізувати дані про її роботу та вносити корективи у разі необхідності. Це особливо важливо для наукових досліджень, де точність та надійність вимірювань є ключовими факторами.

Таким чином, експериментальний лабораторно-дослідницький стенд на базі елементів Пельтьє з мікроконтролером ESP-32 є потужним інструментом для вивчення та дослідження термоелектричних явищ, ефективності термоелектричних елементів, а також для перевірки різних способів охолодження і нагрівання. Він дозволяє реалізувати гнучкі та ефективні рішення для різних завдань, а також відкриває нові можливості для наукових досліджень та практичного застосування.

					4KB 07 019.001.ДП.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Розробка електричної частини лабораторно-дослідницького стенду на базі елементів Пельтьє

2.1 Призначення і технічна характеристика компонентів електричної схеми стенду

Електрична схема лабораторно-дослідницького стенду складається з наступних елементів.

Елемент Пельтьє

Елементи Пельтьє, або термоелектричні модулі, використовуються для створення температурного градієнта шляхом пропускання електричного струму через з'єднані напівпровідникові матеріали. Розглянемо як виглядає елемент Пелетью на рисунку 1.

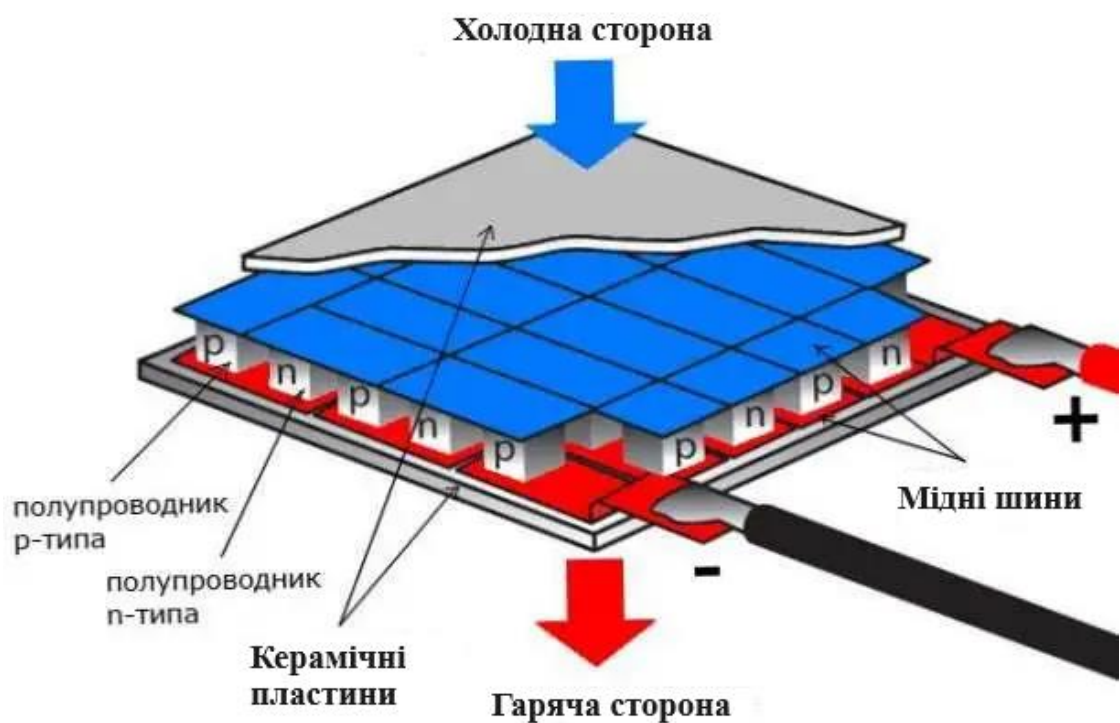


Рисунок – Елемент Пелетью

Основні призначення елементів Пельтьє включають:

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4KB 07 019.002.ДП.ПЗ				

1. Термоелектричне охолодження:

Елементи Пельтьє використовуються в системах охолодження для забезпечення низьких температур без використання традиційних холодильних агентів. Вони можуть застосовуватися в електронних пристроях, медичних приладах, оптичних системах тощо.

2. Нагрівання: Завдяки зміні напрямку струму через модуль, елементи Пельтьє можуть виконувати функцію нагрівання, що дозволяє їх використовувати в системах з підігрівом.

3. Температурне регулювання: Елементи Пельтьє забезпечують точне управління температурою, що є важливим у наукових експериментах і промислових процесах.

4. Термоелектричні генератори: Елементи Пельтьє можуть генерувати електроенергію при наявності температурного градієнта, що дозволяє використовувати їх в альтернативних джерелах енергії.

Технічні характеристики елементів Пельтьє :

Температурний діапазон: Діапазон температур, в якому модуль може ефективно працювати (від -40°C до $+80^{\circ}\text{C}$).

1. Максимальна різниця температур (ΔT_{max}): Максимальна різниця температур між холодною та гарячою сторонами модуля, яку він може створити (зазвичай до 70° - 75°C).

2. Електричні параметри:

- Напруга (V): Робоча напруга, при якій модуль працює найефективніше (звичайно від 4V до 16V).

- Струм (I): Робочий струм - 8A

3. Коефіцієнт корисної дії (ККД): Співвідношення корисної охолоджувальної потужності до введеної електричної потужності

4. Розміри: Габарити модуля : 40mm x 40mm x 4mm.

5. Термін служби: Середній час безвідмовної роботи модуля (звичайно від 20 000 до 100 000 годин).

					4KB 07 019.002.ДП.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Циркуляційний насос є важливим компонентом лабораторного стенду, призначеним для створення надлишкового тиску в теплообмінниках, достатнього для постійної циркуляції теплоносія. Оскільки теплоносій часто має підвищену температуру, необхідно обирати циркуляційний насос з високою робочою температурою. На рисунку 2 зображено циркуляційний насос.



Рисунок 2 – Циркуляційний насос

Додатковою перевагою буде виконання циркуляційного насоса в роздільному корпусі, де електропривод та робоча частина розташовані окремо. Це конструктивне рішення запобігає контакту електроприводу з теплоносієм, що підвищує безпеку та надійність роботи системи. Подібна конструкція забезпечує захист електроприводу від впливу високих температур та агресивного середовища, що може сприяти довговічності та стабільній роботі насоса.

Циркуляційний насос має бути ретельно підібраний з урахуванням робочих параметрів системи, включаючи температуру, тиск та швидкість потоку теплоносія. Важливо також враховувати хімічні властивості теплоносія, особливо якщо він містить агресивні або корозійні речовини, які можуть вплинути на матеріали насоса.

					4KB 07 019.002.ДП.ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Забезпечення ефективної роботи циркуляційного насоса є критично важливим для підтримання стабільної температури і належного функціонування теплообмінників. Надійна циркуляція теплоносія дозволяє уникнути перегріву та підвищує ефективність теплообмінних процесів. Використання насоса з роздільним корпусом також сприяє легшому обслуговуванню та ремонту, що є додатковою перевагою в експлуатації лабораторного обладнання.

Таким чином, циркуляційний насос є ключовим елементом у системах циркуляції теплоносія, і його правильний вибір і конструктивне виконання є важливими для забезпечення ефективної і безпечної роботи лабораторного стенду.

Технічні характеристики:

-об'єм перекачуваної рідини: 1,5л/хв

-робоча напруга: 12В

-робочий струм: 0,3А

Блок живлення 12 В є одним з основних елементів лабораторного стенду. Його завданням є перетворення змінного струму 220 В у постійний струм напругою 12 В. Імпульсні блоки живлення мають ряд переваг над традиційними трансформаторами, серед яких головною перевагою є компактні розміри (рисунок 3).

Вихідна потужність блоку живлення повинна бути достатньою для живлення всіх електричних елементів стенду, а також забезпечувати можливість додавання додаткового функціоналу. При виборі блоку живлення необхідно враховувати, що для стабільної та коректної роботи його вихідна потужність має бути на 30% більшою за сумарну потужність всіх електрокомпонентів схеми. Це дозволяє уникнути перевантаження блоку живлення і забезпечити його довговічну та надійну експлуатацію.

Імпульсні блоки живлення, порівняно з трансформаторними, також відзначаються вищою ефективністю, меншою вагою та кращим регулюванням вихідної напруги. Вони використовують високочастотні перетворення, що

									Арк.
									11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4KB 07 019.002.ДП.ПЗ				

дозволяє зменшити розміри магнітних компонентів і фільтрів. Завдяки цим характеристикам, імпульсні блоки живлення є оптимальним вибором для сучасних лабораторних стендів.

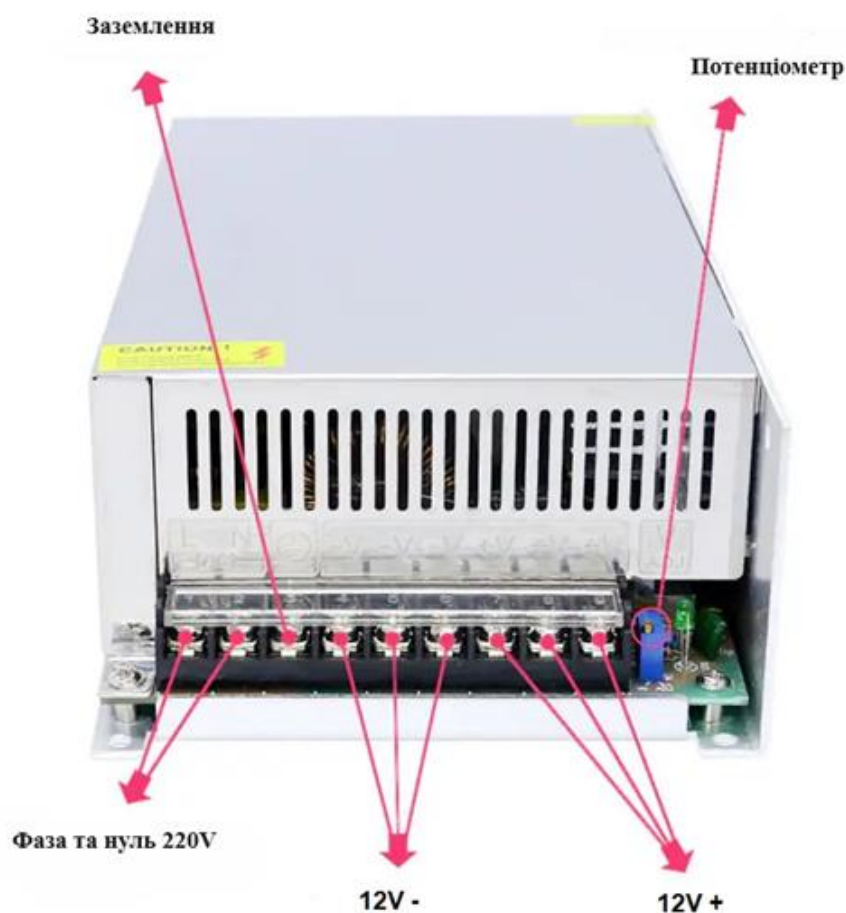


Рисунок 3 – Блок живлення 12 В

Крім того, важливо враховувати умови експлуатації блоку живлення, такі як температура, вологість і наявність електромагнітних перешкод. Якісний блок живлення повинен мати захист від короткого замикання, перевантаження та перегріву, що додатково підвищує його надійність і безпеку використання.

Таким чином, блок живлення 12 В є критичним компонентом лабораторного стенду, забезпечуючи стабільне і надійне живлення всіх

					4KB 07 019.002.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		112

електричних елементів. Його правильний вибір та налаштування є запорукою ефективної роботи всього стенду.

Технічні характеристики:

- споживаюча потужність $(600\text{Вт}+20\%)=720\text{Вт}$
- номінальна напруга: 12В
- номінальний струм: 50А

Вентилятори повітряного теплообмінника:

Головною функцією вентиляторів, що працюють в парі з повітряним теплообмінником є забезпечення підвищення ефективності теплообміну. Вентилятор забезпечує примусову циркуляцію повітря через теплообмінник, що значно покращує процес теплопередачі. Це сприяє більш швидкому відведенню тепла від охолоджуваних поверхонь. Також, створюючи постійний потік повітря через теплообмінник, унеможливується утворення "гарячих зон" і забезпечується рівномірний розподіл температури по всій площі теплообмінника.



Рисунок 4 - Вентилятор повітряного теплообмінника

Окрім вищевказаних, вентилятор виконує наступні функції:

- **Зменшення теплового опору:** Примусова циркуляція повітря знижує тепловий опір між теплообмінником і повітрям, що дозволяє ефективніше відводити тепло.

					4KB 07 019.002.ДП.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- **Підтримка стабільної роботи системи:** Вентилятор забезпечує стабільну роботу системи охолодження або нагрівання, що є особливо важливим у випадках змінного теплового навантаження.

Технічні характеристики:

-робоча напруга: 12В

-діаметр робочого колеса: 80мм

Терморезистор-радіодеталь, яка в даному випадку використовується для моніторингу температури на різних ділянках системи охолодження. Передаючи інформацію на мікроконтролер ESP-32, вищевказаний радіоелемент дає можливість візуалізувати температурні показники, у вигляді графіку.

Спочатку розглянемо на рисунку 5 мікроконтролер ESP32.

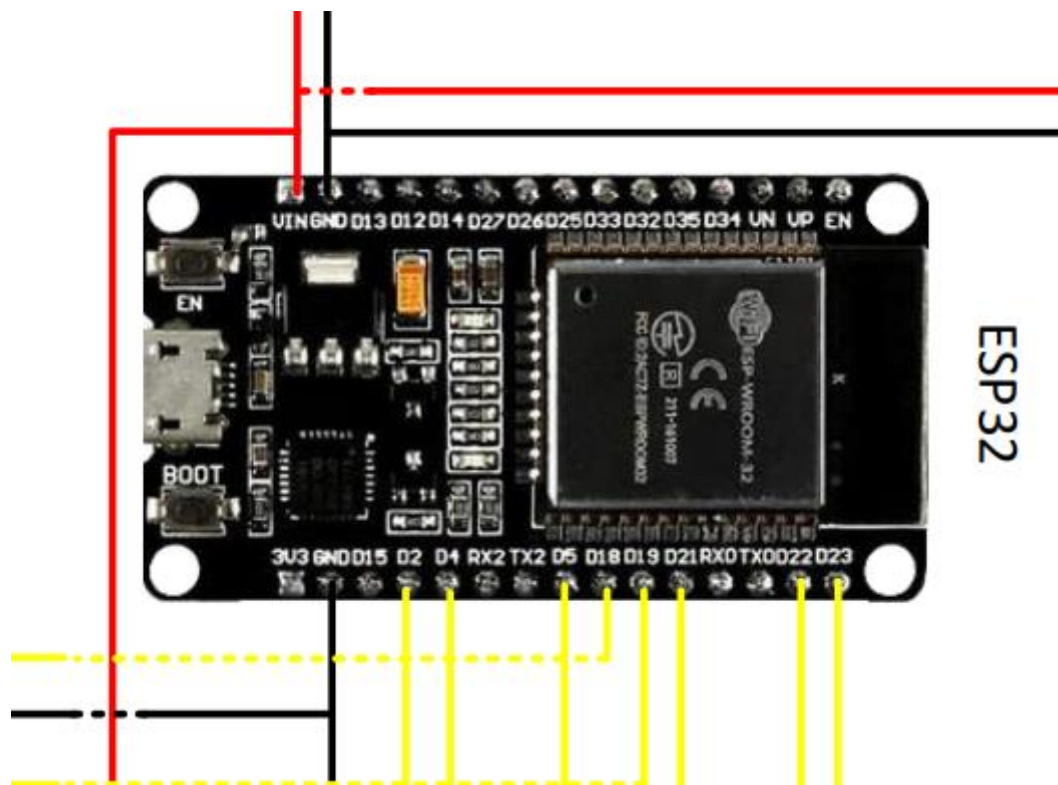


Рисунок 5 - Мікроконтролер ESP32

Мікроконтролер ESP32 є високопродуктивним і багатофункціональним модулем, розробленим компанією Espressif Systems. Він широко використовується в різних електронних проектах завдяки своїм потужним

					4KB 07 019.002.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		134

характеристикам, інтегрованим бездротовим модулям та широким можливостям для розробки. Даний девайс має дуже широкий спектр застосувань, тому логічно зупинитись лише на тих, які актуальні, враховуючи специфіку дипломної роботи. А саме :

- функція багатоканального ключа керування (включення та вимкнення різних елементів електричної схеми)
- можливість віддаленого доступу, за допомогою інтегрованого WI-FI модуля.

В даному випадку, модуль дозволяє віддалено керувати увімкненням/вимкненням елементів Пельтьє, та відключати попарно вентилятори, слідкуючи при тому за зміною графіку температури.

Технічні характеристики:

- робоча напруга: 5V
- максимальний струм: 0.5A (0.08A середній)
- максимальная електрична потужність: 2.5

Реле, нормально відкрите-застосовується для варіативності роботи вентиляторів, а саме можливості відключення при роботі стенду, тим самим зменшуючи відвід тепла з повітряного теплообмінника. В даній схемі застосовано два NO- реле, що відключають попарно вентилятори. Реле нормально закрито-застосоване для реалізації 2-модельної схеми включення стенду (ручним способом та автоматично, за допомогою модуля ESP-32. При ввімкненні ручного вмикача, контакти NC реле розімкнуті, модуль ESP-32- відключений. При переведенні ручного вимикача в положення «вимкнено», контакти реле відкриваються, подаючи напругу на модуль ESP-32.

Блок живлення, 5V. Враховуючи, що напруга живлення модуля ESP-32 становить 5V, виникла необхідність додати до схеми блок живлення номіналом в 5V.

Технічні характеристики:

- вихідна напруга: 5V
- максимальний струм: 0,7A

					4KB 07 019.002.ДП.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- максимальна потужність: 3,5Вт

2.2 Розрахунок та розробка системи живлення та керування для електричних елементів дослідницько-лабораторного стенду

Розрахунок коефіцієнта корисної дії елемента Пельтьє:

$$\text{COP} = Q_c / P = (71.1) / 96 = 0.74$$

Розрахунок кількості елементів Пельтьє, для забезпечення холодопродуктивності 420Вт:

$$n = Q / Q_c = 420 / 71.1 = 5.9$$

Таким чином визначили кількість елементів Пельтьє-6шт.

Згідно з тепловим розрахунком, кількість вентиляторів для ефективного тепловідводу з повітряного теплообмінника становить 4шт.

Проведемо розрахунок сумарної споживаної потужності.

Елементи, що споживають електроенергію розглянемо в таблиці 1.

Таблиця 1 - Елементи, що споживають електроенергію

	Кількість, шт	Потужність, вт	Сумарна потужність, вт
Елементи Пельтьє	6	96	576
Вентилятори	4	5,8	23,2
Циркуляційний насос	1	0,3	0,3
Загальна потужність		599,5Вт	

Для забезпечення можливості модернізації стенду було вирішено підбирати блок живлення з запасом, а саме на 720Вт, 12В, 60А.

Аналіз схеми блоку живлення 220В на 12В

					4КВ 07 019.002.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		156

Блок живлення, представлений на схемі, забезпечує перетворення змінної напруги 220В на постійну напругу 12В, використовуючи випрямлення, фільтрацію, імпульсне перетворення та стабілізацію. Такий пристрій є критично важливим у багатьох електронних системах, де необхідно забезпечити стабільне та безпечне живлення для чутливих компонентів.

Розглянемо функції та задачі кожного компоненту та вузла схеми детальніше, щоб повністю зрозуміти її роботу.

Вхідна фільтрація та захист:

- **F1 (6.3A)**: Запобіжник, призначений для захисту схеми від надмірного струму та короткого замикання. Його функція полягає в розриві електричного кола у разі перевищення допустимого струму. Це забезпечує захист інших компонентів від пошкодження у випадку несправності.

- **N1, N2 (NTC 5D-15)**: Нелінійні термістори з негативним температурним коефіцієнтом. Вони обмежують пусковий струм, що запобігає пошкодженню компонентів під час увімкнення живлення. Це особливо важливо для захисту конденсаторів та напівпровідникових елементів від пікових струмів.

- **R1, R2 (680kΩ)**: Резистори, підключені паралельно до термісторів, забезпечують стабілізацію та знижують залишковий струм, що проходить через термістори після їх нагрівання. Це дозволяє мінімізувати вплив на роботу схеми після початкового пуску.

- **CX1 (100nF)**: X-клас конденсатор, призначений для фільтрації електромагнітних завад. Він забезпечує зниження високочастотних перешкод, які можуть передаватися через мережу живлення.

- **Y1, Y2 (2.2nF)**: Y-клас конденсатори, використовуються для придушення високочастотних перешкод між лініями живлення та заземленням. Ці конденсатори допомагають забезпечити електромагнітну сумісність пристрою.

					4KB 07 019.002.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		167

- **L1 (10mH)**: Дросель, виконує функцію фільтрації електромагнітних завад, що можуть бути присутні на вході живлення. Його індуктивність забезпечує затримку високочастотних компонентів струму.

- **Міст ZL1 (5408)**: Випрямний діодний міст, який перетворює змінний струм на постійний. Цей компонент викон 4KB 07 019.002.ДП.ПЗ ує ключову роль у перетворенні змінного струму 220В на випрямлену постійну напругу.

Фільтрація випрямленої напруги

- **C25, C26 (470µF)**: Електролітичні конденсатори, які фільтрують пульсації випрямленої напруги, забезпечуючи більш гладку постійну напругу. Вони накопичують енергію та віддають її під час зниження рівня випрямленої напруги, згладжуючи коливання.

- **R23, R21 (51kΩ), R11, R17 (510kΩ)**: Резистори, що розряджають конденсатори при вимкненні живлення, запобігаючи утворенню залишкової напруги, яка може бути небезпечною для обслуговуючого персоналу та подальшого функціонування пристрою.

Пускова схема:

- **R7, R7A (160kΩ)**: Резистори, через які подається початкова напруга на ШІМ контролер для його пуску. Вони визначають струм, необхідний для запуску контролера.

- **C2 (4.7nF)**: Конденсатор, який зменшує пульсації напруги, забезпечуючи стабільну роботу схеми. Він також допомагає усунути перехідні процеси при включенні живлення.

ШІМ контролер

- **UC2845**: Контролер широтно-імпульсної модуляції (ШІМ), що керує роботою ключових транзисторів. Він забезпечує регулювання вихідної напруги та струму за допомогою зміни ширини імпульсів керуючого сигналу. Контролер містить вбудовані захисні функції, такі як обмеження струму та захист від перегріву.

- **R24 (7.5kΩ), C14, C20 (1nF)**: Компоненти, що задають робочий режим ШІМ контролера. Вони визначають частоту та ширину імпульсів, що генерує

					4KB 07 019.002.ДП.ПЗ	Арк.
						178
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

контролер, забезпечуючи оптимальні умови для роботи ключових транзисторів.

Ключові транзистори та драйвери:

- **VT3 (8050), VT4 (8550)**: Біполярні транзистори, що виконують роль драйверів для MOSFET ключів, забезпечуючи їх швидке включення та виключення. Вони працюють у схемі підсилювача струму, підвищуючи потужність сигналу від контролера до рівня, достатнього для керування MOSFET транзисторами.

- **BT11, BT12 (20N60)**: MOSFET транзистори, які комутують первинну обмотку трансформатора. Вони працюють у ключовому режимі, перетворюючи постійну напругу в імпульси. Висока швидкість комутації MOSFET транзисторів забезпечує ефективну роботу схеми з мінімальними втратами.

Трансформатор та вторинна фільтрація:

Tr1: Імпульсний трансформатор, забезпечує гальванічну розв'язку між первинною та вторинною сторонами, а також перетворення напруги.

Для живлення мікроконтролера застосований блок живлення 5В, з максимальною потужністю 3,5Вт

2.3 Розробка системи автоматизації, побудованої на мікроконтролері ESP-32 з використанням WI-FI технології для передачі даних про температуру і навантаження в реальному часі на пристрої клієнтів ESP-32

Головною ідеєю, при розробці системи автоматизації, було забезпечення двомодельної системи керування стендом. А саме ручним способом (за допомогою ручного вимикача), та автоматичним, за допомогою модуля ESP-32. Для реалізації задуму, була складена наступна схема

На зображенні представлена схема підключення системи автоматизації на основі мікроконтролера ESP32. Система включає в себе кілька ключових

					4KB 07 019.002.ДП.ПЗ	Арк.
						189
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

компонентів, які взаємодіють між собою для забезпечення моніторингу та керування температурою і навантаженням. Ось детальний опис кожного компонента та їх підключення:

Основні компоненти:

Блок живлення 12V:

- Підключений до мережі 220V для живлення всіх компонентів системи.
- Вихідні лінії (червоні та чорні дроти) йдуть до різних компонентів для забезпечення живлення.

Мікроконтролер ESP32:

- Центральний контролер системи, який збирає дані з датчиків та керує іншими компонентами.
- До ESP32 підключені терморезистори (жовті дроти), які вимірюють температуру.
- Підключення до блоку живлення (через модуль живлення 5V).

Терморезистори (5 шт.):

- Використовуються для вимірювання температури в різних точках системи.
- Підключені до ESP32 через аналогові або цифрові входи.

Реле (нормально відкриті):

- Використовується для управління включенням/виключенням насосів та вентиляторів.
- Підключено до ESP32 для отримання сигналів керування.

Вимикач:

- Механічний вимикач для ручного управління системою.
- Підключений до реле для включення/вимкнення.

Насос:

- Використовується для циркуляції рідини у системі охолодження або обігріву.
- Керується реле, яке підключене до ESP32.

Вентилятори (4 шт.):

					4KB 07 019.002.ДП.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Використовуються для охолодження або вентиляції.
- Підключені парами до двох реле для попарного управління.
- Керується ESP32 через реле.

Реле для вентиляторів (2 шт.):

- Кожне реле керує парою вентиляторів.
- Підключені до ESP32 для сигналів керування.

Підключення та взаємодія

- Червоні та чорні дроти забезпечують живлення компонентів.
- Жовті дроти підключають терморезистори до ESP32 для зчитування даних температури.
- Сині дроти з'єднують ESP32 з реле для керування насосом і вентиляторами.
- Реле, підключені до ESP32, контролюють увімкнення/вимкнення насосів та вентиляторів.
- Вимикач дозволяє ручне управління через реле.

Ця система автоматизації дозволяє віддалено контролювати і управляти температурою і навантаженням, забезпечуючи ефективно і надійне функціонування.

2.4 Розробка веб-застосунку, для моніторингу температури, та керування роботою обладнання

В рамках дослідницького проекту було розроблено веб-застосунок для вимірювання температури та загальної візуалізації даних. Цей застосунок функціонує на базі веб-серверу ESP32 і складається з двох основних частин: back-end та front-end. Back-end відповідає за управління всіма процесами, тоді як front-end призначений для відображення інформації користувачу.

Структура веб-застосунку

Веб-застосунок для вимірювання температури складається з кількох ключових елементів, які взаємодіють для забезпечення повного функціоналу

									Арк.
									21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4KB 07 019.002.ДП.ПЗ				

системи. На основі файлів проекту, структура веб-застосунку описана наступним чином:

1. **Back-end:** Веб-сервер ESP32, який відповідає за обробку даних з терморезисторів та передачу їх на front-end. Веб-сервер отримує дані з різних точок вимірювання і передає їх через WebSocket-з'єднання у форматі JSON.

2. **Front-end:** Інтерфейс користувача, реалізований за допомогою HTML, CSS та JavaScript. Front-end відображає дані у вигляді графіків, які оновлюються в реальному часі на основі отриманих даних. Стиль веб-сторінки налаштований для зручного візуального сприйняття, зокрема використано градієнтний фон та адаптивний дизайн.

Функціональні можливості веб-застосунку

Веб-застосунок забезпечує кілька основних функцій:

1. **Відображення температурних графіків:** На веб-сторінці відображаються п'ять графіків, кожен з яких представляє температуру, вимірювану в різних частинах стенда. Це дозволяє проводити лабораторні роботи, засновані на аналізі температурних різниць. Графіки створені за допомогою бібліотеки Chart.js, що забезпечує їх динамічне оновлення.

2. **Управління стендом:** Для дистанційного керування стендом передбачено три кнопки: запуск елементів Пельтьє, увімкнення/вимкнення вентиляторів 1-2 та 3-4. Керування здійснюється через WebSocket-з'єднання з передачею відповідних команд на веб-сервер.

3. **Аутентифікація:** Для забезпечення безпеки та запобігання несанкціонованому доступу студентів до управління стендом передбачено поле для введення пароля. Лише після введення правильного пароля, відомого викладачу, стають доступними кнопки для керування стендом.

Принцип роботи веб-застосунку

Принцип роботи веб-застосунку полягає у безперервному збиранні та передачі даних з терморезисторів до веб-серверу ESP32. Сервер обробляє ці дані та через WebSocket-з'єднання надсилає їх на front-end, де вони відображаються у вигляді графіків. Завдяки інтерактивному інтерфейсу

					4KB 07 019.002.ДП.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

користувачі можуть в реальному часі спостерігати за змінами температури та керувати стендом для проведення експериментів.

Розроблений веб-застосунок на базі веб-серверу ESP32 ефективно виконує завдання з вимірювання температури та візуалізації даних. Завдяки інтеграції front-end та back-end компонентів, а також забезпеченню безпеки через аутентифікацію, цей інструмент стає важливим елементом для проведення лабораторних робіт і досліджень.

					4KB 07 019.002.ДП.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Загальні вимоги охорони праці

Забезпечення безпеки праці в лабораторно-дослідницьких умовах є критично важливим завданням, що включає в себе як дотримання загальних правил охорони праці, так і спеціалізованих вимог, пов'язаних з роботою з електричними компонентами та термоелектричними модулями.

3.2 Організація робочого місця

Організація робочого місця повинна відповідати наступним вимогам:

- Робоче місце має бути добре освітленим.
- Робоча зона повинна бути чистою і безпечною, без зайвих предметів, які можуть заважати роботі.
- Всі електричні пристрої повинні бути встановлені на стабільних поверхнях та захищені від механічних пошкоджень.

3.3 Безпека при роботі з електричними компонентами

При роботі з електричними компонентами необхідно дотримуватися наступних заходів безпеки:

- Перед початком роботи перевірити всі з'єднання на наявність пошкоджень та правильність підключення.
- Використовувати тільки справне обладнання та інструменти.
- Уникати дотику до електричних з'єднань та проводів під напругою.
- Використовувати захисні засоби: діелектричні рукавички, взуття та килимки.
- Забезпечити наявність захисних пристроїв (автоматичних вимикачів, запобіжників) для запобігання перевантажень та коротких замикань.

					4КВ 07 019.003.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

3.4. Вимоги до вентиляції і охолодження

При роботі з елементами Пельтьє, які можуть генерувати значну кількість тепла, необхідно забезпечити належну вентиляцію та охолодження:

-Вентилятори повинні бути встановлені таким чином, щоб забезпечити ефективний відвід тепла.

-Приміщення має бути обладнане системою загальної вентиляції для запобігання перегріву та забезпечення комфортних умов праці.

3.5 Захист від високих температур

Елементи Пельтьє можуть досягати високих температур, тому необхідно:

- Забезпечити належну ізоляцію нагрівальних поверхонь для запобігання опікам.

- Використовувати терморезистори для моніторингу температури та автоматичного вимкнення системи при перевищенні граничних значень температури.

3.6 Попередження електромагнітних завад

Для мінімізації електромагнітних завад:

-Використовувати екранування для чутливих електронних компонентів.

-Дотримуватися правил прокладання проводів і кабелів, щоб уникнути перехресних завад.

-Встановлювати фільтри на входах та виходах електричних схем.

3.7 Перша допомога при нещасних випадках

У разі виникнення нещасних випадків необхідно:

					4KB 07 019.003.ДП.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Негайно вимкнути електроживлення.
- Викликати медичну допомогу.
- Забезпечити надання першої допомоги постраждалому до прибуття медичних працівників.

3.8 Пожежна безпека

Для забезпечення пожежної безпеки необхідно:

- використовувати тільки сертифіковані та справні електричні компоненти.
- забезпечити наявність первинних засобів пожежогасіння (вогнегасників).
- дотримуватися правил поводження з пожежонебезпечними матеріалами.
- забезпечити регулярні перевірки стану електричного обладнання та проводки.

3.9 Інструктаж та навчання персоналу

Перед початком роботи всі співробітники повинні пройти інструктаж з охорони праці та навчання з безпечного поводження з електричними компонентами та елементами Пельтьє. Інструктаж має охоплювати:

- основні правила роботи з електрообладнанням.
- дії в разі аварійних ситуацій.
- порядок надання першої допомоги.

Забезпечення охорони праці при роботі з лабораторно-дослідницьким стендом на базі елементів Пельтьє вимагає комплексного підходу, що включає організацію безпечного робочого місця, дотримання технічних вимог та інструкцій, а також регулярне навчання персоналу. Це дозволяє знизити ризик нещасних випадків та забезпечити ефективну і безпечну роботу обладнання.

					4KB 07 019.003.ДП.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Проведемо економічне обґрунтування проекту

Для того, щоб забезпечити успішне впровадження проекту, важливо детально розглянути всі необхідні витрати та пояснити їх доцільність. Нижче наведено економічне обґрунтування витрат на реалізацію проекту з охолодження на основі елементів Пельтьє.

Основні елементи витрат

1. Елемент Пельтьє ТЕС1-12706:

- Кількість: 6 штук;
- Ціна за одиницю: 70 грн;
- Загальна вартість: $6 * 70 \text{ грн} = 420 \text{ грн}$;
- Доставка: 80 грн;
- Загальна сума: 500 грн;

2. Блок водяного охолодження Водоблок:

- Кількість: 2 штуки;
- Ціна за одиницю: 180 грн;
- Загальна вартість: $2 * 180 \text{ грн} = 360 \text{ грн}$;
- Доставка: 80 грн;
- Загальна сума: 440 грн;

3. Насос 12В Мембранний:

- Кількість: 1 штука;
- Ціна за одиницю: 165 грн;
- Загальна сума: 165 грн

4. Блок живлення:

- Кількість: 1 штука
- Ціна за одиницю: 899,50 грн
- Доставка: 80 грн
- Загальна сума: 980 грн

5. Трубка капілярна 10мм:

					4КВ 07 019.004.ДП.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Довжина: 2 метри
- Ціна за метр: 25 грн
- Загальна сума: 50 грн

6. Термопаста:

- Кількість: 1 упаковка
- Ціна за упаковку: 50 грн
- Загальна сума: 50 грн

7. Піднос металевий:

- Кількість: 1 штука
- Ціна за штуку: 200 грн
- Загальна сума: 200 грн

8. Плата блоку живлення 5В 2А:

- Кількість: 1 штука
- Ціна за одиницю: 58 грн
- Доставка: 30 грн
- Загальна сума: 88 грн

9. ESP32:

- Кількість: 1 штука
- Ціна за одиницю: 150 грн
- Доставка: 50 грн
- Загальна сума: 200 грн

10. NTC термістор 10 kOhm 5% вив., 3950K:

- Кількість: 5 штук
- Ціна за одиницю: 2 грн
- Загальна сума: 10 грн

11. Реле SRD-03VDC-SL-C 5 pins (Songle):

- Кількість: 4 штуки
- Ціна за одиницю: 16 грн
 - Загальна сума: 64 грн

					4KB 07 019.003.ДП.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підсумовуючи всі витрати, отримаємо загальну суму витрат на реалізацію проекту:

$$500,00 + 440,00 + 165,00 + 980,00 + 50,00 + 50,00 + 200,00 + 88,00 + 200,00 + 10,00 + 64,00 = 2747,00 \text{ грн}$$

Після наших розрахунків можна зробити наступний висновок, що економічне обґрунтування проекту включає в себе детальний аналіз витрат на всі необхідні компоненти. Загальна сума витрат складає 2747,00 грн, що включає в себе як вартість самих компонентів, так і витрати на їх доставку. Всі ці витрати є необхідними для забезпечення функціональності та ефективності проекту з охолодження на основі елементів Пельтьє.

Кожен компонент у списку відіграє важливу роль у загальній роботі системи. Елементи Пельтьє забезпечують охолодження, водяні блоки та насос відповідають за відведення тепла, блок живлення забезпечує необхідне живлення, а ESP32, термістори та реле контролюють систему для досягнення оптимальної продуктивності. Економічна доцільність проекту полягає у комплексному підході до вибору компонентів, що забезпечують надійність, ефективність та довговічність системи охолодження.

					4KB 07 019.003.ДП.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В процесі розробки та реалізації експериментального лабораторно-дослідницького стенду на базі елементів Пельтьє було досягнуто значних успіхів у вивченні та дослідженні термоелектричних явищ. Основні результати цього проекту охоплюють не лише теоретичні аспекти, але й практичні застосування, що в сукупності дозволяє оцінити ефективність термоелектричних модулів у порівнянні з традиційними компресорними установками.

Було проведено вивчення термоелектричних явищ

Елементи Пельтьє, завдяки своїй здатності створювати різницю температур при проходженні електричного струму, демонструють велику універсальність у застосуванні. Дослідження підтвердили, що ці модулі можуть бути використані як для охолодження, так і для нагрівання. Проте ефективність їх роботи значною мірою залежить від матеріалів виготовлення, конструкції модуля та умов експлуатації. Вивчення цих факторів дозволило отримати глибше розуміння принципів роботи термоелектричних модулів та їх оптимального використання.

Далі було виявлено переваги та недоліки холодильних установок на базі елементів Пельтьє

Серед основних переваг холодильних установок на базі елементів Пельтьє варто відзначити їх компактність, безшумну роботу та тривалий термін служби. Відсутність рухомих частин знижує рівень шуму та підвищує надійність установок. Крім того, такі установки є легко масштабованими та можуть бути адаптовані до різних умов експлуатації.

З іншого боку, компресорні установки мають вищий коефіцієнт корисної дії (ККД) і здатні забезпечувати більш інтенсивне охолодження. Однак вони потребують регулярного обслуговування, мають складнішу конструкцію та створюють значний шум під час роботи.

					4KB 07 019.000.ДП.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потім проведено порівняльний аналіз ефективності. Серія експериментів, проведених у рамках дипломного проекту, дозволила порівняти ефективність холодильних установок на базі елементів Пельтьє та компресорних установок. Основні досліджувані параметри включали швидкість охолодження, енергоспоживання, стабільність роботи при різних навантаженнях та умовах навколишнього середовища.

Результати експериментів показали, що установки на базі елементів Пельтьє можуть бути ефективними для застосувань, де важливі компактність, низький рівень шуму та можливість точного контролю температури. Для задач, які вимагають інтенсивного охолодження великого об'єму, компресорні установки залишаються більш ефективними.

Було впроваджено мікроконтролера ESP-32. Додавання мікроконтролера ESP-32 до електричної схеми експериментального стенду значно розширило його функціональні можливості. ESP-32, як потужний і багатофункціональний пристрій, підтримує Wi-Fi та Bluetooth з'єднання, має численні аналогові та цифрові входи і виходи, а також високу обчислювальну потужність. Це дозволяє реалізувати різні способи керування термоелектричними елементами, збирати та аналізувати дані в реальному часі, а також здійснювати віддалений моніторинг та керування установкою.

Була запроваджена оптимізація роботи та інтеграція з іншими системами

Мікроконтролер ESP-32 відкрив можливості для реалізації алгоритмів керування, які оптимізують роботу термоелектричних модулів, забезпечуючи максимальну ефективність при мінімальному енергоспоживанні. Крім того, можливість інтеграції стенду з іншими пристроями та системами, такими як системи розумного дому або промислові системи автоматизації, розширює його застосування та відкриває нові горизонти для використання у різних сферах.

Можливість віддаленого моніторингу та керування стала важливим аспектом для наукових досліджень. Це дозволяє здійснювати контроль за роботою установки у режимі реального часу, аналізувати дані про її роботу та

					4KB 07 019.000.ДП.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вносити корективи у разі необхідності. Такий підхід забезпечує високу точність та надійність вимірювань, що є ключовими факторами у наукових дослідженнях.

Експериментальний лабораторно-дослідницький стенд на базі елементів Пельтьє з мікроконтролером ESP-32 продемонстрував свою ефективність та універсальність як інструмент для вивчення термоелектричних явищ та перевірки різних способів охолодження і нагрівання. Цей стенд дозволяє реалізувати гнучкі та ефективні рішення для різних завдань, а також відкриває нові можливості для наукових досліджень та практичного застосування. Дослідження, проведені в рамках проекту, підтвердили, що термоелектричні модулі на базі елементів Пельтьє можуть бути успішно використані у багатьох галузях, особливо там, де важливі компактність, низький рівень шуму та можливість точного контролю температури.

Однак, для задач, що потребують інтенсивного охолодження, компресорні установки залишаються незамінними завдяки їх високому коефіцієнту корисної дії. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на оптимізацію роботи термоелектричних модулів, зниження їх енергоспоживання та інтеграцію з іншими сучасними технологіями.

					4KB 07 019.000.ДП.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Журнали:

- "Холод"

- "Холодильне діло"

- "Холодильна техніка"

2015-2018 рр.

2. Купчик, М.П., Гандзюк, М.П. (2000). Основи охорони праці. К.

3. Охорона праці при обслуговуванні холодильних установок. (1989).

Самойлов, А.И., Игнатъев, В.П. М.

4. Проектування холодильних споруд. Довідник холодильна техніка. (1978).

М.: Харчова промисловість.

5. Крилов, Ю.С., Пирог, П.И. (1972). Проектування холодильників. М.:

Харчова промисловість.

6. Мальгін, Ю.В., Мальгіна, Е.В., Суєдов, В.П. (1980). Холодильні машини та

установки. М.: Харчова промисловість.

7. Чумак, И.Г., Чепурненко, В.П. (1991). Холодильні установки. М.:

Агропромвид.

8. Кошкин, Н.М. та ін. (1976). Теплові та конструктивні розрахунки

холодильних машин. Л., Машинобудування.

9. Кондрашова, Н.Г., Лашутіна, Н.Г. (1980). Холодильно-компресорні машини

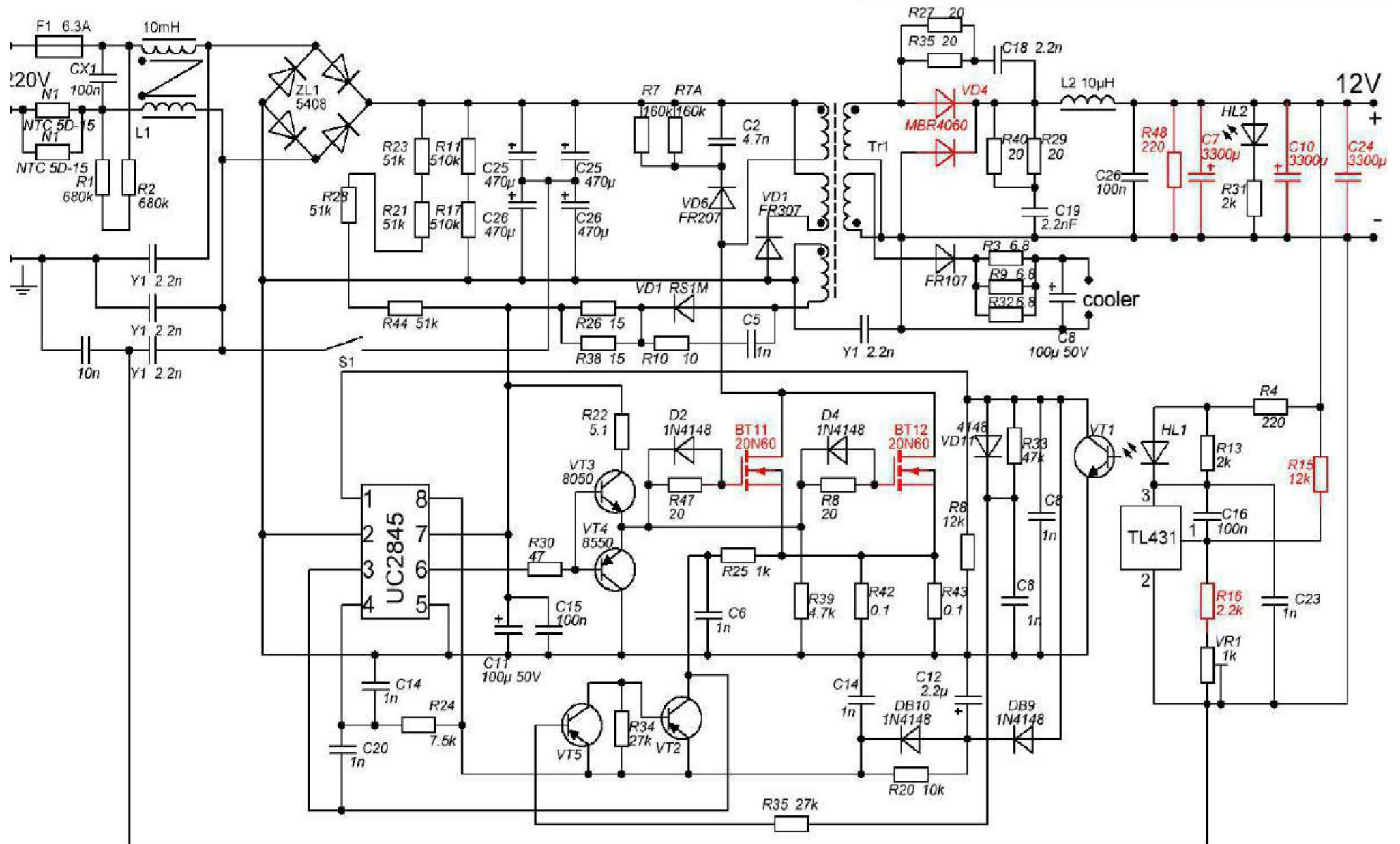
і установки. М.: Вища школа.

10. Явнель, Б.К. (1989). Курсове та дипломне проектування холодильних

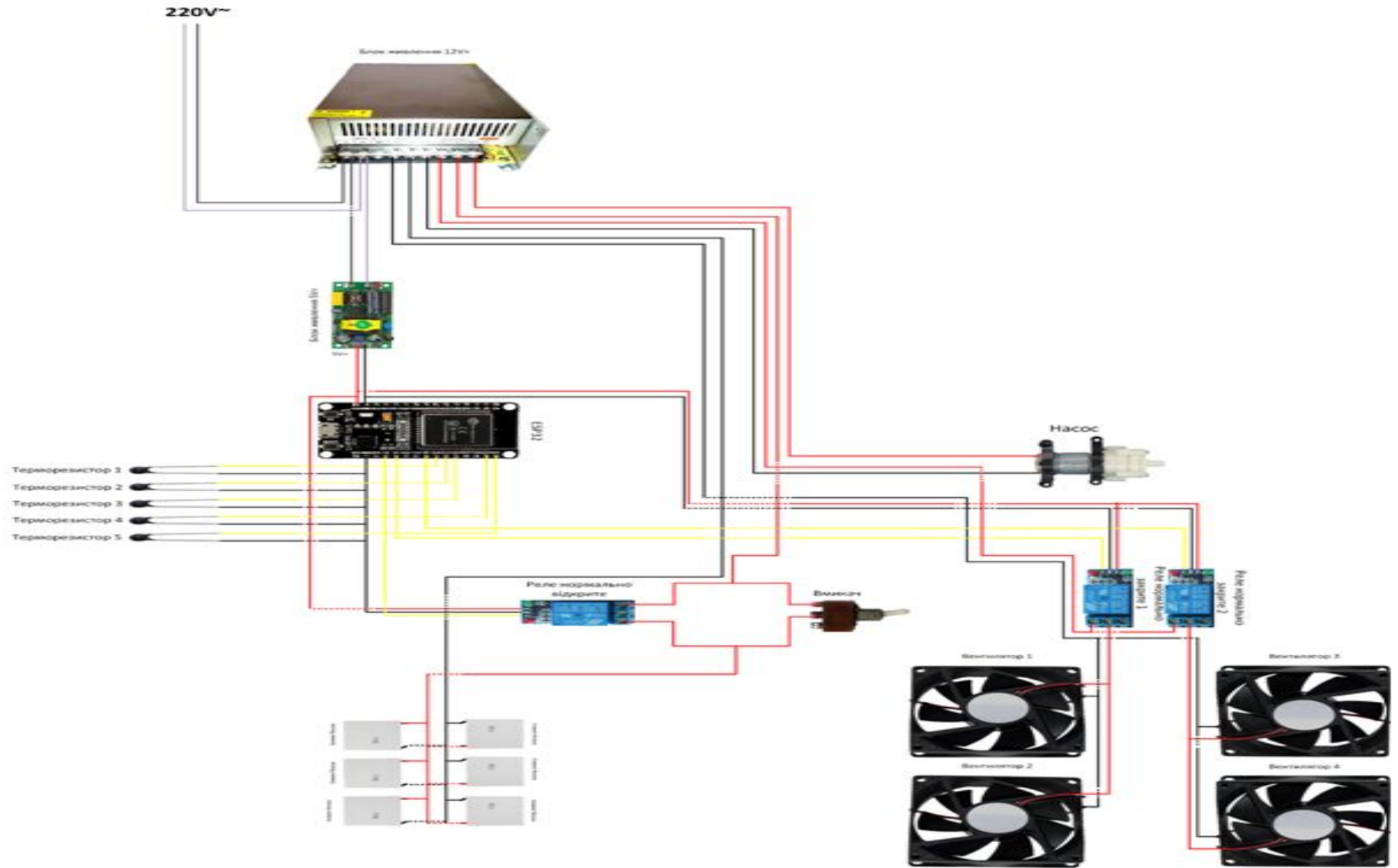
установок і систем кондиціонування повітря. 3 вид. перераб. та доп. М.:

Агропромвид.

					4KB 07 019.000.ДП.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



				КВ 07.019 002.ДП СБ			
Эм. Арт.	№ докум.	Підпис	Дата	C	Лист	Масштаб	
Розробив	Складан				у	1:1	
Перевірив	Коза				Архив 1	Архив 2	
П.контр.	Вольська С.В.				ВСП "ОТФК ОНТУ"		
Н.контр.	Вольська С.В.			гр.КВ - 07			
Затв.	Бергана І.В.						



				КВ 07.019 001.ДП СБ			
Зм	Арс.	№ доум.	Підпис	Дата	С	Літ	Маса
Розробив	Складан	М			автоматиза	у	1:1
Теревирів	Кола					Арсин	Аршин
Т.контр.	Вольська С.В.					ВСП "ОТФК ОНТУ"	
Н.контр.	Вольська С.В.					гр.КВ - 07	
Затв.	Бергана І.В.						

Ім'я користувача:
Катерина Григоріївна Краснокутська

ID перевірки:
1016390842

Дата перевірки:
27.06.2024 12:25:50 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
27.06.2024 12:30:46 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: 4КВ-07 Складанюк М

Кількість сторінок: 31 Кількість слів: 5392 Кількість символів: 41372 Розмір файлу: 954.00 KB ID файлу: 1016203844

3.47% Схожість

Найбільша схожість: 2.37% з Інтернет-джерелом (<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/26764>)

3.47% Джерела з Інтернету 133

Сторінка 33

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнено

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнено

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 15

ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»

ВІДГУК

керівника про дипломний проект (роботу) студента

Складанюка Михайла Михайловича

Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»

Освітня програма «Монтаж і обслуговування систем кондиціонування та
вентиляції повітря»

Тема: Виготовлення електричної схеми лабораторно-дослідницького стенду на базі елементів Пельтьє. Холодопродуктивністю 420 Ват

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) Об'єм та якість виконаної роботи (графічного матеріалу та розрахунково-пояснювальної записки)

Складанюк Михайло дипломний проект виконав згідно завданню.

ДП складається з пояснювальної записки на сторінках і графічного матеріалу на трьох аркушах, формату А-1. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

б) Самостійність роботи над проектом (роботою)

Дипломник Складанюк Михайло над дипломним проектом працював

самостійно, графік виконання окремих розділів пояснювальної записки і графічних аркушів не порушував

в) Теоретична підготовка дипломника

Теоретична підготовка студента Складанюк Михайло задовільна. При навчанні на за освітньою програмою «Монтаж і обслуговування систем кондиціонування та вентиляції повітря» в цілому показав задовільні результати навчання, більше зацікавленості проявляв до дисциплін технічного циклу.

г) Вміння вирішувати виробничі та конструкторські питання на базі останніх досягнень науки і техніки, передових методів виробництва

Здобувач освіти **Складанюк Михайло Михайлович** працюючи над дипломним проектом показав, що зможе вирішувати конструкторські і виробничі питання на базі сучасних досягнень науки і техніки в галузі енергетичного машинобудування.

Складанюк Михайло Михайлович отримав освітньо-професійний рівень фаховий молодший бакалавр з енергетичного машинобудування і кваліфікацію – технік-механік з обслуговування систем кондиціонування і вентиляції повітря.

Оцінка розрахункової частини	4 <u>(добре)</u>
Оцінка графічної роботи	4 <u>(добре)</u>
Загальна оцінка	4 <u>(добре)</u>

Прізвище, ім'я, по батькові керівника Козачинський Сергій Вікторович

Місце роботи і посада керівника проекту: директор ТОВ «УкрАйсКомпані»

« ___ » червня 2024 р.

Підпис



РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект студента

Складанюка Михайла Михайловича
(прізвище, ім'я і по батькові)

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність: 142 «Енергетичне машинобудування»

ОП: «Монтаж та обслуговування систем кондиціонування і вентиляції повітря»

Керівник дипломного проекту

Козачинський С.В.

Тема дипломного проекту: виготовлення електричної схеми лабораторно-дослідницького стенду на базі елементів Пельтьє. Холодопродуктивністю 420 Вт

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки _____ сторінок

Обсяг графічної частини проекту _____ аркушів

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) Висновок про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту (роботи) завдання

Дипломний проект «виготовлення електричної схеми лабораторно-дослідницького стенду на базі елементів Пельтьє. Холодопродуктивністю 420 Вт» виконаний згідно завданню і складається з пояснювальної записки на _____ сторінках і графічного матеріала на _____ аркушах. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

б) Характеристика виконання кожного розділу проекту: ступеня використання дипломником останніх досягнень науки і техніки передових методів роботи на

Тема дипломного проекту розкрита у повному обсязі. Всі розділи розрахунково-конструкторської частини виконані з урахуванням останніх досягнень науки і техніки в галузі енергетичного машинобудування. Дипломник використовував технічну і довідкову літературу по даній темі. Враховані передові методи роботи на виробництві

в) Оцінка якості використання графічної частини проекту (роботи) і пояснювальної записки

Якість виконання пояснювальної записки і графічної частини задовільна

г) Перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи)

1. Виконання реального дипломного проекту

2. Виконання завдання по автоматизації роботи стенду, застосовуючи навички програмування

д) Основні недоліки дипломного проекту (роботи)

Для живлення модуля ESP-32 більш раціонально було застосувати модуль пониження напруги, замість окремого блоку живлення.

Оцінка розрахункової частини	4 (добре)
Оцінка графічної частини	4 (добре)
Загальна оцінка	4 (добре)

Прізвище, ім'я, по батькові

Федоров Сергій Васильович
інженер

Місце роботи і посада рецензента

ТОВ "КиївТермінал"

« 21 » 07 24

[Підпис]

(підпис)

**ДОЗВІЛ
НА РОЗМІЩЕННЯ
ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»**

Ми, що нижче підписалися,

Складанюк Михайл Михайлович,
здобувач освіти гр. 4КВ-07, та

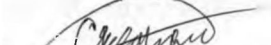
Козачинський Сергій Вікторович,
керівник дипломного проекту,

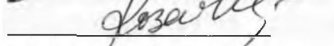
не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до дипломного проекту фахового молодшого бакалавра на тему:

«Виготовлення електричної схеми лабораторно-дослідницького стенду на базі елементів Пельтьє. Холодопродуктивністю 420 Ват» (автор роботи – Складанюк М.М., керівник роботи – Козачинський С.В.)

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2024 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець  / Складанюк М.М. /

Керівник  / Козачинський С.В. /

«10» червня 2024 р.