

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ НАФТИ ТА ГАЗУ
КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА
ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ УТИЛІЗАТОРА ТЕПЛОТИ ПОВІТРЯ
«AEROSTAR» В ЛАБОРАТОРІЇ 106-Ц ПОЛТАВСЬКОЇ ПОЛІТЕХНІКИ
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 144 ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА

Виконав: студент 4 курсу,
групи 401 НТ
спеціальності
144 Теплоенергетика

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

 Бугорський Р.Я.
(прізвище та ініціали)

25.06.24р 

рівник Гузик Д.В.
(прізвище та ініціали)

цензент _____
(прізвище та ініціали)

 З - кафедрою Голік Ю.С.
(прізвище та ініціали)

Полтава 2024

Навчальний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Інститут, факультет, відділення Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики
Кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальність 144 - Теплоенергетика

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, голова циклової комісії Голік Ю.С.

" 13 " 04 2024 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Бугорський Ростислав Ярославович

Тема проекту дослідження роботи утилізатора теплоти повітря

«AEROSTAR» в лабораторії 106-ц полтавської політехніки

1. Керівник проекту Гузик Д.В. к.т.н., кафедри ТГВ

2. Затверджені наказом вищого навчального закладу "8", 2023 року 2024

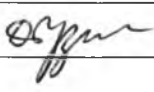
3. Термін подання студентом роботи 14.06. 2024 р.

4. Випередні дані до роботи

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
1) Розрахунок економії енергоресурсів в Україні; 2 Застосування різних типів утилізаторів у
системі опалення; 3 Рекуператори різних виробників; 4 Впровадження лабораторної установки на
базі обладнання від компанії «AEROSTAR» в лабораторії 106-ц полтавської політехніки;

6. Короткий опис з експлуатації лабораторної установки.

5. Консультанти розділів роботи

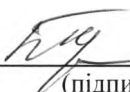
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
—	—		

6. Дата видачі завдання 13.04. 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Проблема економії енергоресурсів в Україні	13.04 – 27. 04 2024 р.	
2	Застосування різних типів утилізаторів у промисловості	28.04 – 10. 05 2024 р.	
3	Рекуператори різних виробників	11.05 – 21.05 2024 р.	
4	Впровадження лабораторної установки на базі обладнання від компанії «AEROSTAR» в лабораторії 106-ц полтавської політехніки	22.05 – 30.05 2024 р.	
5	Керівництво з експлуатації лабораторної установки	1.06 – 14.06 2024 р.	

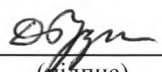
Студент


(підпис)

Бугорський Р.Я.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту


(підпис)

Гузик Д.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Бугорський Р.Я. Дослідження роботи утилізатора теплоти повітря «AEROSTAR» в лабораторії 106-Ц Полтавської політехніки.

Спеціальність 144 Теплоенергетика, спеціалізація «Теплоенергетика». Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024.

У кваліфікаційній роботі досліджено аспекти енергетичної кризи в Україні. Встановлено, що енергетична ситуація в Україні залишається досить складною, і може погіршитися через продовження Росією війни та ракетних обстрілів енергетичної інфраструктури. На конкретних прикладах було продемонстровано процес установки обладнання від компанії «AEROSTAR» у лабораторії 106-Ц Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

Ключові слова: рекуператор, утилізатор теплоти, теплообмінник, енергетична криза, енергоефективність, повітря, калорифер, повітрообмін, температура робочих рідин. 84 стор., 1 таб., 80 рис., 1 граф. частина, 18 джерел.

ABSTRACT

Bugorsky R.Y. Study of the operation of the air heat utilizer "AEROSTAR" in laboratory 106-C of the Poltava Polytechnic.

Specialty 144 Heat and power engineering, specialization "Heat and power engineering". Yuriy Kondratyuk Poltava Polytechnic National University, Poltava, 2024.

Aspects of the energy crisis in Ukraine were investigated in the qualification work. It has been established that the energy situation in Ukraine remains quite difficult and may worsen due to Russia's continuation of the war and missile attacks on the energy infrastructure. The process of installing equipment from the company "AEROSTAR" in laboratory 106-C of the National University "Poltava Polytechnic named after Yury Kondratyuk" was demonstrated using specific examples.

Key words: recuperator, heat utilizer, heat exchanger, energy crisis, energy efficiency, air, calorifier, air exchange, temperature of working fluids. 84 pages, 1 table, 80 image, 1 graph. part, 18 sources.

Мета роботи – дослідження способу економії електроенергії в кризовий період української енергетики за допомогою рекуператора «AEROSTAR» в лабораторії 106-Ц.

Енергетична криза в Україні - це складний і важливий виклик, який потребує комплексного підходу. Існує декілька варіантів вирішення цієї проблеми.

Утилізатор теплоти - це теплообмінний пристрій, який здійснює обмін теплом між двома або більше робочими рідинами.

На сьогоднішній день існують чотири типи утилізаторів: з проміжним теплоносієм(економайзер), регенератори, рекуператори та стінові провітрювачі.

Вартість виготовлення та встановлення, вага та розміри відіграють важливу роль у виборі остаточного типу та його дизайну з точки зору загальної вартості проєкту.

Ключові слова: рекуператор, утилізатор теплоти, теплообмінник, енергетична криза, енергоефективність, повітря, калорифер, повітрообмін, температура робочих рідин.

ЗМІСТ

1. Розділ 1. Вступ.....	2
1.1. Проблема економії енергоресурсів в Україні.....	4
1.2. Варіанти вирішення проблеми енергетичної кризи.....	6
Розділ 2. Застосування різних типів утилізаторів у промисловості.....	7
2.1. Утилізатор теплоти димових газів.....	7
2.2.Регенератори теплоти що видаляється.....	10
2.3. Рекуператори теплоти що видаляється.....	14
2.4. Стіновий провітрювач.....	18
Розділ 3. Рекуператори різних виробників.....	22
3.1. Рекуператори компанії GREE.....	22
3.2. Рекуператори Cooper & Hunter.....	24
3.3. Рекуператори AEROSTAR.....	26
Розділ 4. Впровадження лабораторної установки на базі обладнання від компанії «AEROSTAR» в лабораторії 106-ц полтавської політехніки.....	30
4.1. Економічна доцільність рекуператора «AEROSTAR».....	53
Розділ 5. Керівництво з експлуатації лабораторної установки.....	55
ВИСНОВКИ.....	80
ЛІТЕРАТУРА.....	81

Зам. інв. №	Підп. у дата	Інв. № ор.							401-НТ 20116	Арк.
										2
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ВСТУП

У 2024 році в Україні посилилася енергетична криза, причиною цього стало повномасштабне російське вторгнення у 2022 році. Ця криза має прогресуючий характер і спричинена багатьма взаємопов'язаними факторами, що робить її надзвичайно важкою для вирішення.

Основні фактори кризи:

Війна з Росією: російські атаки по енергетичній інфраструктурі України завдали критичної шкоди, пошкодивши електростанції, підстанції, лінії електропередач та інші критичні об'єкти. Станом на другий квартал 2024 року були повністю зруйновані Трипільська ТЕС (Київська область) та Зміївська ТЕС (Харківська область). А окупована ЗАЕС виробляла 40 млрд. кВт/год, що становило п'яту частину загальнорічного виробництва електроенергії в державі й половину її виробництва серед всіх українських АЕС. За даними голови комітету ВР з питань енергетики та ЖКП Андрія Геруса, станом на травень 2024-го року дефіцит електроенергії становить 4,6 тис. МВт а виробництво – 12 тис. МВт

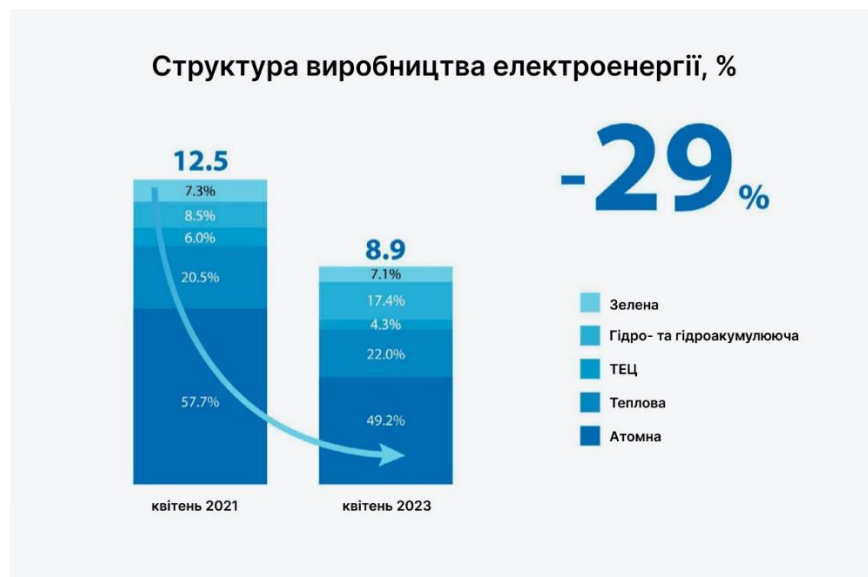


Рис. 1. Як знизилася кількість виробленої електроенергії у період з квітня 2021 по квітень 2023 років.

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116				

Арк.
3

Наслідком цього стали перебої у постачанні електроенергії та тепла, підвищення цін на енергоносії та зростання залежності від імпорту електроенергії з сусідніх країн.

Глобальна енергетична криза: такі фактори, як війна в Україні та санкції проти Росії стали причиною стрімкого зростання світових цін на енергоресурси та збільшення залежності від імпорту.

Виснаження запасів вугілля: внаслідок окупації Росією східних територій та їх постійні обстріли, Україна втратила доступ до більшої частини вугільних шахт, що призвело до дефіциту вугілля та ще більшої залежності від його імпорту. Це в свою чергу, сильно ускладнює роботу ТЕС та збільшує потребу в імпорті природного газу.

Наслідки кризи:

Стрімкий ріст інфляції: ціни на всі товари, послуги та паливе значно зросли, що знижує купівельну спроможність населення України, особливо це відчутно для частини населення з низьким доходом. Нижче наведено графік прогнозованого зниження ВВП:

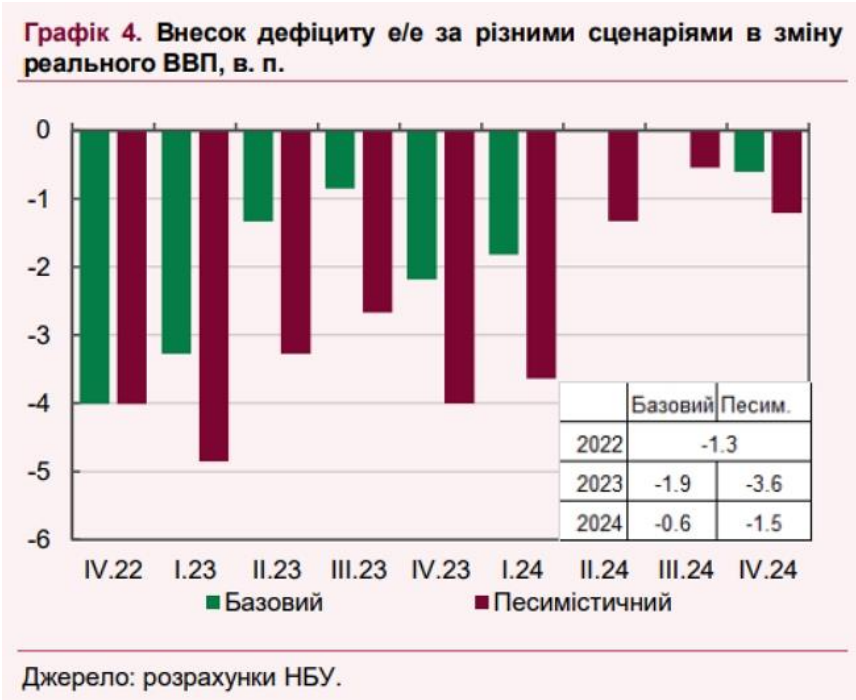


Рис. 1.2. Внесок дефіциту електроенергії в зміну реального ВВП.

Скорочення виробництва: багато підприємств змушені скорочувати обсяги виробництва або зовсім припиняти свою роботу через підвищення цін на енергоносії та перебої з їх постачанням. Це призводить до зростання рівня безробіття та погіршення економіки України.

Збільшення бідності: вище перераховані фактори призвели до збільшення частки безробітного населення в Україні.

Перебої з постачанням тепла та гарячої води: через дефіцит в системі енергетики багато людей стикаються з відсутністю тепла та гарячої води, що значно ускладнює життя.

Погіршення екології: збільшення використання викопного палива для компенсації дефіциту енергії спричиняє погіршення якості повітря та навколишнього середовища.

ПРОБЛЕМА ЕКОНОМІЇ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ В УКРАЇНІ

Україна зіткнулася з гострою проблемою економії енергоресурсів. Вирішення цієї проблеми є одним з головних ключів подолання енергетичної кризи та економічного зростання країни.

На даний момент енергоефективність України є низькою. Підтвердженням цьому є низка факторів:

1. Високий рівень енергоємності: наша держава споживає значно більше енергії на одиницю ВВП порівняно з розвиненими країнами. Це пов'язано з застарілими технологіями, малоефективними системами опалення та освітлення, а також високим рівнем енергоємності промислових підприємств.

2. Старіння енергетичної інфраструктури: значна частина обладнання на енергетичних об'єктах України є застарілою, вік якої сягає 30-40 років. Таке обладнання давно вичерпало свій ресурс, має низький ККД та високий рівень аварійності.

Зам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № ор.							401-НТ 20116	Арк. 5
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

3. Мала частка відновлюваних джерел енергії: через недостатню підтримку нашої держави цих іновацій. За даними енергоатому, частка виробленої енергії на ВЕС та СЕС у 2023 році складає всього 10% від загальної кількості.

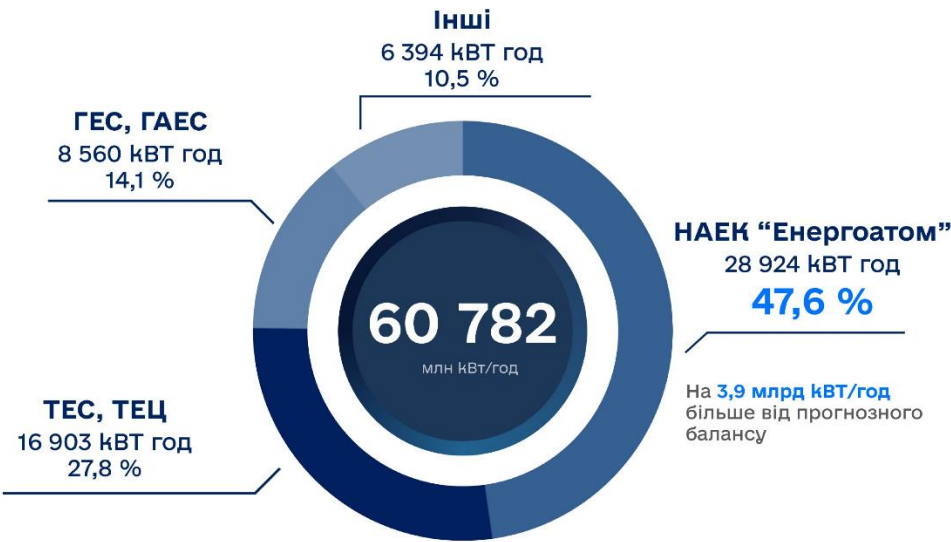


Рис. 1.3. Кількість виробленої електроенергії різними електростанціями.

Також з початком повномасштабного вторгнення 80% ВЕС та 10% СЕС було окуповано.

Низький рівень культури споживання електроенергії: населення нерационально використовує електроенергію, що в наш час призводить до її частого дефіциту, і як наслідок – аварійних відключень.

Зміна клімату: часті екстремальні погодні явища (нетипово висока температура повітря влітку або ж низькі температури весною) змушують населення використовувати більше електроенергії для створення комфортного мікроклімату.

Зам. інв. №	Підп. и дата	Інв. № ор.	Низький рівень культури споживання електроенергії: населення нерационально використовує електроенергію, що в наш час призводить до її частого дефіциту, і як наслідок – аварійних відключень. Зміна клімату: часті екстремальні погодні явища (нетипово висока температура повітря влітку або ж низькі температури весною) змушують населення використовувати більше електроенергії для створення комфортного мікроклімату.						Арк.	
			401-НТ 20116							6
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

ВАРІАНТИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ КРИЗИ

Енергетична криза в Україні - це складний і важливий виклик, який потребує комплексного підходу. Існує декілька варіантів вирішення цієї проблеми.

Стратегія енергетичної безпеки України: Уряд України затвердив Стратегію енергетичної безпеки, що має на меті успішну інтеграцію України в ЄС, синхронізацію енергетичних систем та ринків України з європейськими та їх сталий розвиток.

Децентралізація генерації енергії: Потрібно створювати маленькі, локальні джерела енергії, які можуть працювати незалежно від великих регіональних джерел енергетичної мережі.

Використання відновлюваних джерел енергії: Сонячні батареї, вітряки, гідроелектростанції та інші відновлювані джерела енергії можуть забезпечити чисте, недороге та стабільне постачання електроенергії.

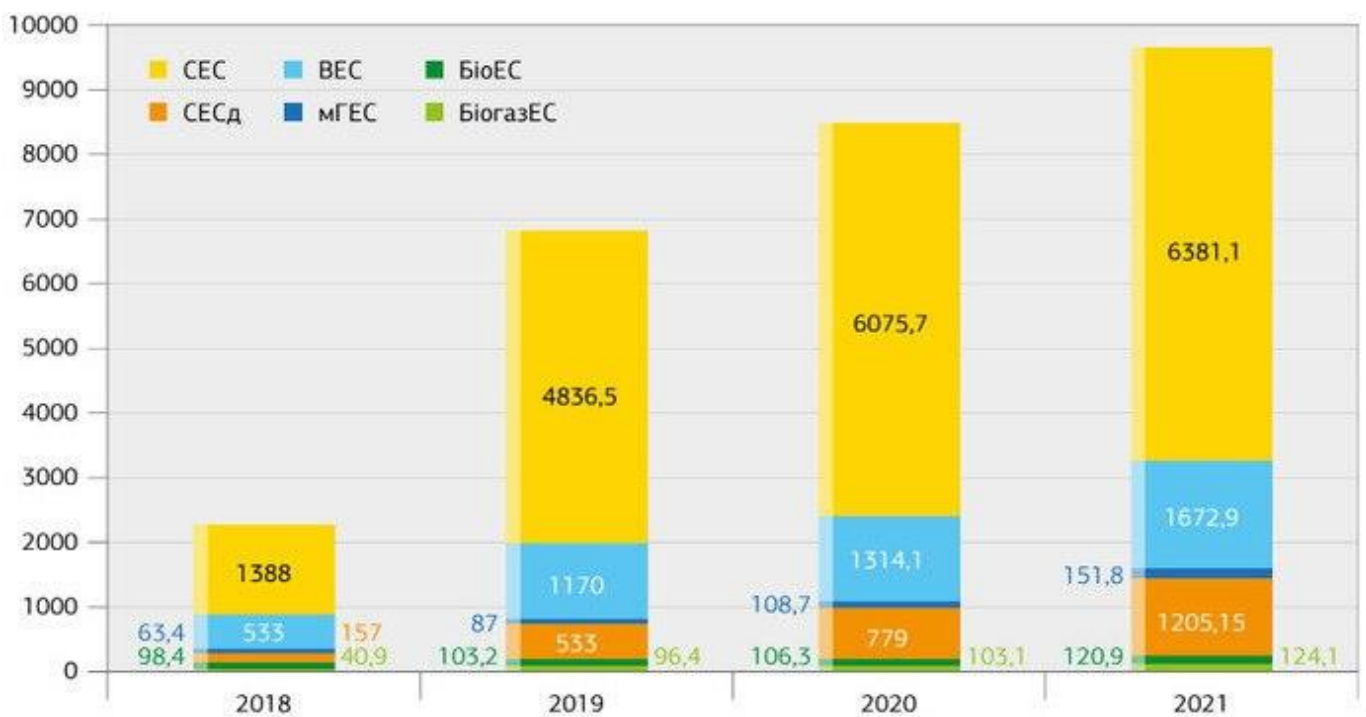


Рис. 1.4. Кількість виробленої енергії за допомогою альтернативних джерел протягом 2018-2021 років.

Зам. інв. №						
Підп. и дата						
Інв. № ор.						
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

Рік	Зелений	Оранжевий	Блакитний	Світло-блакитний	Жовтий	Всього
2018	98,4	40,9	533	63,4	1388	2083,7
2019	103,2	533	87	1170	4830,9	6624,1
2020	106,3	779	108,7	1314,1	1087,9	3396,9
2021	120,9	1205,15	151,8	1672,9	124,1	3174,9

Рис. 1.4. Кількість виробленої енергії за допомогою альтернативних джерел протягом 2018-2021 років.

						401-НТ 20116	Арк.
							7

Розширення можливостей для постачання з ЄС: такий підхід допоможе забезпечити стабільність постачання енергії та підтримає українську критичну інфраструктуру, яка в даний час працює на піку своїх можливостей.

Енергозбереження: Це включає в себе різні заходи, від простих змін у використанні електроенергії населенням, до впровадження нових технологій. До таких технологій відносяться всі енергоефективні електричні прилади та пристрої з функцією «розумний дім», а особливо обладнання для опалення та вентиляції. Саме на прикладі утилізатора теплоти повітря **EcoStar 500 EC X** від компанії AeroStar, що знаходиться в аудиторії 106-Ц на базі кафедри «Теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики» я дослідив, як за допомогою технології «розумний дім» можна значно економити електроенергію.

РОЗДІЛ 2

ТИПИ УТИЛІЗАТОРІВ ТЕПЛОТИ

Утилізатор теплоти - це теплообмінний пристрій, який здійснює обмін теплом між двома або більше робочими рідинами. Утилізатори мають широке промислове і побутове використання. Було розроблено декілька видів таких теплообмінників для використання на ТЕС, хімічних заводах, системах опалення та кондиціонування повітря в промислових будівлях, транспортні енергетичні системи та холодильні установки. Фактична конструкція утилізаторів може суттєво відрізнятися в залежності від потреб замовника. Це не тільки розрахунок витрат на теплообмін. Вартість виготовлення та встановлення, вага та розміри відіграють важливу роль у виборі остаточного типу та його дизайну з точки зору загальної вартості проекту. У багатьох випадках хоч вартість і є важливим фактором, але розмір і форма часто є головними факторами при виборі дизайну.

Зам. інв. №	Підп. у дата	Інв. № ор.							401-НТ 20116	Арк.
										8
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

На сьогоднішній день існують чотири типи утилізаторів: з проміжним теплоносієм(економайзер), регенератори, рекуператори та стінові провітрювачі.

УТИЛІЗАТОР ТЕПЛОТИ ДИМОВИХ ГАЗІВ

Утилізатор теплоти газів(економайзер) – теплообмінник, що призначений для відбору тепла димових газів, що викидаються в атмосферу призначений для охолодження димових газів, гарячого повітря печей до максимально низьких температур за визначених умов і передачі тепла іншому теплоносію, зазвичай, воді для підігріву на гаряче водопостачання, опалення, вентиляцію.

Також існують утилізатори, у яких теплообмін здійснюється між двома потоками газів. Конструктивно утилізатор або охолоджувач димових газів складається із теплообмінної поверхні, виконаної з попарно зварених гофрованих листів сталі, що утворюють два канали. Один канал – для димових газів, інший – для теплоносія, що нагрівається. В якості теплообмінної поверхні можуть використовуватися також оребрені термостійкі труби.

Охолодження димових газів стандартно може здійснюватися з 250-280°C до 130-150°C. Якщо стоїть мета більшого охолодження, то зниження температури можливе до 50-55°C.

Основні завдання, які виконує встановлення утилізатора тепла димових газів:

- Підвищення ККД на підприємстві;
- економія палива, що витрачається на одержання тепла, яке марно викидалося в атмосферу;
- зменшення рівня теплового забруднення навколишнього середовища;
- створення комфортного мікроклімату для персоналу за рахунок опалення виробничих приміщень, наявності гарячої води для душових;

Зам. інв. №							Арк.
Підп. и дата							9
Інв. № ор.							401-НТ 20116
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

- зниження собівартості виробленої продукції та збільшення конкурентної спроможності підприємства.



Рис. 2.1. Промисловий утилізатор теплоти димових газів.

Нижче наведено рисунок, на якому схематично зображено як працює утилізатор: знизу розміщена промислова піч, в якій паливом є природний газ, і всередину якої надходять залізні плити з температурою 25°C де розігріваються до 1250°C що є ідеальною температурою для гартування сталі. Від неї по димоходу виходять димові гази з температурою 950°C і прямують до утилізатора. Потрапляють вони туди вже з температурою 793°C і змішуються з атмосферним повітрям температура якого становить 25°C . На виході димові гази вже мають 338°C , в той час як повітря відібравши тепло циркулює назад в піч з температурою 450°C . Це дозволяє значно економити природний газ на нагрів сталі.

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

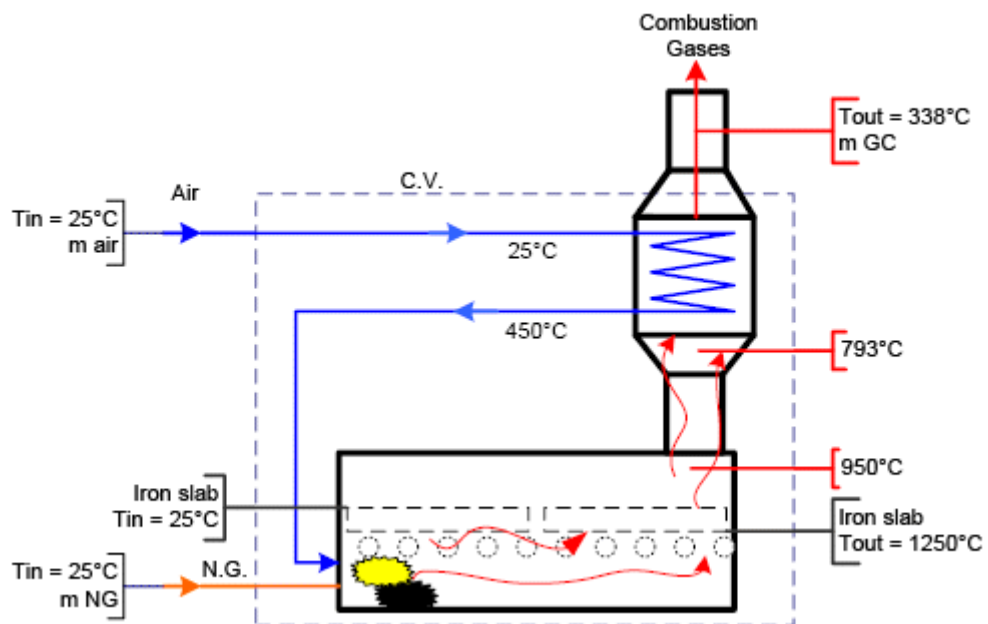


Рис. 2.2. Схема промислової печі з утилізатором.

Переваги даного типу утилізаторів:

1. Економія палива: встановлення економайзера може зекономити від 10% до 18% палива;
2. Зменшення викидів: використовуючи теплоутилізатор можна знизити кількість викидів CO_2 та оксиду азоту (NO_2);
3. Простіше технічне обслуговування: гладкі труби та модульна конструкція спрощують чистку та його ремонт.

Недоліки:

1. Обмеження максимальних температур: економайзер може працювати лише при певних температурних лімітах, якщо температура буде занадто висока чи низька, то його ККД суттєво знизиться;
2. Корозія: оскільки промислові утилізатори виготовлені зі сталі, то вони можуть кородувати від шкідливих домішок викидів та водяної пари, а також буде утворюватися наліт, що додатково знизить ККД;

Зам. інв. №	
Підп. у дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

3. Вартість: утилізатор є дороговартісним як у встановленні, так і в обслуговуванні.

РЕГЕНЕРАТОР

Регенеративний утилізатор теплоти (РУТ) – це вид теплообмінника в якому тепло від гарячої рідини зберігається в тимчасовому теплоносії і може передаватися до холодної рідини. Для цього гаряча рідина контактує з теплоносієм передаючи йому теплоту і витісняється холодною рідиною яка відбирає тепло з проміжного теплоносія. Даний тип утилізатора являє собою вертикально встановлену циліндричну ємність всередині якої знаходяться металеві пластини, які розділяють між собою теплоносії.

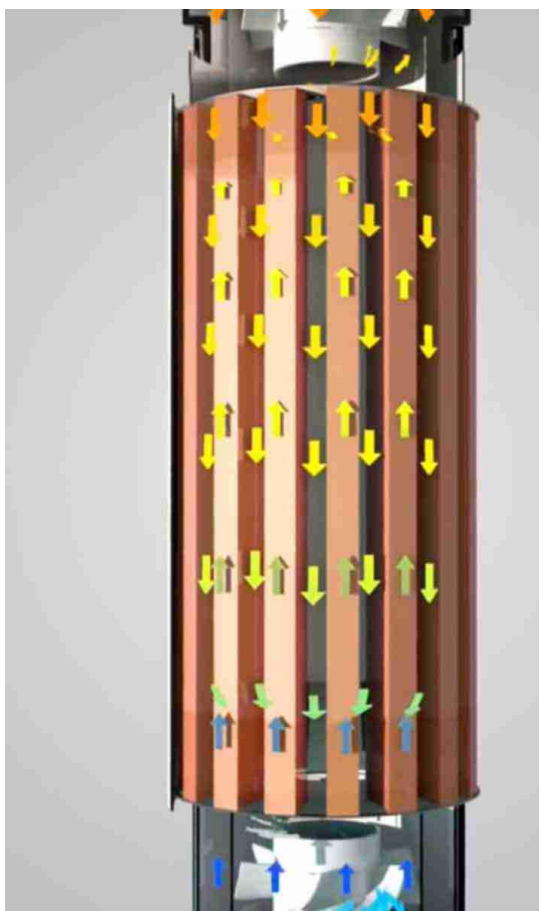


Рис. 2.3. Регенератор.

Існує два типи таких агрегатів: безперервної та періодичної дії. РУТ безперервної дії наповнений спеціальним зернистим циркулюючим матеріалом, який здатен зберігати тепло при повній зупинці технологічного

Зам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № ор.							401-НТ 20116	Арк. 12
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

процесу, при якій збережеться контакт теплоносія з омивною поверхнею. У конструкції регенеративних теплообмінників з нерухомими соплами функція регулювання потоків теплоносія обмежена і повністю залежить від налаштувань, що задаються оператором. Що стосується моделей періодичної дії, то вони мають складну структуру розподілу камер з теплоносіями. Такий пристрій підвищує ефективність роботи пристрою, але також вимагає більш відповідального підходу до вибору потужності циркуляційного насоса.

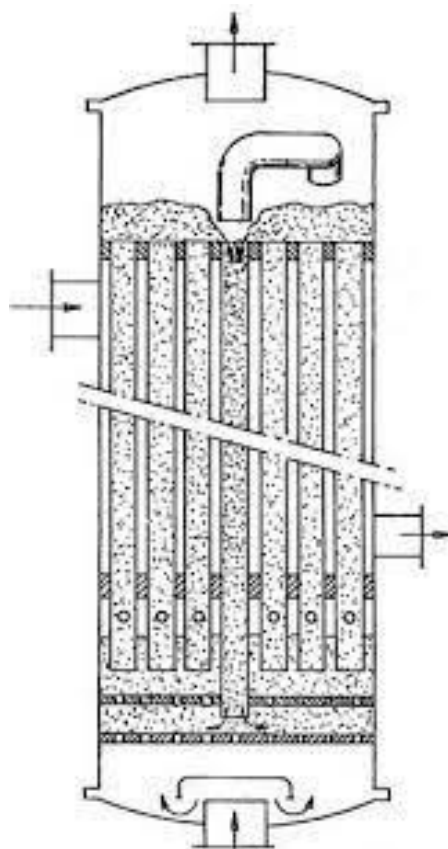


Рис. 2.4. Регенератор з псевдорозрідженням зернистого матеріалу.

У ротаційних регенераторах, або термічних барабанах, теплоакумулююча матриці у формі колеса або барабана, яка безперервно обертається через два зустрічні потоки рідини. Таким чином два потоки здебільшого розділені. Через кожну секцію матриці одночасно протікає тільки один потік.

Однак під час обертання обидва потоки зрештою протікають послідовно через усі секції матриці. Теплоакумулююче середовище може бути відносно

Зам. інв. №					
Підп. і дата					
Інв. № ор.					
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
401-НТ 20116					
					Арк.
					13

дрібнозернистим набором металевих пластин або дротяної сітки, виготовленої з деякого міцного сплаву або покритого для опору хімічному впливу технологічних рідин, або виготовленого з кераміки для застосування при високих температурах. Велика площа теплообміну може бути забезпечена в кожній одиниці об'єму роторного регенератора порівняно з кожухотрубним теплообмінником – до 300 квадратних метрів поверхні може міститися в кожному кубічному метрі матриці регенератора порівняно з приблизно 10 квадратними метрами на кожен кубічний метр кожухотрубного теплообмінника.

Кожна частина матриці буде майже ізотермічною, оскільки обертання відбувається перпендикулярно градієнту температури та напрямку потоку, а не через них. Два потоки рідини течуть проти течії. Температури рідини змінюються по всій площі потоку; однак місцеві температури потоку не є функцією часу. Ущільнення між двома потоками не ідеальні, тому може виникнути перехресне забруднення. Допустимий рівень тиску роторного регенератора відносно низький порівняно з теплообмінниками.

У регенераторі з фіксованою матрицею єдиний потік рідини має циклічний, реверсивний потік, він рухається протитечією. Такий регенератор може бути частиною безклапанної системи, наприклад, двигуна Стірлінга. В іншій конфігурації рідина подається через клапани до різних матриць у різні періоди роботи, в результаті чого температура на виході змінюється з часом. Наприклад, доменна піч може мати кілька «печей» заповнених вогнетривкою цеглою. Гарячий газ з печі проходить через цегляну кладку протягом певного часу, скажімо, однієї години, поки цегла не досягне високої температури. Потім спрацьовують клапани, які перемикають холодне всмоктуване повітря через цеглу, відновлюючи тепло для використання в печі. Практичні установки матимуть кілька печей і розташування клапанів для поступової передачі потоку між «гарячою» піччю і сусідньою «холодною» піччю, так що коливання температури повітря на виході зменшуються.

Зам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № ор.							401-НТ 20116	Арк. 14	
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

Інший тип регенератора називається мікромасштабним регенеративним теплообмінником. Він має багат шарову решітчасту структуру, в якій кожен шар зміщений від сусіднього шару на половину комірки, яка має отвір вздовж обох осей, перпендикулярних до осі потоку. Кожен шар являє собою композитну структуру з двох підшарів, один з яких складається з матеріалу з високою теплопровідністю, а інший - з матеріалу з низькою теплопровідністю. Коли гаряча рідина протікає через комірку, тепло від рідини передається стінкам комірки і зберігається там. Коли потік рідини змінює напрям, тепло передається від стінок комірки назад до рідини.

Третій тип регенератора називається регенератором «Rothemühle». Цей тип має нерухому матрицю у формі диска, а потоки рідини проходять через обертовий кожух. Регенератор Ротемюле використовується як підігрівач повітря на електростанціях. Теплова конструкція цього регенератора така ж, як і в інших типів регенераторів.

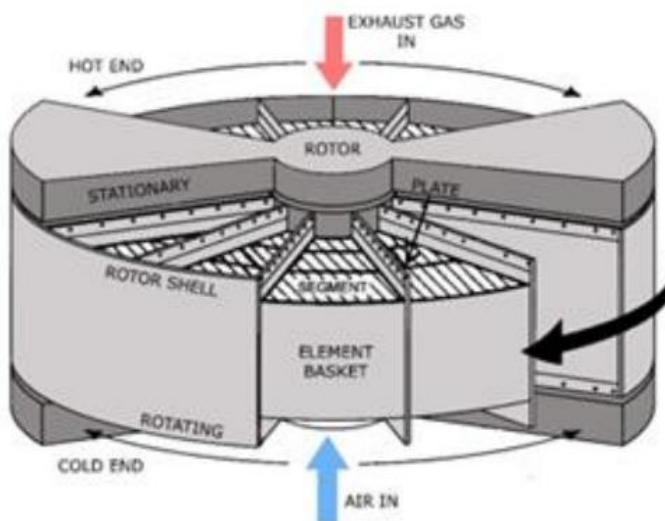


Рис. 2.5. Регенератор «Rothemühle».

Недоліками регенераторів є:

1. Складність обслуговування: через свою складну конструкцію їх складніше ремонтувати та обслуговувати, також вони потребують частішої чистки;

Зам. інв. №								
	Рис. 2.5. Регенератор «Rothemühle».							
Підп. и дата	Недоліками регенераторів є:							
	1. Складність обслуговування: через свою складну конструкцію їх складніше ремонтувати та обслуговувати, також вони потребують частішої чистки;							
Інв. № ор.							401-НТ 20116	Арк.
								15
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

2. Обмеження застосування: РУТ має складну конструкцію та великі розміри, тому може не підходити для багатьох технологічних процесів;

3. Проблеми з запахом: якщо регенератор неправильно спроектувати та змонтувати, то можуть бути витоків газів і як наслідок – отримуємо неприємні запахи.

РЕКУПЕРАТОР

Рекуператор - це спеціальний протитечійний теплообмінник з рекуперацією енергії, який розміщується в потоках припливного і витяжного повітря системи вентиляції або у відпрацьованих газах промислового процесу з метою утилізації відпрацьованого тепла. Як правило, вони використовуються для вилучення тепла з викидних газів і використання його для попереднього підігріву повітря, що надходить в систему тепlopостачання. Таким чином, вони використовують відпрацьовану енергію для нагрівання повітря, компенсуючи частину енергії, і тим самим підвищують енергоефективність системи в цілому.

У багатьох типах процесів горіння використовується для отримання тепла, а рекуператор служить для рекуперації або повернення цього тепла з метою його повторного використання або переробки. Термін «рекуператор» також відноситься до протитечійних теплообмінників типу «рідина-рідина», які використовуються для рекуперації тепла в хімічній та нафтопереробній промисловості, а також у замкнутих процесах, таких як аміачно-водний або літій-бромоводневий абсорбційний холодильний цикл.

Рекуператори часто використовуються разом з палинковою частиною теплового двигуна для підвищення загальної ефективності. Наприклад, у газотурбінному двигуні повітря стискається, змішується з паливом, яке потім спалюється і використовується для приводу турбіни. Рекуператор передає частину відпрацьованого тепла вихлопних газів стисненому повітрю, таким чином попередньо підігріваючи його перед подачею в паливний палик.

Зам. інв. №							Арк.
Підп. у дата							16
Інв. № ор.							401-НТ 20116
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Оскільки гази були попередньо нагріті, для нагрівання газів до температури на вході в турбіну потрібно менше палива. Відновлюючи частину енергії, яка зазвичай втрачається у вигляді відпрацьованого тепла, рекуператор може зробити тепловий двигун або газову турбіну значно ефективнішими.

У системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (ОВіК) рекуператори зазвичай використовуються для повторного використання відпрацьованого тепла відпрацьованого повітря, яке викидається в атмосферу. Пристрої, як правило, складаються з ряду паралельних пластин з алюмінію, пластику, нержавіючої сталі або синтетичного волокна, попарно покритих міддю, які з двох сторін утворюють здвоєні набори каналів під прямим кутом один до одного, які містять потоки припливного і витяжного повітря. Таким чином, тепло з потоку витяжного повітря передається через розділові пластини в потік припливного повітря. Виробники заявляють про ефективність до 95% залежно від специфікації пристрою.



Рис. 2.6. Модуль пластинчатого рекуператора.

Зам. інв. №					
Підп. і дата					
Інв. № ор.					
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
401-НТ 20116					
					Арк.
					17

На зображенні вище показано модуль пластинчатого рекуператора, яка встановлюється в саму систему. Оскільки промислові системи рекуперації мають великі габарити, то такі модулі розділені на декілька частин для простішого монтажу та обслуговування.

Характеристики цього пристрою пояснюються взаємозв'язком між фізичним розміром пристрою, зокрема, довжиною повітропроводу, і відстанню між пластинами. За однакового перепаду тиску повітря, що проходить через пристрій, менший матиме меншу відстань між пластинами і меншу швидкість повітря, ніж більший пристрій, але обидва пристрої можуть бути однаково ефективними. Через те, що пристрій побудований за принципом перехресного потоку, його габарити визначають довжину повітропроводу, і зі збільшенням цієї довжини збільшується тепловіддача, але також збільшується перепад тиску, тому відстань між пластинами збільшується, щоб зменшити перепад тиску, але це, в свою чергу, зменшує тепловіддачу.

Як правило, рекуператор, розрахований на перепад тиску між 150-250 паскалями, має хорошу ефективність, при цьому він має невеликий вплив на споживання енергії вентилятором, але, в свою чергу, має вищу сезонну ефективність, ніж рекуператор з фізично меншим, але вищим перепадом тиску.

Якщо рекуперація тепла не потрібна, зазвичай пристрій можна не використовувати, використовуючи байпас, встановлений в системі розподілу повітря. Якщо припустити, що вентилятори оснащені інверторними регуляторами швидкості, налаштованими на підтримання постійного тиску у вентиляційній системі, то зменшення перепаду тиску призводить до уповільнення роботи двигуна вентилятора і, таким чином, до зменшення споживання електроенергії, що, в свою чергу, покращує сезонну ефективність системи.

Зам. інв. №							Арк.
Підп. и дата							401-НТ 20116
Інв. № ор.	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	18

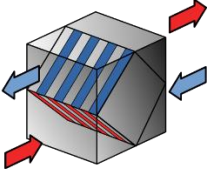
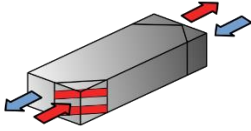
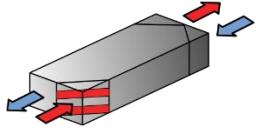
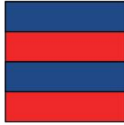
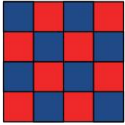
Principle			
Profile			
Counter current Heat exchanger	Vertical flat panel	Horizontal flat panel	Cellular
Efficiency	50 - 70 %	70 - 80 %	85 - 99 %

Рис. 2.7. Типи рекуператорів за будовою.

Зліва на право: 1 - вертикальна плоска панель; 2 – горизонтальна плоска панель; 3 – сотовий.

На зображенні нижче, показано основні елементи рекуператора та рух повітря всередині:



Рис. 2.8. Схема руху повітря та основні елементи рекуператора

Перевагою рекуператорів є те, що вони споживають значно менше електроенергії аніж опалення чи промислова вентиляція. Але варто зважати на те, що рекуператор не зможе дати значну різницю температур як от кондиціонери чи опалення через відсутність в ньому конденсаторів з проміжними теплоносіями(різного типу фреони, пропіленгліколь і т.д.).

Основною задачею даного утилізатора є відбір забрудненого повітря з приміщення та подача свіжого, дещо охолодженого або підігрітого повітря.

СТІНОВИЙ ПРОВІТРЮВАЧ

Стіновий провітрювач(припливний клапан) це пристрій, що монтується в зовнішню стіну будівлі для подачі свіжого та очищеного повітря в приміщення без необхідності відкривати вікна. Решітка припливу повітря розроблена так, щоб постачати свіже повітря рівномірно по приміщенню.

Сам настінний рекуператор залежно від комплектації може бути обладнаний датчиком вологості, вентилятором для більшої продуктивності провітрювання, дистанційний керуванням через wi-fi модуль та сонячною батареєю для максимальної енергоефективності, що зараз є актуальним. Завдячуючи особливій конструкції витяжка та приплив не контактують між собою.

Особливості експлуатації:

Найголовнішим нюансом при виборі цього виду утилізаторів є те, що їх неможливо використовувати в підвальних приміщеннях, оскільки вони мають монтуватися не нижче ніж 0,5 метра над рівнем землі. Це обумовлено тим, щоб вберегти вентиляційні канали від бруду, пилу, зайвої вологи в системі за рахунок снігу чи дощу. Якщо в приміщенні є кондиціонер, то цю систему потрібно розміщувати на одному рівні чи над кондиціонером на відстані не менше ніж 30см. для ефективної роботи обох пристроїв.

Зам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № ор.							401-НТ 20116	Арк.
										20
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		



Рис. 2.9. Стіновий провітрювач компанії «Prana».

Переваги такого типу рекуператорів:

1. Простота монтажу та обслуговування: все що потрібно, так це підібрати коронку потрібного діаметру, пробурити отвір під кутом 3-5° та вмонтувати провітрювач туди підключивши кабель живлення на дві жили;
2. Енергоефективність: більшість стіновий провітрювачів мають ККД близько 90-95%;
3. Зниження рівня конденсату та утворення плісняви і грибку: завдяки постійному потоку свіжого повітря зменшується відсоток вологості в приміщенні, що запобігає утворенню конденсату, грибків та плісняви на стінах та вікнах;

Зам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № ор.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116

Арк.

21

4. Якісний склад припливного повітря: вбудовані фільтри дають очищене повітря без бактерій та шкідливих домішок з вулиці.

Важливо зауважити, що такі системи вентиляції будуть малоефективними у великих промислових будівлях, оскільки вони не зможуть забезпечити потрібним об'ємом свіжого повітря великі приміщення, так як їх максимальна продуктивність сягає в середньому 150 м³/год. Такий тип рекуперації повітря більше підходить для дому, невеликого офісу чи майстерень з технологічними процесами.



Рис. 2.10. Модель стінового провітрювача з сонячною батареєю.

Зам. інв. №						Арк.
Підп. і дата						22
Інв. № ор.						401-НТ 20116
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

РОЗДІЛ 3

РЕКУПЕРАТОРИ ВІД РІЗНИХ КОМПАНІЙ. ЇХ ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

Працюючи в компанії «Конвент-Сервіс», яка займається монтажем систем вентиляції, рекуперації та кондиціонування, я на власному досвіді стикався з рекуператорами нижче описаних компаній, тому можу надати детальну характеристику по кожному з них.

Рекуператори від компанії GREE

GREE electronic – це компанія що заснована у 1989 році та спеціалізується на виготовленні кондиціонерів(побутових, промислових та напівпромислових), систем вентиляції та рекуперації повітря, виготовляє також чиллери, фанкойли тощо. Компанія є найбільшим виробником кондиціонерів та систем вентиляції в Китаї і займає провідне місце у світі.



Рис. 3.1. Логотип компанії.

Компанія пропонує широкий спектр рекуператорів для різних потреб і має в наявності пластинчасті, роторні та гліколеві моделі.

Агрегати GREE припливно-витяжного типу обладнані пластинчастим рекуператором, який дає можливість акумулювати до 80% теплоти або холоду з повітря, яке видаляється, і перенаправляти його в припливну систему. Завдяки такій конструкції рекуператора знижується навантаження на електронагрівачі і забезпечує економію (до 26%) електроенергії на рік.

Вентиляційне припливно-витяжне обладнання GREE, розроблене для одно- і трифазових електромереж, забезпечує продуктивність до 360-3000

Зам. інв. №	Підп. у дата	Інв. № ор.							401-НТ 20116	Арк. 23
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

м³/год. Моделі, які працюють від мережі 220В і призначені для роботи в індивідуальних будинках і квартирах, обладнані 3 швидкостями вентиляторів для індивідуального налаштування продуктивності. Установки з живленням 380 В, виконані в одношвидкісному варіанті, можуть забезпечити продуктивність 1,5-3 тис. м³ / год, що є оптимальною для офісів, малоповерових будинків та комерційних приміщень.

Окрім новітнього рекуператора, установки обладнані двома повітряними фільтрами, а також керуються з провідного настінного пульта керування з інформативним РК-дисплеєм і таймером. Однофазні моделі виготовлені в компактному корпусі розмірами 306-380 мм, що чудово підходить для монтажу в підвісні стелі. Рівень шуму двигуна становить всього 37-46 дБ.



Рис. 3.2. Установка з рекуперацією тепла GREE серії ERV FHBQ-K/M.

Переваги рекуператорів від цього виробника:

Надійність: компанія «GREE» відома надійністю та якістю збірки своїх установок, що забезпечує безперебійність роботи системи та її довговічність.

Зам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № ор.							
Рис. 3.2. Установка з рекуперацією тепла GREE серії ERV FHBQ-K/M. Переваги рекуператорів від цього виробника: Надійність: компанія «GREE» відома надійністю та якістю збірки своїх установок, що забезпечує безперебійність роботи системи та її довговічність.									
						401-НТ 20116			Арк.
									24
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Широкий асортимент: у виробника наявна широка лінійка агрегатів, це дає можливість індивідуального вибору саме під ваші потреби. Наприклад, асортимент лише однієї лінійки що був зображений вище:

МОДЕЛЬ		FNBQ-D3.5-K	FNBQ-D5-K	FNBQ-D8-K	FNBQ-D10-K
Основні параметри					
Витрата повітря	м³/г	360/260/210	500/380/300	800/600/480	1000/750/600
Статичний тиск	Pa	100/80/60	100/80/60	110/85/65	110/85/65
Ефективність теплообміну по ентальпії (холод)	(%) H/M/L	65/67/68	62/64/65	63/65/67	66/68/70
Ефективність теплообміну по ентальпії (тепло)	(%) H/M/L	61/63/65	57/59/61	60/62/64	62/64/65
Ефективність теплообміну	(%) H/M/L	71/73/75	68/70/72	70/72/74	75/77/79
Кабелі подачі електроживлення	Кількість жил	3	3	3	3
Кабелі подачі електроживлення	переріз, мм²	1Ph	1 Ph	1 Ph	1Ph
Напруга живлення	V-Ph-Hz	(220-240)V, 1Ph, 50Hz	(220-240)V, 1Ph, 50Hz	(220-240)V, 1Ph, 50Hz	(220-240)V, 1Ph, 50Hz
Споживана потужність	Вт	165	262	400	440
Рівень шуму	дБ(А)	37	39	45	46
Габарити	мм	800x879x306	800x879x306	832x1016x380	832x1016x380
Вага	кг	45	45	57	57

Недоліками виробів даної компанії є їх ціна, адже компанія позиціонує себе як преміум сегмент в цій сфері, тому варто це враховувати при виборі систем рекуперації повітря. Також рекуператори GREE складні в монтажі та обслуговуванні, мають складніше програмне забезпечення та автоматику, що вимагає консультації зі спеціалістом та його роботою, і це призводить до додаткових фінансових витрат.

Рекуператори від компанії Cooper & Hunter

Cooper & Hunter – це американський виробник систем вентиляції, кондиціонування та опалення зі світовою популярністю. Компанію було засновано 1916 року, а в 1960 році компанія розпочала виробництво перших кондиціонерів. Вони виготовляють високоякісну продукцію, що отримала визнання по всьому світу і рекуператори не є виключенням.

Зам. інв. №					
Підп. у дата					
Інв. № ор.					
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
					401-НТ 20116
					Арк. 25



Рисунок.3.3 Логотип компанії

Типи рекуператорів що виготовляє Cooper & Hunter:

1. З пластинчатим теплообмінником. Найпопулярніший тип, що поєднує в собі відносно помірну ціну та ефективність: ККД рекуперації тепла сягає 75% при площі приміщення до 100 м².

2. Роторні. Є більш ефективними, але і мають на порядок вищу ціну:

Їх ефективність сягає 85% та рекомендуються до встановлення при площі від 100 м².

3. Гліколеві. Серед вище перерахованих вони є найефективнішими, але водночас і найдорожчими:

Зберігають до 95% енергії та рекомендовані для приміщень, які мають високі вимоги енергоефективності.



Рисунок. Рекуператор Cooper & Hunter.

Щодо переваг:

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116

Арк.
26

Енергоефективність: мають два класи енергоефективності A+ та A++, що свідчить про низькі витрати електроенергії. Також за дослідженням самої компанії їх рекуператори здатні економити до 30% на загальних витратах енергії опалення та кондиціонування.

Фільтрація повітря: технологія багатоступеневої очистки повітря включає в себе фільтри G4 та F7, що очищують повітря від дрібнодисперсного пилу, алергенів, шкідливих домішок повітря та запаху.

Фільтр G4 призначений затримувати пил та інші домішки середнього та великого розміру. А от фільтр F7 відфільтровує дрібний пил, цвіль, грибки, пилок та бактерії.

Керування: обладнані зручним пультом дистанційного керування та можуть бути інтегровані в систему «Розумний дім».

Серед додаткових функцій мають: захист від обмерзання, нічний режим роботи, зволоження та підігрів повітря, датчик CO₂ та автоматичне регулювання подачі повітря.

Недоліками є висока ціна, так як це також є преміум сегментом в системах вентиляції, обмежений модельний ряд рекуператорів, що звужує коло потенційних об'єктів використання. Деякі моделі рекуператорів потребують регулярного обслуговування, що несе за собою додаткові витрати.

Рекуператори від компанії AeroStar

Aerostar – це український виробник вентиляційного обладнання заснований у 2010-у році, що здобув свою популярність та довіру завдяки доступним та ефективним системам вентиляції, рекуперації, а також холодильним установкам, чиллерам та фанкойлам. Компанія також має своє представництво у Польщі та експортує свої системи по всьому світу.

Зам. інв. №							Арк.
Підп. і дата							401-НТ 20116
Інв. № ор.	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	27



Рис.3.4. Логотип компанії AeroStar.

Компанія Aerostar виготовляє лише рекуператори з пластинчатим теплообмінником, що є найпоширенішим варіантом і поєднують в собі простоту конструкції та надійність, які мають такі характеристики:

Енергоефективність: в залежності від моделі мають рівень рекуперації тепла від 80% до 90%;

Клас енергоефективності А, що дозволяє економити до 30% електроенергії в порівнянні з традиційними системами вентиляції та опалення;

Фільтрація: багатоступенева фільтрація включає в себе фільтри типу G3 та F5, що дозволяє уловлювати пилові частинки до 600 мікрон, шерсть та інші забруднювачі, а також грибки, цвіль, пилок та хвороботворні бактерії;

В залежності від модифікації мають датчик рівня CO₂, що дозволяє установці автоматично вмикатися та провітрювати приміщення;

Можливість встановлення додаткового повітрянагрівача з теплоносієм для досягнення необхідних параметрів мікроклімату.

Захист від вологи та пилу IP54

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата



Рис. 3.5. промисловий рекуператор серії GLOBALSTAR з продуктивністю до 120000 м³/год.

Переваги рекуператорів Aerostar:

Простота в обслуговуванні: з власного досвіду роботи можу сказати, що заміна або чистка фільтрів у рекуператорах даного виробника є доволі простою, що само собою знижує експлуатаційні витрати;

Система «розумний дім»: все вентиляційне обладнання цієї компанії, включаючи рекуператори має можливість підключення до «Розумного дому», що

Зам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № ор.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116

Арк.

29

дозволяє гнучке налаштування роботи індивідуально під кожного користувача, та роботу в парі з усією екосистемою розумних пристроїв у домі чи офісі.

Ціна: порівняно з іншими виробниками, компанія AeroStar пропонує продукцію не гірше преміум сегменти за значно нижчими цінами.

Сервіс та гарантія: оскільки це українська компанія, то вони мають якісну онлайн підтримку користувачів та широку мережу сервісних центрів по всій Україні.

Автоматика: рекуператор може сам визначати потребу у провітрюванні, та регулювати швидкість роботи вентиляторів та потужність підігрівачів, дозволяючи додатково економити електроенергію.

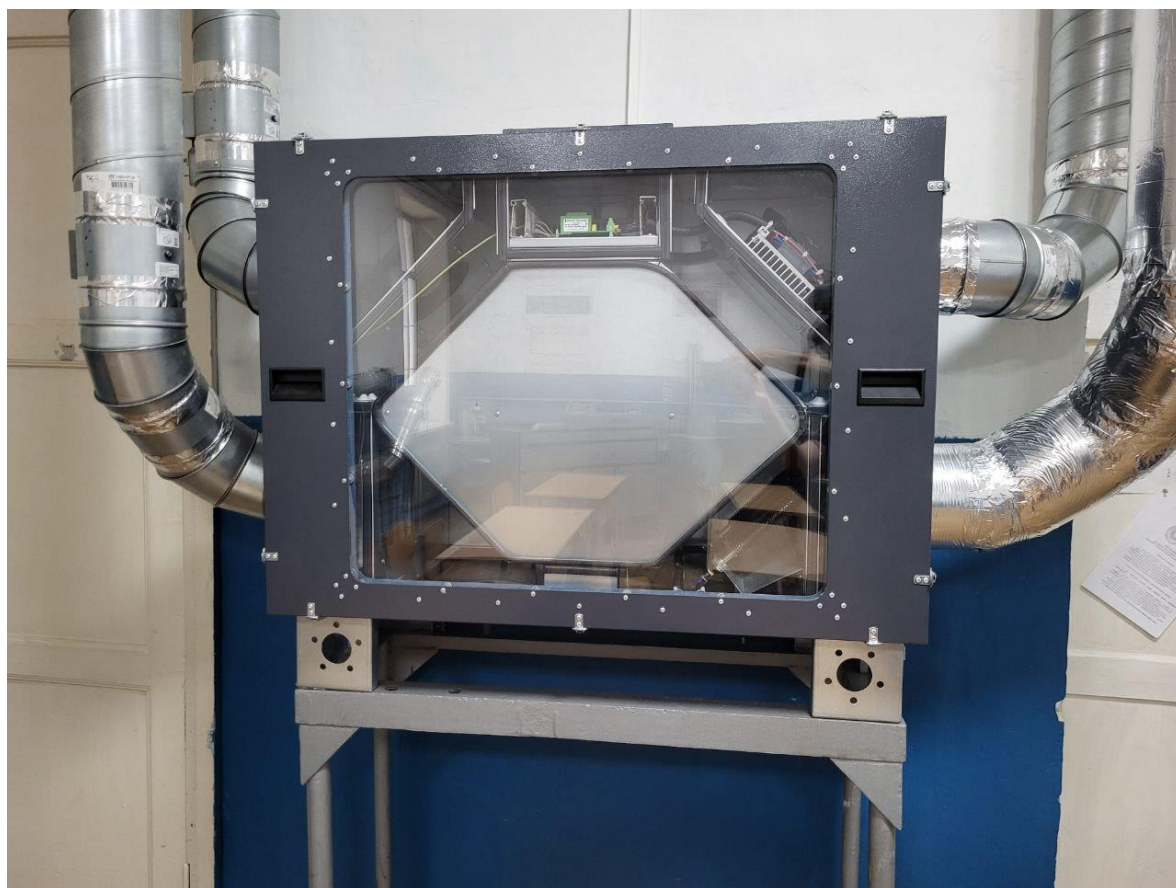
Підбиваючи підсумки цього розділу, я віддаю перевагу рекуператорам компанії AeroStar, оскільки це буде надійним та збалансованим варіантом за параметром ціна/якість, а широка сервісна мережа та онлайн підтримка в умовах війни є дуже важливою.

Таблиця 3.1. Порівняння рекуператорів від компаній AeroStar, Gree та Cooper & Hunter.

Характеристика	AeroStar	Gree	Cooper & Hunter
Енергоефективність	Висока	Середня	Висока
Ціна	Доступна	Середня	Висока
Рівень шуму	Низький	Середній	Низький
Функції	Розширені	Розширені	Преміум
Сервісне обслуговування	Преміум	Добре розвинене	Преміум

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

**ВПРОВАДЖЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ НА БАЗІ
ОБЛАДНАННЯ ВІД КОМПАНІЇ «AEROSTAR» В ЛАБОРАТОРІЇ 106-Ц
ПОЛТАВСЬКОЇ ПОЛІТЕХНІКИ**



На початку 2022-го року мені стало відомо, що в моїй рідній кафедрі планується зробити новий навчальний стенд на базі аудиторії 106-Ц. Я проявив бажання допомогти реалізувати цей проєкт і звернувся до мого куратора Дмитра Володимировича чим я міг би бути корисним.

Розпочалося все з виготовлення стійки для рекуператора. Разом з моїм дипломним керівником ми за допомогою зварювального апарату зварили стійку з попередньо підготовлених залізних елементів(старі газові труби діаметром 32мм та сталевих кутників 50×50мм). Розміри визначили відповідно до розмірів рекуператора які зазначив сам виробник:

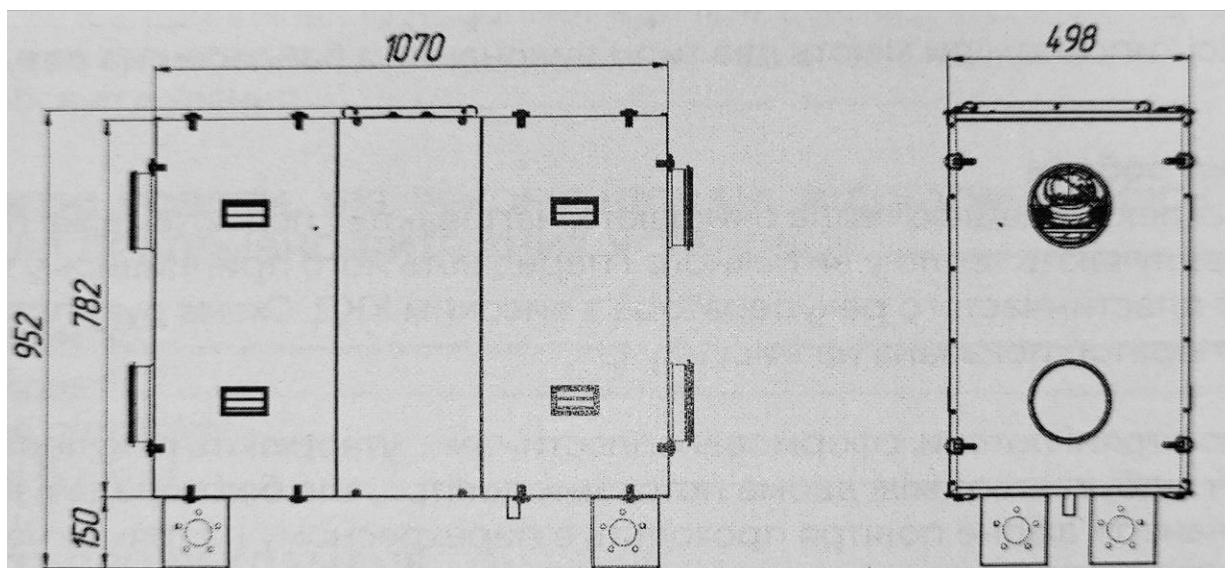


Рис. 4.1. Габаритні розміри установки EcoStar 500 EX.

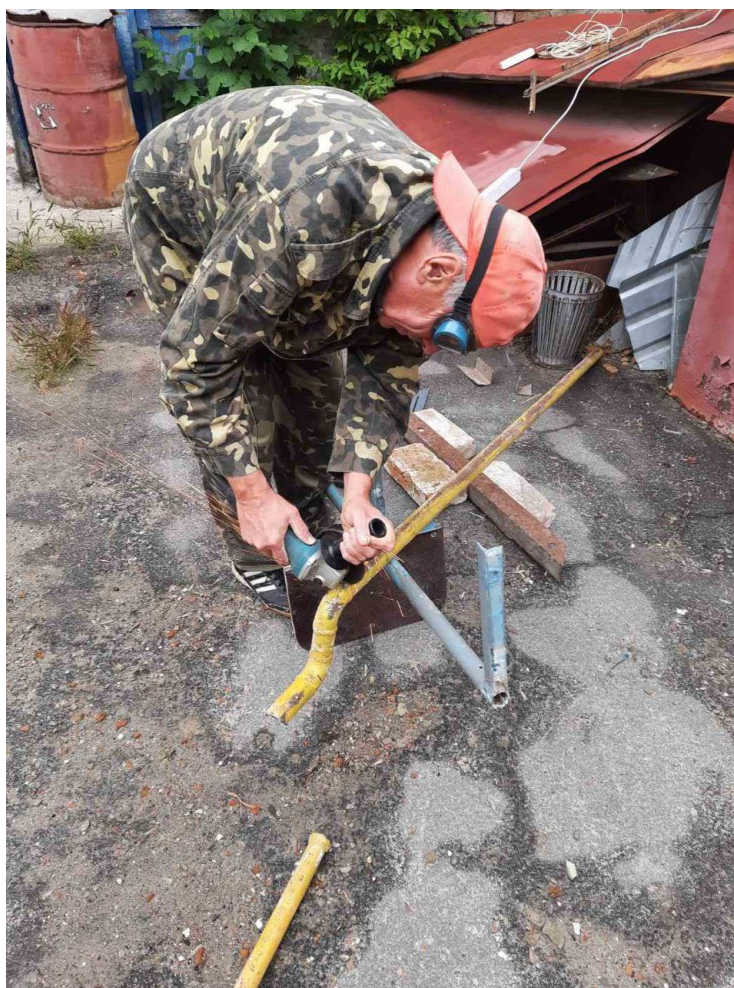


Рис. 4.2. Нарізання металевої труби для майбутнього кронштейну.

Варто зазначити, що всі види робіт проводилися в захисному одязі та спеціальних захисних окулярах з дотриманням техніки безпеки. В якості

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116

Арк.
32

додаткової опори були вирізані сталеві трикутники, які були приварені до сталевих кутників, а до ніжок стійки були вмонтовані фланці діаметром 32мм для газових труб, що було ідеальним варіантом в нашому випадку.

Після цього мені було доручено зачистити від старої фарби і поверхневої корозії та пофарбувати вже готову конструкцію у фарбу сірого кольору, що підходила по кольоровій гамі з майбутнім рекуператором, а також надала додаткового захисту від корозії металу.



Рис. 4.3. Покриття фарбою готової стійки.

Зам. інв. №	
Підп. и дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116

Арк.

33

Після того, як фарба висохла, було визначено майбутнє місце розташування лабораторного стенду. Для закріплення рекуператора ми розмітили за попередніми розмірами що надіслала компанія «AeroStar» місця, в яких будуть отвори, та додатково вирішили намітити точки з тильної сторони стійки для її закріплення до стіни в аудиторії. Отвори пробурили свердлом m12 по сталі. Стелаж закріпили двома анкерами до стіни і закрутили саморізи по дереву у отворах на фланцях до підлоги для усунення ймовірних коливань стенду.



Рис. 4.4. Готовий стелаж.

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116

Арк.
34

Згодом надійшла інформація від компанії «AeroStar», що рекуператор прибув до Полтави. Не гаявши часу, тодішні випускники доставили подарунок на кафедру.

Після того як його доставили, ми ретельно вивчили технічну документацію та почали монтаж до стійки.



Рис. 4.5. Випускники кафедри ТГВіТ з рекуператором у відділенні пошти.

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата



Рис. 4.6. Змонтований утилізатор «AeroStar» до стійки.

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116

Нижче додаю детальні технічні характеристики даної моделі:

SFP класс	1/388 W/m³/s								
ERP класс	2015								
Уровень звук. мощности по октавным полосам (дБ)									
F[Hz] - dB	Общий	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply-Lw(A)6	62	28	39	51	53	57	59	52	43
Suction-Lw(A)5	57	29	39	45	49	52	51	48	40

Звуковое давление на расстоянии 1 м. в дБ(A) с полусферическим распространением - Допуск +/- 4 дБ									
F[Hz]	dB(A)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply		60	25	37	48	50	54	56	50
Suction		54	27	36	43	47	49	49	45
External		36	19	27	31	28	25	29	19

Эффективность системы вентилятора рассчитана согласно производительности вентилятора
Необходимо устройство контроля оборотов вентилятора

Вентилятор					Двигатель				
VENTILATOR					DВИГАТЕЛЬ				
ZIEHL									
Тип вентилятора GR19V-4IP.Z8.AR - 178087					Установленная мощность EC MOTOR 0.17 kW				
Размер 190					Питание 1~ 230V 50Hz				
Производительность 250 m³/h					Тип двигателя EC				
Располагаемый напор 0 Pa					Класс изоляции F				
Потеря давления в установке 163 Pa					Защита IP54				
Полное давление 171 Pa					Эффективность 49.42 %				
Общее статическое давление 163 Pa					Макс. число оборотов 3930 rpm				
Динамическое давление 8 Pa					Потребляемая мощность (лето) 0.03 kW				
Число оборотов 2093 rpm					Потребляемая мощность (зима) 0.03 kW				
Уровень звуковой мощности 62.4 dB(A)					Ток в рабочей точке 0.3 A				
Напряжение в рабочей точке 230 V					Максимальный ток 1.7 A				
SFP класс 1/390 W/m³/s									
ERP класс 2015									

Уровень звук. мощности по октавным полосам (дБ)									
F[Hz] - dB	Общий	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply-Lw(A)6		62	28	39	51	53	57	59	52
Suction-Lw(A)5		57	29	39	45	50	52	51	48

Звуковое давление на расстоянии 1 м. в дБ(A) с полусферическим распространением - Допуск +/- 4 дБ									
F[Hz]	dB(A)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply		60	25	37	48	50	54	56	50
Suction		54	27	36	43	47	49	49	45
External		36	19	27	31	28	25	29	19

Эффективность системы вентилятора рассчитана согласно производительности вентилятора
Необходимо устройство контроля оборотов вентилятора

АКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ									
Октавные полосы (Гц)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Общий ур
Lw at O.A. Вход [дБ]	29	39	45	49	52	51	48	40	57
Lw at S.A. Выход [дБ]	28	39	51	53	57	59	52	43	63
Lw at E.A. Вход [дБ]	29	39	45	50	52	51	48	41	57
Lw at E.A. Выход [дБ]	28	39	51	53	57	59	52	43	63
Lw в окр. среду	19	27	24	19	19	13	5	3	30

Габаритные размеры

Краткие характеристики установки		
Завод производитель	VENTSERVICE	
Модель установки	EcoStar 500 EC X	
Типология	NRVU BVU	
Тип секции рекуперации	Пластинчатый	
Тепловая эффект. рекуперации [%] (balanced dry extract)	85.32	
Номинальный расход воздуха [m³/s]	0.07	
Class of casing leakage at -400Pa		
Class of casing leakage at +400Pa		
Макс. внутренняя скорость утечки воздуха [%]	0.5	
Номинальный расход воздуха [m³/s]	Приток 0.07	Вытяжка 0.07
Тип привода	Установка привода с регулируемой скоростью	Установка привода с регулируемой скоростью
Потребляемая эл.мощность [кВт]	0.03	0.03
Скорость среды [m/s]	0.35	0.35
Располагаемый напор [Pa]	0	0
Внутреннее dP компонентов вентиляции [Pa]	162	163
Статическая эффективность вентилятора [%]	37.5	37.7
Энергоэффективность фильтрации	E	E
Падение давления на чистых фильтрах [Pa]	24	24
Internet address for disassembly instructions:		
Ecodesign	2018	

Зам. інв. №
Підп. и дата
Інв. № ор.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	--------	------	--------	--------	------

401-НТ 20116

Арк.

37

Синтетич. / Метал. Фильтр			
Тип - Кассетный фильтр, плиссированный синтетический / металлический			
G4(ISO Coarse 70%) N°1 435 x 328 x 25 mm			
Класс энергоэффективности фильтра E			
Падение давления на чистом фильтре 24 Pa			
Расчетное падение давления на фильтре 112 Pa			
Потеря давления загр.фильтра 200 Pa			
Синтетич. / Метал. Фильтр			
Тип - Кассетный фильтр, плиссированный синтетический / металлический			
G4(ISO Coarse 70%) N°1 435 x 328 x 25 mm			
Класс энергоэффективности фильтра E			
Падение давления на чистом фильтре 24 Pa			
Расчетное падение давления на фильтре 112 Pa			
Потеря давления загр.фильтра 200 Pa			
Электронагреватель (преднагрев)			
Тип теплообменника	117 A 13/1.2	Установленная мощность	1.2 kW
Кол-во Тэнов	1	Потребляемая мощность (ШИМ)	1.2 kW
Кол-во электро-ступеней	1(1.2)	Темп. вход	-25 °C
Источник электроэнергии	1 ~ 230 V 50 Hz	Отн.вл. на входе	90 %
		Темп. выход	-10.75 °C
		Отн. вл. на выходе	23.41 %
Пластинчатый рекуператор			
N°2 REP+ 23-300-H-F-30			
Расход приточного воздуха	250 m³/h	Расход вытяжного воздуха	250 m³/h
Зимние условия			
Температура воздуха на входе	-10.75 °C	Температура воздуха на входе	22 °C
Относительная влажность на входе	23.41 %	Относительная влажность на входе	20 %
Температура воздуха на выходе	17.45 °C	Температура воздуха на выходе	-4.43 °C
Влажность воздуха на выходе	3.15 %	Влажность воздуха на выходе	96 %
Внешняя потеря давления	50 Pa	Потеря давления на выбросе	51 Pa
Скорость воздуха	0.86 m/s	Скорость воздуха	0.79 m/s
Эффективность рекуперации	2.36 kW	КПД	85/85 %
		КПД по влаге	86/81 %
		Количество конденсата	0.2 kg/ч
КПД (сухой) для сбалансированного объема воздуха	85.32 %		
Летние условия			
Температура воздуха на входе	33 °C	Температура воздуха на входе	22 °C
Относительная влажность на входе	50 %	Относительная влажность на входе	51 %
Температура воздуха на выходе	23.59 °C	Температура воздуха на выходе	31.37 °C
Влажность воздуха на выходе	86.35 %	Влажность воздуха на выходе	29.4 %
Внешняя потеря давления	50 Pa	Потеря давления на выбросе	50 Pa
Скорость воздуха	0.87 m/s	Скорость воздуха	0.9 m/s
Эффективность рекуперации	0.82 kW	КПД	86/85 %
		КПД по влаге	86/85 %
Поддон из оцинкованной окрашенной стали			
Наружный диаметр дренажного патрубка 25 мм			
Приточный вентилятор			
ВЕНТИЛЯТОР		ДВИГАТЕЛЬ	
ZIEHL			
Тип вентилятора GR19V-4IP.Z8.AR - 178087		Установленная мощность	EC MOTOR 0.17 kW
Размер	190	Питание	1~ 230V 50Hz
Производительность	250 m³/h	Тип двигателя	EC
Располагаемый напор	0 Pa	Класс изоляции	F
Потеря давления в установке	162 Pa	Защита	IP54
Полное давление	170 Pa	Эффективность	49.46 %
Общее статическое давление	162 Pa	Макс. число оборотов	3930 rpm
Динамическое давление	8 Pa	Потребляемая мощность (лето)	0.03 kW
Число оборотов	2088 rpm	Потребляемая мощность (зима)	0.03 kW
Уровень звуковой мощности	62.33 dB(A)	Ток в рабочей точке	0.3 A
Напряжение в рабочей точке	230 V	Максимальный ток	1.7 A

Рис. 4.7. Технічні характеристики всіх елементів рекуператора.

Зам. інв. №	Тип вентилятора GR19V-4IP.Z8.AR - 178087						Установленная мощность	EC MOTOR 0.17	kW
	Размер						190	Питание	1~ 230V 50Hz
	Производительность						250 m³/h	Тип двигателя	EC
	Располагаемый напор						0 Pa	Класс изоляции	F
	Потеря давления в установке						162 Pa	Защита	IP54
	Полное давление						170 Pa	Эффективность	49.46 %
	Общее статическое давление						162 Pa	Макс. число оборотов	3930 rpm
	Динамическое давление						8 Pa	Потребляемая мощность (лето)	0.03 kW
	Число оборотов						2088 rpm	Потребляемая мощность (зима)	0.03 kW
	Уровень звуковой мощности						62.33 dB(A)	Ток в рабочей точке	0.3 A
Напряжение в рабочей точке						230 V	Максимальный ток	1.7 A	

Рис. 4.7. Технічні характеристики всіх елементів рекуператора.

Інв. № ор.						401-НТ 20116	Арк.
							38
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис		Дата

Після отриманого замовлення, через деякий час компанія «Vents» надіслала нам всі необхідні матеріали для завершення лабораторного стенду, тому студенти другого курсу нашої кафедри розвантажували їх, а послуги з доставки взяла на себе компанія з вентиляційного обладнання та кондиціонування «Вент Полтава».



Рис. 4.8. Доставка вентиляційного обладнання студентами другого курсу кафедри ТГВіТ.

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата



Рис. 4.9. Обладнання в лабораторії 106-Ц.

Інв. № ор.	Підп. і дата	Зам. інв. №

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116

Арк.
41



Рис. 4.10. Анемостат та дифузори які надала компанія «Vents».

Перевіряючи наявність всього необхідного обладнання відповідно до специфікації і переконавшись що є все необхідне, ми перейшли до наступного етапу – монтаж вентиляції. Для цього за кошти кафедри було найнято монтажників з компанії, що спеціалізується на системах вентиляції та кондиціонування та розпочато всі необхідні роботи. Особисто я також приймав участь в цьому процесі від самого початку та до кінця. Першочергово всі елементи збиралися в модулі згідно з проєктним кресленням. Їх скріплювали за допомогою саморізів для з'єднання профілю 3,5×9,5мм та додатково проклеювали всі шви фольгованим скотчем для уникнення витоку повітря та зайвого шуму.



Рис. 4.11. Підготовчі роботи.

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116

Арк.
42



Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116



Рис. 4.12-4.13. З'єднання елементів повітропроводів.

Інв. № ор.	Підп. і дата	Зам. інв. №

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116

Арк.

44

Закінчивши попередні підготовчі роботи, ми розпочали приєднувати елементи до самого рекуператора.



Рис. 4.14. Приєднання елементів вентиляції до рекуператора.

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116	Арк.
	45

Для фіксації повітропроводів монтажники розмітили місця під кріплення і пробурили отвори у стінах та стелі. Кріплення виконувалося за рахунок хомутів з гумовими вставками які були приєднані до стін за допомогою дюбелів.



Рис. 4.15-4.16. Монтаж повітропроводів у готові кріплення.

Повністю змонтувавши систему, ми обрали кращим варіантом встановити анемостати, для того, щоб була можливість проводити додаткові дослід з перепадом тиску та кількістю витрат повітря регулюючи відстань круглої заслінки до корпусу самого анемостату. Таким чином можна досліджувати зонування припливу/забору повітря в різних точках приміщення.

Зам. інв. №					
Підп. і дата					
Інв. № ор.					
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
401-НТ 20116					Арк.
					46

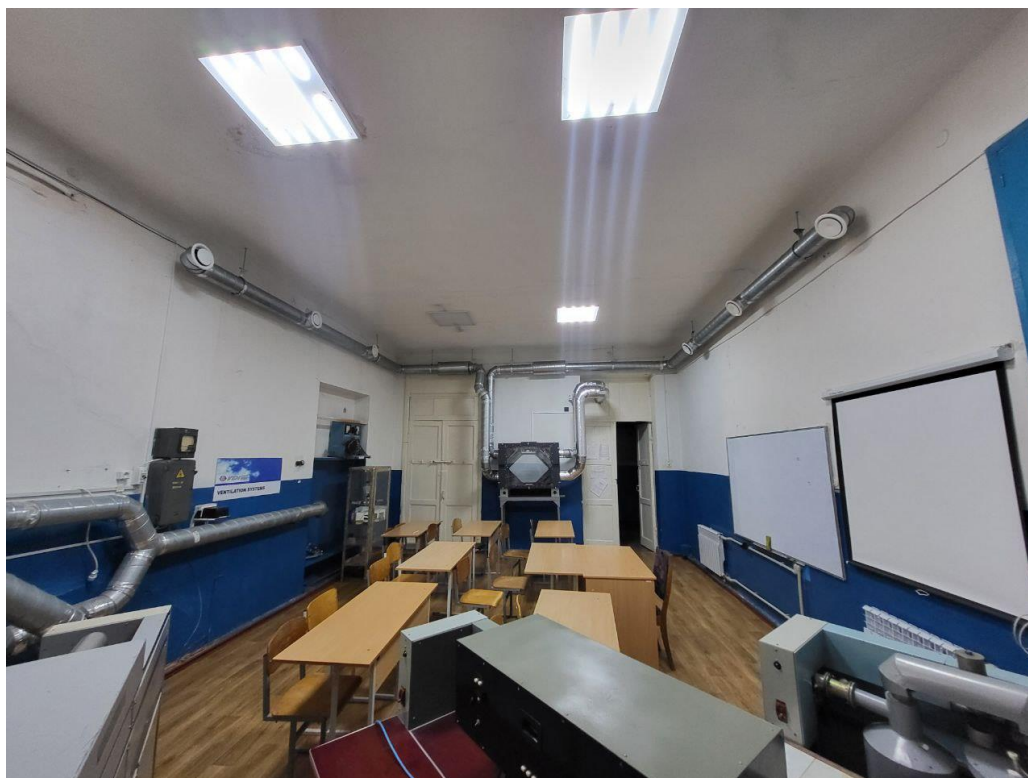


Рис. 4.17. Повністю змонтована система рекуперації повітря.

Для проведення пусконаладжувальних робіт електриками було підключено всю електроніку та автоматику включно з настінним пультом керування та WI-FI модулем управління.



Рис. 4.18. Пульт керування CAREL th-Tune.

Зам. інв. №	
Підп. и дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116

Арк.
47

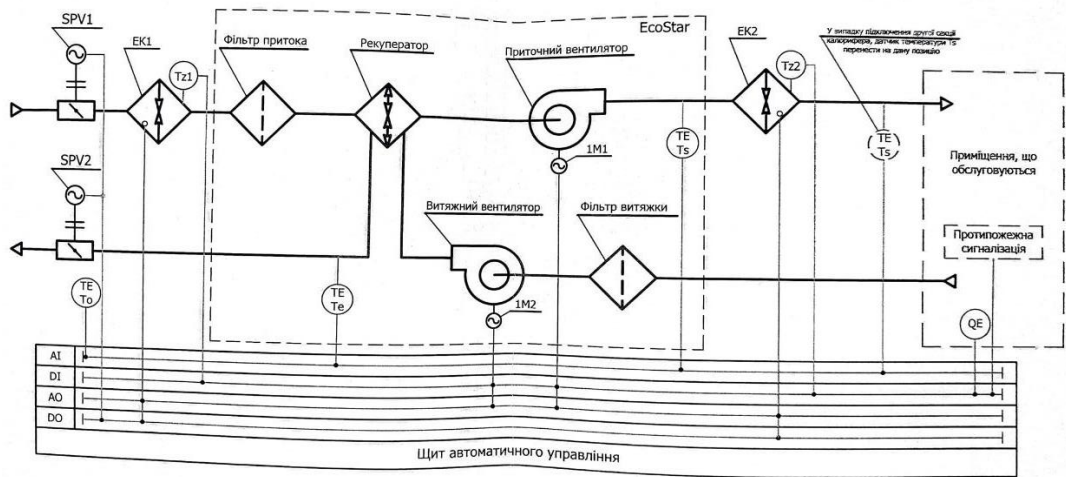
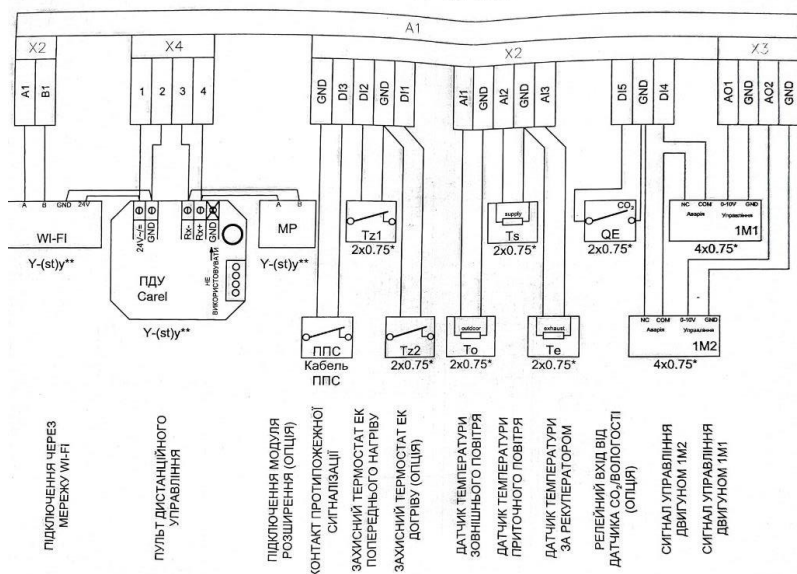
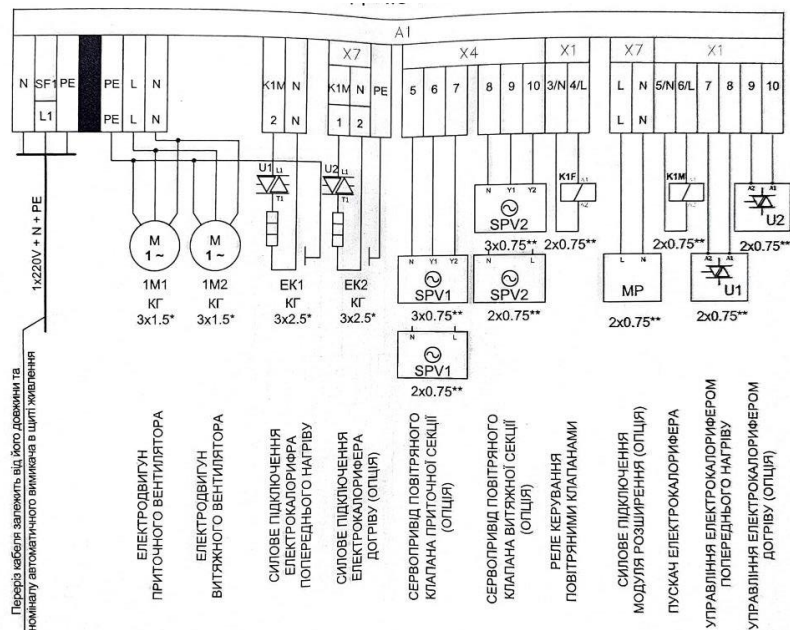


Рис. 4.19. Схема розташування автоматики.



* Рекомендований кабель OLFLEX SMART 108
 ** Згідно європейського стандарту EN 50174-2:2009 електромагнітної сумісності.

інв. № ор.	Підп. и дата	Зам. інв. №
------------	--------------	-------------

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	--------	------	--------	--------	------

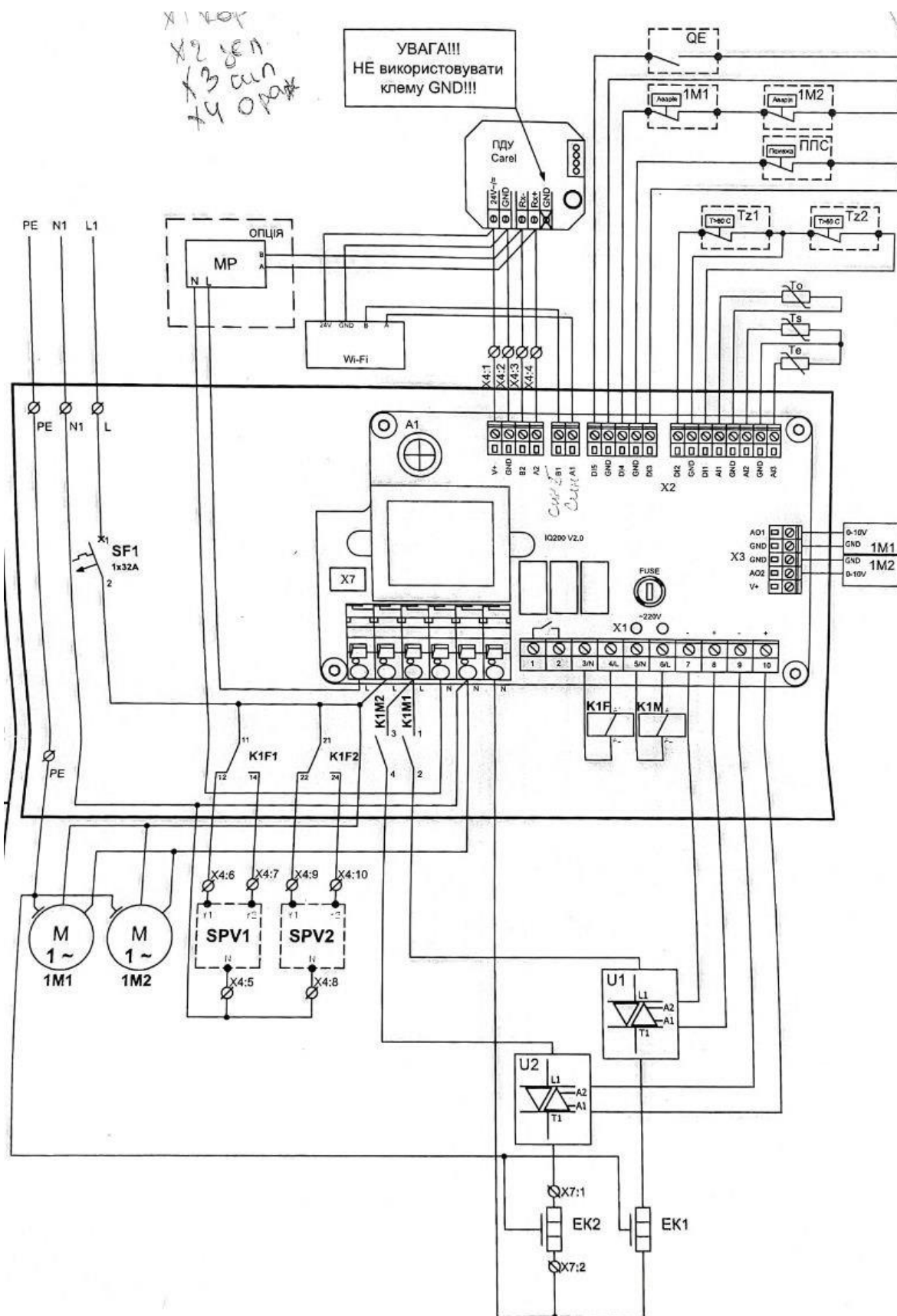


Рис. 4.20. Схеми підключення клем на платі управління рекуператора.

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Провівши первинний запуск установки нами було перевірено справність тенів переднагріву та всіх датчиків(температури(зовнішнього, припливного, температури за рекуператором) пожежної безпеки, вологості) роботи вентиляторів на всіх трьох режимах швидкості обертання, звучання сигналу управління двигуном та можливість підключення через точку доступу WI-FI. Не виявивши неполадок ми перевірили чи немає витoku повітря зі швів повітропроводів.

Заключним етапом реалізації проєкту було утеплення припливного повітропроводу з вулиці. Порахувавши кількість потрібного утеплювача, кафедра надіслала запит ТОВ «Конвент-Сервіс» на постачання необхідного матеріалу, а саме алюфом(являє собою двошаровий відбивний тепло та вологоізоляційний матеріал, який складається з технологічно зшитого спіненого поліетилену та спеціальної алюмінієвої фольги, клейкого шару з підвищеною липкістю та антиадгезійної плівки) товщиною 12мм. Компанія без вагань надала необхідну кількість утеплювача і я приступив до утеплення разом зі студентом першого курсу. За допомогою підготовлених лекал з картону вирізалися всі елементи для відводів під різним кутом. Для того щоб наклеїти шар алюфому, потрібно зняти захисну плівку з клейкої сторони і поступово та рівномірно прикладати його до поверхні одночасно витісняючи погладжувальними рухами пухирці повітря що утворюються між утеплювачем та робочою зоною, адже якщо цього не зробити, то в тих місцях, де залишилося повітря згодом буде накопичуватися конденсат, який буде руйнувати сам повітропровід і нейтралізуватиме клейку речовину, що згодом призведе до повного відділення утеплювача від повітропроводу.

Всі стики утеплювача проклеювалися фольгованим скотчем для додаткової тепло- та вологоізоляції. Проклеювання виконувалося стик в стик а не в нахлист. Тому що при поклейці одного краю шару на інший виникають дві проблеми – утворення повітряної подушки та молекулярна «пам'ять» поліетилену, який при надмірному розтягненню на малій площі постійно прагне повернути свою попередню форму, і як наслідок, рано чи пізно шов розклеїться.

Зам. інв. №							Арк.
Підп. и дата							50
Інв. № ор.							401-НТ 20116
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	



Інв. № ор.	Підп. і дата	Зам. інв. №

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116

Арк.

51



Рис. 4.21-4.22. Утеплення припливного повітропроводу.

Зам. інв. №	
Підп. и дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116

Арк.

52

[illegible]

H

1

4. Економія на опаленні:

Припустимо, що для опалення 1 м³ повітря протягом 1 години при різниці температур 15°C використовується 0,1 кВт електроенергії.

Економія на опаленні = (4 320 000кВт/год * 0,1 кВт/м³) = 432 000 грн

5. Термін окупності:

Термін окупності = Первісні інвестиції / Річна економія на опаленні.

Припустимо, первісні інвестиції в рекуператор AeroStar EcoStar 500 ЕС складають 50 000 грн.

Термін окупності = 50 000 грн / 432 000 грн = 0,11 року (або 1,32 місяця)

Висновок:

Крім економії на опаленні, AeroStar EcoStar 500 ЕС також покращує якість повітря в приміщенні, що може мати додаткові переваги для здоров'я та самопочуття.

Загалом, AeroStar EcoStar 500 ЕС - це вигідне вкладення для тих, хто шукає спосіб заощадити на опаленні, покращити якість повітря в приміщенні та отримати ряд додаткових функцій.

Зам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № ор.							401-НТ 20116	Арк.
										54
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5

Керівництво з експлуатації лабораторної установки

Для завершення цього проєкту, я вирішив зробити покрокову та доступну інструкцію з підключення та використання рекуператора для майбутніх студентів кафедри.

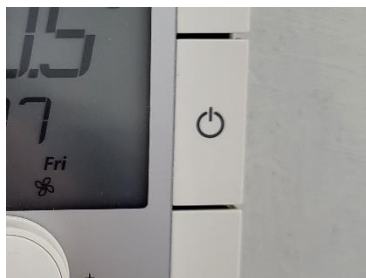
Для початку розберемося з елементами настінного пульта керування Carel th-tune



Рис. 5.1. Пульт керування Carel th-tune

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата



- кнопка живлення On/Off. При натисканні на цю кнопку протягом 3-х секунд система запускається або вимикається, також використовується для входу у спеціальне меню(налаштування часового діапазону роботи, налаштування годинника, меню тривоги, а

також виконує роботу еквівалентну функцію на комп'ютерах ESC).



- джойстик. Для того щоб змінити температуру, потрібно його повернути вправо або вліво. Натисніть та поверніть щоб побачити значення заданих температур за рекуператором.



- «Fan» Використовується для зміни швидкості вентилятора та має всього 3 рівня. Також може з'явитися напис над параметром швидкості «Auto», що свідчить про автоматичне зниження швидкості при нестачі нагріву основного нагрівача.



- «Mode» кнопка перемикавання режимів роботи.

Для використання доступні два режими:



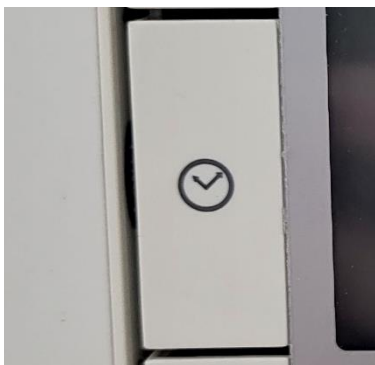
- нагрів.



- вентиляція.

Зам. інв. №	
Підп. и дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата



- «Clock» При натисканні на цю кнопку з'явиться графічний символ годинника на дисплеї, що означає про перехід роботи установки по таймеру. Повторне натискання повертає установку в стандартний режим роботи. Затискаючи цю кнопку, пульт переходить в режим

програмування, де можна змінити дату, час та день тижня.

Для налаштування годинника потрібно:

1. Натискаємо і утримуємо кнопку «Clock», на дисплеї з'явиться напис «Clock».
2. Натискаємо на джойстик – з'являються години, потім повертаємо джойстик і обираємо потрібну годину.
3. Ще раз натискаємо на джойстик – починають мигати хвилини, знову повертаємо джойстик і обираємо потрібне значення.
4. Натискаємо останній раз на джойстик – мигає день тижня, проводимо всі ті самі дії щодо часу і обираємо потрібний день.

Інші команди пульта керування:

1. Щоб відобразити температуру в каналі вентиляційної установки потрібно натиснути на джойстик 2 рази;
2. Для відображення температури припливного повітря – натискаємо на джойстик 3 рази (працює при наявності відповідного датчику).
3. Для переходу в режим програмування потрібно затиснути кнопки «Fan + Power On/Off» на 3 секунди. Після цього на дисплеї з'явиться три нулі та під ними напис «Code». Повертанням джойстика вводимо код 011 і натискаємо на джойстик. Далі буде напис «LEO 1» ще раз натискаємо на джойстик.

Варто зазначити, що це меню використовується для перегляду коду аварії та його скидання. Отже стан аварії можна скидати **ЛИШЕ ЗА УМОВИ, ЩО АВАРІЙНА СИТУАЦІЯ ДІЙСНО УСУНЕНА!**

Аварійні повідомлення

Якщо виникає якась несправність – з'являється мигаючий значок дзвіночка.

Зам. інв. №							Арк.
Підп. і дата							57
Інв. № ор.							401-НТ 20116
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

Несправність чи відсутність датчика пожежі – з’явиться мигаючий значок полум’я.

Коди помилок які виникають під час аварій:

AL 1 – Увімкнена пожежна сигналізація. Розімкнутий контакт протипожежної сигналізації.

AL 2 – Відмова двигуна вентиляторів.

Ця аварія може відслідковуватися лише в режимі роботи. Якщо протягом 20 секунд на контролері не проходить підтвердження роботи вентилятора(розімкнутий термодатчик або пресостат підтвердження роботи) – утворюється аварія.

AL 4 – Спрацювання захисного термостату перегріву калорифера ЕК2 (догрів – опція).

Якщо в процесі роботи припливної установки відбудеться розмикання захисного термостату електричного калорифера, то відбудеться зупинка системи з обдувом (небезпека перегріву), з виводом на дисплей пульта AL 4.

AL 13 – Спрацювання захисного термостату перегріву калорифера ЕК1(переднагрівання).

Якщо в процесі роботи припливної установки відбудеться розмикання захисного термостату електричного калорифера, то відбудеться зупинка системи з обдувом (небезпека перегріву), з виводом на дисплей пульта AL 13.

AL 5 – Відмова датчика припливного повітря.

На контролер не надходять дані з датчика. Необхідно перевірити правильність підключення датчика та цілісність самої лінії.

AL 6 – Відмова датчика за рекуператором.

Необхідно виконати всі ті самі дії що і при аварійному сповіщенні AL 5.

AL 7 – Відмова датчика зовнішнього повітря.

Необхідно виконати всі ті самі дії що і при аварійному сповіщенні AL 5 та AL 6.

AL 9 – Сигналізація про забруднення фільтра установки.

Потрібно провести очистку фільтрів та скинути аварію.

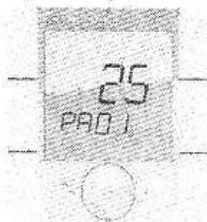
Зам. інв. №		Підп. і дата		Інв. № ор.								Арк.
												58
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	401-НТ 20116						

Нижче будуть наведені параметри налаштування установки, їх порядок та заводські значення.

Настраиваемые параметры:

№	Назначение	По умолчанию
01	Интегральный коэффициент регулятора преднагрева	25
02	Пропорциональный коэффициент регулятора преднагрева	40
03	Выбор режима работы установки по внешнему включению "QZ" (датчика влажности, датчика качества воздуха, датчика движения) 0- включение установки 1- при работающей установке система переходит на третью скорость 2- включение установки на третьей скорости вращения вентиляторов	1
04	Время открытие воздушной заслонки, сек	30
05	Время продувки электрокалорифера, сек	99
06	Интегральный коэффициент регулятора основного нагревателя	25
07	Пропорциональный коэффициент регулятора основного нагревателя	40
08	Процент вращения вентиляторов на 1-й скорости	30
09	Процент вращения вентиляторов на 2-й скорости	60
10	Процент вращения вентиляторов на 3-й скорости	90
11	Процент вращения вентиляторов на 1-й скорости	30
12	Процент вращения вентиляторов на 2-й скорости	60
13	Процент вращения вентиляторов на 3-й скорости	90
14	Интегральный коэффициент регулятора вентиляторов	25
15	Пропорциональный коэффициент регулятора вентиляторов	40
16	Количество дней наработки фильтров до загрязнения, дней	60
17	Уставка для режима freecool, °C	22
18	Разрешение на включения режима freecool 0-запрет 1-разрешение	0

Пример:



№ параметра (PA)	Назначение	По умолчанию
01	Интегральный коэффициент регулятора	25

Підключення та керування установкою через додаток «AeroStar»

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116

Арк.

59

Основні функції системи автоматизації через додаток:

1. Керування установкою і основними параметрами системи за допомогою смартфона чи планшета;
2. Регуляція температури припливного повітря;
3. Сигнал про забруднення фільтрів - по відпрацьованих годинах;
4. Аварійна сигналізація з відображенням аварії в додатку та сповіщенням на смартфоні;
5. Плавна підтримка температури припливного повітря;
6. Автоматичний перезапуск установки після збою електроживлення;
7. Обмеження діапазону значень регульованих параметрів, які задаються.

Управління:

Для нагріву і підтримки заданої температури повітря установка оснащена електрокалорифером ЕК1 і ЕК2 (опціонально).

Для управління ЕК2 використовується регулятор SSR, який здійснює безконтактне включення/вимикання повної потужності електрокалорифера, що сприяє меншому зносу і більш тривалій роботі.

Знаходимо в магазині додатків додаток «AeroStar» та завантажуюмо його.

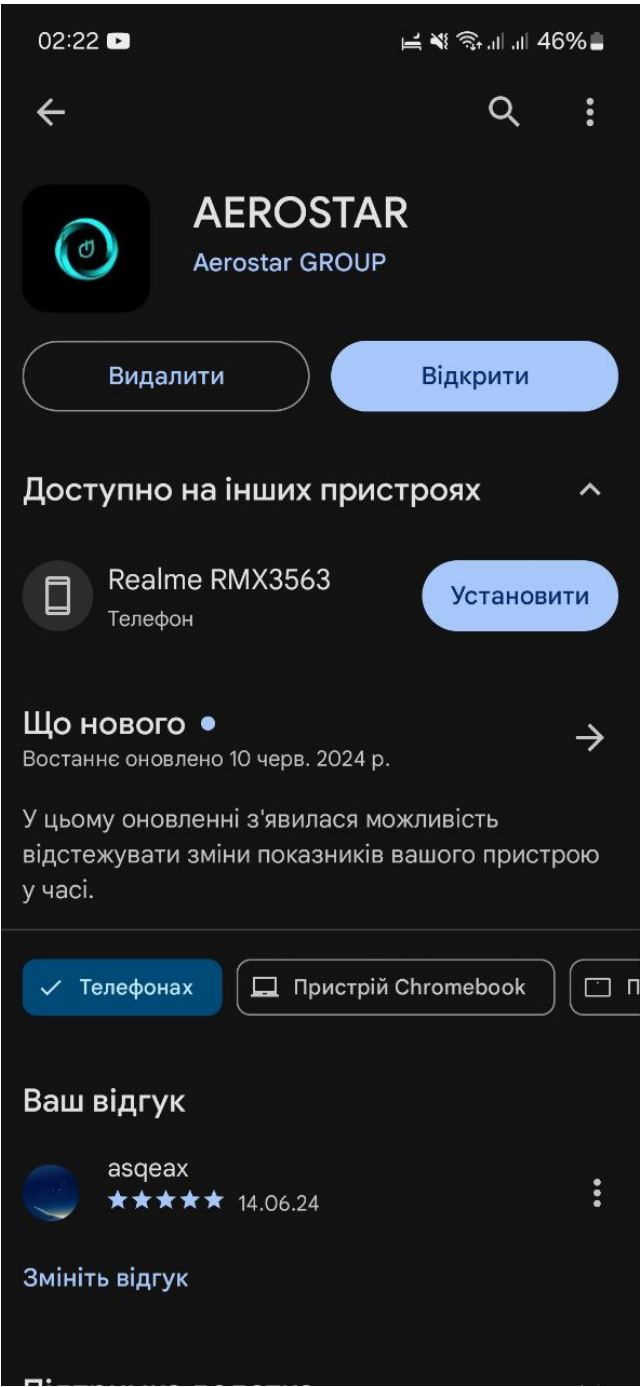


для iOS пристроїв



для Android пристроїв

Зам. інв. №		Підп. и дата		Інв. № ор.								Арк.
												60
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	401-НТ 20116						



Перший запуск і пошук установки:

Існує два варіанти використання Wi-Fi модуля. Розглянемо можливості кожного з них:

Перший варіант. Підключення модуля в існуючу мережу Wi-Fi:

- Можливість доступу до установки через інтернет і локально через існуючу мережу. Другий варіант. Підключення без додавання Wi-Fi модуля в мережу:

Зам. інв. №	Перший запуск і пошук установки:					
	Існує два варіанти використання Wi-Fi модуля. Розглянемо можливості кожного з них:					
	Перший варіант. Підключення модуля в існуючу мережу Wi-Fi:					
Підп. и дата	- Можливість доступу до установки через інтернет і локально через існуючу мережу. Другий варіант. Підключення без додавання Wi-Fi модуля в мережу:					
Инв. № ор.						
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116

Арк.
61

- Доступ до установки можливий тільки локально в зоні дії Wi-Fi, який роздає модуль.

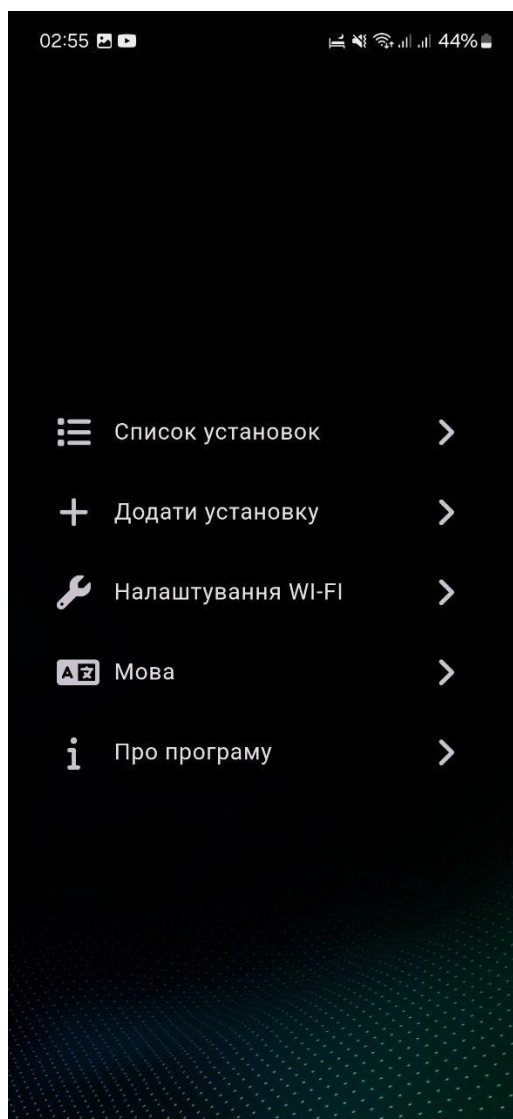
- Неможливо використовувати розклад, так як час модуля синхронізується через мережу інтернет.

Рекомендується використовувати «Перший варіант».

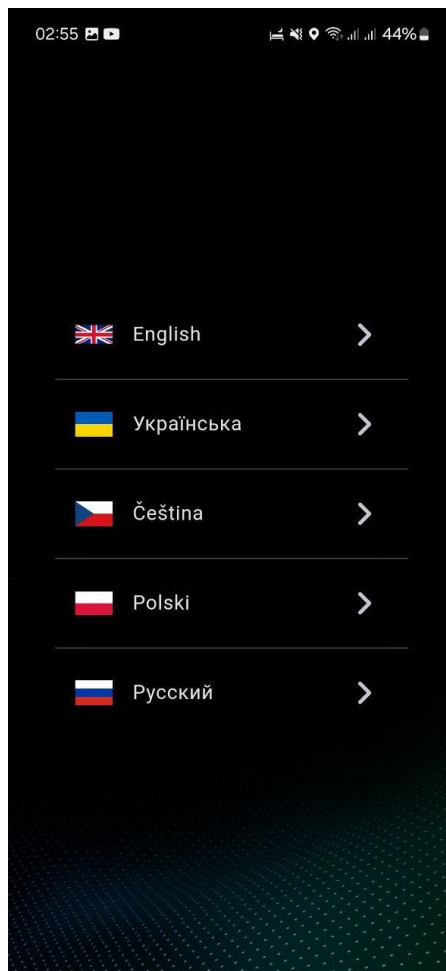
Телефон повинен бути підключений до Вашої мережі Wi-Fi, на якій є доступ до інтернету.

Відкриваємо додаток Aerostar і вибираємо мову:

Головне меню налаштувань:

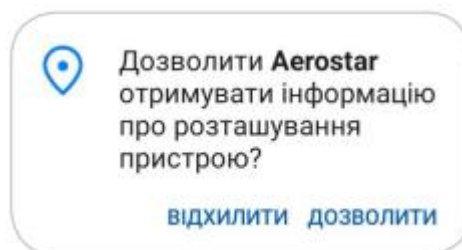


Інв. № ор.	Підп. и дата					Зам. інв. №				
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата					Арк.
						401-НТ 20116				62

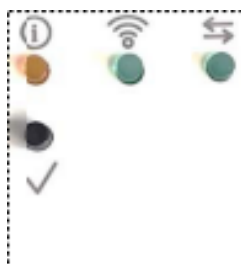


Заходимо в меню «Налаштування WiFi» та

погоджуємося з правами доступу



На модулі Wi-Fi натискаємо на клавішу «✓», після чого починає блимати зелене світлодіод. Wi-Fi знаходиться в режимі конфігурації.



Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116

Арк.

63

Автоматичний вихід з даного режиму здійснюється через 30 секунд або при повторному натисканні на клавішу.

У відкритому вікні будуть відображатися параметри Вашої поточної підключеної мережі.

SSID
Ventcontrol

BSSID
02:00:00:00:00:00

Пароль доступу
123123123

Старт

Необхідно ввести пароль доступу Вашої мережі WiFi і натиснути на кнопку «Старт».

Після успішної конфігурації здійснюється автоматичний перехід в меню «Пошук установки», де будуть відображатися знайдені Wi-Fi модулі у Вашій мережі.

Пошук установки

Пошук установки

144128
модуль 144128

Пароль доступу

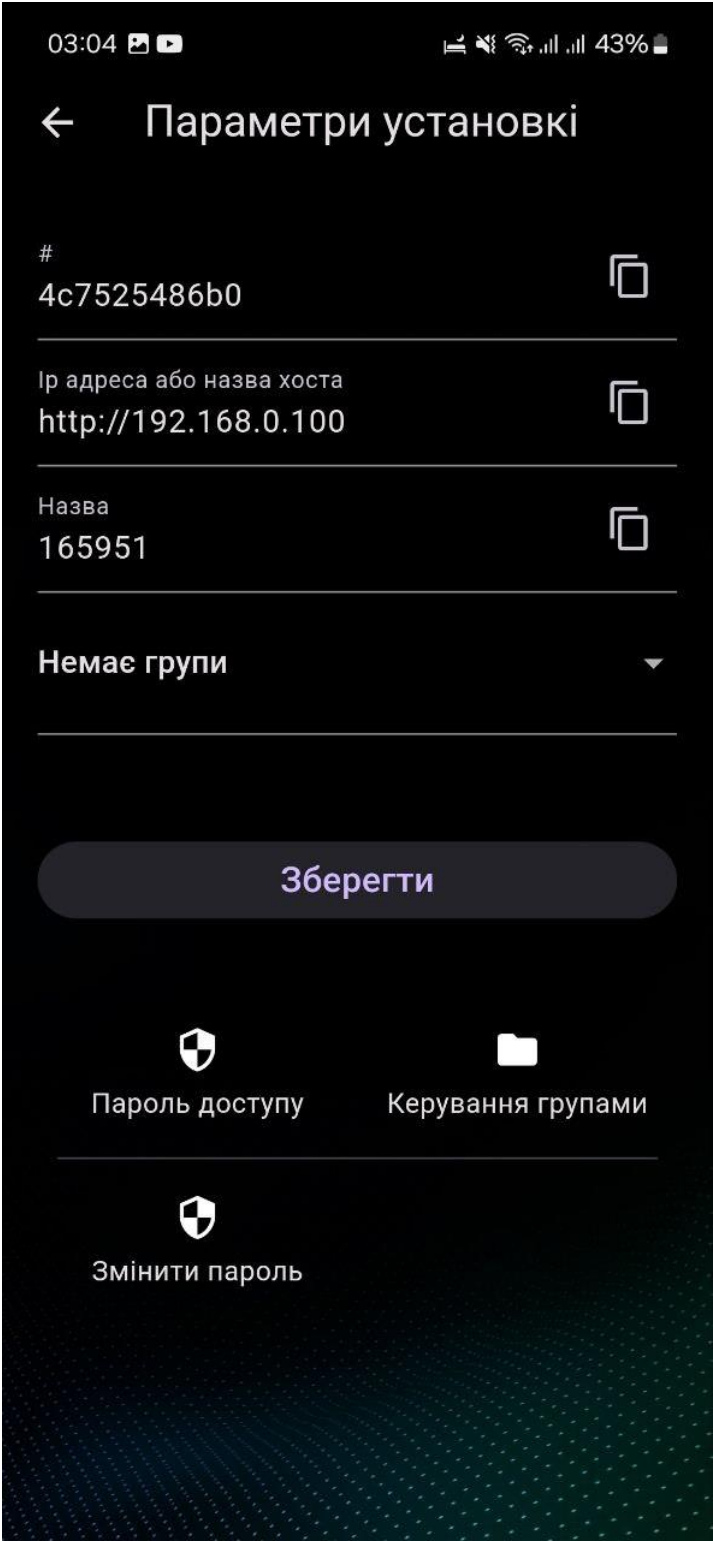
Зберегти

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

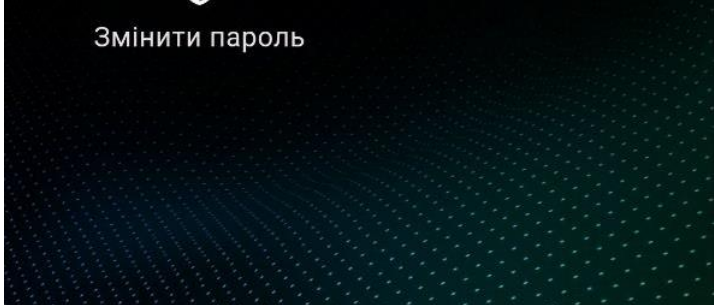
Обираємо потрібний модуль.

Вводимо стандартний пароль 1111.



Екран налаштувань установки. На даному екрані ми можемо поставити назву установки і подивитися адресу IP.

Також рекомендується змінити стандартний пароль 1111 на новий.

Зам. інв. №									
		Екран налаштувань установки. На даному екрані ми можемо поставити назву установки і подивитися адресу IP.							
		Також рекомендується змінити стандартний пароль 1111 на новий.							
Підп. і дата								401-НТ 20116	Арк.
Інв. № ор.		Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		65

Для скидання паролю доступу на стандартний - затисніть клавішу «✓» на 5 секунд. За допомогою «Управління групами» ми можемо створювати свою ієрархію установок в додатку. Наприклад, створити групу Приміщення_106Ц, Поверх_1 і додавати туди необхідні установки.

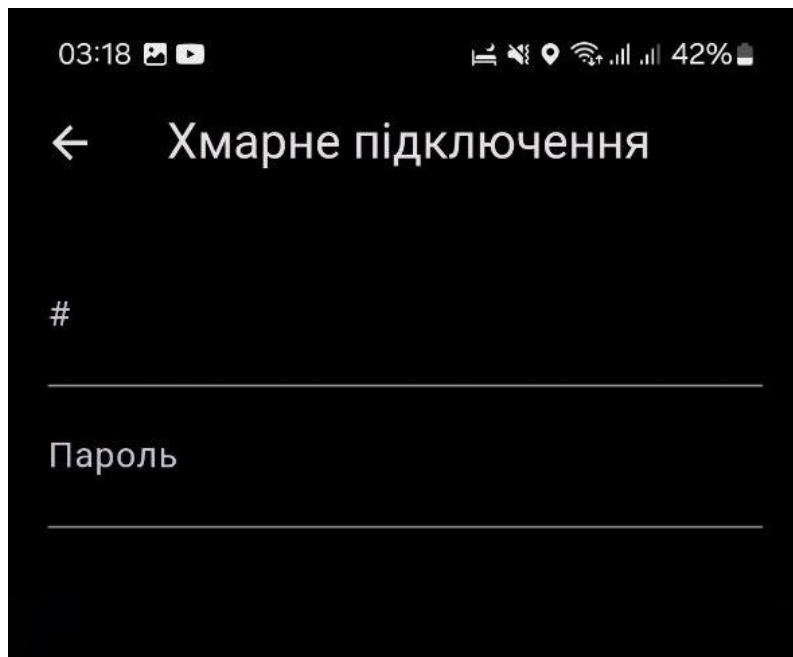
Після перейменування установки і вибору групи - натискаємо «Зберегти».

Віддалений доступ

Віддалене управління доступне тільки якщо модуль Wi-Fi доданий до мережі з доступом до інтернету.

Для додавання вже налаштованої установки можна скористатися хмарним підключенням через MAC адресу Wi-Fi модуля.

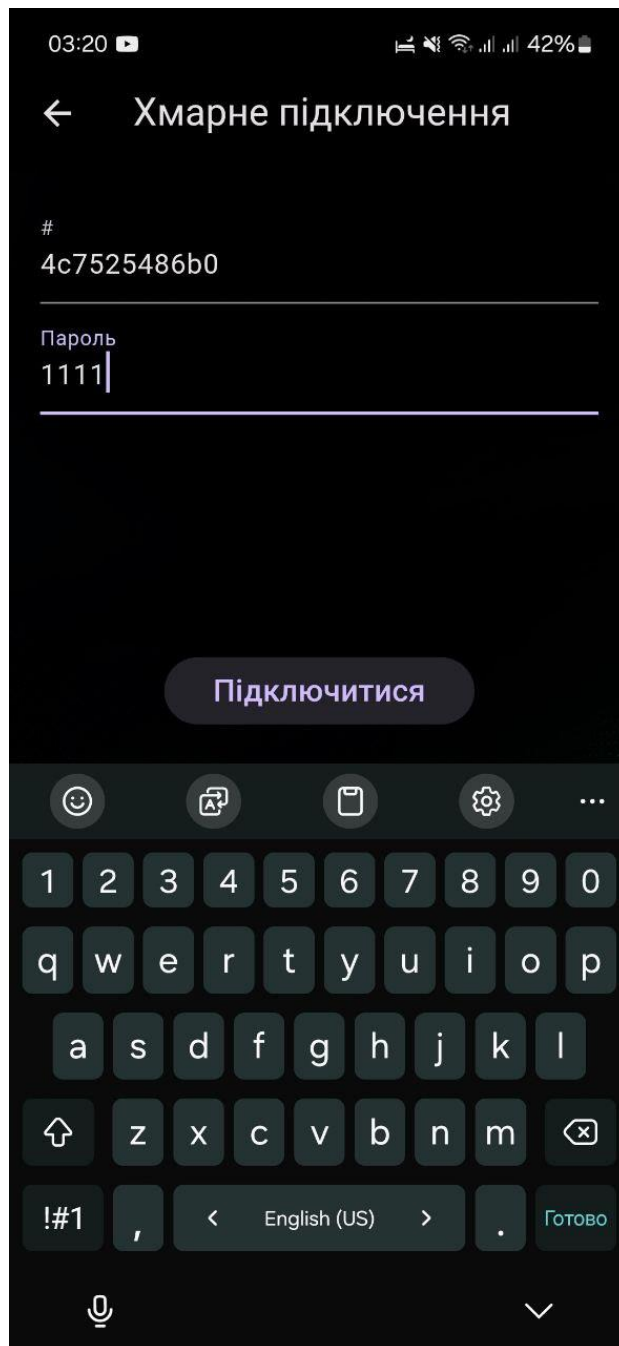
Пароль доступу - * стандартний 1111. MAC адресу можна дізнатися в меню налаштувань установки.



MAC-адреса нашої установки – «4c7525486b0».

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата



Пряме підключення до установки:

Для додавання вже існуючої установки можна скористатися прямим підключенням через IP адресу установки.

Пароль доступу - * стандартний 1111.

IP установки можна дізнатися, якщо Wi-Fi доданий в мережу з доступом в інтернет і телефон підключений до цієї мережі.

В меню налаштувань установки відображається її IP.

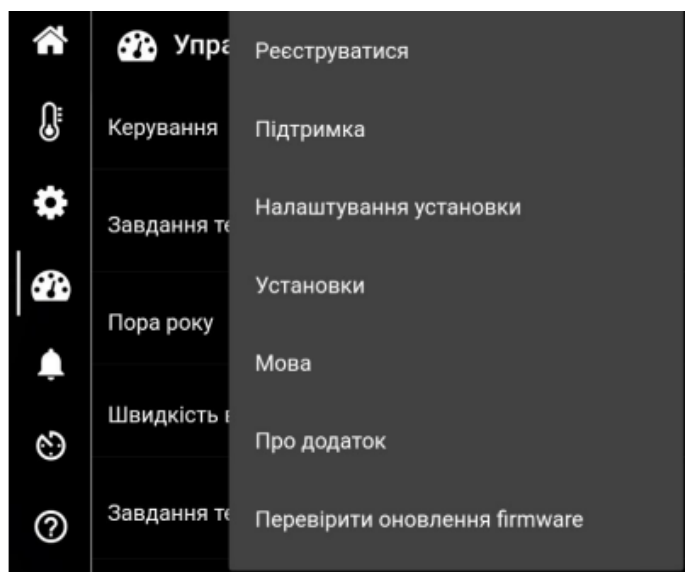
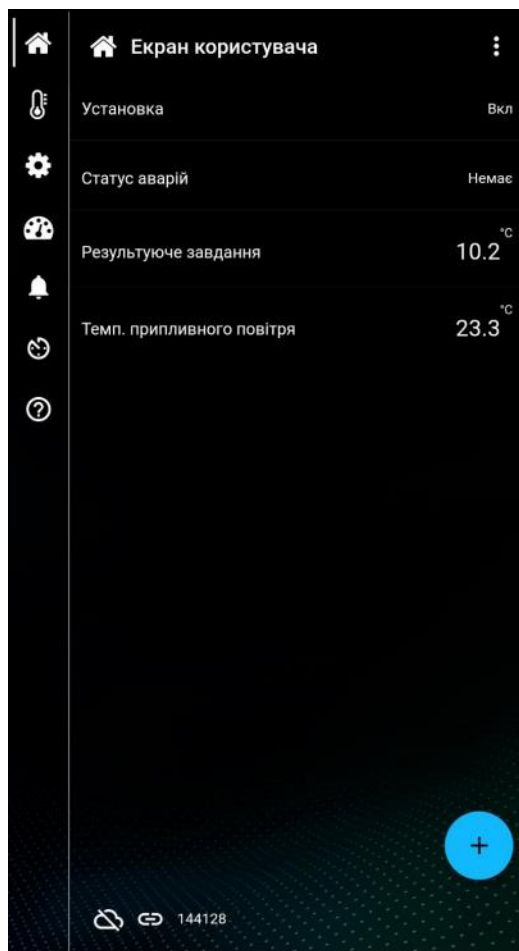
Зам. інв. №	Пряме підключення до установки:					
	Для додавання вже існуючої установки можна скористатися прямим підключенням через IP адресу установки.					
	Пароль доступу - * стандартний 1111.					
Підп. у дата	IP установки можна дізнатися, якщо Wi-Fi доданий в мережу з доступом в інтернет і телефон підключений до цієї мережі.					
	В меню налаштувань установки відображається її IP.					
Інв. № ор.						
						401-НТ 20116
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Арк.
67

Екран користувача.

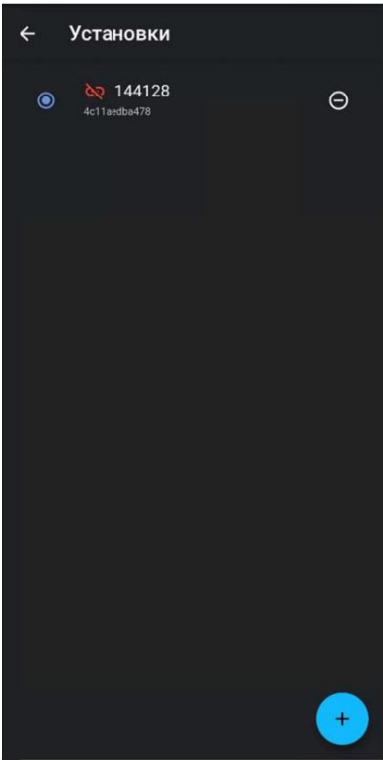
На цьому екрані відображається основна інформація про установку. Нові елементи головного екрана можна додати зі списку, натиснувши на «+». Наприклад - показання датчика зовнішнього повітря.

При затиску елемента, ми отримуємо можливість переміщати його вгору і вниз по екрану, або перенести в кошик.



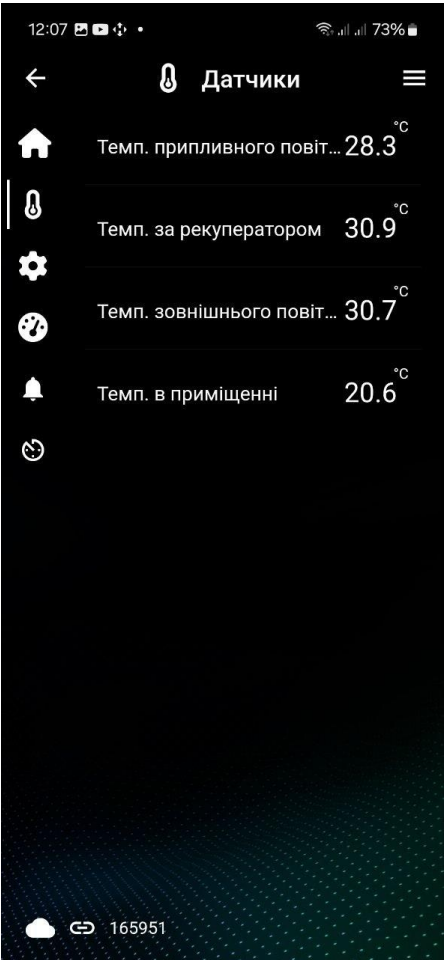
У налаштуваннях є можливість змінити мову додатку. В установках - відображаються всі додані установки. Перехід в меню установок також можливий при натисканні на номер поточної установки внизу екрану. Про додаток - додаткова інформація.

Зам. інв. №	У налаштуваннях є можливість змінити мову додатку. В установках - відображаються всі додані установки. Перехід в меню установок також можливий при натисканні на номер поточної установки внизу екрану. Про додаток - додаткова інформація.						Арк.	
								69
Підп. и дата								
								Інв. № ор.
						401-НТ 20116		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			



Екран установок.

-  - обрана установка
-  - видалити установку
-  - повернення на головний екран користувача обраної установки
-  - додати нову установку
-  - відсутнє підключення до установки



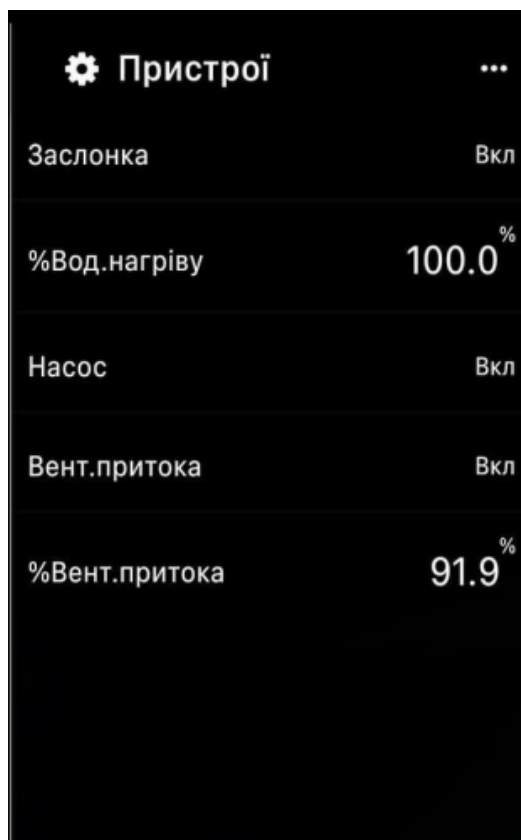
Екран датчиків: На ньому відобрааються всі наявні датчики установки.

Зам. інв. №	
Підп. и дата	
Инв. № ор.	

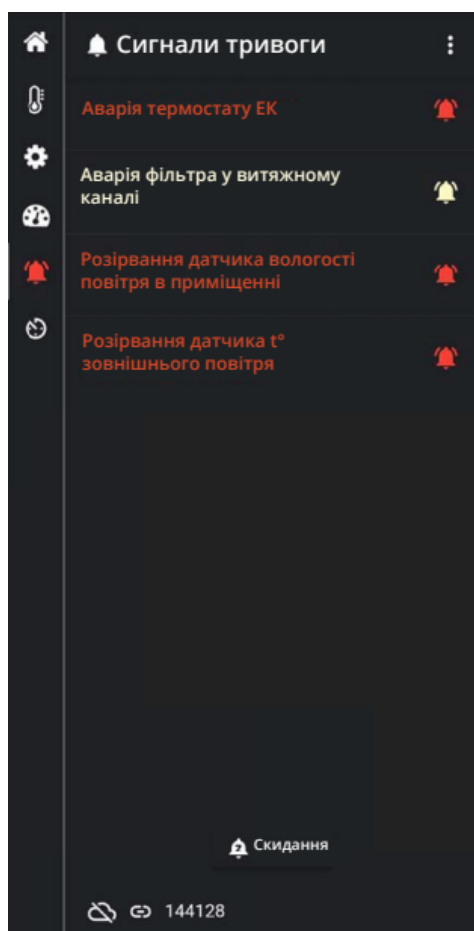
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116					

Арк.
70



На цьому екрані відображено стан обладнання рекуператора.



Екран сигнал тривоги.

На цьому екрані будуть відображатися аварії.



- немає аварій



- небезпечна аварія



- критична аварія

Для скидання аварій необхідно натиснути на кнопку «Скидання».

Немає зв'язку з Wi-Fi модулем. Перевірте з'єднання, напругу живлення і мережу, що роздає Wi-Fi від модуля.

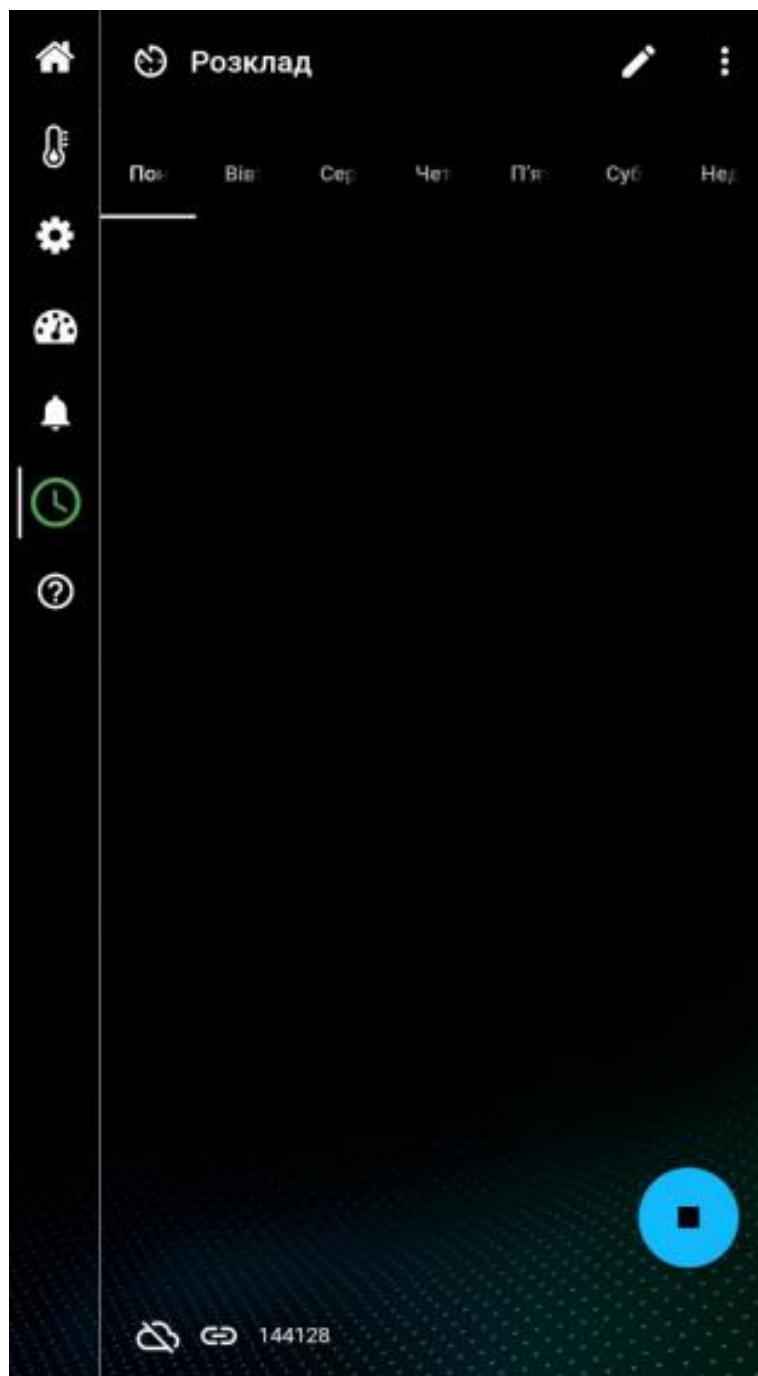
Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116					
--------------	--	--	--	--	--

Арк.
71

Екран розкладу



Натискаємо на синій кружечок справа внизу щоб додати розклад роботи рекуператора.

Вибираємо день тижня, натискаємо на «+» і вибираємо «Додати часовий проміжок». Якщо ми хочемо налаштувати понеділок так само, як і інший день – вибираємо «Копія - ...».

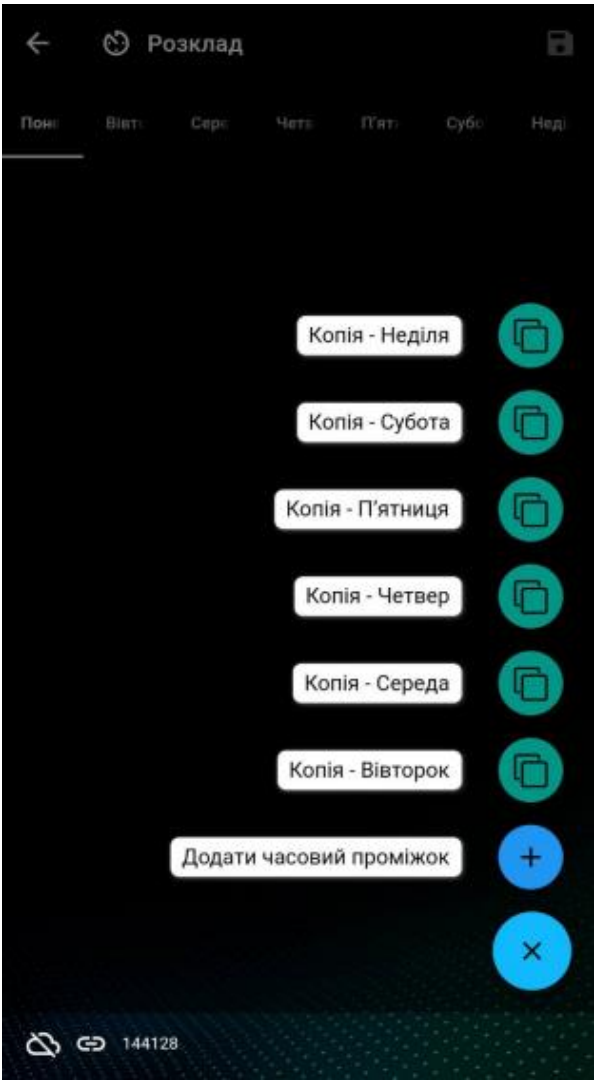
Зам. інв. №	
Підп. и дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

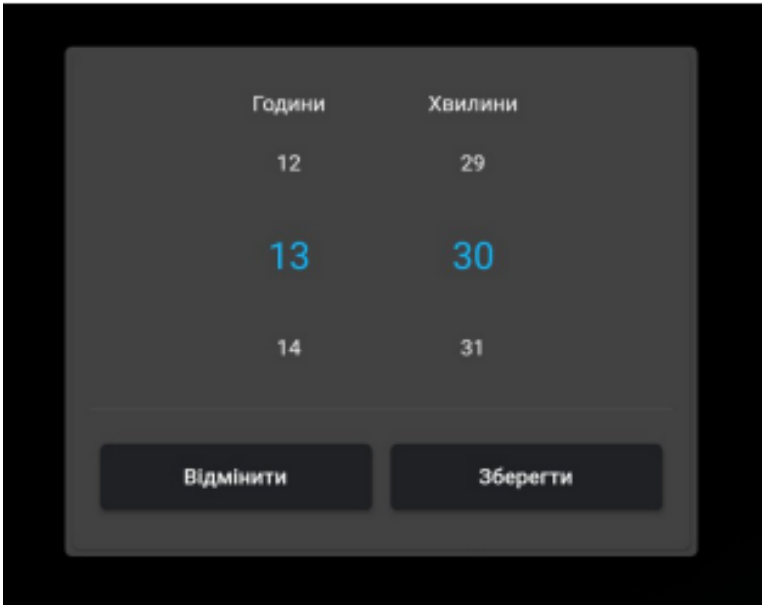
401-НТ 20116

Арк.

72



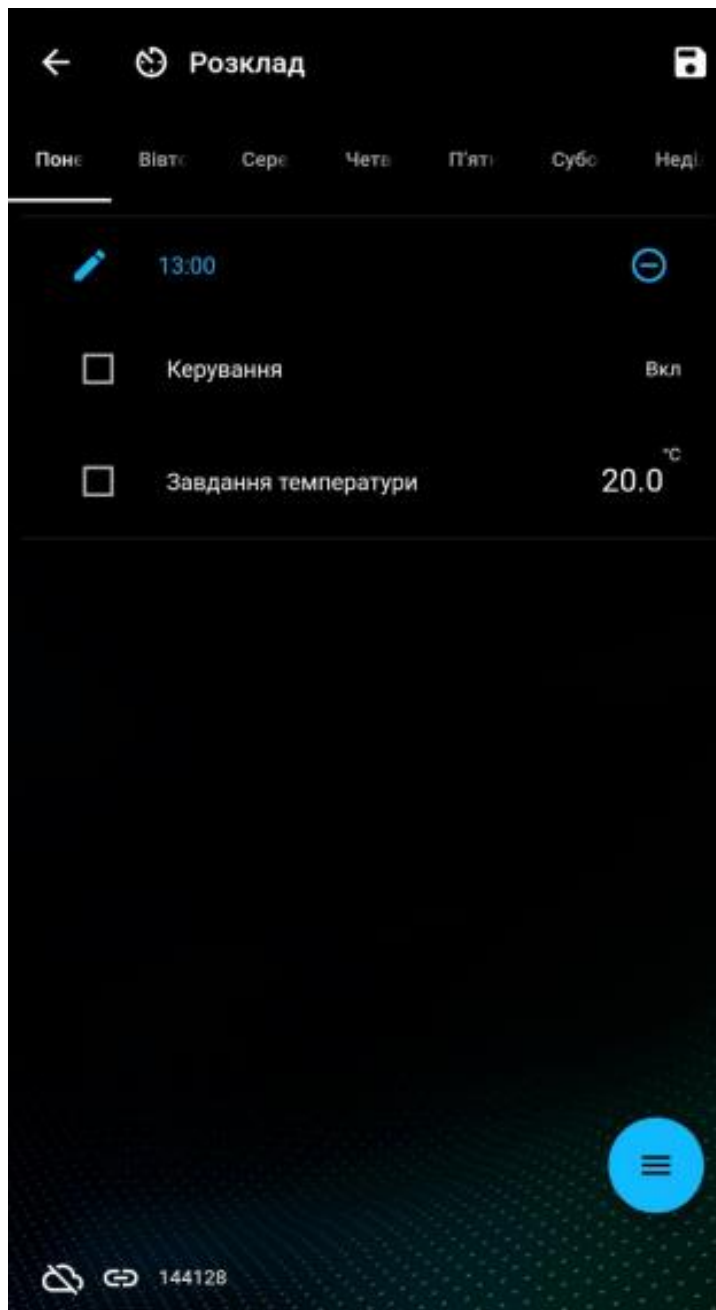
Задаємо час для першої точки і натискаємо«Зберегти».



Зам. інв. №	
Підп. и дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116					Арк.
					73



Ставимо галочки на ті параметри, які будуть записані в цій точці.

- ✓ Управління - Увімкнути
- ✓ Встановлення температури - 22.8 ° C
- ✓ Встановлення вологості - 50.0%
- ✓ Швидкість вентилятора - 2

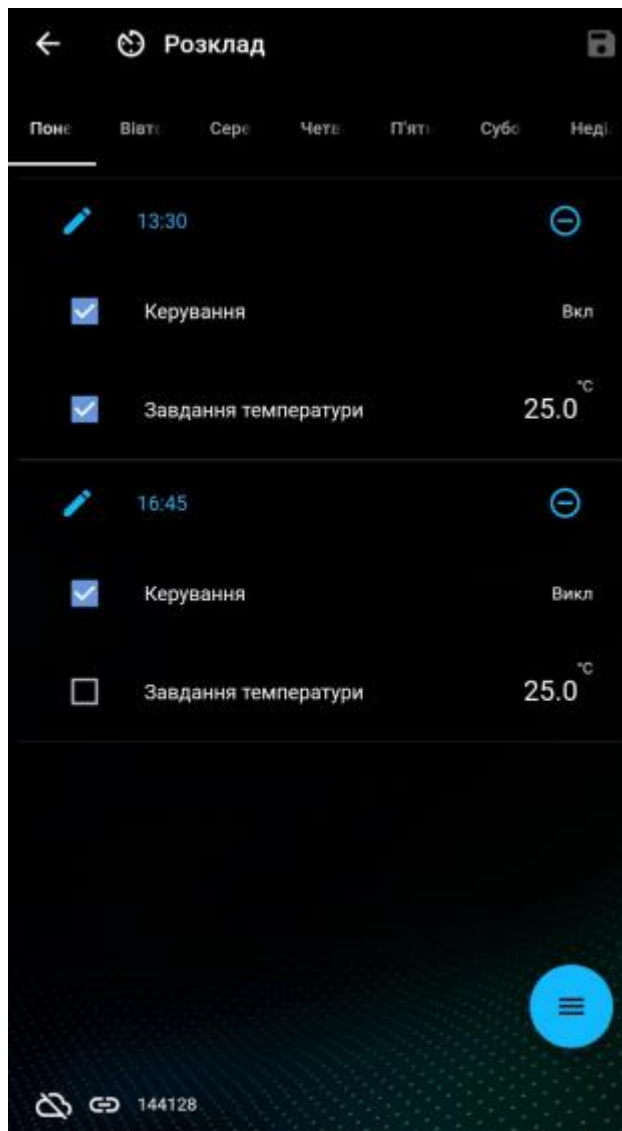
В даному прикладі ми налаштували точку включення і її параметри.

Зам. інв. №	
Підп. и дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116					
--------------	--	--	--	--	--

Арк.
74



Налаштовуємо точку виключення.

Натискаємо на пункт «Додати тимчасовий інтервал» з випадаючого меню, задаємо час вимикання 13:30 і відзначаємо галочками параметри.

Параметр «Управління» змінюємо на нове значення - «Викл».

Завершуємо налаштування розкладу.

Натискаємо на значок зберегти у правому верхньому куті.

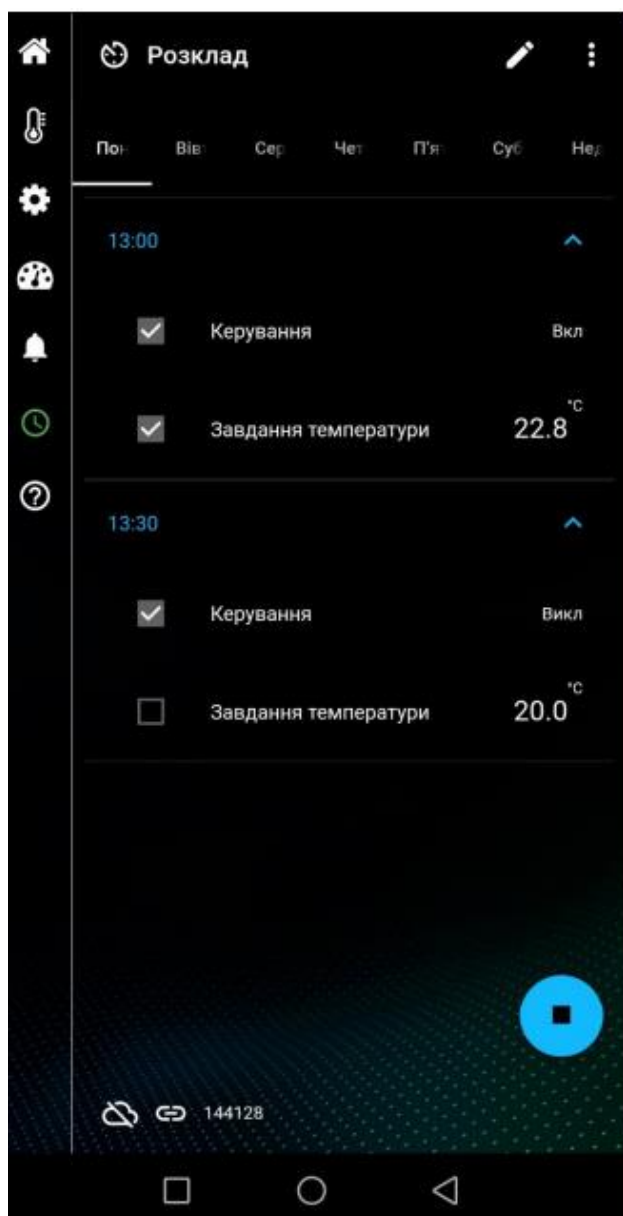
Виходимо на головний екран розкладу

Зам. інв. №	
Підп. и дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116					

Арк.
75



- включити розклад.



- вимкнути розклад.



- редагувати розклад.



- розклад неактивовано.



- розклад активовано.

Підтримка.

Для використання даної функції необхідно зареєструватися. Вводимо номер телефону, на який прийде СМС з кодом підтвердження.

Надалі цей номер телефону буде для зв'язку з Вами.

При виникненні питань, відносно роботи вентиляційної установки або роботи програми - скористайтесь вкладкою «Підтримка». В меню «Нова заявка» створюється заявка з питанням в текстовому вигляді.

В меню «Всі заявки» можна переглядати створені Вами заявки, скасувати їх, а також переглядати їх статус.

Зам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № ор.

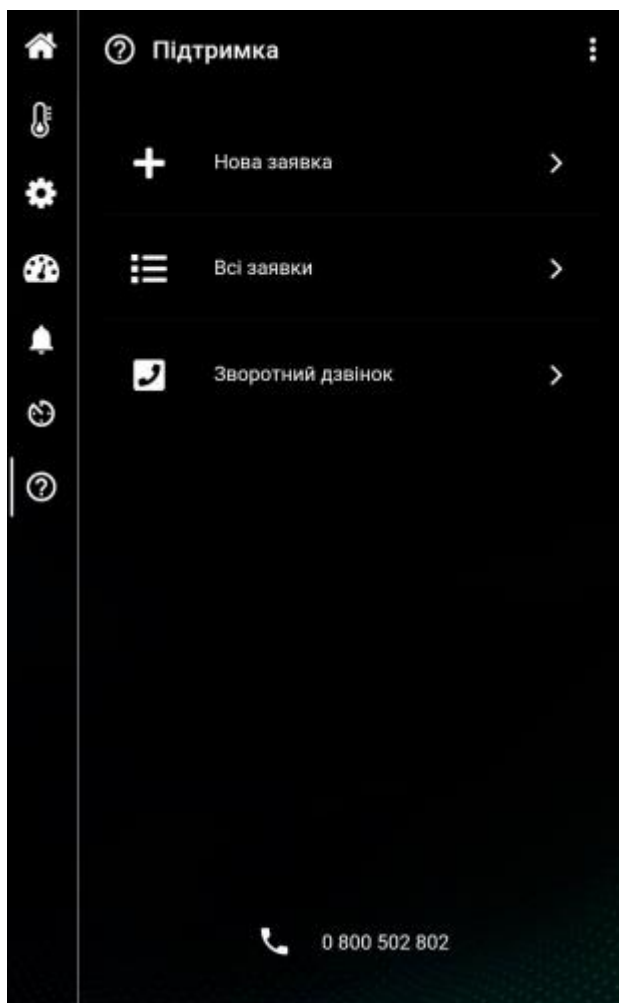
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

401-НТ 20116

Арк.

76

В меню «Зворотній дзвінок» можна створити заявку для зворотного дзвінка.



Зв'язок з установкою:

Іконки відображають стан зв'язку з установкою і тип з'єднання. Хмарно через мобільний інтернет або безпосередньо через Wi-Fi.

Автоматично обирається найкраще джерело з'єднання.

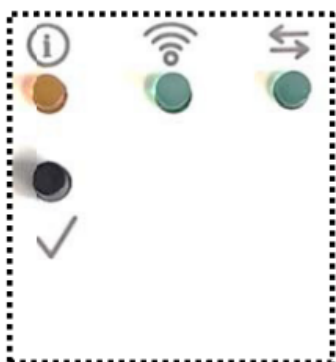
При натисканні на хмару - дозволяємо / забороняємо використовувати мобільний інтернет.



Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

					Арк.
401-НТ 20116					77



- червоний світлодіод блимає при втраті даних і горить постійно при обриві зв'язку.



- зелений світлодіод блимає, коли Wi-Fi модуль знаходиться в режимі конфігурації і горить постійно у працюючому стані.



- зелений світлодіод блимає при успішній передачі даних.



- кнопка для переходу в режим конфігурації. При затиску на 5 секунд - скидання пароля доступу на стандартний **1111**.

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Висновки

1. Енергетична ситуація в Україні залишається досить складною, і може погіршитися через продовження Росією війни та ракетних обстрілів енергетичної інфраструктури. Тому вирішення цієї проблеми потребує комплексного підходу як з боку українського народу, так і з боку державного апарату, що я вже описав на самому початку.

2. Існує декілька видів утилізаторів теплоти, а саме утилізатори димових газів, регенератори та рекуператори. Кожен тип має свої переваги та недоліки, що варто враховувати при виборі під власні потреби.

3. Провівши порівняння рекуператорів від різних виробників, можу зробити висновок, що найоптимальнішим варіантом є обладнання від компанії «AEROSTAR» через співвідношення ціна/якість, високу енергоефективність та значну продуктивність, що підійде як для промислових потреб, так і для дому. Найбільшою перевагою є наявність сервісного обслуговування по всій Україні.

4. Розробивши керівництво з експлуатації рекуператора «AEROSTAR», я переконався що керування нею є дуже зручним та простим, оскільки додаток має українську мову та сучасний дизайн.

Зам. інв. №	Підп. у дата	Інв. № ор.							401-НТ 20116	Арк.
										79
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

11. Краснов Ю. С. Системы вентиляции и кондиционирования.

Рекомендации по проектированию для производственных и общественных зданий / Краснов Ю. С. – М. : Термокул, 2006. – 288 с.

12. Кокорин О. Я. Современные системы кондиционирования воздуха / Кокорин О. Я. – М. : Издательство физико-математической литературы, 2003. – 272 с.

13. Тарабанов М. Г. Кондиционирование воздуха. Часть 1 / Тарабанов М. Г. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2015. – 212 с.

14. Джеджула В. В. Енергозбереження промислових підприємств: методологія формування, механізм управління : монографія / Джеджула В. В. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 347 с.

15. Указания по расчету и применению воздухораспределителей. Сайт компании Арктос. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arktoscomfort.ru/wp-content/Kat/air/katalog/2018/11.pdf>

16. Гримитлин М. И. Распределение воздуха в помещении / Гримитлин М. И. – С-Пб. : Авок северо-запад, 2004. – 337 с.

17. Джеджула, В. В. Забезпечення ефективного мікроклімату при реконструкції історичних будівель закладів культури / В. В. Джеджула // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2020 – № 1 – С. 93–99.

18. Джеджула В. В. Енергоефективність систем вентиляції: критерії оцінювання та фактори впливу / В. В. Джеджула // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2016. – № 1. – С. 110–113.

Зам. інв. №		Підп. і дата		Інв. № ор.								Арк.
												81
						Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	401-НТ 20116

Міністерство освіти і науки України
Національний університет "Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка"
Навчально-науковий інститут нафти і газу та природокористування
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та опалення

Графічна частина
до бакалаврської кваліфікаційної
роботи на тему:
"дослідження роботи утилізатора теплоти повітря
"AEROSTAR" в лабораторії 106-ц полтавської політехніки"

Виконав: студент 4 курсу, групи 401-НТ
спеціальності 144 Теплоенергетика

(шифр і назва спеціальності)

Бугорський Р.Я.

(прізвище та ініціали)

Керівник:

Гузик Д.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент:

Вельдицька І.С.

(прізвище та ініціали)

Полтава 2024

Мета роботи - дослідження способу економії електроенергії в кризовий період української енергетики за допомогою рекуператора «AEROSTAR» в лабораторії 106-Ц та наукове обґрунтування доцільності використання таких систем.

Енергетична криза в Україні - це складний і важливий виклик, який потребує комплексного підходу. Існує декілька варіантів вирішення цієї проблеми. На мою думку, в найближчому майбутньому необхідно використовувати системи рекуперації тепла повітря, це дає змогу значно знизити споживання енергоресурсів на опалення та вентиляцію,

бо рекуператори дають змогу поєднувати ці дві життєво важливі функції в собі.

Утилізатор теплоти - це теплообмінний пристрій, який здійснює обмін теплом між двома або більше робочими рідинами.

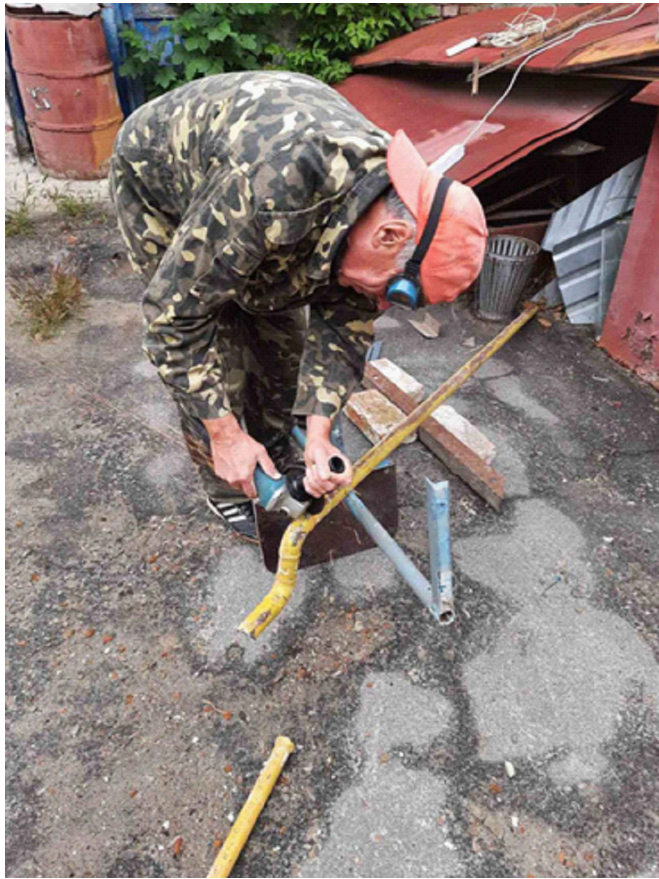
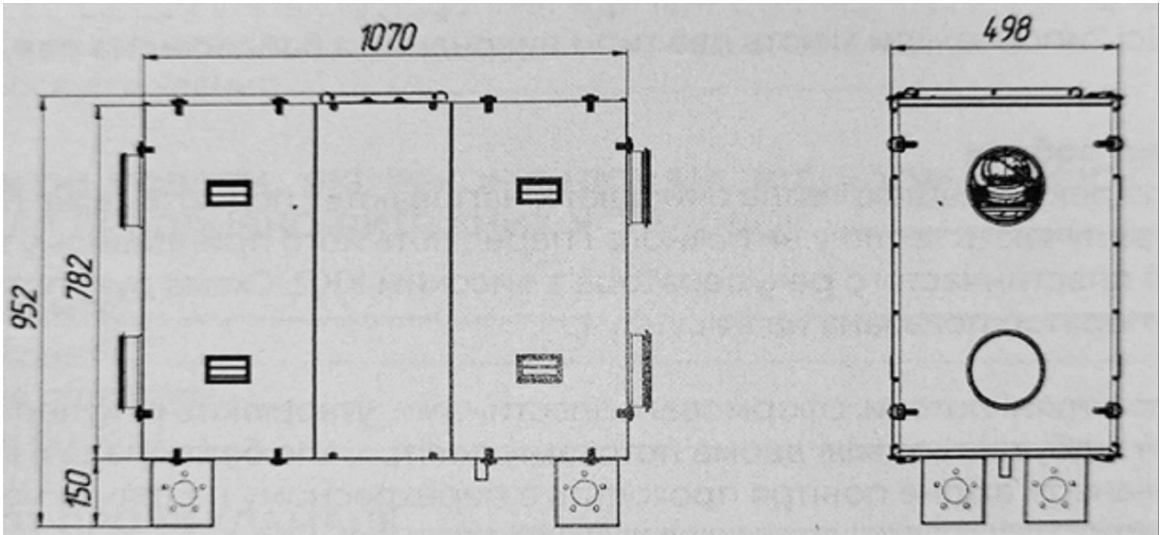
На сьогоднішній день існують чотири типи утилізаторів: з проміжним теплоносієм(економайзер), регенератори, рекуператори та стінові провітрювачі.

Коп.	Погоджено:		
Формат А3	Зам. інв. №		
	Підпис і дата		
	Інв. № ор.		

					2024	401-НТ-20116-ДП		
						Дослідження роботи утилізатора теплоти повітря "AEROSTAR" в лабораторії 106-Ц		
						Полтавської політехніки		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		Стадія	Аркуш
								Аркушів
Розробив	Бугорський	Р.Я.					П	2
Керівник	Гузик	Д.В.						9
Н.контроль	Гузик	Д.В.						
Зав.кафед.	Голік	Ю.С.				Мета роботи та актуальність теми	Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка" кафедра ТГВтаТ	

На початку 2022-го року мене долучили до створення проєкту та реалізації нового лабораторного стенду в аудиторії 106-Ц, а саме рекуперації повітря на базі рекуператора компанії "AEROSTAR".

Ми з моїм дипломним керівником порахували та розробили креслення майбутнього стенду, попередньо виготовивши під нього стійку зі залізних кутників та залишків газових труб після чого пофарбували її і встановили на місці, де має бути рекуператор. Розміри кріплень рекуператора були взяті з технічної документації що попередньо надіслала компанія "AEROSTAR".



Коп.

Формат А3

Погоджено:					
Зам. інв. №					
Підпис і дата					
Інв. № ор.					

					2024	401-НТ-20116-ДП			
						Дослідження роботи утилізатора теплоти повітря "AEROSTAR" в лабораторії 106-Ц Полтавської політехніки			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Бугорський	Р.Я.					П	3	9
Керівник	Гузик	Д.В.							
Н.контроль	Гузик	Д.В.							
Зав.кафед.	Голік	Ю.С.				Історія створення та реалізація проєкту в лабораторії 106-Ц	Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка" кафедра ТГВтаТ		

На наступному листі буде зображено специфікацію та креслення, які були розроблені для компанії "Вентс", щоб вони надіслали нам всі необхідні матеріали для завершення проєкту.



					2024	401–НТ–20116–ДП		
						Дослідження роботи утилізатора теплоти повітря "AEROSTAR" в лабораторії 106-Ц Полтавської політехніки		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			
							Стадія	Аркуш
Розробив	Бугорський Р.Я.						П	4
Керівник	Гузик Д.В.							9
Н.контроль	Гузик Д.В.							
Зав.кафед.	Голік Ю.С.					Історія створення та реалізація проєкту в лабораторії 106-Ц	Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка" кафедра ТГВтаТ	

Специфікація виконана
відповідно до всіх українських
стандартів та норм

Позиція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод- виробник	Одиниця вимірю- вання	Кіль-ть	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Повітропровід металевий з оцинкованої сталі Ø160мм гладкоствольний або спіровент	160		"Vents"	м.п	18		
2	Коліно 90° Ø160мм			"Vents"	шт	8		
3	Коліно 135° Ø160мм			"Vents"	шт	12		
4	Шумоглушник Ø160мм	Вентс СР 160/600		"Vents"	шт	1		
5	Шумоглушник Ø160мм	Вентс СРФ 160/600		"Vents"	м.п	1		
6	Заслінка повітряна Ø160мм	Вентс КР 160		"Vents"	шт	2		
7	Трійник круглий Ø160мм	Вентс трійник 160		"Vents"	шт	4		
8	Гнучка вставка Ø160мм	ВВГ 160		"Vents"	шт	2		
9	Хомути Ø160мм	ХЦК 160		"Vents"	шт	14		
10	Адаптер Ø150мм	А(200х300)		"Vents"	шт	6		Відповідність сумісності уточнює виробник
11	Решітка дворядна регульована	ДР(150х250)		"Vents"	шт	6		
12	Перехідник з оцинкованої сталі зі 160/150мм	РМ150/160ц		"Vents"	шт	6		
13	Алюмінієва монтажна стрічка	АЛТ 050/10		"Vents"	шт	1		
14	З'єднувач Ø160мм	ВЕНТС ПМ 160 Ц		"Vents"	шт	14		

					2024	401–НТ–20116–ДП			
						Дослідження роботи утилізатора теплоти повітря "AEROSTAR" в лабораторії 106-Ц Полтавської політехніки			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Бугорський Р.Я.						П	5	9
Керівник	Гузик Д.В.								
Н.контроль	Гузик Д.В.								
Зав.кафед.	Голік Ю.С.					Специфікація для компанії "Вентс".	Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка" кафедра ТГВтаТ		

Коп.

Погоджено:

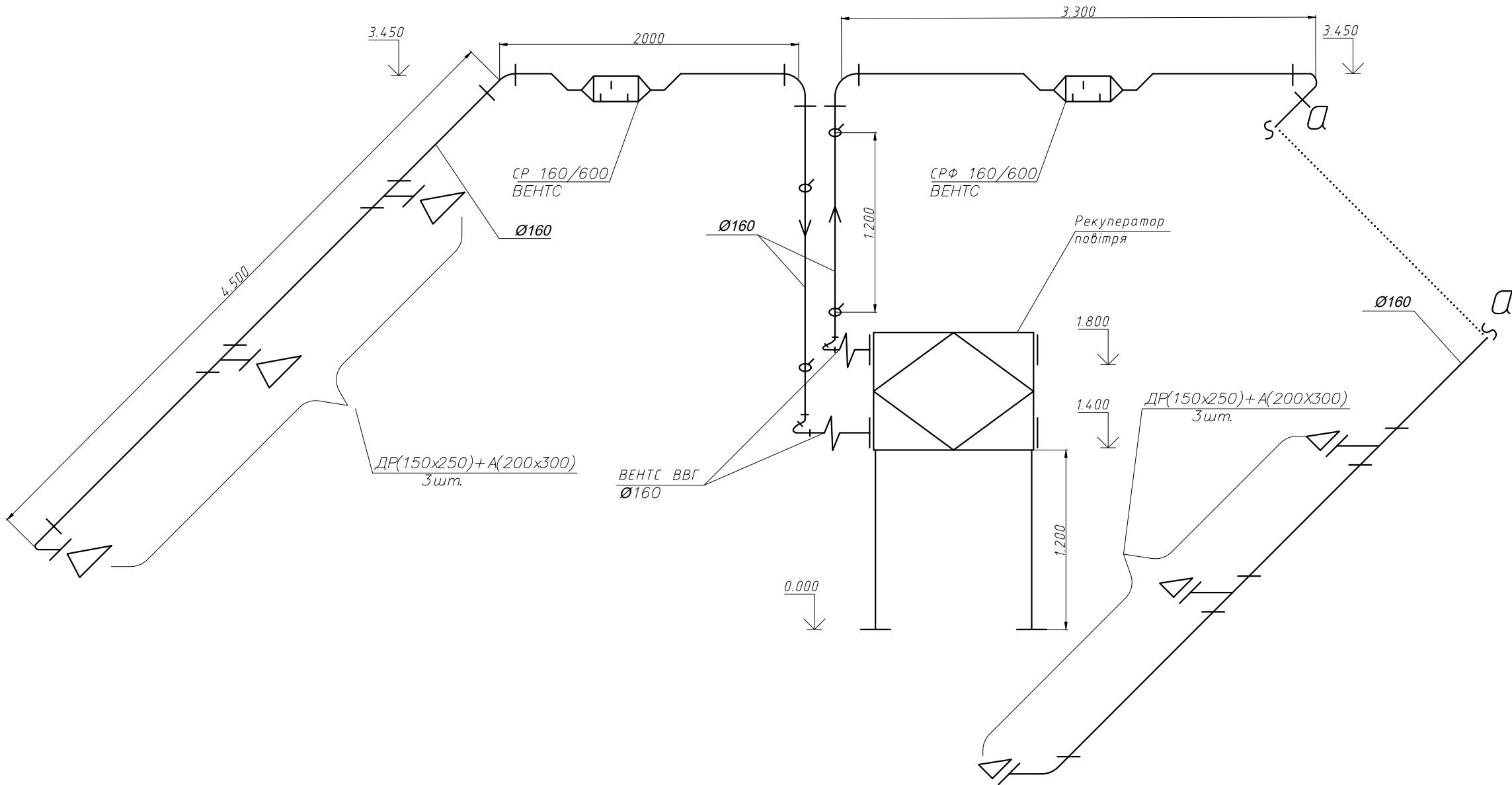
Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ор.

Формат А3

Схема системи вентиляції з рекуперацією теплоти в ауд. 106ц НУПП



				2024				
					Дослідження роботи утилізатора теплоти "AEROSTAR" в лабораторії 106-Ц Полтавської політехніки			
Змн.	Лист	піб	Пігн.	Дата		Стагія	Аркуш	Аркушів
Керівник	Гузик Д.В.					П	6	9
Розробив	Бугорський Р.							
					Схема системи вентиляції з рекуперацією теплоти в лаб. 106ц НУПП		Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"	
Затв.	Голік Ю.С.							

Погоджено:

Код

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ор.

Формат А3

Коп.

Формат А3

Погоджено:		
Зам. інв. №		
Підпис і дата		
Інв. № ор.		

Компанія Aerostar виготовляє лише рекуператори з пластинчатим теплообмінником, що є найпоширенішим варіантом і поєднують в собі простоту конструкції та надійність, які мають такі характеристики:

Енергоефективність: в залежності від моделі мають рівень рекуперації тепла від 80% до 90%;

Клас енергоефективності А, що дозволяє економити до 30% електроенергії в порівнянні з традиційними системами вентиляції та опалення; Фільтрація: багатоступенева фільтрація включає в себе фільтри типу G3 та F5, що дозволяє уловлювати пилові частинки до 600 мікрон, шерсть та інші забруднювачі, а також грибки, цвіль, пилок та хвороботворні бактерії;

В залежності від модифікації мають датчик рівня CO₂, що дозволяє установці автоматично вмикатися та провітрювати приміщення;

Можливість встановлення додаткового повітронагрівача з теплоносієм для досягнення необхідних параметрів мікроклімату.

Захист від вологи та пилу IP54.

Переваги рекуператорів Aerostar:

Простота в обслуговуванні: з власного досвіду роботи можу сказати, що заміна або чистка фільтрів у рекуператорах даного виробника є доволі простою, що само собою знижує експлуатаційні витрати;

Система «розумний дім»: все вентиляційне обладнання цієї компанії, включаючи рекуператори має можливість підключення до «Розумного дому», що дозволяє гнучке налаштування роботи індивідуально під кожного користувача, та роботу в парі з усією екосистемою розумних пристроїв у домі чи офісі.

Ціна: порівняно з іншими виробниками, компанія AeroStar пропонує продукцію не гірше преміум сегменти за значно нижчими цінами.

Сервіс та гарантія: оскільки це українська компанія, то вони мають якісну онлайн підтримку користувачів та широку мережу сервісних центрів по всій Україні.

Автоматика: рекуператор може сам визначати потребу у провітрюванні, та регулювати швидкість роботи вентиляторів та потужність підігрівачів, дозволяючи додатково економити електроенергію.

					2024	401–НТ–20116–ДП			
						Дослідження роботи утилізатора теплоти повітря "AEROSTAR" в лабораторії 106-Ц Полтавської політехніки			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Бугорський	Р.Я.					П	7	9
Керівник	Гузик Д.В.								
Н.контроль	Гузик Д.В.								
						Опис рекуператорів компанії "AEROSTAR"	Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка" кафедра ТГВтаТ		
Зав.кафед.	Голік Ю.С.								

Детальні характеристики рекуператора
AEROSTAR EcoStar 500 EC X

SFP класс	1/368	W/m³/s							
ERP класс	2015								
Уровень звук. мощности по октавным полосам (дБ)									
F[Hz] - dB	Общий	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply-Lw(A)б		62	28	39	51	53	57	52	43
Suction-Lw(A)5		57	29	39	45	49	52	51	48
Звуковое давление на расстоянии 1 м. в дБ(A) с полусферическим распространением - Допуск +/- 4 дБ									
F[Hz]	дБ(A)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply		60	25	37	48	50	54	56	41
Suction		54	27	36	43	47	49	45	38
External		36	19	27	31	28	25	19	5
Эффективность системы вентилятора рассчитана согласно производительности вентилятора									
Необходимо устройство контроля оборотов вентилятора									
Вытяжной вентилятор									
ВЕНТИЛЯТОР					ДВИГАТЕЛЬ				
ZIEHL									
Тип вентилятора GR19V-4IP.Z8.AR - 178087					Установленная мощность				
Размер					Питание				
Производительность					Тип двигателя				
Располагаемый напор					Класс изоляции				
Потеря давления в установке					Защита				
Полное давление					Эффективность				
Общее статическое давление					Макс. число оборотов				
Динамическое давление					Потребляемая мощность (лето)				
Число оборотов					Потребляемая мощность (зима)				
Уровень звуковой мощности					Ток в рабочей точке				
Напряжение в рабочей точке					Максимальный ток				
SFP класс	1/390	W/m³/s							
ERP класс	2015								
Уровень звук. мощности по октавным полосам (дБ)									
F[Hz] - dB	Общий	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply-Lw(A)б		62	28	39	51	53	57	52	43
Suction-Lw(A)5		57	29	39	45	50	52	51	48
Звуковое давление на расстоянии 1 м. в дБ(A) с полусферическим распространением - Допуск +/- 4 дБ									
F[Hz]	дБ(A)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply		60	25	37	48	50	54	56	41
Suction		54	27	36	43	47	49	45	38
External		36	19	27	31	28	25	19	5
Эффективность системы вентилятора рассчитана согласно производительности вентилятора									
Необходимо устройство контроля оборотов вентилятора									
АКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ									
Октавные полосы (Гц)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Общий ур
Lw at O.A. Вход (дБ)	29	39	45	49	52	51	48	40	57
Lw at S.A. Выход (дБ)	28	39	51	53	57	59	52	43	63
Lw at E.A. Вход (дБ)	29	39	45	50	52	51	48	41	57
Lw at E.A. Выход (дБ)	28	39	51	53	57	59	52	43	63
Lw в окр. среде	19	27	24	19	19	13	5	3	30
Габаритные размеры									

Синтетич. / Метал. Фильтр

Тип - Кассетный фильтр, плссированный синтетический / металлический

G4(ISO Coarse 70%) N°1 435 x 328 x 25 mm

Класс энергоэффективности фильтра E

Падение давления на чистом фильтре 24 Pa

Расчетное падение давления на фильтре 112 Pa

Потеря давления загр.фильтра 200 Pa

Синтетич. / Метал. Фильтр

Тип - Кассетный фильтр, плссированный синтетический / металлический

G4(ISO Coarse 70%) N°1 435 x 328 x 25 mm

Класс энергоэффективности фильтра E

Падение давления на чистом фильтре 24 Pa

Расчетное падение давления на фильтре 112 Pa

Потеря давления загр.фильтра 200 Pa

Электронагреватель (преднагрев)

Тип теплообменника	117 A 13/1.2	Установленная мощность	1.2 kW
Кол-во Тэнов	1	Потребляемая мощность (ШИМ)	1.2 kW
Кол-во электро-ступеней	1(1.2)	Темп. вход	-25 °C
Источник электроэнергии	1 ~ 230 V 50 Hz	Отн.вл. на входе	90 %
		Темп. выход	-10.75 °C
		Отн. вл. на выходе	23.41 %

Пластинчатый рекуператор

N°2 REP+23-300-H-F-30

Расход приточного воздуха	250	м³/h	Расход вытяжного воздуха	250	м³/h
Зимние условия					
Температура воздуха на входе	-10.75	°C	Температура воздуха на входе	22	°C
Относительная влажность на входе	23.41	%	Относительная влажность на входе	20	%
Температура воздуха на выходе	17.45	°C	Температура воздуха на выходе	-4.43	°C
Влажность воздуха на выходе	3.15	%	Влажность воздуха на выходе	96	%
Внешняя потеря давления	50	Pa	Потеря давления на выбросе	51	Pa
Скорость воздуха	0.86	м/с	Скорость воздуха	0.79	м/с
Эффективность рекуперации	2.36	kW	КПД	85/85	%
			КПД по влаге	86/81	%
			Количество конденсата	0.2	кг/ч

КПД (сухой) для сбалансированного объема воздуха

85.32 %

Летние условия

Температура воздуха на входе	33	°C	Температура воздуха на входе	22	°C
Относительная влажность на входе	50	%	Относительная влажность на входе	51	%
Температура воздуха на выходе	23.59	°C	Температура воздуха на выходе	31.37	°C
Влажность воздуха на выходе	86.35	%	Влажность воздуха на выходе	29.4	%
Внешняя потеря давления	50	Pa	Потеря давления на выбросе	50	Pa
Скорость воздуха	0.87	м/с	Скорость воздуха	0.9	м/с
Эффективность рекуперации	0.82	kW	КПД	86/85	%
			КПД по влаге	86/85	%

Поддон из оцинкованной окрашенной стали

Наружный диаметр дренажного патрубка 25 мм

Приточный вентилятор

ВЕНТИЛЯТОР			ДВИГАТЕЛЬ		
ZIEHL					
Тип вентилятора	GR19V-4IP.Z8.AR	- 178087	Установленная мощность	EC MOTOR 0.17	kW
Размер	190		Питание	1~ 230V 50Hz	
Производительность	250	м³/h	Тип двигателя	EC	
Располагаемый напор	0	Pa	Класс изоляции	F	
Потеря давления в установке	162	Pa	Защита	IP54	
Полное давление	170	Pa	Эффективность	49.46	%
Общее статическое давление	162	Pa	Макс. число оборотов	3930	rpm
Динамическое давление	8	Pa	Потребляемая мощность (лето)	0.03	kW
Число оборотов	2088	rpm	Потребляемая мощность (зима)	0.03	kW
Уровень звуковой мощности	62.33	dB(A)	Ток в рабочей точке	0.3	A
Напряжение в рабочей точке	230	V	Максимальный ток	1.7	A

Краткие характеристики установки		
Завод производитель	VENTSERVICE	
Модель установки	EcoStar 500 EC X	
Типология	NRVU BVU	
Тип секции рекуперации	Пластинчатый	
Тепловая эффект. рекуперации [%] (balanced dry extract)	85.32	
Номинальный расход воздуха [m3/s]	0.07	
Class of casing leakage at -400Pa		
Class of casing leakage at +400Pa		
Макс. внутренняя скорость утечки воздуха [%]	0.5	
	Приток	Вытяжка
Номинальный расход воздуха [m3/s]	0.07	0.07
Тип привода	Установка привода с регулируемой скоростью	Установка привода с регулируемой скоростью
Потребляемая эл.мощность [кВт]	0.03	0.03
Скорость среды [m/s]	0.35	0.35
Располагаемый напор [Pa]	0	0
Внутреннее dP компонентов вентиляции [Pa]	162	163
Статическая эффективность вентилятора [%]	37.5	37.7
Энергоэффективность фильтрации	E	E
Падение давления на чистых фильтрах [Pa]	24	24
Internet address for disassembly instructions:		
Ecodesign	2018	

Коп.
Формат А3

Погоджено:		
Зам. інв. №		
Підпис і дата		
Інв. № ор.		

Висновки

1. Енергетична ситуація в Україні залишається досить складною, і може погіршитися через продовження Росією війни та ракетних обстрілів енергетичної інфраструктури. Тому вирішення цієї проблеми потребує комплексного підходу як з боку українського народу, так і з боку державного апарату, що я вже описав на самому початку.
2. Існує декілька видів утилізаторів теплоти, а саме утилізатори димових газів, регенератори та рекуператори. Кожен тип має свої переваги та недоліки, що варто враховувати при виборі під власні потреби.
3. Провівши порівняння рекуператорів від різних виробників, можу зробити висновок, що найоптимальнішим варіантом є обладнання від компанії «AEROSTAR» через співвідношення ціна/якість, високу енергоефективність та значну продуктивність, що підійде як для промислових потреб, так і для дому. Найбільшою перевагою є наявність сервісного обслуговування по всій Україні.
4. Розробивши керівництво з експлуатації рекуператора «AEROSTAR», я переконався що керування нею є дуже зручним та простим, оскільки додаток має українську мову та сучасний дизайн.

					2024	401–НТ–20116–ДП		
						Дослідження роботи утилізатора теплоти повітря "AEROSTAR" в лабораторії 106-Ц Полтавської політехніки		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		Стадія	Аркуш
Розробив	Бугорський	Р.Я.					П	9
Керівник	Гузик	Д.В.						9
Н.контроль	Гузик	Д.В.						
Зав.кафед.	Голік	Ю.С.				Висновки	Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка" кафедра ТГВтаТ	